

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

iup Institut für Umweltplanung

# Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft



Dissertation

Thiemen Boll

2016

# **Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft**

Von der Fakultät für Architektur und Landschaft  
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

von Dipl.-Ing. Jan Thiemen Boll

geboren am 19.09.1983 in Nordhorn

2016

Referentin:

Prof. Dr. Christina von Haaren

Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover

Korreferent:

Prof. Dr. Michael Rode

Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover

Tag der Promotion: 23.08.2016

## **Vorwort und Danksagung**

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umweltplanung an der Fakultät für Architektur und Landschaft der Leibniz Universität Hannover. Die Erstellung dieser kumulativen Dissertation erfolgte parallel zu meiner Arbeit für das Forschungsprojekt AgroForNet, in dem Forschungsergebnisse generiert wurden, die in diese Dissertation einfließen. Das Forschungsprojekt AgroForNet wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Förderlinie Nachhaltiges Landmanagement gefördert.

Ich danke ganz herzlich meinen Betreuern Prof. Dr. Christina von Haaren und Prof. Dr. Michael Rode für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung während des gesamten Promotionsvorhabens und für ihre fachliche Expertise, die maßgeblich zur Erstellung dieser Dissertation beigetragen hat.

Gleichzeitig möchte ich meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Umweltplanung danken, die mich während dieser Zeit, die ich in sehr guter Erinnerung behalten werde, begleitet haben.

Des Weiteren möchte ich allen Mitautoren danken, die bei den im Rahmen der kumulativen Dissertation veröffentlichten Artikeln mitgewirkt haben, namentlich sind das Prof. Dr. Christina von Haaren, Prof. Dr. Michael Rode, Dr. Christian Albert, Dr. Eick von Ruschkowski, Florian Neubert, Klaus Zimmermann, Dr. Annedore Bergfeld, Dr. Daniela Kempa und Malte Weller. Malte Weller hat zudem die im Rahmen der Dissertation entwickelte Bewertungsmethodik für die Software MANUELA programmiert. Danken möchte ich auch Jochen Mülder, der die 3D-Visualisierungen als Grundlage für meine Befragungen erstellt hat und David Butler-Manning, der das Forschungsprojekt AgroForNet koordiniert hat.

Köln, im April 2016

*Thiemen Boll*



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	i
Tabellenverzeichnis.....	iii
Abkürzungsverzeichnis.....	iv
Zusammenfassung.....	vi
Abstract.....	x
<b>1 Einleitung und Hintergrund.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielsetzung und Forschungsfragen .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Fachliche Grundlagen und Stand der Forschung .....</b>	<b>8</b>
3.1 Was sind Kurzumtriebsplantagen?.....	8
3.1.1 Landnutzungsform .....	8
3.1.2 Kultivierung .....	9
3.1.3 Ökonomische Aspekte.....	11
3.1.4 Ökologische Aspekte .....	14
3.2 Zukünftige Anbaupotenziale und Bedeutung von Kurzumtriebsplantagen im Rahmen der Energiewende .....	16
3.3 Landschaftsästhetische Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen .....	19
3.4 Landschaftsbild und Bewertungsverfahren.....	24
3.4.1 Theoretische Grundlagen zum Landschaftsbild .....	24
3.4.2 Methoden zur Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes .....	27
3.4.3 Die Software MANUELA als Bewertungstool für das Landschaftsbild .....	28
<b>4 Vorgehen und Methodik.....</b>	<b>31</b>
4.1 Arbeitsschritt 1: Empirische Befragung zur Erholungsnutzung und zu landschaftsästhetischen Präferenzen im Untersuchungsgebiet.....	35
4.2 Arbeitsschritt 2: Szenarienentwicklung und Visualisierung von Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen.....	36
4.3 Arbeitsschritt 3: Befragung mit 3D-visualisierten Szenarien des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen .....	39
4.4 Arbeitsschritt 4: Entwicklung einer GIS-basierten Bewertungsmethode für das Landschaftsbild auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe.....	40
4.5 Arbeitsschritt 5: Stakeholderbefragung zur Akzeptanz des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen und zur Durchführung von landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen .....	41

<b>5</b>	<b>Veröffentlichte Artikel der kumulativen Dissertation .....</b>	<b>43</b>
5.1	Fachveröffentlichung 1 (BfN-Skripten): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme.....	47
5.2	Artikel 1 (PLOS ONE): The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers.....	54
5.3	Artikel 2 (iForest): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? .....	72
5.3.1	Fachveröffentlichung 2.1 (Naturschutz und Landschaftsplanung): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? .....	96
5.4	Artikel 3 (Verlag Wiley-VCH): The effects of short rotation coppice on the visual landscape ....	110
5.4.1	Fachveröffentlichung 3.1 (Unimagazin Hannover): Monotonie durch Mais? .....	124
5.4.2	Fachveröffentlichung 3.2 (Business Geomatics): Wenn es auf dem Acker grünt .....	132
5.4.3	Fachveröffentlichung 3.3 (BEST Projekt und Bioenergieregion Göttinger Land): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie .....	135
5.5	Artikel 4 (forum ifl): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA .....	138
5.6	Artikel 5 (Verlag Wiley-VCH): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders .....	147
5.6.1	Fachveröffentlichung 5.1 (AFZ-Der Wald): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen .....	161
5.6.2	Fachveröffentlichung 5.2 (Joule): Großes Interesse, geringer Anbau - Befragung zu Kurzumtriebsplantagen .....	167
5.6.3	Fachveröffentlichung 5.3 (ACKERplus): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. Kurzumtriebsplantagen .....	171
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>176</b>
6.1	Landschaftsästhetische Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen .....	176
6.1.1	Räumlich differenzierte Auswirkungen .....	177
6.1.2	Auswirkung der Randgestaltung .....	182
6.1.3	Multifunktionale Wirkungen und Synergien und Konflikte mit anderen Landnutzungen .....	184
6.2	Bedeutung der landschaftsbezogenen Erholung.....	187
6.3	Bereitschaft von Landwirten zur Umsetzung von Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen .....	188
6.4	Landschaftsästhetische Präferenzen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen und regionale Präferenzentwicklungen.....	190
6.4.1	Landschaftsästhetische Präferenzen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen.....	191
6.4.2	Beurteilung der Nützlichkeit .....	193
6.4.3	Regionale Präferenzunterschiede .....	195
6.5	Eignung der verwendeten Befragungsmethoden und der Bewertungsmethode in der Software MANUELA.....	197
6.5.1	Eignung von Befragungen zu Landschaftsveränderungen ohne Bildunterstützung .....	197
6.5.2	Eignung von 3D-Visualisierungen in Online-Befragungen.....	198
6.5.3	Eignung der automatisierten Bewertungsmethode in der Software MANUELA .....	201

<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>204</b>
7.1	Räumlich unterschiedliche Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen erfordern eine differenzierte rechtliche und planerische Steuerung .....	204
7.2	Landschaftsästhetische Aufwertungspotenziale des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen rechtfertigen eine Positivsteuerung .....	209
7.3	Spezielle Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen erfordern finanzielle Förderungen .....	211
7.4	Einschätzung des aktuellen Handlungsbedarfs .....	212
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>215</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ernte einer Kurzumtriebsplantage .....	10
Abbildung 2:	Einsehbarkeit in eine dreijährige Kurzumtriebsplantage aus Weiden .....	21
Abbildung 3:	Unterschiedliche landschaftsästhetische Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen .....	23
Abbildung 4:	Modell der Wahrnehmung des Landschaftsbildes .....	26
Abbildung 5:	Vorgehen und Hauptarbeitsschritte 1-5 der Dissertation .....	32
Abbildung 6:	3D-Modell der in den Visualisierungen verwendeten Hybridpappel .....	37
Abbildung 7:	Beispielhafte Visualisierung der grünlandreichen Landschaft .....	38
Abbildung 8:	Beispielhafte Visualisierung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen .....	39
Abbildung 9:	Kurzumtriebsplantagen verschiedener Altersstufen .....	49
Abbildung 10:	Lage der wichtigsten Erholungsgebiete in der südlichen Metropolregion Hamburg .....	51
Abbildung 11:	Beurteilung einer Waldzunahme zu Lasten von Offenlandschaft .....	52
Abbildung 12:	Location of the recreation areas in the Hamburg Metropolitan Region .....	57
Abbildung 13:	Mean Importance and standard deviation of outdoor recreation within and outside of Hamburg .....	61
Abbildung 14:	Where outdoor recreation of Hamburg residents takes place .....	62
Abbildung 15 a-d:	Correlations between area knowledge, preference, visits and frequent use of recreation areas .....	63
Abbildung 16:	Most important criteria for recreation areas .....	64
Abbildung 17:	Mean assessment and standard deviation of criteria across all preferred recreation areas .....	65
Abbildung 18:	Assessment of criteria among recreation areas .....	66
Abbildung 19:	Location of the recreation areas in the Hamburg Metropolitan Region .....	79
Abbildung 20:	Evaluation of landscape changes across all recreation areas .....	82
Abbildung 21 a-k:	Differences of evaluations of landscape changes among recreation areas .....	85
Abbildung 22:	Evaluation of agriculture and forestry .....	87
Abbildung 23:	Differences of mean assessment of agriculture and forestry among recreation areas .....	87
Abbildung 24:	Lage der untersuchten Erholungsgebiete in der Metropolregion Hamburg .....	100
Abbildung 25:	Erholungsgebiete in der Metropolregion Hamburg .....	101
Abbildung 26:	Zusammenfassende Beurteilung von Landschaftsveränderungen über alle Erholungsgebiete .....	103
Abbildung 27 a-f:	Bewertungsunterschiede von Landnutzungsänderungen zwischen Erholungsgebieten .....	105
Abbildung 28 a-j:	Visualisations of different SRC scenarios from the bird's eye perspective .....	113
Abbildung 29 a-f:	Visualisations of different SRC edge designs from the pedestrian perspective .....	115
Abbildung 30:	Evaluation of scenic beauty of SRC scenarios between different landscape types .....	117
Abbildung 31:	Evaluation of the scenic beauty of SRC scenarios between different landscape types .....	119
Abbildung 32 a-e:	Evaluation of different SRC edge designs .....	120
Abbildung 33:	Die starke Zunahme des Maisanbaus führt regional zu Monokulturen .....	124

Abbildung 34:	Bewertungshierarchie in der Ökologischen Wirkungsanalyse .....	126
Abbildung 35 a-b:	Photorealistische Visualisierungen von Agrarlandschaften aus der Fußgänger- perspektive .....	128
Abbildung 36:	Ernte einer Kurzumtriebsplantage aus Pappeln .....	130
Abbildung 37:	Zur Untersuchung der Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf die Landschaftserlebnis- und Erholungsfunktion der Landschaft .....	131
Abbildung 38:	Wahrscheinlichkeit von Protesten mindern .....	132
Abbildung 39:	Visualisierung einer Agrarlandschaft .....	136
Abbildung 40:	Visualisierung von streifenförmigen Kurzumtriebsplantagen aus Pappeln .....	137
Abbildung 41:	Arbeitsoberfläche in der Software MANUELA .....	139
Abbildung 42:	Screenshots aus der Software MANUELA zur Biodiversitätsbewertung von Kurzumtriebsplantagen .....	142
Abbildung 43:	Socio-economic decision criteria relating to the cultivation of SRC .....	149
Abbildung 44:	Expected impacts of SRC certification schemes on selected criteria .....	150
Abbildung 45:	Comparison of existing types of cooperation of stakeholders .....	151
Abbildung 46:	Advantages of cooperation .....	152
Abbildung 47:	Importance of selected topics in informal planning concepts .....	153
Abbildung 48:	Expectations of participation in regional planning processes .....	153
Abbildung 49:	Mean assessment of the visual impacts of agricultural crops by different stakeholder groups .....	154
Abbildung 50:	Evaluation of the willingness of farmers to implement selected measures when cultivating SRC .....	156
Abbildung 51:	Wie wichtig sind Ihnen folgende Kriterien, wenn Sie eine KUP anbauen würden bzw. diese bereits angebaut haben? .....	162
Abbildung 52:	Welche Vorteile erhoffen Sie sich für Ihren Betrieb durch die Teilnahme an einer Kooperation? .....	164
Abbildung 53:	Wie hoch schätzen Sie die Bereitschaft in der Land- und Forstwirtschaft ein, bei der Anlage von KUP die folgenden Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen? .....	165
Abbildung 54:	Bedeutung von Themen in den informellen Planungen in % .....	166
Abbildung 55:	KUP-Anbau. Struktureiche Randgestaltung und unterschiedliche Umtriebszeiten der KUP erhöhen die landschaftliche Vielfalt .....	167
Abbildung 56:	Auswirkungen landwirtschaftlicher Kulturen auf das Landschaftsbild aus der Sicht unterschiedlicher Akteure .....	169
Abbildung 57:	Kurzumtriebsplantagen .....	171
Abbildung 58:	KUP-Ernte mit dem ‚WoodCut 1500‘ .....	174

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Hierarchischer Aufbau der Forschungsfragen der Dissertation	6
Tabelle 2:	Zuordnung der Forschungsfragen, der angewendeten Methoden und der veröffentlichten Artikel zu den Arbeitsschritten	33
Tabelle 3:	Characteristics of the Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land recreation areas	57
Tabelle 4:	Surveyed landscape changes with explanation	76
Tabelle 5:	Land uses in the recreation areas with the most characteristic land uses highlighted	80
Tabelle 6:	Importance to consider the landscape type for different landscape changes	89
Tabelle 7:	Abgefragte Landschaftsveränderungen und Erläuterung	99
Tabelle 8:	Landnutzung in den vier Erholungsgebieten	101
Tabelle 9:	Visualised landscape types	112
Tabelle 10:	Grundwerte der Landschaftskomponente KUP/KUS	141
Tabelle 11:	Aufwertungskriterien der Landschaftskomponente KUP im Biodiversitätstool	141
Tabelle 12:	Aufwertungskriterien für KUP im Landschaftsbildtool	144
Tabelle 13:	Objectives of the survey	148

## Abkürzungsverzeichnis

ArcGIS	GIS-Softwareprodukte des Unternehmens ESRI
ANOVA	Analysis of variance (Varianzanalyse)
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17.03.1998, zuletzt geändert am 31.8.2015
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
Biosphere 3D	GIS-basierte 3D-Visualisierungssoftware der Firma Lenné 3D
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2005 bis 2013)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1986 bis 2013)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landespflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 29.07.2009, zuletzt geändert am 31.08.2015
BtL	Biomass to Liquid (Verfahren zur Herstellung von Biokraftstoffe der zweiten Generation)
BWaldG	Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 02.05.1975, zuletzt geändert am 31.08.2015
CORINE Land Cover	europaweit einheitliche Daten der Bodenbedeckung
DBFZ	Deutsches Biomasse Forschungszentrum
DirektZahlDurchfV	Verordnung zur Durchführung der Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (Direktzahlungs-Durchführungsverordnung) vom 03.11.2014
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EFS Survey	Software für Online-Umfragen der Firma Questback
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
ETI	Brandenburgische Energie Technologie Initiative
EU	Europäische Union
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
FoVG	Forstvermehrungsgesetz vom 22.05.2002, zuletzt geändert am 31.08.2015
gfP	gute fachliche Praxis
GIS	Geoinformationssystem
KUP	Kurzumtriebsplantage
LimeSurvey	Freie Software für Online-Umfragen
M	Mean (Mittelwert)
MANUELA	Managementsystem Naturschutz für eine nachhaltige Landwirtschaft
MIL	Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
MUGV	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
NABU	Naturschutzbund Deutschland
PIK	Produktionsintegrierte Kompensation
RPV	Regionaler Planungsverband



SD	Standard deviation (Standardabweichung)
SE	Standard error (Standardfehler)
SPSS	Statistik- und Analysesoftware (Statistical Package for the Social Sciences; IBM Software SPSS Statistics)
SRC	Short rotation coppice (englische Übersetzung von Kurzumtriebsplantage)
t atro	Tonne absolut trocken (Standard zur Angabe des Gewichtes bei Holzhack-schnitzel)
THG	Treibhausgas
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31.07.2009, zuletzt geändert am 31.08.2015

## Zusammenfassung

*Schlagworte: Kurzumtriebsplantagen, Landschaftsbild, 3D-Visualisierung, Landschaftsbildbewertungsmethode*

Die Umsetzung der Energiewende von fossilen zu erneuerbaren Energien hat in Deutschland eine hohe politische und gesellschaftliche Bedeutung. Im internationalen Vergleich wird die Energiewende in Deutschland ambitioniert vorangetrieben und führt zu starken gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Veränderungen. Daher sind viele Auswirkungen dieses Prozesses bisher beispiellos und zukünftige Entwicklungen nur schwer vorherzusehen. Wissenschaftliche Begleitforschung ermöglicht die Bereitstellung notwendiger Informationsgrundlagen zur Steuerung dieses Prozesses.

Bioenergie ist derzeit von den erneuerbaren Energien die mit Abstand bedeutendste Energiequelle mit einem Anteil von knapp zwei Dritteln am Endenergieverbrauch. Sie kann aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen gewonnen werden, hat im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien allerdings einen hohen Flächenbedarf. Aktuell werden in Deutschland auf mehr als 2 Mio. ha Pflanzen für die energetische Nutzung angebaut, was einem Anteil von ca. 17 % der Ackerfläche entspricht. Die Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Energiepflanzen haben einerseits Auswirkungen auf die Biodiversität und den Naturhaushalt, andererseits werden die kulturellen Ökosystemleistungen wie das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft beeinflusst. Besonders starke Auswirkungen auf die kulturellen Ökosystemleistungen werden hochwachsenden Energiepflanzen zugeschrieben, die das Landschaftsbild der offenen Agrarlandschaften stark verändern.

Das Ziel dieser kumulativen Dissertation war es, die Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen (KUP) als eine besonders hochwüchsige Form von Energiepflanzen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft herauszufinden. Ein besonderer Fokus lag auf der Fragestellung, ob und wie sich die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen Landschaftstypen unterscheiden.

Die Dissertation stützt sich methodisch vor allem auf drei Befragungen. Aus den Ergebnissen einer ersten Befragung zur allgemeinen Erholungsnutzung und Akzeptanz von Landschaftsveränderungen wurden Hypothesen zu den Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen hergeleitet. Auf Grundlage dieser Hypothesen wurden Szenarien des KUP-Anbaus für unterschiedliche Landschaftstypen entwickelt und durch 3D-Visualisierungen veranschaulicht. Die Visualisierungen wurden in einer zweiten, spezifizierten Befragung über die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft verwendet. Die Ergebnisse der zweiten Befragung, mit denen die wissenschaftlichen Hauptfragestellungen der Dissertation beantwortet werden, wurden anschließend praxisrelevant aufbereitet. Zum einen flossen die Ergebnisse in

eine neu entwickelte Bewertungsmethode ein, mit der die Auswirkungen des Anbaus von Dendromasse in Kurzumtriebsplantagen nutzerunabhängig und GIS-basiert auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe erfasst und bewertet werden können. Zum anderen wurde in einer dritten Befragung von Landwirten, Wissenschaftlern und Behördenvertretern ermittelt, inwieweit die empirisch festgestellten Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen in der Praxis Akzeptanz finden und welche Maßnahmen präferiert werden.

Die drei Befragungen sind in fünf Arbeitsschritte eingebettet, die im Rahmen dieser kumulativen Dissertation bearbeitet wurden. Im ersten Arbeitsschritt wurde in der ersten Befragung in Hamburg (n= 400) die Bedeutung von ruhiger landschaftsbezogener Erholung als kulturelle Ökosystemleistung aufgezeigt. Für Stadtbewohner, die in der Regel keinen einfachen Zugang zu ausreichend Grünflächen haben, hatte sowohl die innerstädtische Erholung in Parks und Grünanlagen als auch die Nutzung von Erholungsgebieten außerhalb der Stadt eine sehr große Bedeutung. Insgesamt war den Befragten die Ausprägung der Kriterien Vielfalt, Einzigartigkeit und Naturnähe der Landschaft deutlich wichtiger als die Ausprägung der infrastrukturbezogenen Kriterien Erreichbarkeit und Ausstattung des Erholungsgebietes mit Serviceeinrichtungen. Das bedeutet, dass die Schönheit des Landschaftsbildes - abgebildet durch die Kriterien Vielfalt, Einzigartigkeit und Naturnähe - die Erholungspräferenzen in der Metropolregion Hamburg am stärksten beeinflusst. Der zweite Teil der Befragung, in dem die Akzeptanz potenzieller Veränderungen des Landschaftsbildes untersucht wurde, zeigte, dass die Befragten Landschaftsveränderungen, je nach dem in welchem Erholungsgebiet sie stattfanden, unterschiedlich beurteilten. Während beispielsweise eine Abnahme des Grünlandanteils zugunsten von Ackerland in allen Erholungsgebieten mit großer Mehrheit abgelehnt wurde, war die Akzeptanz einer Zu- oder Abnahme von Wald und Gehölzen stark abhängig von der landschaftlichen Ausprägung des jeweiligen Erholungsgebietes. So gab es in wald- und ackerreichen Erholungslandschaften wie den Harburger Bergen eine deutlich höhere Zustimmung zu einer Waldausweitung als in heide- und grünlandreichen offenen Erholungslandschaften wie der Lüneburger Heide und der Elbmarsch.

Aus den Ergebnissen der ersten Befragung wurden im zweiten Arbeitsschritt Hypothesen zu den Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen Landschaftstypen abgeleitet. Dazu wurden die Beurteilungen der Landschaftsveränderungen für die spezifischen Erholungsgebiete Lüneburger Heide, Harburger Berge, Altes Land und Elbtalaue aus der ersten Befragung abstrahiert. Die spezifische Landnutzung der Gebiete wurde allgemeinen Landschaftstypen zugeordnet und Szenarien für die fünf Landschaftstypen offene Ackerlandschaft, strukturreiche Kulturlandschaft, offene grünlandreiche Landschaft, waldreiche Landschaft und heidereiche Landschaft erstellt. Die Szenarien, die sich in Bezug auf den Anteil von Kurzumtriebsplantagen in der Landschaft, das An-

bausystem und die Randgestaltung der KUP unterscheiden, wurden anschließend mit der Visualisierungssoftware Biosphere 3D visualisiert.

Im dritten Arbeitsschritt wurden 30 Visualisierungen aus der Vogelperspektive und 16 Visualisierungen aus der Fußgängerperspektive in einer deutschlandweiten Online-Befragung (n= 628) zu den konkreten Präferenzen der Bevölkerung in Bezug auf den Anbau von Kurzumtriebsplantagen in den fünf unterschiedlichen Landschaftstypen verwendet. Die Befragung zeigte, dass der Anbau von Kurzumtriebsplantagen je nach Landschaftstyp, Anteil von KUP in der Landschaft und Anbausystem sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben kann. Landschaftsästhetisch hochwertige Landschaften wie strukturreiche Kulturlandschaften und zu einem geringeren Ausmaß auch wald- und heidereiche Landschaften waren empfindlicher gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen, wohingegen landschaftsästhetisch geringwertige Landschaften wie offene Ackerlandschaften durch den KUP-Anbau aufgewertet wurden. Die landschaftsästhetische Wertschätzung von Kurzumtriebsplantagen konnte durch eine Gestaltung des Randbereiches deutlich gesteigert werden, z. B. durch Gras-, Blüh- oder Heckenstreifen entlang der KUP.

Die Ergebnisse der ersten zwei Befragungen dienten im vierten Arbeitsschritt neben vorhandenen Theorien und Methoden zur Bewertung des Landschaftsbildes und der Erholungsfunktion als Grundlage für die Entwicklung einer nutzerunabhängigen Bewertungsmethode des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen. Die Bewertungsmethode wurde in der GIS-basierten open-source Software MANUELA (Managementsystem Naturschutz für eine nachhaltige Landwirtschaft) implementiert, die unter Einsatz eines speziell angepassten GIS nutzerunabhängig zukünftige Landschaftsveränderungen durch Kurzumtriebsplantagen auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe bewerten kann. Die Bewertungsmethode kann unter anderem zwischen unterschiedlichen Anbauformen, Arten, Alter, der Randgestaltung der KUP und dem landschaftlichen Kontext differenzieren.

Im fünften Arbeitsschritt wurde in einer dritten Befragung mit der Zielgruppe Praktiker und potenzielle Akteure im Geschäftsfeld Kurzumtriebsplantagen (Landwirte, Wissenschaftler und Behördenvertreter) die Akzeptanz zur Durchführung von Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen untersucht. Die abgefragten Maßnahmen entsprechen zu einem großen Teil den in der zweiten Befragung untersuchten Szenarien und lassen sich daher in Bezug auf ihre landschaftsästhetische Qualität beurteilen. Es zeigte sich, dass Landwirte eher bereit waren, Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen, wenn sich diese in die Betriebsabläufe integrieren lassen. Hierzu gehören z. B. bei großen Schlägen die Berücksichtigung wechselnder Rotationszeiten und der Anbau von KUP im Wechsel mit konventionellen Ackerkulturen. Eine geringe Umsetzungsbereitschaft bestand hingegen bei Maßnahmen, die zusätzlich etabliert werden müssen, wie z. B. Blühstreifen entlang der Kurzumtriebsplantagen anzulegen oder die Ränder mit heckentypischen Gehölzen zu bepflanzen.

Die wissenschaftlichen Hauptergebnisse dieser Dissertation zeigen, dass

- Kurzumtriebsplantagen abhängig vom Landschaftstyp und ihrem Anteil in der Landschaft sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben können,
- Kurzumtriebsplantagen besonders positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild von weiträumigen, offenen Agrarlandschaften haben,
- Landschaften mit einem hohen landschaftsästhetischen Wert, wie z. B. strukturreiche Kulturlandschaften empfindlicher gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen sind,
- geringe Anteile von Kurzumtriebsplantagen von unter 20 % der landwirtschaftlichen Fläche nur in strukturreichen Kulturlandschaften einen negativen Einfluss auf das Landschaftsbild haben,
- der Anbau von Kurzumtriebsplantagen in Streifen und unterschiedlichen Altersklassen im Vergleich mit einem schlagweise einheitlichen Anbau und die Pflanzung von Blüh- oder Heckenstreifen entlang der Kurzumtriebsplantagen die landschaftsästhetische Qualität in allen Landschaften deutlich erhöht,
- und dass Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes, die sich in die Betriebsabläufe integrieren lassen, von Landwirten stärker akzeptiert werden.

Der Anbau des neuen Landschaftselementes Kurzumtriebsplantagen eröffnet Chancen, die Vielfalt und Schönheit der Agrarlandschaft zu erhöhen, wenn die in der Arbeit identifizierten landschaftsästhetischen Kriterien bei der Ausgestaltung zukünftiger Umwelt-, Naturschutz- und Agrarpolitik, bei der Beratung landwirtschaftlicher Betriebe und in zukünftigen formellen und informellen Planungen berücksichtigt werden. Um die Umsetzung der Aufwertungsmaßnahmen zu fördern, sollten Maßnahmen mit besonders positiven Auswirkungen auf das Landschaftsbild und Synergien mit Zielen des Arten-, Biotop- und Naturhaushaltschutzes finanziell gefördert werden. Da sich die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen je nach Landschaftstyp stark unterscheiden, sollte eine finanzielle Förderung räumlich differenziert erfolgen, z. B. in einer Förderkulisse ‚ausgeräumte Agrarlandschaft‘. Das könnte über spezielle Agrarumweltmaßnahmen erfolgen oder über zukünftige Reformen des Greenings mit höheren Anrechnungsfaktoren für Kurzumtriebsplantagen in bestimmten Landschaften. Zur Umsetzung von Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes im Randbereich der Kurzumtriebsplantagen, die unabhängig vom Landschaftstyp sind, wie die Anlage von Blüh- oder Heckenstreifen, sollten zusätzliche Anreize für Landwirte wie z. B. durch Agrarumweltmaßnahmen geschaffen werden, um der derzeit geringen Umsetzungsbereitschaft der Landwirte entgegenzuwirken. Wenn beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen der Landschaftstyp, das Anbausystem und landschaftsästhetische Aufwertungsmaßnahmen im Randbereich berücksichtigt werden, ist davon auszugehen, dass eine deutlich höhere gesellschaftliche Akzeptanz des Dendromassenanbaus erreicht werden kann.

## **Abstract**

*Keywords: short rotation coppice, visual landscape, 3D visualisation, visual landscape assessment method*

The energy transition from fossil to renewable sources of energy has a high political and social relevance in Germany. This unprecedented transition leads to strong social, economic and ecological changes, which are difficult to forecast. Intensive accompanying scientific research can help to provide the information base to manage this ambitious process. Among the renewable energies bioenergy is the most important energy form with a share of almost two thirds of the final energy consumption. Bioenergy can be generated from a variety of raw materials; however, for the production of biomass large areas are needed. Currently, more than 2 million hectares are used for the production of energy crops in Germany, which is equivalent to 17 % of the arable land.

The energy transition has brought about an increasing demand not only for herbaceous energy plants but also for dendromass. The cultivation of short rotation coppice (SRC) plantations represents a means to increase the provision of dendromass in addition to the use of wood from forests. On the one hand, these land use changes by the cultivation of energy crops affect ecosystems and biodiversity, on the other hand cultural ecosystem services like the visual landscape and the recreational quality of the landscape are affected. Due to the increasing cultivation of bioenergy crops, agrarian landscapes are changing, and may change even more rapidly in the future if bioenergy crops like maize are replaced by even taller SRC plantations of willow and poplar. Strong impacts on the cultural ecosystem services are expected by high-growing energy crops, which have strong visual impacts on open agricultural landscapes.

The aim of this dissertation was to investigate the impacts of the cultivation of short rotation coppice as a particularly high-growing energy crop on the visual and recreational quality of the landscape. The focus was on the investigation of the sensitivities of different landscape types towards the cultivation of SRC.

The methodology of this dissertation is mainly based on three surveys. The first survey on the recreational use of different types of recreation areas and the acceptance of landscape changes in these areas was conducted in order to generate hypotheses on the impacts of the cultivation of SRC. Based on these hypotheses scenarios of SRC cultivation were generated and 3D-visualised. The visualisations were used in a second survey on the aesthetical and recreational impacts of SRC cultivation in different landscape types. The results of the second survey answer the main research questions of the dissertation. Subsequently, these scientific results were processed in order to generate practical relevance. On the one hand, a user-independent and GIS-based assessment method was developed, which can assess the impacts of the cultivation of SRC on the farm level. On the other hand, in a third

survey, the attitudes and preferences of farmers, researchers and authority representatives towards the cultivation of SRC were investigated, mainly if measures to increase the aesthetic quality of SRC were accepted and which ones were preferred.

The three surveys are embedded into five work steps, which were processed during this cumulative dissertation. The first work step covers the first survey, in which it was found that both outdoor recreation within and outside of the city were very important for urban dwellers. Respondents considered the diversity, uniqueness and naturalness of the landscape to be far more important than the accessibility of the recreation areas and the provision of service facilities. Respondents rated many types of potential landscape changes significantly different depending on the specific landscape type of the recreation areas. Changes of the amount of forests and hedges in the landscape were rated most differently among landscape types. People showed a significantly higher negative reaction towards more forests in open landscapes characterised by heath and meadows like the Lüneburg Heath and the Elbe Marshes than in landscapes with a higher share of forests and fields like the Harburg Hills.

In the second work step hypotheses about the impacts of SRC on the visual landscape in different landscape types were derived from the results of the first survey. On the basis of the hypotheses different scenarios of the cultivation of SRC were developed for the five landscape types open arable landscape, small-structured agrarian landscape, grassland landscape, forest landscape and heathland landscape. The scenarios differed in terms of the amount of SRC in the landscape, the cultivation system and the edge design. The scenarios were visualised using the software Biosphere 3D. All in all, 30 visualisations were generated from the bird's eye perspective and 16 from the pedestrian perspective.

These visualisations were then used in the third work step in an empirical online survey in Germany (n= 628). The aim of this survey was to identify the visual preferences of the public for the cultivation of SRC in different landscapes. It was found that the cultivation of SRC can have both positive and negative effects on the visual landscape depending on the landscape type, the percentages of SRC in the landscape and the cultivation system. Landscapes with a high scenic value like small-structured agrarian landscapes and to a lesser extent forest and heathland landscapes were more sensitive to the introduction of SRC, whereas landscapes with a low scenic value like open arable landscapes were enhanced by the introduction of SRC. The aesthetic quality of SRC can be significantly improved by choosing an appropriate edge design with a grass, flower or hedge strip alongside the plantation.

The results of the two surveys were used in the fourth work step to develop an automated assessment method for the impacts of the cultivation of SRC on the visual landscape on the farm scale. The assessment method was implemented in the GIS-based and open-source software MANUELA, which uses the specifically adapted OpenJUMP GIS to assess agricultural businesses. The assessment meth-



od can differentiate between different cultivation systems, species, age and edge design of SRC plantations.

In the fifth work step, in order to identify decision criteria and implementation strategies for the cultivation of SRC, a survey of different stakeholders such as farmers, foresters, consultants, public service personnel and researchers was conducted on the basis of the identified aesthetic preferences of the public in the second survey. The aim of the survey was to identify the acceptance of farmers for different measures to enhance the visual quality of SRC. Measures that enhance the visual attractiveness of SRC were more accepted if they can be readily integrated into management.

The main scientific findings of this dissertation show that

- SRC can have both positive and negative effects on the visual landscape, depending on the landscape type and the amount of SRC in the landscape,
- SRC have very positive effects on the visual landscape in open arable landscapes,
- landscapes with a high scenic value, like small-structured agrarian landscapes, are more sensitive to the introduction of SRC,
- small amounts of SRC do not have a negative influence on scenic beauty in any landscape except in small-structured landscapes,
- the cultivation of SRC in strips and different age classes compared to standard cultivation and setting up flower strips or hedges along the SRC plantation strongly enhances scenic beauty in all landscape types,
- measures to increase the aesthetic quality of SRC are more widely accepted by farmers if they can be readily integrated into management.

The cultivation of SRC gives new opportunities to increase diversity, scenic beauty and recreational qualities of the landscape if the aesthetic criteria identified in this dissertation are integrated into future agricultural policies and the consultancy of agricultural businesses. Specific support for SRC might be sensible in areas where SRC has very positive impacts on the visual landscape and for measures that have synergies with nature conservation. Spatially independent enhancements of the aesthetic quality of SRC can be achieved by measures on the margin of the SRC. As these measures like flower strips or hedges along the SRC plantation are less accepted by farmers they may need additional financial support. Future reforms to EU agricultural policy and ecological focus areas could for example include higher weighting factors for SRC in open arable landscapes to consider positive impacts on the visual landscape additionally to ecological benefits. New agri-environmental schemes for target areas could also be developed to include SRC that are managed to a level exceeding good farming practice and that consider aesthetic criteria.

In view of the results of this dissertation it is recommended that the landscape character, the cultivation system and the edge design are considered in the assessment and determination of potential SRC production sites. This may considerably increase the acceptability of dendromass cultivation for energy purposes.

# 1 Einleitung und Hintergrund

Angesichts des Klimawandels und schwindender fossiler Energieressourcen ist eine Umstellung des Energiesystems auf regenerative Energieträger unausweichlich. Die Europäische Union und die Bundesregierung haben Ausbauziele für erneuerbare Energien festgelegt, die für Deutschland bis 2020 beim Endenergieverbrauch einen Anteil von mindestens 18 % aus erneuerbaren Energiequellen vorsehen (Richtlinie 2009/28/EG). Bis 2050 sollen 60 % des deutschen Endenergieverbrauchs regenerativ erzeugt werden (BMW i und BMU 2010). Durch den Ausstieg Deutschlands aus der Atomenergie bis 2022 müssen die Ausbauziele für erneuerbare Energien deutlich angehoben werden. Deshalb hat die Bundesregierung im Rahmen des nationalen Energiekonzeptes die verschiedenen Förderinstrumente für erneuerbare Energien reformiert und es ist in Zukunft mit weiteren Anpassungen zu rechnen.

Unter den erneuerbaren Energien ist die energetische Nutzung von Biomasse mit einem Anteil von 62 % am Endenergieverbrauch mit Abstand führend (BMW i 2013). Die Nutzung von Biomasse hat gegenüber anderen erneuerbaren Energien den Vorteil, dass aufgrund der Speicherfähigkeit von Biomasse Regelenergie bereitgestellt werden kann, die die stark schwankende Strombereitstellung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen ausgleichen kann. Des Weiteren kann neben dem Strommarkt auch der Wärme- und Kraftstoffmarkt bedient werden oder eine alternative stoffliche Nutzung erfolgen, durch die im Zuge einer Kaskadennutzung als finales Produkt Energie bereitgestellt werden kann (Scarlat et al. 2015). In der dezentralen Nutzung von Bioenergie werden zudem große Potenziale zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung in ländlichen Räumen gesehen, da die gesamte Wertschöpfungskette von Anbau über Ernte und Aufbereitung der Biomasse bis zur Produktion und Vermarktung von Energie in der Regel in der Region verbleibt und dadurch weniger Energie von außerhalb zugekauft werden muss (Hoffmann 2009). Durch diese Eigenschaften von Bioenergie erhält sie eine besondere Bedeutung im Rahmen der Energiewende.

Der Energiepflanzenanbau ist allerdings mit starken Umweltveränderungen verbunden. Seit der Einführung des Bonus für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro-Bonus) im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Jahr 2004 veränderte sich durch den zunehmenden Energiepflanzenanbau in verstärktem Maße die Zusammensetzung der angebauten Kulturen in der Agrarlandschaft (Schütte 2009; Wiehe et al. 2009). Diese Landschaftsveränderungen sind gerade in Deutschland als Vorreiter der regenerativen Energieerzeugung besonders stark ausgeprägt (Szarka et al. 2016). Auch nach der Abschaffung des Nawaro-Bonus im EEG 2012 und der Absenkung der Vergütungssätze (Degression) im EEG 2014 ging der Anteil des Energiepflanzenanbaus nicht signifikant zurück. 2014 wurden in Deutschland auf mehr als 2 Mio. ha landwirtschaftlicher Fläche Pflanzen für die energetische Nutzung angebaut (FNR 2014). Das entspricht ca. 17 % der gesamten landwirtschaftlichen Ackerfläche

von 12 Mio. ha (ebd.). Die Veränderungen der Kulturlandschaft laufen derzeit auch aufgrund von Transformationsprozessen im Rahmen der Globalisierung und des Klimawandels deutlich schneller ab als in vergangenen Jahrhunderten (BfN & BBSR 2014). Bisher hat insbesondere der Anbau von hochwüchsigen Maiskulturen zu einer beträchtlichen Veränderung des Landschaftsbildes geführt und damit den Erlebniswert und die Erholungseignung der Landschaft stark beeinflusst (Schöne 2008). Da sich die unmittelbare Umgebung der Bürger visuell merklich verändert hat, sind die Auswirkungen des Biomasseanbaus mittlerweile in hohem Maße Gegenstand der öffentlichen Diskussion. Bürgerinitiativen aus verschiedenen Regionen Deutschlands mit einem Schwerpunkt in Niedersachsen protestieren beispielsweise gegen Biogasanlagen und den Energiemaisanbau (vgl. Stechmesser 2011).

In Zukunft könnte eine weitere Veränderung im Energiepflanzenbereich durch den Anbau von schnellwachsenden Gehölzen in Kurzumtriebsplantagen (KUP) eintreten (Butler-Manning und Beman 2015). Rechtlich werden Kurzumtriebsplantagen der Landwirtschaft und nicht der Forstwirtschaft zugeordnet und folglich auf landwirtschaftlichen Flächen angebaut (§ 2 (2) 1 BWaldG). Falls es zu einer Ausweitung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen kommt, ist mit einem landschaftsbildrelevanten Verlust an landwirtschaftlich genutzten Offenlandflächen zu rechnen, da einjährige Ackerkulturen durch gehölzbestandene Flächen mit mehrjährigen Umtriebszeiten ersetzt würden.

Bei KUP als neue und derzeit noch nicht weit verbreitete Landnutzung liegen im Gegensatz zum Maisanbau noch keine Erfahrungen zur Akzeptanz einer potenziellen landschaftsbildprägenden Ausbreitung vor. Die sich durch den KUP-Anbau ergebenden visuellen Landschaftsveränderungen beruhen zu einem großen Teil auf Sichtverschattungen durch die Gehölze, die vorhandene Sichtbeziehungen und Sichtachsen in der Landschaft unterbrechen (Schmidt und Glaser 2009; ETSU 2000). Die Ernte der Energiehölzer findet durchschnittlich alle 3 Jahre statt, in denen die Kurzumtriebsplantagen bis zu 10 m hoch werden können, und stellt im Gegensatz zur jährlichen Ernte einjähriger Ackerkulturen einen stärkeren und abrupteren Wechsel des Landschaftsbildes dar. Durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen werden Vielfalt, Eigenart und Schönheit als die gesetzlich verankerten und empirisch festgestellten Hauptmerkmale landschaftsästhetischer Qualität (§ 1 (1) 3 BNatSchG; Gruehn und Roth 2008) stark beeinflusst. Je nach landschaftlichem Kontext sowie den Präferenzen der Betrachter wird erwartet, dass sich Kurzumtriebsplantagen sowohl positiv als auch negativ auf die Erlebnisqualität auswirken können (Schmidt und Glaser 2009).

Noch spielen Kurzumtriebsplantagen wirtschaftlich und in Bezug auf das Landschaftsbild keine bedeutende Rolle. Es ist aber davon auszugehen, dass der Bedarf und die Nachfrage nach Energieholz in Zukunft wachsen werden. Das Deutsche Biomasse Forschungszentrum rechnet im Jahr 2020 mit einer Energieholzlücke von jährlich 32 Mio. Festmeter in Deutschland (entspricht einer Energiemenge von 271 PJ), die mit einheimischem Waldholz nicht gedeckt werden kann (Thrän et al. 2011). Je höher die Preise fossiler Energieträger in Zukunft steigen, desto lukrativer wird der Anbau von Dendro-

masse als Ersatz für die endlichen fossilen Ressourcen. Bei einem Kurswechsel in der Förderpolitik für Bioenergie in Richtung Klimaschutz und Energieeffizienz könnte durch die Umstellung der Strom- und Wärmeproduktion in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung von Biogas auf Maisbasis zu Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen der Beitrag der Bioenergie zum Klimaschutz stark gesteigert werden, da die CO<sub>2</sub>-Vermeidungsleistung nahezu verdoppelt und die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten auf weniger als ein Drittel gesenkt werden können (BMELV 2007). Auch durch die Anerkennung von Kurzumtriebsplantagen als ökologische Vorrangfläche im Rahmen des Greening der EU-Agrarpolitik könnte die Anbaufläche von Kurzumtriebsplantagen deutlich zunehmen (Verordnung (EU) Nr. 1307/2013). Sollte der Dendromasseanbau durch weitere Anpassungen der politischen Förderinstrumente eine ähnliche Dynamik entwickeln wie der Anbau von Energiemais, sind in Zukunft Landnutzungsänderungen zu erwarten, die starke Auswirkungen auf das Erscheinungsbild der Landschaft haben werden. Daher müssen potenzielle Auswirkungen auf das Landschaftsbild im Vorfeld analysiert und bewertet werden, um negative Entwicklungen zu vermeiden und mögliche positive Effekte zu ermitteln und zu fördern.

Gerade in Regionen mit hohem Touristenaufkommen, in Naherholungsgebieten im Einzugsbereich eines Ballungsraums oder in ländlichen (Auspendler-) Gemeinden mit hoher landschaftlicher Wohnqualität haben Veränderungen der Erlebnisqualität der Landschaft neben der sozialen auch starke wirtschaftliche Relevanz. Attraktive Landschaften ziehen Besucher und Touristen an, die durch ihren Konsum wiederum die lokale Wirtschaft stärken (Sander und Polasky 2009). Grundstücks- und Immobilienpreise sind abhängig von ihrer Entfernung zu Grünflächen und der direkten Aussicht auf Grünflächen (Bourassa et al. 2003; Benson et al. 1998). Attraktive Landschaften und Erholungsgebiete tragen außerdem in vielerlei Hinsicht zum Wohlbefinden der Bevölkerung bei (Croucher et al. 2007; Waltert et al. 2011; Schipperijn et al. 2010). Untersuchungen in der Stadt zeigen beispielsweise, dass Stadtbewohner, die in der Nähe zu Grünflächen leben, sich signifikant weniger gestresst fühlen und eine höhere Zufriedenheit mit ihrem Leben als andere Stadtbewohner zeigen (White et al. 2013; Matsuoka & Kaplan 2008).

Zusätzlich zu unterschiedlichen Empfindlichkeiten gegenüber Landschaftsveränderungen je nach Landschaftstyp und Nutzungsintensität sind zwischen einzelnen Bevölkerungsgruppen unterschiedliche Präferenzen gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen zu erwarten, da Befragungen zur allgemeinen Wahrnehmung von Landschaft unterschiedliche Präferenzen zwischen Akteursgruppen zeigen (vgl. Hunziker 2010). Ein weiterer möglicher Einflussfaktor bei der landschaftsästhetischen Bewertung von Kurzumtriebsplantagen könnte das Wissen der Befragten über Biomasse und ihre Einstellungen gegenüber der Biomassenutzung sein (vgl. BMUB und UBA 2015).

Während es bereits empirische Untersuchungen zu den ästhetischen Auswirkungen von annuellen Ackerkulturen (Schüpbach et al. 2009) und Konzepte für eine Bewertungsmethodik des ästhetischen Betriebsinventars landwirtschaftlicher Betriebe gibt (Blumentrath 2010), sind die landschaftsästhetischen Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen bisher nicht wissenschaftlich bearbeitet. Es gibt noch keine Bewertungsmethodik, die die Auswirkungen des Dendromasseanbaus auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft berücksichtigt. Flächendeckende Bewertungsmethoden des Landschaftsbildes können Kurzumtriebsplantagen bisher noch nicht adäquat berücksichtigen, da die konkreten Wirkungen dieses neuen Landschaftselementes noch nicht bekannt sind. Elementbasierte Bewertungsmethoden wie die von Nohl (2001a), die allen flächigen Landschaftselementen einen Punktwert zuweisen, wurden für Kurzumtriebsplantagen noch nicht entwickelt. In den nutzerunabhängigen Methoden zur Landschaftsbildbewertung müssten Kurzumtriebsplantagen über deren Auswirkungen auf die in Deutschland gesetzlich verankerten Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit berücksichtigt werden (§1 (1) 3 BNatSchG; Köhler und Preiß 2000; Gassner und Jedicke 1995). Der Schutz der Vielfalt, Eigenart und Schönheit und des Erholungswertes von Natur und Landschaft ist nach §1 (1) BNatSchG gleichrangig mit dem Schutz der biologischen Vielfalt und der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts (Augenstein 2002).

Zur visuellen Empfindlichkeit unterschiedlicher Landschaften in Bezug auf landwirtschaftliche Landnutzungsänderungen sind keine empirischen Untersuchungen bekannt. Gerade beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen sind starke räumliche Unterschiede der landschaftsästhetischen Auswirkungen zu erwarten, da KUP als landwirtschaftliche Kultur in sehr unterschiedlichen räumlichen Kontexten von landschaftsästhetisch wenig wertvollen ausgeräumten Agrarlandschaften bis zu hochwertigen historischen Kulturlandschaften angebaut werden können. Auch für Erholungslandschaften und von Touristen genutzte Landschaften sind keine Grundlagen vorhanden, auf denen die Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen Landschaften abgeschätzt werden können. Vergleichbare Ansätze zur Bewertung von Landschaftsveränderungen werden zwar in den Bewertungsmethoden zur Eingriffsregelung angewendet, hier allerdings nicht flächendeckend, sondern nur für gesetzlich definierte Eingriffe, zu denen landwirtschaftliche Landnutzungsänderungen nach guter fachlicher Praxis nicht zählen (§13 - §16 BNatSchG).

## 2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Als Ziel der Dissertation sollten die Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft festgestellt werden. Zur Erreichung des Ziels wurden Forschungsfragen zu den Auswirkungen verschiedener Ausprägungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen räumlichen Kontexten aufgestellt. Zur räumlichen Differenzierung sollte die Frage beantwortet werden, inwieweit Landschaften unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber dem Anbau von Dendromasse aufweisen bzw. welche Landschaften durch Kurzumtriebsplantagen ästhetisch beeinträchtigt und welche Landschaften aufgewertet werden können. Diese Hauptforschungsfragen wurden im Rahmen der kumulativen Dissertation in einen breiteren Forschungsrahmen mit kontextbezogenen und praxisrelevanten Forschungsfragen eingebettet (Tabelle 1, Seite 6). Hierarchisch stehen die Hauptforschungsfragen über den kontextbezogenen und den praxisrelevanten Forschungsfragen, da sie direkt zur Zielerreichung der Dissertation beitragen. Durch die Beantwortung der Hauptforschungsfragen werden die wissenschaftlichen Hauptergebnisse der Dissertation generiert. Chronologisch mussten zuerst die kontextbezogenen Forschungsfragen beantwortet werden, da sie notwendige Erkenntnisse zur Konkretisierung und Differenzierung der Hauptforschungsfragen lieferten. Die Transdisziplinarität der Dissertation spiegelt sich in den nachgeordneten praxisrelevanten Forschungsfragen wider, die auf den Hauptforschungsfragen aufbauen und deren Beantwortung die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Dissertation für Landnutzer und weitere Akteure in der Praxis aufbereitet.

Forschungsfrage 1, die direkt an das Ziel der Dissertation anknüpft, behandelt die landschaftsästhetische Beurteilung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen durch die Bevölkerung. Dieser übergeordneten Forschungsfrage wurden drei Unterfragen zugeordnet. Es wurde untersucht, inwieweit die Faktoren Flächenanteil KUP in der Landschaft, Anbauform, Alter, Arten und Randgestaltung der Kurzumtriebsplantagen einen Einfluss auf die landschaftsästhetische Beurteilung haben (Forschungsfrage 1a). Für die Faktoren Flächenanteil KUP in der Landschaft und Anbauform wurde zusätzlich untersucht, ob sich die landschaftsästhetischen Auswirkungen in unterschiedlichen Landschaftstypen unterscheiden (Forschungsfrage 1b). Alle untersuchten landschaftsästhetischen Präferenzen der Gesamtbevölkerung wurden nach Unterschieden zwischen einzelnen Personengruppen nach Alter, Geschlecht, Bildung, Herkunft und Beruf differenziert (Forschungsfrage 1c).



**Tabelle 1: Hierarchischer Aufbau der Forschungsfragen der Dissertation: Die Hauptforschungsfragen sind den kontextbezogenen und praxisrelevanten Forschungsfragen übergeordnet. Voraussetzung für die Aufstellung der Hauptforschungsfragen war die Beantwortung der kontextbezogenen Forschungsfragen. Auf Grundlage der wissenschaftlichen Erkenntnisse durch die Beantwortung der Hauptforschungsfragen wurden praxisrelevante Forschungsfragen aufgestellt, um die Ergebnisse der Dissertation für die Praxis aufzubereiten.**

Hauptforschungsfragen ↑	1. Wie werden Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen von der Bevölkerung ästhetisch beurteilt?
	a) Welchen Einfluss haben dabei Flächenanteil, Anbauform, Alter, Arten und Randgestaltung der Kurzumtriebsplantagen?
	b) Welche Unterschiede ergeben sich dabei in unterschiedlichen landschaftlichen Kontexten?
kontextbezogene Forschungsfragen ↑	c) Welche Unterschiede bestehen dabei in der Beurteilung durch unterschiedliche Personengruppen?
	2. Welche Bedeutung hat die landschaftsbezogene Erholung für die Bevölkerung und welche Auswirkungen haben Landschaftsveränderungen auf die Erholungseignung?
	a) Wie nutzt die Bevölkerung das Umland zur Erholung?
	b) Welche Bedeutung haben landschaftlich unterschiedliche Erholungsgebiete für die Bevölkerung?
↓ praxisrelevante Forschungsfragen	c) Was sind die wichtigsten Eigenschaften von Erholungsgebieten in Bezug auf deren Erholungsfunktion?
	d) Wie werden Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Erholungsgebieten beurteilt?
	3. Wie kann eine landschaftsästhetische Bewertung des Dendromasseanbaus unter Berücksichtigung der empirischen Ergebnisse automatisiert erfolgen?
	4. Wie beurteilen Stakeholder den Anbau von Kurzumtriebsplantagen und welche Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen werden präferiert?

Mit den kontextbezogenen Forschungsfragen unter 2 wurde vorab untersucht, welche Relevanz die Auswirkungen von Landschaftsveränderungen für die Erholungseignung haben können, um Hypothesen zur landschaftsästhetischen Beurteilung der neuen und den meisten Menschen unbekanntem Landnutzung durch Kurzumtriebsplantagen entwickeln zu können. Dazu wurde mit der Forschungsfrage 2d untersucht, wie die Akzeptanz von Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Erholungsgebieten ausgeprägt ist. Mit den Forschungsfragen 2a-c wurde untersucht, welche Bedeutung die Erholungsnutzung in unterschiedlichen ländlichen Erholungsgebieten hat. Durch die Verknüpfung von Präferenzen für bestimmte Erholungsgebiete und Nutzungshäufigkeiten konnten allgemeine Aussagen zur Erholungsnutzung generiert werden, die in die Beantwortung der Hauptforschungsfragen und der praxisrelevanten Forschungsfragen als auch in die Diskussion einfließen konnten.

Um die wissenschaftlichen Ergebnisse der Dissertation in der Praxis verwenden zu können und Handlungsempfehlungen für Landnutzer geben zu können, wurden praxisrelevante Forschungsfragen aufgestellt. Zum einen stellte sich die Frage, wie eine nutzerunabhängige Bewertung der landschaftsästhetischen Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf Ebene landwirtschaftlicher Betriebe erfolgen kann (Forschungsfrage 3), damit die landschaftsästhetischen Präferenzen der Bevölkerung durch eine entsprechende Landnutzung in der Landwirtschaft berücksichtigt werden können. Zum anderen wurde die Forschungsfrage aufgestellt, wie der Anbau von Kurzumtriebsplantagen von praxisrelevanten Akteuren wie Landwirten, Beratern und Behördenvertretern beurteilt wird und wie hoch die Akzeptanz für unterschiedliche Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen ist (Forschungsfrage 4).

## **3 Fachliche Grundlagen und Stand der Forschung**

### **3.1 Was sind Kurzumtriebsplantagen?**

Unter Kurzumtriebsplantagen versteht man den Anbau von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Gehölzen auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer sehr kurzen Umtriebszeit (Bemmann und Knust 2010). Die erzeugte Biomasse wird in der Regel zur Energiegewinnung genutzt, kann aber auch stofflich in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie verwertet werden (Frieze et al. 2015). In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Landnutzungsform Kurzumtriebsplantage (Unterkapitel 3.1.1), die Kultivierung und Anbauverfahren (Unterkapitel 3.1.2) sowie über ökonomische (Unterkapitel 3.1.3) und ökologische Aspekte (Unterkapitel 3.1.4) des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen gegeben. Durch die Darstellung der objektiven Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen dient dieses Kapitel dazu, eine fachliche Verständnisgrundlage für die landschaftsästhetisch relevanten Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen (siehe Kapitel 3.3, Seite 19) zu schaffen. Dieses Verständnis ist wichtig, um die subjektiven landschaftsästhetischen Beurteilungen in den durchgeführten Befragungen interpretieren zu können. Die in diesem Kapitel dargestellten ökonomischen Aspekte haben dahingehend eine Relevanz für das Landschaftsbild, als dass das Wissen über die Wirtschaftlichkeit von Landnutzungen unbewusst die landschaftsästhetische Wahrnehmung der Befragten beeinflussen kann (vgl. Bourassa 1991; Jacobs 2011; siehe Kapitel 5.2 ff.).

#### **3.1.1 Landnutzungsform**

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen ist eine neue Form der Landnutzung mit Eigenschaften sowohl der Forst- als auch der Landwirtschaft. In Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende Gehölze mit dem Ziel einer hohen Biomasseproduktion angepflanzt. Der Anbau der teilweise dem Forstvermehrungsgesetz (FoVG 2002) unterliegenden Gehölzarten (z. B. Pappeln und Robinien) findet auf landwirtschaftlichen Flächen statt und erfolgt mit landwirtschaftlichen Methoden. Die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen ähnelt daher eher landwirtschaftlicher Produktion als einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft. Rechtlich gesehen sind Kurzumtriebsplantagen kein Wald, solange die Umtriebszeit unter 20 Jahren beträgt (§ 2 (2) 1 BWaldG). Da Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen angebaut werden, ist der Vergleichsmaßstab für ökologische und sozio-ökonomische Beurteilungen sowie für die Bewertung des Landschaftsbildes nicht Wald, sondern konventionell landwirtschaftlich genutzte Flächen. Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen ist über die Basisprämienregelung der EU-Agrarpolitik beihilfefähig und wird als Flächennutzung im Umweltinteresse im Rahmen des Greening anerkannt (Verordnung (EU) Nr. 1307/2013).

In der Landwirtschaft hat der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Gewinnung von Energie in den letzten 10 Jahren stark zugenommen (FNR 2014). Die mit Kurzumtriebsplantagen bestandene landwirtschaftliche Fläche beträgt mit ca. 6.000 ha nur einen Bruchteil der über 2 Mio. ha, die in

Deutschland zum Energiepflanzenanbau genutzt werden. Im Gegensatz zur Flächenkonkurrenz von KUP mit anderen landwirtschaftlichen Kulturen konkurriert das Endprodukt Holzhackschnitzel aus KUP mit forstwirtschaftlich im Wald gewonnenen Holzhackschnitzeln. In Kurzumtriebsplantagen werden Holzhackschnitzel schneller und effizienter als im Wald produziert (Bemmann et al. 2010). Durch die energetische Nutzung der KUP-Holzhackschnitzel sind Kurzumtriebsplantagen damit sowohl eine Alternative zu krautigen Energiepflanzen aus der Landwirtschaft als auch zu Energie- und Waldrestholz aus der Forstwirtschaft. Die flächenspezifischen Biomasseerträge von Kurzumtriebsplantagen liegen deutlich über denen des klassischen Waldbaus, allerdings unter denen des Anbaus von einjährigen nachwachsenden Rohstoffen wie z. B. Mais (Kröber et al. 2010b). Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung der Energieinput/-output-Bilanz und der CO<sub>2</sub>-Bilanz schneiden Kurzumtriebsplantagen hingegen deutlich besser ab als annuelle landwirtschaftliche Kulturen (Strohm et al. 2012; BMELV 2007).

### **3.1.2 Kultivierung**

Die in Kurzumtriebsplantagen verwendeten Gehölze zeichnen sich durch Stockausschlag und ein starkes Jugendwachstum aus (Bemmann und Knust 2010). Das wichtigste Kriterium für das Wachstum von Kurzumtriebsplantagen ist die Wasserverfügbarkeit, die in vielen Fällen durch einen Grundwasseranschluss des etablierten KUP-Wurzelsystems gewährleistet wird (Petzhold 2010). Unter mitteleuropäischen Wachstumsbedingungen werden in Kurzumtriebsplantagen Arten der Gattungen Weide und Pappel und in selteneren Fällen Robinie verwendet (Bemmann und Knust 2010). Am weitesten verbreitet sind Pappeln, die auf nährstoffreichen Standorten mit relativ warmen und langen Vegetationsperioden die höchsten Erträge erreichen (Landgraf et al. 2010). Weiden können Vorteile bei kühlerem Klima und feuchteren Böden haben (Stolarski et al. 2011). Bei Umtriebszeiten über 4 Jahren vergrößert sich in der Regel die relative Vorzüglichkeit von Pappeln (Landgraf und Setzer 2012). Allerdings sind die Unterschiede zwischen den gezüchteten Sorten und Hybriden, die in Kurzumtriebsplantagen gepflanzt werden, oft so groß, dass pauschale Aussagen über die Gattungen schwierig sind (Landgraf et al. 2010). Robinien werden aufgrund höherer Pflanzkosten und in der Regel geringerer Erträge nur auf sehr armen oder degradierten Standorten verwendet, auf denen sie durch ihre Trockenheitstoleranz und aufgrund ihrer Fähigkeit zur Stickstofffixierung Vorteile gegenüber Weiden und Pappeln haben (Landgraf und Böcker 2010; Feger et al. 2009). Ohne die Beihilfefähigkeit zu verlieren, können in Kurzumtriebsplantagen neben allen Arten der Weiden, Pappeln und Robinien auch alle Arten der Birken und Erlen sowie die Gemeine Esche *Fraxinus excelsior* und die Eichen *Quercus robur*, *Quercus petraea* und *Quercus rubra* angebaut werden (Anlage 1 zu §§ 3 und 30 (1) DirektZahlDurchfV).

Die Vermehrung und Pflanzung von Kurzumtriebsplantagen erfolgt über ca. 20 cm lange Steckhölzer mit ca. 1 cm Durchmesser (Kröber et al. 2010a). Bei trockenen Bedingungen werden teilweise auch

längere Steckhölzer verwendet, um die Feuchtigkeit in tieferen Bodenschichten zu erreichen und damit den Anwuchserfolg zu erhöhen (Bemmann und Knust 2010). Die Gehölze werden nach der für Ackerkulturen üblichen Bodenvorbereitung in unterschiedlichen Pflanzsystemen in Reihen gepflanzt. Bei Umtriebszeiten zwischen 3 und 5 Jahren werden durchschnittlich 10.000 Pflanzen pro Hektar verwendet (Kröber et al. 2010a). Während der Etablierungsphase von Kurzumtriebsplantagen im ersten Jahr muss eine Unkrautregulierung erfolgen und gegebenenfalls eine verstärkte Bejagung von Wild, das durch Fraß der jungen Triebe den Anwuchserfolg gefährden kann (Helbig und Müller 2010a). In den folgenden Jahren und auch nach erfolgter Ernte ist die Konkurrenzkraft der Gehölze stark genug und es ist keine weitere Unkrautbekämpfung mehr erforderlich (Baum et al. 2012b). Durchschnittlich wird eine Holzhackschnitzel-Erntemenge von ca. 10 t atro/ha/Jahr erreicht (Röhle et al. 2010), was einer Energiemenge von ca. 5.000 l Erdöl entspricht. Die Erntemenge kann je nach Standort allerdings stark schwanken. Die Ernte erfolgt im Winter im unbelaubten Zustand von Kurzumtriebsplantagen. In der Regel werden Kurzumtriebsplantagen maschinell mit einem Feldhäcksler beerntet (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Ernte einer Kurzumtriebsplantage**

Andere Ernteverfahren, die insbesondere bei längeren Umtrieben oder auf sehr kleinen Flächen eingesetzt werden, sind z. B. das Fäller-Bündler-Verfahren, forsttechnische Verfahren oder die Ernte manuell mit der Motorsäge. Durch die Ernte und das ‚Auf-den-Stock-Setzen‘ der Gehölze erfolgt im

anschließenden Frühjahr ein Wiederaustrieb der stockausschlagfähigen Gehölze. Nach ungefähr 20 Jahren bzw. 7 Ernten lässt die Vitalität der Gehölze nach, sodass sich die Biomassezuwachsleistung spürbar verringert (Schweinle und Franke 2010). Ab diesem Zeitpunkt sollte die Fläche mit forstwirtschaftlichen Maschinen gefräst werden und eine Neubestellung der landwirtschaftlichen Fläche erfolgen (Reeg et al. 2009).

### **3.1.3 Ökonomische Aspekte**

Ökonomisch und betriebswirtschaftlich sind die hohen Anfangsinvestitionen bei der Anlage und die langfristige Bindung der Agrarfläche Hemmnisse für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen (Bemmann und Knust 2010). Aufgrund der benötigten hohen Stecklingszahl und der nicht vollständig automatisierten Pflanztechnik entstehen hohe Anlagekosten (Schweinle und Franke 2010). Für die Bewirtschaftung muss spezielle Pflanz- und Erntetechnik zur Verfügung stehen. Während der ca. 20-jährigen Bewirtschaftungszeit fallen nur sehr geringe Kosten an, da Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie die entsprechenden Arbeitsgänge zur Bewirtschaftung in der Regel nicht notwendig sind (Bemmann und Knust 2010; Lamersdorf und Schulte-Bisping 2010; Petzhold 2010). Der mögliche Verzicht auf Düngemittel kommt dadurch zustande, dass Kurzumtriebsplantagen im Winter im blattlosen Zustand geerntet werden. Da die nährstoffreichen Blätter auf dem Acker verbleiben und nur das kohlenstoffreiche Holz geerntet wird, kommt es nur zu sehr geringen Nährstoffausträgen bei der Ernte (Baum et al. 2012b). Maschinen- und Arbeitskosten fallen daher nur alle ca. 3 Jahre zur Ernte von Kurzumtriebsplantagen an. Zukünftig könnte ein großflächigerer Anbau von Kurzumtriebsplantagen mit nur wenigen Klonen allerdings zu erhöhtem Schädlings- und Krankheitsdruck führen (Janßen 2011), der weitere Arbeitsgänge zum Pflanzenschutz notwendig machen könnte.

Schweinle und Franke (2010) gehen grundsätzlich von einem positiven Beitrag des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen zum Unternehmensgewinn aus, der allerdings nur bei einer langfristigen Betrachtung des gesamten Bewirtschaftungszyklus von mindestens 20 Jahren realisiert werden kann. Aufgrund der nicht jährlichen Ernte, fallen Erlöse durch den Verkauf oder die Verwertung der Holzhackschnitzel nur alle ca. 3 Jahre an. Die Erlöse sind stark abhängig von den standörtlichen Gegebenheiten und den Vermarktungsmöglichkeiten für Holzhackschnitzel bzw. für aus den Holzhackschnitzeln gewonnenen Strom und Wärme. Ein Vorteil von Kurzumtriebsplantagen sind die relativ konstanten Beiträge zum Betriebsergebnis, da KUP als mehrjährige Kultur geringere Ertragsschwankungen aufweisen als einjährige Kulturen und die Preise für Holzhackschnitzel nicht so stark schwanken wie die Preise von Agrarrohstoffen des Nahrungs- und Futtermittelbereichs (Schweinle und Franke 2010). Da die Ernte von KUP im Winter erfolgt, können landwirtschaftliche Betriebe Arbeitsspitzen, die während der Vegetationsperiode auftreten, in weniger arbeitsintensive Wintermonate verlagern.

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen hat im Vergleich mit dem Anbau annueller Energiepflanzen eine deutlich bessere Energiebilanz (Strohm et al. 2012). Während bei der Stromerzeugung aus KUP-

Hackschnitzeln mit einer eingesetzten Einheit fossiler Energie bis zu 13 Einheiten erneuerbare Energie erzeugt werden können, erreicht die Energiebilanz der Stromerzeugung aus maisbasiertem Biogas maximal ein Verhältnis von 1 zu 3 (Eder et al. 2009; Strohm et al. 2012). Aufgrund des extensiveren Anbaus kann Energie in Form von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Treibstoff für den Maschineneinsatz eingespart werden (Glaser und Schmidt 2010). Einhergehend mit der positiven Energiebilanz ist auch die Klimabilanz von Kurzumtriebsplantagen im Vergleich mit annuellen Energiepflanzen sowohl in Bezug auf Kohlenstoffdioxid als auch in Bezug auf Lachgas deutlich besser (BMELV 2007). Daher ergibt sich für den KUP-Anbau insgesamt eine hohe Treibhausgas-Vermeidungsleistung im Vergleich zu anderen Energiepflanzen (BMELV 2007).

Da der Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen erfolgt, steht er in direkter Nutzungskonkurrenz mit dem klassischen Ackerbau. Die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen landwirtschaftlichen Kulturen muss immer situationsbedingt beurteilt werden; in der Regel erzielen andere Ackerfrüchte aber höhere Deckungsbeiträge (Kröber et al. 2010b). Allerdings können für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen auch schlechte Ackerstandorte, die beim Anbau von annuellen Kulturen Grenzertragsstandorte darstellen, genutzt werden. Auf diesen Grenzertragsstandorten, wie z. B. ertragsarmen Roggenstandorten, gehen Kröber et al. (2015) von einer relativen Vorzüglichkeit des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen gegenüber dem Anbau anderer Kulturen aus. Dadurch ergibt sich im Vergleich zum Anbau sonstiger annueller Energiepflanzen, die in der Regel höhere Ansprüche an den Standort haben, eine Entschärfung der Flächennutzungskonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion. Des Weiteren gibt es Sonderstandorte wie kontaminierte Böden, die nicht für den Anbau von Nahrungsmitteln verwendet werden können, da sie entweder kein ausreichendes Wachstum der Ackerkulturen ermöglichen oder der Anbau gesetzliche Grenzwerte für Schadstoffe überschreiten würde (Landgraf und Böcker 2010; Verordnung (EG) Nr. 1881/2006). Auf diesen mit Schwermetallen oder sonstigen anorganischen oder organischen Giftstoffen belasteten Böden könnten Kurzumtriebsplantagen zur energetischen Nutzung angebaut werden, da Weiden und Pappeln deutlich höhere Schadstoffkonzentrationen als einjährige Ackerkulturen tolerieren und keine gesetzlichen Mindeststandards für Lebensmittel einhalten müssen (Hammer et al. 2003; Verordnung (EG) Nr. 1881/2006; Laureysens et al. 2004). Des Weiteren ist bei einer Düngung von Kurzumtriebsplantagen mit schadstoffbelastetem Klärschlamm keine Anreicherung von Schadstoffen im Boden zu erwarten, da diese in gleichem Maß über die Gehölze dem Boden entzogen werden, während sich Schadstoffe aus Klärschlamm bei anderen Ackerkulturen im Boden anreichern (Dimitriou 2005). Über einen längeren Zeitraum können Kurzumtriebsplantagen dazu beitragen, dass Böden durch Phytoremediation von Schwermetallen und organischen Schadstoffen gesäubert werden (Landgraf und Böcker 2010; Baum et al. 2009; Dimitriou et al. 2006; Pandey et al. 2016). Weitere Sonderflächen sind z. B. Rekultivierungsflächen, deren Bodenqualität nicht für einen Anbau anspruchsvoller Pflanzen geeignet



sind und Flächen entlang von Infrastruktureinrichtungen, an denen Kurzumtriebsplantagen als Sicht- und Lärmschutz fungieren können (Landgraf und Böcker 2010).

Kurzumtriebsplantagen haben ähnlich wie Agroforstsysteme sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Wachstum der Kulturpflanzen auf direkt angrenzenden Ackerbereichen. Die angebauten Gehölze haben auf der einen Seite eine größere Konkurrenzkraft im Wurzelbereich bei der Nutzung von Wasser und Nährstoffen gegenüber annuellen Kulturen und können durch Verschattung das Wachstum benachbarter Kulturen einschränken (Reeg et al. 2009). Auf der anderen Seite führen das ausgeglichene Mikroklima und windberuhigte Bereiche zu verbesserten Wachstumsbedingungen für angrenzende Kulturen insbesondere auf trockenen Standorten (Reeg et al. 2009). In der Summe gleichen sich diese Effekte je nach sonstigen standörtlichen und klimatischen Bedingungen oft aus (IWW et al. 2009).

Holz hackschnitzel werden fast immer energetisch als Brennstoff verwertet (Landgraf und Setzer 2012). Für die energetische Nutzung können im Vergleich zur stofflichen Nutzung, die längere Umtriebszeiten erfordert, auch geringerwertige Holzqualitäten aus kurzen Umtrieben verwendet werden. Holz hackschnitzel sind im Vergleich mit anderen Agrarprodukten und auch mit fossilen Energieträgern sehr preisstabil, da die Nachfrage in der Regel regional gedeckt wird und keine starke Abhängigkeit von Weltmarktpreisen gegeben ist (Zimmermann und Schweinle 2015). Für die Verbrennung müssen die Holz hackschnitzel getrocknet werden, was je nachdem ob die Holz hackschnitzel aktiv, z. B. über die Nutzung von Abwärme eines an eine Biogasanlage angeschlossenen Blockheizkraftwerkes (BHKW), oder passiv, z. B. über das Dombelüftungsverfahren (Polster et al. 2004), getrocknet werden, zu weiteren Kosten führen kann. Die dezentrale Strom- oder Wärmeerzeugung in BHKW oder die reine Wärmeerzeugung in privaten Kleinfeuerungsanlagen ist in der Regel die wirtschaftlichste Verwertungsmöglichkeit (Zimmermann und Schweinle 2015). Die Verwertung der Holz hackschnitzel ist zwar auch in größeren Anlagen denkbar, wie z. B. Co-Firing in großen Kohlekraftwerken; da der Anbau von Kurzumtriebsplantagen allerdings bisher nur in kleinem Maßstab stattfindet, sind Aufwand und Transportkosten in der Regel zu hoch. Die Holz hackschnitzel können auch stofflich zum Beispiel als Mulch im Gartenbau verwendet werden. Insbesondere bei längeren Umtriebszeiten ist durch das günstigere Holz-Rinden-Verhältnis auch eine stoffliche Verwertung in der Zellstoff-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie möglich (Reeg et al. 2009). Da die Vermarktungsmöglichkeiten betriebsindividuell je nach Nachfrage und Verwertungsmöglichkeiten von Holz hackschnitzeln in der Region sehr unterschiedlich sind, ist der Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des KUP-Anbaus entsprechend hoch.

Die bei der Verbrennung der Holz hackschnitzel entstehende Asche kann als Dünger weiterverwendet werden. Eine Möglichkeit ist die Herstellung von Rinden-Asche-Pellets, die als Dünger auf die Äcker

ausgebracht werden können und so die bei der Ernte entnommenen Nährstoffe wieder dem Nährstoffkreislauf zuführen (Knust et al. 2015).

### **3.1.4 Ökologische Aspekte**

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen bietet im Vergleich zum Anbau von annuellen Ackerkulturen aufgrund der extensiveren Bewirtschaftung mit seltenerem Befahren des Ackers, keiner Bodenbearbeitung bis auf das Pflanz- und Rekultivierungsjahr und einer deutlichen Pflanzenschutzmittel- und Düngerreduktion eine Reihe von positiveren Auswirkungen auf den Naturhaushalt und auf Arten und Biotope. Die Wirkfaktoren Maschineneinsatz, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz haben daher deutlich schwächere Auswirkungen auf die betroffenen Landschaftsfunktionen (Rode und Kanning 2010). Auch wenn Kurzumtriebsplantagen im Gesamtkontext von Umwelt- und Naturschutz positiv zu beurteilen sind (Glaser und Schmidt 2010; Bärwolff et al. 2013), ist die spezifische Eignung einer Fläche für den KUP-Anbau räumlich differenziert zu bewerten (Baum et al. 2012b).

Im Gegensatz zu Flächen mit annuellen Ackerkulturen sind KUP-Flächen kaum erosionsgefährdet. Als Dauerkultur bilden Kurzumtriebsplantagen ein dauerhaftes Wurzelgeflecht, das in Kombination mit der ganzjährigen krautigen Bodenbedeckung den Boden vor Wind- und Wassererosion schützt (Haaren et al. 2013; Baum et al. 2012b). Da die Krautschicht in Kurzumtriebsplantagen nach der Etablierungsphase der Gehölze im ersten Jahr keinen negativen Einfluss auf das Wachstum der Gehölze hat und daher nicht bekämpft wird, dient sie als zusätzlicher Erosionsschutz. Die erosionsmindernden Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen begründen auch die Eignung von KUP als Pufferstreifen, z. B. als Gewässerrandstreifen (Bärwolff et al. 2013; Feger et al. 2009). Die extensive Nutzung und das seltene Befahren des Ackers führen zu einer längeren Bodenruhe mit aktiverem Bodenleben und verstärkter Humusbildung (Baum et al. 2009, Baum et al. 2012b). Die Speicherung von Kohlenstoff im Boden und die Humusbildung sind gegenüber Ackerflächen deutlich höher (Janßen 2011). Aufgrund der guten Erosionsminderung in Kombination mit geringer Düngemittelgabe minimiert sich der Nährstoffaustrag aus Kurzumtriebsplantagen.

Die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf die Biodiversität sind in den meisten Fällen positiv, da sie als eigenständige Biotope zusätzliche Diversität und Struktur in die Landschaft bringen (Janßen 2011; NABU 2010). Besonders in waldarmen, ausgeräumten Ackerlandschaften führen Kurzumtriebsplantagen durch eine Strukturierung der Landschaft zu zusätzlichen Lebensräumen innerhalb der KUP (Schulz et al. 2009; Langeveld et al. 2012). Insbesondere in den Randbereichen zwischen KUP und angrenzenden Acker- oder Grünlandflächen wird die Biodiversität durch Grenzlinieneffekte erhöht (Jedicke 1994). In Bezug auf den Biotopverbund können Kurzumtriebsplantagen zur Vernetzung von Waldlebensräumen beitragen und als Trittsteine fungieren (Janßen 2011).

Untersuchungen zur Phytodiversität und zu Kleinsäugetern, Vögeln, Laufkäfern, Spinnen und Tagfaltern zeigen, dass in Kurzumtriebsplantagen eine höhere Diversität vorhanden ist und die Arten in der Re-

gel auch in höherer Abundanz vorkommen als in Agrarlandschaften ohne Kurzumtriebsplantagen (Baum et al. 2012a; Janßen 2011; Schulz et al. 2009). Liesebach (1999) fand z. B. eine höhere Artenzahl und Siedlungsdichte von Vögeln und epigäischer Fauna. Als Gründe werden u. a. das bessere Nahrungsangebot durch die umfangreichere Begleitflora und das erhöhte Insektenaufkommen angegeben. In Bezug auf den Artenschutz muss man den Anbau von Kurzumtriebsplantagen differenziert betrachten, da durch den KUP-Anbau auf Ackerflächen immer ein Wechsel der Artenzusammensetzung von Offenlandarten zu gehölz- und waldbewohnenden Arten stattfindet. Da in Kurzumtriebsplantagen in der Regel nur Ubiquisten vorkommen und keine seltenen oder gefährdeten Arten, ist eine Beurteilung der Auswirkungen immer abhängig von den vorher vorhandenen Arten und ihrer Zusammensetzung. Insbesondere der Anbau auf mageren Grünland- und Ackerstandorten und auf Brachen kann zu einem Verlust von seltenen und gefährdeten Arten führen. Beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen in Schutzgebieten müssen die Auswirkungen auf die jeweiligen Schutzziele betrachtet werden (Glaser und Schmidt 2010).

Die Grundwasserdargebotsfunktion kann durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen negativ beeinflusst werden, da die Gehölze im Vergleich mit annuellen Ackerkulturen stärker wasserzehend sind (Dimitriou et al. 2009; Busch 2009; Petzold et al. 2009). Unter den klimatischen Verhältnissen in Deutschland ist der Einfluss auf den Wasserhaushalt allerdings kaum relevant. Erst ab einem KUP-Anteil von über 20 % in der Landschaft ist ein Einfluss auf den Wasserhaushalt überhaupt erst messbar (Wahren et al. 2015). Die Grundwasserqualität wird durch den geringeren Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz deutlich verbessert (Janßen 2011; Dimitriou et al. 2009; Busch 2009). Daher werden Kurzumtriebsplantagen z. B. in Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten (z. B. im Fuhrberger Feld im Norden von Hannover) zur Steigerung der Wasserqualität angepflanzt. Dabei wiegen die positiven Einflüsse von Kurzumtriebsplantagen auf die Wassergüte stärker als die kaum messbaren negativen Einflüsse auf die Wasserquantität (Busch 2009; Wahren et al. 2015).

Die Gebietsretention wird durch die Anlage von Kurzumtriebsplantagen erhöht. Daher kann die Pflanzung von KUP in Einzugsgebieten hochwassergefährdeter Bereiche Synergien mit dem Hochwasserschutz ergeben (Baum et al. 2012b; Feger et al. 2009). Werden Kurzumtriebsplantagen im Überschwemmungsgebiet selbst angepflanzt, muss die Erhöhung der Gewässerretention berücksichtigt werden, da die Gehölze den Wasserabfluss einschränken. Nach § 78 WHG sind Gehölzanpflanzungen in Überschwemmungsgebieten verboten soweit diese den Zielen des vorsorgenden Hochwasserschutzes gemäß § 6 (1) 1 Nr. 6 und § 75 (2) WHG entgegenstehen. Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen in Überschwemmungsgebieten ist immer im Einzelfall zu beurteilen, da eine erhöhte Gewässerretention in einigen Gebieten ein Ziel des Hochwasserschutzes ist, in anderen diesem aber entgegensteht. Tendenziell können Kurzumtriebsplantagen in Überschwemmungsgebieten oberhalb von hochwassergefährdeten besiedelten Bereichen durch die Verzögerung und Glättung von Abfluss-

spitzen zu einem vorbeugenden Hochwasserschutz beitragen, wohingegen in und unterhalb von hochwassergefährdeten besiedelten Bereichen ein möglichst zügiger Abfluss des Wassers gewährleistet werden muss und damit ein Anbau von KUP dem Hochwasserschutz entgegen steht (Bärwolff et al. 2013).

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen führt zu einem ausgeglicheneren Mikroklima, da ähnlich dem Waldklima starke Temperaturschwankungen abgepuffert werden, die Windgeschwindigkeit verringert und die Luftfeuchte erhöht werden. Durch die zusätzliche Blattmasse erhöht sich zudem die Filterwirkung für luftgebundene Schadstoffe (Janßen 2011). Diese bioklimatischen und lufthygienischen Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen haben auch positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und das menschliche Wohlbefinden.

Ein Risikofaktor kann die direkte Ausbreitung der standortsfremden Weiden- und Pappelhybriden aus Kurzumtriebsplantagen in benachbarte Biotope oder die Kreuzung der Hybriden mit heimischen Arten darstellen (Janßen 2011). Diese Introgression genetischen Materials in Wildpopulationen kann zur Florenverfälschung führen. Kurzumtriebsplantagen mit Robinien können aufgrund deren Invasionspotenzials naturschutzfachlich wertvolle Biotope wie z. B. Magerrasen und Heiden gefährden (Feger et al. 2009).

### **3.2 Zukünftige Anbaupotenziale und Bedeutung von Kurzumtriebsplantagen im Rahmen der Energiewende**

Zur Einschätzung der praktischen Relevanz der Dissertation ist die Kenntnis der aktuellen Situation und der zukünftigen Anbaupotenziale von Kurzumtriebsplantagen von Bedeutung. Viele Ergebnisse und Empfehlungen der Dissertation könnten, je nachdem wie sich der Anbau von Kurzumtriebsplantagen zukünftig entwickelt, erst in Zukunft praxisrelevant werden und Berücksichtigung in der Landwirtschaft finden. Zurzeit sind Kurzumtriebsplantagen nur auf wenigen Standorten und nur mit situationsspezifischen Geschäftsmodellen wirtschaftlich konkurrenzfähig gegenüber anderen Ackerkulturen. Diese ungünstigen Bedingungen für den KUP-Anbau spiegeln sich in der geringen Anbaufläche von ca. 6000 ha in Deutschland wider. Gleichzeitig ist allerdings ein großes Anbaupotenzial für Kurzumtriebsplantagen vorhanden, wenn die in Kapitel 3.1.4 erwähnten positiven ökologischen Eigenschaften stärker in der Agrar-, Klima- und Energiepolitik berücksichtigt und die entsprechenden Rahmenbedingungen durch politische Entscheidungen zukünftig verbessert würden. Die zukünftigen Anbaupotenziale für Kurzumtriebsplantagen hängen des Weiteren ganz erheblich von Züchtungserfolgen für neue Gehölzsorten, von technischen Entwicklungen bei Anbau und Ernte, von neuen und effizienteren Verwertungsmöglichkeiten der Holzhackschnitzel und von Entwicklungen der Marktpreise für Holzhackschnitzel ab. Da die Züchtung von schnellwachsenden Gehölzen im Gegensatz zur

Züchtung von etablierten annualen Ackerkulturen erst am Anfang steht, sind dort noch große Potenziale für Ertragssteigerungen vorhanden (Weih et al. 2014).

Da das Endprodukt Holzhackschnitzel zurzeit fast ausschließlich energetisch verwertet wird, sind der weitere Verlauf und die Ausgestaltung der Energiewende entscheidende Einflussfaktoren für die zukünftigen Anbaupotenziale von Kurzumtriebsplantagen. Aufgrund des Klimawandels und der starken Importabhängigkeit Deutschlands von fossilen Brennstoffen gibt es ein starkes politisches und gesellschaftliches Interesse, den Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch zu erhöhen. Im Gegensatz zu Wind- und Solarenergie, die zurzeit nicht bzw. nur sehr ineffizient zu speichern sind, können Holzhackschnitzel ohne Probleme gelagert und bei Bedarf in Strom und/oder Wärme umgewandelt werden. Damit können sie die unstete Produktion erneuerbarer Energien teilweise ausgleichen und einen Beitrag zur Stabilität im Energiesystem leisten, die eine Grundproblematik bei der Umsetzung der Energiewende darstellt (Bussar et al. 2016). Andere Speichersysteme sind zurzeit noch nicht ausgereift und effizient genug (z. B. Batteriespeicher) oder benötigen wie z. B. Speicherseen besondere landschaftliche Voraussetzungen und scheitern oft an gesellschaftlicher Akzeptanz (Kronenberg und Weckenbrock 2014).

Da mit Bioenergie im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien nicht nur der Strommarkt bedient wird, sondern auch der Wärme- und Kraftstoffmarkt, hat Bioenergie zurzeit mit 70 % des Endenergieverbrauchs den mit Abstand größten Anteil innerhalb der erneuerbaren Energien (FNR 2014). Daher ist für die energetische Nutzung von Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen nicht nur das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für den Strommarkt relevant, sondern auch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und zukünftig eventuell auch das Biokraftstoffquotengesetz zu Kraftstoffen. Veränderungen in diesen Gesetzen können demnach direkte Auswirkungen auf die Attraktivität des KUP-Anbaus haben.

Aufgrund der aktuellen und zukünftigen ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen wird in Zukunft mit einer steigenden Nachfrage nach Energieholz und einer Verknappung des Rohstoffs Holz gerechnet. Das Deutsche Biomasse Forschungszentrum (DBFZ) rechnet im Jahr 2020 z. B. mit einer Energieholzlücke von jährlich 32 Mio. Festmetern in Deutschland (Thrän et al. 2009). Da der KUP-Anbau die effizienteste Möglichkeit darstellt, Energieholz in Form von Holzhackschnitzeln direkt zu produzieren, können KUP einen Beitrag leisten, die Holzlücke mittelfristig zu schließen (Bemmann et al. 2010). Bisher wurden Holzhackschnitzel fast ausschließlich durch die Verwendung von nicht stofflich verwertbarem Restholz hergestellt, das z. B. bei Durchforstungen im Wald oder bei Landschaftspflegemaßnahmen anfällt, da Wälder in der Regel mit dem Ziel der Produktion höherwertigen Holzes für die stoffliche Verwertung insbesondere als Wertholz bewirtschaftet werden (Eckert und Liburnau 2013). Insgesamt ist der Holzverbrauch im energetischen Bereich mittlerweile höher als der stoffliche Holzverbrauch (Mantau 2012). Der derzeit hohe Nutzungsdruck auf die Wälder in Form

einer zunehmenden Entnahme von Waldrestholz für die energetische Nutzung kann auf armen Standorten zu einer negativen Nährstoffbilanz führen und aufgrund des fehlenden Totholzes negative Einflüsse auf den naturschutzfachlichen Wert des Lebensraums Wald haben (Schmidt und Gerold 2008; Bemmann und Knust 2010). Kurzumtriebsplantagen könnten durch eine hohe Biomasseproduktion den Nutzungsdruck auf die Wälder verringern, sodass mehr Waldrestholz im Wald verbleiben kann (Bemmann et al. 2010).

Die Holzhackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen können auch stofflich in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie verwertet werden. Die Kaskadennutzung bietet gegenüber der energetischen Nutzung zahlreiche Vorteile in Bezug auf Ressourceneffizienz, Treibhausgasemissionen und Wertschöpfung (Carus et al. 2014). Möglich ist auch die Nutzung der lignocellulosereichen Holzhackschnitzel als Biokraftstoffe der zweiten Generation durch Biomass-to-liquid Verfahren (BtL). Hier ist es allerdings bis jetzt nicht gelungen, den chemischen Prozess des Fischer-Tropsch-Verfahrens in größerem Maßstab industriell anzuwenden (Leible et al. 2009). Ein technischer Durchbruch in diesem Bereich könnte zukünftig die Nachfrage nach Holzhackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen deutlich steigen lassen.

Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft könnte der Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf einigen derzeit im Vergleich mit annualen Ackerkulturen weniger rentablen Standorten attraktiver werden. Kurzumtriebsplantagen verfügen aufgrund ihrer Mehrjährigkeit über eine höhere Trockenheitstoleranz gegenüber Trockenperioden, die durch den Klimawandel sehr wahrscheinlich zunehmen werden, als die meisten annualen Ackerkulturen (Petzold et al. 2009; Dimitriou et al. 2009). Eine hohe Trockenheitstoleranz wird allerdings nicht im Pflanzjahr erreicht, sondern sie steigert sich mit der Etablierung des Wurzelsystems der Kurzumtriebspflanze und wird besonders hoch, wenn dieses das Grundwasser erreicht. Im Hinblick auf die durch den Klimawandel häufiger zu erwartenden Sturm-, Starkregen- und Hagelereignisse sind die in Kurzumtriebsplantagen angebaute Gehölzarten deutlich widerstandsfähiger als annualen Ackerkulturen (Dimitriou et al. 2009). Auch bei Überschwemmungen haben Kurzumtriebsplantagen Vorteile gegenüber annualen Kulturen. Während fast alle annualen Kulturen durch Überschwemmungen und Staunässe stark geschädigt werden, sind Weiden und Pappeln deutlich widerstandsfähiger gegenüber zeitweiliger Überstauung (Koim 2013).

Höhere Naturschutzstandards könnten in der insgesamt stark subventionierten Landwirtschaft dazu führen, dass der KUP-Anbau für Landwirte attraktiver wird. Eine aktuelle für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen relevante Änderung der europäischen Agrarpolitik ist das Greening, bei dem unter anderem 5 % der Betriebsfläche ab 2015 als ökologische Vorrangfläche bewirtschaftet werden müssen. Der KUP-Anbau auf den ökologischen Vorrangflächen wird in der nationalen Ausgestaltung des Greening in Deutschland anerkannt, solange keine Dünge- und Pflanzenschutzmittel verwendet wer-

den (Verordnung (EU) Nr. 1307/2013). Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen wird allerdings bei der Berechnung der Vorrangflächen nur mit einem Gewichtungsfaktor von 0,3 berücksichtigt. Das bedeutet, dass die KUP-Flächen eines landwirtschaftlichen Betriebes mit 0,3 multipliziert werden und nur dieser berechnete Flächenanteil als ökologische Vorrangfläche anerkannt wird. Zukünftig könnten Verschärfungen des Greening wie die Erhöhung des Anteils ökologischer Vorrangflächen auf 7 % oder eine konsequentere Umsetzung der ursprünglich von der EU-Kommission geplanten strengeren naturschutzfachlichen Standards nach der Halbzeitbewertung der EU Agrarpolitik in 2017 positive Auswirkungen auf die Attraktivität des KUP-Anbaus haben (vgl. Erjavec und Erjavec 2015).

### **3.3 Landschaftsästhetische Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen**

Aus den in Kapitel 3.1 vorgestellten Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen ergeben sich spezifische landschaftsästhetische Wirkungen dieses neuen Landnutzungssystems. Da noch keine systematischen Untersuchungen zur Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen in der Landschaft vorliegen, werden in diesem Kapitel überblicksartig die landschaftsästhetisch relevanten Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen beschrieben. Die Darstellung der landschaftsästhetischen Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen beruht auf expertenbasierten Einschätzungen auf Grundlage von landschaftsästhetischen Theorien und persönlicher Wahrnehmung. Je nach Betrachtungsebene treten andere landschaftsästhetische Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen in den Vordergrund; auf der Schlagebene prägen die landschaftsästhetischen Wirkungen der einzelnen Gehölze und die Bestandsentwicklung die Wahrnehmung, während auf der Ebene der Landschaft die Auswirkungen auf die Landschaftsstruktur, die räumliche Verteilung von Kurzumtriebsplantagen und das Zusammenwirken mit anderen Landnutzungen und Landschaftselementen in den Vordergrund rückt. Da Kurzumtriebsplantagen auf Ackerflächen angebaut werden, werden insbesondere landwirtschaftlich genutzte Kulturlandschaften und deren Erholungseignung durch den KUP-Anbau beeinflusst.

Aufgrund ihrer morphologischen und visuellen Eigenschaften haben Kurzumtriebsplantagen aus landschaftsästhetischer Sicht sowohl Ähnlichkeiten mit landwirtschaftlichen als auch mit forstwirtschaftlichen Landnutzungen. Viele landschaftsästhetische Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen lassen sich daher entweder forst- oder landwirtschaftlicher Landnutzung zuordnen. Die Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen ändern sich während eines Rotationszyklus sehr stark und führen dazu, dass Kurzumtriebsplantagen zeitweise stärkere Ähnlichkeiten mit einer Ackerkultur und zeitweise stärkere Ähnlichkeiten mit einem Forst aufweisen. Zusätzlich besitzen Kurzumtriebsplantagen individuelle Eigenschaften, die sich keiner herkömmlichen Landnutzung zuordnen lassen. Aufgrund ihrer besonderen Eigenart können Kurzumtriebsplantagen als eigenständiges neues Landschaftselement bezeichnet werden. Ein wichtiger Einflussfaktor auf die spätere landschaftsästhetische Wirkung von Kurzumtriebsplantagen ist die Umtriebszeit, die mitbestimmt, wie dicht die Gehölze bei der An-

lage der KUP gepflanzt werden und wie hoch die Kurzumtriebsplantagen bei ihrer Ernte sein werden. Die in dieser Arbeit betrachteten Umtriebe von 3-5 Jahren gehören zu den kurzen Umtrieben (Bermann et al. 2010). Kurzumtriebsplantagen mit mittleren (6-10 Jahre) und längeren Umtrieben (>10 Jahre) weisen stärkere Ähnlichkeiten mit forstlichen Plantagen auf.

Ähnlichkeiten von Kurzumtriebsplantagen mit Wäldern, Gehölzen und Hecken ergeben sich dadurch, dass KUP hoch genug wachsen, um durch ihre Größe dreidimensionale Strukturen in der Landschaft zu schaffen, die sich deutlich von einjährigen Ackerkulturen unterscheiden. Im Gegensatz zu den meisten konventionellen Ackerkulturen können Kurzumtriebsplantagen Sichtbeziehungen in der Landschaft unterbrechen, vergleichbar mit Hecken und Gebüsch. Durch ihre strukturgebenden Eigenschaften können Kurzumtriebsplantagen auch neue Räume in der Landschaft schaffen und die Struktur der Landschaft erhöhen (Haaren et al. 2013). Beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen können auf einem Schlag verschiedene Alters- und Höhenstufen durch Erntezeitpunkte in unterschiedlichen Jahren entstehen. Eine vergleichbare forstliche Nutzungsform ist der Niederwald. Auch hier steht die energetische Nutzung des Holzes in kurzen Umtrieben im Vordergrund. Allerdings sind die Umtriebszeiten mit ca. 20 Jahren deutlich länger als beim KUP-Anbau. Auch die Baumarten- und Strukturvielfalt ist in Niederwäldern deutlich höher als in Kurzumtriebsplantagen (vgl. Ellenberg et al. 2010). Eine aktive Niederwaldbewirtschaftung wird in Deutschland aus wirtschaftlichen Gründen allerdings kaum noch praktiziert. Damit stellt der Niederwald eine nur noch in Relikten vorhandene historische Landnutzungsform dar (Schmidt und Gerold 2008). Bezüglich der farblichen und textuellen Erscheinung stehen Kurzumtriebsplantagen Bäumen deutlich näher als Feldfrüchten. Saisonale Veränderungen wie Blattaustrieb, Laubfärbung und -abwurf sind vergleichbar mit Wald und anderen Gehölzstrukturen.

Ähnlichkeiten von Kurzumtriebsplantagen mit annuellen Ackerkulturen ergeben sich dadurch, dass das schnelle Wachstum innerhalb des ersten Jahres mit Mais oder anderen schnellwachsenden Energiepflanzen vergleichbar ist. Die Bewirtschaftung mit maschineller Pflanzung und Ernte erfolgt mit landwirtschaftlichen Methoden und ist dem Ackerbau ähnlich. Auch das ‚Auf-den-Stock-Setzen‘ der Gehölze bei der Ernte und der abrupte Aspektwandel in der Landschaft ähneln eher der Ernte im Ackerbau. Mehrjährige landwirtschaftliche Kulturen weisen teilweise größere Ähnlichkeiten zum KUP-Anbau auf. Bei Obstplantagen, insbesondere intensivem Niedrigstammanbau in modernen Spalierobstplantagen und Weinbau ergeben sich Ähnlichkeiten durch die Mehrjährigkeit und die Verwendung von Gehölzen. In beiden Fällen werden Gehölze in Reihen angebaut und jährlich stark zurückgeschnitten. Diese Kulturen werden allerdings nicht so hoch wie Kurzumtriebsplantagen und lassen sich überblicken. Zudem sind die Reihenabstände und die Abstände innerhalb einer Reihe größer, sodass viel weitere Einblicke in Obstplantagen als in Kurzumtriebsplantagen möglich sind. Der Obstanbau in Streuobstwiesen unterscheidet sich deutlicher von Kurzumtriebsplantagen, da die kul-



turhistorisch bedeutsamen Streuobstwiesen aufgrund extensiverer Nutzung und längeren Umtriebszeiten deutlich vielfältiger sind. Streuobstwiesen sind außerdem einfacher zu betreten und haben daher eine Funktion als tatsächlich nutzbarer Erholungsraum.

Durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen ergeben sich neben den Ähnlichkeiten zur land- und forstwirtschaftlichen Landnutzung auch neue landschaftsästhetische Phänomene. Durch die Umtriebszeit von rund 3 Jahren ergibt sich ein neuer zeitlicher Änderungsrhythmus in der Landschaft, der weder in der Land- noch in der Forstwirtschaft zu finden ist. Die Landschaftsveränderung, die durch die Ernte einer 3-jährigen Kurzumtriebsplantage mit einer Höhe von bis zu 8 m hervorgerufen wird, ist z. B. deutlich einschneidender als die Ernte annualer Ackerkulturen.

Die Einsehbarkeit in Kurzumtriebsplantagen schwankt je nach Alter der Plantagen, Jahreszeit, Gehölzart und Anbausystem (vgl. Abbildung 2). Eine hohe Einsehbarkeit vergrößert den wahrnehmbaren und erlebbaren Bereich und wirkt sich daher in der Regel positiv auf das Landschaftserleben aus. Im Vergleich zum Mais, der unter den annualen Kulturen aufgrund seiner Hochwüchsigkeit die größte Ähnlichkeit zu Kurzumtriebsplantagen aufweist, ist die Einsehbarkeit in ein Feld mit KUP deutlich höher. Die strukturelle Ähnlichkeit zu Mais ist allerdings auf die kurze Zeit der Anwuchsphase von Kurzumtriebsplantagen beschränkt.



**Abbildung 2: Einsehbarkeit in eine dreijährige Kurzumtriebsplantage aus Weiden im Sommerzustand (links) und im Herbstzustand (rechts)**

Ein weiterer Aspekt beim Erleben von Landschaft, der mit der Einsehbarkeit zusammenhängt, ist die Zugänglichkeit und die sich dadurch ergebene Möglichkeit zur Aneignung von Landschaft. Das Betre-

tungsrecht nach § 59 BNatSchG besagt, dass das Betreten der freien Landschaft auf Straßen und Wegen sowie auf ungenutzten Grundflächen zum Zweck der Erholung allen gestattet ist. Für Kurzumtriebsplantagen als ‚genutzte‘ landwirtschaftliche Flächen bedeutet das, dass diese nur auf Wegen betreten werden dürfen. Einige Ländergesetze definieren die ‚Nutzzeit‘ landwirtschaftlicher Flächen genauer als die Zeit zwischen Aussaat oder Bestellung und Ernte (z. B. § 27 SächsNatSchG; § 44 NatSchG BW). Da die Definition auf annuelle Kulturen ausgelegt ist, sollte eine rechtliche Klarstellung für KUP erfolgen. Im Vergleich zu Ackerkulturen, die während der Nutzung nicht betreten werden dürfen, um Schäden an den Pflanzen zu vermeiden, ist das Betreten von Kurzumtriebsplantagen in der Regel unproblematisch, da z. B. bei einem Doppelreihenpflanzsystem mit bis zu 2 m Abstand zwischen den einzelnen Doppelreihen ausreichend Platz zum Durchqueren vorhanden ist und keine Schäden an der Plantage zu erwarten sind. Je nach Alter, Gehölzarten und Pflanzsystem ist das Durchqueren von Kurzumtriebsplantagen allerdings unterschiedlich mühsam, wenn Äste zur Seite gebogen werden müssen.

Für das Landschaftserleben spielt auch die Gehölzartenwahl eine Rolle (DBU 2010). Die am häufigsten verwendeten Gehölzarten der Gattungen Weiden und Pappeln unterscheiden sich zum Beispiel in ihrer Wuchsform. Während Weiden eine mehrstämmige strauchartige Wuchsform haben, wachsen Pappeln mit einem kräftigen Stamm (vgl. Abbildung 3, Seite 23).

Da die Gehölze in einer Kurzumtriebsplantage im Vergleich mit ihrer maximal erreichbaren Wuchshöhe klein bleiben, sind weitere Aspekte, die zur Ästhetik von Bäumen beitragen, wie die Ausbildung von Baumkronen, nicht relevant. Pappeln kommen im Kurzumtrieb meist nicht zum Blühen, da das blühfähige Alter erst nach ungefähr zehn Jahren erreicht wird (Bärtels 2001). Daher wird das Erleben einer Kurzumtriebsplantagen aus Pappeln weder durch den Anblick von Blüten, noch durch den Geruch der Blüten beeinflusst. Das ausbleibende Blühstadium hat jedoch Vorteile für gegen Pappelpollen allergische Erholungssuchende. Positive olfaktorische Auswirkungen können einige Balsamhybride haben, da Balsampappeln im Austrieb stark balsamisch duften (Bärtels 2001). Auch die gelbe Herbstfärbung der Pappeln kann das Landschaftserleben steigern. Weiden hingegen kommen im Kurzumtrieb eher zum Blühen, da das blühfähige Alter bereits nach etwa 4 Jahren erreicht wird (Bärtels 2001). Bei Verwendung von Weiden entsteht für allergische Erholungssuchende eine Pollenbelastung von ungefähr 3 Monaten (Sofiev und Bergmann 2013).

Da die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen extensiver ist und weniger Dünge- und Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden als bei konventionellen Ackerkulturen, ergeben sich für das Landschaftsbild einige positive Auswirkungen. Direkt entstehen z. B. geringere oder keine geruchlichen Belastungen durch die Gabe von Wirtschaftsdünger wie Gülle, Jauche oder Mist und geringere visuelle und akustische Beeinträchtigungen durch landwirtschaftliche Maschinen (vgl. Nohl 2001a).





**Abbildung 3: Unterschiedliche landschaftsästhetische Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen aus Weiden- (links) und Pappelhybriden (rechts). Während die Weiden schmale längliche Blätter und eine mehrstämmige strauchartige Wuchsform haben, haben die Pappeln große Blätter und einen einzelnen kräftigen Stamm.**

Indirekt führt die extensive Bewirtschaftung zu einer vielfältigeren Begleitflora und -fauna und insgesamt höherer Biodiversität als auf konventionell bewirtschafteten Äckern (siehe Kapitel 3.1.4,

Seite 14, Schulz et al. 2009; Janßen 2011), die sich in der Regel positiv auf das Landschaftserleben auswirkt, da eine Vielfalt an Tieren und Pflanzen unterschiedliche Sinnesreize hervorruft und zusätzliche Wahrnehmungsmöglichkeiten zulässt (Wöbse 2003). Positive Biodiversitätseffekte werden insbesondere im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen aufgrund von Randlinieneffekten erzielt (Jedicke 1994). Der Randbereich von Kurzumtriebsplantagen ist gleichzeitig am erlebniswirksamsten, da die Innenbereiche der Plantage ohnehin nicht einsehbar sind. Viele Studien ermittelten eine höhere Tier- und Pflanzenartenvielfalt in Kurzumtriebsplantagen im Vergleich zum konventionellen Ackerbau (Glaser und Schmidt 2010; Helbig und Müller 2010b; Liesebach 1999). Zusätzlich zur positiven visuellen Wahrnehmung von Vögeln kommt insbesondere bei Singvögeln das durch akustische Sinnesreize gesteigerte Landschaftserleben. Auch bei den visuell besonders auffälligen Schmetterlingen fanden Haughton et al. (2009) eine signifikant höhere Häufigkeit am Rand von Kurzumtriebsplantagen als auf Ackerrändern. Durch KUP werden des Weiteren positive Auswirkungen auf den Wildbestand erwartet. Auch die Wahrnehmung von Wildtieren führt bei den meisten Menschen zu einem deutlich positiveren Landschaftserleben (Wöbse 2003).

### **3.4 Landschaftsbild und Bewertungsverfahren**

Als Grundlage zur Untersuchung der Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft dienen vorhandene Theorien zur ästhetischen Wahrnehmung und Methoden zur Bewertung des Landschaftsbildes. Neben der grundlegenden Einführung in landschaftsästhetische Theorien (Unterkapitel 3.4.1) und Methoden (Unterkapitel 3.4.2) wird in diesem Kapitel die Software MANUELA zur naturschutzfachlichen Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe vorgestellt, die zur praxisrelevanten Aufbereitung der Forschungsergebnisse dieser Dissertation in Form einer Bewertungsmethode für das Landschaftsbild genutzt wurde (Unterkapitel 3.4.3).

#### **3.4.1 Theoretische Grundlagen zum Landschaftsbild**

Laut § 1 (1) 3 BNatSchG müssen Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft gesichert werden. Die drei Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit bilden daher die Grundlage für Bewertungsmethoden des Landschaftsbildes. Positive Ausprägungen dieser Kriterien in Form von hoher Vielfalt, besonderer Eigenart und überdurchschnittlicher Schönheit führen in der Regel zu einem positiven Landschaftserlebnis und einer hohen Erholungseignung einer Landschaft.

Vielfalt kann zunächst als etwas Materiell-Quantitatives verstanden werden und ist deshalb objektiv messbar (Wöbse 2003). Da die Wahrnehmung landschaftlicher Vielfalt zu einem Wechsel von Sinnesindrücken führt und das menschliche Bedürfnis nach Information stillt (Nohl 2001a), ist in der Regel davon auszugehen, dass hohe landschaftliche Vielfalt positiv wahrgenommen wird. Dieser streng proportionale Zusammenhang von Vielfalt und landschaftsästhetischer Qualität bzw. Erholungseig-

nung wird von einigen Autoren kritisch gesehen, da sie davon ausgehen, dass der landschaftsästhetische Wert einer Landschaft mit steigender Vielfalt einem Optimum zustrebt und bei sehr hoher Vielfalt wieder abnimmt, da ein Übermaß an Vielfalt zu einer Überforderung der menschlichen Wahrnehmung führen kann (Jessel 1994). Die rein quantitative Betrachtung des Kriteriums Vielfalt wird von vielen Autoren um qualitative Aspekte ergänzt, indem einzelnen Landschaftselementen unterschiedliche landschaftsästhetische Wertigkeiten zugeschrieben werden (Peters et al. 2009; Roser 2011). Köhler und Preiß (2000) gehen des Weiteren davon aus, dass nicht die maximale Elementvielfalt ästhetisch am positivsten zu beurteilen ist, sondern die naturraum- und standorttypische Vielfalt an Landschaftselementen. Diese Auffassung einer notwendigen räumlichen Differenzierung des Kriteriums Vielfalt stellt eine direkte Verbindung zum Kriterium Eigenart dar (Roth 2012).

Der Begriff landschaftliche Eigenart umschreibt den Charakter, die Identität und damit die Unverwechselbarkeit einer Landschaft (Nohl 2001a). Die Eigenart einer Landschaft und die Identifikation der Menschen mit ihr entwickeln sich über längere Zeiträume. Eine historische Kontinuität der Landnutzung steigert daher die Eigenart einer Landschaft (Boll et al. 2016).

Schönheit ist von den drei Begriffen der unbestimmteste und der umfassendste zugleich. Problematisch werden die Unbestimmtheit und die unterschiedlichen Auffassungen von Schönheit, wenn diese in der Landschaftsplanung bewertet werden muss. Daher wird in vielen Bewertungsmethoden auf die direkte Bewertung des Kriteriums Schönheit mittels Indikatoren verzichtet, sondern eine übergeordnete Stellung von Schönheit angenommen, die als das Gesamtergebnis der Landschaftsbildbewertung verstanden werden kann (Nohl 1993). Aufgrund der schwierigen Operationalisierbarkeit des Kriteriums Schönheit ersetzen einige Autoren Schönheit durch Naturnähe (Köhler und Preiß 2000; Adam et al. 1989) und berufen sich auf die Theorie der ästhetischen Bedürfnisse, nach der das Bedürfnis nach Freiheit durch das Erlebnis von Naturnähe befriedigt werden kann (Nohl 2001a; Roth 2012).

Im Gegensatz zu dem Begriff Landschaftsbild betont der Begriff Landschaftserleben die Wahrnehmung durch den Menschen mit all seinen Sinnen (Boll et al. 2016). In der fachlichen Diskussion und den Kommentaren zu § 1 (1) 3 BNatSchG wird davon ausgegangen, dass Landschaftsbild und Landschaftserleben eng miteinander korrespondierende Begriffe sind (Nohl 2001a; Gruehn 2001, Louis 1990). Erlebt werden kann die Landschaft nicht nur visuell, sondern auch akustisch, olfaktorisch, haptisch und gustatorisch. Das Landschaftserleben ist das Ergebnis eines Prozesses, der sich im Menschen vollzieht (Abbildung 4, Seite 266). Erleben ist etwas Subjektives oder Intersubjektives, das durch objektive Gegebenheiten ausgelöst und beeinflusst wird (Nohl 1993). Es setzt den erlebnisbereiten Menschen voraus. Eine von menschlichen Wahrnehmungsmustern unabhängige Beurteilung des Landschaftsbildes oder des landschaftlichen Erlebniswertes ist nicht möglich (Wöbse 2003).

Die Wahrnehmung des Landschaftsbildes wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, die sich in der Theorie in biologische, kulturelle und individuelle Faktoren einteilen lassen (Bourassa 1991; Appleton 1996). Neben der subjektiven Wahrnehmung des Landschaftsbildes, die durch individuelle Faktoren geprägt ist, gibt es auch eine intersubjektive Wahrnehmung, die durch kulturelle und biologische Faktoren beeinflusst wird. Biologische Faktoren bezeichnen angeborene Wahrnehmungsmuster, die bei allen Menschen gleich sind (Appleton 1996; Di Dio et al. 2007). Wahrnehmung wird auch von kulturellen Faktoren beeinflusst, die sich auf unterschiedlichen Ebenen von der globalen bis zur lokalen Ebene in bestimmten Bevölkerungsgruppen ausbilden können (Jacobs 2011). Das Subjektive der Landschaftswahrnehmung wird von individuellen Faktoren bestimmt wie z. B. Erfahrungen, Erwartungen, Bedürfnisse und Werte der wahrnehmenden Person (Nohl 1993). Alle Einflussfaktoren können sich im Laufe der Zeit verändern und so die Präferenzen für Landschaften verändern. Während sich biologische Einflussfaktoren nur sehr langsam im Laufe der Evolution verändern, können sich kulturelle Faktoren im Zuge gesellschaftlich-politischer Entwicklungen verändern. Die individuelle Landschaftswahrnehmung kann sich ändern, je nachdem welche persönlichen Einflussfaktoren auf das Individuum wirken (Boll et al. 2016).



**Abbildung 4: Modell der Wahrnehmung des Landschaftsbildes (verändert nach Nohl 2001b und Jacobs 2011)**

Das Landschaftsbild kann als eine kulturelle Ökosystemleistung betrachtet werden (Grunewald und Bastian 2015). Bei der Differenzierung in angebotene und genutzte Leistungen ist das Landschaftsbild eine angebotene Ökosystemleistung, die unabhängig von der tatsächlichen Nutzung beurteilt werden kann, während die Nutzung der Landschaft bzw. des Landschaftsbildes im Rahmen von Erholung oder sonstigen Aktivitäten in Natur und Landschaft erfolgt (Albert et al. 2012; Groot et al. 2010). Bei empirischen Befragungen zum Landschaftsbild kann die ästhetische Gesamtbeurteilung einer Landschaft also unterschiedlich stark von der Bewertung der angebotenen im Verhältnis zur genutzten Leistung beeinflusst werden (vgl. Roth 2012).

### **3.4.2 Methoden zur Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes**

Für die Bewertung landschaftlicher Schönheit gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden. Roth (2012) listet 200 Bewertungsverfahren, von denen alleine 130 aus der deutschsprachigen Literatur stammen. Bisher hat sich in der Landschaftsplanung allerdings keine standardisierte Methode durchgesetzt. Das liegt einerseits an den unterschiedlichen Anwendungsbereichen und -ebenen (Landschaftsplanung, Eingriffsregelung, UVP usw.), andererseits daran, dass bisher keine Methode Reliabilität und Validität mit einem vertretbaren Aufwand zur Durchführung der Methode kombinieren konnte (Roth 2012). Einige Verfahren sind Bilanzierungsverfahren, die z. B. im Rahmen der Eingriffsregelung die Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch einen Eingriff bewerten und mit den festzusetzenden Ausgleichsmaßnahmen bilanzieren (z. B. Krause und Klöppel 1996; Adam et al. 1989). Andere Verfahren bewerten nur Teilaspekte des Landschaftsbildes wie z. B. gliedernde Landschaftselemente (z. B. Grothe et al. 1979). Die Verfahren, die eine flächendeckende Gesamtbewertung des Landschaftsbildes ermöglichen, werden für die im Rahmen der Landschaftsplanung zu erstellenden Pläne eingesetzt (z. B. Köhler und Preiß 2000; Nohl 2001a).

Bei den Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes und landschaftlicher Erlebnisqualität unterscheidet man nutzerabhängige und nutzerunabhängige Verfahren (vgl. Schwahn 1990). Während nutzerabhängige Verfahren subjektbezogen sind und den Nutzer der Landschaft in den Mittelpunkt stellen, haben nutzerunabhängige Verfahren die Landschaft als Objekt im Fokus (vgl. Abbildung 4, Seite 266). Methodisch unterscheiden sich die Verfahren darin, dass in nutzerabhängigen Verfahren mit sozialwissenschaftlichen Methoden empirische Daten über den Zusammenhang von Landschaftsgestalt und der Wahrnehmung bzw. dem Erleben erhoben werden, während in nutzerunabhängigen Verfahren Experten auf Grundlage ihres Wissens und ihrer Erfahrung unter Verwendung einer Bewertungsmethode die Landschaft beurteilen.

Bei nutzerabhängigen bzw. empirischen Verfahren werden Nutzer oder potenzielle Nutzer einer Landschaft befragt und um eine Bewertung unterschiedlicher Landschaftsausprägungen gebeten (stated preferences; Gruehn und Roth 2008). Als potenzielle Nutzer der Landschaft wird in der Regel die gesamte Bevölkerung verstanden; bei speziellen Fragestellungen nur solche Personen, die die



Landschaft für eine bestimmte Erholungsform nutzen (Roser 2011). Befragungen können sowohl mündlich, schriftlich oder online durchgeführt werden. Zu den nutzerabhängigen Bewertungsverfahren werden auch Verhaltensbeobachtungen gezählt, mit denen z. B. die Nutzungshäufigkeit bestimmter Landschaften untersucht wird (revealed preferences; (Heide, C. M. v. d. und Heijman, W. J. M. 2013). Nutzerabhängige Landschaftsbewertungsverfahren sind in der Regel sehr arbeits- und kostenaufwendig (Roser 2011).

In der alltäglichen Arbeit wird in der Landschaftsplanung in der Regel aus Zeit- und Kostengründen mit nutzerunabhängigen Landschaftsbildbewertungsverfahren (expertenbasierte Verfahren) gearbeitet. Da bei den expertenbasierten Verfahren immer auch persönliche Empfindungen und Wertungen des Planers einfließen, sollten sich die expertenbasierten Verfahren immer auf empirische Erkenntnisse stützen, die die landschaftsästhetischen Präferenzen der Bevölkerung oder der betroffenen Nutzergruppen widerspiegeln (Roth 2013; Roser 2011; Gruehn et al. 2007). Durch eine Kombination von nutzerabhängigen und nutzerunabhängigen Ansätzen werden die jeweiligen Stärken am besten genutzt. Nutzerabhängige Untersuchungen können auch als Grundlagenforschung verstanden werden, deren Ergebnisse in anwendungsorientierte und mit vertretbarem Aufwand durchführbare nutzerunabhängige Verfahren integriert werden sollten (Boll et al. 2016). Eine strikte Unterteilung in nutzerabhängig und nutzerunabhängig ist aufgrund der engen Verknüpfung in der Regel nicht sinnvoll (Boll et al. 2016).

Eine Integration von empirischen Erkenntnissen ist allerdings nur möglich, wenn geeignete Befragungsergebnisse vorliegen, die in Bezug auf räumliche Gegebenheiten und Nutzergruppen auf den Planungsraum übertragen werden können. Für allgemeine landschaftsästhetische Präferenzen in Deutschland gibt es umfangreiche empirische Grundlagenforschung (Roth 2012). Das Landschaftsbild bzw. das Angebot an kulturellen Ökosystemleistungen kann durch vorhandene Methoden ohne zusätzlichen Befragungsaufwand relativ gut erfasst werden (Nohl 2001b). Vor diesem Hintergrund können nutzerabhängige Befragungen vor Ort zusätzlich spezifische lokale Präferenzen abbilden. Die konkrete Nutzung des Angebotes an kulturellen Ökosystemleistungen durch die lokale Bevölkerung erfordert in der Regel empirische Untersuchungen.

### **3.4.3 Die Software MANUELA als Bewertungstool für das Landschaftsbild**

Die Software MANUELA ist ein EDV-gestütztes Betriebsmanagementsystem, das die Umweltleistungen eines Betriebs automatisiert mithilfe betriebsbezogener Fachinformationen bewertet (Haaren et al. 2008a). Die räumliche und schlaggenaue Verortung der Betriebsflächen erfolgt über die Verwendung eines geografischen Informationssystems mit angeschlossener Datenbank. MANUELA ist auf die Anwendung durch Landwirte und landwirtschaftliche Berater ausgerichtet und kann als Open Source-Software kostenfrei genutzt werden. Der Aufbau der Software ist modular und beinhaltet neben Modulen zur Bewertung von Biotopen, Biotopverbund, Biotopentwicklungspotenzial, Pflanzenarten,



Treibhausgasemissionen, Erosion und einem Maßnahmenplanungsmodul auch ein Modul zur Bewertung des Landschaftsbildes (Haaren et al. 2008a).

In der Software MANUELA besteht die Möglichkeit eine Landschaftsbildbewertung auf Grundlage vorhandener Daten zum Betrieb wie Schlaggeometrien und Biotopkartierungen, die in die Software geladen werden oder auf Grundlage neuer Daten, die in einer Kartierung des Betriebs erhoben werden, durchzuführen (Haaren et al. 2008b). Den einzelnen Landschaftselementen kann ein fest definierter Grundwert zugeordnet werden, der zusätzlich aufgewertet werden kann, wenn eine besonders gute Ausprägung des Landschaftselementes vorliegt. Je nach Typ der Landschaftselemente und Flächen, können unterschiedliche Eigenschaftsfelder (Breite, Länge, Mahdzeitpunkte usw.) vom Programm angeboten werden, die durch eine manuelle Eingabe der Ausprägungen dieser Eigenschaften durch den Nutzer, automatisiert von der Software MANUELA bewertet werden können (Boll et al. 2014c). Weiterhin ist es möglich, zusätzlich zu den einzelementbasierten Bewertungen, quantitative Indices für den gesamten Betrieb berechnen zu lassen, die auf den Größen, Anteilen, Anordnungen und Verteilungen von Landschaftselementen auf dem Betrieb beruhen. Die Bewertungen erfolgen auf der Grundlage programmierter Algorithmen und Verknüpfungsregeln und beruhen auf einem einheitlichen Klassifizierungs- und Bewertungssystem auf einer 5-stufigen Skala (geringer bis hervorragender landschaftsästhetischer Wert). Durch die standardisierte, elementbasierte Bewertung in MANUELA können neue empirische Erkenntnisse zu zukünftigen Ackerkulturen und Anbausystemen und sich ändernde oder regional unterschiedliche landschaftsästhetische Präferenzen relativ einfach in den Datenbanken berücksichtigt werden. Die Bewertungsergebnisse können als Text, Tabelle, Karte oder Diagramm ausgegeben werden und haben einen direkten Bezug zur Fläche bzw. zum Landschaftselement und können räumlich in einer Karte verortet werden (Haaren et al. 2008a).

Die Bewertung des Landschaftsbildes kann in die Software MANUELA als ein expertenbasiertes Verfahren implementiert werden, in dem eine nutzerunabhängige Landschaftsbildbewertung durchgeführt wird und somit ein Vergleich unterschiedlicher Betriebe in Bezug auf deren Landschaftsbild ermöglicht wird. Auf Grundlage dieser Bewertung können Landwirte ihren aktuellen Beitrag zu einem attraktiven Landschaftsbild einschätzen und durch die Umsetzung der in der Software MANUELA vorgeschlagenen Maßnahmen optimieren (Boll et al. 2014c). Dabei steht es den Landwirten frei, in welchen Bereichen sie das Landschaftsbild optimieren wollen, wie z. B. durch eine extensivere Bewirtschaftung oder durch die Anlage von neuen und landschaftsästhetisch hochwertigeren Landschaftselementen.

Probleme könnten sich bei der noch nicht implementierten aggregierenden Bewertung des Landschaftsbildes auf Betriebsebene ergeben, die in Bezug auf zukünftige Anwendungen der Software MANUELA notwendig werden könnte, wie z. B. bei Zertifizierungen oder der Einhaltung gesetzlicher Standards. Eine Aggregation einzelner Bewertungen sollte nur erfolgen, wenn keine relevanten

Informationen verloren gehen und die Aggregierung der Einzelergebnisse Sinn macht. Um die tatsächlichen Leistungen eines Betriebes in Bezug auf das Landschaftsbild honorieren zu können, ist es neben der Bewertung des Ist-Zustandes notwendig, auch die zeitliche Veränderung des Landschaftsbildes zu bewerten. Da die landschaftsästhetische Bewertung eines Betriebes stark von den naturräumlichen Gegebenheiten abhängt, wäre bei einer ausschließlichen Betrachtung des Ist-Zustandes denkbar, dass ein landwirtschaftlicher Betrieb in einer landschaftsästhetisch sehr hochwertigen Landschaft trotz einer Verschlechterung des Landschaftsbildes aufgrund seiner Bewirtschaftung positiver abschneidet als ein Betrieb, der in einer ausgeräumten Landschaft wirtschaftet und vielfältige Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchgeföhrt.

Wenn die Software MANUELA zukünftig nicht nur zur Information, sondern auch zur Einhaltung gesetzlicher oder sonstiger Standards eingesetzt wird, müssen sowohl die einzelnen Bewertungsmethoden also auch die Aggregierung und Verknüpfung von Einzelergebnissen zukünftig so verlässliche und valide Endergebnisse liefern, dass diese auch rechtlichen Überprüfungen standhalten.

## 4 Vorgehen und Methodik

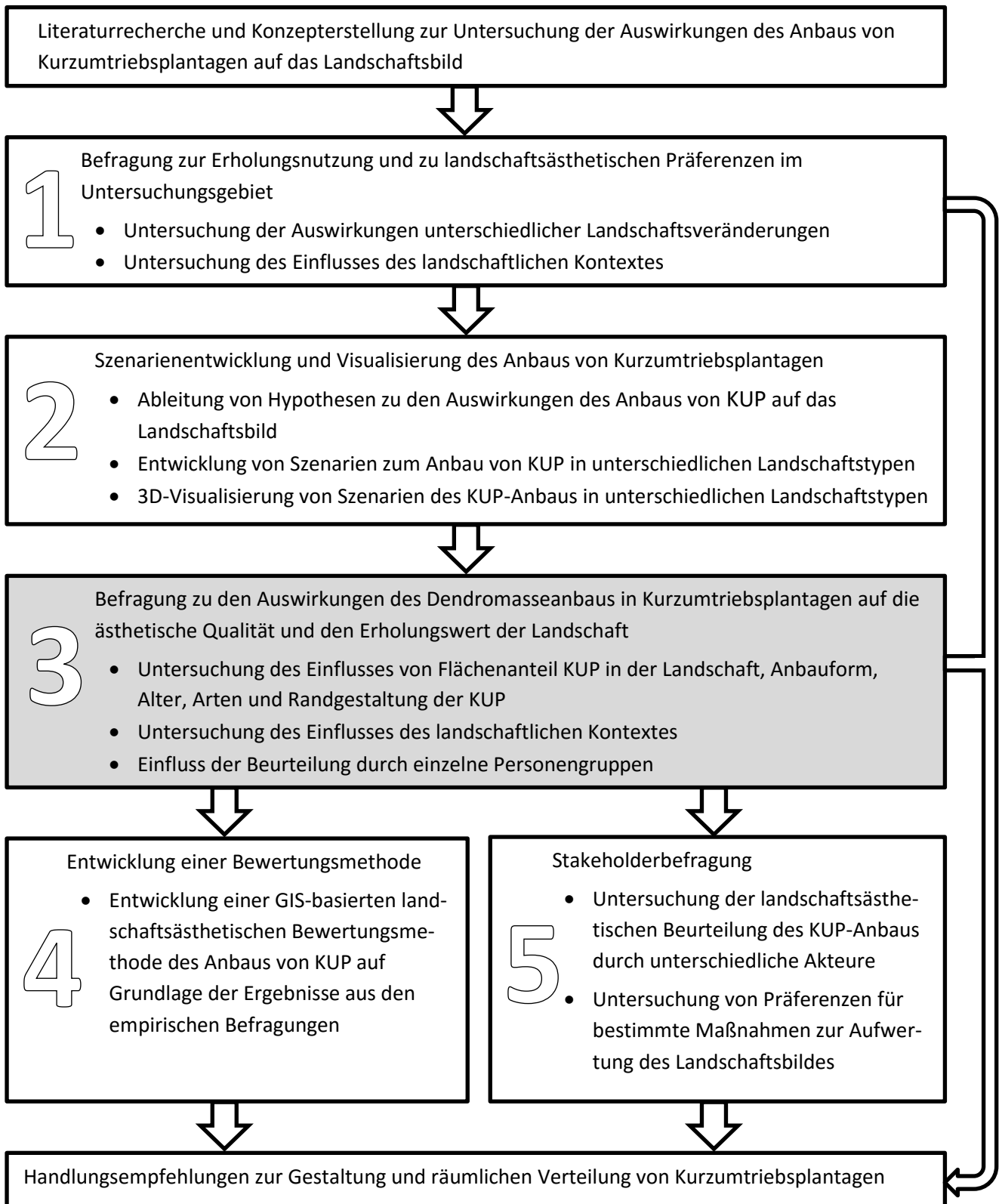
Das Kapitel stellt zusammenfassend die Vorgehensweise und den Aufbau der kumulativen Dissertation dar und gibt einen Überblick über die Methoden, die zur Beantwortung der Forschungsfragen in den einzelnen Arbeitsschritten (Kapitel 4.1 - 4.5) zur Anwendung kamen. Abbildung 5 (Seite 32) stellt das Vorgehen mit den fünf chronologischen Hauptarbeitsschritten der Dissertation zur Untersuchung der Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft schematisch dar. Die im Einzelnen angewendeten Methoden werden in den jeweiligen Artikeln detaillierter beschrieben. Die veröffentlichten Artikel werden in Tabelle 2 (Seite 33-34) den Forschungsfragen und den Arbeitsschritten zugeordnet. Die Differenzierung der veröffentlichten Artikel in wissenschaftliche Artikel und Fachveröffentlichungen wird in Kapitel 5 (Seite 43) näher erläutert.

Vor den fünf Hauptarbeitsschritten wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und ein Forschungskonzept erstellt, wie die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild untersucht werden können. Das Forschungskonzept beinhaltet drei Befragungen, in denen empirische Daten generiert wurden. Aus der ersten Befragung zur allgemeinen Erholungsnutzung und Akzeptanz von Landschaftsveränderungen (Arbeitsschritt 1) wurden Hypothesen zu den Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen abgeleitet. Auf Grundlage dieser Hypothesen konnten Szenarien des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen für unterschiedliche Landschaftstypen entwickelt und durch 3D-Visualisierungen veranschaulicht werden (Arbeitsschritt 2). Diese Visualisierungen wurden in einer zweiten Befragung zu den ästhetischen Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf Landschaftserleben und Erholung verwendet (Arbeitsschritt 3).

Die Ergebnisse der ersten allgemeinen Befragung zur Beantwortung der kontextbezogenen Fragestellungen der Dissertation und der Visualisierungsbefragung zur Beantwortung der wissenschaftlichen Hauptfragestellungen wurden in den nächsten Arbeitsschritten praxisrelevant aufbereitet. Zum einen flossen die Ergebnisse in eine nutzerunabhängige Bewertungsmethode in der Software MANUELA (Managementsystem Naturschutz für eine nachhaltige Landwirtschaft) ein (Haaren et al. 2008a), mit der die Auswirkungen des Anbaus von Dendromasse in Kurzumtriebsplantagen GIS-basiert auf Ebene landwirtschaftlicher Betriebe erfasst und bewertet werden können (Arbeitsschritt 4). Zum anderen wurden in einer weiteren Befragung die Einstellungen von Landwirten, Wissenschaftlern und Behördenvertretern gegenüber dem Dendromasseanbau untersucht. Es wurde unter anderem abgefragt, inwieweit Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen in der Praxis Akzeptanz finden und welche Maßnahmen präferiert werden (Arbeitsschritt 5).

Aus den Ergebnissen der zwei Bevölkerungsbefragungen und der Stakeholderbefragung konnten Handlungsempfehlungen für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen unter Berücksichtigung von landschaftsästhetischen Kriterien entwickelt werden. Betriebsindividuelle Handlungsempfehlungen

und Maßnahmvorschläge zur Aufwertung des Landschaftsbildes auf landwirtschaftlichen Betrieben liefert das Landschaftsbildbewertungstool der Software MANUELA.



**Abbildung 5: Vorgehen und Hauptarbeitsschritte 1-5 der Dissertation. Der Arbeitsschritt 3, in dem die wissenschaftliche Hauptfragestellung bearbeitet wird, ist grau hinterlegt.**

**Tabelle 2: Zuordnung der Forschungsfragen, der angewendeten Methoden und der veröffentlichten Artikel zu den Arbeitsschritten**

<b>Arbeitsschritt</b>	<b>Forschungsfragen</b>	<b>Methoden</b>	<b>Ergebnisse veröffentlicht in</b>
Entwicklung eines Forschungskonzeptes	Entwicklung von Forschungsfragen	Literaturarbeit	BfN Skripten, alleiniger Autor (Fachveröffentlichung 1)
1.) Empirische Befragung zur Erholungsnutzung (Kapitel 4.1)	2.) Welche Bedeutung hat die landschaftsbezogene Erholung für die Bevölkerung und welche Auswirkungen haben Landschaftsveränderungen auf die Erholungseignung?	Standardisierte Befragung in Hamburg, n= 400, statistische Auswertung mit der Software SPSS 21	PLOS ONE, Hauptautor (Artikel 1)
	a) Wie nutzt die Bevölkerung das Umland zur Erholung?		
	b) Welche Bedeutung haben landschaftlich unterschiedliche Erholungsgebiete für die Bevölkerung?		
	c) Was sind die wichtigsten Eigenschaften von Erholungsgebieten in Bezug auf deren Erholungsfunktion?		iForest, Hauptautor (Artikel 2) Naturschutz und Landschaftsplanung, Hauptautor (Fachveröffentlichung 2.1)
d) Wie werden Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Erholungsgebieten beurteilt?			
2.) Visualisierung von Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen (Kapitel 4.2)	keine eigenständigen Forschungsfragen, Methodik zu Forschungsfragen 1 a - c	Szenarientwicklung von Dendromasseausbauszenarien, Erstellung von 3D-Visualisierungen auf Basis von GIS-Grundlagendaten mit der Software Biosphere 3D und ArcGIS 10.2	Unimagazin Hannover, Co-Autor (Fachveröffentlichung 3.1) Business Geomatics, Co-Autor (Fachveröffentlichung 3.2) Projekt BEST & Bioenergieregion Göttinger Land, alleiniger Autor (Fachveröffentlichung 3.3)

## Fortsetzung Tabelle 2

Arbeitsschritt	Forschungsfragen	Methoden	Ergebnisse veröffentlicht in
3.) Befragung mit 3D-Visualisierungen (Kapitel 4.3)	1.) Wie werden Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen ästhetisch beurteilt?	Standardisierte Online-Befragung mit Hilfe von 3D-Visualisierungen, Erstellung eines Onlinefragebogens mit der Software EFS Survey, n= 628, statistische Auswertung mit der Software SPSS 21	Verlag Wiley-VCH, Hauptautor (Artikel 3)
	a) Welchen Einfluss haben dabei Flächenanteil, Anbauform, Alter, Gehölzarten und Randgestaltung der Kurzumtriebsplantagen?		
	b) Welche Unterschiede ergeben sich dabei in unterschiedlichen landschaftlichen Kontexten?		
	c) Welche Unterschiede bestehen dabei in der Beurteilung unterschiedlicher Personengruppen?		
4.) Entwicklung einer GIS-basierten Bewertungsmethode (Kapitel 4.4)	3.) Wie kann eine landschaftsästhetische Bewertung des Dendromasseanbaus unter Berücksichtigung der empirischen Ergebnisse automatisiert erfolgen?	Implementierung einer automatisierten landschaftsästhetischen Bewertung des Dendromasseanbaus (Softwaretool) auf Grundlage der Befragungsergebnisse in der GIS-basierten Software MANUELA (Open-JUMP)	Forum ifl, Hauptautor (Artikel 4)
5.) Befragung von Stakeholdern (Kapitel 4.5)	4.) Wie beurteilen Stakeholder den Anbau von Kurzumtriebsplantagen und welche Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen werden präferiert?	Standardisierte Online-Befragung von Landwirten, Wissenschaftlern und Behördenvertretern, Erstellung des Onlinefragebogens mit der Software LimeSurvey, n= 407, statistische Auswertung mit der Software SPSS 21	Verlag Wiley-VCH, Hauptautor (Artikel 5) AFZ-Der Wald, Co-Autor (Fachveröffentlichung 5.1) Joule, Hauptautor (Fachveröffentlichung 5.2) ACKERplus, Co-Autor (Fachveröffentlichung 5.3)

#### **4.1 Arbeitsschritt 1: Empirische Befragung zur Erholungsnutzung und zu landschaftsästhetischen Präferenzen im Untersuchungsgebiet**

Im Untersuchungsraum Hamburg wurde eine standardisierte Befragung (n= 400) durchgeführt. Ziel war es einerseits, die landschaftsbezogene Naherholung im Hamburger Umland für den Bereich der südlichen Metropolregion Hamburg räumlich zu quantifizieren und die Bedeutung des Hamburger Umlandes für die landschaftsbezogene Erholung der Hamburger Bevölkerung festzustellen (siehe Kapitel 5.2, Seite 54). Andererseits sollte die Akzeptanz gegenüber unterschiedlichen Landschaftsveränderungen für die untersuchten Erholungsgebiete untersucht werden (siehe Kapitel 5.3, Seite 72).

Der Untersuchungsraum ist durch intensive Stadt-Umland-Beziehungen gekennzeichnet. Im Umland ist aufgrund von starkem Bevölkerungswachstum und Flächennutzungskonflikten ein Spannungsfeld vorhanden, in dem neue Landnutzungen wie der Anbau von Dendromasse und dessen Auswirkungen auf das Landschaftsbild eine besondere Relevanz haben. In der Befragung wurden die touristisch stark genutzten Landschaften Lüneburger Heide, Harburger Berge, Elbtalau/ Elbmarsch und Altes Land untersucht. In diesen Gebieten ist eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des Landschaftsbildes zu erwarten, da sie einerseits eine besondere landschaftliche Eigenart aufweisen und andererseits eine hohe Bedeutung für die Erholungsnutzung haben. Es wurden Erholungsgebiete ausgewählt, in denen sich Landnutzung und Landschaftscharakter deutlich unterscheiden, sodass die Auswirkungen von Landschafts- und Landnutzungsänderungen auf unterschiedliche Landschaftstypen untersucht werden konnten. Die Erholungsgebiete stehen stellvertretend für die unterschiedlichen charakteristischen Landschaftstypen im Untersuchungsraum der Metropolregion Hamburg. Die Lüneburger Heide steht für den Landschaftstyp heidereiche Landschaft, die Harburger Berge für eine walddreiche Landschaft, die Elbtalau/ Elbmarsch für eine grünlandreiche Landschaft und das Alte Land für eine Obstbaulandschaft. Es wurde davon ausgegangen, dass die vier Erholungsgebiete je nach Art der Landschaftsveränderung unterschiedlich empfindlich sind.

Für die Erholungsgebiete wurden Unterschiede zwischen der Häufigkeit der Nutzung und der Beliebtheit der Gebiete ermittelt. Des Weiteren wurden die qualitativen Ansprüche an die Erholungslandschaften bestimmt. Zur Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Landschaftsveränderungen wurden die Befragten gebeten, diese ausgehend vom aktuellen Zustand der Landschaft zu beurteilen. In der Befragung wurde nicht direkt nach den Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen gefragt, da die Befragung dazu diente, Hypothesen zum KUP-Anbau aufzustellen, und davon auszugehen war, dass die meisten Befragten keine Kurzumtriebsplantagen kennen. In der Befragung wurden keine Visualisierungen verwendet, da Ergebnisse für die Landschaftsebene generiert werden sollten, auf der Spezifitäten der Einzelelemente wie Artenzusammensetzung und die Anordnung der Elemente nicht hervortreten. Durch die Verwendung bekannter Erholungsgebiete wurde sicherge-

stellt, dass die Befragten ein gedankliches Bild von diesen Landschaften hatten, auf dessen Grundlage sie einfach vorzustellende Landschaftsveränderungen beurteilen konnten.

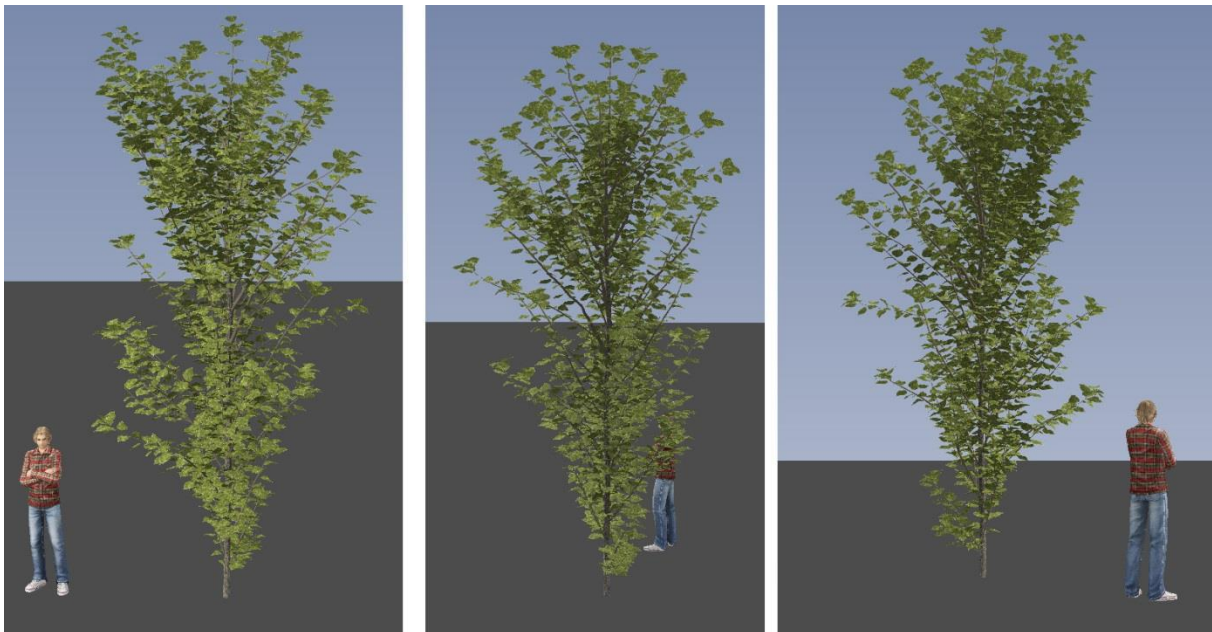
Aus den Ergebnissen konnte einerseits auf besonders wertgeschätzte Erholungsgebiete geschlossen werden, die bei zukünftigen Veränderungen des Landschaftsbildes durch vermehrten Anbau von Dendromasse in besonderem Maße berücksichtigt werden sollten. Andererseits lieferten die Ergebnisse Hinweise, wie die Erholungsgebiete ausgestaltet sein sollten und welche landschaftlichen Veränderungen abgelehnt und welche toleriert werden. Aus der Ablehnung oder Akzeptanz der untersuchten Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Landschaftstypen konnten im nächsten Arbeitsschritt Forschungshypothesen für die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen Landschaftstypen abgeleitet werden, die in die Szenarienentwicklung einfließen.

## **4.2 Arbeitsschritt 2: Szenarienentwicklung und Visualisierung von Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen**

Zur Veranschaulichung möglicher Dendromasseausbauszenarien für weite Bevölkerungsgruppen wurden Visualisierungen von unterschiedlichen Szenarien des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in unterschiedlichen Landschaftstypen erstellt (siehe Kapitel 5.4, Seite 110). Die Auswahl der untersuchten Landschaftstypen beruht auf den Ergebnissen der ersten Befragung zu den Auswirkungen von Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Erholungsgebieten. Beispielsweise lässt eine negative Beurteilung einer Zunahme an Wäldern, Hecken und kleinflächigen Gehölzen in einer bestimmten Landschaft in der ersten Befragung auch eine negative Einstellung gegenüber Kurzumtriebsplantagen erwarten. Bei unterschiedlichen Beurteilungen von Wäldern und Hecken und kleinflächigen Gehölzen wurde angenommen, dass die Auswirkungen des KUP-Anbaus je nach Anbausystem (z. B. flächig oder streifenförmig) unterschiedlich ausfallen. Die ausgewählten Landschaftstypen sind charakteristische Landschaften für Nord- und Ostdeutschland und unterscheiden sich neben der landschaftlichen Eigenart in dem Anteil und der Verteilung strukturgebender Gehölze. Die Visualisierungen wurden für die Landschaftstypen offene Ackerlandschaft, strukturreiche Kulturlandschaft, heidereiche Landschaft, grünlandreiche Landschaft und waldreiche Landschaft erstellt und auf den unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen der Fußgängerperspektive und der Vogelperspektive umgesetzt. Die zu untersuchenden Kriterien Flächenanteil und Anbauform (flächig/ streifenförmig) wurden aus der Vogelperspektive (15 m Höhe) visualisiert. Unterschiede bei Arten und Randgestaltung der Kurzumtriebsplantagen wurden aus der Fußgängerperspektive visualisiert (1,70 m Höhe). Zur Visualisierung wurde die Software Biosphere 3D genutzt, die unter Verwendung von 3D-Pflanzenmodellen eine möglichst fotorealistische und realitätsnahe 3D-Visualisierung ermöglicht. Durch eine Schnittstelle zu Geoinformationssystemen konnten die für die jeweiligen Landschaftstypen entwickelten Szenarien effizient angepasst werden. Jedem visualisierten Landschaftstyp liegt ein real existierender Land-



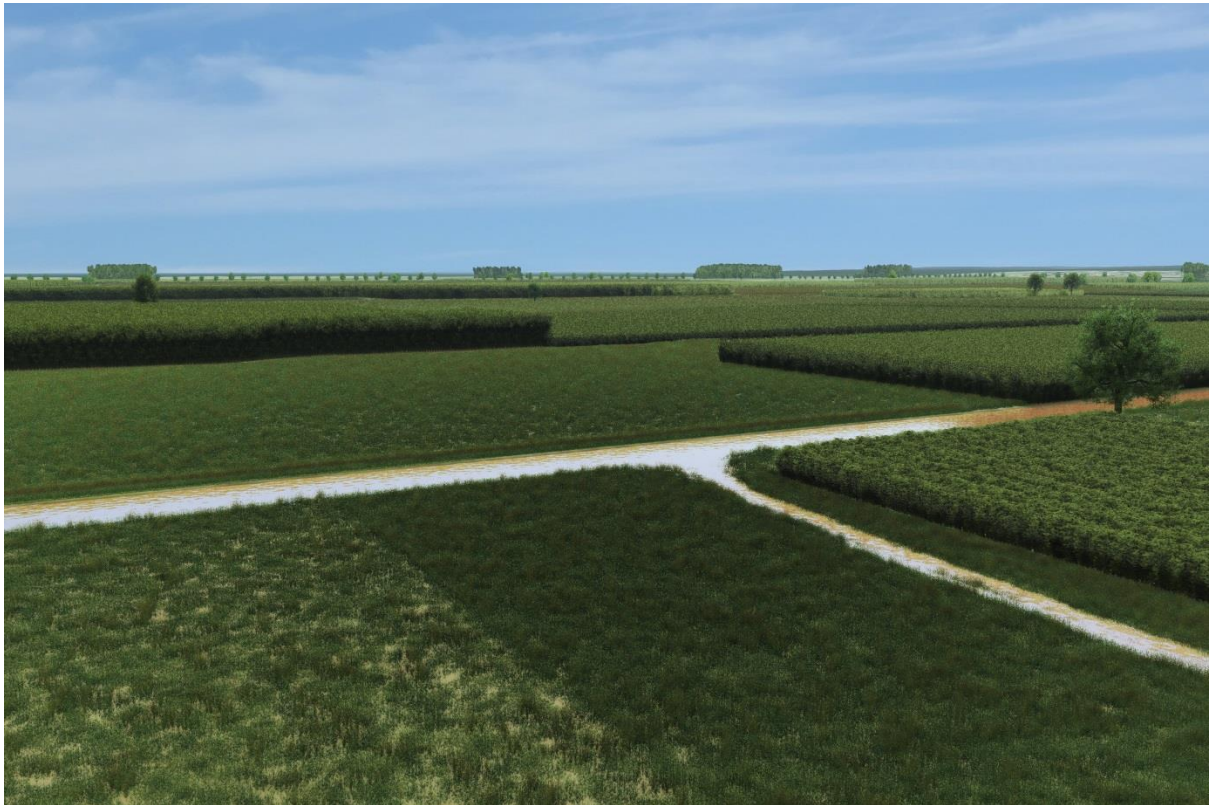
schaftsausschnitt zugrunde, der stellvertretend für einen Landschaftstyp steht. Als Grundlage für die 3D Visualisierungen der jeweiligen Landschaftstypen dienten digitale Geländemodelle und GIS-Daten zu Landnutzung und Biotoptypen. Da bei den Ackerflächen der Landschaftsausschnitte nicht auf eine räumliche Verteilung der Fruchtarten zurückgegriffen werden konnte, wurden die visualisierten Fruchtarten zufällig entsprechend der durchschnittlichen Fruchtartenverteilung in den jeweiligen Gemeinden verteilt (Statistische Ämter 2011). Die Lenné 3D GmbH erstellte dreidimensionale Pflanzenmodelle von Pappel, Weide und Robinie in unterschiedlichen Altersklassen und verteilte sie auf die in den GIS-Modellen und Szenarien vorgegebenen Flächen (Abbildung 6).



**Abbildung 6: 3D-Modell der in den Visualisierungen verwendeten Hybridpappel mit einer Höhe von 7 m (Lenné3D GmbH)**

Um nur die zu untersuchenden Faktoren zu messen und sonstige mögliche Einflussfaktoren auszuschließen, wurden alle sonstigen Einflussfaktoren in den Visualisierungen standardisiert. Das bedeutet, dass Kurzumtriebsplantagen immer mit den gleichen Eigenschaften auf den Schlägen visualisiert wurden. Bei der Untersuchung der Unterschiede zwischen den Landschaftstypen wurde als Gehölzart eine Hybridpappel gewählt, da Hybridpappeln am häufigsten in Kurzumtriebsplantagen in Deutschland gepflanzt werden (Bemmann und Knust 2010). Die KUP wurden mit einer Höhe von 7 m visualisiert, die eine KUP in der Regel im dritten Jahr erreicht (Skodawessely et al. 2010). Da die meisten KUP nach der dritten Vegetationsperiode beerntet werden (Röhle et al. 2010), ergeben sich im dritten Jahr die größten landschaftsästhetischen Auswirkungen. Das Pflanzsystem ist gekennzeichnet durch Doppelreihen mit einem Abstand von 0,75 m innerhalb einer Doppelreihe und einem Abstand von 2 m zwischen zwei Doppelreihen (vgl. Kröber et al. 2010c). Der Pflanzabstand längs in der Reihe beträgt 0,55 m. Das Vorgewende an jedem Feldende ist 10 m breit. Der Blickpunkt für die Visualisie-

rungen aus der Vogelperspektive ist in 15 m Höhe. Insgesamt wurden 30 3D-Visualisierungen aus der Vogelperspektive erstellt (vgl. Abbildung 7).



**Abbildung 7: Beispielhafte Visualisierung der grünlandreichen Landschaft mit Kurzumtriebsplantagen auf 60 % der landwirtschaftlichen Fläche in unterschiedlichen Altersstufen (Vogelperspektive in 15 m Höhe)**

Für jeden Landschaftstyp sind das 6 Visualisierungen, darunter der Status quo, 3 Szenarien mit unterschiedlichen Anteilen von Kurzumtriebsplantagen an der landwirtschaftlichen Fläche (20 %, 40 %, 60 %) und Varianten für das 60 % KUP Szenario, in denen das standardisierte flächige Anbausystem zu ‚streifenförmigem Anbau‘ und ‚unterschiedlichen Altersklassen‘ verändert wurde.

Die Visualisierungen unterschiedlicher Randgestaltungen von Kurzumtriebsplantagen wurden aus der Fußgängerperspektive visualisiert (Abbildung 8; Seite 39). Die Randgestaltungen unterscheiden sich hinsichtlich des Abstandes der Kurzumtriebsplantage zum Weg, von dem aus der Betrachter die KUP sieht (0 m, 3 m, 6 m, 12 m), der Bepflanzung des so entstehenden Randstreifens (Gras-, Blüh-, Heckenstreifen), der Höhe der KUP (2 m, 4 m, 7 m, 10 m), den Gehölzgattungen der Kurzumtriebsplantage (Pappel, Weide, Robinie), und dem Pflanzsystem (flächig/ streifenförmig). Bei den Visualisierungen aus der Fußgängerperspektive wurde das gleiche Pflanzsystem wie in der Vogelperspektive verwendet. Die Gehölzreihen in der Kurzumtriebsplantage verlaufen längs zum Weg.



**Abbildung 8: Beispielhafte Visualisierung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen mit einheimischen Heckengehölzen auf einem 6 m breiten Randstreifen (Fußgängerperspektive 1,70 m Höhe)**

### **4.3 Arbeitsschritt 3: Befragung mit 3D-visualisierten Szenarien des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen**

Die in Arbeitsschritt 2 erstellten 3D-Visualisierungen wurden in einer standardisierten Online-Befragung zu den konkreten Präferenzen und Toleranzschwellen der Bevölkerung für den Dendromasseanbau in verschiedenen landschaftlichen Kontexten verwendet (siehe Kapitel 5.4, Seite 110). Im Gegensatz zur ersten Befragung ohne Visualisierungen, in der die Befragten das Bild der jeweiligen Erholungslandschaften aus der Erinnerung abrufen mussten und die individuelle Kenntnis der Erholungsgebiete Voraussetzung war, ist die Beurteilung der Visualisierungen unabhängig von Vorkenntnissen der Gebiete möglich.

Die Befragten sollten die Visualisierungen der unterschiedlichen Szenarien für die fünf Landschaftstypen nach ihren ästhetischen Präferenzen jeweils auf einer Skala von 0-10 beurteilen. Die online-gerechte Aufbereitung der Inhalte erfolgte mit der browser-basierten Software EFS Survey (Quest-Back GmbH). Die Befragung dauerte zwischen 10-15 Minuten. Es wurden zwei Versionen der Befragung zur Auswahl gestellt; eine vollständige Version mit allen 50 Visualisierungen und eine verkürzte Version mit einer zufälligen Auswahl von 32 Visualisierungen. Die verkürzte Befragung sollte die Teilnahme-Hemmschwelle senken und richtete sich an Personen mit einem geringen Zeitbudget. In der Befragung wurde die Reihenfolge, in der die Frageblöcke der einzelnen Landschaftstypen gezeigt wurden und die Reihenfolge der Visualisierungen aus der Fußgängerperspektive zufällig für jeden



Befragten generiert, um systematische Verzerrungen durch Reihenstellungseffekte zu vermeiden (Tourangeau et al. 2012). Die Szenarien der jeweiligen Landschaftstypen wurden als logisch zusammenhängender Fragenblock in gleicher Reihenfolge nach dem Status quo des Landschaftstyps gezeigt, da eine vollständige Zufallsauswahl aller Visualisierungen die Befragten in ihrem Beurteilungsvermögen der Unterschiede zwischen den Szenarien überfordert hätte. Im Vorfeld wurden Befragungs-Pretests zur Nutzbarkeit und Verständlichkeit der Visualisierungen und des Fragebogens durchgeführt (vgl. Möhring und Schlütz 2010).

Technisch handelte es sich um eine offene Umfrage, die über einen Link zugänglich war (vgl. Bortz 2010). Bekannt gemacht wurde die Befragung über einschlägige Homepages, Newsletter und soziale Netzwerke. Besonderer räumlicher Fokus wurde bei der Bekanntmachung der Befragung auf die Modellregionen gelegt, in denen die Bewohner auch über regionale und lokale Kanäle angesprochen wurden. Zielgruppe der Befragung war die allgemeine interessierte Bevölkerung (vgl. Roth 2012). Da die Befragung nach dem Schneeballprinzip weiterverbreitet werden konnte, war eine qualitative Kontrolle der Gesamtstichprobe nicht möglich. Eine hohe Teilnehmerzahl wird in Bezug auf die ästhetischen Fragestellungen allerdings als wichtiger angesehen als eine genaue qualitative Kontrolle der Teilnehmer (vgl. Roser 2011).

Im Fragebogen wurden zusätzlich personenbezogene Daten zu Geschlecht, Alter, Postleitzahl des Wohnortes, Bildungsabschluss und Berufsfeld abgefragt. Mit diesen Angaben konnten unterschiedliche Präferenzen von einzelnen Bevölkerungsgruppen bzw. der Einfluss demographischer Variablen auf die Präferenz von unterschiedlichen Szenarien des KUP-Anbaus untersucht werden. Über die Herkunft der Befragten (Postleitzahl) und über die Angabe der eigenen ‚Heimatlandschaft‘ aus den fünf Landschaftstypen konnten regionale Unterschiede bei der Beurteilung des KUP-Anbaus untersucht werden. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS 21. Von der Gesamtstichprobe mit über 900 Personen konnten  $n=628$  in die Auswertung einfließen, da die verwendeten linearen statistischen Modelle voraussetzen, dass die einzelnen Befragten jede Visualisierung bewertet haben mussten (vgl. Bortz 2010; Hatzinger und Nagel 2009). Im Vorfeld wurden Befragungs-Pretests zur Nutzbarkeit und Verständlichkeit der Visualisierungen durchgeführt. Die Befragung war vom 07.01.2014 bis zum 16.03.2014 online erreichbar.

#### **4.4 Arbeitsschritt 4: Entwicklung einer GIS-basierten Bewertungsmethode für das Landschaftsbild auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe**

Auf Grundlage von vorhandenen Theorien und Methoden zur Bewertung des Landschaftsbildes und der Erholungsfunktion und den Ergebnissen aus der ersten Bevölkerungsbefragung in Hamburg wurde eine hypothetische Bewertungsmethode für die Auswirkungen des Dendromasseanbaus auf Landschaftserleben und Erholung erstellt (siehe Kapitel 5.5, Seite 138). Dabei wurde hauptsächlich auf der

Methode von Nohl (2001a) und auf den Bewertungskriterien der Methode von Blumentrath (2010) zur Bewertung des ästhetischen Betriebsinventars landwirtschaftlicher Betriebe aufgebaut.

Die empirischen Ergebnisse der Online-Befragung mit 3D-Visualisierungen wurden zur Weiterentwicklung, Validierung und Eichung der vorläufigen Bewertungsmethode herangezogen. Ergebnisse der Befragung wie die Bewertung verschiedener räumlicher Verteilungen und Anteile von Kurzumtriebsplantagen, die Bewertung unterschiedlicher Randgestaltungen sowie die jeweiligen Empfindlichkeiten unterschiedlicher Landschaftstypen gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen wurden in das automatisierte Bewertungsverfahren integriert. Die Bewertungsmethode unterscheidet daher zwischen unterschiedlichen Anbauformen, Arten, Alter und der Randgestaltung der Kurzumtriebsplantagen. Zusätzlich berücksichtigt die Bewertungsmethode den naturräumlichen und landschaftlichen Kontext (Landschaftstyp) und dessen Einfluss auf die Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild.

Die Bewertung des Landschaftsbildes erfolgt automatisiert unter Verwendung eines Geoinformationssystems und wurde in die am Institut für Umweltplanung entwickelte Software MANUELA integriert (Haaren et al. 2008a). Die Programmierung der Software MANUELA erfolgt als Erweiterung (Plug-In) für das Open Source-GIS OpenJUMP. Die im System vorgehaltenen Stamm-, Sach- und Geodaten werden in einer PostgreSQL-Datenbank verwaltet. Der Zugriff von OpenJUMP auf die Datenbank erfolgt über JDBC (Java Database Connectivity).

#### **4.5 Arbeitsschritt 5: Stakeholderbefragung zur Akzeptanz des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen und zur Durchführung von landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen**

Zusätzlich zu der Bevölkerungsbefragung wurde eine Stakeholderbefragung durchgeführt um die Einstellung von Landwirten, Wissenschaftlern und Behördenvertretern gegenüber dem Dendromasseanbau zu untersuchen (siehe Kapitel 5.6, Seite 147). Es wurde neben einer allgemeinen landschaftsästhetischen Beurteilung von Kurzumtriebsplantagen im Vergleich mit anderen landwirtschaftlichen Kulturen abgefragt, inwieweit Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen in der Praxis Akzeptanz finden und welche Maßnahmen präferiert werden.

Um die Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild zu untersuchen, wurden zum Vergleich die Auswirkungen von acht häufig angebauten Ackerkulturen, die sich in Form, Farbe und Höhe der Pflanzen unterscheiden, gegenübergestellt. In der Stakeholderbefragung musste aus Zeitgründen auf Visualisierungen verzichtet werden, da neben dem Themenblock Landschaftsbild andere ökonomische und soziale Themen zum KUP-Anbau abgefragt wurden. Daher konnte nur eine pauschale Bewertung der einzelnen Kulturarten durchgeführt werden, die nur im relativen Vergleich

untereinander und vor dem Hintergrund weiterer nicht berücksichtigter Einflussfaktoren interpretiert werden kann.

Zur Untersuchung der Bereitschaft der Land- und Forstwirte, Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen, wurden zehn unterschiedliche Maßnahmen vorgeschlagen, von denen sich viele als naturschutzfachliche Maßnahmen bewährt haben (vgl. BUND 2010; BfN 2010; DBU 2010). Die vorgeschlagenen Maßnahmen gehen über die derzeit geltende gute fachliche Praxis gemäß § 5 (2) BNatSchG, § 17 (2) BBodSchG und der Cross Compliance Regelung hinaus und sind daher freiwillig.

Alle Fragen wurden anhand einer fünfstufigen Skala eingeschätzt oder bewertet. In der statistischen Untersuchung wurden die 5er Likert-Skalen als intervallskalierte Skalen verwendet; d. h. es wurde eine Gleichabständigkeit der Antwortstufen angenommen (vgl. Bortz 2010). Diese Vorgehensweise ist in der sozialempririschen Forschung üblich, obwohl es sich strenggenommen um eine ordinale Skalierung handelt, und ermöglicht, Mittelwerte, Standardabweichungen und parametrische Tests für intervallskalierte Daten zu berechnen (Möhring und Schlütz 2010).

Im Fragebogen wurden zusätzlich personenbezogene Daten zu Geschlecht, Alter, Postleitzahl des Wohnortes, Bildungsabschluss und Berufsfeld abgefragt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS 21. Die Befragung war vom 15.05.2012 bis zum 19.06.2012 online erreichbar. In diesem Zeitraum konnte eine Stichprobe von 407 Personen erreicht werden. Diese beinhaltet die Berufsgruppen Landwirte, Forstwirte, Landschaftspfleger und Vertreter aus Beratung, Wissenschaft und Behörden. Bei der Angabe der Berufsgruppe waren Mehrfachantworten möglich (z. B. sind Landwirte auch oft als Forstwirte tätig oder ein Wissenschaftler ist im Nebenerwerb Landwirt).

## 5 Veröffentlichte Artikel der kumulativen Dissertation

Die Ergebnisse dieser kumulativen Dissertation sind in fünf wissenschaftlichen Hauptartikeln erschienen (Kapitel 5.2 - 5.6), in denen die einzelnen Forschungsfragen behandelt wurden und die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Dissertation generiert wurden. Zusätzlich wurden acht Fachveröffentlichungen in Fachzeitschriften und Broschüren veröffentlicht. Durch die Fachveröffentlichungen sollte ein Wissenstransfer an Akteure aus der Praxis erfolgen. Das Forschungsvorhaben AgroForNet war als transdisziplinäres Projekt angelegt, in dem zahlreiche Praxispartner vertreten waren. Durch dieses Wissenschaftsformat der engen Verzahnung von Wissenschaft und Praxis sollte gewährleistet werden, dass wissenschaftliche Ergebnisse in der Praxis wahrgenommen werden. Durch das direkte und kontinuierliche Feedback aus der Praxis konnte während der Bearbeitung des Projektes gewährleistet werden, dass neben den wissenschaftlichen Ergebnissen auch praxisrelevante Ergebnisse generiert wurden, die im Rahmen eines nachhaltigen Landmanagements umsetzbar sind. Die Fachveröffentlichungen im Rahmen dieser Dissertation dienen auch als ‚Übersetzung‘ der wissenschaftlichen Ergebnisse.

Die Fachveröffentlichungen sind im Fall von Fachveröffentlichung 1, in dem das Forschungskonzept der Dissertation vorgestellt wird, den wissenschaftlichen Artikeln vorgeschaltet und im Fall der anderen Fachveröffentlichungen zur Verbreitung der Ergebnisse an praxisorientierte Zielgruppen den wissenschaftlichen Hauptartikeln thematisch zugeordnet. Die praxisorientierten Zielgruppen der Fachveröffentlichungen bestehen aus Akteuren der Bereiche Naturschutz und Landschaftsplanung (Fachveröffentlichungen 1 und 2.1), erneuerbare Energien (Fachveröffentlichung 5.2), Forstwirtschaft (Fachveröffentlichung 5.1), Landwirtschaft (Fachveröffentlichung 5.3) und Behörden, Verwaltungen und Planungsbüros (Fachveröffentlichung 3.1). Weitere Fachveröffentlichungen richten sich an Akademiker aus anderen Fachbereichen (Fachveröffentlichung 3.1) und die allgemeine Bevölkerung (Fachveröffentlichung 3.3). Durch die Aufbereitung der Ergebnisse für unterschiedliche nicht-wissenschaftliche Zielgruppen kommt es zu inhaltlichen Überschneidungen mit den wissenschaftlichen Artikeln der Dissertation. Daher sind die Fachveröffentlichungen durch eine schwarze Umrandung und den Hinweis ‚Praxisrelevante Fachveröffentlichung‘ von den wissenschaftlichen Artikeln der Dissertation visuell zu unterscheiden. Die Dissertation kann auch ohne die an die genannten Zielgruppen aus der Praxis gerichteten Fachveröffentlichungen gelesen werden.

Die Veröffentlichungen erfolgten in den Jahren 2012 bis 2015. Da sich in dieser Zeit an den wissenschaftlichen, politischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf die behandelten Themen KUP-Anbau, Landschaftsbildbewertung, Visualisierungstechniken usw. nichts Grundlegendes geändert hat, behandeln auch die älteren Artikel die Thematik hinreichend aktuell.

In der **Fachveröffentlichung 1** (Kapitel 5.1) ‚Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme‘ wird eine Gesamtübersicht über das in der Dissertation behandelte Thema dargestellt, das Forschungskonzept entwickelt und das methodische Vorgehen in der Arbeit konkretisiert. Der Artikel wurde in den BfN-Skripten veröffentlicht und entstand im Nachgang der Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ‚Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt‘ (Boll 2012). Die methodische Schwerpunktsetzung hat sich in der Dissertation im Vergleich zu der in diesem Artikel vorgestellten Vorgehensweise leicht geändert, trotzdem gibt der Artikel einen guten Gesamtüberblick über das behandelte Thema.

In **Artikel 1** (Kapitel 5.2) ‚The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers – the Hamburg case study‘ wird die Bedeutung landschaftsbezogener Erholung für die städtische Bevölkerung am Beispiel der Metropolregion Hamburg herausgearbeitet. Um Unterschiede zwischen landschaftlich unterschiedlichen Erholungsgebieten zu untersuchen, wurden die Nutzungshäufigkeit mit den Präferenzen und den Eigenschaften der Erholungsgebiete verschnitten. Die in dem Artikel untersuchten aktuellen Ausprägungen und Präferenzen der Erholungsnutzung im Untersuchungsgebiet dienen als Grundlage zur Einordnung und Beurteilung zukünftiger Landnutzungsänderungen. Der Artikel wurde auf Englisch in der internationalen, peer-reviewten, open-access Online-Fachzeitschrift PLOS ONE veröffentlicht, die alle Wissensbereiche abdeckt (impact factor 3,73; Boll et al. 2014a).

In **Artikel 2** (Kapitel 5.3) ‚How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? – a case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region‘ wurde die Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber potenziellen Landschaftsveränderungen in durch unterschiedliche Landschaftstypen geprägten Erholungsgebieten der Metropolregion Hamburg untersucht. Aus den Ergebnissen wurden Hypothesen zu den potenziellen Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf die Erholungseignung entwickelt. Der Artikel wurde auf Englisch in der internationalen, peer-reviewten, open-access Online-Fachzeitschrift ‚iForest – Biogeosciences and Forestry‘ im Special Issue ‚Spatial information and participation of socio-ecological systems: experiences, tools and lessons learned for land-use planning‘ veröffentlicht (impact factor 1,06; Boll et al. 2014b).

Artikel 2 zugeordnet ist die **Fachveröffentlichung 2.1** (Kapitel 5.3.1) ‚Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus‘ mit der Zielgruppe Naturschützer und Landschaftsplaner, in der aus der Empfindlichkeit von unterschiedlichen Erholungsgebieten gegenüber Landschaftsveränderungen Praxisempfehlungen zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen abgeleitet werden. Der Artikel wurde in der peer-reviewten Fachzeitschrift ‚Naturschutz und Landschaftsplanung – Zeitschrift für angewandte Ökologie‘ veröf-



fentlicht, in der wissenschaftliche Arbeiten mit Bezug zur Naturschutzpraxis und anwendungsbezogene Beiträge der Themenbereiche Naturschutz, Landschaftsplanung und Landschaftspflege veröffentlicht werden (Boll und Haaren 2014).

In **Artikel 3** (Kapitel 5.4) ‚The effects of short rotation coppice on recreation and the visual landscape‘ wurden die aus Artikel 2 entwickelten Hypothesen für die Entwicklung von Dendromasseausbauszenarien für unterschiedliche Landschaftstypen verwendet. Die Präferenzen der Bevölkerung für bestimmte KUP-Anbauszenarien je nach Landschaftstyp wurden in einer standardisierten Befragung mit 3D-Visualisierungen ermittelt. Der peer-reviewte Artikel wurde auf Englisch als Kapitel in der Buchveröffentlichung des AgroForNet-Projektes ‚Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas‘ (Butler-Manning et al. 2015) beim Verlag Wiley-VCH veröffentlicht (Boll et al. 2015a).

Durch die **Fachveröffentlichung 3.1** (Kapitel 5.4.1) ‚Monotonie durch Mais?‘ erfolgt ein Wissenstransfer der zur Untersuchung von Landschaftsveränderungen durch nachwachsende Rohstoffe und Kurzumtriebsplantagen angewendeten Methoden an Akademiker aus anderen Fachbereichen. Der Artikel wurde im Unimagazin Hannover, das Berichte über ausgewählte Forschungsbereiche publiziert, in der Ausgabe ‚Räume im Wandel‘ veröffentlicht (Rode und Boll 2014).

Mit **Fachveröffentlichung 3.2** (Kapitel 5.4.2) ‚Wenn es auf dem Acker grünt‘ sollen Stakeholder aus Behörden, Verwaltungen, Planungsbüros und Wirtschaftsunternehmen, die mit Geoinformationssystemen arbeiten, über die Möglichkeiten der Verwendung von photorealistischen 3D-Visualisierungen informiert werden. Dabei steht die Erstellung von Szenarien mit der Software ArcGis und Biosphere 3D im Vordergrund. Der Artikel wurde in der Wirtschaftszeitschrift Business Geomatics veröffentlicht, in der Anwender von raumbezogenen Daten, Geoinformatik und kommunalen IT-Lösungen über Optimierungspotenziale von räumlichen und geografischen Daten in Wirtschaftsunternehmen, Industrie und öffentlichen Einrichtungen informiert werden (Lepies und Boll 2014).

Durch die **Fachveröffentlichung 3.3** (Kapitel 5.4.3) ‚Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie‘ erfolgt ein Wissenstransfer an die Bevölkerung zu den Auswirkungen des Anbaus von Bioenergiepflanzen auf das Landschaftsbild. Die Fachveröffentlichung behandelt die unterschiedliche Wahrnehmung von Bioenergie und Kurzumtriebsplantagen je nach Region. Der Artikel wurde in einer Informationsbroschüre der Energieagentur Region Göttingen ‚Bioenergie in der Region Göttingen – Wissenschaftliche Informationen für die regionale Praxis‘ veröffentlicht (Boll 2014).

In **Artikel 4** (Kapitel 5.5) ‚Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA‘ wurden die Ergebnisse aus den empirischen Befragungen verwendet um eine automatisierte Bewertungsmethodik der Software MANUELA zu entwickeln. Zusätzlich zu der Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in dem Modul Landschaftsbild wird in dem Artikel die Bewertungsmethode für die Auswirkungen des KUP-Anbaus auf die Biodiversität vorge-

stellt. Der Artikel wurde in der Schriftenreihe forum ifl des Leibniz-Instituts für Länderkunde ‚Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung‘ veröffentlicht, in der die praxisrelevanten Ergebnisse des AgroForNet-Projektes publiziert wurden (Boll et al. 2014c).

In **Artikel 5** (Kapitel 5.6) ‚Results of a stakeholder survey on the opportunities and barriers to the further establishment of short rotation coppice in Germany‘ wurde aufbauend auf den in den Artikeln 2 und 3 festgestellten Präferenzen der Bevölkerung für unterschiedliche Anbauformen von Kurzumtriebsplantagen die Akzeptanz von Landwirten in Bezug auf diese Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes untersucht. Dieser interdisziplinäre Artikel setzt zudem das Thema Akzeptanz und Landschaftsbild ins Verhältnis zu wirtschaftlichen und sozialen Aspekten des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen, die auch in der Stakeholderbefragung untersucht wurden. Der peer-reviewte Artikel wurde auf Englisch als Kapitel in der Buchveröffentlichung des AgroForNet-Projektes ‚Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas‘ (Butler-Manning et al. 2015) beim Verlag Wiley-VCH veröffentlicht (Boll et al. 2015b).

**Fachveröffentlichung 5.1** (Kapitel 5.6.1) ‚Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen‘ leistet einen Wissenstransfer an Forstwirte, indem eine differenzierte Bewertung von Kurzumtriebsplantagen nach Akteursgruppen und die Bereitschaft in der Landwirtschaft zur Umsetzung von Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen vorgestellt wird. Der Artikel wurde in der Fachzeitschrift ‚AFZ-Der Wald‘ veröffentlicht, in der die Themenbereiche Wald- und Forstwirtschaft, Waldökologie, Baumschutz und Umweltvorsorge behandelt werden (Neubert et al. 2013a).

**Fachveröffentlichung 5.2** (Kapitel 5.6.2) ‚Großes Interesse, geringer Anbau - Befragung zu Kurzumtriebsplantagen‘ leistet einen Wissenstransfer an Stakeholder aus dem Bereich erneuerbare Energien. Im Artikel wird die Einstellung von Akteuren zum KUP-Anbau im Vergleich mit anderen Ackerkulturen und Möglichkeiten zur Aufwertung des Landschaftsbildes durch Kurzumtriebsplantagen in intensiv genutzten Agrarlandschaften vorgestellt. Der Artikel wurde in der Fachzeitschrift Joule veröffentlicht, in der die Themenbereiche Agrarenergie und nachwachsende Rohstoffe für die Zielgruppe Praktiker, Händler und Entscheidungsträger in Kommunen, Handwerk und Mittelstand behandelt werden (Boll et al. 2013).

Durch die **Fachveröffentlichung 5.3** (Kapitel 5.6.3) ‚Großes Interesse, doch in der Praxis hakt’s‘ erfolgt ein Wissenstransfer an Landwirte. Es wird der Beitrag der Landwirtschaft zu einem attraktiven Landschaftsbild und Möglichkeiten zur Aufwertung des Landschaftsbildes durch Kurzumtriebsplantagen erläutert. Der Artikel wurde in der Fachzeitschrift Ackerplus veröffentlicht, die als Zielgruppe Ackerbauern und Ackerbau-Betriebe hat (Neubert et al. 2013b).

## **5.1 Fachveröffentlichung 1 (BfN-Skripten): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme**

Boll, T. (2012): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme. In: Feit, U. & Korn, H. (Bearb.), BfN (Hg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt XI - Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Bonn: BfN-Skripten (309) 2012: 185-192.

URL: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_309.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_309.pdf)

### **Einleitung und Hintergrund**

Angesichts des Klimawandels und schwindender fossiler Energieressourcen ist eine Umstellung des Energiesystems auf regenerative Energieträger unausweichlich. Unter den erneuerbaren Energien nimmt die energetische Nutzung von Biomasse mit einem Anteil von 70 % am Endenergieverbrauch derzeit mit Abstand die bedeutendste Rolle ein (FNR 2010a). Seit der Einführung des Bonus für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro-Bonus) im EEG im Jahr 2004 verändert sich durch den zunehmenden Energiepflanzenanbau die Zusammensetzung der angebauten Kulturen in der Agrarlandschaft (Schütte 2009; Wiehe et al. 2009). So wurden 2010 in Deutschland auf mehr als 1,8 Mio. ha Fläche Pflanzen für die energetische Nutzung angebaut (FNR 2010b). Das entspricht mehr als 15 % der gesamten landwirtschaftlichen Ackerfläche von 12 Mio. ha (ebd.). Dabei können sich insbesondere durch den intensiven und regional monotonisierenden Anbau von Energiepflanzen negative Effekte nicht nur aus naturschutzfachlicher Sicht ergeben. Einerseits geht der Energiepflanzenabbau mit Auswirkungen auf die biologische Vielfalt einher, andererseits führt er zu einem Wandel des Landschaftsbildes.

Bisher hat insbesondere der Anbau von hochwüchsigen Maiskulturen zu einer beträchtlichen Veränderung des Landschaftsbildes geführt und damit den Erlebniswert der Landschaft stark beeinflusst. Mittlerweile sind die Auswirkungen des Biomasseanbaus in hohem Maße Gegenstand der öffentlichen Diskussion. Bürgerinitiativen aus verschiedenen Regionen Deutschlands mit einem Schwerpunkt in Niedersachsen haben auf dieses Problem hingewiesen (vgl. Stechmesser 2011). Gerade in Regionen mit hohem Touristenaufkommen, in Naherholungsgebieten im Einzugsbereich eines Ballungsraums oder in ländlichen (Auspendler-) Gemeinden mit hoher landschaftlicher Wohnqualität haben Veränderungen der Erlebnisqualität der Landschaft auch starke wirtschaftliche Relevanz.

In Zukunft ist weiterhin von einer dynamischen Entwicklung des Energiepflanzenmarktes auszugehen, in dem auch neue Kulturarten und Anbausysteme wie Kurzumtriebsplantagen eine Rolle spielen werden. Das Deutsche Biomasse Forschungszentrum rechnet im Jahr 2020 mit einer Holzlücke von jährlich 271 PJ in Deutschland, die mit einheimischem Waldholz nicht gedeckt werden kann (Thrän et al. 2011).

## Kurzumtriebsplantagen als neue Elemente in der Landschaft

Kurzumtriebsplantagen sind eine neue Form der Produktion von holziger Biomasse (Dendromasse) auf landwirtschaftlichen Flächen, die sich an der Schnittstelle zwischen Land- und Forstwirtschaft befindet. Bei den Anbaumethoden wird größtenteils auf landwirtschaftliche Maschinen und Produktionstechniken zurückgegriffen, um durch Automatisierungsprozesse in Kombination mit schnellwachsenden Baumarten eine höhere Dendromasseproduktion als in der Forstwirtschaft zu erreichen. In Deutschland werden größtenteils Weiden- und Pappelhybride verwendet; auf sehr armen oder trockenen Standorten wird auch die Robinie gepflanzt. Bei der Verwendung der Dendromasse als Energieträger sind Umtriebszeiten von 2-4 Jahren die Regel (Skodawessely et al. 2010). Die Stockauschlagfähigkeit der Gehölze in Kurzumtriebsplantagen macht eine Neupflanzung erst nach ca. 20 Jahren erforderlich.

Insbesondere im Vergleich mit einjährigen Biomassepflanzen wie Mais haben Kurzumtriebsplantagen deutlich positivere Auswirkungen auf die verschiedenen Landschaftsfunktionen. Aufgrund der Nutzung als Dauerkultur und damit ausbleibender Bodenbearbeitung ist ein höherer Schutz gegenüber Wind- und Wassererosion gegeben. Dadurch ergeben sich auch positive Auswirkungen auf das Bodenleben, das von der Festlegung des Bodens und einer Humusanreicherung profitiert (Baum et al. 2009). Die Dünge- und Pflanzenschutzmittelverwendung ist deutlich niedriger als bei annualen Kulturen, da eine Unkrautbekämpfung und eine Düngung nur bei Bedarf und in der Regel nur im Pflanzjahr nötig sind. Insgesamt ergibt sich durch den viel geringeren Arbeitsaufwand im Vergleich zu einjährigen Kulturen eine Extensivierung der Bewirtschaftung und damit weniger Störungen durch Nutzung. Kurzumtriebsplantagen stellen ein neues Element in der Agrarlandschaft dar und können deshalb den Strukturreichtum der Landschaft erhöhen.

Das Landschaftsbild kann sich durch einen vermehrten Anbau von Kurzumtriebsplantagen stark verändern. Die Plantagen erreichen bei einer durchschnittlichen Umtriebszeit von 3 Jahren Höhen von 6-8 m, wobei die Wuchleistung je nach Standortbedingungen allerdings stark variieren kann. Die visuellen Landschaftsveränderungen beruhen zu einem großen Teil auf Sichtverschattungen durch die Gehölze. Bei einer nahen Bepflanzung entlang von Wegen kann eine Art Tunneleffekt entstehen, der die freie Sicht in die Landschaft nicht mehr zulässt. Durch die langen Ernteintervalle ergibt sich im Gegensatz zur jährlichen Ernte einjähriger Ackerkulturen ein stärkerer und abrupter Wechsel des Landschaftsbildes. Insgesamt können die visuellen Eindrücke von Kurzumtriebsplantagen stark variieren. Es ergeben sich, wie bei allen Laubgehölzen, starke jahreszeitliche Wechsel durch Blattaustrieb im Frühjahr, starkes Wachstum während der Vegetationsphase, Verfärbung und Abwurf der Blätter im Herbst und einer blattlosen Ruhephase im Winter. Zusätzlich zu den jährlichen Wechseln ergeben sich mehrjährige Intervalle in der Länge der jeweiligen Umtriebszeit. Das führt dazu, dass Kurzum-

triebsplantagen in jedem Jahr der Umtriebszeit eine andere Höhe und Dichte aufweisen (Abbildung 9).



**Abbildung 9: Kurzumtriebsplantagen verschiedener Altersstufen**

### **Forschungsansatz und Vorgehen**

Als Gesamtziel der Dissertation soll eine Methode entwickelt werden, mit der die Auswirkungen des Anbaus von Dendromasse in Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild erfasst und bewertet werden können. Dazu soll untersucht werden, inwieweit Landschaften unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber dem Anbau von Dendromasse aufweisen bzw. welche Räume durch Kurzumtriebsplantagen beeinträchtigt werden und welche Räume ästhetisch aufgewertet oder struktureicher gestaltet werden können. Die Empfindlichkeit der Landschaft wird durch die aktuelle Ausprägung der Landschaft bzw. der Bewertung des Landschaftsbildes bestimmt. Ein weiteres Kriterium der Empfindlichkeit ist die aktuelle Bedeutung für die Erholung, u a. die Häufigkeit der Nutzung durch Erholungssuchende. Neben der Empfindlichkeit unterschiedlicher Landschaften ist die Ausprägung der Kurzumtriebsplantagen an sich von Bedeutung, insbesondere die Größe und Form, das Anbausystem, die angebauten Gehölzarten, die Umtriebszeit und die Randgestaltung der Plantage. Die Ausprägung der Kurzumtriebsplantage und der Landschaftsraum, in dem diese angebaut wird, beeinflussen sich dabei gegenseitig.

## Einführende Fachveröffentlichung

Das Gesamtforschungskonzept beruht auf einem nutzerabhängigen und einem nutzerunabhängigen Teil. In dem nutzerabhängigen Teil wird durch empirische Befragungen festgestellt wie Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Dendromasse ästhetisch bewertet werden. Von Interesse ist dabei, welche Bewertungsunterschiede sich in unterschiedlichen landschaftlichen Kontexten ergeben, ob es Unterschiede in der Bewertung einzelner Personengruppen gibt und ob es einen Unterschied in der Bewertung zwischen städtischen Erholungssuchenden und lokaler Bevölkerung ergibt. Neben rein visuellen Gründen der Akzeptanz bzw. Ablehnung von landschaftlichen Veränderungen durch den vermehrten Anbau von Dendromasse auf landwirtschaftlichen Flächen sollen Korrelationen mit vorhandenem Wissen der Befragten über Biomasse und deren Einstellungen gegenüber der Biomassenutzung untersucht werden. Dabei soll überprüft werden, ob Wissen über die Nutzung und Verwertung von Dendromasse die Akzeptanz und Bewertung von Kurzumtriebsplantagen beeinflusst. Zusätzlich sollen Unterschiede zwischen Einstellungen und Bewertungen durch die urbane auf der einen und die ländliche Bevölkerung auf der anderen Seite erfasst und berücksichtigt werden.

In dem nutzerunabhängigen Teil sollen Landschaften in Bezug auf ihre Eignung zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen aus landschaftsästhetischer Sicht untersucht werden. Es soll flächendeckend eine Aussage getroffen werden, inwieweit ein Landschaftsraum für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen geeignet ist und welche Auswirkungen ein potenzieller Anbau auf das Landschaftsbild hat. Die nutzerunabhängige Bewertungsmethode soll GIS-basiert und automatisiert erfolgen. Die Ergebnisse der empirischen Befragungen sollen anschließend in die nutzerunabhängige Bewertungsmethode integriert werden, um die Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft umfassend bewerten zu können. Der nutzerabhängige Teil dient dazu, das stark subjektive Landschaftsempfinden auf eine breite empirische Grundlage zu stellen, während der nutzerunabhängige Teil das Grundgerüst der Bewertungsmethode bereitstellt. Anwendung kann die Bewertungsmethode sowohl in Naturschutz- und Planungsbehörden finden, um die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf regionaler Ebene zu analysieren als auch bei individuellen Landwirten, die ihren Betrieb in Bezug auf das Landschaftsbild optimieren wollen.

In einem ersten Schritt wurde in einer standardisierten Befragung die Hamburger Bevölkerung über die Nutzung des Umlandes zu Erholungszwecken befragt. Durch die Untersuchung von Stadt-Land-Beziehungen, die durch eine starke Erholungsnutzung des Umlandes durch die Stadtbevölkerung gekennzeichnet sind, sollen Gebiete identifiziert werden, die aufgrund ihrer Ausprägung und hohen Bedeutung für die Erholungsnutzung als besonders empfindlich gegenüber Landschaftsveränderungen einzustufen sind. Dazu sollen die qualitativen Ansprüche an die Erholungslandschaften bestimmt werden sowie die Auswirkungen von Veränderungen der Landschaftsqualitäten auf das Freizeitverhalten festgestellt werden. Die Befragung wurde im Frühjahr 2011 in verschiedenen Hamburger



Stadtteilen durchgeführt. Die Auswahl der Befragten erfolgte zunächst nach dem Zufallsprinzip und wurde im Verlauf der Befragung gezielter auf unterrepräsentierte Bevölkerungsgruppen ausgerichtet um eine möglichst repräsentative Stichprobe für die Bevölkerung der Stadt Hamburg zu erreichen. Die Größe der Stichprobe beträgt 400 Personen von denen 193 männlich (48,3 %) und 207 weiblich (51,7 %) sind. Die Befragten wohnen in Hamburg oder dem Hamburger Umland, welches die direkt angrenzenden Landkreise in der Metropolregion Hamburg umfasst.

### Potenzielle Konfliktgebiete für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen in der Modellregion Hamburg

Die Modellregion südliche Metropolregion Hamburg (Landkreise Harburg, Lüneburg, Soltau-Fallingb. und Uelzen) ist durch starkes Bevölkerungswachstum gekennzeichnet, was in Kombination mit hohem Landverbrauch und gesteigertem Energiepflanzenanbau zu Zielkonflikten bei der Flächennutzung führt. Eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung für das Umland hat die Naherholungsnutzung durch die Hamburger Bevölkerung. Die wichtigsten Erholungsgebiete in der südlichen Metropolregion Hamburg sind die Lüneburger Heide, die Harburger Berge, die Elbtalau/Elbmarsch und das Alte Land (Abbildung 10), wobei die Lüneburger Heide und das Alte Land eine deutlich höhere Bekanntheit und Beliebtheit in der Hamburger Bevölkerung erreichen als die Harburger Berge und die Elbtalau/Elbmarsch.

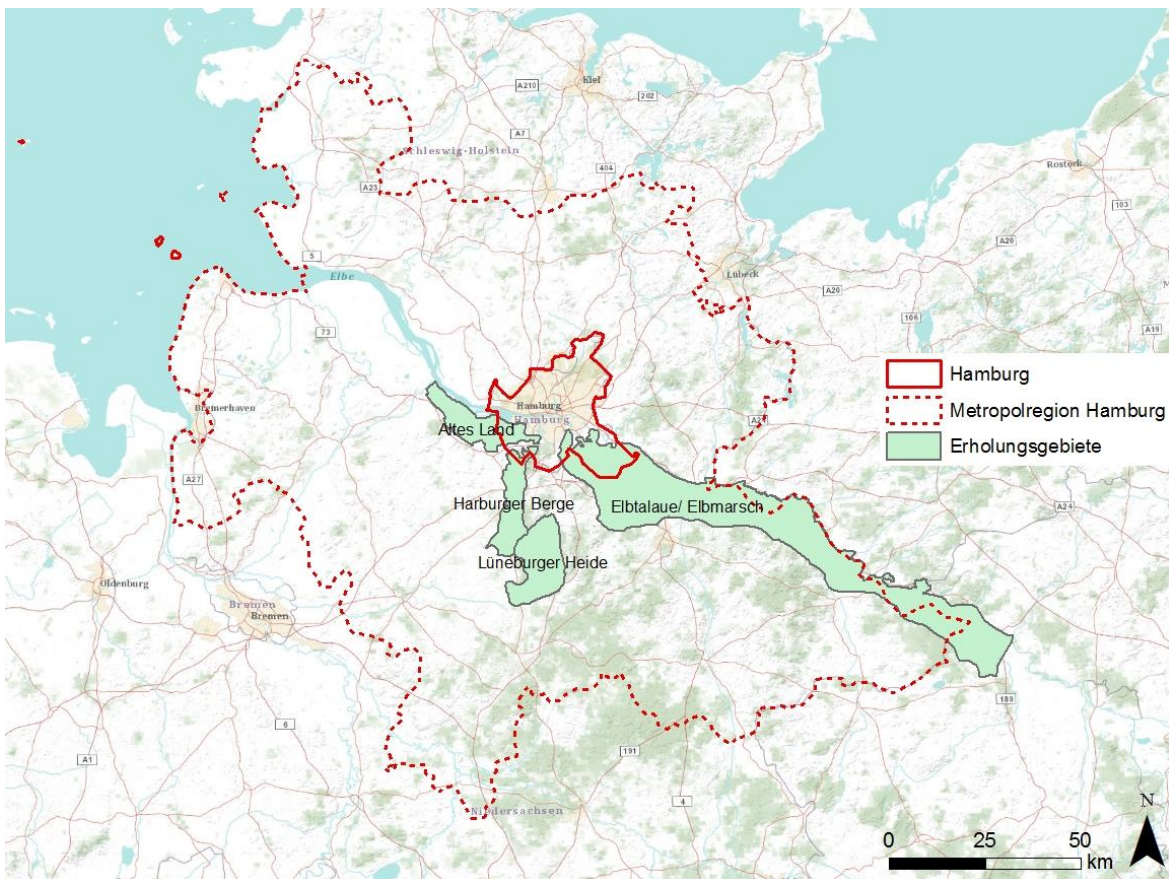
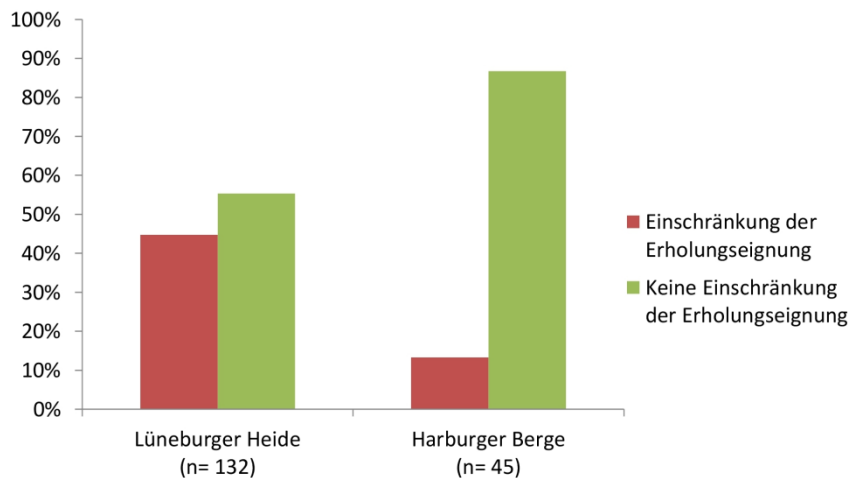


Abbildung 10: Lage der wichtigsten Erholungsgebiete in der südlichen Metropolregion Hamburg

## Einführende Fachveröffentlichung

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild ist entscheidend, wie der Verlust von Offenlandschaft und die Zunahme von gehölzbestandenen Flächen beurteilt wird. Dabei werden Kurzumtriebsplantagen je nach Alter und Anbauform eher als Wald, Hecke oder kleinflächige Gehölze wahrgenommen oder im Pflanzjahr bzw. nach der Ernte als konventionelle Ackerkultur. In Bezug auf mögliche Veränderungen in den jeweils bevorzugten Erholungsgebieten wurden in der Befragung deutliche Unterschiede festgestellt. Eine Waldzunahme zu Lasten von Offenland und eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen wird zwar in allen Gebieten von der Mehrheit der Befragten nicht als Einschränkung der Erholungseignung gesehen. Bei der Beurteilung einer Waldzunahme ergeben sich für die einzelnen Erholungsgebiete jedoch signifikante Unterschiede. In der Lüneburger Heide wird eine Zunahme des Waldanteils zu Lasten des Offenlandanteils z. B. deutlich kritischer gesehen als in den Harburger Bergen (Abbildung 11).

Auch bei der Beurteilung einer Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen ergeben sich zwischen den Erholungsgebieten signifikante Unterschiede; eine Heckenzunahme wird allerdings anders als eine Waldzunahme beurteilt. In der Elbtalaue/Elbmarsch z. B., in der eine Waldzunahme relativ gesehen negativ bewertet wird, stößt eine Zunahme von Hecken und Gehölzen hingegen auf die geringsten Widerstände.



**Abbildung 11: Beurteilung einer Waldzunahme zu Lasten von Offenlandschaft in der Lüneburger Heide und den Harburger Bergen**

## Synergien und Konflikte zwischen Erholungseignung und Naturschutz

Nach der naturschutzfachlichen Bewertung der Landschaften in Deutschland (BfN 2007) wird die Lüneburger Heide als besonders schutzwürdige Landschaft und die Elbtalaue/Elbmarsch als schutzwürdige Landschaft bewertet; die Harburger Berge und das Alte Land stellen dagegen Landschaften mit geringer naturschutzfachlicher Bedeutung dar. Es zeigt sich, dass durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen sowohl aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes als auch in der Beurteilung durch die Erholungssuchenden positive Auswirkungen möglich sind und Synergien entstehen können. Ein Beispiel ist die Elbtalaue/ Elbmarsch, für die als Zielvorstellung für naturschutzfachliche Landschaftsleit-



## Einführende Fachveröffentlichung

bilder u. a. die Anlage von Hecken, Gebüschgruppen und Feldgehölzen in den landwirtschaftlich genutzten Teilen empfohlen wird (vgl. Finck 1997, 2002). In diesem Gebiet sehen über 80 % der Erholungssuchenden keine Einschränkung der Erholungseignung des Gebietes durch die Anlage von Hecken und kleinflächigen Gehölzen. Da eine Etablierung von Waldbeständen allerdings deutlich negativer bewertet wird, bedeutet das gleichzeitig, dass bei einer möglichen Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in der Elbtalau/Elbmarsch besonders auf die Größe und Form der Plantagen geachtet werden sollte und eine Anlage im Hinblick auf das Landschaftsbild und den Erholungswert der Landschaft kleinflächig und streifenförmig erfolgen sollte. Aus naturschutzfachlicher Sicht wird für den extrem waldarmen Naturraum allerdings auch eine Neubegründung von Wäldern durch Sukzession, insbesondere von Au- und Bruchwäldern, vorgeschlagen (ebd.).

In der Lüneburger Heide, in der sowohl eine Waldzunahme als auch die Erhöhung des Heckenanteils im Vergleich mit den anderen Erholungsgebieten am negativsten beurteilt wird, ergeben sich Synergien mit dem Naturschutz, da es im Hinblick auf die biologische Vielfalt von hoher Bedeutung ist, die Heide- und Magerrasenbiotope von Gehölzen freizuhalten. Konflikte zwischen dem Erholungswert der Landschaft und dem Naturschutz könnten sich allerdings in waldreichen Gebieten wie den Harburger Bergen ergeben, in denen der Waldanteil schon jetzt über 50 % liegt. Hier spricht aus Sicht der Erholungssuchenden nichts gegen eine Erhöhung des Waldanteils. Der Naturschutz tendiert in waldreichen Gebieten allerdings eher dazu, die noch vorhandenen Offenlandflächen zu erhalten.

### Weiteres Vorgehen

Nach der ersten Befragung, die eine grobe Abschätzung der Akzeptanz von Landschaftsveränderungen in Erholungsgebieten durch Kurzumtriebsplantagen erlaubt, ist es notwendig, in einem weiteren Schritt die Reaktionen der Bevölkerung auf verschiedene Formen des Dendromasseanbaus in unterschiedlichen Ausmaßen, Verteilungen und räumlichen Kontexten zu untersuchen. Die Meinungen und Interessen von Bürgern und Tourismusstakeholdern werden in Befragungen und Interviews erfasst. Dabei müssen der Bevölkerung potenzielle Landschaftsveränderungen möglichst verständlich und realitätsnah visualisiert werden, da Kurzumtriebsplantagen als neues Element in der Landschaft den meisten Leuten nicht bekannt sind. Dazu werden 3D-Visualisierungen verschiedener Szenarien des Dendromasseanbaus erstellt und in anschließenden empirischen Befragungen verwendet. Die Visualisierungen sollen auf unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen von der Schlagebene bis zu Landschaftseindrücken auf regionaler Ebene erstellt werden.

Die Untersuchungen sind Teil des Verbundprojektes AGROFORNET („Nachhaltige Entwicklung ländlicher Regionen durch Vernetzung von Produzenten und Verwertern von Dendromasse für die energetische Nutzung“), das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung in dem Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Landmanagement“ gefördert wird.

## 5.2 Artikel 1 (PLOS ONE): The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers – the Hamburg case study

Boll, T.; Haaren, C. v.; Ruschkowski, E. v. (2014): The Preference and Actual Use of Different Types of Rural Recreation Areas by Urban Dwellers – the Hamburg Case Study. In: PLOS ONE 9 (10), S. e108638. DOI: 10.1371/journal.pone.0108638.

URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0108638>

### Abstract

In the wake of urbanisation processes and the constitution of metropolitan regions, the role of the city's rural surroundings is receiving more attention from researchers and planners as rural areas offer various (cultural) ecosystem services for the urban population. Urban dwellers increasingly desire recreation and landscape experience. Although this need for recreation is generally recognized, few studies have focused on the question of people's preferences for certain types and characteristics of outdoor recreation areas in relation to the frequency of use. In order to acquire baseline data on this subject, the main objectives of this study were to explore recreation preferences of urban dwellers and the relation between actual use and perceived value of recreation areas in a case study in the Hamburg Metropolitan Region (Germany). In a social survey, Hamburg residents (n= 400) were asked about their preferences and use of four important regional recreation areas with different landscape characteristics in face-to-face interviews in different locations in the city. We found that both outdoor recreation within and outside of the city were fairly or very important for more than 70 % of the questioned urban dwellers. Interestingly, the preference for a recreation area outside of the city did not depend on the frequency of use, which indicates that certain recreation areas had a symbolic value besides their use value. When people were questioned on the characteristics of recreation areas, perceived naturalness was found to be strongly related to preference. Respondents considered the diversity, uniqueness and naturalness of the landscape to be far more important than the accessibility of the recreation areas and the provision of service facilities.

### Introduction

Rural and natural areas in or near metropolitan regions fulfil various functions for the urban population and offer ecosystem services. They provide drinking water, support the regional supply of food as well as renewable energies from wind, water, solar and biomass, regulate and improve the regional climate, mitigate flood risks, contribute to regional identity, and function as recreational area for the urban population (Grunewald & Bastian 2012; Klos et al. 2008; Plieninger et al. 2013). The provision and availability of cultural ecosystem services like recreation and landscape experience can be considered an important location factor in the context of globalisation and cities' competition for

new inhabitants, a skilled work force, and tourists (OECD 2007). Both parks and green spaces within city limits and the availability of nearby open spaces or landscapes contribute to a healthy living environment for the urban population (Croucher et al. 2007; Waltert et al. 2011; Schipperijn et al. 2010). There are many positive effects of urban green spaces on human well-being. Living in a greener area for example has a significant effect on mental distress and life satisfaction (White et al. 2013; Matsuoka & Kaplan 2008). People who live in urban areas with more green space tend to report superior well-being than city dwellers without parks, gardens or other green spaces nearby (White et al. 2013).

In many cases, urban green spaces cannot completely fulfil the recreational needs of urban dwellers (Baur et al. 2013). Surrounding rural areas with high aesthetic qualities are important recreational areas not only for day trips, but also for weekend recreation. As rural areas often lag behind urban areas economically, infrastructure may be missing. Establishing a recreational infrastructure with specific services for urban recreationists (e. g. restaurants) may provide added value to these areas. Both landscape-related characteristics (landscape aesthetic qualities) and infrastructure and service-related characteristics are relevant for recreational services. Characteristics that are important to describe landscape aesthetic qualities are diversity, uniqueness and naturalness. These characteristics are used in the German Federal Nature Conservation Act (BNatSchG) to describe the value of landscape aesthetics. They are also used for inventorying and assessing landscapes in landscape planning as legally mandated for in the same law (SächsNatSchG; Gruehn und Roth 2008). Besides the landscape's aesthetic qualities, place attachment is an important characteristic to identify the personal relationship to the recreation area (Scannell und Gifford 2010; Florek 2011). Service-related characteristics of recreation areas comprise accessibility, food services, and information services. Hence, understanding the recreational preferences of urban dwellers is of importance to rural municipalities and also to regional and environmental planners as infrastructure and service development could be tailored to the expectations of the users and increase urban-rural interactions in metropolitan regions (Soini et al. 2012; van den Berg et al. 2006). More importantly, on the one hand, understanding how and why recreational areas are used could help to develop recreational qualities and infrastructures. On the other, understanding the intrinsic value of a landscape and the bond between the urban population and rural landscapes could serve as a basis for developing urban-rural landscape policies, including land stewardship schemes or activating engagement of urban citizens when competing land uses endanger rural recreational quality.

While the recreational use of areas such as national parks or other protected landscapes has been more or less under constant observation – mainly to mitigate the negative impact of recreational uses on natural resources (Ruschkowski et al. 2013; Pröbstl et al. 2010) – rural landscapes for daily or weekend recreation do not receive the same amount of attention, meaning that there is a lack of

reliable data. Although general surveys on recreational activities are carried out in some countries (Bateman et al. 2013), they do not provide relevant data for planners, government agencies, and other institutions. This lack of data becomes even more obvious when site-specific or activity-related knowledge is concerned. Existing local planning concepts mostly focus on facility-related recreation and sports (Klos et al. 2008) and studies concentrate on urban parks (Chiesura 2004; Baur et al. 2013). Overall, comparative knowledge concerning the perceived importance and actual use of recreation areas by urban dwellers is very limited.

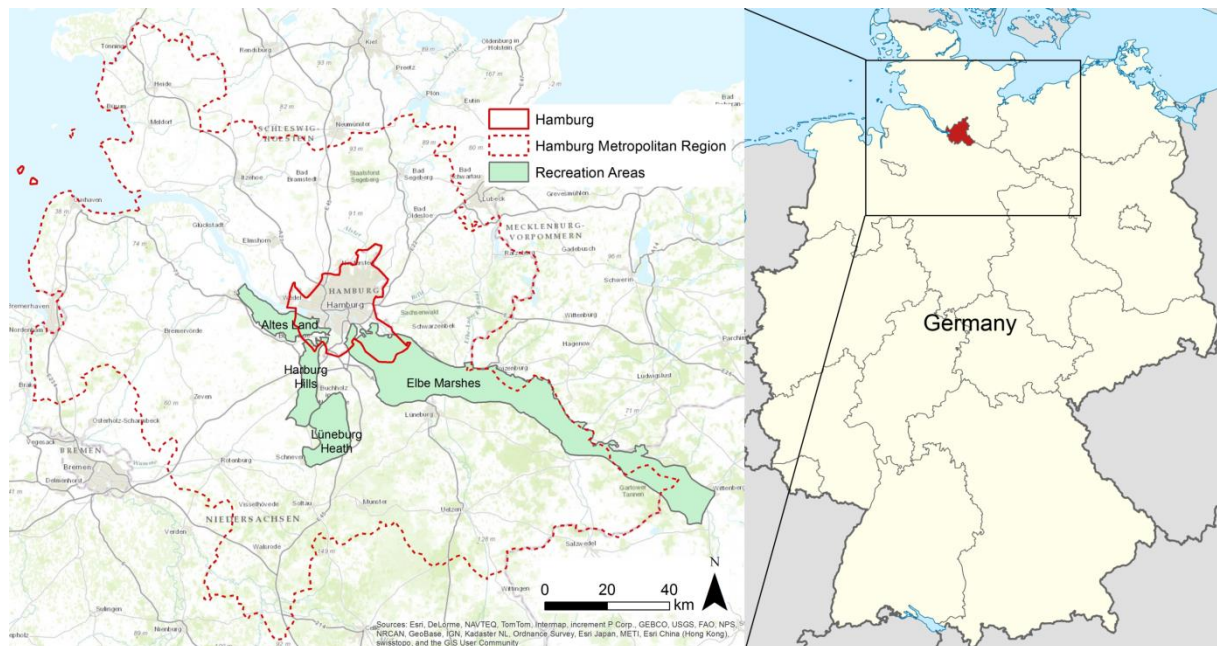
In order to address the lack of relevant knowledge, the main objectives of the study were to explore recreation preferences of urban dwellers and the relation between actual use and perceived value of recreation areas. The following research questions were examined in detail in a case study in the Hamburg Metropolitan Region:

- How important is outdoor recreation for urban dwellers and where do they carry out recreational activity?
- What is the relation between preference and actual use of recreation areas?
- Which are the most important characteristics of recreation areas?
- How do people evaluate the importance of landscape-related characteristics compared to infrastructure and service-related characteristics?
- How do socio-demographic factors influence outdoor recreation behaviour?

The southern part of the Hamburg Metropolitan Region was chosen as case study because it represents a very diverse urban-rural context. While Hamburg is a big, economically vibrant and dense city with 1.8 million inhabitants, which creates a high recreational demand on the surrounding areas, the surroundings are very rural and include many different landscape types. Though the city of Hamburg itself has the highest regional gross domestic product (GDP) in Germany and the fifth highest in Europe, the NUTS2 region Lüneburg directly adjacent to Hamburg's southern borders is below European average. This strong economic imbalance between urban and rural areas in the region makes the rural areas economically dependent on Hamburg. An important aspect of improving economic performance in the rural areas is to attract more tourists and recreationists (MW 2007).

Due to the metropolitan region's size, the study focuses on its southern part, in which four major recreation areas adjacent to the city were identified by expert discussion: Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land (Abbildung 12, Seite 57). The natural characteristics of the landscapes and forms of land use are very different among the four recreation areas. Therefore, all recreation areas have a unique landscape character (Tabelle 3, Seite 57-58). While the Lüneburg Heath, the Altes Land and in parts the Elbe Marshes are well-known historical cultural landscapes (Burggraaff & Kleefeld 1998), the Harburg Hills are not well-known as cultural landscapes. The North Sea coast, certainly a major day-trip recreational destination, was excluded from the study. Instead, we

concentrated on regions where the potential of human-introduced landscape changes to support recreation and tourism is much higher. At the North Sea coast, which is a national park and a world heritage site, only few human-induced changes are permitted.



**Abbildung 12: Location of the recreation areas in the Hamburg Metropolitan Region. The four tested recreation areas were the Lüneburg Heath, the Harburg Hills, the Elbe Marshes and the Altes Land**

**Tabelle 3: Characteristics of the Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land recreation areas**

<sup>1</sup> Classification of landscape types by the German Federal Agency for Nature Conservation (BfN)

<sup>2</sup> protected areas include biosphere reserves, special areas of conservation, special protection areas, nature reserves and landscape protection areas (2010)

Recreation area	Landscape type <sup>1</sup> and individual description	Relevance for tourism and recreation	Cumulative share of protected areas <sup>2</sup>	Distance from Hamburg
<b>Lüneburg Heath</b>	Forest landscape rich in heathland and nutrient-poor grassland; dynamic relief for northern Germany due to glacial processes in the ice ages (up to 169 m); poor, dry and sandy soils, few arable lands, mostly heathland and pine forests	Important tourist destination in northern Germany, heathland of international importance, oldest and largest nature reserve in Lower Saxony	78.22 %	Longest distance from Hamburg, approx. 1 h by car

**Fortsetzung Tabelle 3**

<b>Recreation area</b>	<b>Landscape type<sup>1</sup> and individual description</b>	<b>Relevance for tourism and recreation</b>	<b>Cumulative share of protected areas<sup>2</sup></b>	<b>Distance from Hamburg</b>
<b>Harburg Hills</b>	Forest landscape; dynamic relief for northern Germany due to glacial processes in the ice ages (up to 150 m); few waterbodies, mostly coniferous forest, few natural forests, few protected areas	First range of hills and forest area south of Hamburg, popular local recreation area (e. g. walking, riding mountain biking)	7.55 %	Adjacent to the southern districts of Hamburg
<b>Elbe Marshes</b>	Open cultural landscape rich in meadows; floodplain of the Elbe river; many waterbodies, widespread agriculture (mostly meadows, in parts extensive), few forests	Partly belongs to the 'Elbe Valley' biosphere reserve, important tourist destination (e. g. cycling)	43.5 %	Adjacent to the south-eastern districts of Hamburg, partly within Hamburg
<b>Altes Land</b>	Orchard-dominated landscape; flat land adjacent to the Elbe river, protected by dykes; intensive agriculture on fruit plantations and meadows	Largest continuous fruit cultivation area of Central Europe, well-known and popular cultural landscape throughout Germany	12.17 %	Adjacent to the south-western districts of Hamburg, partly within Hamburg

## **Research design and methods**

### **Ethics statement**

The survey was carried out in accordance with legal requirements and was reviewed and approved by the Institute of Environmental Planning and its executive director. At the time of the survey there was no ethics committee at the Leibniz University of Hannover and no further approval was needed to conduct the survey. The survey was voluntary, anonymous and did not include controversial questions. At the beginning of the survey all respondents were informed that the survey was anonymous and the data would only be used for research purposes including publications. All respondents were asked if they agreed and if they wanted to participate in the survey. Oral consent of participants was documented on the questionnaire. People who did not give oral consent were not interviewed.

### **Questionnaire**

The questionnaire consisted of three parts with closed questions (Appendix 1). Part one focused on general recreational behaviour and frequency of use. Respondents had to specify on a five-point scale whether their outdoor recreation takes place within or outside of the city (Question 1a) and

how important each of these areas was to them (Question 1b). The second part dealt with the four study recreational areas: the Lüneburg Heath, the Harburg Hills, the Elbe Marshes, and the Altes Land. For each area, the same set of questions about area knowledge and frequency of use was asked (Questions 2a-d). Additionally, participants had to identify their favourite area of those four. The frequency of use was measured on a scale from 'never' to 'weekly'; frequent users were later defined as those who visited the area(s) at least on a monthly or a weekly basis. The correlation between the variables 'area knowledge', 'recreation area visited at least once', 'preferred recreation area', and 'frequency of use' were analysed for all four recreation areas. The third part of the survey addressed the characteristics of respondents' favourite recreation areas (Questions 3a-b). The sub-samples thus varied according to the preference for the areas (n= 138 for the Lüneburg Heath, n= 137 for the Altes Land, n= 75 for the Elbe Marshes, n= 50 for the Harburg Hills). The limitation of one recreation area per respondent was chosen because pre-tests revealed that many people did not know all four recreation areas.

Respondents had to assess the recreation areas based on the criteria diversity, uniqueness, naturalness, place attachment, accessibility, food services, and information services. The criteria are subject to the personal situation and the preferences of the participants. While the individual perception of the landscape influences the assessment of diversity, uniqueness and naturalness, accessibility relies on factors such as the availability of a car or public transit. Each criterion was assessed on a 5-point Likert scale (from very low to very high). Questions that respondents could not answer were defined as missing values and not included in the respective analysis. Finally, the socio-demographic variables age, gender, education and place of residence were collected from the participants.

### **Survey**

The study was designed as a quantitative face-to-face survey and was conducted by five researchers and students of the Leibniz University of Hannover. Survey participants were initially selected on a random sample basis at 12 different locations on 6 different survey days in Hamburg. Interviews were conducted during the week and at the weekend at times from 8 am to 8 pm. Later, in a supplementary round of interviews, the sample was stratified in order to increase participation of underrepresented population groups in terms of age and gender to achieve improved representativeness for Hamburg's population (Dockerty et al. 2009). The desired sample size was set to n= 400 to generate reliable results. The interviews lasted about 10 minutes. Respondents were shown answer cards after each question in order to improve understanding and rating. The answer cards included the possible answers to the closed questions with a five point Likert scale to illustrate equal distances among rating categories. As knowledge about the rural recreation areas around Hamburg was a prerequisite to assess their characteristics, the questionnaire contained a filter question to sort out non-

residents, e. g. visitors to Hamburg. We addressed more than 1000 people in order to achieve a sample of 400. The main reasons for not taking part in the survey were lack of time and disinterest.

The term 'outdoor recreation' needed to be clarified to respondents to ensure a common understanding. It was explained as 'recreational activities that take place outdoors, like taking a walk, running, horseback riding, etc., where the attractiveness of nature and landscape plays an important role' at the beginning of the survey. The survey distinguished between outdoor recreation within Hamburg and outside of Hamburg. Recreation areas within Hamburg include parks and public green spaces like the Alster Lake and Planten & Blomen Park. Outside of Hamburg we focused on the four above mentioned recreation areas.

### **Statistical analysis**

The IBM SPSS Statistics 19 software was used for data entry and analysis. Answers on a five-point rating scale were analysed with methods for interval-scaled data (Hadler 2005). Correlations between variables were analysed using Pearson's correlation coefficient ( $r_p$ ). Assessment of criteria among recreation areas were analysed using one-way ANOVA (F). Pearson's chi-squared test ( $\chi^2$ ) was used to test the representativeness of the sample for Hamburg's total population.

## **Results**

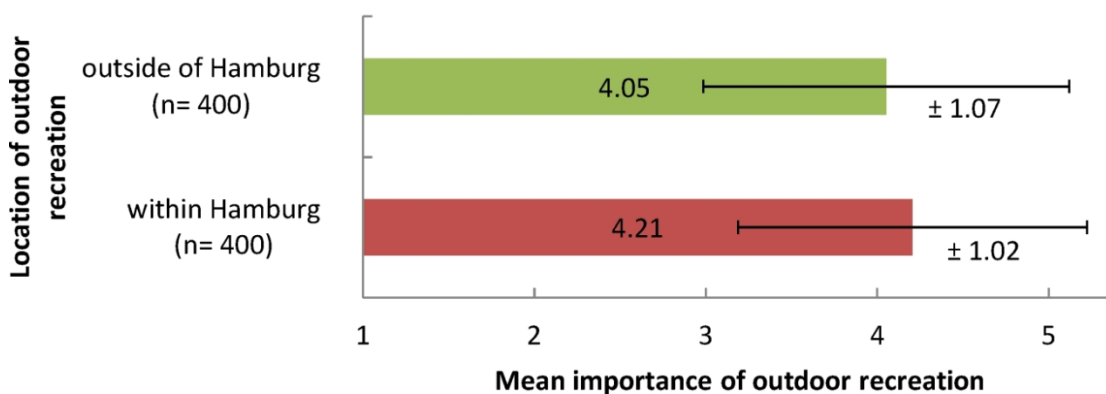
### **Sample characteristics**

The sample was representative for Hamburg's population in terms of the socio-demographic variables age and gender, while it was not representative for education and residential district (Destatis 2010). The gender balance was 51.7 % female and 48.3 % male and did not significantly deviate from the population of Hamburg ( $\chi^2 = 0.057$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.812$ ). The average age of the sample was 44 years (min= 15; max= 85; SD= 17.21), while the average age of the Hamburg population is 42.2 years (Destatis 2010). The sample did not significantly deviate from the age distribution among age classes (<30 years/ 30-49 years/ 50-65 years/  $\geq 65$  years) of the Hamburg population ( $\chi^2 = 7.612$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0.055$ ). The educational level of the sample was significantly higher than that of the Hamburg population ( $\chi^2 = 81,229$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.001$ ). While the percentage of people with a general qualification for university entrance was 67 % in the sample, it is 44.6 % in the population of Hamburg. The distribution of respondents among Hamburg residential districts was not representative for the population of Hamburg ( $\chi^2 = 97.678$ ;  $df = 6$ ;  $p < 0.001$ ). The subsamples of respondents who preferred different recreation areas differed significantly in terms of the age classes ( $\chi^2 = 18.134$ ;  $df = 9$ ;  $p = 0.034$ ), while other characteristics were not significantly different. Respondents who preferred the Elbe Marshes were for example significantly older (49.6 years) than respondents who preferred the Harburg Hills (41.8 years).



### Relevance of outdoor recreation

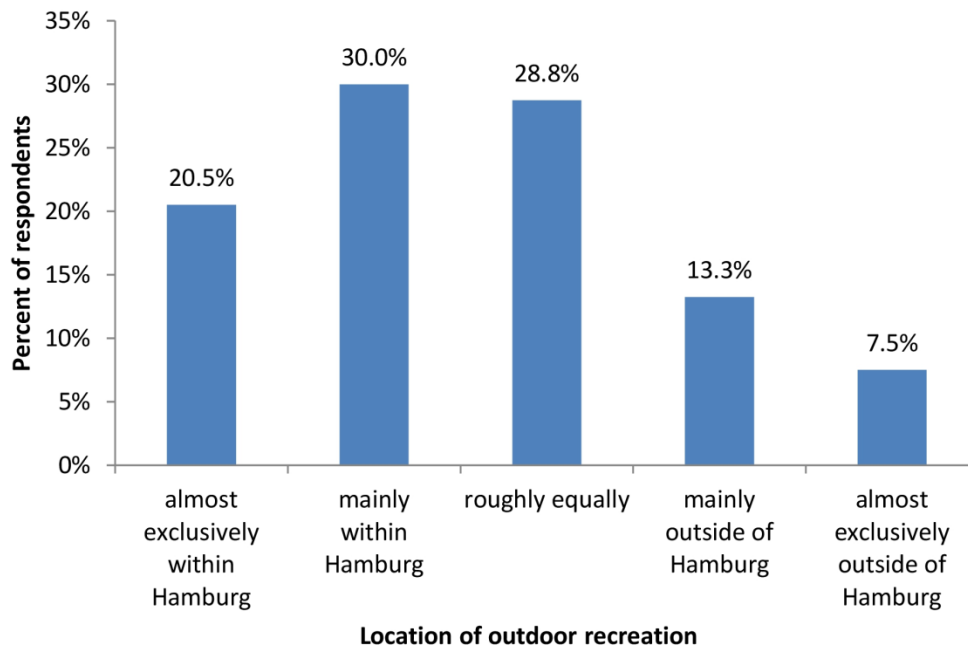
Outdoor recreation both within and outside of Hamburg's city limits were very important for the residents. While only few respondents regarded outdoor recreation as not important or slightly important (7.8 % within Hamburg; 10.5 % outside of Hamburg), most respondents thought that outdoor recreation was very important or fairly important (79.4 % within Hamburg; 72.8 % outside of Hamburg). On the five-point rating scale (1= not important, 2= slightly important, 3= moderately important, 4= fairly important, 5= very important) mean importance of outdoor recreation within Hamburg was assessed with 4.21 (SD= 1.02) and outdoor recreation outside of Hamburg with 4.05 (SD= 1.07; Abbildung 13). Outdoor recreation within Hamburg had higher importance for Hamburg residents than outdoor recreation outside of Hamburg (Wilcoxon signed-rank test  $p = 0.030$ ).



**Abbildung 13: Mean Importance and standard deviation of outdoor recreation within and outside of Hamburg . Respondents assessed on a scale from 1 (not important) to 5 (very important)**

The answer combination given by most respondents was 'very important' for both recreation within and outside of Hamburg (25.8% of all respondents). Interestingly, there was no significant correlation between the assessment of outdoor recreation within and outside of Hamburg ( $r_p = -0.260$ ;  $p = 0.603$ ). For example, people who evaluated outdoor recreation within Hamburg as very important often did not evaluate outdoor recreation outside of Hamburg as similarly important (49.8 % of these respondents). The same applies to people who evaluated outdoor recreation outside of Hamburg as very important. They often did not evaluate outdoor recreation within Hamburg as similarly important (42.8 % of these respondents).

While both the importance of outdoor recreation within and outside of Hamburg were assessed between fairly and very important on average, the actual use was strongly biased towards recreation within the city ( $\chi^2 = 49.688$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.001$ ). 50.5 % of respondents recreated almost exclusively or mainly within the city, while 20.8 % almost exclusively or mainly recreated outside of the city (Abbildung 14, Seite 62).



**Abbildung 14: Where outdoor recreation of Hamburg residents takes place (n = 400)**

#### **Knowledge, use and preference of recreation areas**

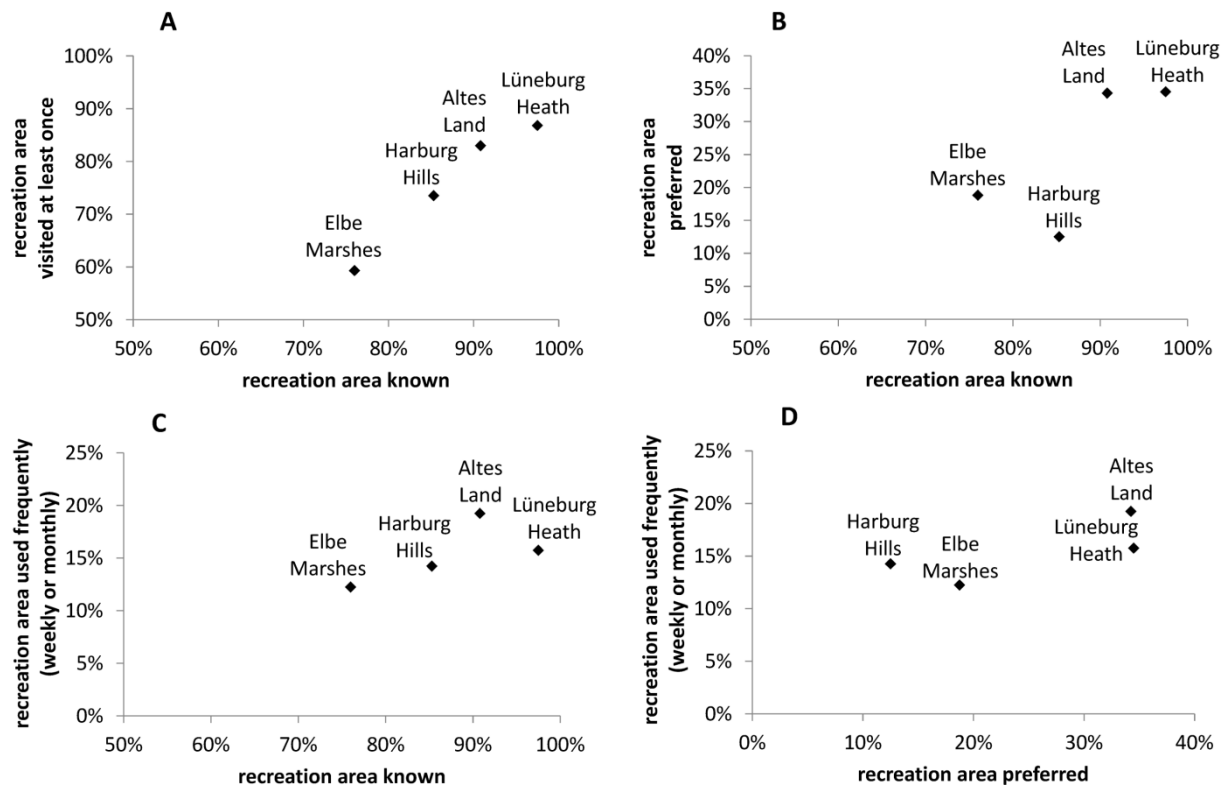
The four recreation areas differed in the share of people who know and who have visited them. The Lüneburg Heath was the best known recreation area (97.5 %) and at the same time the recreation area that most people had at least visited once (86.8 %). The Altes Land had the second highest level of recognition (90.8 %) and second highest level of visitation (83 %), followed by the Harburg Hills (known: 85.3 %; visited: 73.5 %) and the Elbe Marshes which was the least known (76 %) and least visited (59.3 %) recreation area.

The preference for the four recreation areas in the southern Hamburg Metropolitan Region also differed significantly ( $\chi^2 = 59.380$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0.001$ ). Having the choice among the four areas, 34.5 % preferred the Lüneburg Heath, followed by 34.3 % of respondents who preferred the Altes Land. Less favoured were the Elbe Marshes (18.8 %) and the Harburg Hills (12.5 %).

There was strong correlation between the share of people who knew and the share of people who had visited the recreation areas at least once ( $r_p = 0.98$ ;  $p < 0.001$ ; Abbildung 15a, Seite 63). The more known a recreation area was, the higher the number of people who had visited it was. Interestingly, the share of people who knew (and who had visited) the recreation areas did not correlate with the preference for recreation areas ( $r_p = 0.74$ ;  $p = 0.130$ ; Abbildung 15b). The Elbe Marshes and the Altes Land were more preferred than expected by the share of people who knew them, while the Lüneburg Heath and the Harburg Hills were less preferred than expected. The non-existing correlation shows that better-known recreation areas are not per se more popular.

Initially, it was assumed that better-known recreation areas would be used more frequently. However, there was no correlation between the share of people who knew a recreation area and the share of people who used it frequently ( $r_p = 0.680$ ;  $p = 0.160$ ; one sided; Abbildung 15c). Also, we assumed

that more preferred recreation areas were used more frequently. However, there was no significant correlation between preference for an area and frequent use ( $r_p = 0.740$ ;  $p = 0.130$ ; one sided; Abbildung 15d). The share of people who use the Lüneburg Heath frequently was much lower than it was expected by peoples' preference for the area, while the share of people who use the Harburg Hills frequently was much higher than the preference would suggest.



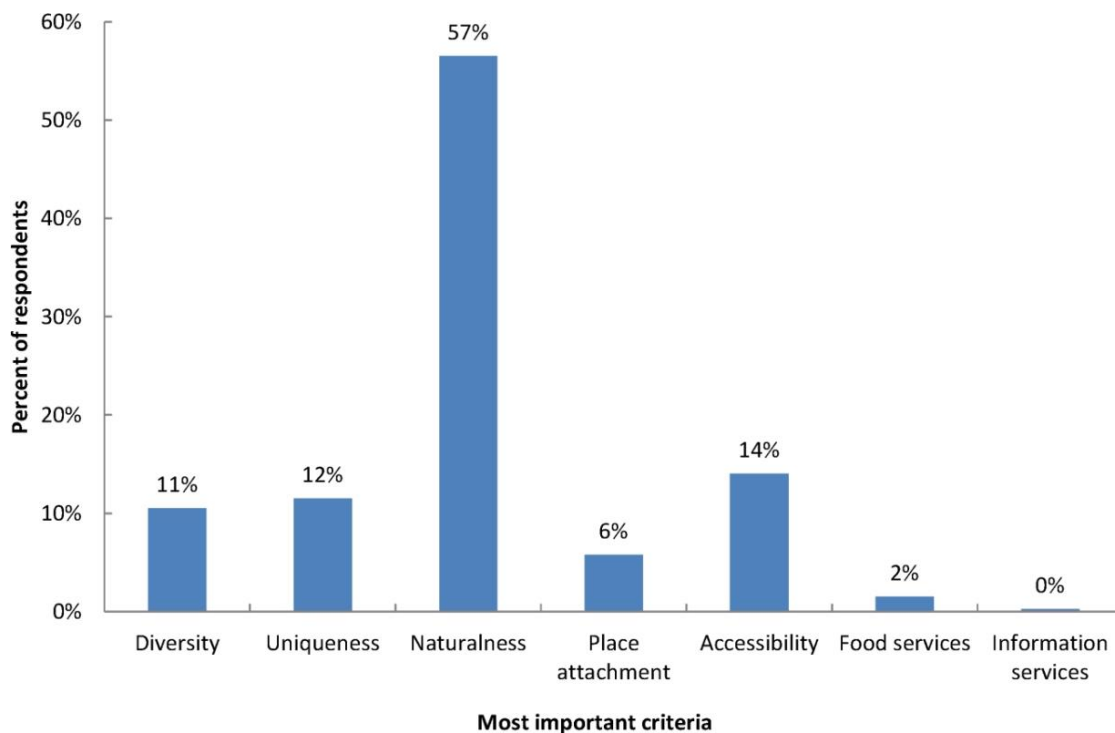
**Abbildung 15 a-d: Correlations between area knowledge, preference, visits and frequent use of recreation areas (n = 400).** A: Significant correlation between the share of people who know the recreation areas and the share of people who have visited the recreation areas at least once ( $r = 0.982$ ;  $p = 0.009$  one sided). B: No significant correlation between the share of people who know the recreation areas and the share of people who prefer the recreation areas ( $r = 0.742$ ;  $p = 0.129$  one sided). C: No significant correlation between the share of people who know the recreation areas and the share of people who use the recreation areas frequently ( $r = 0.680$ ;  $p = 0.160$  one sided). D: No significant correlation between the share of people who prefer the recreation areas and the share of people who use the recreation areas frequently ( $r = 0.740$ ;  $p = 0.130$  one sided)

### Most important criteria for recreation areas

Respondents regarded naturalness as the most important criterion for recreation areas by far (57 %; Abbildung 16, Seite 64). Accordingly, landscape-related criteria (diversity, uniqueness and naturalness) were the most important group of criteria (80 %) compared to infrastructure and service-related criteria (16 %).

There was no significant difference between the preference for a criterion and the preference for a recreation area ( $\chi^2 = 9.769$ ;  $df = 15$ ;  $p = 0.834$ ). For all recreation areas naturalness is by far the most important criterion (Lüneburg Heath 59.4 %; Harburg Hills 46.0 %; Elbe Marshes 61.3 %; Altes Land 54.7 %). Also, when analysing each criterion individually, there were no significant differences among

recreation areas. This means that the preference for a criterion did not influence the preference for a recreation area or vice versa. However, there were some differences worth mentioning although they were not statistically significant. People who preferred the Harburg Hills ( $n= 50$ ), an area which is not considered a landscape of extraordinary quality in Germany, did not regard naturalness as such important (46%), whereas accessibility (18%) and diversity (16%) were more important than for people who preferred one of the other recreation areas. People who preferred the Altes Land ( $n= 75$ ), which can be considered extraordinary because of the vast orchards, put a higher priority on uniqueness (14%), while diversity (7%) achieved the lowest importance in comparison to the other recreation areas.

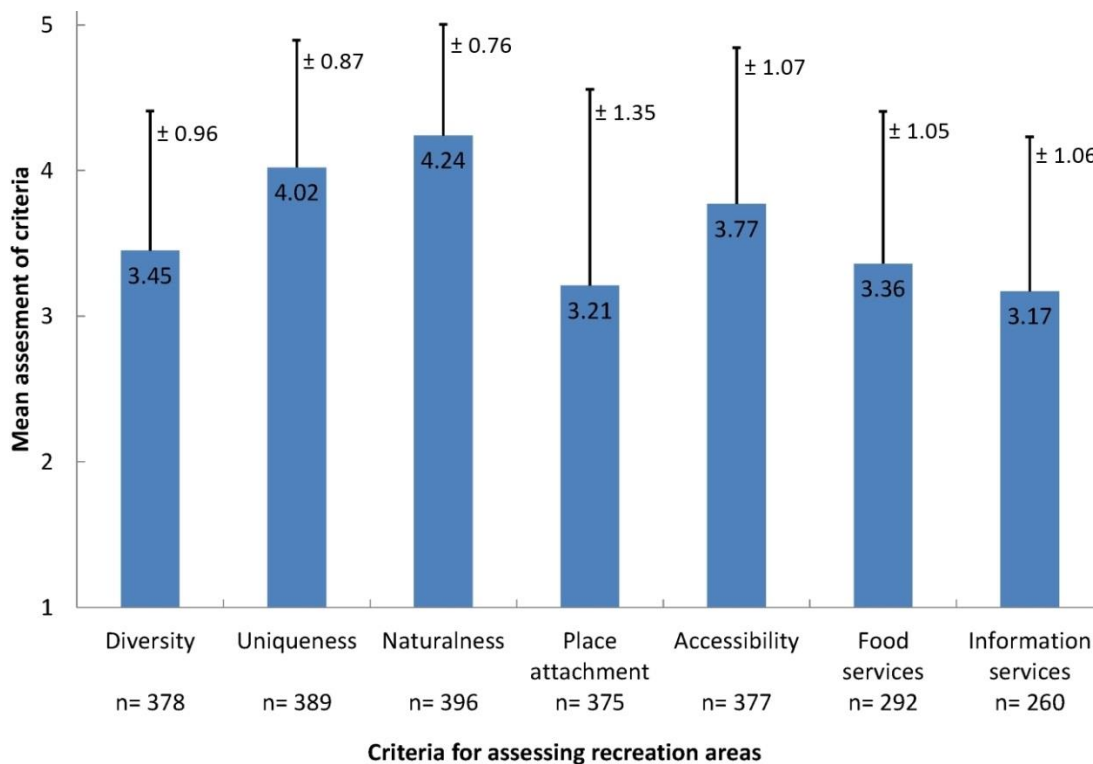


**Abbildung 16: Most important criteria for recreation areas . Respondents were asked to name their most important criterion for recreation areas from the given criteria diversity, uniqueness, naturalness, place attachment, accessibility, food services, and information services**

Naturalness, which was the most important criterion in general, achieved the highest score on the 5-point rating scale across all recreation areas ( $M= 4.24$ ; Abbildung 17, Seite 65). At the same time naturalness had the lowest standard deviation ( $SD= 0.76$ ) compared to the other criteria. Uniqueness was the second most positively assessed criterion ( $M= 4.02$ ;  $SD= 0.87$ ). This means that preferred recreation areas were characterised by positive ratings of uniqueness and naturalness. Respondents were also satisfied with the accessibility of recreation areas ( $M= 3.77$ ); however, assessments differed more obviously ( $SD= 1.07$ ). Diversity, contrarily to the other visual landscape quality indicators uniqueness and naturalness, was assessed only moderately ( $M= 3.45$ ;  $SD= 0.96$ ). The service indicators 'food' and 'information' were also assessed moderately ( $M= 3.36$ ;  $SD= 1.05$  and  $M= 3.17$ ;  $SD=$

1.06), as was place attachment (M= 3.21). However, the latter was assessed the most different among respondents (SD= 1.35).

The assessments of the landscape-related criteria diversity, uniqueness and naturalness were more consistent among respondents (SD= 0.96; SD= 0.87; SD= 0.76) than the assessments of the criteria accessibility, place attachment, food and information services (SD= 1.07; SD= 1.35; SD= 1.05; SD= 1.06). Additionally, more respondents were able to assess landscape-related criteria (from n= 378 to n= 396) while fewer respondents were able to assess the service-related criteria food (n= 292) and information (n= 260).



**Abbildung 17: Mean assessment and standard deviation of criteria across all preferred recreation areas . Respondents assessed on a scale from 1 (very low) to 5 (very high)**

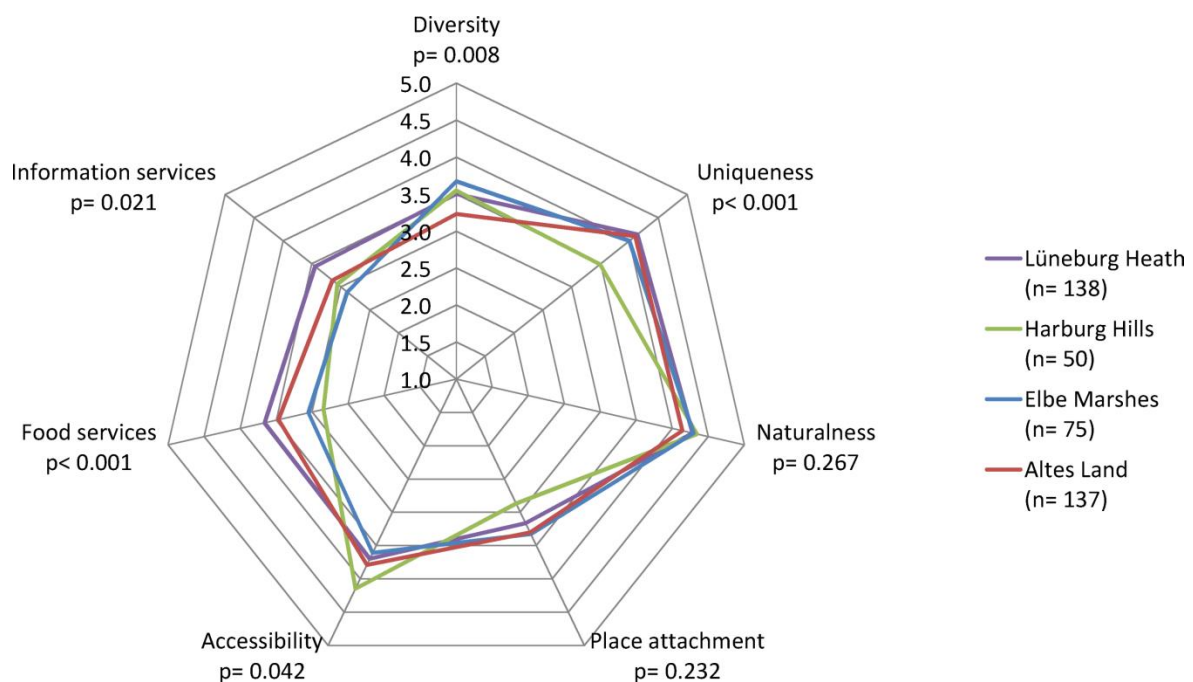
#### Assessment of criteria among recreation areas

Most of the criteria were assessed significantly different among the individual recreation areas (diversity, uniqueness, accessibility, food services and information services), while others were assessed similarly (naturalness and place attachment; Abbildung 18, Seite 66). Diversity was assessed significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 4.03; p= 0.008). While the Elbe Marshes were assessed as very diverse (M= 3.68; SD= 0.89), the Lüneburg Heath and the Harburg Hills were assessed more moderately (M= 3.50; SD= 0.92 and M= 3.55; SD= 0.87). The Altes Land with its vast orchards achieved the lowest value for diversity (M= 3.23; SD= 1.03).

Uniqueness was assessed significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 7.52; p< 0.001). In the Harburg Hills, which was the least preferred recreation area, uniqueness was assessed much lower (M= 3.49; SD= 0.96) than in the other recreation areas Lüneburg Heath (M= 4.14; SD=

0.82), Altes Land (M= 4.10; SD= 0.79) and Elbe Marshes (M= 4.00; SD= 0.94). Naturalness was not evaluated significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 1.32; p= 0.267). All preferred recreation areas were rated as very natural (from M= 4.14 to M= 4.34; SD from 0.63 to 0.83). This means that high and consistent ratings of naturalness were strongly related to preference.

Accessibility was assessed significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 2.76; p= 0.042). While the Harburg Hills, which are located at the southern border of Hamburg and accessible by public transport trains, were regarded as very accessible (M= 4.15; SD= 0.95), the other recreation areas were assessed as more difficult to reach. The Altes Land which is accessible from the city centre by ferry was assessed significantly lower (M= 3.79; SD= 1.12). Interestingly the Lüneburg Heath, which is the recreation area furthest from Hamburg and only easily accessible by car, was assessed as more accessible (M= 3.70; SD= 1.04) than the Elbe Marshes (M= 3.61; SD= 1.08) which are directly adjacent to the south-eastern border of Hamburg, however not easily accessible by public transport. Both service-related criteria were assessed significantly more positive for the Lüneburg Heath and the Altes Land, which are known all over Germany, than for the Harburg Hills and the Elbe Marshes, which are local or regional tourist destinations. Food services were assessed significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 8.10; p< 0.001). For the Lüneburg Heath (M= 3.66; SD= 0.97) and for the Altes Land (M= 3.47; SD= 0.99), it was assessed more positive than for the Harburg Hills (M= 2.84; SD= 1.05) and Elbe Marshes (M= 3.05; SD= 1.08). Information services were assessed significantly different among the recreation areas (df= 3; F= 330; p= 0.021). For the Lüneburg Heath (M= 3.44; SD= 0.96) and for the Altes Land (M= 3.14; SD= 1.14), information services were assessed more positive than for the Harburg Hills (M= 3.06; SD= 0.86) and Elbe Marshes (M= 2.89; SD= 1.09).



**Abbildung 18: Assessment of criteria among recreation areas . Difference among recreation areas was tested using one-way ANOVA**

### **Socio-demographic aspects of outdoor recreation**

The only social factor which showed a fundamental influence on outdoor recreation was age. Other social factors like gender, educational level and place of residence were not significant. The importance of outdoor recreation within Hamburg was not evaluated significantly different among age groups ( $df= 3$ ;  $F= 2.29$ ;  $p= 0.078$ ). In contrast, outdoor recreation outside of Hamburg was evaluated significantly different among age groups ( $df= 3$ ;  $F= 4.22$ ;  $p= 0.006$ ). For older people outdoor recreation outside of Hamburg was much more important than for younger ones. The highest importance of recreation outside of Hamburg was found in the second oldest age group (50-65 years:  $M= 4.32$ ). For this age group recreation outside of the city is exactly as important as recreation within the city. For the younger generations, recreation outside of the city was less important (<30 years:  $M= 3.82$ ; 30-49 years:  $M= 3.99$ ). For the oldest age group ( $\geq 66$  years:  $M= 4.19$ ), recreation outside of Hamburg was losing importance in comparison to the second oldest age group while the importance of recreation within Hamburg was still increasing.

The older the respondents were, the more likely it was that they knew the recreation areas and that they had visited the recreation areas. Also, the frequency of use increased significantly with age for all recreation areas (Lüneburg Heath  $df= 3$ ;  $F= 4.05$ ;  $p= 0.007$ ; Harburg Hills  $df= 3$ ;  $F= 13.75$ ;  $p< 0.001$ ; Elbe Marshes  $df= 3$ ;  $F= 17.33$ ;  $p< 0.001$ ; Altes Land  $df= 3$ ;  $F= 13.33$ ;  $p< 0.001$ ).

All criteria were assessed significantly different among age groups except information services (diversity  $df= 3$ ;  $F= 16.32$ ;  $p< 0.001$ ; uniqueness  $df= 3$ ;  $F= 11.96$ ;  $p< 0.001$ ; naturalness  $df= 3$ ;  $F= 3.39$ ;  $p= 0.018$ ; feeling of home  $df= 3$ ;  $F= 3.98$ ;  $p= 0.008$ ; accessibility  $df= 3$ ;  $F= 3.49$ ;  $p= 0.016$ ; food services  $df= 3$ ;  $F= 7.86$ ;  $p< 0.001$ ; information services  $df= 3$ ;  $F= 2.020$ ;  $p= 0.112$ ). Older respondents generally assessed the criteria more positively than younger ones. There were only two exceptions; place attachment was assessed less positively in the age group 50-65 years than in the age group 30-49 years and accessibility was assessed less positively in the oldest age group  $\geq 66$  years than in the age group 50-65 years.

### **Discussion**

Overall, outdoor recreation was very important for urban dwellers. Especially outdoor recreation within the city was highly important and also carried out often. Although most people use parks and green spaces within the city more often than rural recreation areas outside of the city, the respondents stressed the importance of outdoor recreation outside of the city. This symbolic value of outdoor recreation outside of the city means that people cherish a landscape more because of its existence (existence value), than because of their frequent use of the landscape (value of use). Obviously, outdoor recreation sites outside of the city have a high symbolic value for urban dwellers besides of their value of use. The high symbolic value of recreation areas outside of the city might be due to the higher quality of the visit, namely higher aesthetic qualities of the rural areas or longer stays of the

respondents in these areas. The high importance of outdoor recreation for urban dwellers found in this study is similar to other surveys which identified walking and hiking as the number one activity during day trips in the metropolitan region compared to other leisure activities (Itf 2011). For urban dwellers of Hamburg, walking and hiking is even more important than for the residents of the more rural counties in the metropolitan region (Itf 2011).

A high symbolic value was found for specific recreation areas outside of Hamburg as there was no correlation between preference and use of recreation areas. Some of the recreation areas were highly valued, although they were not used more often than others, e. g. the Lüneburg Heath and the Altes Land. On the contrary, there were less preferred recreation areas, like the Harburg Hills and the Elbe Marshes, which were used as frequently as highly preferred recreation areas.

Concerning the characteristics of recreation areas, landscape-related criteria such as diversity, uniqueness, and naturalness (which indicate landscape attractiveness) were most important for urban dwellers. Especially, (perceived) naturalness was by far the most important criterion. Additionally, preferred recreation areas were characterised by positive ratings of uniqueness and naturalness. These results show that practical and service-related criteria, like the accessibility of recreation areas and the availability of service facilities are of minor importance. Although the results show the low importance of service-related infrastructure compared to landscape-related characteristics, it cannot be concluded that urban dwellers do not want service infrastructure at all. As we only asked for the most important criterion, it might be that urban dwellers regard service infrastructure as lower-ranking, but still as an important criterion. Vries & Boer (Vries & Boer 2008) found in another survey on the local level in rural regions in the Netherlands (n= 702) that agricultural areas were more visited because of their proximity than because of their high quality, so that distance was an important factor while scenic beauty was not. The different results might be explained by the focus on different qualities and distances of recreation areas. While this study only considered recreational landscapes with a high aesthetic and recreational value, Vries & Boer (2008) were looking at local farmland where the land use does not focus on recreational qualities at the highest priority. Results might be different for cities and regions, which do not have attractive landscapes in close proximity. Then, the factor naturalness might be less important, because the most important issue would be to have accessible recreation landscapes of any kind.

Furthermore, urban dwellers might have different preferences than people in rural areas. Hunziker (2010) for example found that assessment results differ between experts, locals and tourists, especially for landscape change scenarios. Additionally, there might also be different preferences or even conflicts within the group of recreationists and tourists. This study focussed on quiet, nature based forms of outdoor recreation. In contrast, people who prefer other more infrastructure dependent outdoor activities like skiing or downhill mountain biking show different recreational preferences



concerning infrastructure and landscape (Mann und Schraml 2008; Ammer & Pröbstl 1991). Therefore, potentially different preferences of local inhabitants, farmers, tourists and other stakeholders who use different ecosystem services have to be considered when it comes to planning for recreation areas. Different planning approaches might also be necessary to consider the preferences of different age groups as age was the only social factor among gender, educational level and place of residence that significantly influenced outdoor recreation preferences and behaviour. While it might be more difficult to engage young people in outdoor recreation activities outside of the city, an option might be to focus on recreation activities within the city as young people have a higher preference to recreate there.

The study suggests that respondents' understanding of naturalness differs from an ecological definition. While urban dwellers perceived a similar degree of naturalness for all landscapes, the recreation areas have different degrees of human influence when taking account of naturalness and human influence as defined by Kowarik (1988). The orchards of the Altes Land are influenced by intensive agricultural use, while the heathland of the Lüneburg Heath, the meadows of the Elbe Marshes and the forests of the Harburg Hills are more natural. Therefore, perceived naturalness of whole landscapes does not seem to be directly dependent on the intensity of land use; it can rather be assumed that a landscape which is 'green' and without visual impairments of infrastructure and buildings is perceived as natural by most people. Boll et al. (2014b) found that agriculture and forestry are basically well accepted land uses in recreational areas; however, people clearly prefer less intensive agriculture, like grassland instead of fields. As all recreational landscapes that were considered in the study have a high aesthetic value in comparison to non-recreational landscapes, it is assumed that intensively-used agrarian areas would be evaluated less positively in terms of naturalness. Studies on a finer scale, which used photographs in the survey, show a more differentiated perception of naturalness. Lamb und Purcell (1990) found in a survey (n= 81) that naturalness judgments were also dependent on vegetation structure. Their results showed that judgments of naturalness were related to ecological naturalness, but not equivalent.

The findings of this study suggest that the assessment of landscape aesthetics is not as subjective and individualistic as it is often claimed. Not only were landscape-related criteria evaluated more consistently among respondents, but also were more respondents able to assess landscape-related criteria than service and infrastructure-related criteria. These results are noteworthy as many authors regard landscape aesthetics as highly subjective (Wöbse 2003), compared to measurable criteria like food and information services. Similar inter-subjective assessments might be due to the common cultural background of Hamburg residents. Hunziker et al. (2008) found that inter-subjective agreement among respondents increases, the larger and more complex the assessed landscape was. This study

confirms the results of Hunziker as the assessed landscapes were whole recreation areas where the 'mental' picture of respondents was used instead of visualizations or photos.

As the size of the individual subsamples varies for some of the research questions, the results have to be interpreted with some care. While the whole survey included a robust sample size of 400 inhabitants of the Hamburg Metropolitan Region, the research questions on the four recreation areas were using subsamples for the individual recreation areas. The findings on the correlation between different criteria of the recreation areas were only based on four recreation areas in the southern Hamburg Metropolitan Region. Therefore, we regard the results that preferences for recreation areas are different from the actual use as a hypothesis, which has to be validated by further case studies.

The limitations of the methodology in this case study and the specific conditions of the survey have to be considered when generalizing the results. While Hamburg residents have many opportunities for their outdoor recreation within the city and several popular recreation areas in the immediate vicinity, the situation might be different in other cities. Therefore, it would be interesting to compare the results with other cities that have different endowment with green spaces within and outside of the city. The size of the city might also influence the relation of outdoor recreation within and outside of the city. While residents of large cities are expected to be more reliant on inner city recreation areas, residents of smaller cities might put an even stronger emphasis on recreation outside of the city. The number and quality of recreation areas might therefore influence the importance of outdoor recreation within and outside of the city.

## **Conclusions**

In metropolitan areas, it seems to be very important to provide outdoor recreation opportunities both within the city (e. g. parks) and in its proximity as in our study we found that for most people both alternatives are very important. Although urban dwellers recreate more often within the city, recreation outside of the city has a high symbolic value. Outdoor recreation outside of the city is even more important for older people, while younger people have a stronger focus to recreate inside the city.

As a higher preference for certain recreation areas did not automatically lead to higher frequency of use, there might be landscapes which are highly valued, but not used often. Thus, landscape changes in areas that are not used by many recreationists might as well provoke public protest. Hamburg residents use recreation areas like the Harburg Hills relatively frequently, although they were not the preferred landscape for the survey participants. On the contrary, recreation areas with a high preference like the Lüneburg Heath are used relatively infrequently by the majority of respondents.

For all recreational landscapes the actual appearance of the landscape is perceived as significantly more important for recreation than their accessibility and their endowment with service facilities. If a city has accessible and high value recreation areas in their surroundings, urban dwellers will appreci-

ate this. Naturalness is by far the most important characteristic of recreation areas outside of the city. Concerning naturalness as perceived by people, it does not seem to be important to provide really natural areas without agricultural or silvicultural use, but areas that are green and not impaired by infrastructure and buildings.

### **5.3 Artikel 2 (iForest): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? A case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region**

Boll, T.; Haaren, C. v.; Albert, C. (2014): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? – a case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region. *iForest* (2014) 7: 423-433. DOI: 10.3832/ifor1173-007. URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1173-007>

#### **Abstract**

Recently, many German regions have seen dramatic landscape changes in agricultural areas due to increasing cultivation of bioenergy crops. Especially in regions that are economically dependent on income from recreational use, this development faces opposition by tourist stakeholders, local inhabitants and recreationists. In the future tall bioenergy plants like maize could be replaced by even taller short rotation coppice plantations of willow and poplar. This development raises the question of how people perceive landscape changes and if perceptions are influenced by the landscape where they take place. We surveyed urban residents in the city of Hamburg (n= 400) to see how they perceive potential landscape changes in four recreation areas with different landscape structures in the vicinity of Hamburg (Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land). The survey showed that people rated changes significantly different, depending on the specific landscape type of the recreation areas. The survey did not show a clear general preference for reducing or increasing forests. However, the landscape character of each recreation area had a strong influence on the acceptance of landscape changes by planting forests, hedges, and shrubs. People showed a significantly higher negative reaction towards more forests in open landscapes characterized by heath and meadows than in landscapes with a higher share of forests and fields. Interestingly, the introduction of hedges and shrubs was evaluated differently from the introduction of forests depending on the type of open landscape. People preferred the introduction of hedges and shrubs in the landscape rich in meadows and pastures while they rejected the introduction of hedges and shrubs in a historic cultural landscape rich in heathland. In view of these results we recommend that the landscape character and the cultivation system are considered in the assessment and determination of potential short rotation coppice production sites. This may considerably increase the acceptability of dendromass cultivation for energy purposes.

## Introduction

Rural areas in the surroundings of metropolitan regions provide various ecosystem services for the cities: they provide drinking water, support the regional supply of food, regulate and improve the regional climate, mitigate flood risks, contribute to regional identity and serve as recreation areas. Recently, the generation of renewable energies from wind, water, solar and biomass has gained new importance among ecosystem services. At the same time, rural landscapes are under pressure from various driving forces such as suburbanization processes and the intensification of agricultural practice (European Commission 2007; Antrop 2004; Palang et al. 2010). Globally, increasing food and energy prices make agricultural production more profitable and land prices more expensive. These economically strong land use interests intensify pressure on the provision of less profitable ecosystem services such as public recreation and landscape aesthetics. The intensification of agricultural practice impacts greatly the visual landscape due to the removal of landscape elements, thus creating larger open spaces (Tveit 2009) and the conversion of grassland into fields. In Germany, the energy transition (*'Energiewende'*) intensifies pressure on rural agricultural areas due to enhanced demand for bioenergy crops (Franke 2008; Nohl 2001c).

Contrary to the installation of wind and solar parks, which are immediately visible, the change from food to bioenergy crops is a more subtle and gradual process. However, this change also greatly impacts the visual and recreational functions of the landscape. Bioenergy plants like maize are generally taller than food crops in order to produce more biomass per area unit (TLL 2007). Breeding and genetic modification will make energy crops even taller in the future. This will gradually affect the visible landscape. Agricultural change becomes increasingly visible when the shift is to monoculture farming of bioenergy crops. In many German regions large-scale cultivation of maize has led to protests of citizen groups against biogas plants that use maize as a substrate. Especially in regions where tourism plays an important role or in recreational areas close to cities, landscape changes that impair the attractiveness of the landscape are highly controversial and may have negative economic and social implications.

In the future the production of dendromass in short rotation coppices (SRC) of willow and poplar could be an alternative to annual energy crops such as maize. In this context we define dendromass broadly as all woody plants. SRC, in contrast to conventional forestry, is the cultivation of dendromass on agricultural fields with harvesting cycles of 2-20 years. SRC has many ecological advantages compared to annual crops, such as less erosion, higher biodiversity, improved water quality and better energy input/ output ratio (Bemmann und Knust 2010; Baum et al. 2009; Strohm et al. 2012). Several German research projects are currently developing implementation strategies to increase the cultivation of SRC to produce dendromass for energy purposes (e. g. AgroForNet, Löbestein) while other projects have already studied the economic and ecological potentials of SRC and agroforestry

and found that energy efficiency and greenhouse gas balance is considerably more positive compared to other energy crops (e. g. AgroWood, AgroForst, Dendrom, Novalis).

The potential area in Germany which could be used for SRC is estimated to be 0.5 million ha in 2030 and 1 million ha in 2050 (Nitsch et al. 2010; Thrän et al. 2011). While in the past it was not possible to plant trees on agricultural land, the new German forest law allows the cultivation of trees which are harvested on a less than 20 years rotation (§ 2 (2) 1 BWaldG). In addition, SRC is eligible for direct payments by the Common Agricultural Policy (CAP) of the EU (Commission Regulation (EC) No 1120/2009). After the recent CAP reform SRC will be eligible within the 5 % ecological focus area as decided in the final negotiations before the decision of the European Parliament (greening of the first pillar of the CAP by setting-aside agricultural land for biodiversity purposes).

SRC plantations strongly influence the landscape character because they are planted on open agricultural land. As SRC plantations can grow up to 10 meters in 3 years, the character of the landscape is changed considerably. However, research on SRC generally does not take into account the impacts on the visual landscape. Knowledge gaps exist concerning how these impacts are perceived by the public. Developing this knowledge can be very helpful for designing implementation strategies for dendromass production for energy purposes in different landscapes that avoid negative impacts and contribute to positive effects for recreational uses.

### **Research objective and questions**

Taking into consideration the various landscape changes that already affect rural areas and might intensify in the future, this study explores how people who actually use the landscape for recreation evaluate future landscape changes in their favorite recreation area. Special focus has been put on landscape changes by dendromass cultivation for energy purposes. We conducted a survey in the Hamburg Metropolitan Region in Germany and asked urban dwellers to evaluate different landscape changes and their influence on recreational suitability. We wanted to evaluate how landscape character influences the evaluation of landscape changes. The main hypothesis is that landscape changes are evaluated differently depending on the individual character of each recreation area. Specifically, our research questions were:

- How do urban residents evaluate potential landscape changes in their preferred rural recreation areas?
- Does the evaluation of landscape changes depend on the landscape character of the recreation areas?
- How do urban residents evaluate the contribution of agriculture and forestry in maintaining the recreation areas and does the evaluation depend on the character of the landscape?
- Which implications on recreation does future land use such as short rotation coppice have?

## Research design and methods

A standardized quantitative survey was conducted in face-to-face interviews with citizens in different districts of Hamburg from February to April 2011 (n= 400). The interviews lasted about 10-15 minutes and were supported by the use of answer selection cards which were shown to the respondents in order to improve understanding and rating. The answer selection cards included the rating scale to illustrate equal distances among rating categories. The survey was limited to citizens of the city of Hamburg and the directly adjacent urban districts because knowledge about the rural recreation areas around Hamburg was a prerequisite to assess landscape changes in the areas. The selection of respondents was random at first. Later, in a supplementary round of interviews, it was adjusted to increase underrepresented population groups in terms of age and gender in order to achieve improved representativeness for the Hamburg population (Dockerty et al. 2009). The sampling for the factors educational level and residential district was only influenced indirectly by choosing the location where people were interviewed. The response rate was about 30 % (rate of addressed persons that took part in the survey), so all in all we addressed more than 1300 persons. The main reasons why people did not take part in the survey were lack of time and disinterest in a survey. The response rate may have influenced the representativeness of the sample; however, a general non-response bias is not assumed.

The survey focused on the southern part of the Hamburg Metropolitan Region in Lower Saxony and its important recreation areas Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land. These four areas were chosen in advance as they are the most popular recreation areas used for landscape-related recreation in the southern Hamburg Metropolitan Region. They are, on the one hand, characteristic for the region and, on the other hand, differ strongly in terms of their landscape character and visual appearance. Each respondent only evaluated landscape changes for his favorite recreation area. In consequence, the total sample of n= 400 was divided into four subsamples depending on respondents' preference for the recreation areas (n= 138 for the Lüneburg Heath, n= 137 for the Altes Land, n= 75 for the Elbe Marshes, n= 50 for the Harburg Hills). This approach implies that subsamples of people who prefer different recreation areas might be statistically different from the total sample. The limitation of one recreation area per respondent was chosen because this approach ensures that respondents really care about the landscape changes that are taking place in their favorite recreation area. Also pre-tests revealed that most people were not able to evaluate all four recreation areas. Since we only dealt with favorite recreation areas, respondents had a mental picture of the area and we did not have to use photographs to visualize landscape changes. We assume that each recreation area is sufficiently characteristic to have a consensus on the general appearance of the landscape among respondents. As we target the general appearance, minor differences between peoples' perception are negligible. We did not use visualizations because we wanted to compare

evaluations throughout spatially defined recreation areas (landscape scale). The objective of the investigation was to grasp the reaction to changes to the landscape as an entity, as depicted in the minds of the respondents. This perception of a landscape may differ between the individuals. However, that is not relevant as long as the goal is to catch the collective reaction to changes. In contrast, visualizations would be useful for a more detailed analysis of changes in small areas.

Respondents were asked to evaluate different landscape changes in comparison to the current condition of their favorite recreation area. As landscape changes are mostly seen as negative in the first place (Lindenau 2002), we did not ask directly which landscape changes people would accept. Instead, we reversed the question to 'Which landscape changes would negatively influence recreational suitability for you? '. The answer categories for each landscape change were 'decrease of recreational suitability' and 'no decrease of recreational suitability'. Landscape changes were formulated as neutrally as possible in order not to provoke emotional answers. The evaluated landscape changes address land use changes and changes in infrastructure and service facilities (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Surveyed landscape changes with explanation**

Surveyed landscape changes		Explanation/ Influence on
a)	more forests at the expense of open land	forest/ open landscape ratio; openness of the landscape
b)	more open land at the expense of forests	
c)	more hedges and shrubs	structural diversity; complexity of the visual landscape
d)	fewer hedges and shrubs	
e)	more fields at the expense of meadows and pastures	type of agriculture; intensity of agricultural use
f)	more meadows and pastures at the expense of fields	
g)	less maintenance	intensity of land use; general level of maintenance or naturalness in the landscape; explained to respondents by 'less maintenance, rather leave nature untouched'
h)	more buildings	construction of buildings
i)	more tourists	number of tourists in the recreation area
j)	lower accessibility	accessibility of the recreation area
k)	fewer services available	service infrastructure; endowment with service facilities

We asked about landscape changes in both directions (e. g. 'more hedges and shrubs' and fewer hedges and shrubs') as a positive reaction towards more hedges and shrubs does not imply that fewer hedges and shrubs are evaluated negatively. The attitudes of respondents towards agriculture and



forestry were surveyed by the question 'How do you evaluate the contributions of agriculture/ forestry in maintaining the recreation area?'. Answers were recorded on a 5-point Likert scale from -2 to +2 (very negative/ negative/ neutral/ positive/ very positive).

We transferred the results from the evaluation of well-known and conceivable land use changes to novel, future landscape changes. We focused on landscape changes by dendromass cultivation for energy purposes in SRC. We used the evaluations of landscape changes concerning the forest/ open landscape ratio, more or less hedges and shrubs, more or less fields and assessments of agriculture and forestry to derive hypotheses about the potential impacts of dendromass cultivation in SRC on recreation. For example, if an increase of forests, hedges and shrubs was evaluated negatively in a certain landscape, we assumed that the introduction of SRC will also have negative implications on recreation in this landscape. If the evaluations of forests and hedges and shrubs were different in a certain landscape, we assumed that the cultivation system of SRC will have a strong influence on their acceptability in this landscape. The other landscape changes concerning buildings, tourists, accessibility and services were surveyed to derive a reference framework for the evaluations of dendromass.

In addition to the survey questions, general information about each respondent was gathered, such as place of residence, age, gender and education. Survey responses were evaluated using the software SPSS 19. Significance for evaluations of landscape changes was statistically analyzed by Pearson's chi-squared test. This test was used to analyze whether the evaluations of landscape changes are independent of the four recreation areas (test of independence). The null hypothesis was that evaluations of landscape changes are consistent among recreation areas. If Pearson's chi-squared test was significant, this meant that landscape changes were evaluated differently among recreation areas. The significance was measured on four levels (n. s.= not significant ( $p \geq 0.05$ ), \*significant ( $p < 0.05$ ), \*\*very significant ( $p < 0.01$ ), \*\*\*highly significant ( $p < 0.001$ )). Pearson's chi-squared test was also used to test the representativeness of the sample for the Hamburg population. Evaluations for agriculture and forestry on the five-level rating scale were analyzed using Kruskal-Wallis one-way analysis of variance. This test is the non-parametric equivalent of the one-way analysis of variance (ANOVA) and was used to analyze whether the assessments of agriculture and forestry were different among recreation areas. The mean assessments of agriculture and forestry were analyzed and compared by Wilcoxon signed-rank test. Analyzed variables did not have to follow a normal distribution (Kolmogorov-Smirnov-test), as only non-parametric methods were used.

### **Sample characteristics and representativeness**

The sample for the Hamburg population was representative for age and gender, but not for education and residential district (based on comparisons with data from the Federal Statistical Office 2010 and the Statistical Office for Hamburg and Schleswig-Holstein 2009). About 90.5 % of the respond-

ents lived inside the city boundaries of Hamburg while 9.5 % lived in urban districts directly adjacent to Hamburg. As the number of people living outside Hamburg was too low for statistical analysis, the whole sample was tested on representativeness for the Hamburg population. The representativeness for the factor residential district was only tested for respondents that live in Hamburg.

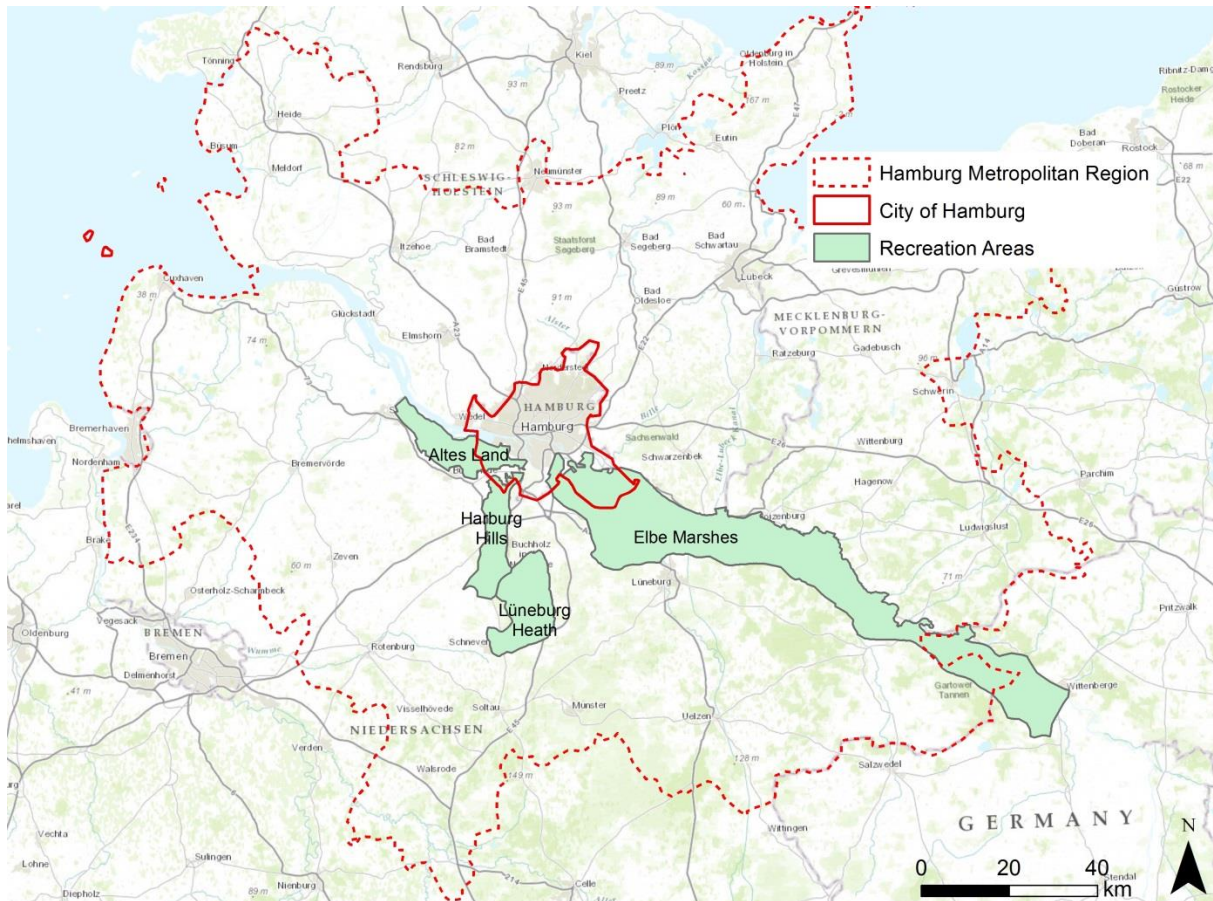
The male/ female ratio did not significantly deviate from the population of Hamburg ( $\chi^2= 0.057$ ;  $df= 1$ ;  $p= 0.812$ ). The average age of the sample was 44 years (min= 15; max= 85), while the average age of the Hamburg population is 42.2 years (ibid.). The sample did not significantly deviate from the age distribution among age classes (< 30 years/ 30< 50 years/ 50< 65 years/  $\geq 65$  years) of the Hamburg population ( $\chi^2= 7.612$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.055$ ). The educational level of the sample was significantly higher than that of the Hamburg population ( $\chi^2= 81,229$ ;  $df= 1$ ;  $p< 0.001$ ). While the percentage of people with a general qualification for university entrance ('Abitur') was 67 % in the sample, it is 44.6 % in the population of Hamburg. In terms of the residential district the sample was also not representative for Hamburg, as differences between our sample and the statistical data for Hamburg were significant ( $\chi^2= 97.678$ ;  $df= 6$ ;  $p< 0.001$ ).

### **Evaluated recreation areas**

The recreation areas Lüneburg Heath, Harburg Hills, Elbe Marshes and Altes Land are characterized by specific land uses which form the individual landscape character of the area (Tab. 2). While the Lüneburg Heath, the Altes Land and in parts the Elbe Marshes are well-known historical cultural landscapes (Burggraaff & Kleefeld 1998), the Harburg Hills are not of specific importance in terms of their cultural and natural heritage.

The Lüneburg Heath is an important tourist destination in northern Germany, which is famous for its specific landscape character and the heather blossom (Pott 1999). The sandy heathland and nutrient-poor grassland of the Lüneburg Heath are cultural landscapes, which were once created by clearing the original forests and over-grazing and burning the soils. Today they remain one of the largest heathlands in Central Europe. The Harburg Hills are a hilly forest area with some farmland, which is located between the Lüneburg Heath and Hamburg (Abbildung 19, Seite 79). They are directly south of the Hamburg city borders and are easily accessible by public transport. The Elbe River Marshes are located on both sides of the Elbe River and form its floodplain. These marshes have rich soils and are thus important for agriculture and at the same time for nature conservation. There is a high amount of meadows on the wet areas and fields on the drier parts (BfN 2012a). In the open landscape of the marshes the amount of forests is very low; however, several parts are characterized by small-scale agricultural land use and have a high landscape diversity (i.e. rich in hedges). The Altes Land is famous for being one of the largest orchard areas in Central Europe. It is an important tourist destination, especially during apple blossom in spring.

The most characteristic land uses of the recreation areas are highlighted in Tabelle 5 (Seite 80). These characteristic parts of the recreation areas are generally most frequently visited by tourists and recreationists. For example, people visit the Lüneburg Heath for the heathland, the Harburg Hills for the forests, the Elbe River Marshes for the meadows and open landscape and the Altes Land for the orchards.



**Abbildung 19: Location of the recreation areas in the Hamburg Metropolitan Region**

**Tabelle 5: Land uses in the recreation areas with the most characteristic land uses highlighted**

<sup>1</sup> CORINE LandCover classes 2006

<sup>2</sup> Landscape types defined by the German Federal Agency for Nature Conservation (BfN 2012b)

<sup>3</sup> Protected areas include biosphere reserves, special areas of conservation, special protection areas, nature reserves and landscape reserves (BfN 2012c)

<sup>4</sup> Assessment criteria for individual landscapes include naturalness, rarity, share of protected areas and fragmentation of the landscape (BfN 2012c)

Land use <sup>1</sup>	Lüneburg Heath	Harburg Hills	Elbe Marshes	Altes Land
Urban fabric	2.0%	8.6%	6.1%	8.7%
Arable land	12.3%	27.5%	36.8%	2.8%
Grassland	4.8%	2.9%	<b>29.3%</b>	22.9%
Heterogeneous agricultural areas	6.2%	7.9%	10.1%	1.0%
Orchards	0.0%	0.0%	0.6%	<b>64.0%</b>
Moors and heath-land	<b>20.6%</b>	2.0%	0.6%	0.0%
Water bodies	0.2%	0.0%	4.1%	0.3%
Forest	53.8%	<b>51.1%</b>	12.5%	0.3%
<b>Landscape type<sup>2</sup></b>	forest landscape rich in heath and nutrient-poor grassland	forest landscape	grassland-dominated open cultural landscape/ river landscape	orchard landscape
<b>Share of protected areas<sup>3</sup></b>	78.22 %	7.55 %	43.5 %	12.17 %
<b>Nature conservation value<sup>4</sup></b>	landscape very worthy of protection	landscape of low importance	landscape with deficits worthy of protection	landscape with deficits worthy of protection
<b>Relevance for recreation</b>	nationally and internationally important tourist destination in northern Germany, oldest and largest nature reserve in Lower Saxony	first range of hills south of Hamburg, popular local forest recreation area (e. g. walking, riding mountain biking)	belongs to the 'Elbe Valley Meadows' biosphere reserve, of state and party national importance, popular tourist destination (e. g. cycling)	largest spatially coherent fruit cultivation area of Central Europe, well-known and popular cultural landscape

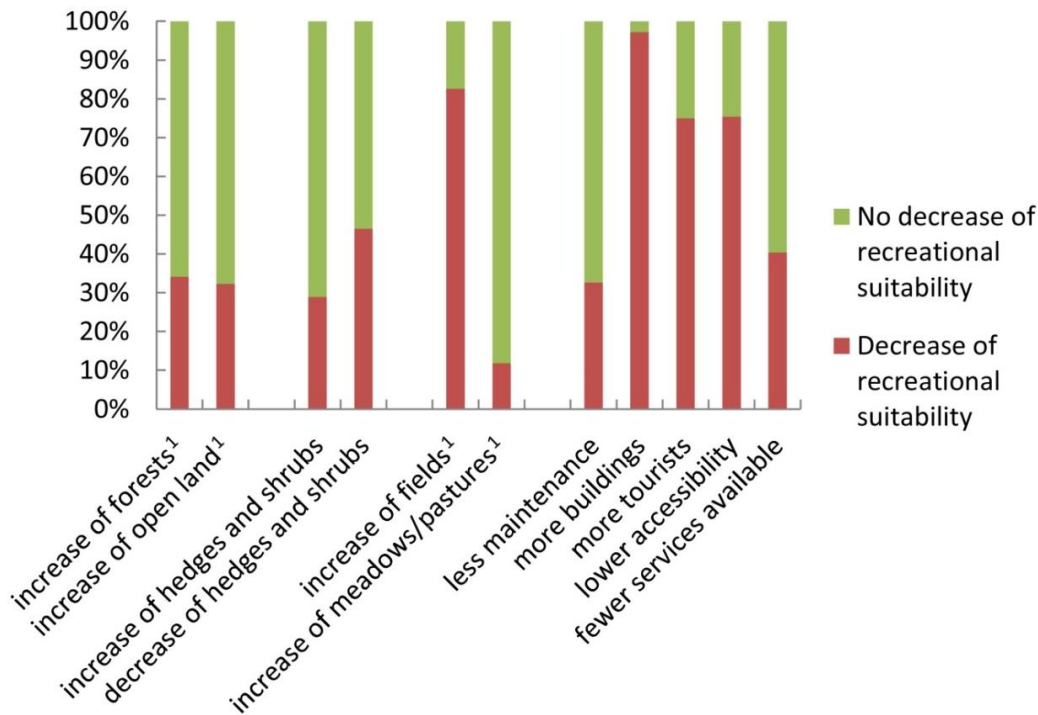
## Results

The results were first analyzed to evaluate generally accepted and rejected landscape changes across all recreation areas. Then, we analyzed landscape change evaluations for each recreation area separately. After this, the attitudes towards agriculture and forestry were first analyzed generally and then for each recreation area separately.

## **Evaluation of landscape changes**

Although the recreation areas are generally valued for their current visual appearance, there was not an overall rejection of landscape changes. The evaluation of landscape changes showed huge variation; the rejection rates ranged from 11.8 % to 97.2 % (Abbildung 20, Seite 82). Only four changes were generally rejected by the majority of all respondents (across all recreation areas). The highest rate of rejection was observed for the construction of buildings (97.2 %) and an increase of fields at the expense of meadows and pastures (82.6 %). Changes concerning more tourists (71.3 %) and lower accessibility of the recreation areas (75 %) were also widely rejected. Compared to these strongly rejected landscape changes, most land use changes, like increases and decreases of forests, hedges and shrubs generally had lower rejection rates.

In general, respondents were indifferent about the forest/ open landscape ratio. Only few people saw a decrease in recreational suitability by introducing more forests at the expense of open land (34.1 % of respondents), while the same was true for an increase of open land at the expense of forests (32.3 %). An increase of hedges and shrubs was regarded less negatively than an increase of forest. Relatively few people thought more hedges and shrubs would decrease recreational suitability (28.9 %), while there was stronger opposition against a decrease of hedges and shrubs (46.5 %). However, the values were moderate compared to landscape changes concerning fields versus meadows and pastures. An increase of fields at the expense of meadows and pastures decreased recreational suitability for 82.6 % of respondents, while only 10.8 % thought that more meadows and pastures at the expense of fields would decrease recreational suitability. 32.6 % thought that less maintenance or less human influence decreases recreational suitability. Fewer on-site services decreased recreational suitability for 40.4 % of respondents.



**Abbildung 20: Evaluation of landscape changes across all recreation areas (n= 339-392): "Which changes would negatively influence recreational suitability for you?"**

<sup>1</sup>An increase of these land uses includes the decrease of the opposed land use, e. g. 'increase of forests at the expense of open land'

### Evaluation of landscape changes among recreation areas

While some evaluations of landscape changes were significantly different among the recreation areas, others were not influenced by the different landscape character of the recreation areas. Changes in the forest/ open landscape ratio were evaluated most significantly different among recreation areas (Abbildung 21, Seite 85-86). Changes, like an increase of hedges and shrubs, an increase of meadows and pastures at the expense of fields, less maintenance and more tourists were also evaluated significantly different, however not on the highest significance level. Changes like a decrease of hedges and shrubs, an increase of fields at the expense of meadows and pastures, more buildings, lower accessibility and fewer services were not evaluated significantly different; this means the evaluation of these changes was not influenced by the different landscape character of the recreation areas.

#### *More forests versus more open land*

An increase of forests at the expense of open land was evaluated significantly different among the recreation areas on the highest significance level ( $\chi^2= 22.088$ ;  $df= 3$ ;  $p< 0.001$ ; Abbildung 21a). Respondents were more accepting of more forests for the Harburg Hills than for the other recreation areas. Although the Harburg Hills are already characterized by a high portion of forests, an increase of forests at the expense of open land was generally not evaluated negatively. Only 13.3 % thought that more forests would decrease recreational suitability, which means that a vast majority (86.7 %)

did not regard an increase of forests negatively. An increase of forests was not assessed as positively for the recreation areas that are characterized by open landscapes, like the Lüneburg Heath (heathlands) and the Elbe Marshes (meadows and wetlands), where the rejection rate of forests was similar (44.7 % of respondents thought that an increase of forests would decrease recreational suitability for the Lüneburg Heath and 43.5 % for the Elbe Marshes). The orchard landscape of the Altes Land was evaluated in between with 25.6 % of respondents answering that an increase of forest would decrease recreational suitability.

An increase of open land at the expense of forest was also evaluated significantly different among the recreation areas on the highest significance level ( $\chi^2= 22.236$ ;  $df= 3$ ;  $p< 0.001$ ; Abbildung 21b). However, only for the Harburg Hills did the majority of respondents say that an increase of open land would decrease recreational suitability (62.2 %), while the results for the other recreation areas were similar (24.6 % for Altes Land , 29 % for Elbe Marshes and 31.3 % for Lüneburg Heath). Likewise, the Lüneburg Heath and the Elbe Marshes showed similar results; an increase of forests was evaluated relatively negative, while an increase of open land was regarded relatively positive. For the Harburg Hills, on the contrary, an increase of forests was evaluated relatively positive, while an increase of open land was regarded relatively negative. For the Altes Land both an increase of forests and an increase of open land did not face strong opposition. As the height of the espalier fruit trees is between open land and forest, a change towards more forests or more open land would not have such a great influence on the visual landscape.

#### *More hedges and shrubs versus fewer hedges and shrubs*

Landscape changes concerning more hedges and shrubs were evaluated significantly different among the recreation areas, although not on the highest significance level like landscape changes concerning forest and open land ( $\chi^2= 8.073$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.045$ ; Abbildung 21c). For the Elbe Marshes very few people (18.5 %) thought that more hedges and shrubs would negatively influence recreation, while for the Lüneburg Heath more people thought they would negatively affect recreation (37.3 %). This shows that the recreation areas Lüneburg Heath and Elbe Marshes, which are both characterized by open landscapes, were evaluated differently for some changes concerning woody structures. While a change in the forest/ open landscape ratio was assessed similarly, an increase of hedges and shrubs was evaluated differently depending on the type of open landscape (heathland or meadows and pastures). A decrease of hedges and shrubs was not evaluated significantly different among the recreation areas ( $\chi^2= 3.184$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.364$ ; Abbildung 21d). It was evaluated relatively negative for all recreation areas; however, some differences should be mentioned. For the areas, where an increase of hedges and shrubs was evaluated relatively negative, a decrease caused relatively little opposition (Lüneburg Heath 41.7 % and Altes Land 45.1 %). For the Harburg Hills (55 %) and for the Elbe Marshes (52.4 %) the majority rejected a decrease of hedges and shrubs.

### *More fields versus more meadows and pastures*

The evaluation of an increase of fields at the expense of meadows and pastures was very negative for all recreation areas and therefore not significantly different among the areas ( $\chi^2= 2.786$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.426$ ; Abbildung 21e). The share of people that considered an increase of fields as a decrease of recreational suitability ranges from 78.3 % for the Altes Land, 84 % for the Lüneburg Heath, 85,3 % for the Elbe Marshes to 87 % for the Harburg Hills. The evaluation of an increase of meadows and pastures at the expense of fields was significantly different on the 0.5 level ( $\chi^2= 7.966$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.047$ ; Abbildung 21f). For the Lüneburg Heath and the Harburg Hills, where meadows are not very common (Tab. 2), more people thought an increase of meadows and pastures would negatively influence recreational suitability (16.3 % for the Lüneburg Heath ; 17.4 % for the Harburg Hills) than for the areas, where meadows are frequent (4.4 % for the Elbe Marshes; 9.4 % for the Altes Land).

### *Less maintenance, more buildings, more tourists, lower accessibility and fewer services*

Less maintenance or less human influence in the recreation areas was not seen as a decrease of recreational suitability by the majority of respondents; however, results were significantly different among recreation areas ( $\chi^2= 8.104$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.044$ ; Abbildung 21g). Taking the characteristic land uses in the recreation areas into account, more respondents thought less maintenance in the already extensively used heathland of the Lüneburg Heath would be negative for recreation (39.8 %), but also in the intensively used orchards of the Altes Land (34.4 %). On the contrary, significantly fewer respondents considered that less maintenance in the forests of the Harburg Hills (22.2 %) and the meadows and pastures of the Elbe Marshes (23.2 %) would decrease recreational suitability.

The construction of more buildings was evaluated very negatively for all recreation areas and was not significantly different among the areas (97.2 % average disapproval rate across all recreation areas;  $\chi^2= 3.637$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.303$ ; Abbildung 21h). More tourists also detracted from recreation for most respondents. However, an increase of tourists was evaluated significantly different among the recreation areas ( $\chi^2= 10.309$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.016$ ; Abbildung 21i). While for the Elbe Marshes and for the Altes Land an increase of tourists was seen as negative by many people (81.7 %; 81.2 %, respectively), for the Lüneburg Heath less people regarded an increase of tourists negatively (65.9 %). The evaluation for the Harburg Hills was in between (72.3 %). Interestingly, the most popular and most visited recreation areas Lüneburg Heath and Altes Land were evaluated significantly different. The same was true for the Harburg Hills and the Elbe Marshes which are not as famous and do not have comparable high tourist numbers. Lower accessibility of the recreation areas was not evaluated significantly different among recreation areas ( $\chi^2= 7.506$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.057$ ; Abbildung 21j). For the Harburg Hills and the Altes Land, which are both easily accessible by public transport from Hamburg, lower accessibility was evaluated as a decrease of recreational suitability by 84.4 % and 79.7 % respectively. For the Lüneburg Heath and the Elbe Marshes, which are further away from Hamburg or not easily accessible



by public transport, only 73.1 % and 65.2 % respectively, assessed lower accessibility negatively. Less services available was not a big concern for respondents for all recreation areas compared to an increase of tourists and more buildings. The differences among the recreation areas were not significant ( $\chi^2= 1.575$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.665$ ; Abbildung 21k). For the Lüneburg Heath respondents saw a slightly higher negative impact on recreation if fewer services are offered (44.8 % compared to 36.6 % for the Harburg Hills, 37.6 % for the Altes Land and 40 % for the Elbe Marshes).

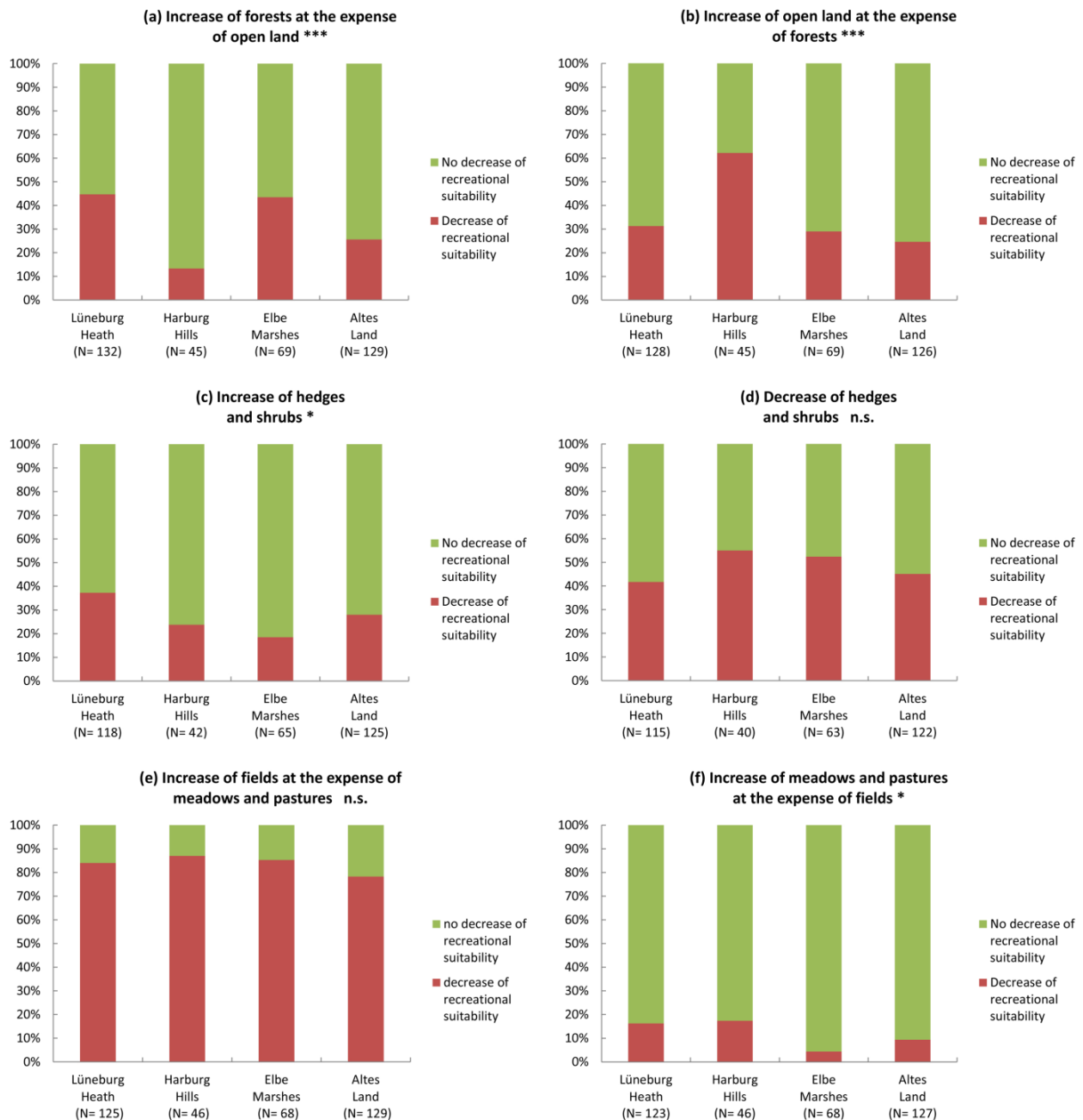
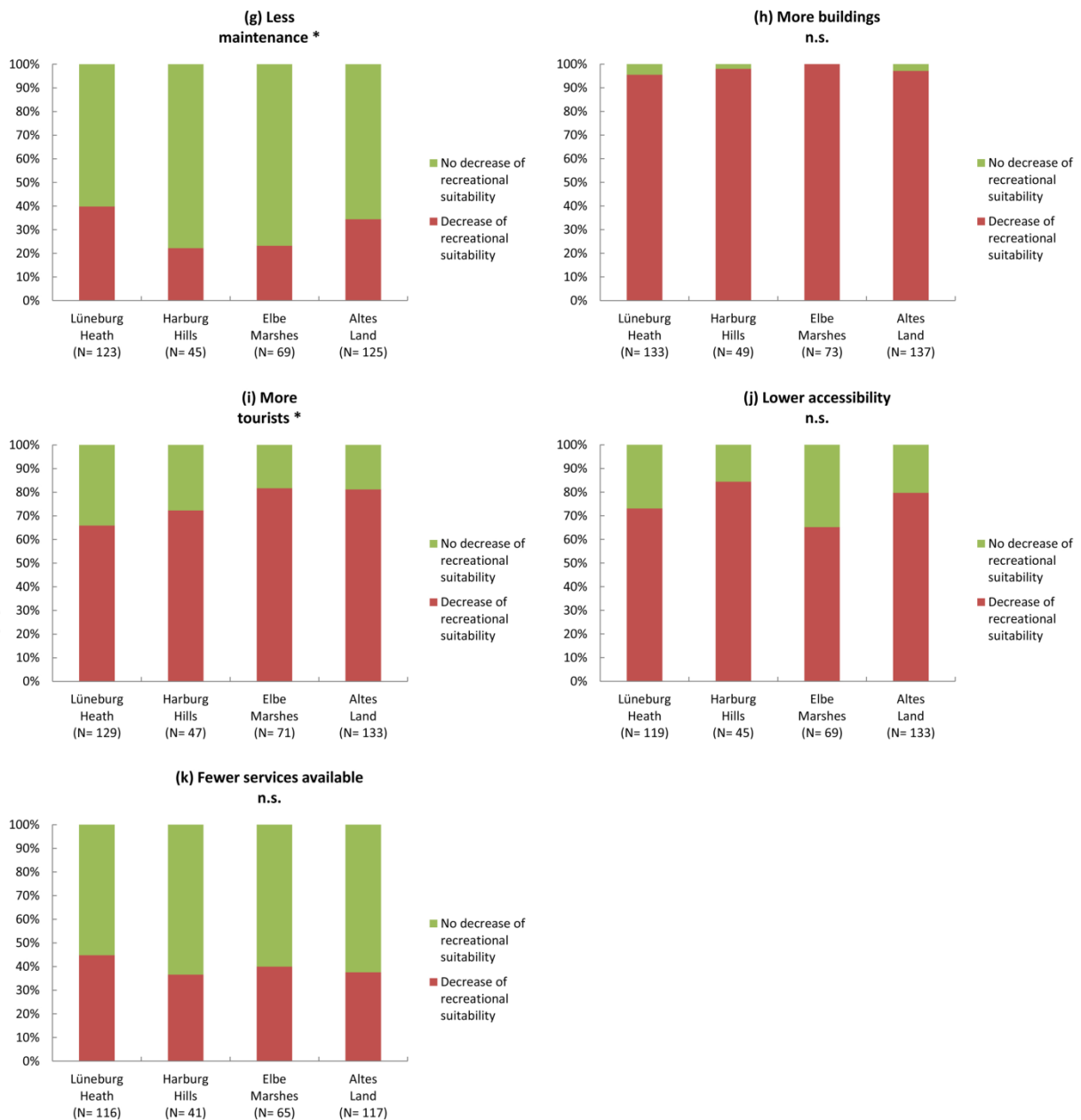


Abbildung 21 a-k: Differences of evaluations of landscape changes among recreation areas: \*significant, \*\*very significant, \*\*\*highly significant, n. s.= not significant

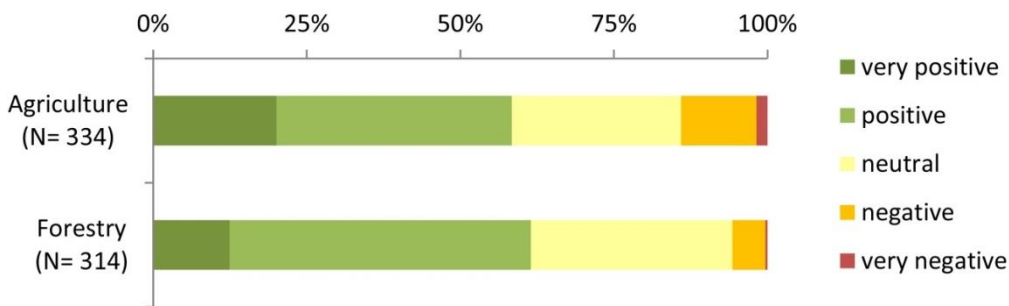


Fortsetzung Abbildung 21 a-k

## Evaluation of agriculture and forestry

Most people thought that agriculture and forestry contribute positively to maintaining the recreation areas. 58.4 % of respondents considered agriculture as positive or very positive and 61.5 % thought so of forestry (Abbildung 22; Seite 87). There were no significant differences between median values of the evaluation of agriculture and forestry (Wilcoxon signed rank test:  $p=0.415$ ). Although median values did not differ significantly, the frequency distribution of the assessment of agriculture and forestry differed significantly ( $\chi^2=116.463$ ;  $df=16$ ;  $p>0.001$ ). The assessment of agriculture showed more extreme values (very positive and very negative) in comparison to forestry which was evaluated more moderately. While only 5.7 % of respondents thought that the role of forestry in maintaining the recreation areas is negative or very negative, 14.1 % thought so of agriculture. On the other

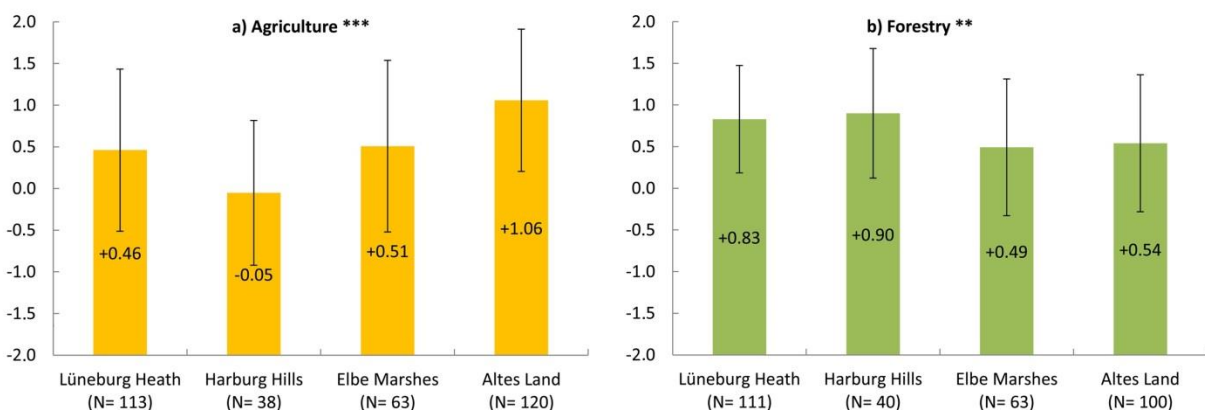
hand, there were significantly more respondents who assessed agriculture as very positive. While 20.1 % of respondents considered the role of agriculture as very positive, only 12.4 % of respondents thought so of forestry. Differences in variation were highlighted by the different standard deviations (0.996 for agriculture; 0.772 for forestry). There was a significant correlation between the assessment of agriculture and forestry ( $r_s = 0.213$ ;  $p < 0.001$ , 2-sided) which means that people with a positive attitude towards agriculture were likely to have a positive attitude towards forestry as well.



**Abbildung 22: Evaluation of agriculture and forestry : "How do you assess the role of agriculture/ forestry in maintaining the recreation area?"**

### Evaluation of agriculture and forestry among recreation areas

Both agriculture and forestry were assessed significantly different among the recreation areas (Kruskal-Wallis one-way analysis of variance:  $p < 0.001$  for agriculture;  $p < 0.01$  for forestry). For the Harburg Hills agriculture was assessed more negatively than for the other areas with the only mean assessment that was negative (-0.05 on the -2 to +2 scale; Abbildung 23). For the Altes Land agriculture was assessed the most positively (+1.06), while the assessment of agriculture was moderate for the Lüneburg Heath (+0.46) and for the Elbe Marshes (+0.51). Forestry was assessed more positively for the Lüneburg Heath (+0.83) and Harburg Hills (+0.90) where forestry is an important land use, while it was assessed moderately for the Elbe Marshes (+0.49) and Altes Land (+0.54) where forestry is not an important land use.



**Abbildung 23: Differences of mean assessment of agriculture and forestry among recreation areas, \*\*very significant, \*\*\*highly significant**

### **Socio-demographic influence on the evaluation**

There were some differences among the subsamples or groups of people that preferred different recreation areas. For example the subsample that favored the Elbe Marshes was significantly older than people who favored the Harburg Hills (ANOVA:  $p= 0.014$ ). The influence of other demographic factors was not significantly different between subsamples.

There was no consistent influence of socio-demographic factors on the evaluation of landscape changes. While the factors educational level and gender were mostly insignificant, the factor age had, in some cases, influence on the assessment of landscape changes. Older people evaluated an increase of forests significantly more negatively than young people ( $\chi^2= 7.887$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.048$ ). Interestingly, an increase of hedges and shrubs was evaluated significantly more negative by young people ( $\chi^2= 8.265$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.041$ ). Accordingly, a decrease of hedges and shrubs was evaluated significantly more negative by old people ( $\chi^2= 10.542$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.014$ ). On the contrary, an increase of open land was not evaluated significantly different among age groups. Older people evaluated an increase of tourists significantly more positive than young people ( $\chi^2= 9.616$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0.022$ ). All other evaluations of landscape changes did not differ among age groups.

### **Discussion**

Our study found that many land use changes were viewed differently depending on the individual landscape character of each recreation area. The evaluations of landscape changes allow recommendations to be made on how to deal with landscape changes in planning processes. The more different a certain landscape change is evaluated among the recreation areas, the more important it is in planning for this landscape change to consider the landscape type (Tabelle 6, Seite 89). It is for example very important to consider the landscape type when dealing with changes of the forest/ open landscape ratio, while it is quite important to consider the landscape type when more hedges and shrubs are introduced. On the contrary, it is not important to consider the landscape type when removing hedges and shrubs as these changes are evaluated the same among recreation areas, which is relatively negative in this case.

**Tabelle 6: Importance to consider the landscape type for different landscape changes .** The assessment of the importance to consider the landscape type for different landscape changes is directly related to the test of significance (Fig. 3, e. g. highly significant different evaluation of a landscape change among recreation areas = very important to consider the landscape type when dealing with this landscape change)

<b>Landscape change</b>	<b>Importance to consider the landscape type</b>
increase of forests at the expense of open land	very important / ***
increase of open land at the expense of forests	very important / ***
increase of hedges and shrubs	quite important / *
decrease of hedges and shrubs	not important / n. s.
increase of fields at the expense of meadows and pastures	not important / n. s.
increase of meadows and pastures at the expense of fields	quite important / *
less maintenance	quite important / *
more buildings	not important / n. s.
more tourists	quite important / *
lower accessibility	not important / n. s.
fewer services available	not important / n. s.

Of all evaluated types of landscape changes, modifications in the forest/ open landscape ratio were perceived most significantly different among landscapes. Conversely, this means that the landscape character is strongly depending on the forest/ open landscape ratio. Compared to other landscape changes, it is highly important to consider the landscape type when increasing or decreasing the forest share. Interestingly, the introduction of hedges and shrubs was evaluated very differently from the introduction of forests for some recreation areas. This means that respondents differentiated between types of woody structures, depending on the landscape type. For the Lüneburg Heath both an increase of forests and an increase of hedges and shrubs were evaluated relatively negative. For the other recreation areas, either an increase of forests or an increase of hedges and shrubs was evaluated more positively. Although for the Elbe Marshes, for example, an increase of forests was evaluated quite negatively, an increase of hedges and shrubs was evaluated most positively among all recreation areas. These results may be explained by the different landscape character of the Elbe Marshes and the Lüneburg Heath in terms of landscape structures. In the Elbe Marshes linear structures like hedges and tree rows around fields, meadows and pastures are very common and contribute strongly to the landscape character, while in the Lüneburg Heath almost no hedges exist. Therefore, an increase of hedges and shrubs would contribute to the particular landscape character of the Elbe Marshes, while it would change the landscape character of the Lüneburg Heath. The more the

character of a landscape is changed, the more likely it is that the proposed landscape change will negatively affect the areas' attractiveness for recreationists and tourists.

It is not possible to directly transfer the results of the evaluation of forests, hedges and shrubs to the cultivation of SRC. We expect that the evaluation of an increase of SRC would be more negative than the evaluation of an increase of forests, hedges and shrubs, but more positive than the evaluation of an increase of fields. Mainly, we expect that the implications of SRC on the visual landscape will be different depending on the landscape and on the form of cultivation. Transferred to SRC, the results of this survey for forests could be similar to SRC plantations covering the whole field, and the results for hedges could be similar to SRC planted in strips. For the recreation areas in the Hamburg Metropolitan Region this would mean that SRC in strips would be most preferable for the Elbe Marshes, SRC covering the whole field for the Harburg Hills, no cultivation of SRC for the Lüneburg Heath and no preference for a specific cultivation method for the Altes Land.

As SRC is a cropping system between agriculture and forestry, it is important to consider the current perception of agriculture and forestry in future cultivation areas. In areas like the Altes Land, where the current agricultural practice was evaluated positively, it might be problematic to introduce a new system like SRC. In areas like the Harburg Hills, where the current agricultural practice was evaluated quite negatively, SRC could have positive impacts on the overall perception of agriculture. The general assessment of agriculture and forestry seems to be dependent on the role which they play in the recreation areas. For the considered recreation areas people rated agricultural and silvicultural land use in general rather positive, but fields negatively. In the Altes Land, agriculture is the most important land use, and therefore, plays a major role in shaping the visual landscape. It is responsible for the unique character of the orchard landscape, which recreationists appreciate. On the other hand, agriculture is not very prevalent in the Harburg Hills. The role of agriculture in shaping the visual landscape is not very important, which might explain the negative assessment of agriculture in the Harburg Hills. Agriculture in the Lüneburg Heath and in the Elbe Marshes was assessed moderately positive. In both recreation areas, agricultural land use is less intensive and diverse in the most characteristic parts of the heathland and the meadows and pastures. The Lüneburg Heath and the Elbe Marshes comprise many landscape and nature reserves (Tabelle 5, Seite 80), which are managed with regard to conservation requirements. Obviously, people were aware of this farmland having a different character than in intensively farmed areas and mainly have a positive opinion about it. As the question was quite broad, it was not possible to differentiate between the preferred intensity and preferred spatial extent of agriculture and forestry. However, the positive evaluation of the intensive orchard landscape in the Altes Land shows that people do not prefer less intensive agriculture in all cases. Nevertheless, the orchards in the Altes Land are a rather special type of agriculture. It may be that people perceive it as rather natural or are attached to this landscape as it has been

characteristic for the Hamburg Region since historic times. We assume that the rating of agriculture would be much more negative in an intensively farmed landscape with annual crops (Lindemann-Matthies et al. 2010).

The negative evaluation of more fields at the expense of meadows and pastures shows that people do not want an expansion and intensification of agriculture, which is currently taking place in many parts of the Hamburg Metropolitan Region, often due to the cultivation of bioenergy crops. People prefer less intensive agriculture such as meadows and pastures. SRC as a very extensive perennial agricultural system could therefore be perceived positively, especially when compared to other bioenergy crops that require intensive farming such as maize. The negative evaluation of fields is also supported by other surveys. According to a survey among 455 people by Kühne (2006) both forests and meadows are indispensable parts of the landscape, while fields are not mentioned by the respondents. However, surveys using visualizations on the street level perspective confirm positive influences of fields on the visual landscape if they are part of a diverse landscape (Hendriks et al. 2000). Schüpbach et al. (2009) found that the impacts of fields on the visual landscape differ strongly depending on the type of agricultural crop and the intensity of agricultural land use. Across all recreation areas only few people thought that less maintenance would negatively influence recreational suitability. The fact that less maintenance was evaluated most negatively for the Lüneburg Heath shows that people are aware of human influence on the landscape in general and on the heathland of the Lüneburg Heath in particular. Less maintenance in the Lüneburg Heath, for example, would result in the heathland being overgrown by shrubs and bushes in the course of time, while less maintenance in the Altes Land is not compatible with the intensively cultivated orchard landscape. On the contrary, less maintenance was welcomed by relatively many people in the Harburg Hills and the Elbe Marshes. This would result in more natural forests in the Harburg Hills and less intensive agriculture on the meadows and pastures of the Elbe Marshes.

The preferred recreation areas Lüneburg Heath and Altes Land are generally not more sensitive towards landscape changes than the less preferred areas Elbe Marshes and Harburg Hills. Thus, there is no recreation area where landscape changes are generally more accepted. This seems to refute the hypothesis, that only favored landscapes with a high symbolic and recreational value are highly sensitive to changes. However, all considered recreational landscapes have a high aesthetic value in comparison to non-recreational landscapes. Therefore, this hypothesis might be applicable on a broader level when also considering standard and everyday landscapes, which we assume to be less sensitive towards landscape changes. In general, we assume that land use changes are best accepted for intensively farmed agricultural landscapes, rather than for recreation areas with a high scenic value.

The limitations of this methodology and the specific conditions of the survey in the here examined case have to be considered when generalizing the results. We are aware of the drawbacks of com-

paring different subsamples. However, we only chose statistical tests that allow comparison of different sized subsamples (Pearson's chi-squared test). We think it is possible to compare the subsamples as statistical differences of respondents' characteristics among subsamples were minor and did not significantly influence the evaluation of landscape changes. As the survey was on a large spatial level and asked about landscape changes for whole recreation areas, it was only possible to evaluate landscape changes that were easily imaginable. According to the definition of space and place by Tuan (1977), the space of the recreation areas is a place linked with cultural values and social meanings for the respondents. Therefore, the 'mental picture' of respondents used in this study is highly subjective and includes personal associations and experiences with the recreation areas. Thus, the mental pictures should be validated by visualizing certain scenarios of landscape changes and transferring the results to smaller spatial levels. In the scope of this study it was not possible to do both; however, it would be interesting to compare the mental picture with visualizations of landscape changes in a follow-up study. The respondents were not directly asked about the cultivation of bioenergy crops to avoid strategic responses. As the focus of the study addressed the appearance of the visual landscape, answers should not be influenced by general attitudes towards bioenergy crops. This is why the results can only give a broad estimation on the overall acceptability of SRC. Furthermore, we only asked urban dwellers about their recreational preferences. Therefore, potentially different preferences of local inhabitants, farmers and foresters who use different ecosystem services have to be considered when it comes to planning decisions for the recreation areas.

### **Results in the broader context**

Many studies have tried to identify an optimal landscape, which is best suited for human well-being. According to Appleton's prospect-refuge theory, this optimum landscape is savanna-like, characterized by its half-openness and a forest share of about 40 % (Appleton 1996; Balling und Falk 1982; Ulrich 1986). Additionally, this survey shows that people prefer diversity among landscapes. As soon as we do not deal with an abstract landscape, but with places that people know, preferences differ between landscapes. Preferences for specific, known and favored places are, therefore, different from standard landscape preferences as these landscapes are also valued for their specific landscape character. Another reason is that knowledge of favored areas is higher and, therefore, landscape preferences can be more complex. The different assessments of landscape changes among recreation areas show that people are aware of the uniqueness of each area and would like to retain this uniqueness. In the end, people prefer a variety of different landscapes for their recreation which are characterized by particularity and uniqueness. Also, familiarity may play an important role. If people know a landscape well they evaluate landscape changes differently than people who are not familiar with the landscape (Hunziker 2008).



The results of this study also show that recreationists are not per se against landscape changes in recreation areas. They are rather open towards changes, which do not directly compromise the specific character of the landscape. As to the question of an optimal landscape and criteria for measuring landscape visual quality, these findings stress the importance of the criterion uniqueness in the triad of landscape aesthetic criteria (diversity, naturalness and uniqueness) used for describing the expected general perception of the visual quality of a landscape (Köhler und Preiß 2000). However, we cannot draw from the findings benchmarks or thresholds, which might frame the importance of uniqueness. Such benchmarks refer to a minimum or maximum diversity in the landscape, the acceptable shares of different land uses (e. g. forests) or to the degree of naturalness (in terms of visible land use influence).

Other surveys show the importance of protecting cultural historical landscapes. In a study by the German Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 95 % of the interviewees confirmed that „the beauty and characteristic features of our homeland should be conserved and protected“ (BMU 2008:15), which is the highest endorsement compared to other environmentally-related statements, for example about sustainability and fair trade. This shows that landscape aesthetics and emotional bonds towards landscapes are of great importance for people and that beautiful and characteristic landscapes should be protected. These results support the findings of this survey that people prefer individual and characteristic landscapes and features rather than uniformly optimized landscapes.

Other regions in Europe also face landscape changes that might negatively influence landscape perception of tourists and the general public. Hunziker (2008) found that people prefer the status quo of Swiss alpine landscapes compared to scenarios with increased and decreased amounts of hedges, shrubs and forests. However, there are strong differences between various population groups. The results for alpine landscapes show that there may also be large differences in the preference of recreationists, local inhabitants and other social groups in the Hamburg Metropolitan Region.

Generally stated, the results can be taken as a substantial and well founded hypothesis for other recreation areas of a similar landscape type and in a similar cultural context. For other quite different landscape types, for example mountainous regions, this methodology can be used to generate additional survey results.

## Conclusions

In summary, our results show that:

- The majority of urban dwellers consider agricultural and silvicultural land use in recreation landscapes to have a positive impact on the visual landscape.
- Meadows and pastures are much more appreciated than fields; an intensification of agriculture by an increase of fields at the expense of meadows and pastures has therefore very negative impacts on the visual landscape.
- In most areas less maintenance is not considered negative for recreation.
- Most people do not think an increase of forests, hedges and shrubs would negatively influence recreational suitability.

However:

- The landscape character significantly influences whether a landscape change is accepted or rejected.
- Of all evaluated types of landscape changes, modifications in the forest/ open landscape ratio are perceived most significantly different among landscapes.
- We did not find a recreation landscape where landscape changes are more accepted in general; the acceptability always depends on the landscape type in connection with the type of change.

The results show that people are aware of different landscape types and do not want standard landscapes. The uniqueness of recreation areas is very important for recreation. This is why people accept landscape changes which enhance or do not affect the specific landscape character and which contribute to the uniqueness of the landscape. On the other hand, people dislike landscape changes that compromise the specific landscape character. Therefore, it is not possible to identify a landscape with optimal recreational suitability. People generally appreciate the differences among landscapes. That is why from the recreational point of view a strict protection of the status quo of historical cultural landscapes is not necessary.

Although agriculture and forestry are considered to have a positive influence on the recreation areas, people prefer less intensive agriculture. That is why further land use pressures by intensive energy crop cultivation could have negative influences on recreation landscapes. The cultivation of dendromass in SRC or agroforestry systems could be a compromise between agriculture and tourism in areas with high visual and recreational value. That is because fields are largely disliked by recreationists, but woody structures do not face strong opposition. In terms of bioenergy production, SRC could be more positive for the visual and recreational landscape than bioenergy maize, which is currently the

most common crop. However, differences among landscapes and the different visual impacts of SRC, which depend on the cultivation system, have to be considered when cultivating SRC. We expect that implications of SRC on the visual landscape will be different depending on the landscape and on the form of cultivation, for example, for some landscapes forest-like structures are preferred and for others hedge-like structures. In order to improve the acceptance of agricultural practice and SRC in recreational landscapes, we recommend that the landscape character and the different sensitivities of landscapes are considered in the assessment of potential production sites.

### **5.3.1 Fachveröffentlichung 2.1 (Naturschutz und Landschaftsplanung): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus**

Boll, T.; Haaren, C. v. (2014): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 46 (5), S. 137–144. URL: [http://www.nulonline.de/Wie\\_sensibel\\_reagiert\\_die\\_Stadtbevölkerung\\_auf\\_Veränderung\\_ihrer\\_Erholungslandschaft,QUIEPTQzMDc4OTAmTUIEPTExMTE.html](http://www.nulonline.de/Wie_sensibel_reagiert_die_Stadtbevölkerung_auf_Veränderung_ihrer_Erholungslandschaft,QUIEPTQzMDc4OTAmTUIEPTExMTE.html)

#### **Zusammenfassung**

Der Wandel der Agrarproduktion namentlich der Energiepflanzenanbau bewirkt in vielen Regionen Deutschlands starke Landschaftsveränderungen. Insbesondere in Maisanbauregionen gibt es Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung und Proteste von Bürgerinitiativen. In Zukunft könnten Entwicklungen im Bioenergiesektor zu noch höherwüchsigen Kulturen wie Kurzumtriebsplantagen führen – mit potenziell stärkeren Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft. In einer für Hamburg repräsentativen Befragung wurde die Akzeptanz von Landschaftsveränderungen in vier landschaftlich unterschiedlichen Erholungslandschaften der Metropolregion ermittelt. Es zeigte sich, dass viele Landschaftsveränderungen je nach Erholungsgebiet signifikant unterschiedlich beurteilt werden. Während eine Abnahme des Grünlandanteils generell abgelehnt wurde, ist die Akzeptanz einer Zu- oder Abnahme von Wald und Gehölzen stark abhängig vom Landschaftstyp. In wald- und ackerreichen Erholungslandschaften gibt es eine deutlich höhere Zustimmung zu einer Waldausweitung als in offenen Erholungslandschaften mit hohen Heide- und Grünlandanteilen. Dies lässt für die Landschaftsebene Rückschlüsse auf die Akzeptanz von Kurzumtriebsplantagen in den unterschiedlichen Landschaftstypen und die Notwendigkeit einer räumlichen Steuerung zu.

#### **Einleitung**

Ländliche Gebiete in Metropolregionen werden von unterschiedlichen Flächennutzungen beansprucht. Neben dem Suburbanisierungsdruck, der Intensivierung der Landwirtschaft und der zunehmenden Produktion von erneuerbaren Energien sollen auch Erholungsmöglichkeiten für die Bevölkerung bereitgestellt werden (European Commission 2007; Antrop 2004; Palang et al. 2010). Die Bedeutung dieser weichen Standortfaktoren bzw. kulturellen Ökosystemleistungen nimmt stetig zu, da die Ansprüche bzgl. eines attraktiven Lebensumfeldes steigen (Guo et al. 2010). Dazu gehört in der Metropolregion Hamburg neben den innerstädtischen Parks auch das Vorhandensein von Erholungs-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

gebieten im Umland. Aufgrund ihrer hohen Erholungseignung sind diese Gebiete besonders empfindlich gegenüber einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung wie der Beseitigung von Landschaftselementen, der Zusammenlegung von kleineren zu größeren Schlägen, dem Anbau von hochwüchsigen Kulturen wie Mais und dem Umbruch von Grünland zu Acker (Tveit 2009; Franke 2008). In Zukunft könnte eine weitere Veränderung durch Kurzumtriebsplantagen (KUP) eintreten. Da diese einige ökologische Vorteile bieten (Bemmann & Knust 2010; Baum et al. 2009; Strohm et al. 2012) ist ihre Anerkennung als ökologische Vorrangfläche im Zuge des Greening der EU-Agrarpolitik im Gespräch. Dieses könnte dem KUP-Anbau zum Durchbruch verhelfen. KUP können aufgrund ihrer hohen Wuchsleistungen von bis zu 10 m in 3 Jahren den Charakter einer Landschaft erheblich beeinflussen. Besonders in Erholungsgebieten mit hoher landschaftlicher Schönheit und Eigenart und in traditionell offenen Landschaften könnte sich dies negativ auf die Erholungseignung auswirken. Bisher wurden die landschaftsästhetischen Wirkungen des Bioenergieanbaus im Allgemeinen und des Dendromasseanbaus im Speziellen kaum wissenschaftlich untersucht. Kenntnisse über die Beurteilung von Landschaftsveränderungen durch die Bevölkerung können dazu beitragen, Handlungsempfehlungen für den zukünftigen Dendromasseanbau zu geben.

### Forschungsfragen

Die hier vorgestellte Untersuchung sollte der Frage nachgehen, wie die städtische Bevölkerung von Hamburg auf unterschiedliche potenzielle Landschaftsveränderungen in den beliebtesten umliegenden Erholungsgebieten reagiert. Dadurch sollte festgestellt werden, welche landschaftlichen Veränderungen abgelehnt oder toleriert werden. Schwerpunkt der Untersuchung war die Frage, ob Landschaftsveränderungen abhängig vom Landschaftstyp unterschiedlich beurteilt werden. Aus der Beurteilung der Landschaftsveränderungen sollten Rückschlüsse gezogen werden, in welchen Landschaften Dendromasseanbau voraussichtlich mehr oder weniger akzeptiert wird. Die Fragen richten sich auf die Landschaftsebene; es geht in dem vorliegenden Beitrag also nicht um die Ausgestaltung von Landschaftselementen. Die Forschungsfragen lauten:

- 1) Wie beurteilen Stadtbewohner potenzielle Landschaftsveränderungen in ihren bevorzugten Erholungsgebieten?
- 2) Hängt die Beurteilung von Landschaftsveränderungen vom Landschaftscharakter des jeweiligen Erholungsgebietes ab?
- 3) Wie sollte der Dendromasseanbau räumlich ausgestaltet werden um die Erholungseignung der Landschaft zu erhalten bzw. sogar zu fördern?

### Methoden

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine standardisierte mündliche Befragung von Februar bis April 2011 an vier Terminen in unterschiedlichen Stadtteilen Hamburgs durchgeführt. Die Größe der Stichprobe betrug 400 Personen von denen 193 männlich (48,3 %) und 207 weiblich (51,7 %) waren. Das Durchschnittsalter der Stichprobe lag bei 44 Jahren (min= 15; max= 85). Die Befragung beschränkte sich auf Einwohner der Stadt Hamburg und des Hamburger Umlandes, da eine gewisse Kenntnis der Erholungsgebiete Voraussetzung für die Beurteilung von potenziell dort stattfindenden Landschaftsveränderungen ist. Die Teilnahmequote, also der Anteil der Angesprochenen, der an der Befragung teilnahm, lag bei rund 30 %. Die Gründe für eine Nichtteilnahme an der Befragung betrafen vor allem Zeitmangel und generelles Desinteresse an Befragungen. Die Stichprobe ist in Bezug auf Alter und Geschlecht der Befragten statistisch repräsentativ für die Hamburger Bevölkerung (im Vergleich mit Daten des Statistischen Bundesamtes (2010) und des Statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein (2009)). Das Bildungsniveau der Stichprobe ist allerdings signifikant höher als der Hamburger Durchschnitt.

Die Befragung beschränkte sich auf den niedersächsischen südlichen Teil der Metropolregion Hamburg und die dortigen Erholungsgebiete Lüneburger Heide, Harburger Berge, Elbtalau/ Elbmarsch und Altes Land. Die vier Gebiete wurden im Vorfeld als die wichtigsten und bekanntesten Erholungsgebiete ausgewählt. Sie stehen gleichzeitig stellvertretend für die unterschiedlichen charakteristischen Landschaftstypen der Metropolregion (Heidelandschaft, Waldlandschaft, grünlandreiche Landschaft, Obstanbaulandschaft). Die Befragung beschränkte sich für jeden Befragten auf dessen bevorzugtes Erholungsgebiet, da sich in Pre-Tests ergab, dass viele Personen nicht alle Erholungsgebiete kannten. Die Gesamtstichprobe teilt sich daher in jeweils eine Teilstichprobe für jedes Erholungsgebiet.

Die Befragten wurden gebeten unterschiedliche Landschaftsveränderungen ausgehend vom aktuellen Zustand der Landschaft zu beurteilen („Welche Veränderungen würden für Sie die Erholungseignung einschränken?“). Die untersuchten Landschaftsveränderungen betrafen Landnutzungsänderungen und Veränderungen der Infrastruktur und Serviceleistungen (Tabelle 7, Seite 99). Die abgefragten Veränderungen der Infrastruktur und der Serviceleistungen dienten als Referenzrahmen zur besseren Einordnung der Landnutzungsveränderungen und werden in diesem Artikel nicht differenziert nach Erholungsgebieten betrachtet. Die Landnutzungsänderungen wurden in beide Richtungen gefragt, da z. B. die Ablehnung von mehr Hecken nicht bedeutet, dass weniger Hecken automatisch positiv beurteilt werden. Es wurden sich einfach vorzustellende Landschaftsveränderungen abgefragt und nicht direkt nach KUP gefragt, da davon auszugehen war, dass die meisten Befragten keine KUP kennen. In der Befragung wurden keine Visualisierungen verwendet, da Ergebnisse für die Landschaftsebene generiert werden sollten, auf der Spezifitäten der Einzelemente wie Artenzusammen-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

setzung und die Anordnung der Elemente nicht hervortreten. Außerdem wurde durch die Nennung der präferierten Landschaften im ersten Teil der Befragung sichergestellt, dass die Befragten ein gedankliches Bild von diesen Landschaften hatten.

Die Befragung diente auch zur Herleitung von Hypothesen zum Dendromasseanbau, die in einer weiteren Befragung mit Unterstützung von 3D-Visualisierungen validiert werden sollen. Eine negative Beurteilung einer Zunahme an Wäldern, Hecken und kleinflächigen Gehölzen in einer bestimmten Landschaft lässt z. B. auch eine negative Einstellung gegenüber KUP erwarten. Bei unterschiedlichen Beurteilungen von Wäldern und Hecken und kleinflächigen Gehölzen wird angenommen, dass die Auswirkungen des KUP-Anbaus je nach Anbausystem unterschiedlich ausfallen. Die Ausklammerung von KUP in der Befragung sollte auch strategische Antworten und Vorurteile ausschließen, die den Fokus der Studie auf das Landschaftsbild beeinträchtigt hätten. Daher decken die Ergebnisse zum Dendromasseanbau auch nur die Auswirkungen auf das Landschaftsbild ab und können von persönlichen Einstellungen zum Bioenergieanbau überlagert werden.

Die Befragung wurde mit der Statistiksoftware SPSS 19 ausgewertet. Signifikanzen für die Beurteilung von Landschaftsveränderungen wurden statistisch mit Pearson's Chi<sup>2</sup>-Tests untersucht. Die Nullhypothese war, dass Landschaftsveränderungen für alle Erholungsgebiete gleich beurteilt werden. Wenn Pearson's Chi<sup>2</sup>-Test signifikant war, wurden Landschaftsveränderungen unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt. Dazu wurden vier Signifikanzniveaus festgelegt:  $p \geq 0.05$  = nicht signifikant (n. s.),  $p < 0.05$  = signifikant (\*),  $p < 0.01$  = hoch signifikant (\*\*),  $p < 0.001$  = höchst signifikant (\*\*\*)

**Tabelle 7: Abgefragte Landschaftsveränderungen und Erläuterung**

Abgefragte Landschaftsveränderungen		Erläuterung/ Einfluss auf
a)	'mehr Wald statt offene Landschaft'	Wald/ Offenlandverhältnis; Offenheit der Landschaft
b)	'mehr offene Landschaft statt Wald'	
c)	'mehr Hecken und kleinflächige Gehölze'	Struktur und Komplexität des Landschaftsbildes
d)	'weniger Hecken und kleinflächige Gehölze'	
e)	'mehr Acker statt Wiesen und Weiden'	Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung
f)	'mehr Wiesen und Weiden statt Acker'	
g)	'weniger Pflege/ Natur eher sich selbst überlassen'	allgemeine Pflegeintensität in der Landschaft
h)	'mehr Bebauung'	Neubau von Gebäuden
i)	'mehr Touristen'	Anzahl der Touristen im Erholungsgebiet
j)	'geringere Erreichbarkeit'	Erreichbarkeit des Erholungsgebietes
k)	'weniger Serviceleistungen vor Ort'	Serviceleistungen vor Ort wie z. B. Gastronomie und Informationsangebote

## Erholungsgebiete

Die vier untersuchten Erholungsgebiete Lüneburger Heide, Harburger Berge, Elbtalau/ Elbmarsch und Altes Land sind durch unterschiedliche Landnutzungen gekennzeichnet, durch die ein individueller Landschaftscharakter und Landschaftstyp ausgebildet wird (Abbildung 24; Tabelle 8, Seite 101). Die erholungsrelevanten Bereiche der Lüneburger Heide sind durch offene Heidelandschaften geprägt, die durch eine Übernutzung der armen Sandböden im Mittelalter und die anschließende Beweidung mit Schafen entstanden sind. Aufgrund der Besonderheit und Eigenart der Lüneburger Heide als eine der größten Heidegebiete Zentraleuropas entwickelte sie sich zu einem wichtigen Tourismus- und Erholungsschwerpunkt in Norddeutschland (POTT 1999). Die Harburger Berge sind ein hügeliges Waldgebiet im Süden Hamburgs, das von einigen Ackerflächen durchsetzt ist. Dieses beliebte Naherholungsgebiet ist von Hamburg gut mit dem öffentlichen Nahverkehr zu erreichen und wird häufig für Tagesausflüge genutzt. Die Elbmarsch ist eine strukturreiche, grünlandgeprägte Landschaft, die durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt ist. Aufgrund der naturräumlichen Ausstattung hat sie eine hohe Bedeutung für den Naturschutz. Das Alte Land ist eine der größten zusammenhängenden Obstanbaugebiete Mitteleuropas und insbesondere zur Apfelblüte ein beliebtes Erholungsziel.

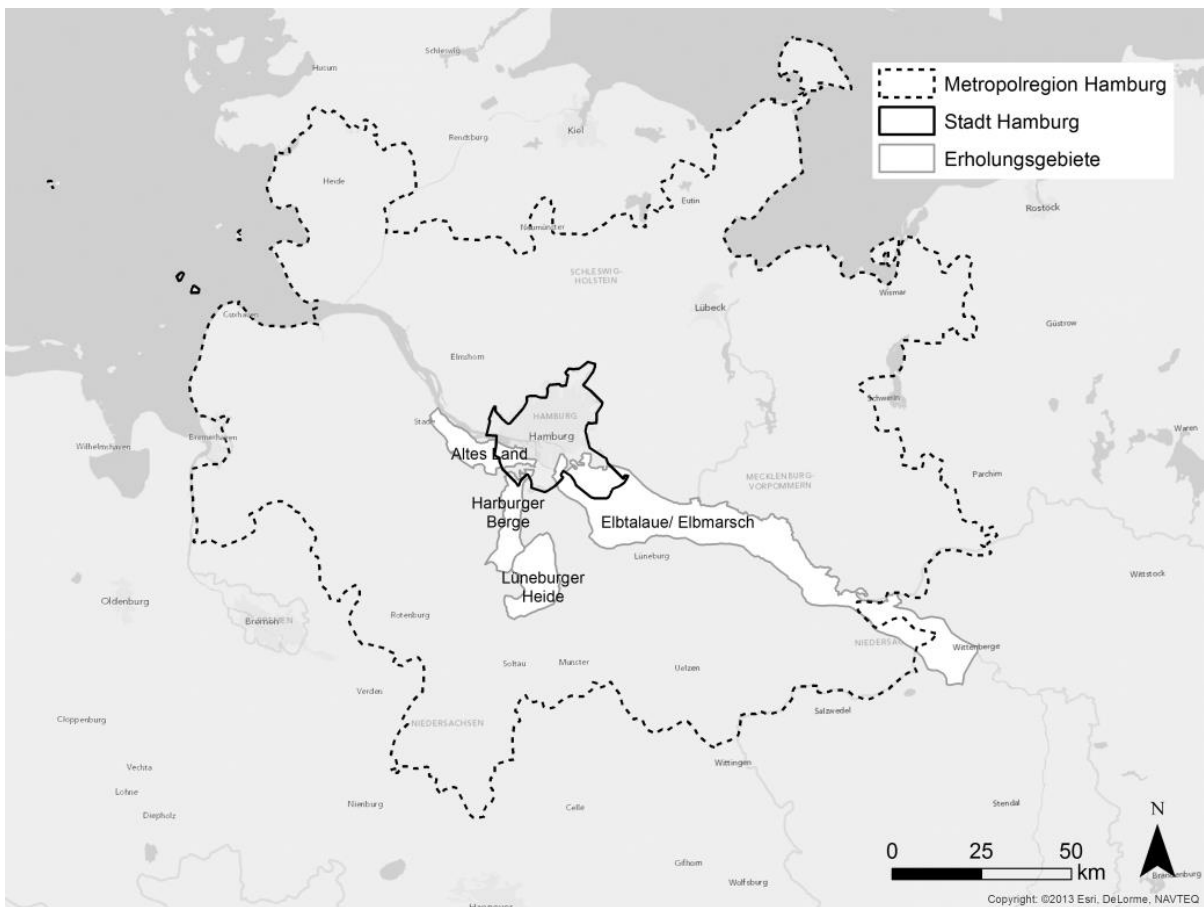


Abbildung 24: Lage der untersuchten Erholungsgebiete in der Metropolregion Hamburg



## Praxisrelevante Fachveröffentlichung



Abbildung 25: Erholungsgebiete in der Metropolregion Hamburg von links oben im Uhrzeigersinn: Lüneburger Heide, Harburger Berge, Altes Land, Elbmarsch (Quelle: panoramio)

Tabelle 8: Landnutzung in den vier Erholungsgebieten nach CORINE LandCover Klassen 2006. Die charakteristischen und für die Erholungsnutzung bedeutsamsten Landnutzungen in dem jeweiligen Gebiet sind fett gedruckt.

Landnutzung	Lüneburger Heide	Harburger Berge	Elbtalau/ Elbmarsch	Altes Land
Bebaute Fläche	2,0 %	8,6 %	6,1 %	8,7 %
Ackerfläche	12,3 %	27,5 %	36,8 %	2,8 %
Grünland	4,8 %	2,9 %	<b>29,3 %</b>	22,9 %
Heterogene landwirtschaftliche Flächen	6,2 %	7,9 %	10,1 %	1,0 %
Obstbestand	0,0 %	0,0 %	0,6 %	<b>64,0 %</b>
Heide und Moor	<b>20,6 %</b>	2,0 %	0,6 %	0,0 %
Gewässer	0,2 %	0,0 %	<b>4,1 %</b>	0,3 %
Wald	53,8 %	<b>51,1 %</b>	12,5 %	0,3 %

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

### Fortsetzung Tabelle 8

<sup>1</sup> Landschaftstypen nach Bundesamt für Naturschutz (BfN)

<sup>2</sup> Geschützte Flächen umfassen Kernflächen der Biosphärenreservate, Natura 2000-Gebiete und Naturschutzgebiete (BfN 2012)

<sup>3</sup> Bewertungskriterien für individuelle Landschaften umfassen die Unzerschnittenheit der Landschaft, die Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auf der Basis des Schutzgebietsanteils sowie der Anteil historisch alter Waldstandorte (BfN 2012)

	Lüneburger Heide	Harburger Berge	Elbtalau/ Elbmarsch	Altes Land
<b>Landschaftstyp<sup>1</sup></b>	Heide- bzw. mager-rasenreiche Wald-landschaft	Waldreiche Land-schaft	Grünlandgeprägte offene Kulturland-schaft/ Flussland-schaft	Obstbaulandschaft
<b>Schutzgebietsan-teil<sup>2</sup></b>	78,2 %	7,6 %	43,5 %	12,2 %
<b>Naturschutzfachli-che Bewertung<sup>3</sup></b>	Besonders schutz-würdige Landschaft	Landschaft mit geringer Bedeutung	Schutzwürdige Landschaft mit Defiziten	Schutzwürdige Landschaft mit Defiziten
<b>Bedeutung für Erholung</b>	National und inter-national bedeuten-der Tourismus-schwerpunkt in Norddeutschland, ältestes und größ-tes Naturschutzge-biet Niedersach-sens	Erster Höhenzug südlich von Ham-burg, beliebtes lokales Erholungs-gebiet zum Wan-tern, Reiten und Fahrradfahren	Auenlandschaft der Elbe, Teil des Bio-sphärenreservates „Niedersächsische Elbtalau“, von nationaler Bedeu-tung, beliebtes Erholungsgebiet für Fahrradtouren	Größtes zusam-menhängendes Obstanbaugebiet Mitteleuropas, bekannte und be-liebte Kulturland-schaft

## Ergebnisse

Die Befragungsergebnisse wurden zuerst in Bezug auf generell akzeptierte und abgelehnte Landschaftsveränderungen in allen Erholungsgebieten ausgewertet. Danach wurden die Beurteilungen von Landschaftsveränderungen für jedes Erholungsgebiet separat untersucht um den Einfluss des Landschaftstyps auf die Beurteilung der Landschaftsveränderung herauszufinden.

### Generelle Beurteilung von Landschaftsveränderungen

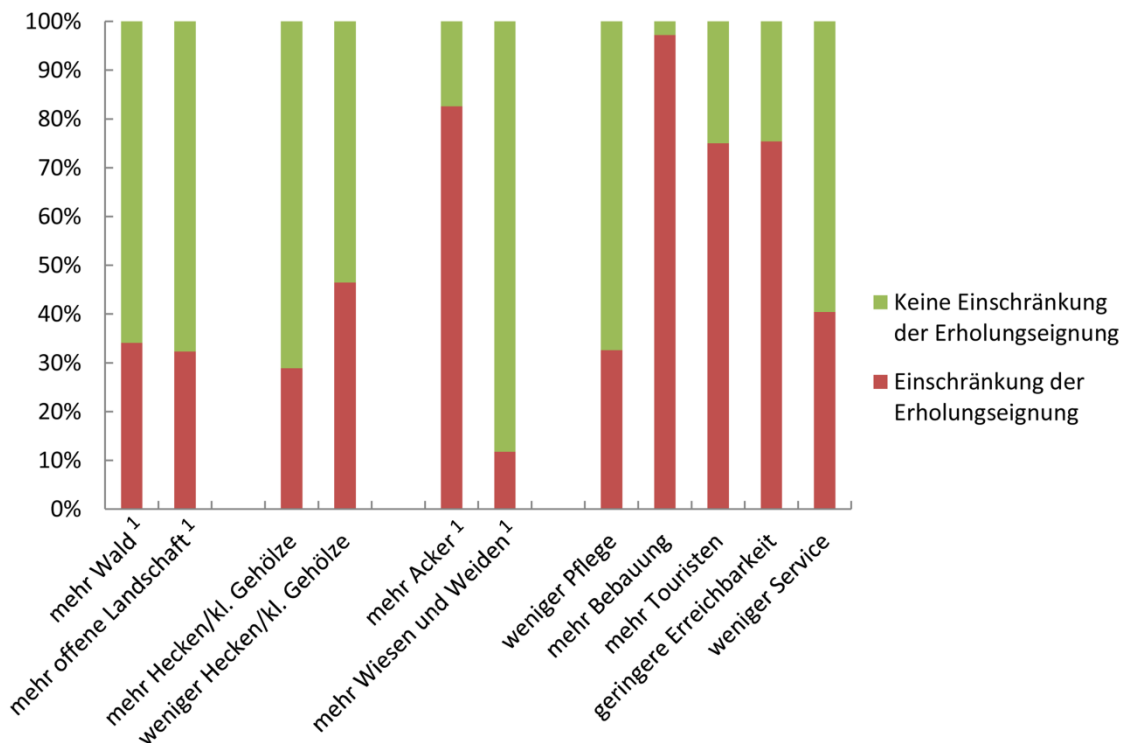
Obwohl alle Erholungsgebiete in ihrem aktuellen Zustand schon eine hohe Erholungseignung haben und in der Bevölkerung entsprechend beliebt sind, wurden Landschaftsveränderungen nicht pauschal abgelehnt. Es ergab sich eine starke Differenzierung zwischen akzeptierten und abgelehnten Landschaftsveränderungen. Die Spanne reichte von einem Anteil von 11,8 % bis 97,2 % der Befragten, welche die jeweilige Landschaftsveränderung als Einschränkung der Erholungseignung ablehnte (Abbildung 26, Seite 103).

Nur vier Veränderungen wurden über alle Erholungsgebiete von der Mehrheit der Befragten abgelehnt. Die am stärksten abgelehnte Veränderung war der Neubau von Gebäuden, der von 97,2 % der Befragten abgelehnt wurde und die Zunahme von Äckern zu Lasten von Grünland (82,6 %). Auch eine

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

geringere Erreichbarkeit der Erholungsgebiete (75 %) und eine Zunahme von Touristen (71,3 %) wurden von einer deutlichen Mehrheit der Befragten abgelehnt.

Landschaftsveränderungen, die das Wald/ Offenlandverhältnis betrafen, wurden von der Mehrheit der Befragten nicht als Einschränkung der Erholungseignung gesehen. Das galt sowohl für eine Veränderung der Landschaft von Offenland zu mehr Wald als auch eine gegenteilige Entwicklung von Wald zu mehr Offenland. 34,1 % der Befragten meinte, dass mehr Wälder die Erholungseignung negativ beeinflussen würden, während ein ähnlich hoher Anteil von 32,3 % fand, dass mehr offene Landschaft sich negativ auswirken würde. Eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen wurde insgesamt weniger negativ gesehen als eine Waldzunahme. Während weniger Befragte eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen als Einschränkung der Erholungseignung betrachteten (28,9 %), gab es größere Bedenken gegenüber einer Abnahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen (46,5 %). Änderungen des Acker-Grünlandverhältnisses wurden deutlich extremer beurteilt als Zu- und Abnahmen von Gehölzen. Eine Zunahme von Äckern zu Lasten von Wiesen und Weiden wurde von 82,6 % der Befragten als Einschränkung der Erholungseignung gesehen, während nur 10,8 % eine Zunahme von Wiesen und Weiden negativ einschätzten. 32,6 % der Befragten fand, dass weniger Pflege/ Natur eher sich selbst überlassen die Erholungseignung einschränken würde. Ein geringeres Angebot an Serviceleistungen im Erholungsgebiet wurde von 40,4 % der Befragten negativ gesehen.



**Abbildung 26: Zusammenfassende Beurteilung von Landschaftsveränderungen über alle Erholungsgebiete (N=339-392)**

<sup>1</sup>Eine Zunahme dieser Landnutzungen beinhaltet die Abnahme der gegenteiligen Landnutzung, z. B. 'Mehr Wald statt offene Landschaft'

### Differenzierte Beurteilung von Landnutzungsänderungen nach Erholungsgebieten

Während einige Landschaftsveränderungen signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt wurden, gab es andere, deren Beurteilung nicht vom unterschiedlichen Charakter der Erholungsgebiete beeinflusst wurde. Die Beurteilungen von Veränderungen des Wald/Offenlandverhältnisses unterschieden sich am statistisch signifikantesten zwischen den Erholungsgebieten (Abbildung 27, Seite 105). Auch signifikant unterschiedlich beurteilt - allerdings nicht auf dem höchsten Signifikanzniveau - wurden eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen und eine Zunahme von Grünland zu Lasten von Äckern. Eine Abnahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen und eine Zunahme von Äckern zu Lasten von Grünland wurde in allen Gebieten gleich beurteilt; die Beurteilung dieser Landschaftsveränderungen wurde also nicht durch den unterschiedlichen Landschaftscharakter der Erholungsgebiete beeinflusst.

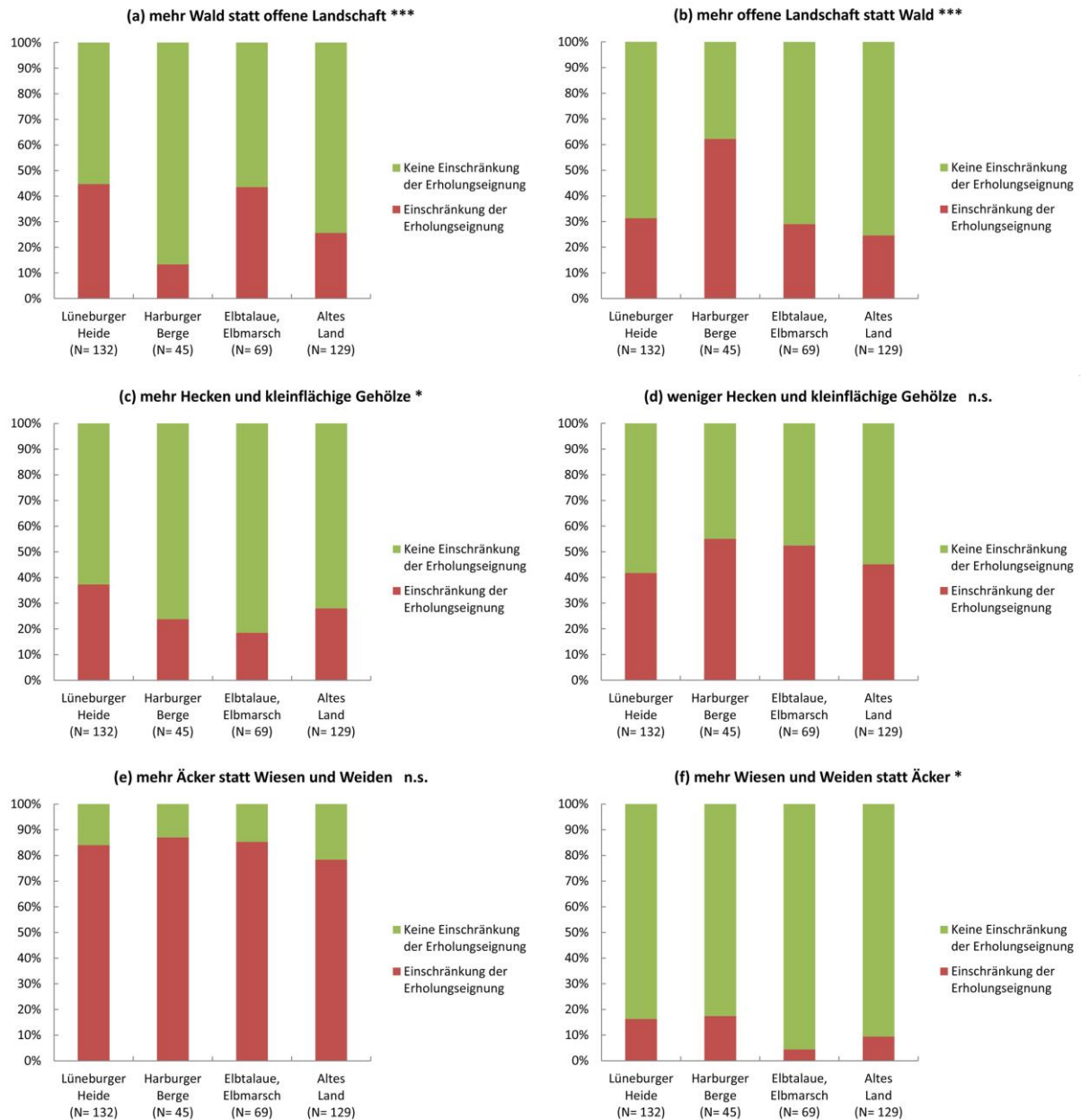
#### *Wald versus offene Landschaft*

Eine Waldzunahme zu Lasten von Offenland wurde höchst signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt ( $\chi^2= 22,088$ ;  $df= 3$ ;  $p < 0.001$ ; Abbildung 27a). Obwohl die Harburger Berge schon durch einen hohen Waldanteil geprägt sind, beurteilten die Befragten eine Waldzunahme deutlich positiver als in den anderen Erholungsgebieten. Nur 13,3 % waren der Auffassung, dass eine Waldzunahme zu Lasten von Offenland die Erholungseignung in den Harburger Bergen negativ beeinflusst, d. h. die überwiegende Mehrheit von 86,7 % betrachtete einen Anstieg des Waldanteils nicht als Einschränkung der Erholungseignung. Eine Waldzunahme wurde in offenen Landschaften wie der Lüneburger Heide und der Elbmarsch demgegenüber deutlich negativer beurteilt. In beiden Landschaften war die Ablehnungsrate mit 44,7 % bzw. 43,5 % ähnlich hoch. Für die Obstbaulandschaft des Alten Landes wurde mit 25,6 % im Vergleich mit den anderen Erholungsgebieten eine mittlere Ablehnung einer Waldzunahme festgestellt.

Auch eine Offenlandzunahme zu Lasten von Wald wurde höchst signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt ( $\chi^2= 22,236$ ;  $df= 3$ ;  $p < 0,001$ ; Abbildung 27b). Allerdings betrachtete nur in den Harburger Bergen die Mehrheit der Befragten eine Offenlandzunahme als Einschränkung der Erholungseignung (62,2 %). In den übrigen Gebieten unterschied sich die Beurteilung nicht deutlich voneinander (24,6 % Altes Land; 29 % Elbmarsch; 31,3 % Lüneburger Heide). Insbesondere die Lüneburger Heide und die Elbmarsch ähnelten sich bei der Beurteilung von Landschaftsveränderungen bezüglich des Wald/Offenlandverhältnisses. Eine Waldzunahme wurde in beiden Gebieten relativ negativ beurteilt während eine Zunahme von Offenland überwiegend positiv beurteilt wurde. In den Harburger Bergen wurde im Gegensatz dazu ein Waldanstieg vergleichsweise positiv beurteilt während eine Zunahme von Offenland relativ negativ beurteilt wurde. Im Alten Land - dessen Landschaftsstruktur sehr indifferent in Bezug auf das Wald/Offenlandverhältnis ist, da die Obstplantagen

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

in ihrer Höhe zwischen Wald und Offenland einzuordnen sind - wurden sowohl eine Wald- als auch eine Offenlandzunahme von relativ wenig Befragten negativ beurteilt.



**Abbildung 27 a-f: Bewertungsunterschiede von Landnutzungsänderungen zwischen Erholungsgebieten**

\* signifikant, \*\* hoch signifikant, \*\*\* höchst signifikant, n. s. = nicht signifikant

### Hecken und kleinflächige Gehölze

Zunahmen von Hecken und kleinflächigen Gehölzen wurden signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt, allerdings auf einem niedrigeren Signifikanzniveau als Veränderungen des Wald/ Offenlandverhältnisses ( $\chi^2 = 8,073$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,045$ ; Abbildung 27c). Obwohl die Lüneburger Heide und die Elbmarsch in Bezug auf das Wald/ Offenlandverhältnis sehr ähnlich beurteilt wurden, ergaben sich für Hecken und kleinflächige Gehölze deutliche Unterschiede. Mehr Hecken und kleinflächige Gehölze wurden in der Lüneburger Heide im Vergleich mit den anderen Erholungsgebiete-

ten am negativsten beurteilt (37,3 %), während in der Elbmarsch der geringste Anteil der Befragten etwas gegen eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen hatte (18,5 %).

Eine Abnahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen wurde nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten beurteilt ( $\chi^2= 3,184$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0,364$ ; Abbildung 27d), sondern in allen Erholungsgebieten überwiegend abgelehnt. In der Lüneburger Heide und im Alten Land, wo eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen relativ negativ beurteilt wurde, stieß die Abnahme von Gehölzen in geringerem Maße als in den anderen Gebieten auf Ablehnung (Lüneburger Heide 41,7 % und Altes Land 45,1 %). Im Gegensatz dazu wurde in den Harburger Bergen (55 %) und der Elbmarsch (52,4 %) eine Abnahme von Gehölzstrukturen überwiegend als Einschränkung der Erholungseignung empfunden.

### *Äcker versus Wiesen und Weiden*

Eine Zunahme von Äckern zu Lasten von Wiesen und Weiden wurde in allen Erholungsgebieten sehr negativ gesehen und nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gebieten ( $\chi^2= 2,786$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0,426$ ; Abbildung 27e). Die gegenteilige Entwicklung einer Zunahme von Grünland zu Lasten von Äckern wurde sehr positiv beurteilt, allerdings signifikant unterschiedlich zwischen den Erholungsgebieten ( $\chi^2= 7,966$ ;  $df= 3$ ;  $p= 0,047$ ; Abbildung 27f). In der Lüneburger Heide und den Harburger Bergen, in denen Wiesen und Weiden nicht sehr häufig sind, betrachteten mehr Befragte eine Zunahme von Grünland als negativ für die Erholungseignung (16,3 % in der Lüneburger Heide; 17,4 % in den Harburger Bergen) als in der Elbmarsch und im Alten Land, wo Wiesen und Weiden sehr häufig vorkommen (4,4 % in der Elbmarsch; 9,4 % im Alten Land).

## Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass der Landschaftstyp einen starken Einfluss auf die Akzeptanz der meisten Landschaftsveränderungen hat. Die Präferenzen der Bevölkerung gehen eindeutig dahin, dass der Landschaftstyp in seiner Eigenart erhalten werden soll. Dabei werden Landschaftsveränderungen nicht pauschal abgelehnt, sondern solche, die zur Eigenart der Landschaft beitragen, werden akzeptiert. Insgesamt wird im Falle von bekannten Landschaften also keine Vereinheitlichung in Richtung auf eine 'optimale' Landschaftsausstattung gewünscht, wie sie z. B. die Habitattheorien nahelegen könnten, die eine savannen- oder parkähnliche Landschaft als Optimum postulieren (z. B. 'Prospect-Refuge Theorie', 'Information-Processing Theorie'; (Appleton 1996; Kaplan und Kaplan 1989; Balling und Falk 1982; Ulrich 1986). Vielmehr wird eine Vielfalt an unterschiedlichen Landschaftstypen präferiert.

Die Akzeptanz von Landschaftsveränderungen hing nicht nur von der Veränderung selbst ab, sondern auch vom Landschaftstyp ab, in dem die Veränderung stattfand. So wurde der Verlust von Grünland, Hecken und kleinflächigen Gehölzen landschaftsunabhängig überall abgelehnt, während die Beurtei-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

lung von Veränderungen des Wald/ Offenlandverhältnisses am stärksten durch den Landschaftstyp beeinflusst wurde. Um die Erholungseignung einer Landschaft zu erhalten ist es daher besonders bei Aufforstungen oder Abholzungen wichtig, den Landschaftstyp zu berücksichtigen. Interessanterweise wurden Zu- und Abnahmen von Hecken und kleinflächigen Gehölzen deutlich unterschiedlich im Vergleich zu Änderungen des Waldanteils in den jeweiligen Gebieten beurteilt. Das bedeutet, dass die Befragten Gehölze nicht pauschal betrachteten, sondern zwischen Gehölztypen in den jeweiligen Landschaften differenzierten. In der Lüneburger Heide wurden beispielsweise sowohl eine Zunahme von Wäldern als auch eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen relativ negativ beurteilt. In den Harburger Bergen und der Elbmarsch hingegen wurde entweder eine Waldzunahme oder eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen deutlich stärker akzeptiert. Obwohl z. B. in der Elbmarsch die Beurteilung einer Waldzunahme ähnlich negativ wie in der Lüneburger Heide war, wurde in der Elbmarsch eine Zunahme von Hecken und kleinflächigen Gehölzen im Vergleich aller Erholungsgebiete am positivsten beurteilt. Die unterschiedlichen Ergebnisse für die zwei durch offene Landschaft charakterisierten Erholungsgebiete Lüneburger Heide und Elbmarsch zeigen, dass bei der Beurteilung von Landschaftsveränderungen nicht nur das Wald/ Offenlandverhältnis, sondern auch weitere Unterschiede in der Landschaftsstruktur von Bedeutung sind. Die Elbmarsch ist z. B. deutlich stärker durch lineare Strukturen wie Hecken und Baumreihen entlang der Äcker und Grünländer geprägt als die Lüneburger Heide, in der kaum Hecken existieren.

Es ist nicht möglich, die Bewertungsergebnisse der Landschaftsveränderungen durch Wald, Hecken und kleinflächige Gehölze direkt auf den Anbau von Dendromasse zu übertragen. So werden aufgrund der geringeren Vielfalt der derzeitigen Anbauformen negativere Bewertungen von KUP-Einzelementen im Vergleich mit Wald, Hecken und kleinflächigen Gehölzen erwartet. In Bezug auf die Akzeptanz in unterschiedlichen Landschaften kann aber davon ausgegangen werden, dass sich ähnliche Bewertungsunterschiede zwischen den Gebieten ergeben. Die Wirkung von KUP wird außerdem durch das Anbausystem zu beeinflussen sein. Aus den unterschiedlichen Beurteilungen von Wald bzw. Hecken und kleinflächigen Gehölzen lassen sich Hypothesen für den flächigen und streifenförmigen Anbau von KUP ableiten. Daraus ergibt sich für die Erholungsgebiete der südlichen Metropolregion Hamburg, dass ein streifenförmiger Anbau von KUP besonders positive Effekte auf die Erholungseignung in der Elbmarsch erwarten lässt, während auf den Äckern der Harburger Berge ein flächiger Anbau vorzuziehen wäre. In der Lüneburger Heide sind insgesamt die negativsten Auswirkungen auf die Erholungseignung zu erwarten, sowohl durch flächigen als auch durch streifenförmigen KUP-Anbau. Im Alten Land sind keine Präferenzen für eine bestimmte Anbauform zu erwarten. Insgesamt zeigt die negative Beurteilung von Äckern in der Befragung, dass deren Ausweitung starke negative Auswirkungen auf die Erholungseignung hätte. In dieser Beurteilung spiegelt sich auch die negative Einstellung der Bevölkerung gegenüber aktueller Landwirtschaft, wie dem verbreiteten An-

bau von Mais-Monokulturen und dem Verlust von Brachen und Grünländern wider, die in der Befragung deutlich gegenüber Äckern präferiert wurden.

### Fazit

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass

- die Bevölkerung in den gut bekannten und geschätzten Erholungslandschaften den Landschaftstyp möglichst erhalten möchte und diese individuellen Landschaften nicht zu Gunsten einer idealen Einheitslandschaft 'verbessert' werden sollten.
- eine Zunahme von Wald, Hecken und kleinflächigen Gehölzen nur selten negativ auf die Erholungseignung wirkt.
- die Akzeptanz einer Veränderung des Waldanteils allerdings am stärksten vom Landschaftstyp beeinflusst wird.
- Grünland in allen Landschaften sehr viel positiver beurteilt wird als Äcker; eine Intensivierung der Landwirtschaft durch Grünlandumbruch also sehr negative Auswirkungen auf die Erholungseignung einer Landschaft hätte.

Aus den Befragungsergebnissen lassen sich Hypothesen für den KUP-Anbau ziehen. Aufgrund der grundsätzlich positiven Einstellung gegenüber Gehölzen sind auch beim Anbau von Dendromasse in Form von KUP Chancen zur Aufwertung des Landschaftsbildes vorhanden. Der Anbau von KUP oder sonstigen Agroforstsystemen könnte im Sinne einer multifunktionalen Landnutzung sowohl für die Landwirtschaft als auch für die Erholungsnutzung positive Wirkungen entfalten. Im Gegensatz zu den negativ wahrgenommenen intensiv agrarisch genutzten Landschaften bieten KUP als extensive, mehrjährige Kulturen neue Aufwertungsmöglichkeiten für Erholungslandschaften. Die Befragungsergebnisse lassen allerdings erwarten, dass die Anlage von KUP stark unterschiedlich je nach Landschaftstyp beurteilt wird. Besonders in typischerweise offenen Kulturlandschaften muss darauf geachtet werden, dass eine Anreicherung mit Gehölzen dem Landschaftscharakter entspricht. Je nach Landschaftstyp sollte auch das Anbausystem der KUP auf den Landschaftscharakter angepasst werden. In einigen Landschaften könnten KUP flächig auf dem ganzen Schlag angebaut werden, wohingegen in anderen Landschaften dem streifenförmigen Anbau Vorrang eingeräumt werden sollte. In der Elbmarsch z. B. sind durch großflächigen KUP-Anbau negative Auswirkungen auf die Erholungsfunktion der Landschaft zu erwarten; kleinflächig und in Streifenform könnte der KUP-Anbau allerdings auch hier zu einem attraktiven Landschaftsbild beitragen. Es sollte also sowohl der Landschaftstyp und dessen Empfindlichkeit gegenüber dem KUP-Anbau als auch das Anbausystem bei der Auswahl und Ausgestaltung von potenziellen KUP-Anbaugebieten berücksichtigt werden.



### Fazit für die Praxis

- Die Menschen schätzen die sie umgebenden Erholungslandschaften in ihrer Eigenart und möchten keine Standardgestaltung in Richtung auf eine Ideallandschaft.
- Bei Landschaftsveränderungen und -gestaltungen muss der Landschaftstyp beachtet werden.
- Grünlandumbruch und der Verlust von Hecken und Feldgehölzen wird in jeder Landschaft negativ beurteilt.
- In welchem Maße eine Anreicherung durch Hecken, Waldetablierung oder KUP positiv beurteilt wird, ist demgegenüber stark vom Landschaftstyp abhängig.
- KUP sollten deshalb in ihrer Form (Steifen oder Flächen) sowie ihrem Flächenanteil auf den Landschaftstyp abgestimmt werden.

## **5.4 Artikel 3 (Verlag Wiley-VCH): The effects of short rotation coppice on the visual landscape**

Boll, T.; Haaren, C. v.; Rode, M. (2015): The effects of short rotation coppice on recreation and the visual landscape. In: D. Butler-Manning, A. Bemmann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 105–119. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch9/summary>

### **Abstract**

Agrarian landscapes are changing due to the increasing cultivation of bioenergy crops, and may change even more rapidly in the future if bioenergy crops like maize are replaced by even taller short rotation coppice (SRC) plantations of willow and poplar. The aim of this study was to assess the visual impacts of the cultivation of SRC in different landscapes. In an online survey, the general public was asked to evaluate different scenarios of SRC cultivation. The scenarios were visualised from the bird's-eye perspective for five landscape types and differed in terms of the percentages of SRC in the landscape and the cultivation system. Additionally, different edge designs of SRC plantations were visualised from the pedestrian perspective. These differed in terms of species, height of the plantation, cultivation system and width and type of the margin. It was found that the cultivation of SRC can have both positive and negative effects on the visual landscape depending on the landscape type, the percentages of SRC in the landscape and the cultivation system. Landscapes with a high scenic value like small-structured agrarian landscapes (and to a lesser extent forest and heathland landscapes) were more sensitive to the introduction of SRC, whereas landscapes with a low scenic value like open arable landscapes were enhanced by the introduction of SRC. The aesthetic quality of SRC can be significantly improved by choosing an appropriate edge design with a grass, flower or hedge strip alongside the plantation. If the different options to enhance the visual landscape by the cultivation of SRC are considered, the recreational capacities of landscapes as well as the acceptance of bioenergy will be considerably increased.

### **Introduction**

The intensification of agricultural land use due to increasing food and energy prices has put pressure on the provision of less profitable ecosystem services, such as public recreation and landscape aesthetics. Impacts on the visual landscape result from the removal of landscape elements, monoculture farming and the conversion of grassland to tillage, thus reducing the landscape diversity (Tasser & Tappeiner 2002; Tveit 2009). Landscape changes occurring in areas that are used by local residents or tourists for recreation are highly controversial and may have negative economic and social implications.

In Germany, the energy transition from fossil fuels to renewables ('Energiewende') has intensified pressure on rural agricultural areas with landscape changes brought about by the construction of wind turbines, solar plants and the establishment of monocultures of energy crops (Nohl 2001c; Franke 2008). In many German regions, large-scale cultivation of maize, for example, has led to protests from citizen groups. However, the energy transition may also have positive impacts on the visual landscape if new energy crops like perennial and flowering crops, and a more diverse range of species, are considered. The production of dendromass in short rotation coppices (SRC) of willow and poplar could substitute to a certain extent woody landscape structures removed in the past. SRC has many ecological advantages compared to conventionally cultivated annual crops, such as less erosion, higher biodiversity, improved water quality, and a better energy input:output ratio and greenhouse gas balance (Baum et al. 2009; Bemmann und Knust 2010; Strohm et al. 2012). Different harvesting cycles result in different heights of SRC and increase landscape diversity, something not possible for agricultural crops harvested on an annual basis.

However, landscape changes due to the cultivation of SRC may also strongly influence the landscape character as SRC are planted on open agricultural land. SRC may obstruct views into the landscape, as they are perennial and generally taller than food crops (TLL 2007). The impacts of SRC may be beneficial to landscape aesthetics in one landscape and harmful in another. The aesthetic quality of SRC might be increased if SRC are cultivated in strips or where the edge design of the plantation is improved by flower or hedge strips. As yet there has been no research into how SRC are perceived by the public. Understanding the impacts would help to improve SRC implementation strategies in different landscapes, helping to avoid negative impacts as experienced with maize cultivation and contributing to positive effects on the visual landscape and recreational capacity.

The aim of the study was to assess the impacts of SRC cultivation on the perception of the visual landscape in different landscape contexts. The results will provide information on how best to integrate short rotation coppice into various landscapes. To this end, quantitative data relating to the general public's preferences were collated using 3D visualisations in an online survey.

The following research questions were examined in detail:

- Does the perception of SRC cultivation differ between landscape types?
- How are different percentages of SRC in the landscape and different cultivation systems perceived?
- How are different SRC edge designs perceived?

## Research design and methods

### Model landscapes and general design of visualisations

Visualisations were created for five model landscapes in northern and eastern Germany (covering the Lausitz, central Saxony and the southern part of the Hamburg Metropolitan Region; the model regions of the AGROFORNET project). The landscapes represented are an open arable landscape, a small-structured agrarian landscape, a grassland landscape, a forest landscape and a heathland landscape. The landscape types differ greatly in terms of landscape character and visual appearance (Tabelle 9). Forty-six 3D visualisations were generated (30 from the bird's eye perspective and 16 from the pedestrian perspective) using the software Biosphere 3D (Lenné 3D GmbH). GIS data for habitats and digital terrain models were used as a basis for 3D plant models, which were assigned to the GIS data depending on the habitat type. The vegetation was visualised for the summer period when recreational use is the highest. The flowering stage of crops was excluded, as flowering lasts only a short time and would possibly distort results. Bird's eye views of the different landscape types were used to assess the perception of SRC in different landscape contexts. In a second step, the perceptions of different edge designs of SRC were evaluated from a pedestrian perspective.

**Tabelle 9: Visualised landscape types**

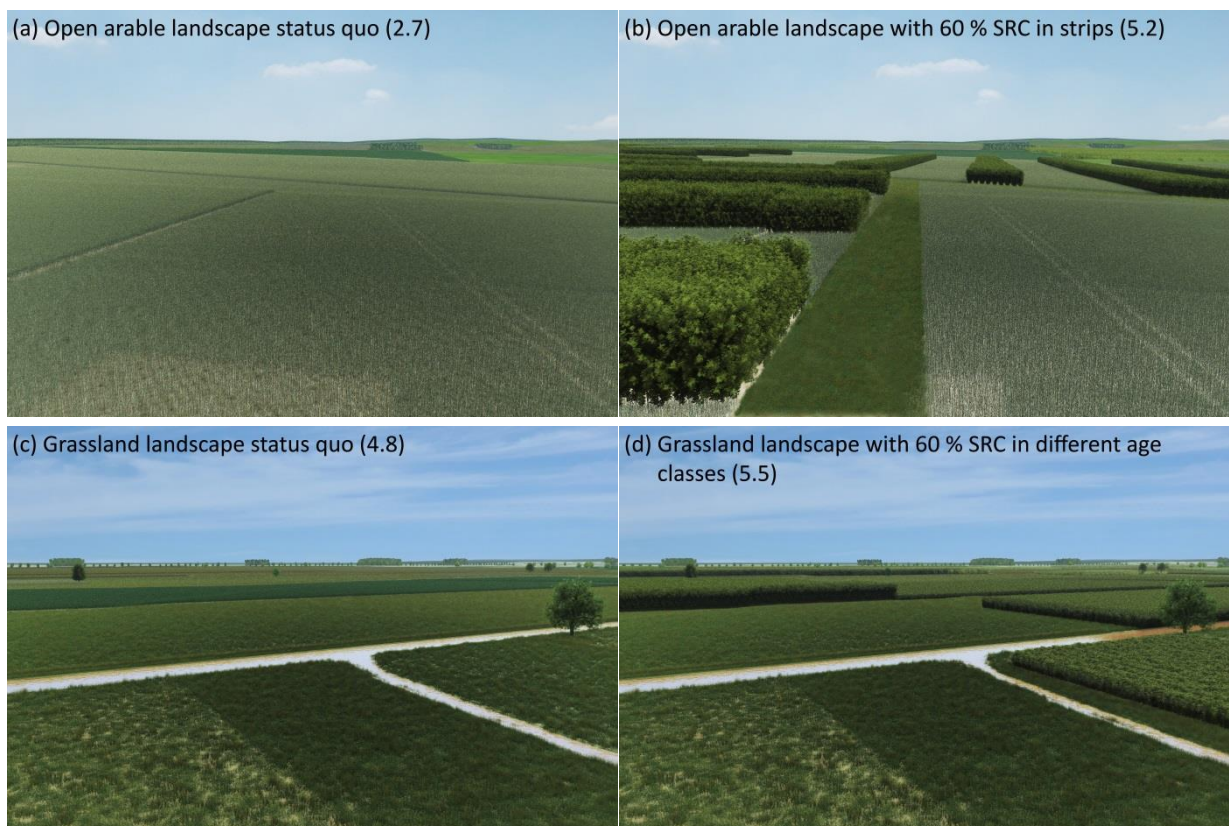
Characteristic	Open arable landscape	Small-structured agrarian landscape	Grassland landscape	Forest landscape	Heathland landscape
<b>Land use (status quo)</b>	> 90 % arable land, small patches of forest and grassland	40 % arable land, 20 % grassland, 10 % forest, 30 % landscape elements	10 % arable land, 70 % grassland, 10 % trees and hedges, 10 % water	60 % arable land, 40 % forest	40 % arable land, 10 % grassland, 20 % heath, 30 % forest
<b>Mean field size</b>	20 ha	1 ha	4 ha	5 ha	3 ha
<b>Distribution of landscape type in Germany</b>	Widespread on good soils and in eastern Germany	Rare, esp. on poor soils, more common in southern Germany	Common on flat and wet soils in northern Germany, along rivers and coast	Widespread in regions where soils are relatively poor	Rare, relics on sandy glacial soils in northern Germany

### Visualisations of different scenarios for landscape types from the bird's eye perspective

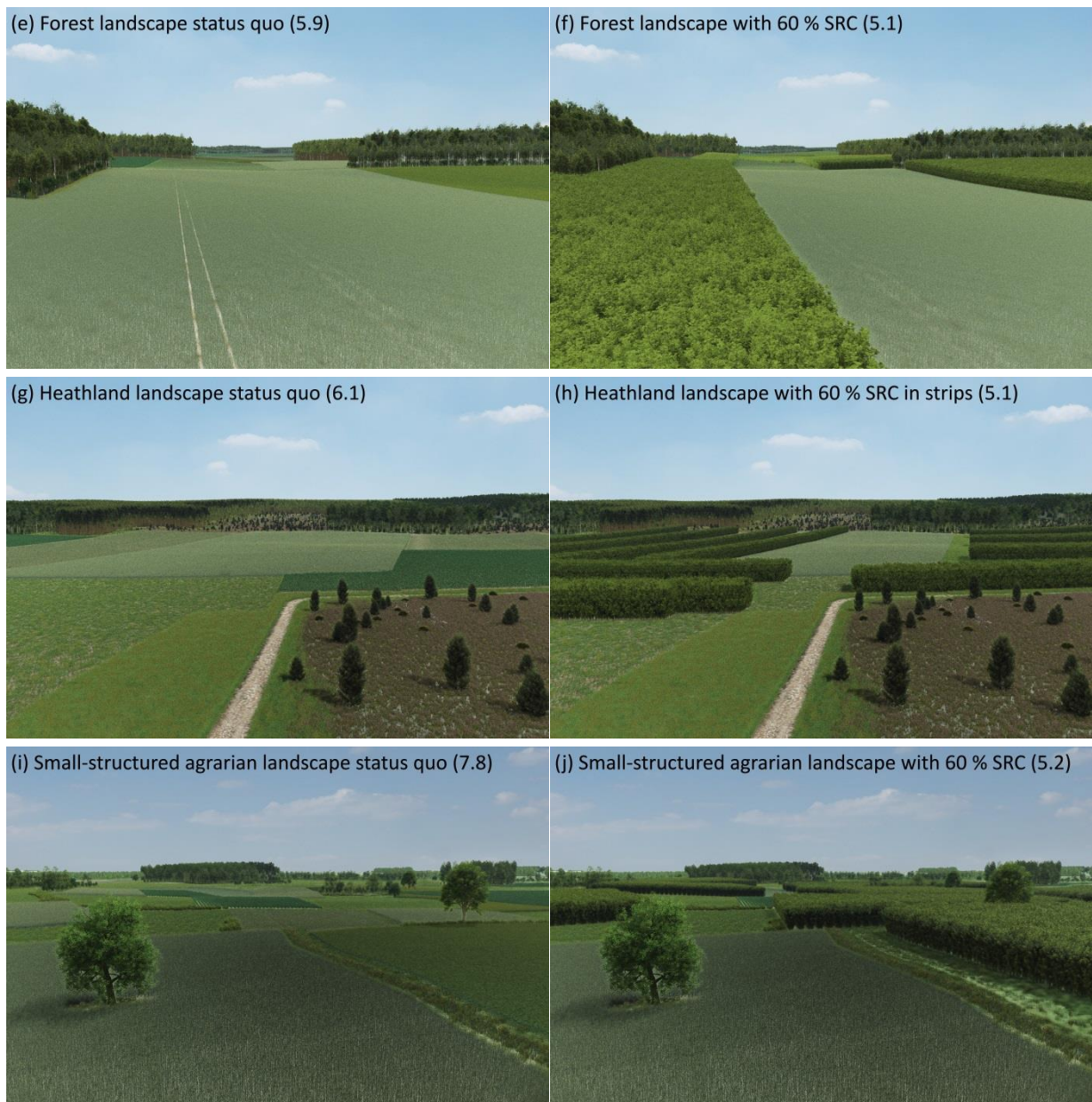
The bird's eye perspective (height 15 m) was chosen to evaluate the perception of SRC in different landscape contexts as the landscape structure can only be assessed from an elevated perspective. It was assumed that people can 'translate' the bird's eye perspective into the 'real' pedestrian perspective, which is experienced by people. Possible differences between assessments from the bird's eye and the pedestrian perspective were not relevant for this study as the bird's eye perspective was

only used to investigate the relative differences among landscape types. All perspectives included agricultural land, within which SRC plantations were visualised. The standard height of the SRC plantations was 7 m.

The status quo and five different scenarios were visualised for each landscape type, which differed in terms of the percentages of SRC in the landscape and the cultivation system: a) status quo, b) 20 % SRC, c) 40 % SRC, d) 60 % SRC, e) cultivation of SRC in strips on 60 % of the fields and f) cultivation of 60 % SRC in different age classes (Abbildung 28). The percentages of SRC relate to the visible agricultural area in the visualisation. To standardise the scenarios between landscape types, the first 20 % SRC (scenario b) was added in the background, with a random distribution among the plots. For scenario c, the first 20 % was kept and 20 % SRC added randomly among the plots in the middle ground. The same occurred for scenario d with the next 20 % in the foreground. In scenario e, SRC were visualised in strips on the same plots as in the 60 % scenario (width of the SRC strip 12 m, width of the field crop strip 48 m). In scenario f, SRC were visualised as in the 60 % scenario, but with different heights among the plots (2 m, 4 m and 7 m). The scenarios e and f reflect the new dynamics in the landscape that may be brought about by the cultivation of SRC. These were only visualised as variations of the 60 % SRC scenario, as changes to the cultivation system are more obvious for high percentages of SRC in the landscape.



**Abbildung 28 a-j: Visualisations of different SRC scenarios from the bird's eye perspective (selection of 10 visualisations from 30), left side: status quo of all five landscape types, right side: a selected SRC scenario for each landscape type, mean preference values in brackets**

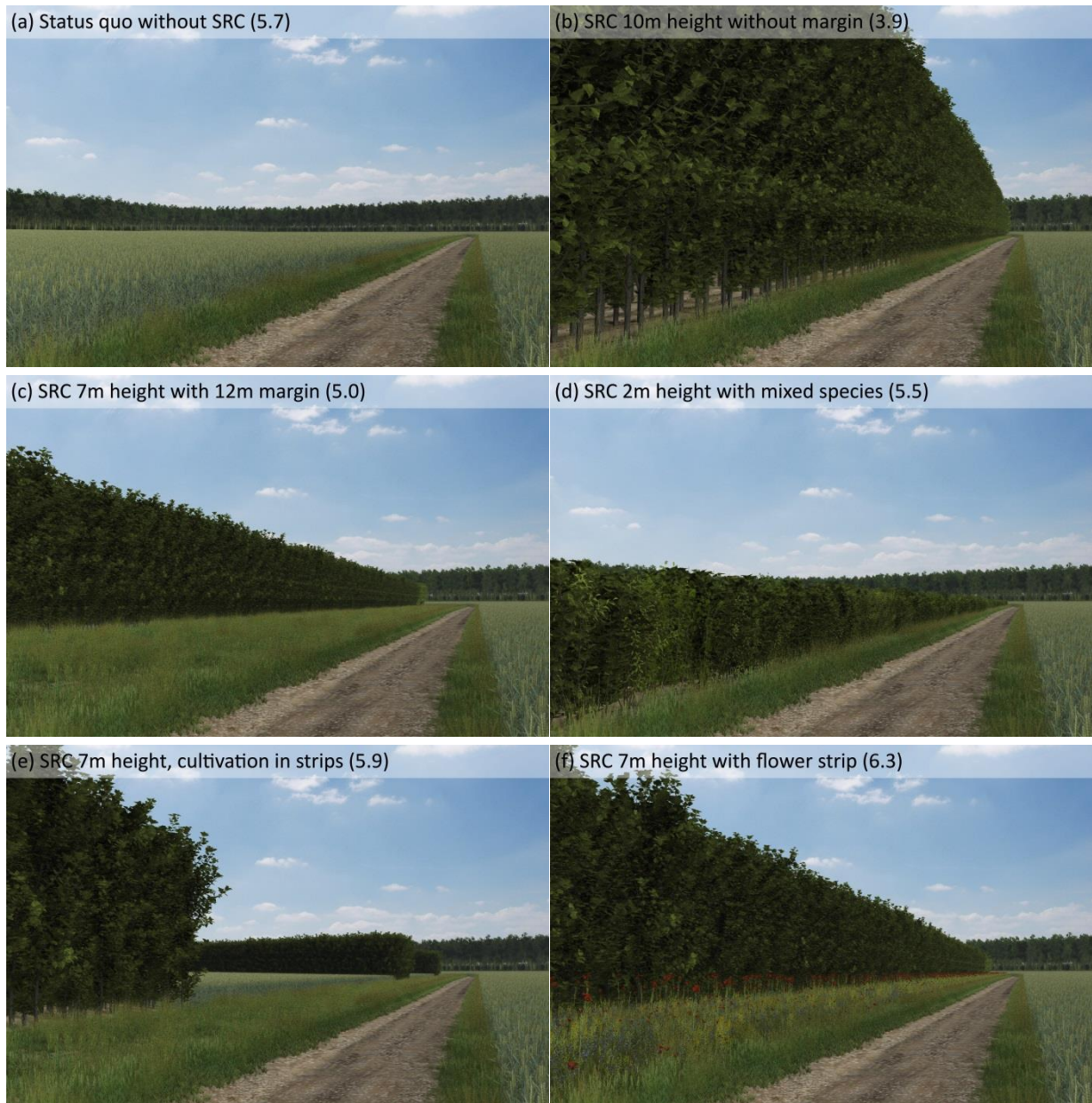


Fortsetzung Abbildung 28 a-j

### Visualisations of different edge designs from the pedestrian perspective

Sixteen visualisations were generated for the pedestrian perspective (height 1.7 m) to investigate the influence of different SRC edge designs on the visual landscape. The edge design of SRC plantations is important as the view into a plantation is generally very restricted and only the edge is visible. The different edge designs were generated from one perspective. Different landscape types were not relevant for this evaluation and the results are valid for all landscapes. Visualisations differed in terms of the distance of the SRC plantation from the path (0 m, 3 m, 6 m, 12 m), the height of the plantation (2 m, 4 m, 7 m, 10 m), the plantation species (poplar, willow, black locust), vegetation cover of the margin (grass strip, flower strip, hedge strip) and the cultivation system of strips or blocks (Abbildung 29, Seite 115).





**Abbildung 29 a-f: Visualisations of different SRC edge designs from the pedestrian perspective (selection of 6 visualisations from 16), mean values in brackets**

### Online survey

The visualisations were used in an online survey using the browser-based software EFS Survey (QuestBack GmbH). The survey was conducted online as the large amount of pictures could be handled more efficiently and appropriately in a digital version than in print (Roser 2011; Roth 2012). The survey was online from January 7, 2014, until March 16, 2014. At the beginning of the survey respondents could decide between two versions: a long version with all visualisations (50) or a shorter version with a random selection of visualisations (32). The shorter version was intended to overcome people's reluctance to take part in an online survey and was aimed at people with little time. The survey took 10-15 minutes to complete depending on the version.

To avoid biases caused by question-order effects, all visualisations from the pedestrian perspective and sets of visualisations for each landscape type were randomised (Tourangeau et al. 2012). The scenarios for each landscape type were shown after the respective status quo as a consistent set of questions in order to simplify the questionnaire for respondents. Respondents were asked to rate each visualisation on the basis of their own personal preferences. For each landscape, respondents were asked to indicate their preference on a scale of 0 (do not like at all) to 10 (like very much).

The target audience was the general public as a whole, including all interest groups. The survey was announced via multiple channels (email, newsletter, homepages and social networking services) and stakeholders were asked to spread information about the survey. As the survey dealt with landscape types of the model regions of the AGROFORNET project, the survey was most widely publicised in these regions. Multipliers included universities and newspapers in Niedersachsen and Sachsen, and organisations dealing with topics such as recreation, tourism and agriculture. The survey was open, meaning that the link could be forwarded to further respondents (snowball sampling). This approach leads to higher numbers of respondents. However, as the sample was not qualitatively controlled, it is not representative of the overall population. For online preference surveys based on pictures, a high number of respondents is deemed more important than precise control over who takes part in the survey (Roser 2011). Therefore, no bias between the sample and the general population is assumed for this specific topic. The survey had a robust sample size of  $n = 628$ .

### **Statistical analysis and sample characteristics**

Survey responses were evaluated using the software SPSS 21. The assessments of the respondents were analysed using ANOVA with repeated measures (F-test). This test was used to analyse whether the assessments of scenic beauty were dependent on the landscape type, on the percentages of SRC in the landscape, on the cultivation system and on the edge design. The null hypothesis was that the assessments of scenarios would not be significantly different between the different variables tested. The post hoc Pillai-Spur test was used to determine any differences between two scenarios.

Sample population characteristics were not representative for the German population as a whole. Male respondents were slightly overrepresented in the sample. The male to female ratio was 53:47 and deviated from the German population ( $\chi^2 = 4.5$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.035$ ). Younger (<30 years) and medium aged respondents (30-49 years) were significantly overrepresented in the sample, while older respondents were significantly underrepresented relative to the age distribution of the German population ( $\chi^2 = 163.8$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0.001$ ). The educational level of the sample was significantly higher than that of the German population ( $\chi^2 = 1394.3$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.001$ ). While the percentage of people with a general qualification for university admission ('Abitur') was 94.6 % in the sample, it is only 27.3 % of the population of Germany. The place of residence was unevenly distributed across Germany. Most

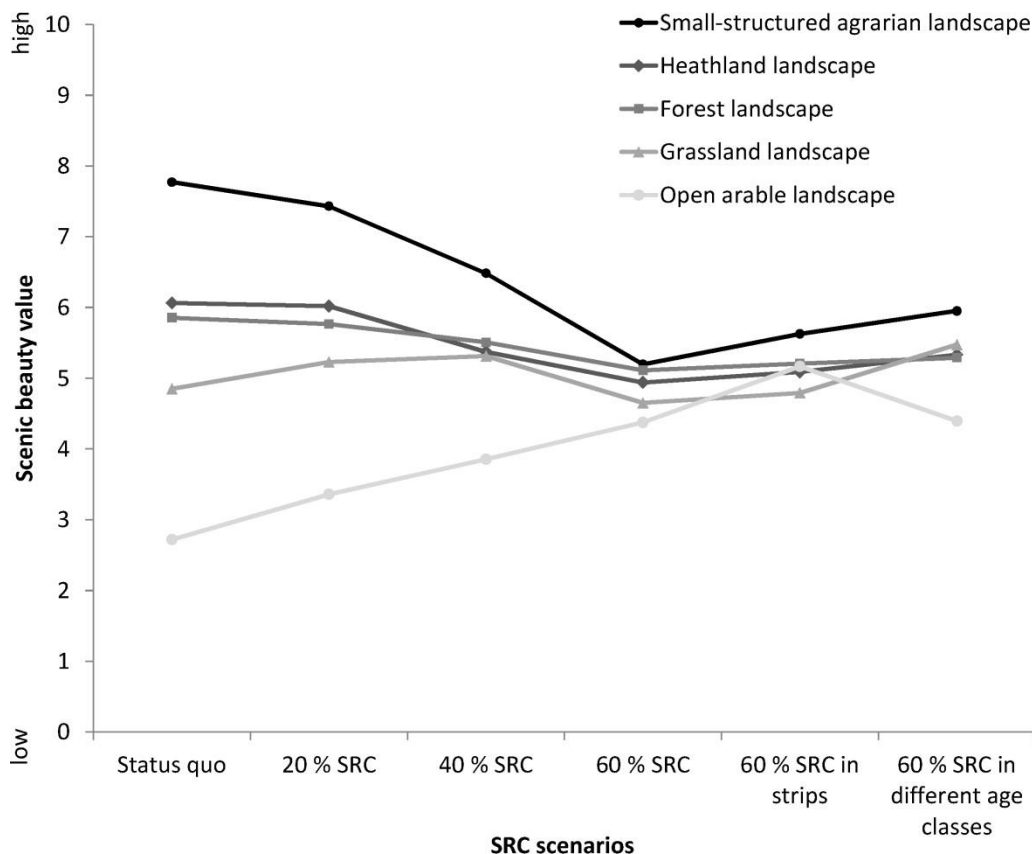


respondents were from northern and eastern Germany, the regions where the surveyed landscape types are most common.

## Results

### Evaluation of SRC cultivation scenarios among landscape types

When respondents were asked to evaluate the visualisations, the assessments of all scenarios differed significantly between the landscape types (Abbildung 30). Assessments differed most strongly for the status quo ( $n= 482$ ;  $df= 4$ ;  $F= 476.7$ ;  $p< 0.001$ ). The small-structured agrarian landscape received the highest scenic beauty score (mean of 7.9 on a scale of 0-10). The second most preferred landscapes were the heathland and the forest landscapes (6.1 and 6.0), for which preferences did not differ significantly ( $p= 1.000$ ). The fourth most preferred landscape was the grassland landscape (4.8), followed by the open arable landscape, which was the least preferred landscape type (2.7).



**Abbildung 30: Evaluation of scenic beauty of SRC scenarios between different landscape types on a scale of 0 (do not like at all) to 10 (like very much), arranged by scenario (increasing amount of SRC from left to right),  $n= 579-616$ , SEM from 0.07 to 0.10.**

The differences between landscape types decreased the higher the percentage SRC in the landscapes. In the 20 % SRC scenario, mean values ranged from 3.3 and 7.5 (open arable landscape and small-structured agrarian landscape;  $n= 484$ ;  $df= 4$ ;  $F= 331.4$ ;  $p< 0.001$ ). However, no differences were detected between forest and heathland landscape ( $p= 1.000$ ). In the 40 % SRC scenario, mean values ranged from 3.9 and 6.5 (open arable landscape and small-structured agrarian landscape;  $n=$

491;  $df= 4$ ;  $F= 159.5$ ;  $p< 0.001$ ). Here no differences were detected between the grassland and the forest landscape ( $p= 0.350$ ), and between the grassland and the heathland landscape ( $p= 1.000$ ). In the 60 % SRC scenario, mean values only differed between 4.4 (open arable landscape) and 5.2 (small-structured agrarian landscape;  $n= 489$ ;  $df= 4$ ;  $F= 19.4$ ;  $p< 0.001$ ). No significant differences were detected between the small-structured agrarian landscape and the forest landscape ( $p= 1.000$ ), between the grassland and the heathland landscape ( $p= 0.085$ ) and between the forest and the heathland landscape ( $p= 0.150$ ). Only slight differences were found between the the forest landscape and the heathland landscape ( $p= 0.040$ ).

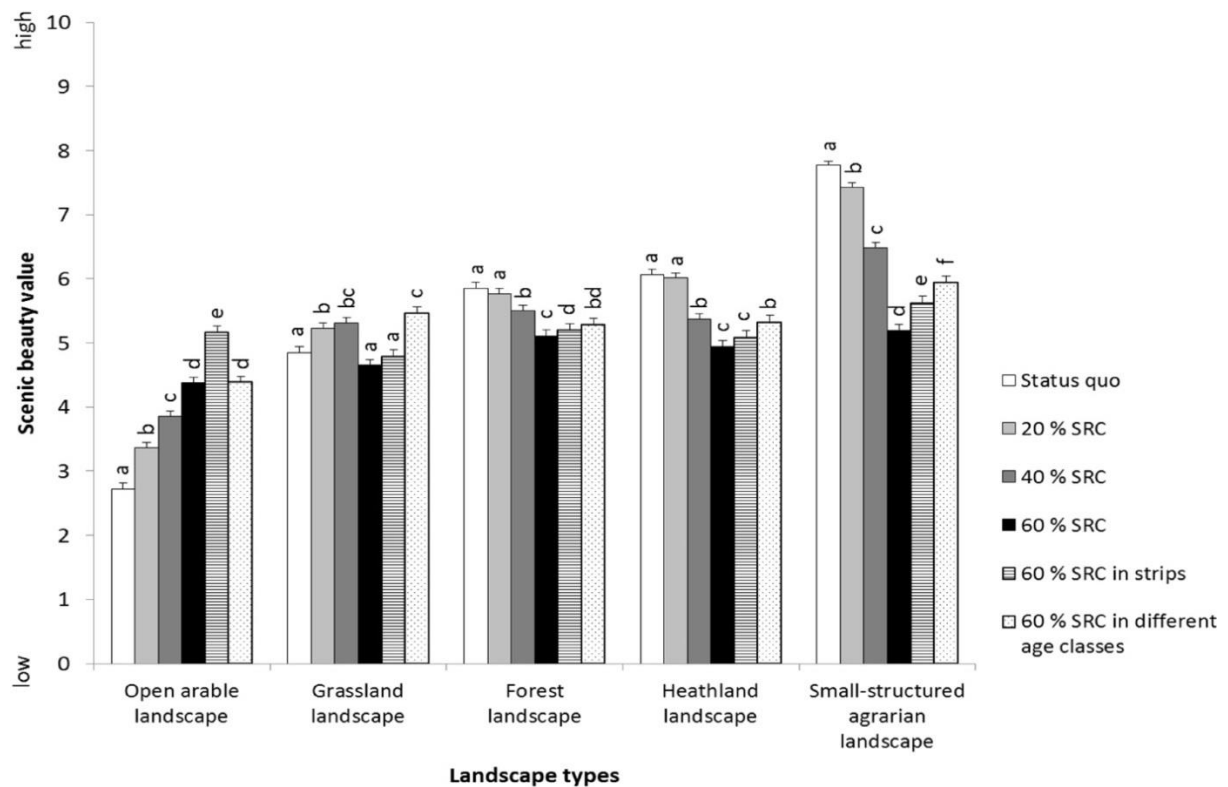
Differences between landscape types were also small for the cultivation of SRC in strips. Mean values differed between 4.8 and 5.7 (grassland landscape and small-structured agrarian landscape;  $n= 493$ ;  $df= 4$ ;  $F= 17.3$ ;  $p< 0.001$ ). Post hoc tests revealed that there were no differences between the open arable landscape and the forest landscape ( $p= 1.000$ ), the open arable landscape and the heathland landscape ( $p= 1.000$ ), the grassland and the heathland landscape ( $p= 0.080$ ) and the forest and the heathland landscape ( $p= 0.350$ ).

Differences between landscape types increased in the scenario with SRC in different age classes. Mean values ranged from 4.4 to 6.0 (open arable landscape and small-structured agrarian landscape;  $n= 494$ ;  $df= 4$ ;  $F= 73.1$ ;  $p< 0.001$ ). Post hoc tests revealed that there were no differences between the grassland and the forest landscape ( $p= 0.470$ ), the grassland and the heathland landscape ( $p= 0.080$ ), and the forest and the heathland landscape ( $p= 1.000$ ).

### **Evaluation of SRC cultivation scenarios within landscape types**

The introduction of 20 %, 40 % and 60 % SRC had different influences on the scenic beauty ratings of the landscape types. Whereas the small-structured agrarian landscape declined in scenic beauty as the percentage of SRC in the landscape increased (from 7.8 (no SRC) to 5.2 (60 % SRC);  $n= 591$ ;  $df= 3$ ;  $F= 188.2$ ;  $p< 0.001$ ; *Abbildung 31, Seite 119*), the open arable landscape gained in scenic beauty (from 2.7 (no SRC) to 4.4 (60 % SRC);  $n= 563$ ;  $df= 3$ ;  $F= 87.7$ ;  $p< 0.001$ ). Differences were highly significant for all pair-wise comparisons between scenarios for these two landscape types ( $p< 0.001$ ). Assessments of SRC in landscapes rich in grassland, forests or heathland were not as clear. The forest and the heathland landscape showed similar decreases in scenic beauty as the small-structured agrarian landscape. However, the decrease in scenic beauty with higher percentages of SRC in the landscape was not as distinct. The scenic beauty of the forest landscape decreased from 5.8 (no SRC) to 5.0 (60 % SRC);  $n= 594$ ;  $df= 3$ ;  $F= 21.0$ ;  $p< 0.001$ ) and the scenic beauty of the heathland landscape decreased from 6.1 (no SRC) to 5.0 (60 % SRC);  $n= 554$ ;  $df= 3$ ;  $F= 43.3$ ;  $p< 0.001$ ). In both landscapes, the assessment of the introduction of 20 % SRC did not differ significantly from the status quo ( $p= 1.000$ ). The SRC scenarios were assessed inconsistently in the grassland landscape. While small amounts of SRC (20 % and 40 %) increased the scenic beauty value of the grassland landscape, high

amounts (60 %) decreased the scenic beauty (4.9 (no SRC) < 5.2 (20 % SRC) < 5.3 (40 % SRC) > 4.7 (60 % SRC); n= 577; df= 3; F= 45.4; p< 0.001).

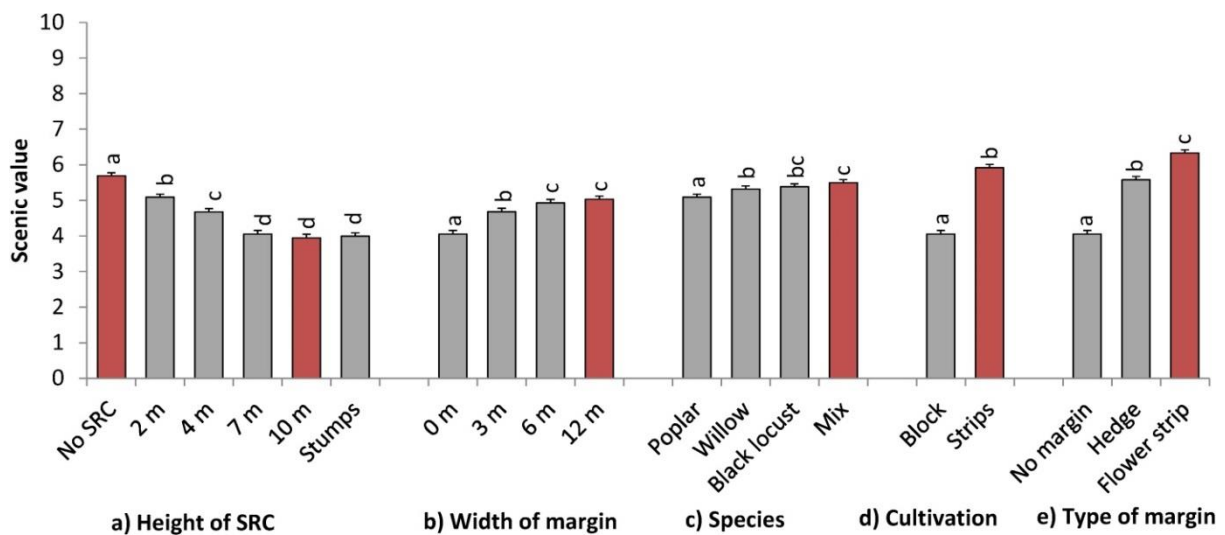


**Abbildung 31: Evaluation of the scenic beauty of SRC scenarios between different landscape types on a scale of 0 (do not like at all) to 10 (like very much), arranged by landscape type (increasing scenic beauty of the status quo from left to right), n= 579-616, SEM from 0.07 to 0.10, different letters indicate significant differences (p< 0.05) between scenarios for each landscape type.**

Specific cultivation systems, like the cultivation of SRC in strips and with different age classes, were evaluated more positively than the standard SRC cultivation for most landscapes. In the open arable landscape cultivation in strips boosted scenic beauty values compared to standard cultivation (p< 0.001), while the cultivation of different age classes was not assessed differently from standard cultivation (p= 1.000). In the grassland, forest and heathland landscapes, the cultivation of different age classes was assessed significantly more positively than standard cultivation (p< 0.001 for the grassland; p= 0.040 for the forest; p< 0.001 for the heathland landscape), while cultivation in strips was not assessed differently (p= 0.260 for the grassland; p= 1.000 for the forest; p= 0.620 for the heathland landscape). In the small-structured agrarian landscape both cultivation in strips (p< 0.001) and the cultivation of different age classes (p< 0.001) were preferred to standard cultivation.

## Evaluation of the edge design of SRC

SRC that were directly visualised alongside a path from the pedestrian perspective (and, therefore, blocking views) had a negative influence on scenic beauty ratings in most cases. While the status quo without SRC (grain field) was assessed with 5.7 on average (Abbildung 32a), SRC scenarios generally achieved significantly lower assessments. Taller plantations were assessed significantly more negatively than smaller plantations ( $n= 495$ ;  $df= 5$ ;  $F= 86.0$ ;  $p< 0.001$ ). While the smallest plantation (poplar 2 m) achieved the highest score of 5.1, higher plantations were assessed more negatively with 4.7 (poplar 4 m), 4.1 (poplar 7 m) and 4.0 (poplar 10 m). There was no significant difference between the assessments of the 7 m and 10 m plantations and the assessment of a harvested plantation with stumps remaining in the field ( $p= 1.000$ ).



**Abbildung 32 a-e: Evaluation of different SRC edge designs on a scale of 0 (do not like at all) to 10 (like very much); a) influence of the height of SRC for poplar SRC without margin, b) influence of the width of the margin for 7 m high poplar SRC, c) influence of species for 2 m high SRC without margin, d) influence of cultivation design for 7 m high poplar SRC, e) influence of the type of margin for 7 m high poplar SRC,  $n= 563-619$ , SEM from 0.09 to 0.10, different letters indicate significant differences ( $p\leq 0.05$ ) between scenarios for each variable a-e, red colour indicates scenarios shown in Abbildung 29, Seite 115.**

When the standard edge design of the SRC plantation was changed, the scenic beauty ratings increased significantly. A wider grass verge alongside the plantation was assessed significantly more positively ( $n= 497$ ;  $df= 3$ ;  $F= 91.5$ ;  $p< 0.001$ ; Abbildung 32b). While SRC plantations (poplar, 7 m high) without a margin achieved the lowest score of 4.1, plantations with a wider grass verge were assessed more positively with 4.7 (3 m margin), 4.9 (6 m margin) and 5.0 (12 m margin). Scenic beauty did not increase significantly when the margin was widened from 6 m to 12 m ( $p= 1.000$ ).

The choice of species also influenced scenic beauty ( $n= 494$ ;  $df= 3$ ;  $F= 21.1$ ;  $p< 0.001$ ; figure 4c). However, the mean differences were not very large. A 2 m high SRC of poplar was assessed more nega-

tively (5.2) than SRC of willow (5.4) and black locust (5.4). A mix of all species achieved the highest scenic beauty value (5.5).

A strong increase in scenic beauty ratings was found for SRC with a hedge (5.6) or flower strip (6.3) alongside the plantation compared to cultivation without a hedge or flower strip (4.1;  $p < 0.001$ ; Abbildung 32e). The cultivation in strips at right angles to the footpath, which allows for wider views into the landscape, also increased scenic beauty significantly (6.0;  $p < 0.001$ ; Abbildung 32d).

## **Discussion**

### **Influence of different landscape types and cultivation scenarios**

Survey respondents assessed the introduction of SRC differently depending on the landscape type. The three landscapes assessed most positively in the status quo (small-structured agrarian landscape, heathland landscape and forest landscape) were, at the same time, the landscapes most sensitive to the introduction of SRC. Landscape aesthetic theory deems the three criteria, diversity, uniqueness and naturalness, to have the strongest influence on the aesthetic quality of landscapes (German Federal Nature Conservation Law 2009 (BNatSchG); Köhler und Preiß 2000; Dramstad et al. 2006). In this study, all of the aesthetic criteria were influenced by the introduction of SRC. Most obviously, the pattern of the landscape is changed as SRC creates a three dimensional structure in the landscape. Uniqueness, which is generally considered to be the distinctive character of the landscape, is influenced as SRC is a new landscape element with distinctive features in contrast to traditional farm crops and forests. The naturalness of the landscape is influenced in the sense that SRC, which are planted on agricultural land, are considered to be a more 'natural' cultivation system with higher biological and structural diversity compared to traditional agricultural crops (DBU 2010). All of these impacts of SRC depend on the specific values of the landscapes where SRC are to be introduced.

The most obvious negative impacts were found for the small-structured agrarian landscape, which already included a high number of (woody) landscape elements like single trees and hedges. This structural diversity decreases with the introduction of SRC due to the cloaking and submerging of the existing landscape elements and patterns. Contrasting impacts of SRC were found for the open arable landscape, where even very high amounts of SRC increased scenic beauty. As there were almost no three-dimensional (woody) structures in the open arable landscape in the status quo, introducing SRC increased structural diversity and naturalness. Both of these criteria are important determinants of scenic beauty.

The introduction of small amounts of SRC (20 %) was only assessed negatively in the landscape with the highest scenic beauty value (small-structured agrarian landscape). For all other landscapes, the introduction of small amounts of SRC was either assessed positively (grassland and open arable landscape) or neutrally (heathland and forest landscape). If we consider scenarios with small amounts of SRC to be the most realistic, negative impacts will only occur in small-structured and high value land-

scapes. If more SRC is introduced into landscapes, more landscape types will be influenced negatively, as higher amounts of SRC lead to a reduction of diversity in the landscape. Thus, for most landscape types (the only exception being the open arable landscape), the strongest (exponential) decrease of scenic beauty was found for the 60 % SRC scenario.

Amendments to the standard system of SRC cultivation (a single, even-aged plantation) generally lead to an increase in scenic beauty. Cultivation in strips leads to an increase in structural diversity as new landscape patterns are developed. A similar effect occurs when SRC units are harvested in different years, which results in different heights of SRC plantations and a higher landscape diversity. As changes of the cultivation system of SRC influence the general landscape structure on the landscape level, this enhancement potential should not only be used in landscapes that people intensively use for recreation and landscape experience but also in ordinary or everyday landscapes that people just pass in order to enhance the overall attractiveness of the landscape.

### **Edge design of SRC**

SRC in the vicinity of footpaths had a negative influence on scenic beauty. The higher the trees and the closer to the footpath the SRC were planted, the more negatively they were assessed. Maintaining a distance to footpaths is important, as SRC directly adjacent to footpaths narrows sightlines and, thus, limits possibilities to experience the landscape. A very tall plantation directly next to the viewer might give the impression of 'tunnel vision'. According to evolutionary psychological preference theories (e. g., 'prospect refuge theory'), limited views are experienced negatively as people cannot orientate in the landscape and have no escape routes (Appleton 1996; Kaplan und Kaplan 1989). Although SRC planted directly alongside a path had a negative influence on scenic beauty, SRC plantations can easily be improved by means of edge design. Planting flower strips and hedges, or establishing SRC strips at right angles to footpaths, significantly increased scenic beauty. The edge design is particularly important in areas with strong recreational or touristic use, for example along walking, hiking or bicycle paths. In contrast, visual measures along the edge of the SRC should not have high priority either in areas that are not used for recreation by locals or tourists or along sides of the SRC plantation that are not visible from paths.

All measures that improve visual qualities of SRC have synergies with nature conservation. Planting flower strips or native hedge species along the margins, which resulted in SRC being assessed significantly more positively in the survey, also increase biodiversity. Measures focusing on landscape structure and the diversity of the landscape improve habitats as more valuable border habitats are established (Jedicke 1994). Contrary to measures for nature conservation, which might preferably be implemented within plantations to reduce disturbances to animals by humans, measures improving aesthetic quality must be concentrated along the edge of the plantation in order to be visible. Therefore, with regard to multifunctionality and efficiency of measures in terms of the provision of ecosys-

tem services different objectives should be combined; i.e., integrating principles of ecological processes in landscape aesthetics ('ecological aesthetics', Gobster et al. 2007). Some measures might also be economically viable; e. g., planting different species thereby reducing the risk of pests (DLG 2012). Other measures can be readily integrated into operational management. Wood chips could, for example, be harvested from fields in different years, depending on the regional demand, so that plantations are not fully harvested in one year. Other measures like flower strips can be implemented on headlands, which cannot be used for SRC for operational reasons (DLG 2012).

## Conclusions

The main findings from the research conducted show that:

- SRC can have both positive and negative effects on the visual landscape, depending on the landscape type and the amount of SRC in the landscape,
- SRC have very positive effects on the visual landscape in open arable landscapes,
- landscapes with a high scenic value, like small-structured agrarian landscapes (and to a lesser extent forest and heathland landscapes), are more sensitive to the introduction of SRC,
- small amounts of SRC do not have a negative influence on scenic beauty in any landscape except in small-structured landscapes
- the cultivation of SRC in strips and different age classes enhances scenic beauty compared to standard cultivation in all landscape types and
- planting different tree species in a SRC plantation, maintaining a margin or setting up flower strips or hedges along the SRC plantation strongly enhances scenic beauty

The results emphasise the positive impacts of SRC as a new landscape element, which will increase diversity and scenic beauty in most landscape types if the amount of SRC is not too high. Only in high scenic value landscapes with a small-structured pattern the introduction of even small amounts of SRC can have negative impacts. The aesthetic criteria identified should be integrated into future agricultural policies to increase visual and recreational qualities of the landscape. Specific support for SRC might be sensible in areas where SRC has very positive impacts on the visual landscape. Future reforms to EU agricultural policy and ecological focus areas could for example include higher weighting factors for SRC in open arable landscapes. Agri-environmental schemes could also be adapted to include SRC that are managed to a level exceeding good farming practice and that consider aesthetic criteria.

### 5.4.1 Fachveröffentlichung 3.1 (Unimagazin Hannover): Monotonie durch Mais?

Rode, M.; Boll, T. (2014): Monotonie durch Mais? In: Leibniz Universität Hannover (Hg.): Räume im Wandel. global – regional – lokal. Unimagazin 3/4 - 2014: 12-16. URL: [http://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014\\_raeume/um04netz\\_rode\\_14-2.pdf](http://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014_raeume/um04netz_rode_14-2.pdf)

#### Einleitung

In Deutschland wurde durch die Produktion von Biomasse zur Biogasproduktion in Regionen mit hoher Viehdichte (Veredelungsregionen) der bereits große Maisanteil an Anbaukulturen zusätzlich erhöht. Vergrößerungen der Ackerfläche, gleich bewirtschaftete, nicht mehr unterscheidbare Ackererschläge sowie ein fortschreitender Verlust von Säumen, Hecken und anderen Landschaftsstrukturelementen führte in den betroffenen Regionen zu einer weiter zunehmenden Monotonisierung der immer intensiver genutzten Agrarlandschaft (Abbildung 33). In typischen Ackerbauregionen hingegen kamen Mais und der Anbau von schnellwachsenden Gehölzarten als neue Kulturen hinzu und erhöhten die Strukturvielfalt der Landschaft.



**Abbildung 33: Die starke Zunahme des Maisanbaus führt regional zu Monokulturen (Foto: M. Rode)**



### Die ökologische Wirkungsanalyse

Um die Folgen dieser und zukünftiger Landnutzungsänderungen durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf die Landschaftsstruktur und die vielfältigen Funktionen der Landschaft erfassen zu können, wurde in einem Forschungsprojekt am Institut für Umweltplanung (IUP) eine Erfassungs- und Bewertungsmethodik entwickelt (Rode und Kanning 2010). Diese Methodik baut grundlegend auf dem Prinzip der in den 1970er Jahren entwickelten ökologischen Risikoanalyse (Kiemstedt und Bachfischer 1977) auf. Mit dieser in der Umweltplanung und in Umweltfolgenprüfungen angewandten Methodik werden die Zusammenhänge zwischen der von menschlichen Aktivitäten (zum Beispiel Bauvorhaben, Entwässerungsmaßnahmen etc.) ausgehenden Wirkungen auf die vielfältigen Funktionen der davon betroffenen Landschaft erfasst und bewertet. Zu den Funktionen, die von Landnutzungsänderungen durch nachwachsende Rohstoffe betroffen sein können, zählen die natürliche Ertragsfunktion als Grundlage land- und forstwirtschaftlicher Produktion, die Retentionsfunktion bzw. das Wasserrückhaltevermögen zur Verminderung von Hochwassergefahren, die Wasserdargebotsfunktion zur Trinkwasserbereitstellung, die Biotopfunktion für wildlebende Pflanzen und Tiere sowie die Landschaftserlebnisfunktion für Naherholung und Tourismus (Wiehe et al. 2009).

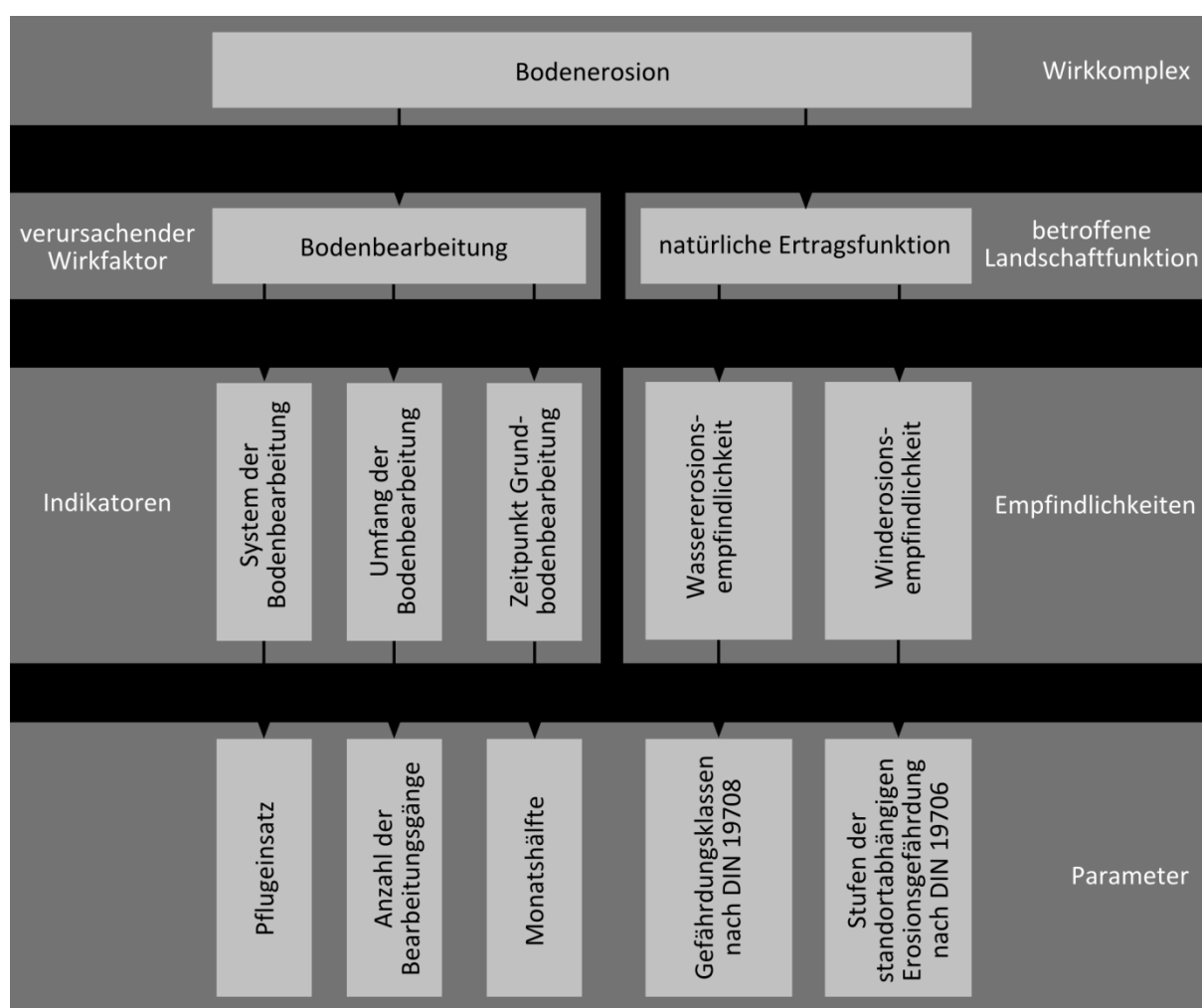
Im Gegensatz zur bisherigen Nutzung der ökologischen Risikoanalyse zur vorausschauenden Darstellung und Bewertung negativer Auswirkungen von Eingriffen in Natur und Landschaft durch menschliche Aktivitäten (Scholles 1997) können bei der Produktion nachwachsender Rohstoffe auch Wechselwirkungen mit Natur und Landschaft auftreten, die verglichen mit den derzeitigen Landnutzungssystemen positive Folgen für die Landschaftsfunktionen haben. Um beides abzubilden, musste die einseitig ausgerichtete Methodik der ökologischen Risikoanalyse zu einer richtungsoffenen ökologischen Wirkungsanalyse weiterentwickelt werden (Rode und Kanning 2010). Ziel dieser Wirkungsanalyse ist es, einen Vergleich mit den Wirkungen von Landnutzungssystemen zu ermöglichen, die durch die neue Landnutzung „Produktion nachwachsender Rohstoffe“ abgelöst werden. Das sind in der Regel landwirtschaftliche Kulturen zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln, wobei je nach Region andere Kulturen betroffen sind. Es können aber auch für den Naturschutz wertvolle Bereiche sein, wie zum Beispiel Brachen oder bislang extensiv genutztes Grünland.

Entscheidend für das Eintreten und die Stärke einer Wirkung auf die Landschaftsfunktionen sind zum einen die Intensität der von einer Landnutzungsänderung ausgehenden Veränderungen und zum anderen die diesbezügliche spezifische Empfindlichkeit der einzelnen Landschaftsfunktionen in der von der Veränderung betroffenen Landschaft. Im Verlauf der Wirkungsanalyse werden daher in einem ersten Arbeitsschritt Wirkkomplexe identifiziert, die die wesentlichen Umweltveränderungen der neuen Landnutzung wiedergeben (Abbildung 34, Seite 126).

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Hierzu zählen nach Wiehe et al. (2009)

- Bodenerosion durch Wind und Wasser,
- Bodenverdichtung,
- Verlust der Bodenfruchtbarkeit,
- Austrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in Boden, Grund- und Oberflächenwasser,
- Grundwasserzehrung,
- Beseitigung von Landschaftselementen,
- Verlust von Lebensräumen und Artenvielfalt sowie
- Beeinflussung des Landschaftserlebens.



**Abbildung 34: Bewertungshierarchie in der Ökologischen Wirkungsanalyse am Beispiel des Wirkkomplexes Bodenerosion (aus Wiehe et al. 2009: 23)**

Mithilfe dieser Wirkkomplexe werden die zu erwartenden Wirkungen auf die Landschaftsfunktionen beschrieben und die Vielzahl von Wechselwirkungen gegliedert (Wiehe et al. 2009).

In einem zweiten Arbeitsschritt werden für jeden Wirkkomplex Wirkfaktoren ermittelt, mit denen konkrete Umweltauswirkungen über Indikatoren beschrieben werden können. Bei der Produktion

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

von nachwachsenden Rohstoffen im Vergleich zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion sind dies Maschineneinsatz, Bodenbearbeitung, Bestandesentwicklung, Humuszehrung, Düngung, Pflanzenschutz, Wasserbedarf der Kulturen, Fruchtfolge und Fruchtartendiversität (Wiehe et al. 2009). Zur Bewertung der Empfindlichkeit der Landschaftsfunktionen werden sowohl ackerflächen- als auch landschaftsbezogene Indikatoren herangezogen. Insbesondere für viele abiotische Faktoren kann hierbei auf in den vergangenen Jahren zunehmend bereitgestellte Karten und Informationen der Bundesländer flächenscharf zurückgegriffen werden (zum Beispiel Erosionsgefährdung, Intensität der Grundwassersickerung, Nitratauswaschungsgefährdung).

Ein dritter Arbeitsschritt verknüpft über eine Matrix die Richtung (positiv oder negativ) und Intensität der potenziell von einer Landnutzungsänderung ausgehenden Wirkung mit den Empfindlichkeiten der Landschaftsfunktionen. Im Ergebnis wird so eine vorausschauende Einschätzung flächen- und landschaftskonkreter Auswirkungen durch Landnutzungsänderungen auf die Landschaftsfunktionen und damit auf deren Nutzbarkeit möglich.

Während die Wirkintensität der einzelnen Wirkfaktoren auf die meisten Landschaftsfunktionen mittels Verhältnisskalen dargestellt werden kann (Grundwassersickerungsrate, Nitrat- oder Pflanzenschutzmittelaustragsrate, Menge an erodierendem Bodenmaterial, Humusgehalt, Intensität des Maschineneinsatzes etc.) und im Fall von Belastungen oft Grenzwerte als eine wesentliche Basis für Bewertungen vorliegen, lassen sich Auswirkungen auf die Biodiversität und das Landschaftserleben sehr viel schwieriger erfassen. Veränderungen der Biotopqualität können sich für einige Arten negativ, für andere hingegen positiv auswirken. Hinzu kommt, dass Auswirkungen auf die Biodiversität und mehr noch auf die Landschaftserlebnisfunktion in der Regel nicht über Veränderungen der Bewirtschaftung einzelner Ackerflächen und deren Summe in einer Landschaft, sondern nur im Kontext von Veränderungen der Gesamtlandschaft erfasst werden können.

### **Visualisierung von zukünftigen Entwicklungen**

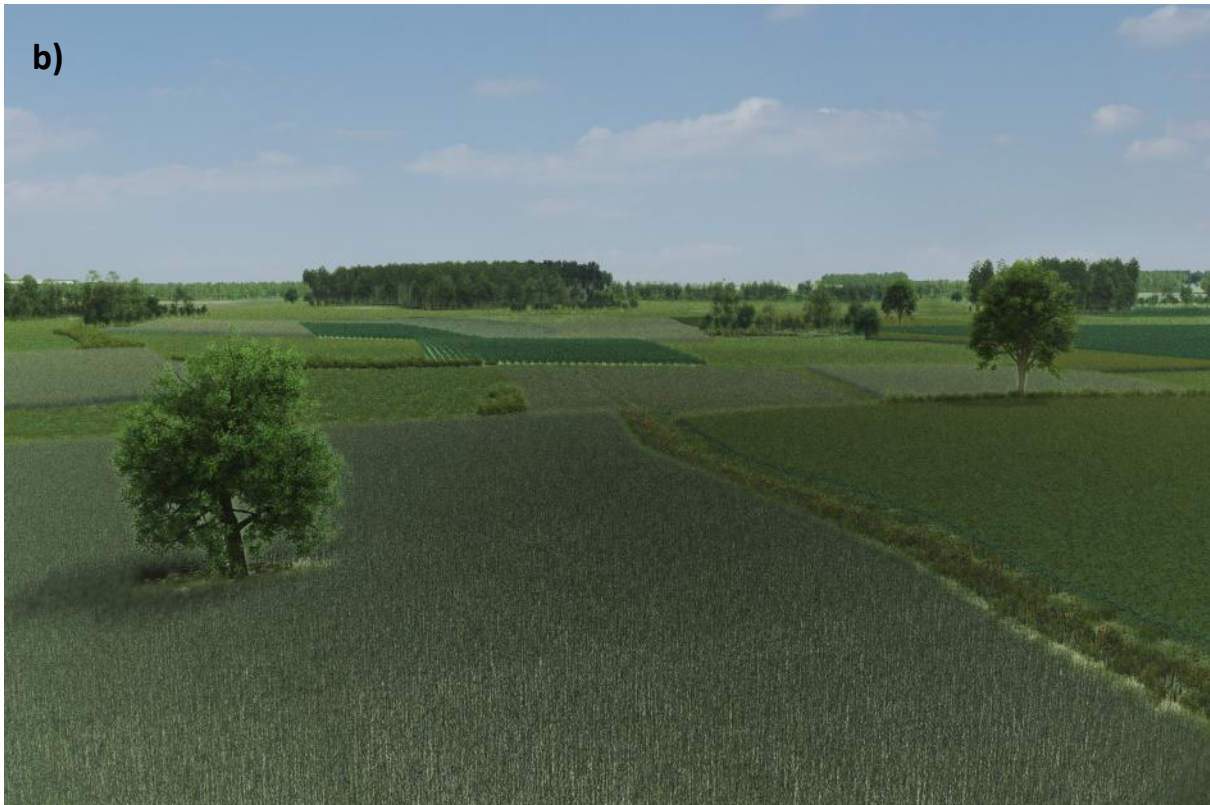
Eine Möglichkeit zukünftige Entwicklungen der Landschaftsstruktur beziehungsweise des Landschaftsbildes darzustellen bieten Visualisierungstechniken. Mit ihrer Hilfe können mögliche Auswirkungen des zukünftigen Anbaus nachwachsender Rohstoffe mit den handelnden Akteuren aus Industrie, Landwirtschaft, Politik und räumlicher Planung sowie mit betroffenen Bürgern und Interessengruppen (zum Beispiel Naturschutzverbände) räumlich konkret diskutiert werden. Durch den räumlichen Bezug der Visualisierungen zu realen Landschaften können die in der Regel räumlich unkonkreten politischen Zielvorgaben zum Ausbau der erneuerbaren Energien veranschaulicht und deren Auswirkungen detaillierter untersucht werden. Visualisierungen eignen sich vorzüglich zur Einbindung der Bevölkerung in ansonsten für Laien schwer durchschaubare Entscheidungsprozesse. In Beteiligungsverfahren oder Befragungen können Visualisierungen zur Veranschaulichung von möglichen zukünftigen Landschaftsentwicklungen im Dialog mit der Bevölkerung eingesetzt werden.

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Neben klassischen Bildbearbeitungsmethoden der Fotomontage können neue 3D Visualisierungstechniken eingesetzt werden. Aufgrund technischer Entwicklungen ist es möglich, vorhandene digitale Daten aus Geoinformationssystemen (GIS) wie zum Beispiel Biotopkartierungen als Grundlage für 3D-Visualisierungen zu verwenden. Eine Verknüpfung der 3D-Visualisierungen mit GIS Daten ermöglicht die Visualisierung unterschiedlicher Szenarien durch die Veränderung der zugrunde liegenden Geodaten. Am IUP wurde mit unterschiedlicher Visualisierungssoftware gearbeitet, unter anderem mit Visual Nature Studio und CommunityViz. Während Visual Nature Studio ein eigenständiges Programm für fotorealistische 3D Visualisierungen darstellt, ist CommunityViz eine Softwareerweiterung für die GIS-Software ArcGIS, die insbesondere auf den Bereich der Planungskommunikation ausgerichtet ist. CommunityViz liefert unmittelbare Visualisierungen nach Änderungen der Eingangsdaten wie zum Beispiel der Landnutzung. Aufgrund dieses direkten Feedbacks können unterschiedliche Szenarien in Planungsprozessen interaktiv durchgespielt werden. Diese Vorgehensweise ist beispielsweise in Partizipationsprozessen hilfreich, in denen viele unterschiedliche Stakeholdergruppen eingebunden sind. Eine besonders photorealistische Darstellung ermöglicht die Software Biosphere 3D, die am Institut für Umweltplanung in Zusammenarbeit mit der Lenné 3D GmbH eingesetzt wird. Die Software verwendet bis auf Artebene spezifizierte 3D Pflanzenmodelle, die – mit entsprechenden Verteilungsmustern auf die Flächen verteilt – einzelne Biotoptypen darstellen können. Die so erstellten virtuellen Landschaften können aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet oder durch virtuelle Spaziergänge erlebt werden (Abbildung 35 a-b).



**Abbildung 35 a-b: Photorealistische Visualisierungen von Agrarlandschaften aus der Fußgängerperspektive (Höhe 1,70 m; Abbildung a) und der Vogelperspektive (Höhe 15 m; Abbildung b)**



**Fortsetzung Abbildung 35 a-b**

3D Visualisierungen wurden am IUP unter anderem eingesetzt, um die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen zur Holzproduktion auf dem Acker (Abbildung 36, Seite 130) auf das von der Bevölkerung subjektiv wahrgenommene Landschaftsbild bzw. auf die Landschaftserlebnis- und Erholungsfunktion der Landschaft zu untersuchen. Als Kurzumtriebsplantagen bezeichnet man den Anbau von Gehölzen wie Weiden oder Pappeln auf landwirtschaftlichen Flächen. Die Gehölze werden mit landwirtschaftlichen Maschinen gepflanzt und geerntet. Bei der Ernte werden die Gehölze gehäckselt und können als Holzhackschnitzel energetisch oder stofflich genutzt werden. In der Regel werden Kurzumtriebsplantagen alle drei Jahre geerntet und treiben anschließend aus dem Wurzelstock wieder aus. In diesem Zeitraum können sie bis zu 10 m hoch werden.





**Abbildung 36: Ernte einer Kurzumtriebsplantage aus Pappeln . Der Häcksler zerkleinert die Gehölze zu Holzhackschnitteln, die energetisch oder stofflich verwertet werden können (Foto: FNR / M. Weitz)**

Um die Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf das Landschaftsbild zu erfassen wurde in einer Online-Befragung untersucht, wie der Anbau von Kurzumtriebsplantagen durch die Bevölkerung beurteilt wird und ob sich die Beurteilungen zwischen Landschaftstypen unterscheiden (Abbildung 37, Seite 131). Die insgesamt über 900 Befragten bewerteten die jeweils visualisierten Szenarien nach ihren persönlichen Präferenzen. Die Antworten wurden statistisch ausgewertet und erlauben Aussagen dazu, welche Anbauverfahren und Anteile von Kurzumtriebsplantagen in der Landschaft sich am positivsten auf die Landschaftserlebnis- und Erholungseignung der Landschaft auswirken. So konnten Landschaften ermittelt werden, in denen der Anbau von Kurzumtriebsplantagen durch eine Erhöhung der landschaftlichen Vielfalt zu positiven Auswirkungen auf das Landschaftsbild führt und solche, in denen der Anbau von Kurzumtriebsplantagen vorwiegend negativ beurteilt wird.

Aus den Ergebnissen können zum Beispiel Empfehlungen abgeleitet werden, wie bei der Ausgestaltung der zukünftigen Agrarpolitik landschaftsästhetische Kriterien berücksichtigt werden können oder wie das Management nachwachsende Rohstoffe produzierender landwirtschaftlicher Betriebe nachhaltig und naturschutzorientiert ausgerichtet werden kann.



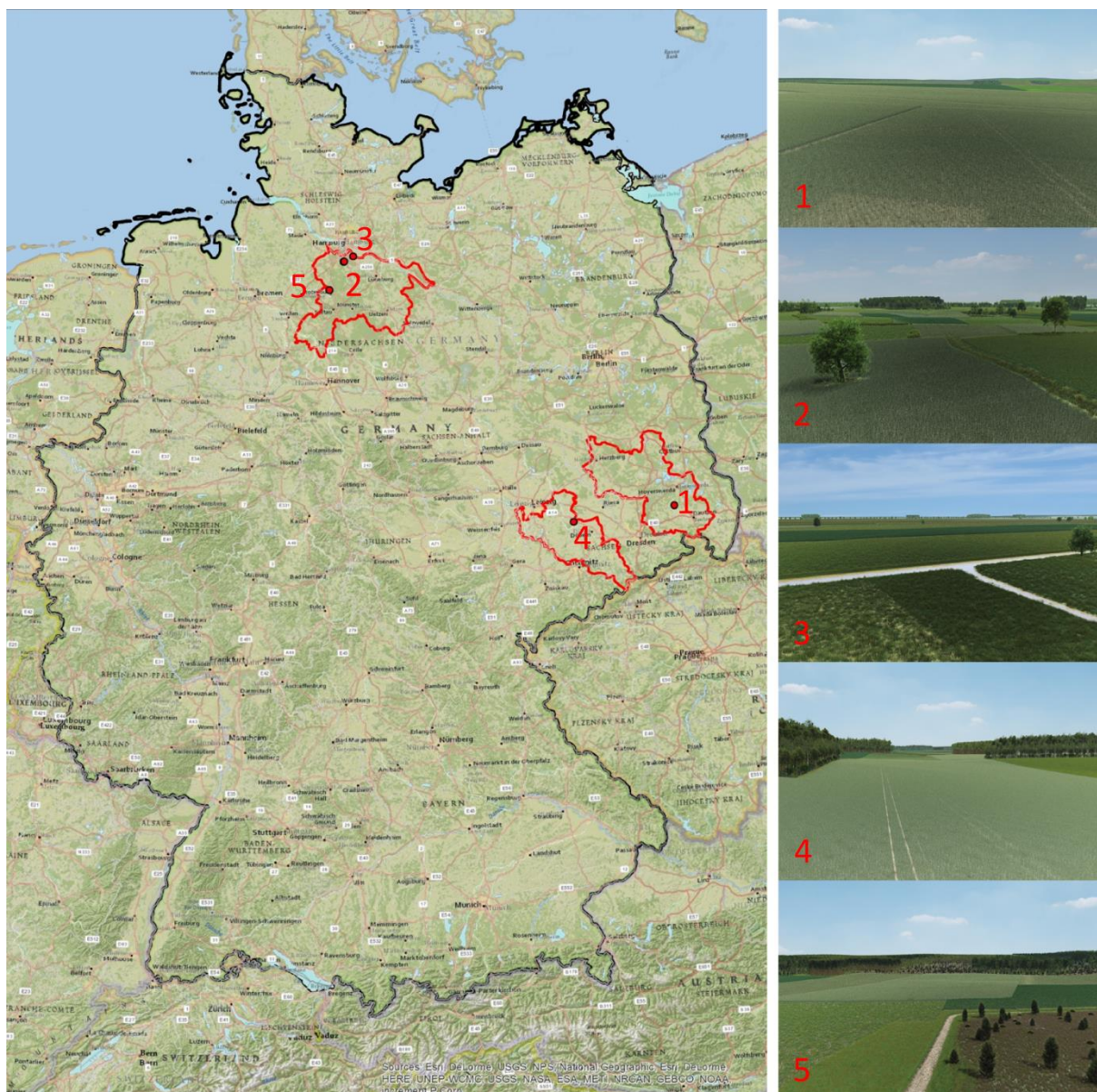


Abbildung 37: Zur Untersuchung der Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf die Landschaftserlebnis- und Erholungsfunktion der Landschaft wurden fünf unterschiedliche Landschaftstypen ausgewählt und für jeden Landschaftstyp unterschiedliche Anbauszenarien erstellt

## 5.4.2 Fachveröffentlichung 3.2 (Business Geomatics): Wenn es auf dem Acker grünt

Lepies, J.; Boll, T. (2014): Wenn es auf dem Acker grünt. Business Geomatics 5-6/14: 18. URL: <http://www.business-geomatics.com/bg/index.php/forschung-entwicklung-2/305-wenn-es-auf-dem-acker-gruent>

Wie verändert sich das Landschaftsbild, wenn plötzlich schnellwachsende Gehölze auf landwirtschaftlichen Flächen angepflanzt werden? Mit dieser Frage setzt sich der Diplom-Ingenieur Thiemen Boll unter anderem in seiner Promotion auseinander. Mit seiner Arbeit ist er in dem Forschungsprojekt „AgroForNet“ angesiedelt. Das beschäftigt sich mit dem Aufbau regionaler Wertschöpfungsnetze für holzige Biomasse, die in sogenannten Kurzumtriebsplantagen (KUP) angebaut wird. Nachhaltigkeit der energetischen Nutzung von Biomasse und der Einbezug von land- und forstwirtschaftlichen Unternehmen sind die Ziele des Projektes.



**Abbildung 38: Wahrscheinlichkeit von Protesten mindern, wenn Robinie (li.), Pappel (mi.) und Weide (re.) zuvor virtuell visualisiert werden (Bilder: Lenné3D)**



## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Die Frage, wie KUP das Landschaftsbild visuell beeinflussen, bildet ein Teilprojekt innerhalb von AgroForNet. Für den studierten Landschafts- und Freiraumplaner Boll, der am Institut für Umweltplanung der Universität Hannover promoviert, ist die Frage von großer Bedeutung. „Durch genaue Simulationen können die Auswirkungen von KUP im Vorfeld festgestellt und so beispielsweise Proteste, wie etwa beim weitverbreiteten Maisanbau, vermieden werden“, sagt er. Zugleich könne die Akzeptanz der Energiewende erhöht werden, denn diese nachwachsenden Energieträger kommen der regionalen Wertschöpfung zugute, da sie von Kommunen, Kraftwerken und Industriebetrieben energetisch genutzt werden können.

Weil Bolls Fragen auf subjektiver Wahrnehmung beruhen, integrierte er eine Online-Befragung in seine Promotion. Sie sollte klären, unter welchen Umständen KUP aufwertend oder eher störend wahrgenommen werden. Boll legte Wert auf eine fotorealistische und räumlich genaue Darstellung der KUP. Die Software, die diese Visualisierungsleistung erbringen konnte, entdeckte Boll bei Lenné3D. Das Bielefelder Unternehmen hat sich auf die Modellierung und Visualisierung virtueller Gärten und Landschaften spezialisiert. Mit der 3D-Software Biosphere3D fertigte der Geschäftsführer Jochen Mülder zusammen mit seinem Team insgesamt mehr als 40 Visualisierungen für Bolls Befragung an. Die Software verwendet bis auf Artenebene differenzierte 3D-Pflanzenmodelle. So war es möglich, die drei Baumarten Pappeln, Weiden und Robinien, die in Deutschland in KUP angebaut werden, detailgetreu zu visualisieren.

„Für mich war es wichtig, dass die Auswirkungen von KUP differenziert nach unterschiedlichen Landschaftstypen bewertet werden können“, so der Doktorand. Aus den Modellregionen in der Lausitz, im mittelsächsischen Lößhügelland und in der südlichen Metropolregion Hamburg ermittelte Boll fünf charakteristische Landschaftstypen für Nord- und Ostdeutschland. Für diese Landschaftstypen entwickelte Boll unterschiedliche Anbauszenarien für KUP und bereitete dafür GIS Grundlagendaten mithilfe von Arc-GIS 10.2 vor. Die GIS-Daten enthalten flächenbezogene Attribute zur jeweiligen Vegetation, zum Beispiel auf welchen Äckern KUP platziert werden sollen. Mülder und sein Team modellierten auf dieser Grundlage die virtuellen dreidimensionalen Landschaften und renderten 30 Visualisierungen aus der Vogelperspektive und 16 aus der Fußgängerperspektive. Die 963 Umfrageteilnehmer lieferten dann ein eindeutiges Ergebnis, berichtet Boll. „KUP wurden in ausgeräumten Landschaften, also weiten, offenen Agrarflächen, als deutliche Bereicherung des Landschaftsbildes wahrgenommen. In kleinstrukturierten Landschaften mit vielen Landschaftselementen wie Einzelbäumen, Hecken und Säumen, wurden KUP hingegen als störend empfunden“, fasst Thiemen Boll zusammen. Die Bewertungen hat er für jeden der fünf Landschaftstypen erarbeitet und nach weiteren Kriterien wie Anbausystem und Anteil von KUP in der Landschaft differenziert.

### **Praxisrelevante Fachveröffentlichung**

Die Ergebnisse können künftig als Handlungsempfehlungen dienen, wenn Kommunen, Energieversorger oder Landwirte sich über die Standortfrage für den Energieträger KUP informieren wollen. Auch die zukünftige Agrarpolitik könnte unterstützt werden.

Damit Agrarbetriebe die Auswirkungen auf das Landschaftsbild auch automatisiert ermitteln können, fließen die Ergebnisse der Befragung in die institutseigene Open Source- Software MANUELA, das GIS-gestützte „Managementsystem Naturschutz für eine nachhaltige Landwirtschaft“, mit ein.

### **5.4.3 Fachveröffentlichung 3.3 (BEST Projekt und Bioenergieregion Göttinger Land): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie**

Boll, T. (2014): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie. In: Bioenergie im Göttinger Land – Energie aus Flur und Wald in Wissenschaft und Praxis. Hg. vom BEST Projekt und Bioenergieregion Göttinger Land.

#### **Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie**

Der Anbau von Energiepflanzen kann nicht pauschal als positiv oder negativ für das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft angesehen werden. Es gibt eine Vielzahl von Energiepflanzen, die sich in Bezug auf Höhe, Blüte und Anbausystem und damit auch in ihrer Wirkung auf das Landschaftsbild unterscheiden. Beispielsweise wirken die in Deutschland verbreitetsten Energiepflanzen Mais und Raps visuell sehr unterschiedlich. Durch neue und wenig verbreitete Energiepflanzen kann zusätzliche Vielfalt in die Landschaft gebracht werden. Besonders positiv für das Landschaftsbild sind z. B. Blühpflanzenmischungen, die sich durch eine hohe strukturelle Vielfalt und Farbvielfalt auszeichnen. Auch Kurzumtriebsplantagen (KUP) können die Strukturvielfalt in der Landschaft erhöhen. In gewissen Maßen können streifenförmige KUP Hecken ersetzen, die durch Flurbereinigungsmaßnahmen in der Vergangenheit als wertvolle Elemente der Kulturlandschaft verloren gegangen sind. Aufgrund ihrer Höhe können KUP ähnlich wie Mais allerdings die Sicht in die Landschaft beeinträchtigen.

#### **Regionale Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus und Situation im Göttinger Land**

Die Auswirkungen von Energiepflanzen auf das Landschaftsbild unterscheiden sich auch je nachdem, in welcher Landschaft die Energiepflanzen angebaut werden und welche Anteile sie in der Landschaft einnehmen. Im Göttinger Land ist der Anbau von Energiepflanzen bisher nicht stark verbreitet. Damit steht das Göttinger Land im Gegensatz zu Landkreisen z. B. im nördlichen Niedersachsen, in denen auf über 50 % der Ackerfläche Mais angebaut wird. Obwohl dieser Mais nicht nur als Energiepflanze genutzt wird, führt eine Erhöhung des Maisanteils durch den Bau weiterer Biogasanlagen zu negativen Folgen für das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft. Die landschaftliche Vielfalt wird durch den Anbau einer Pflanzenart (Monokultur) stark verringert. Im Fall von Mais spricht man auch von einer „Vermaisung“ der Landschaft. Dieser Begriff zeugt von einer geringen Akzeptanz von Mais und Monokulturen. Neben dem Anteil in der Landschaft ist auch die Höhe der Maispflanze von Bedeutung, die in den Sommermonaten deutlich über 2 m erreicht. Damit übersteigt Mais die Augenhöhe von Erholungssuchenden und schränkt den Blick in die Landschaft ein, was wiederum das Landschaftserleben negativ beeinflusst.

In der getreidereichen Göttinger Agrarlandschaft, in der kaum Mais vorhanden ist, sind die negativen Wirkungen des Maises allerdings kaum relevant, da diese erst bei hohen Maisanteilen entstehen. Im

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Gegenteil: ein Anbau von Mais kann im Göttinger zu einer Erhöhung der landschaftlichen Vielfalt beitragen und den Abwechslungsreichtum der Landschaft erhöhen. In Deutschland hat Mais mittlerweile allerdings ein sehr schlechtes Image, sodass auch in Regionen wie dem Göttinger Land, in denen Mais eigentlich positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild hätte, Vorurteile vorhanden sind. Dass Mais in anderen Regionen durchaus positiv bewertet wird, zeigt eine vergleichende Befragung unterschiedlicher Ackerkulturen in der Schweiz, in der Mais beispielsweise positiver als Getreide bewertet wurde (vgl. Abbildung 39).



**Abbildung 39: Visualisierung einer Agrarlandschaft. Der Anbau von Mais in hoher Konzentration wird oft negativ beurteilt. In der getreidedominierten Agrarlandschaft im Göttinger Land kann der Anbau von Mais die landschaftliche Vielfalt auch erhöhen.**

### **Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen**

In einer Onlinebefragung mit 3D Visualisierungen untersuchte das Institut für Umweltplanung der Universität Hannover die Präferenzen der Bevölkerung in Bezug auf unterschiedliche Szenarien des Anbaus von KUP für unterschiedliche Landschaftstypen. Bewohner des Göttinger Landes beurteilen offene Landschaften ohne Gehölzstrukturen in der Landschaft (offene Agrarlandschaften, grünlandreiche Landschaften) deutlich negativer als Bewohner aus anderen Regionen Deutschlands. Den Anbau von KUP beurteilen Göttinger insgesamt ähnlich wie andere Befragte. Der Anbau von KUP in offenen Agrarlandschaften wird von Göttingern als eine deutliche Aufwertung des Landschaftsbildes beurteilt. Aufgrund ihrer Größe und Dreidimensionalität bringen KUP neue Strukturen in die offene Landschaft. Besonders positiv wird der Anbau von KUP in Streifenform gesehen. Durch streifenförmig-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

gen Anbau können Sichtbeziehungen zwischen den Streifen erhalten bleiben und die KUP wirkt nicht wie eine Wand (Abbildung 40).

In anderen Landschaftstypen mit einem sehr hochwertigen Landschaftsbild kann der Anbau von KUP allerdings negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben. In kleinstrukturierten Kulturlandschaften mit vielen Hecken und Säumen, die im Göttinger Land noch zahlreich vorhanden sind, wird der Anbau von KUP von Göttingern negativ beurteilt. Hier werden die vorhandenen Landschaftselemente durch den Anbau von KUP überlagert und die besondere Eigenart der Landschaft kann verloren gehen. Geringe Anteile von KUP von unter 20 % der landwirtschaftlichen Fläche haben in den meisten Landschaften keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Auch in relativ hochwertigen wald-, heide- und grünlandreichen Landschaften ergeben sich negative Auswirkungen erst bei höheren Anteilen von KUP in der Landschaft.



**Abbildung 40: Visualisierung von streifenförmigen Kurzumtriebsplantagen aus Pappeln. Diese können einerseits Sichtbarrieren in der Landschaft darstellen, andererseits können sie einer ausgeräumten Agrarlandschaft als heckenähnliche Elemente neue Struktur verleihen.**

## **5.5 Artikel 4 (forum ifl): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA**

Boll, T.; Kempa, D.; Haaren, C. v.; Weller, M. (2015): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA. In: Gerold, D.; Schneider, M. (Hg.): Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung. forum ifl 25: 108-115.

URL: <http://ifl.wissensbank.com/cgi-bin/starfetch.exe?z3Y@0rulliwf6GbWLIJXEnDW27KJGa@DT9AKwhR-olymYrwjGQD@Dma6iLf0uSwo0MYu1KoFLSchgB09N1fkrc.QVHOCCOgq0jidFA5hul4N3n8vPUpvOPvrHKPTbCWk1CxG@k9jsam78rOfyzD3A/>.pdf

### **Einleitung**

Die zukünftige Reform der EU Agrarpolitik und insbesondere das 'Greening' ab 2015 soll die Umwelt- und Gesellschaftsleistungen der Landwirtschaft erhöhen. Bereits jetzt stellen existierende gesetzliche Vorgaben z. B. in den Bereichen Naturschutz, Wasserschutz und Bodenschutz sowie darüber hinausgehende gesellschaftliche Ansprüche vor allem in Bezug auf das Landschaftsbild hohe Anforderungen an das landwirtschaftliche Betriebsmanagement. Um diese Anforderungen zu erfüllen und die Umweltleistungen der Landwirtschaft zu kommunizieren, sollten Maßnahmen und Leistungen dokumentiert (z. B. Nachweispflichten für Agrarumweltmaßnahmen) sowie vorausschauend und betriebspezifisch geplant werden. Bei bestehenden Umweltmanagementsystemen für landwirtschaftliche Betriebe bleiben die Möglichkeiten geographischer Informationssysteme (GIS) für eine räumlich konkrete Darstellung der Betriebsflächen oft ungenutzt. Die GIS-basierte Software MANUELA (Management Naturschutz für eine nachhaltige Landwirtschaft), die am Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover entwickelt wurde, ermöglicht flächenspezifische Darstellungen und soll Landwirte dabei unterstützen, ihr Betriebsmanagement nachhaltig und naturschutzorientiert auszurichten.

Das folgende Kapitel gibt einen kurzen Gesamtüberblick über die Software MANUELA und zeigt beispielhaft anhand von Kurzumtriebsplantagen wie die Aspekte Biodiversität und Landschaftsbild bewertet und in das betriebliche Umweltmanagement einbezogen werden können.

### **Überblick über die Software MANUELA**

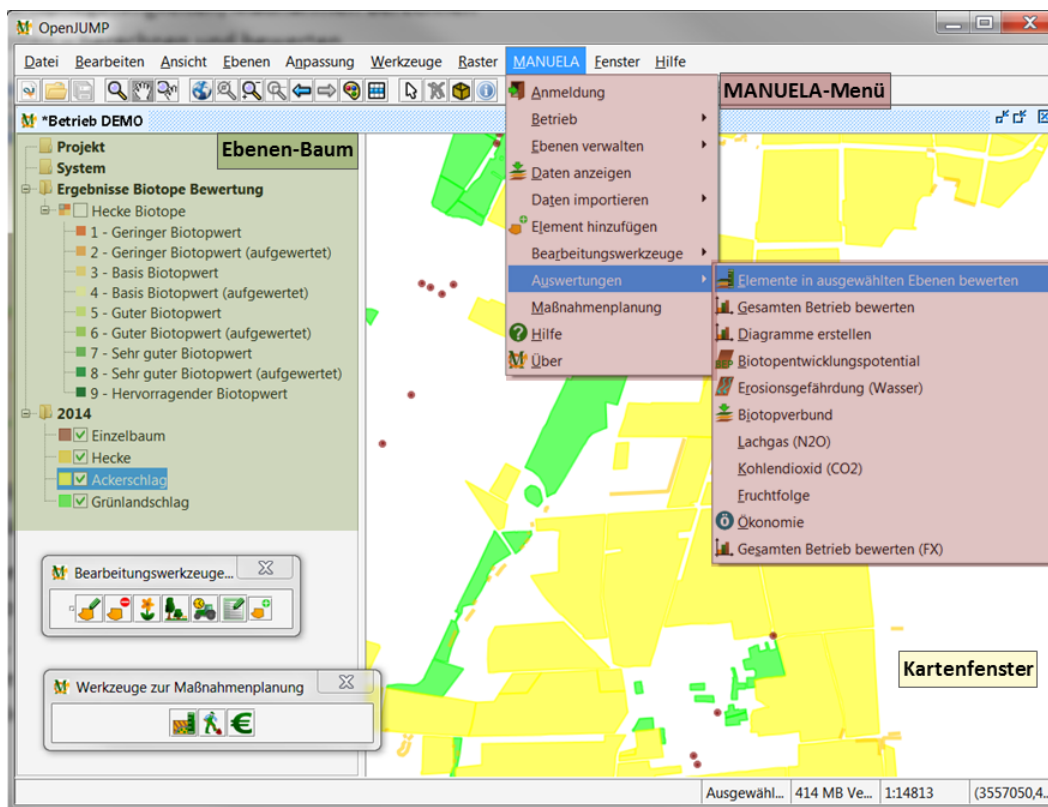
Die Software MANUELA ist ein EDV-gestütztes Betriebsmanagementsystem, das die Umweltleistungen eines Betriebs automatisiert mithilfe betriebsbezogener Fachinformationen bewertet (Haaren et al. 2008a). Die räumliche und schlaggenaue Verortung der Betriebsflächen erfolgt über die Verwendung eines geographischen Informationssystems mit angeschlossener Datenbank (Abbildung 41, Seite 139). MANUELA ist auf die Anwendung durch Landwirte und landwirtschaftliche Berater ausgerichtet und kann als Open Source-Software kostenfrei genutzt werden. Der Aufbau der Software ist



modular, so dass die verschiedenen Programmfunktionen je nach Bedarf unabhängig voneinander verwendet werden können.

Die Module beinhalten folgende Funktionen:

- Acker, Grünland und Landschaftselemente (Biotope) – erfassen, darstellen, bewerten
- Biotopverbund – darstellen und bewerten
- Biotopentwicklungspotenzial – darstellen und bewerten
- Pflanzenarten – erfassen und bewerten
- Potenzielle Wassererosion – darstellen und bewerten
- Landschaftsbild – erfassen, darstellen und bewerten
- Gute fachliche Praxis und Cross Compliance Vorgaben prüfen
- Maßnahmen planen
- Kosten von Landschaftspflegetätigkeiten/Maßnahmen berechnen
- Treibhausgasemissionen – berechnen und bewerten



**Abbildung 41: Arbeitsoberfläche in der Software MANUELA**

Als Grundlage für eine Bewertung müssen einmalig Daten zum Betrieb in die Software geladen werden (Schlaggeometrien, ggf. Biotopkartierung, ggf. Bodenkarte, ggf. Geländemodell). Bei unvollständigen Grundlagendaten können neue Landschaftselemente und Flächen (Ackerschlag, Grünlandschlag, Hecke, Baumgruppe, Kleingewässer usw.) hinzugefügt oder verändert werden. Je nach Typ der Landschaftselemente und Flächen, werden unterschiedliche Eigenschaftsfelder (Breite, Länge,

Mahdzeitpunkte usw.) vom Programm vorgegeben. Je mehr Angaben zu diesen Eigenschaften gemacht werden, desto detaillierter wird die anschließende Bewertung. Die Bewertungen erfolgen automatisiert auf der Grundlage programmierter Algorithmen und Verknüpfungsregeln. Die Bewertungsergebnisse werden als Text, Tabelle, Karte oder Diagramm ausgegeben, haben einen direkten Bezug zur Fläche bzw. zum Landschaftselement und sind räumlich in einer Karte verortet.

Die Bewertung für die Module Biodiversität und Landschaftsbild setzt sich zusammen aus einem fest definierten Grundwert für jedes Landschaftselement bzw. jede Fläche und möglichen Aufwertungen des Grundwertes, die bei einer besonders guten Ausprägung vorgenommen werden.

Bei der Biodiversitätsbewertung wird zunächst jedem Landschaftselement und jeder Fläche ein Biotoptyp zugeordnet. Diese Einordnung richtet sich nach den bestehenden Biotoptypenklassifizierungen der Bundesländer. Anschließend erhält jeder Biotoptyp einen Grundwert, der sich ebenfalls an bestehenden Bewertungsvorschriften orientiert, die i.d.R. Kriterien wie Seltenheit und Gefährdung, Naturnähe und die Bedeutung des Biotoptyps als Lebensraum beinhalten. Da es in den Bundesländern teilweise unterschiedliche Biotoptypenklassifizierungen und Bewertungsvorschriften gibt, wurden diese in MANUELA in ein einheitliches Klassifizierungs- und Bewertungssystem überführt. Die Biodiversitätsbewertung erfolgt auf einer 5-stufigen Skala (geringer bis hervorragender Biotopwert).

Für die Bewertung des Landschaftsbildes wird aufbauend auf der bereits vorgenommenen Biotoptypenzuordnung ebenfalls ein Grundwert ermittelt, der sich nach vorhandenen Bewertungsmethoden des Landschaftsbildes und empirischen Untersuchungen zur Landschaftswahrnehmung richtet (Nohl 2001a). Die Landschaftsbildbewertung erfolgt auf einer 10-stufigen Skala (geringer bis sehr hoher landschaftsästhetischer Wert). Zusätzlich zur Bewertung der einzelnen Elemente und Flächen wird beim Landschaftsbild auch eine Vielfaltsbewertung auf Landschaftsebene durchgeführt, die die landschaftliche Strukturvielfalt, die Fruchtartenvielfalt auf den Ackerflächen und das Acker-Grünlandverhältnis berücksichtigt.

## **Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in MANUELA**

In MANUELA werden zwei Typen von Kurzumtriebsplantagen unterschieden: Kurzumtriebsplantagen (KUP, mit flächigem Anbau) und Kurzumtriebsstreifen (KUS, mit streifenförmigem Anbau; Tabelle 10, Seite 141). Der Biodiversitätsgrundwert für KUP wurde bei 2 und für KUS bei 2,2 (5-stufige Skala) festgesetzt. Als Referenz wurden dabei gängige Biotoptypenbewertungen der Länder (jeweils berechnet für eine 5-stufige Skala) zu Grunde gelegt. Der Landschaftsbild-Grundwert für KUP wurde bei 3 und für KUS bei 4 auf einer 10-stufigen Skala festgelegt. Die höheren Werte für KUS sind durch die positivere Wirkung auf die landschaftliche Vielfalt und die Strukturierung der Landschaft (heckenähnlichen Wirkung von KUS) begründet. In Bezug auf die Biodiversität entstehen beim Anbau von KUS mehr Randeffekte, die die Habitatvielfalt erhöhen.



**Tabelle 10: Grundwerte der Landschaftskomponente KUP/KUS**

Landschaftskomponente	Beschreibung	Geometrietyp	Grundwert Biodiversität (5er Skala)	Grundwert Landschaftsbild (10er Skala)
Kurzumtriebsplantage (KUP)	Landwirtschaftliche Anbauflächen schnell wachsender Gehölzarten zur Gewinnung von Biomasse. Nicht waldartig ausgeprägt, kurze Umtriebszeit (i.d.R. 2-5 Jahre)	Fläche	2	3
Kurzumtriebsstreifen (KUS)	Linienförmiger Anbau schnell wachsender Gehölzarten (i.d.R. 10-12 m Breite) auf landwirtschaftlichen Flächen zur Gewinnung von Biomasse. Nicht waldartig ausgeprägt, kurze Umtriebszeit (i.d.R. 2-5 Jahre)	Linie	2,2	4

### Biodiversitätsbewertung von Kurzumtriebsplantagen

Der zuvor beschriebene Grundwert von KUP/ KUS wird aufgewertet, wenn bestimmte Kriterien einer naturschutzfachlich hochwertigen Ausprägung erfüllt sind oder eine naturschutzkonforme Bewirtschaftung der KUP/ KUS gewährleistet ist (Tabelle 11).

**Tabelle 11: Aufwertungskriterien der Landschaftskomponente KUP im Biodiversitätstool**

Kriterium	Ausprägung	Aufwertung
<b>Gattung</b>	≥ 2 einheimische Gehölzgattungen auf jedem ha in Mischung (Wechsel mindestens jede 5. Reihe), wobei jede Gattung mindestens 20 % der Fläche einnehmen muss	+ 0,1
	≥ 3 einheimische Gehölzgattungen auf jedem ha in Mischung (Wechsel mindestens jede 5. Reihe), wobei jede Gattung mindestens 20 % der Fläche einnehmen muss	+ 0,2
<b>Arten Krautschicht</b>	≥ 15 Pflanzenarten in der Krautschicht	+ 0,1
	≥ 30 Pflanzenarten in der Krautschicht	+ 0,2
<b>Bestandslücken</b>	eine Bestandslücke von mindestens 100 m <sup>2</sup> pro ha (≙ 1 % der Fläche) und einer Mindestbreite von 5 m	+ 0,1
<b>Heckenstreifen</b>	mindestens 3 m breiter Heckenstreifen aus mindestens 3 einheimischen Heckengehölzarten regionaler Herkunft als Rand an mindestens zwei Seiten der KUP	+ 0,1
	mindestens 3 m breiter Heckenstreifen aus mindestens 6 einheimischen Heckengehölzarten regionaler Herkunft als Rand an mindestens zwei Seiten der KUP	+ 0,2
<b>Blühstreifen, Krautsaum, Staudensaum</b>	Blühstreifen oder selbstbegrünender Kraut- oder Strauchsaum von mindestens 6 m Breite an den Vorgewenden und mindestens 3 m Breite an den Seiten aus einheimischen Arten aus regionalem Saatgut	+ 0,1

Für KUS gelten ähnliche Aufwertungskriterien. Die unterschiedliche Form von KUS bedingt allerdings, dass Bestandslücken nicht relevant sind. Ein zusätzliches Kriterium für KUS ist die Breite des Streifens. Aus der Aufwertungstabelle ergibt sich eine maximale Aufwertung für KUP von 2,8 (2,0 Grundwert + 0,8 Aufwertung) und für KUS von 3,0 (2,2 Grundwert + 0,8 Aufwertung).

Als zusätzlicher Bewertungsaspekt wird die Bewirtschaftung berücksichtigt. Eine Erfüllung von zwei bis drei der folgenden Kriterien wird mit einer Aufwertung von + 0,1 belohnt, eine Erfüllung von allen vier Kriterien ergibt eine Aufwertung von + 0,2 (Abbildung 42):

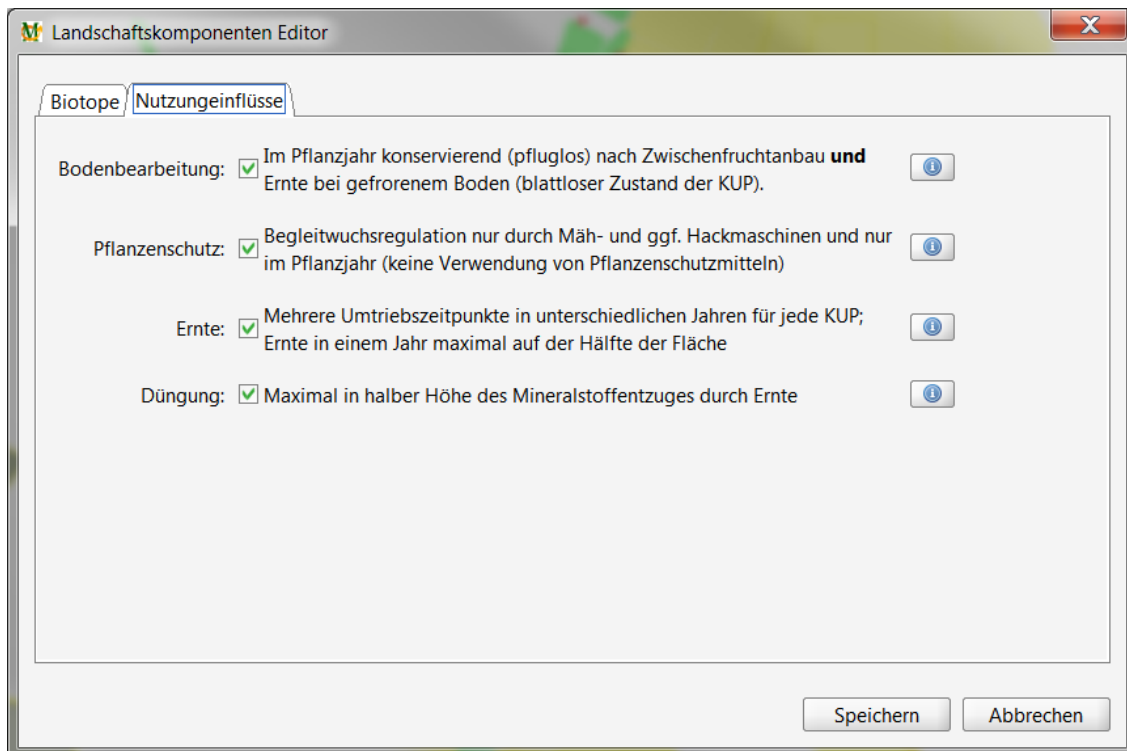
- Im Pflanzjahr konservierende (pfluglose) Bodenbearbeitung nach Zwischenfruchtanbau und Ernte im blattlosen Zustand vorzugsweise bei gefrorenem Boden
- Begleitwuchsregulation nur durch Mäh- und ggf. Hackmaschinen und nur im Pflanzjahr (keine Verwendung von Pflanzenschutzmitteln)
- Düngungsmenge maximal in halber Höhe des Mineralstoffentzuges durch Ernte
- mehrere Umtriebszeitpunkte in unterschiedlichen Jahren für jede KUP/ KUS; Ernte in einem Jahr maximal auf der Hälfte der Fläche

The screenshot shows the 'Landschaftskomponenten Editor' window with the 'Biotop' tab selected. The title bar reads 'Landschaftskomponenten Editor'. Below the tabs, the main heading is 'Kurzumtriebsplantage (KUP) !biotope-type-selection! Unbekannt'. The 'Biotoptypen' dropdown is set to 'Energieholzplantage'. There are four checkboxes with associated text and information icons:

- Heckenstreifen: Als Rand. Mindestens 2 m Breite. Mit wenigstens 6 einheimischen Heckengehölzarten aus regionaler Herkunft.
- Bestandslücken: Mindestens 100 m<sup>2</sup> pro ha (1% der Fläche). Nord-Süd Ausrichtung.
- Anzahl krautiger Pflanzen []: 1
- Anzahl Gehölzgattungen: ≥ 2 mit einheimischen Gehölzen. Mischung mindestens reihenweise. Flächenanteil jeweils ≥ 20 %.

At the bottom, there are two buttons: 'Speichern' and 'Abbrechen'.

**Abbildung 42: Screenshots aus der Software MANUELA zur Biodiversitätsbewertung von Kurzumtriebsplantagen**



Fortsetzung Abbildung 42

### Landschaftsbildbewertung von Kurzumtriebsplantagen

Die Aufwertungskriterien für die Landschaftsbildbewertung werden den Gruppen Benachbarung, Ausprägung, Bewirtschaftung und räumlicher Kontext zugeordnet (Tabelle 12, Seite 144). Unter die Gruppe Benachbarung fallen Kriterien, die die Landschaftsstruktur und Sichtbeziehungen in der Landschaft berücksichtigen. Bei der Ausprägung der KUP ist im Gegensatz zur Biodiversitätsbewertung nur die Randgestaltung der KUP entscheidend, da die Plantage nur im äußeren Bereich einsehbar ist. Die Kriterien unter Bewirtschaftung berücksichtigen, dass durch eine angepasste Bewirtschaftung die Strukturvielfalt der Landschaft erhöht werden kann. Aufwertungen für den räumlichen Kontext ergeben sich aus der Empfindlichkeit des Landschaftstyps gegenüber dem Anbau von KUP/KUS (Boll et al. 2015a). Bei Erfüllung aller Aufwertungskriterien können KUP maximal eine Punktzahl von 4,9 und KUS von 5,9 erreichen.

**Tabelle 12: Aufwertungskriterien für KUP im Landschaftsbildtool**

Kriterium		Ausprägung	Aufwertung
Benachbarung	Abstand zu Wegen (nur, wenn der Schlag an einen von Fußgängern oder Fahrradfahrern genutzten Weg grenzt)	> 3 m	+ 0,2
		> 5 m	+ 0,3
	Abstand zu vorhandenen Strukturelementen (z. B. Hecken, Wald, sonstigen Gehölze; nur, wenn der Schlag an Strukturelemente grenzt)	> 5 m	+ 0,2
		> 10 m	+ 0,3
Ausprägung	Randgestaltung der KUP	ein mindestens 1 m breiter Heckenstreifen aus mindestens 3 einheimischen Heckengehölzarten als Rand an den Längsseiten der KUP	+ 0,4
		ein mindestens 1 m breiter Heckenstreifen aus mindestens 6 einheimischen Heckengehölzarten als Rand an den Längsseiten der KUP	+ 0,5
	Gehölzgattung	≥ 2 Gehölzgattungen auf jedem ha in Mischung (Wechsel mindestens jede 5. Reihe), wobei jede Gattung mindestens 20 % der Fläche einnehmen muss	+ 0,1
		≥ 3 Gehölzgattungen auf jedem ha in Mischung (Wechsel mindestens jede 5. Reihe), wobei jede Gattung mindestens 20 % der Fläche einnehmen muss	+ 0,2
	Verwendung seltener KUP-Gattungen	Verwendung von seltenen KUP-Gattungen wie Erle, Esche, Birke, Eiche oder auffällig blühenden wie Robinie	+ 0,1
Bewirtschaftung	Umtrieb	auf größeren Schlägen als 2 ha mindestens 2 Umtriebszeiten in unterschiedlichen Jahren	+ 0,2
	Anlage	Anlage der KUP quer zu vorhandenem Weg	+ 0,1
Räumlicher Kontext	Anbau von KUP in besonders geeigneten Landschaftstypen	automatische Aufwertung, falls Anbau in besonders geeignetem Landschaftstyp erfolgt	+ 0,2

### **Vielfaltsbewertung von KUP auf Landschaftsebene**

Für die Bewertung der Vielfalt auf Betriebs- bzw. Landschaftsebene wird anhand des Edge-Density-Index (Randliniendichte) ein Gesamtbetriebswert berechnet, der die Strukturvielfalt auf dem Betrieb widerspiegelt. Durch die Anlage von KUP in der Agrarlandschaft wird die Strukturvielfalt tendenziell erhöht, da KUP ein neues Landschaftselement darstellen. Streifenförmige KUP wirken sich positiver aus, da mehr Randeffekte entstehen. Keine positiven Auswirkungen entstehen z. B. durch die Anlage von KUP entlang von Hecken.

Für die Berechnung der Fruchtartendiversität wird der prozentuale Anteil der jeweils angebauten Ackerkulturen im GIS ermittelt. Mit diesen Daten wird über den Shannon-Weaver Index die Fruchtart-

tendenzdiversität berechnet. Durch KUP als neue Fruchtart auf Ackerflächen wird die Fruchtartendiversität i.d.R. erhöht. Wird ein bestimmter Flächenanteil von KUP überschritten, nimmt die Fruchtartendiversität eines Betriebes wieder ab.

Die Betriebsbewertung für das Acker-Grünlandverhältnis wird als einfaches Verhältnis von Ackerfläche (annuelle Kulturen und Ackergräser) zur Dauergrünlandfläche (z. B. 70:30) ausgegeben. Tendenziell gilt für die Bewertung je höher der Grünlandanteil, desto positiver für das Landschaftsbild. KUP werden bei der Berechnung des Acker-Grünlandverhältnisses nicht direkt berücksichtigt. Durch den Anbau von KUP auf Ackerflächen verringert sich allerdings der Anteil der zu berücksichtigenden Ackerfläche während der Grünlandanteil konstant bleibt. Im Endeffekt ergibt sich ein besseres Acker-Grünlandverhältnis des Betriebes.

### **Praxisrelevanz von Bewertungen mit der Software MANUELA und Fazit zur Bewertung von KUP**

Mit den in MANUELA implementierten Bewertungstools sowie daran anknüpfende Maßnahmenvorschläge kann zu einer ressourcenschonenden und lebensraumerhaltenden Bewirtschaftung beigetragen werden. Gleichzeitig werden die politischen Ziele zur Bereitstellung von Ökosystemleistungen auf landwirtschaftlichen Betrieben, zur Erhaltung der Biodiversität und eines hochwertigen Landschaftsbildes unterstützt. Durch die Verwendung der Software MANUELA können Landwirte ihre Umweltleistungen besser darstellen und kommunizieren. Die Funktionen der Software können den Landwirten helfen, die erhöhten Anforderungen der EU-Agrarreform zu managen. Sinnvoll ist der Einsatz der Software MANUELA auch bei Landwirten, die spezielle Zertifizierungsanforderungen erfüllen müssen. Lebensmittelhersteller, die sich von Vertragslandwirten direkt beliefern lassen, fordern oft die Erfüllung bestimmter Standards und die Dokumentation von Ökosystemleistungen, um diese in ihr eigenes betriebliches Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsmanagement einbeziehen zu können. Beispiel sind Unternehmen der 'Biodiversity in Good Company' Initiative (Hipp, Bionade, Ritter Sport).

Des Weiteren können mit der Software freiwillige naturschutzfachliche Maßnahmen wie Agrarumweltmaßnahmen besser geplant und effizienter umgesetzt werden. Entscheidet sich ein Landwirt z. B. zur Anlage von KUP, ermöglicht die Software durch die Bereitstellung entsprechender Bewertungskriterien Empfehlungen zur naturschutzfachlichen Optimierung der KUP. Je nachdem ob der Landwirt seinen Betrieb in Bezug auf die Biodiversität oder das Landschaftsbild optimieren will, kann er bestimmte Maßnahmen umsetzen. Liegt der Betrieb in einer durch Erholungssuchende stark frequentierten Landschaft, kann der Landwirt einen stärkeren Fokus auf die Optimierung des Landschaftsbildes legen. Dem Landwirt bleibt es selbst überlassen, ob er aufwendigere Maßnahmen wie

z. B. die Anlage von Heckenstreifen durchführen oder durch eine angepasste Bewirtschaftung wie z. B. die Ernte zu unterschiedlichen Umtriebszeitpunkten die Diversität erhöhen will.

Insgesamt wird bei der Bewertung von KUP in der Software MANUELA deutlich, dass durch die Anlage von KUP bei Beachtung der Aufwertungskriterien eine erhebliche Erhöhung der Biodiversität und eine Verbesserung der landschaftlichen Schönheit im Vergleich zum Anbau von annuellen Ackerkulturen erreicht werden kann.

## **5.6 Artikel 5 (Verlag Wiley-VCH): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders**

Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K., Bergfeld, A. (2015): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 331–346.

URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch25/summary>

### **Abstract**

The energy transition from fossil to renewable sources of energy has brought about an increasing demand for dendromass. The cultivation of short rotation coppice (SRC) plantations represents a means to increase the supply of this woody biomass. However, the area of SRC cultivated in Germany remains very low. To identify decision criteria and implementation strategies for the cultivation of SRC, a survey of different stakeholders such as farmers, foresters, consultants, public service personnel and researchers was conducted. In spite of the small area of SRC, the results of the survey revealed that there is a great interest in this form of land use, with most farmers having already considered its cultivation. Intensive cooperation and the establishment of regional and local energy concepts were identified as important instruments to foster cultivation. In terms of the visual landscape, respondents highlighted the positive effects of SRC if cultivated instead of maize. Measures that enhance the visual attractiveness of SRC were more accepted if they can be readily integrated into management.

### **Introduction**

Despite long experience of the planting, cultivating and harvesting of SRC, the area of SRC in Germany is currently only approximately 6 000 ha (Hagemann et al. 2014). Many barriers to cultivation remain, with the result that SRC is not yet a common feature of agriculture. At the same time, there are many advantages of SRC compared to other (annual) energy crops, especially with respect to ecology, but also in socio-economic terms (Bemann und Knust 2010; Strohm et al. 2012). Especially the positive ecological impacts of SRC could influence policies to support the cultivation of SRC, e. g. the recognition of SRC as a crop on ecological focus areas as part of the Greening of EU agricultural policy. To identify current decision criteria and implementation strategies for SRC cultivation, a survey of different stakeholders such as producers (farmers, foresters) and consultants, government authorities and researchers was conducted. The survey included different blocks of questions, focussing on socio-economics, certification, business cooperation, informal planning approaches and the visual

landscape (Tabelle 13). Business cooperation was defined broadly as all cooperation among actors of the SRC-based value chain. Informal planning approaches were defined as implementation-oriented, bottom-up approaches (BMVBS 2011a). In this case these were mainly energy concepts that set targets for the regional (renewable) energy supply, derive realisable measures and combine regional activities (BMVBS 2011b).

**Tabelle 13: Objectives of the survey**

<b>Survey blocks</b>	<b>Objectives</b>
<b>Socio-economics</b>	Identification of criteria for and against the cultivation of SRC
<b>Certification</b>	Attitudes to and acceptance of SRC certification
<b>Business cooperation</b>	Advantages, disadvantages, experiences and expectations of business cooperation
<b>Informal planning approaches</b>	Experiences, expectations and willingness to participate in informal planning approaches
<b>Visual landscape</b>	Impacts of SRC on the visual landscape and willingness of farmers to implement enhancing measures

## **Methods**

The survey was conducted online using the LimeSurvey software. It was announced through different media, including relevant journals for practitioners and Facebook groups, and was online from 15 May to 19 June 2012. As the survey was distributed strongly in the AgroForNet model regions, there is a relatively high number of participants from the eastern German regions ‘Lausitz’ and ‘Mittelsächsisches Lößhügelland’ and from the northern German region ‘Hamburg’. However, survey participants were from all parts of Germany and some were from Austria. In total, more than 1 000 people took part in the survey, of which n= 409 complete data sets could be used for the analysis.

The mean age of the respondents was 41 and the male to female ratio was 4:1. Participants were distributed across different occupational groups. The proportion of ‘producers’ was 60 % (farmers, foresters) and the proportion of ‘non-producers’ was 40 % (consultants, researchers, public service personnel, etc.). More than 10 % of the participants were already part of a SRC value chain.

Rating questions were evaluated along a 5-point Likert scale from ‘1= low’ to ‘5= high’. During the statistical analysis, the 5-point Likert scale was used as an interval scale, meaning it was assumed that distances along the rating scale were equal. Differences between various stakeholder groups were analysed using one-way ANOVA or – if only two groups were concerned – using a t-test. Differences between answers to rating questions were analysed using ANOVA with repeated measures (Pillai-Spur).



## Results

### Socio-economic decision criteria for the cultivation of SRC

#### *Socio-economic decision criteria*

In a ranking question on the influence of economic, ecological and social criteria on SRC cultivation, decisions to cultivate or not to cultivate SRC were mainly based on economic criteria. As many as 69.5 % of respondents ranked economic criteria as the most important, followed by 25.8 % who ranked ecological criteria first and 4.7 % who ranked social criteria as the most important.

Going into detail with precise criteria short planning and approval procedures for SRC plantations were considered the most important criterion to decide whether to cultivate SRC or not (4.2 (mean); Abbildung 43). Income contribution and diversification were also rated as major decision criteria (3.9 and 3.8). Subsidies and incentives were the least important criterion (3.0). Respondents mentioned further criteria in an open question (n= 38). These included hindrances such as inconsistent approaches between various ministries and unclear responsibilities at different administration levels, unreliability of political decision making and the limited acceptance of SRC plantations by local inhabitants.



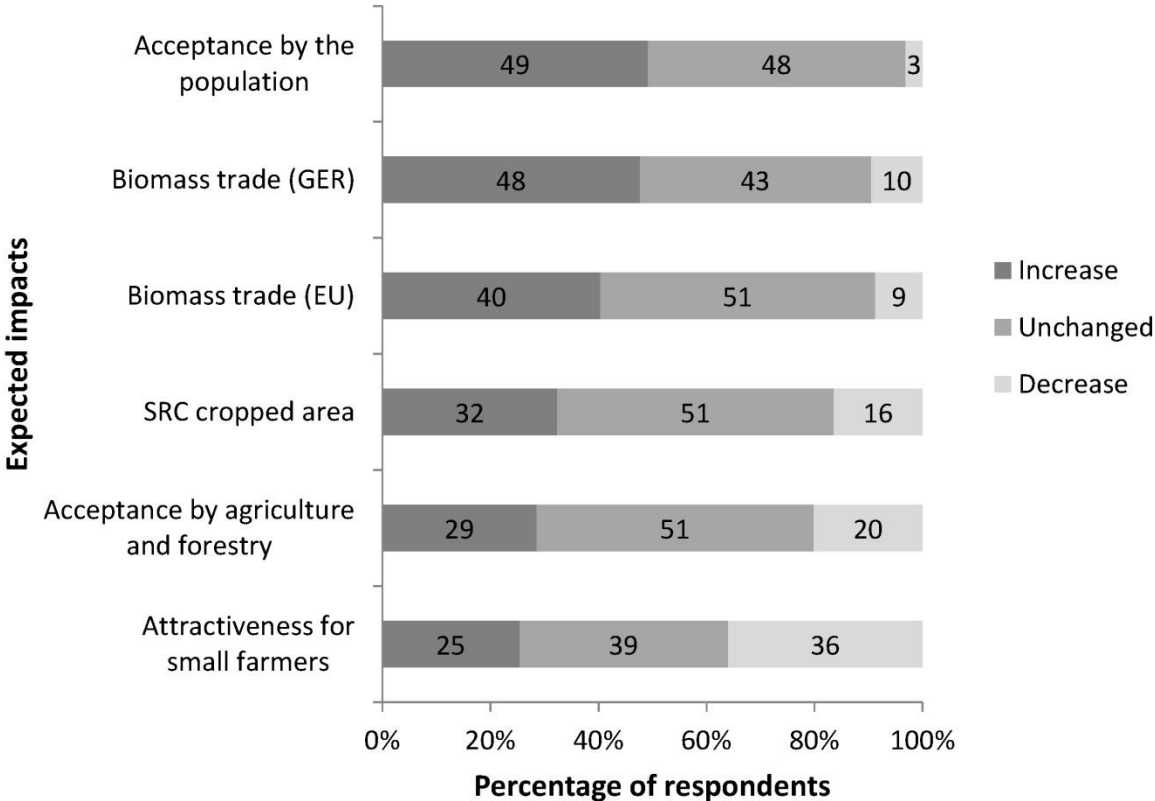
**Abbildung 43: Socio-economic decision criteria relating to the cultivation of SRC ; from 1= not important to 5= very important; SEM from 0.06 to 0.20; n= 385.**

#### *Certification of SRC*

A certification system for SRC in Germany was deemed necessary by 27 % of the respondents, whereas 45 % deemed it unnecessary and 28 % were undecided (chapter 4.3). If a certification system for SRC were to be implemented in Germany, 47 % preferred voluntary certification while 18 % favoured mandatory regulations (n= 293). The majority agreed (54 %) that any certification systems

should be valid at European level while 33 % supported a Germany-wide system and 13 % endorsed an international certification system (n= 292).

The majority of respondents expected a higher acceptance of SRC by the population (49 %) as well as an increasing biomass trade in Germany (48 %) and within Europe (40 %) should certification systems be implemented (Abbildung 44). Respondents did not expect a great change in the cultivated area of SRC (51 %) or in acceptance by agriculture and forestry (51 %), however. Most respondents expected that the attractiveness of SRC for small farmers would decrease (36 %) or remain unchanged (39 %), which may have been due to high costs of certification.



**Abbildung 44: Expected impacts of SRC certification schemes on selected criteria ; n= 347.**

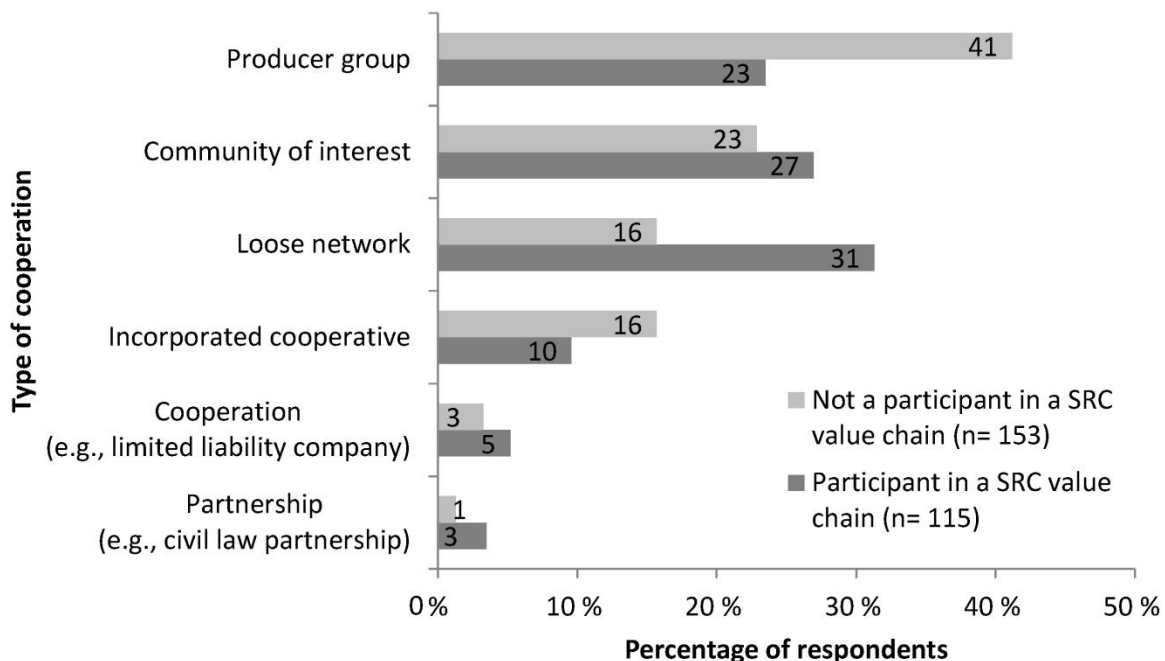
**Relevance of business cooperation in SRC-based value chains**

*Involvement and interest in cooperation*

Most respondents were interested (73 %) or already taking part (14 %) in business cooperation involving producers, contractors and traders of dendromass. Stakeholders who were part of a SRC value chain (producing or purchasing SRC wood chips or cuttings; planting, managing and harvesting SRC; drying SRC wood chips; marketing and sale; n= 119) and those who were not (n= 204) were organised to a different degree. While 34 % of the stakeholders who were part of a SRC value chain were organised in a cooperation (60 % were interested in joining a cooperation in the future and 6 % were not interested), stakeholders who were not part of a SRC value chain were organised to a lesser extent (3 % organised in a cooperation, 80 % interested and 16 % not interested).

### Preferred types of cooperation

Loose types of cooperation such as producer groups, communities of interest and open networks were preferred over firm and legally binding forms of cooperation such as limited liability companies and partnerships (Abbildung 45). Among the firm types of cooperation the most preferred type was the incorporated cooperative, which has its own legal status. While SRC stakeholders active in value chains preferred loose networks (31 %) and communities of interest (27 %), stakeholders who were not part of a SRC value chain preferred producer groups (41 %). There were significant differences between the preferences of stakeholders who were already part of a SRC value chain (n= 115) and stakeholders who were not (n= 153) for two of the six types of cooperation. While 'loose networks' were chosen significantly more often by participants than by non-participants ( $\chi^2= 7.1$  df= 1;  $p < 0.01$ ), it was the other way round for the cooperation type 'producer groups' ( $\chi^2= 6.4$ ; df= 1;  $p = 0.01$ ). For the other types no significant differences - in the cases 'cooperation' and 'partnership' due to too small sample sizes - could be found.

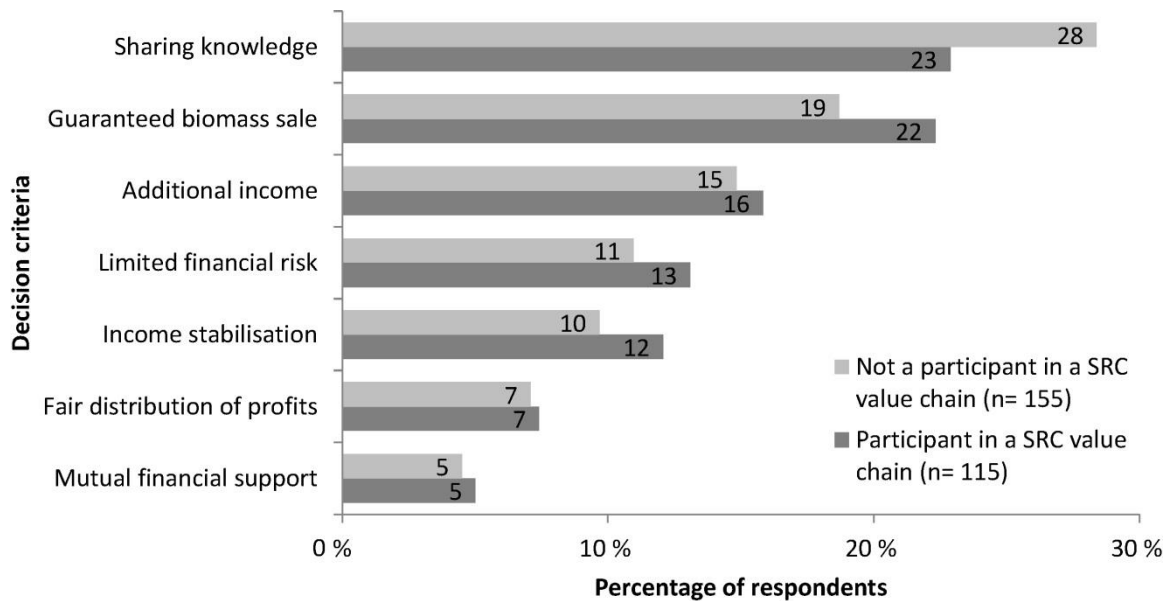


**Abbildung 45: Comparison of existing types of cooperation of stakeholders who are part of a SRC value chain and preferred types of cooperation of stakeholders who are not part of a SRC value chain, sorted by cumulative preference of both groups, n= 268**

### Expected advantages and disadvantages of cooperation

Both participants and non-participants in SRC value chains found the same criteria to be important when engaging in cooperation (Abbildung 46, Seite 152). Advantages were experienced or expected from the sharing of knowledge with partners (23 % and 28 %) and from guaranteed biomass sales (22 % and 19 %). Income stabilisation, limited financial risks and additional income were mentioned by 10 to 16 % of the respondents. Mutual financial support (5 %) and fair distribution of profits (7 %) played a minor role in cooperation.

The reasons given by those who were not interested in cooperation were also considered (n= 44). These related mainly to the fact that the expected efforts required for the creation of cooperation were too high and the additional benefits too low.



**Abbildung 46: Advantages of cooperation from the perspective of stakeholders who are part of a SRC value chain and those who are not; multiple responses were possible; n= 268**

### Relevance of SRC in informal planning approaches

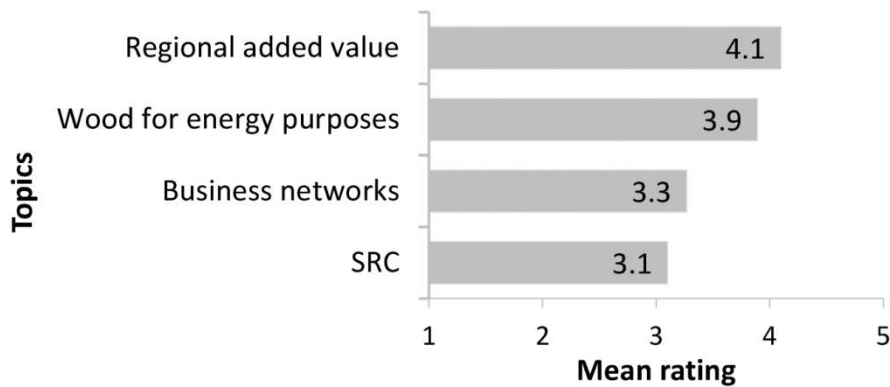
#### *Participation and interest in informal planning approaches*

About one third of the respondents (n= 117) claimed experience of informal planning. These experiences included the development of energy concepts (45 %), climate protection concepts (27 %) and integrated rural development strategies (22 %). As many as 40 % of respondents were involved in more than one informal planning concept.

A high proportion of this participation took place locally, with almost half of the concepts on the municipal level (34 % for a single municipality; 15 % for more than one municipality). Concepts on the regional level were less widespread (21 % on the district level; 12 % on the 'Leader Regions' level). Participation in large scale planning was relatively low (5 % at the level of planning associations).

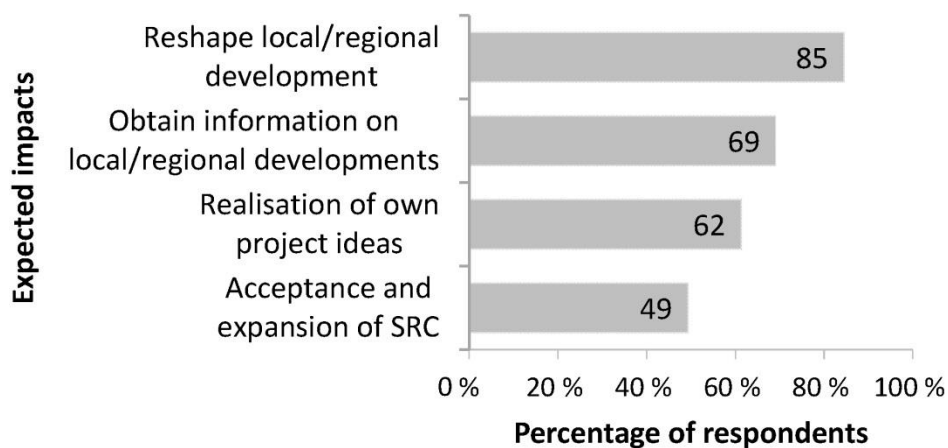
#### *Importance of different topics in informal planning approaches*

Respondents who were already involved in informal planning concepts (n= 117) rated 'regional added value' as the most important issue in such concepts (4.1 (mean); Abbildung 47, Seite 153). The use of 'wood for energy purposes' was also deemed important (3.9). SRC specifically was rated as being moderately important (3.1) as were 'business networks' of producers (3.3).



**Abbildung 47: Importance of selected topics in informal planning concepts as rated by stakeholders already involved in such concepts; from 1= unimportant to 5= very important; SEM from 0.07 to 0.18; n= 117**

Most of the respondents who were not yet involved in informal planning concepts could envisage participation in such concepts (65 %; n= 154). Informal planning concepts were expected to be a good tool to 'shape local or regional development' (85 %; Abbildung 48). In addition, 'obtaining information about local or regional developments' (69 %) and the 'realisation of own project ideas' (62 %) were further impacts expected from participation in informal planning concepts. Almost half of the respondents saw the potential to 'increase the acceptance of SRC and thus foster the expansion of SRC cultivation' (49 %).



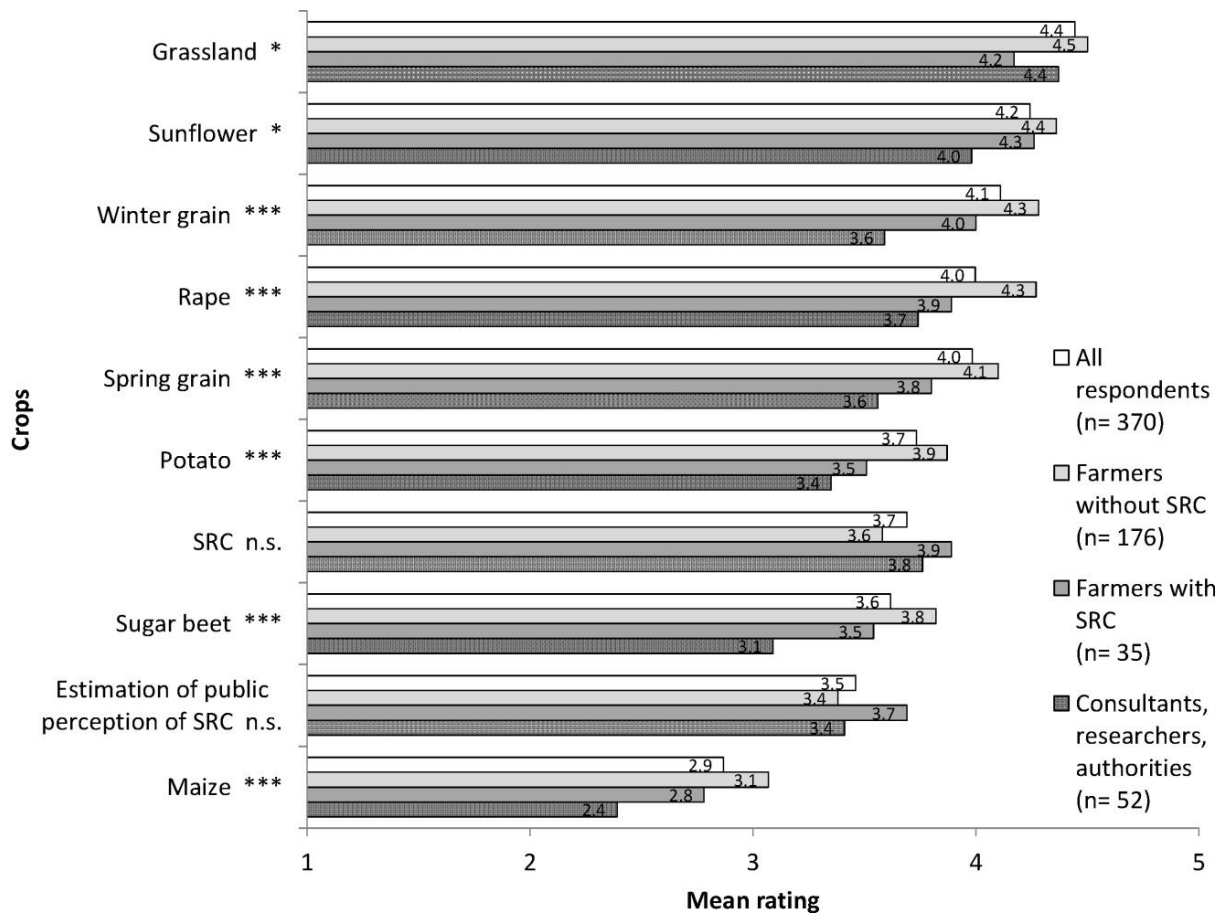
**Abbildung 48: Expectations of participation in regional planning processes from the perspective of respondents who are not yet involved in such processes; multiple responses were possible; n= 417**

### Impacts of SRC on the visual landscape

#### *Impacts of SRC in comparison with other crops*

The visual impacts of all of the crops surveyed except maize were ranked in or around the second highest category: '4= positive in most landscapes' (Abbildung 49, Seite 154). The range of assessments was between 2.9 (maize) and 4.4 (grassland) and differed significantly between crops ( $F= 86.8$ ;  $p < 0.001$ ). SRC was ranked below average (3.7), but significantly more positively than maize ( $p < 0.001$ ). Crops with striking flowers such as sunflower (4.2) and oilseed rape (4.0), and also winter and spring grain (4.1 and 4.0), were assessed more positively. Root crops like potato (3.7) and beet

(3.6) were deemed less attractive. The public perception of SRC (3.5) was deemed significantly more negative than that of stakeholders ( $p < 0.001$ ).



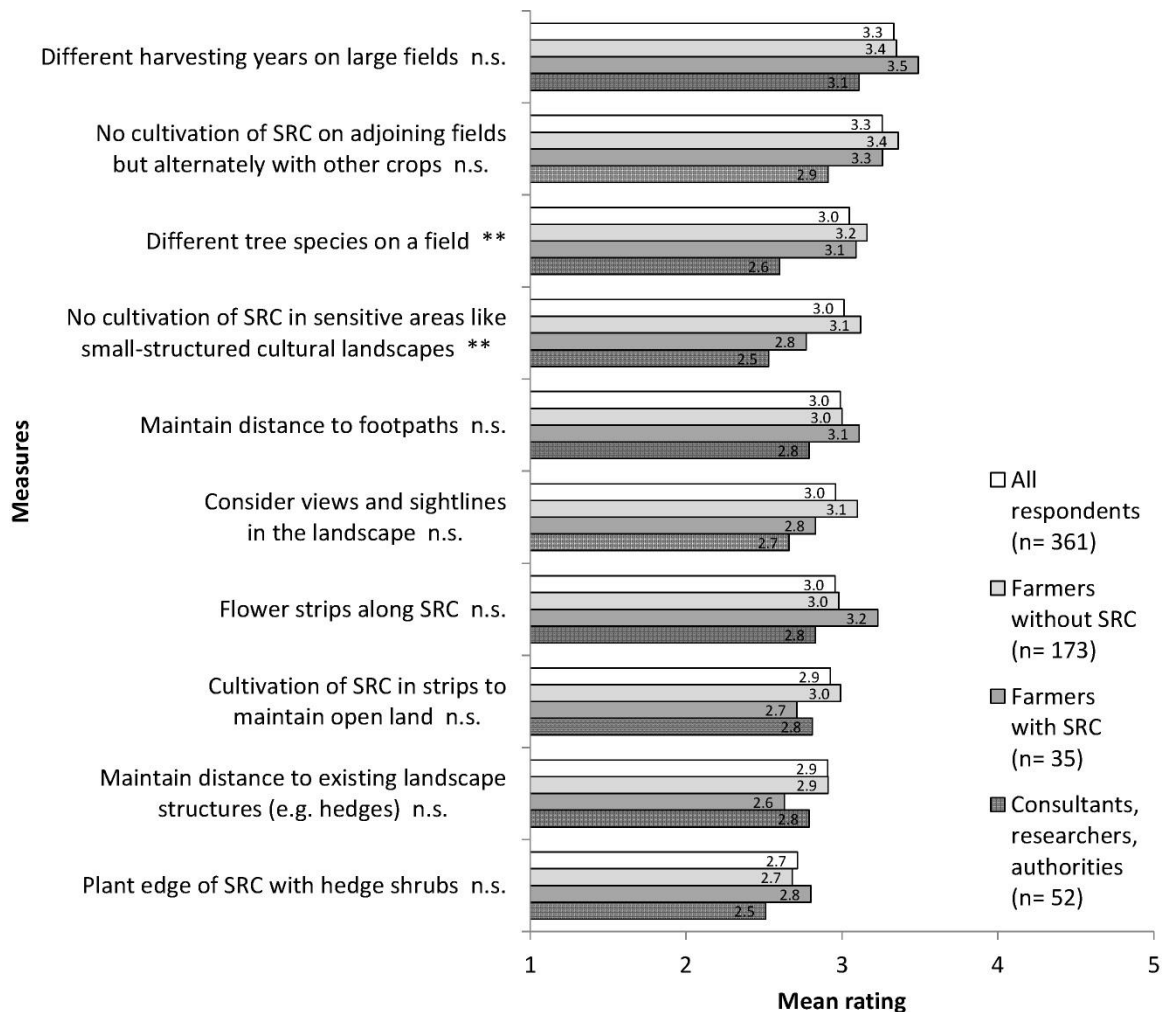
**Abbildung 49: Mean assessment of the visual impacts of agricultural crops by different stakeholder groups and the estimated public perception of SRC; 1= negative overall, 2= negative in most landscapes, 3= positive or negative depending on the landscape, 4= positive in most landscapes, 5= positive overall; SEM from 0.04 to 0.05; significant differences between stakeholder groups are indicated by an asterisk: n. s.= not significant, \*significant, \*\*\*highly significant, sorted by mean rating of all respondents**

Assessments differed significantly between stakeholder groups for all crops except for SRC ( $F = 2.0$ ;  $p = 0.16$ ). The differences for grassland ( $F = 3.2$ ;  $p = 0.04$ ) and sunflowers ( $F = 4.5$ ;  $p = 0.01$ ) were at the lowest significance level ( $p \leq 0.05$ ). For all other crops, differences between stakeholder groups were at the highest significance level ( $p \leq 0.001$ ). Consultants, researchers and authorities assessed all annual crops most negatively, whereas farmers without SRC assessed all annual crops most positively. Farmers who cultivated SRC assessed all annual crops significantly more negatively than farmers without SRC; only SRC was assessed significantly more positively by farmers with SRC than by farmers without. At the same time, farmers with SRC assessed the public perception of SRC (3.7) most positively. All of the stakeholder groups estimated the public perception of SRC (3.5) to be significantly more negative than their own assessment (3.7;  $T = 5.1$ ;  $df = 363$ ;  $p < 0.001$ ).

Regional differences of ratings by stakeholders from different parts of Germany were found for maize, winter grain, potato and sugar beet. These crops were rated significantly more positively by respondents from the eastern part of Germany in contrast to respondents from northern/ western and southern Germany (maize:  $F= 3.7$ ;  $p= 0.03$ ; winter grain:  $F= 5.1$ ;  $p< 0.01$ ; potato:  $F= 3.6$ ;  $p= 0.03$ ; sugar beet:  $F= 3.8$ ;  $p= 0.02$ ). The origin of respondents and the familiarity with certain landscapes did not influence the ratings for SRC, grassland and the other annual crops.

### *Willingness of farmers to improve the visual quality of SRC*

The willingness of farmers to implement measures exceeding good farming practice and cross compliance regulations to improve the visual quality of SRC was found to be moderate for all measures (from 2.7 to 3.3; Abbildung 50, Seite 156), with highly significant differences between the measures ( $F= 15.3$ ;  $p< 0.001$ ). The measures could be divided into two more acceptable measures, seven moderately acceptable measures and one less acceptable measure. A post hoc test revealed that the measures 'different harvesting years on large fields' (3.3) and 'no cultivation of SRC on adjoining fields but alternately with other crops' (3.3) were assessed significantly more positively than all other measures ( $p< 0.005$  for all pairwise comparisons). The willingness to implement the measures 'different tree species on a field' (3.0), 'no cultivation of SRC in sensitive areas like small-structured cultural landscapes' (3.0), 'maintain distance to footpaths' (3.0), 'consider views and sightlines in the landscape' (3.0), 'flower strips alongside SRC' (3.0), 'cultivation of SRC in strips to maintain open land' (2.9) and 'maintain distance to existing landscape structures (e. g. hedges)' (2.9) was moderate and did not differ significantly from one to the next ( $p= 1.00$  for all pairwise comparisons). The measure 'plant edge of SRC with hedge shrubs' (2.7) was assessed significantly more negatively ( $p< 0.05$  for all pairwise comparisons). For most measures, the assessments did not differ significantly between the stakeholder groups. Very significant differences were observed only for the measures 'different tree species on a field' and 'no cultivation of SRC on adjoining fields but alternately with other crops'. Consultants, researchers and authorities estimated a lower willingness of farmers to implement these measures whereas farmers without SRC were most willing. Although differences between farmers with and without SRC were insignificant for all measures, some trends are worth mentioning. Farmers who cultivate SRC had a higher willingness to plant flower strips along SRC plantations (3.2 v. 3.0), but had a lower willingness to maintain distance to existing landscape structures (2.6 v. 2.9) and to avoid planting SRC in sensitive areas like small-structured landscapes (2.8 v. 3.1). There were no regional differences of ratings by stakeholders from different parts of Germany, which means that preferences for the measures are the same across Germany.



**Abbildung 50: Evaluation of the willingness of farmers to implement selected measures when cultivating SRC, as rated by different stakeholder groups; from 1= no willingness to 5= very high willingness; SEM from 0.05 to 0.06; significant differences between stakeholder groups are indicated by an asterisk: n. s.= not significant, \*\*very significant**

## Discussion

### Socio-economic decision criteria for the cultivation of SRC

The limited cultivation of SRC in Germany at present has mainly economic reasons. Income generation, diversification and local added value were found to be the most important group of criteria when deciding whether to cultivate SRC or not. These criteria are at the same time main drivers helping to develop the renewable energy sector (Aretz et al. 2013). Uckert et al. (2009) analysed similar results in a survey of farmers in East Germany. However, a wide range of regulations, laws and other aspects have to be considered for the whole SRC cultivation period of at least 20 years. This makes SRC projects a complex component of the renewable energy sector. These uncertainties are reflected by the criterion “timely planning and approval”, which was mentioned as the most important single criterion for the decision whether to cultivate SRC or not. The possibility of cultivating SRC on ecological focus areas as part of the Greening of EU agricultural policy does not facilitate the planning pro-



cess but might be an economic stimulus for SRC as other crops on Ecological Focus Areas like buffer strips do not generate any revenues at all.

As SRC wood chips can be used for a variety of applications, the development of certification schemes is of particular importance (Neubert und Pretzsch 2013). If certification schemes for SRC were to be implemented, positive and negative impacts would have to be considered (Fritsche et al. 2010; Magar et al. 2011; Hagemann et al. 2014). On the one hand, stakeholders expected the attractiveness to decrease for small producers; on the other hand, traders and users were expected to profit from larger trading markets and higher prices. The certification system for SRC in Germany 'DINplus Zertifikat Agrarholz nachhaltig angebaut' (Schulte 2014), established in 2014, is a first step towards sustainability criteria.

### **Relevance of business cooperation in SRC-based value chains**

SRC-based value chains face different challenges such as establishing new technologies, finding suitable pricing mechanisms, securing the return of investments and handling of the raw material (Okkonen und Suhonen 2010). Kanzian et al. (2013) found out that the supply costs of wood fuel were often as high as the revenues, possibly higher. The reconfiguration of existing complex energy supply networks, including changes of the often heterogeneous cooperation structure, could lead to improved economic benefits of value chains (Stabell und Fjeldstad 1998). The results of the survey showed that business cooperation and networks were widely accepted and desired amongst respondents. To mitigate financial risks and to improve efficiency the identification and implementation of suitable types of business cooperation among participating companies can be crucial (Steinle und Schiele 2003). In respect to that, securing reliable relations between producers and customers was found to be one of the most important goals to be reached by cooperation for respondents. Accordingly, rather firm and binding types of cooperation were expected to be preferred at the beginning of the survey. Surprisingly, rather loose types of cooperation such as loose networks, producer groups and communities of interest were preferred by respondents. One possible reason for this result might be the high transaction costs for the implementation of binding types of cooperation. This assumption is supported by the result that stakeholders who were not interested in cooperation mentioned the great effort required for establishing cooperation and their low expectations towards additional benefits as the most important reasons against cooperation. This is coinciding with the results of the CREFF project where Marron (2012) found that a lack of regional cooperative business models and cooperations hindered a further spread of SRC-based value chains and subsequently recommended the establishment of producer-consumer cooperations. In conclusion, initial external support for suitable types of cooperation among stakeholders could be crucial for the expansion of bioenergy production on the basis of SRC biomass.

### **Relevance of SRC in informal planning approaches**

The survey revealed a high level of participation and acceptance of informal planning approaches, especially at local and regional level. This corresponds to the general trend towards higher civic engagement and interest in participation processes at the local level, as relations are more personal and a stronger and more direct influence is expected by the parties (RPV 2012; Wüste 2012).

The survey also demonstrated that the majority of the stakeholders who were not yet involved in informal planning approaches was willing to participate in such concepts to solve regional development issues. This can be achieved, for example, through participation in regional energy concepts, including processes to increase regional added value through the use of wood for energy. Similar results are found in studies of the German Agency for Renewable Resources (FNR 2014a, 2014b) and the German Biomass Research Centre (DBFZ 2014) Almost 50 % of the respondents not yet involved in energy concepts expected the acceptance and cultivation of SRC to be increased by such concepts. It is, therefore, recommended that SRC cultivation and utilisation be incorporated in the development phase of energy concepts, in order to get regionally based, reliable partners as raw material growers and buyers, to establish SRC as a regionally produced raw material for use as an energy and heat source.

The quality and effectiveness of informal concepts depends on how the involvement of regional actors succeeds. During expert interviews carried out as part of the AGROFORNET project, it became clear that long term cooperation and trust between regional actors is important for the establishment and expansion of regional value chains (Knieling 2003). To establish such regional cooperation, an independent initiator, e. g. the chambers of agriculture, regional planning associations or external consultants, can help to bring different actors together. An appropriate involvement of stakeholders in agriculture and forestry is already practiced in some regions, for example, in the Westlausitz Leader region, and could be expanded to other regions. It is recommended that thematic working groups be established for the preparation of planning concepts; e. g., a working group that deals with wood-fuel value chains.

### **Impacts of SRC on the visual landscape**

Respondents assessed the visual impacts of SRC significantly more negatively than grassland and significantly more positively than maize. This indicates that the perceived impacts of SRC differ depending on which crop SRC replace and also depending on the landscape type where SRC are planted (Boll et al. 2015a; Boll et al. 2014b). The fact that respondents estimated the public attitude towards SRC to be more negative shows that there is awareness of the potentially negative impacts of introducing new crops into the landscape. Interestingly, farmers who cultivate SRC and may already have experience of the public perception of SRC estimated the public perception of SRC to be more posi-

tive. This indicates that the more negative expectations expressed by other stakeholders not as familiar with the crop might turn out to be more positive in reality.

It is assumed that it may be possible to implement measures to increase or maintain landscape diversity on a voluntary basis, as these measures were more acceptable than others. There was a high willingness on the part of farmers to employ different harvesting years for SRC on large fields and to avoid cultivating SRC on adjoining fields. These measures avoid large monotonous blocks of SRC and increase structural diversity at the landscape scale by creating a mosaic structure (Boll et al. 2015a). By contrast, it may prove more difficult to improve the margins of SRC as these measures were not especially popular (planting hedges along margins was the least acceptable measure). Therefore, it may be necessary to provide financial incentives to increase acceptance. Some measures like planting different species, which would increase the diversity of the plantation itself, received higher approval. Interestingly, farmers who cultivate SRC showed greater willingness to implement measures at the margins (flower strips, hedge strips, maintaining distance to roads). Flower strips, for example, which are financially supported by agri-environmental schemes, can be well integrated into the cultivation of SRC. Headlands in particular, which make up 10 % of the average plantation size, provide much space for the implementation of edge-enhancing measures (DLG 2012).

The results on the acceptability of certain measures to increase the visual quality should be integrated into certification schemes in order to use synergies between ecological and visual/aesthetical requirements. Until now, certification schemes are mainly based on ecological standards. The integration of aesthetical standards would further increase public acceptance of SRC cultivation.

## **Conclusions**

The results show that there is a strong interest of stakeholders in SRC; but at the same time the number of stakeholders involved in the cultivation is relatively low, mainly for economic reasons. If this strong interest is to be translated into more cultivation of SRC, political incentives must increase the economic competitiveness of SRC. One option is to foster informal approaches on the local and regional level such as regional energy and climate protection concepts. An integration of SRC into these concepts might increase the regional competitiveness of the use of wood from SRC for energy. At the same time, the promotion of cooperation between different SRC stakeholders is a key aspect of establishing successful value chains.

The reform of the EU common agricultural policy might also increase the cultivation of SRC as the cultivation of SRC is accepted on the 5 % ecological focus areas every farmer receiving single farm payments must provide. By cultivating SRC instead of maize for energy purposes, positive impacts can be expected not only in terms of ecology but also in terms of the visual landscape. As both crops are used for bioenergy, changing the focus of bioenergy policies from biogas (maize) to dendromass (SRC) would have positive impacts on the visual landscape. However, care must be taken if SRC is

planted on grassland as negative impacts on the visual landscape are to be expected. In order to increase the visual quality of SRC, it would appear to be important to have agri-environmental schemes for certain measures. While measures that can be readily integrated into management are more widely accepted (e. g., different harvesting years on large fields and avoidance of cultivation of SRC on adjoining fields), measures along the margins are less welcome and may need additional financial support.

### **5.6.1 Fachveröffentlichung 5.1 (AFZ-Der Wald): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen**

Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen. AFZ-Der Wald, Band 68, Heft 4: 4-6.

#### **Hintergrund**

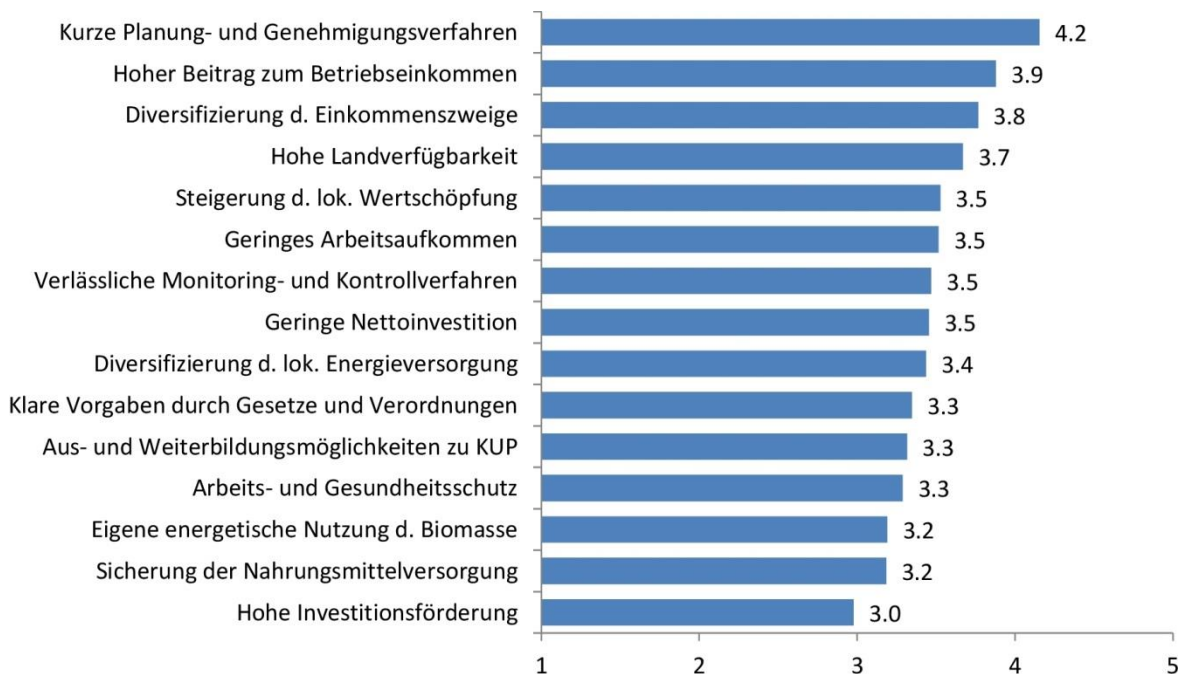
Die Bereitstellung von Energieholz gewinnt zunehmend an Bedeutung. Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind dabei eine Möglichkeit, um zusätzliche Dendromasse zu erzeugen. Trotz der intensiven Forschungsanstrengungen der letzten Jahre (Bemmann und Knust 2010; Murach et al. 2008; Reeg et al. 2009), kommt der Ausbau von KUP in Deutschland mit aktuell 4 500 ha (Becker 2013) nur schleppend voran.

Die energiepolitischen und wirtschaftlichen Entwicklungen führen zu einem steigenden Bedarf nachwachsender Rohstoffe. Daraus resultiert u.a. eine verstärkte Mobilisierung bestehender Dendromassepotentiale sowohl für die stoffliche als auch für die energetische Nutzung (Wärme, Strom, Treibstoff). Die vielseitigen Verwertungsmöglichkeiten von Dendromasse führen schon heute zu deutlichen Preisanstiegen. Zur Reduzierung damit einhergehender Nutzungskonflikte könnten KUP, deren Potentiale auf 0,5 Mio. ha in 2030 bis 1 Mio. ha in 2050 geschätzt werden (Nitsch et al. 2010; Thrän et al. 2011), einen wichtigen Beitrag leisten. Im Rahmen des Forschungsverbundprojektes „AgroForNet“ wurde zur Ursachenforschung für den bisher geringen Anteil an KUP eine Online-Umfrage unter Praktikern durchgeführt. Zielgruppen waren Akteure aus der Land- und Forstwirtschaft, dem Bereich der erneuerbaren Energien und der Landschaftspflege. Die Ansprache der Teilnehmer erfolgte über soziale Netzwerke, Email-Verteiler von Lobby- und Interessenverbänden, Zeitschriften und Newsletter. Um eine ganzheitliche Betrachtung der Entscheidungskriterien zu gewährleisten, wurde die Umfrage in separate Themenblöcke (Sozio-Ökonomie, Netzwerke- und Kooperationen, Landschaftsbild, Energiekonzepte) untergliedert und im Sommer 2012 freigeschaltet. Innerhalb von 35 Tagen nahmen 1031 Personen an der Befragung teil. Nach Bereinigung unvollständiger Ergebnisse wurden 407 Datensätze zur Analyse und Aufbereitung herangezogen. 70 % der Befragten waren zwischen 20 und 49 Jahren alt. Über 66 % gaben an, einen akademischen Hintergrund zu besitzen. Über 61 % aller Teilnehmer wiesen einen land- und/oder forstwirtschaftlichen Hintergrund auf, von denen bereits 10,5 % aktiv in die Produktion und/oder Verwertung von Dendromasse aus KUP eingebunden sind.

## Ergebnisse

### Sozio-Ökonomie

Der Fragenteil „Sozio-Ökonomie“ untersucht, welche Kriterien bei der Anlage einer nachhaltig bewirtschafteten KUP und deren Dendromasse für die Teilnehmer von Bedeutung sind. Auf die Frage ob bereits einmal erwogen wurde eine KUP anzubauen, bejahten dies 64 % aller Teilnehmer. Bezogen auf die Betriebsgröße setzen sich Klein- und Kleinstbetriebe (<50 ha) mit 77 % wesentlich intensiver mit dieser Thematik auseinander, als Großbetriebe (>500 ha) mit 56 %. Eine Analyse der Altersstrukturen ergab, dass die höchste Bereitschaft KUP anzubauen bei Personen unter 40 Jahren zu finden ist. Mit zunehmendem Alter nimmt dies ab. Als Entscheidungsgrundlage für den Anbau dienen vorrangig ökonomische Faktoren wie kurze Planungs- und Genehmigungsverfahren, hohe Beiträge zum Betriebseinkommen oder dessen Diversifizierung. Folgende Punkte werden in ihrer Relevanz als „wichtig“ eingestuft, finden sich auf der Skala ökonomischer Kriterien jedoch am unteren Ende (Abbildung 51): Die eigene energetische Nutzung der Biomasse, die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung (Anbaukonflikte Energie vs. Lebensmittel) und eine hohe Investitionsförderung. Vermehrt wurde für die Umsetzung von KUPs die Wichtigkeit einer hohen Akzeptanz und Einbindung der Bevölkerung angesprochen. Als hindernd beim KUP-Anbau empfinden die Befragten fehlende Regelungen für Grünland, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.



**Abbildung 51: Wie wichtig sind Ihnen folgende Kriterien, wenn Sie eine KUP anbauen würden bzw. diese bereits angebaut haben? 1 = nicht wichtig; 3 = wichtig; 5 = sehr wichtig (n = 374)**

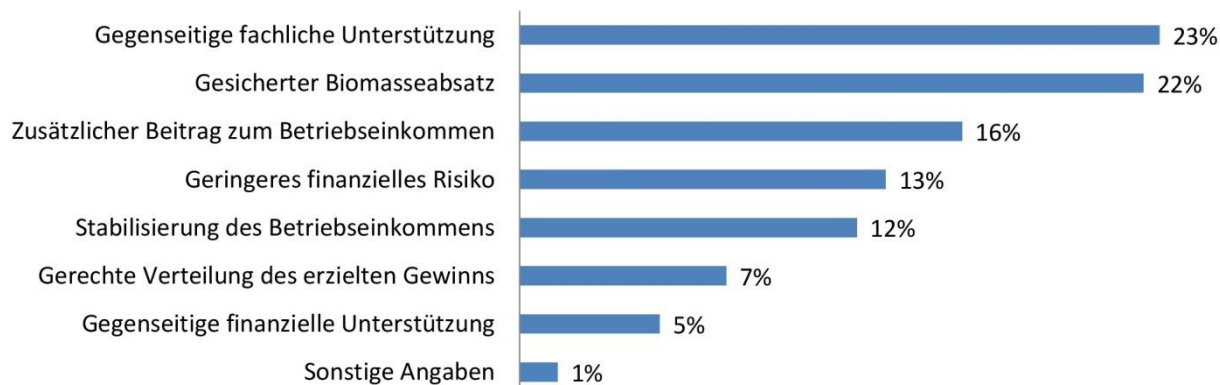
### **Biomassezertifizierung**

Um einen nachhaltigen Anbau und Verwertung von Dendromasse zu gewährleisten, existieren Bestrebungen Agrar-, Forst- und Bioenergiezertifikate auf KUP auszuweiten bzw. zu erstellen (BMU und BMELV 2010; Krauhausen 2012). Dieser Fragenteil untersucht die Einstellung von Praktikern zu einer möglichen KUP Zertifizierung. 45 % der Befragten halten eine Zertifizierung für nicht notwendig. 27 % beantworteten diese Frage mit „Ja“. Bei Einführung eines KUP Zertifikates favorisieren die Praktiker kurz- bis mittelfristig freiwillige Systeme und langfristig (ab 2020) gesetzlich verbindliche Varianten. Die Zertifikate sollten mindestens eine europaweite Gültigkeit (46 %) aufweisen. Für 28 % ist dies deutschlandweit ausreichend. Auf die Frage, welche Auswirkungen eine Zertifizierung mit sich bringen könnte, erwarten die Befragten eine erhöhte Akzeptanz der Bevölkerung. Der deutschland- und europaweite Handel mit Biomasse könnte durch eine Zertifizierung zunehmen. Eine geringfügig positive Wirkung ist für die Anbaufläche in Deutschland zu erwarten. Negativ wirkt sich eine Zertifizierung auf die Attraktivität von KUP für Klein- und Kleinstbetriebe aus.

### **Netzwerke und Kooperationen**

Dieser Teil der Studie untersucht die Bedeutung und Ausprägung von Kooperationen in den Bereichen Produktion, Verarbeitung, Handel und Verwertung von KUP-Biomasse. Die Erfahrungen der im Geschäftsfeld tätigen Akteure und die Erwartungen möglicher Neueinsteiger an Kooperationen wurden daraufhin verglichen. 16 % der Befragten sind bereits in einer Kooperation organisiert, 72 % der Befragten können sich die Beteiligung an einer solchen vorstellen. Bei bereits existierenden Kooperationen sind vor allem losere Bündnisformen anzutreffen. 72 % dieser Kooperationen sind Interessengemeinschaften oder lose Verbände und nur 12 % Erzeugergemeinschaften und Genossenschaften. An Kooperationen interessierte Akteure bevorzugen zu 55 % die intensiveren Kooperationsformen Genossenschaften und Erzeugergemeinschaften und würden lose Verbände nur zu 40 % wählen. Kapital- und Personengesellschaften spielen als Organisationsform für beide Gruppen eine relativ geringe Rolle. Die an Kooperationen interessierten erwarten die größten Vorteile in einer gegenseitigen fachlichen Unterstützung, in einem gesicherten Biomasseabsatz und einem zusätzlichen Beitrag zum Betriebseinkommen. Von relativ geringer Bedeutung werden eine gegenseitige finanzielle Unterstützung der Kooperationspartner und die gerechte Verteilung des Gewinnes innerhalb der Wertschöpfungskette betrachtet (Abbildung 52, Seite 164). 12 % der Akteure schließen sich bewusst keiner Kooperation an. Sie nennen als Gründe zu hohen Kosten für Aufbau und Organisation sowie ein zu geringes zusätzliches Einkommen.

### Praxisrelevante Fachveröffentlichung



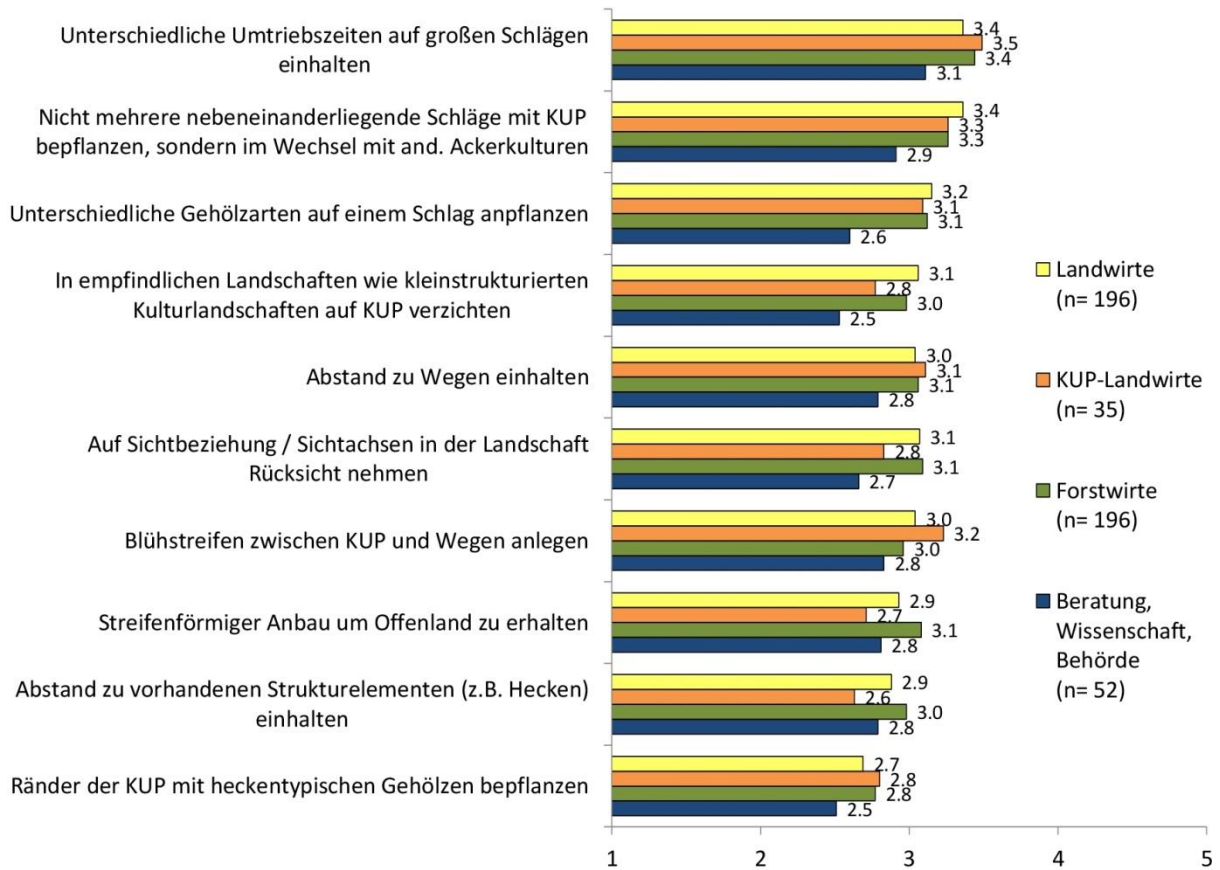
**Abbildung 52: Welche Vorteile erhoffen Sie sich für Ihren Betrieb durch die Teilnahme an einer Kooperation? (n = 878, Mehrfachnennungen möglich)**

### Landschaftsbild

Land- und Forstwirtschaft besitzen als größte Flächennutzer in Deutschland erheblichen Einfluss auf das Landschaftsbild. Dieser Fragenteil analysiert die Einstellungen von Akteuren zum Anbau von KUP und deren Wirkung auf die Landschaftsästhetik. Bei der Frage nach den Auswirkungen von KUP auf das Landschaftsbild werden diese im Vergleich mit Grünland, Wintergetreide oder Raps negativer bewertet, jedoch deutlich positiver als Mais. Eine Unterscheidung nach Berufsgruppen der Land- und Forstwirtschaft zeigt, dass der Einfluss von KUP auf das Landschaftsbild von Personen aus der Forstwirtschaft besser bewertet wird als von Landwirten. 63,9 % der Befragten aus dem forstlichen Sektor sehen KUP als allgemein oder in den meisten Landschaften positiv, wohingegen 53,1 % der Landwirte diese Einschätzung teilen. Nur 48,6% der Befragten schätzen die Wahrnehmung von KUP durch die Bevölkerung positiv ein. Allerdings beurteilen Landwirte, die bereits KUP angebaut haben, die öffentliche Einstellung zu KUP mit 63,9 % deutlich positiver. Zur Steigerung einer positiven Wahrnehmung von KUP sind die Befragten bereit, Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen, sofern sich diese in die Betriebsabläufe integrieren lassen. Hierzu gehören z. B. bei großen Schlägen wechselnde Rotationszeiten und Durchmischungen mit konventionellen Ackerkulturen (Abbildung 53, Seite 165). Eine geringe Bereitschaft besteht hingegen bei Maßnahmen, die einen höheren (finanziellen) Aufwand erfordern, wie z. B. Blühstreifen entlang der KUP oder die Ränder mit hecken-typischen Gehölzen zu bepflanzen.



### Praxisrelevante Fachveröffentlichung

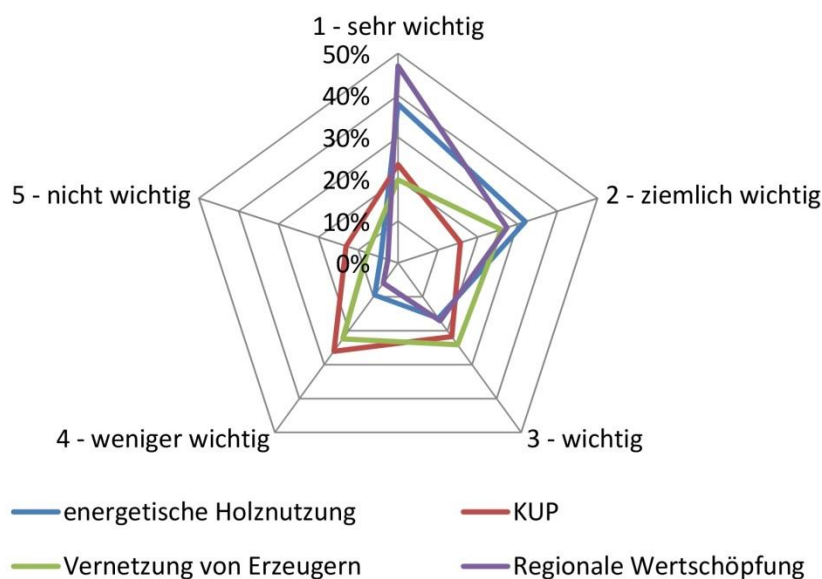


**Abbildung 53: Wie hoch schätzen Sie die Bereitschaft in der Land- und Forstwirtschaft ein, bei der Anlage von KUP die folgenden Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen? 1= gar keine Bereitschaft bis 5= sehr hohe Bereitschaft (n = 479)**

### Energiekonzepte

Es wird davon auszugehen, dass informelle Planungsprozesse (z. B. regionale Energiekonzepte oder Integrierte ländliche Entwicklungskonzepte [ILEK]) zur Lösung regionaler Entwicklungsfragen an Bedeutung gewinnen (BMVBS 2011b). Dementsprechend wurde die Bedeutung informeller Planungen für den weiteren KUP Ausbau thematisiert. Es besteht eine Bereitschaft der Befragten zur Mitwirkung an informellen Planungsprozessen von 33 % bei bereits beteiligten und 64 % der unbeteiligten Personen. Diese steigt nach der Erstteilnahme an, was der hohe Anteil der Mehrfachbeteiligungen belegt. Von den Akteuren werden insbesondere die Themen regionale Wertschöpfung und die Diskussion um die energetische Holznutzung angesprochen. Mit einer durchschnittlichen Bedeutung von 3,1 in den Planungen wurde KUP als ein weiteres wichtiges Thema eingestuft (Abbildung 54, Seite 166). Von den Beteiligungswilligen schätzen zudem fast 50 % ein, dass hierüber die Akzeptanz und Ausweitung des KUP Anbaus erhöht werden kann.

### Praxisrelevante Fachveröffentlichung



**Abbildung 54: Bedeutung von Themen in den informellen Planungen in %**

### Fazit / Ausblick

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass von den Befragten eine grundsätzliche Bereitschaft zum KUP-Anbau besteht. Die Entscheidungsgründe für oder gegen Energieholzplantagen sind dabei vorrangig ökonomischer Natur. Funktionierende regionale Kooperationen spielen für die Akteure eine wichtige Rolle. Interessenten am KUP Geschäftsfeld wünschen sich intensivere Kooperationsformen, beispielsweise in Form genossenschaftlicher Organisationen. Um den KUP-Anbau zu unterstützen und Akteure miteinander zu vernetzen, werden regionale Energiekonzepte als förderliches Instrument angesehen. Die sozial-ökologische Verantwortung der Befragten geht trotz der dominierenden ökonomischen Entscheidungskriterien nicht verloren. Die Befragten sind der Meinung, dass die Landwirtschaft einen Beitrag zu einem attraktiven Landschaftsbild leisten sollte. Hierfür signalisieren sie die Bereitschaft, in landschaftsästhetische Maßnahmen zu investieren.

Auf lokaler und regionaler Ebene sollten die Potentiale informeller Planungen genutzt werden, um nachhaltige Lösungen für den Anbau von KUP sowie der energetischen Holznutzung, z. B. für öffentliche Gebäude voranzubringen. Eine Etablierung von regionalen Kooperationen könnte Akteure motivieren, sich für KUP-basierte Wertschöpfungsprozesse zu entscheiden. Auf nationaler Ebene muss die Thematik von KUP als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme geregelt werden. Weiterer Klärungsbedarf besteht für KUP auf Grünland und im Zuge der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP). Insbesondere die Diskussion um ökologische Vorrangflächen, dem sogenannten ‚Greening‘, könnte KUP als umwelt- und naturverträgliche Alternative zur konventionellen Landwirtschaft zum Durchbruch helfen. Hierbei spielt auch das Thema Zertifizierung eine entscheidende Rolle. Werden die angesprochenen Punkte in unbürokratischen und schnellen Prozessen im Interesse aller Beteiligten gelöst, sind einige der bestehenden Hemmnisse geregelt und der KUP-Anbau für Praktiker leichter umzusetzen.

## 5.6.2 Fachveröffentlichung 5.2 (Joule): Großes Interesse, geringer Anbau - Befragung zu Kurzumtriebsplantagen

Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K. (2013): Großes Interesse – geringer Anbau. Befragung zu Kurzumtriebsplantagen. Joule (2) 2013: 76-77.

### Großes Interesse, geringer Anbau - Befragung zu Kurzumtriebsplantagen

Der Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen ist ein neuer Hoffnungsträger im Erneuerbare-Energien-Sektor. Dennoch kommt der Ausbau in Deutschland mit aktuell rund 5.000 ha nur schleppend voran. In einer Befragung von Praktikern wurde untersucht, wo die Chancen und Hemmnisse beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) liegen.

Die Intensivierung der Landwirtschaft in Kombination mit Schlagvergrößerungen, Einengungen der Fruchtfolge und der Entfernung von Strukturelementen führt zu monotonen, ausgeräumten Landschaften. Dies ruft in den betroffenen Regionen Proteste von Bürgern, Umwelt-, Jagd- und Imkerverbänden sowie der Tourismusbranche hervor. Das Problem haben auch die Landwirte erkannt, die sich z. B. im Landkreis Rotenburg in der Landvolkinitiative „Bunte Felder“ gegen eine „Vermaisung“ der Landschaft engagieren. Durch die Anlage von Kurzumtriebsplantagen ergeben sich auch beim Energiepflanzenanbau Chancen zur Bereicherung des Landschaftsbildes (vgl. Abbildung 55). Bisher sind KUP in der Landwirtschaft nur ein Nischenprodukt. Von über 2 Mio. ha Energiepflanzen in Deutschland sind lediglich 0,2 % KUP. Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen und die Vermarktung von Holzhackschnitzeln oder Stecklingen eröffnet Landwirten auch wirtschaftlich neue Geschäftsfelder im Bereich der erneuerbaren Energien.



**Abbildung 55: KUP-Anbau. Strukturreiche Randgestaltung und unterschiedliche Umtriebszeiten der KUP erhöhen die landschaftliche Vielfalt (Foto T. Boll)**

### Befragung von Praktikern

Im Rahmen des Forschungsverbundvorhabens „AgroForNet – Nachhaltige Entwicklung ländlicher Regionen durch die Vernetzung von Produzenten und Verwertern von Dendromasse für die energetische Nutzung“ wurde Mitte 2012 eine Online-Umfrage zum Thema Kurzumtriebsplantagen durchgeführt. Insgesamt beantworteten über 400 Praktiker aus der Land- und Forstwirtschaft und dem Bereich der Erneuerbaren Energien die Fragen.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass in der Landwirtschaft ein großes Interesse an Energieholz vorhanden ist. 68 % der 200 befragten Landwirte haben schon einmal überlegt KUP anzubauen. Dabei sind Befragte unter 40 Jahren deutlich positiver gegenüber KUP eingestellt als ältere Befragte. Zudem zogen kleinere Betriebe mit unter 50 ha bewirtschafteter Flächen deutlich häufiger in Erwägung KUP anzubauen als größere Betriebe.

Die Entscheidung für KUP wird hauptsächlich von ökonomischen Kriterien bestimmt, allerdings sind auch ökologische Kriterien von Bedeutung. Die drei wichtigsten Bedingungen für die Anlage von KUP aus Sicht der Befragten sind

- kurze Planungs- und Genehmigungsverfahren
- hohe Beiträge zum Betriebseinkommen und
- eine Diversifizierung des Betriebes.

Dagegen sind die

- eigene energetische Nutzung der Biomasse und
- eine hohe Investitionsförderung

von geringerer Bedeutung für die Anlage einer KUP. Eine Zertifizierung von KUP und deren Biomasse wird von den meisten Befragten zum gegenwärtigen Zeitpunkt als nicht notwendig erachtet.

### Netzwerke

Für Landwirte, die sich mit dem Thema KUP beschäftigen, ist die Beteiligung an Kooperationen und Netzwerken über die gesamte Wertschöpfungskette (Produktion, Verarbeitung, Handel und Verwertung der Hackschnitzel) sehr wichtig. Der Großteil der Befragten (87 %) kann sich vorstellen einem Netzwerk beizutreten oder ist schon Mitglied eines Netzwerkes. Die wichtigsten Vorteile sehen die Befürworter von Netzwerken in der

- gegenseitigen fachlichen Unterstützung und in
- einem gesicherten Biomasseabsatz.

Landwirte, die sich gegen eine Beteiligung an Netzwerken aussprechen, nennen als Gründe

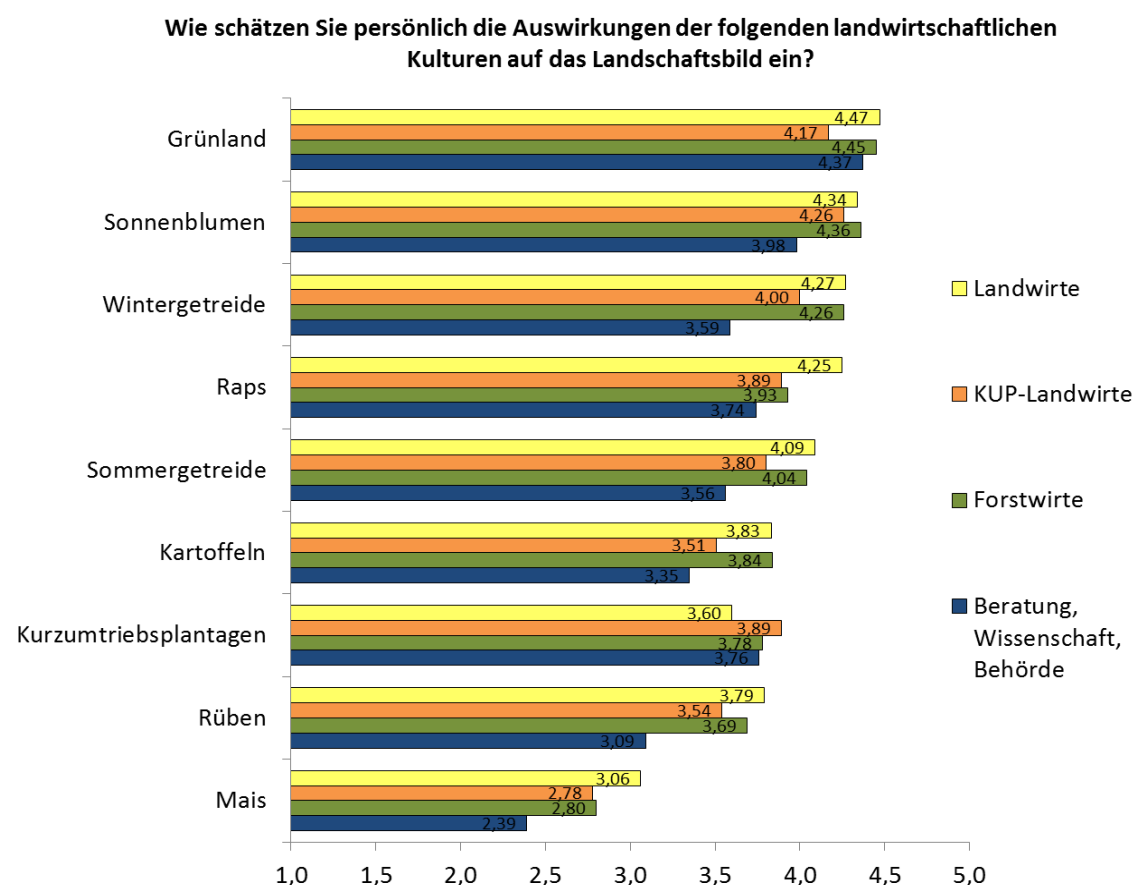
- ein zu geringes zusätzliches Einkommen durch das Netzwerk
- zu hohe Kosten für Aufbau und Organisation des Netzwerkes und
- zu hohe zusätzliche Arbeitsbelastung.

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Als bevorzugte Organisationsform wünschen sich die meisten Befragten eine Erzeugergemeinschaft. Befragte, die schon Teil eines Netzwerkes sind, haben sich hingegen hauptsächlich in einem losen Verbund oder einer Interessengemeinschaft organisiert.

### Landschaftsbild

Fast 80 % der Befragten stimmen der Aussage zu, dass die Landwirtschaft einen Beitrag zu einem attraktiven Landschaftsbild leisten sollte. Die befragten Akteure schreiben dem Anbau von KUP deutlich positivere Auswirkungen auf das Landschaftsbild zu als dem Maisanbau. Gegenüber Getreide und Grünland erzielen KUP allerdings negativere Bewertungen (vgl. Abbildung 56). Ein Wechsel der Bioenergieerzeugung von Mais-/Biogas zu Holzhackschnitzel aus KUP würde daher zu einer Aufwertung des Landschaftsbildes führen. Wird KUP hingegen auf Grünland angebaut, würde dies zu negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild führen.



**Abbildung 56: Auswirkungen landwirtschaftlicher Kulturen auf das Landschaftsbild aus der Sicht unterschiedlicher Akteure (Skala: 1= allgemein negativ, 2= in den meisten Landschaften negativ, 3= je nach Landschaft positiv oder negativ, 4= in den meisten Landschaften positiv, 5= allgemein positiv)**

Besonders wertvoll für das Landschaftsbild in Agrarlandschaften sind Maßnahmen, die den Abwechslungsreichtum der Landschaft erhöhen. Landwirte sind durchaus bereit, beim Anbau von KUP bestimmte Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes durchzuführen. Dies beinhaltet insbe-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

sondere solche, die sich in Betriebsabläufe integrieren lassen, wie z. B. wechselnde Rotationszeiten auf großen Schlägen. Eine bedarfsgerechte Erntemenge kann zum Beispiel auf die Schläge verteilt werden, sodass große Schläge nicht in einem Jahr komplett beerntet werden. Eine geringe Bereitschaft besteht hingegen bei Maßnahmen, die einen höheren (finanziellen) Aufwand erfordern, wie z. B. Blühstreifen oder heckentypische Gehölze entlang der KUP zu pflanzen. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob diese Maßnahmen als Agrarumweltmaßnahme gefördert werden können. Zur Anlage von Krautsäumen oder Blühstreifen eignet sich das Vorgewende, das rund 10-15 % der Fläche einer KUP in Anspruch nimmt und aus bewirtschaftungstechnischen Gründen nicht bestockt werden kann. Somit ist ausreichend Platz für Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbildes vorhanden.

### Fazit

KUP sind in den Köpfen der Landwirte angekommen. Eine große Mehrheit der befragten Landwirte hat sich bereits mit der Frage beschäftigt, ob sie in das Geschäft mit holziger Biomasse einsteigen soll. Trotz der vielfältigen Chancen des Anbaus von KUP entscheiden sich viele Landwirte aufgrund von Unklarheiten über die zu erwartenden Erträge und langer Flächenbindung gegen KUP. Von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit des Anbaus und der Vermarktung von Holzhackschnitzeln sind funktionierende regionale Netzwerke und Kooperationen. Neueinsteiger in das Geschäftsfeld Energieholzanbau wünschen sich intensive Kooperationsformen, beispielsweise in Form genossenschaftlicher Organisationen. Eine Etablierung regionaler Erzeugergemeinschaften könnte mehr Landwirte motivieren, sich dem Thema KUP zu widmen. Eine Bereicherung für das Landschaftsbild stellen KUP insbesondere in ausgeräumten oder von Monokulturen geprägten Landschaften dar. Hier können sie zu einer höheren Akzeptanz der Landwirtschaft durch die Bevölkerung und durch Umwelt-, Jagd- und Imkerverbände führen.

Politische und gesellschaftliche Anforderungen an landwirtschaftliche Betriebe im Bereich Naturschutz und Biodiversität könnten dem Anbau von KUP z. B. im Rahmen des ‚Greening‘ der EU-Agrarpolitik zu einem Durchbruch verhelfen. Die aktuell diskutierten Vorschläge zur Reform der europäischen Agrarpolitik für die Jahre 2014 bis 2020 würden Landwirte verpflichten, 7 % der Betriebsfläche als ökologische Vorrangflächen bereitzustellen. Diese Flächen dürften nicht oder ausschließlich umwelt- und naturverträglich genutzt werden. Die Berücksichtigung von KUP als umweltverträgliche Bewirtschaftung könnte einen Kompromiss zwischen naturschutzfachlichen und betriebswirtschaftlichen Interessen darstellen. Die Vorteile von KUP liegen auf der Hand: sie generieren eine zusätzliche Wertschöpfung für den Landwirt, bei gleichzeitiger Verbesserung der biologischen und landschaftlichen Vielfalt. Es spricht also Vieles für eine KUP-reiche Zukunft.



### 5.6.3 Fachveröffentlichung 5.3 (ACKERplus): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. Kurzumtriebsplantagen

Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. Kurzumtriebsplantagen. ACKERplus (09) 2013: 58-61.

#### Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's

Mit ihren geringen Anforderungen an Boden und Nährstoffversorgung bieten Kurzumtriebsplantagen (KUP) eine zusätzliche Anbauoption auf Grenzertragsstandorten. Trotz vielseitiger Forschungsprojekte zu Anbau, Ernte und Trocknungsmethoden und der gleichzeitig steigenden Nachfrage nach Biomasse bestehen von Seiten der Praktiker noch immer Bedenken gegenüber KUP. Dies zeigt sich vor allem an der geringen Anbauzahl in Deutschland, die mit 4 500 ha nur 0,2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmacht (vgl. Abbildung 57).



**Abbildung 57: Kurzumtriebsplantagen – Bei der Wirkung von landwirtschaftlichen Kulturen auf das Landschaftsbild werden KUP wesentlich positiver bewertet als Mais, jedoch negativer als Grünland, Wintergetreide und Raps (Foto: C. Mühlhausen/landpixel.de)**

#### Online-Befragung gibt Antworten

Im Vergleich zu anderen Erneuerbaren Energien, bedarf es bei der Entwicklung von Bioenergieprojekten vielfältiger Abstimmungsprozesse, insbesondere dann, wenn neue regionale Verwertungsansätze entwickelt werden sollen. Neben Anbau- und Erntebedingungen müssen nicht zuletzt Partner für die

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

Verwertung gefunden werden, logistische, technische, finanzielle und juristische Fragestellungen sind mit einer Vielzahl von Akteuren und Behörden zu klären. Eine Online-Umfrage unter Praktikern aus der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Bereich der Erneuerbaren Energien sollte daher Chancen und Hemmnisse für den KUP-Anbau aus Sicht der Akteure identifizieren und Lösungsansätze ableiten.

Die Umfrage erfolgte im Sommer 2012. Insgesamt wurden von rund 1.000 Umfrageteilnehmern über 400 Datensätze zur Auswertung herangezogen. Über 80 % der Befragten sind in die Flächenbewirtschaftung durch Land- und Forstwirtschaft, Landschaftspflege oder ähnliches eingebunden; 11% agieren bereits aktiv in einer KUP-Wertschöpfungskette. Von allen Befragten haben bereits über 60 % schon einmal die Anlage einer KUP in Erwägung gezogen. Von diesen KUP-Interessenten wurde auf die Frage, welche Kriterien für einen erfolgreichen KUP-Anbau von Bedeutung sind oder zukünftig werden, kurze Planungs- und Genehmigungsverfahren, ein möglichst hoher Beitrag zum Betriebseinkommen sowie dessen Diversifizierung genannt. Von geringster Relevanz sind Zuschüsse und Fördermöglichkeiten. Entgegen der öffentlich weit verbreitenden Meinung sind Förderprogramme damit kein Schlüsselkriterium für oder gegen den Anbau von Kurzumtriebsplantagen. Seit 2010 gelten KUP nicht mehr als Wald. Seit der Novellierung des Bundeswaldgesetzes (BWaldG) 2010 zählen KUP nicht mehr als Wald, sofern sie innerhalb von 20 Jahren mindestens einmal geerntet werden. Damit ist in der Regel keine Aufforstungsgenehmigung notwendig. Es empfiehlt sich jedoch, bei den zuständigen Umweltbehörden naturschutz- und umweltschutzrechtliche Regelungen zu klären, da in vielen Bundesländern spezielle Regelungen existieren. Mit der Novellierung des BWaldG sind landwirtschaftliche genutzte Flächen mit KUP förderfähig und erhalten die Flächenprämie. In einigen Bundesländern, wie Sachsen oder dem Saarland, existieren weiterhin Förderprogramme, welche zur Anlage einer KUP abgerufen werden können. Dass bei einer Anbauentscheidung vorrangig ökonomische Kriterien berücksichtigt werden, zeigt sich ebenfalls bei der Umfrage zu Netzwerken und Kooperationen innerhalb von KUP-Wertschöpfungsnetzen.

### **Kooperationen und Netzwerke hoch im Kurs**

Die Ergebnisse bestätigen, dass bei den Befragten eine positive Einstellung zu geschäftlichen Kooperationen und Netzwerken besteht (12 % sind bereits Teil eines Netzwerks oder einer Kooperation, 72 % sind daran interessiert, 12 % lehnen dies ab). Von der Teilhabe verspricht man sich einen gegenseitigen fachlichen Austausch und Wissensvermittlung, die einem gesicherten Biomasseabsatz und damit einem zusätzlichen Betriebseinkommen dienlich sind.

### **Kontakte knüpfen, erfolgreich sein**

Es empfiehlt sich daher vor der Anlage einer KUP, mit dem örtlichen Maschinenring, dem Energiebeauftragten der Gemeinde oder Kreise oder möglichen Energieabnehmern (Heizkraftwerke, öffentliche Einrichtungen mit Holzhackschnitzelheizungen) Kontakt aufzunehmen. Eine sehr umfangreiche, onli-



ne zugängliche Liste an Akteuren im KUP- Geschehen, bietet das Technologie Transferzentrum (ttz) Bremerhaven unter dem Namen „KUP-Netzwerk“. Hier können benachbarte KUP-Landwirte, Dienstleistungsunternehmen, Produzenten von Pflanzgut sowie lokale Netzwerke ausfindig gemacht werden.

### **Regelungen auf EU-Ebene**

Da bereits auf europäischer Ebene verbindliche Nachhaltigkeitsstandards für feste Biomasse diskutiert werden, wurden die Teilnehmer in einem weiteren Frageblock zu einer möglichen Zertifizierung von Kurzumtriebsplantagen befragt. Es zeigt sich, dass eine verpflichtende Zertifizierung zum gegenwärtigen Zeitpunkt von 45 % der Befragten abgelehnt wird (Befürworter 27 %, Unentschlossene 28 %). Erst langfristig (ab 2020) bei einer zu erwartenden größeren Anbaufläche von KUP in Deutschland werden gesetzlich verbindliche Systeme gewünscht. Dabei wird eine europaweite Gültigkeit der Zertifikate bevorzugt (46 %). Es zeigt sich schon heute, dass durch die Vielzahl an existierenden Nachhaltigkeitsregelungen (Agrar, Forst, Bioenergie – fest, flüssig, gasförmig) eine mindestens europaweite Harmonisierung der Standards dringend notwendig ist und von der Praxis gewünscht wird. Eine verbindliche Nachhaltigkeitszertifizierung ist heute nicht notwendig und wird bei den geringen Anbauzahlen in Deutschland kurz- bis mittelfristig nicht eingeführt werden. Dennoch bieten bereits international akkreditierte Zertifizierungsunternehmen, wie das ISCC in Köln (International Sustainability & Carbon Certification), anerkannte Zertifizierungen für KUP an.

### **Integration ins Landschaftsbild**

Vor dem Hintergrund einer möglichen Zertifizierung müssen auch sozio-ökologische Aspekte wie die landschaftsästhetische Wirkung von KUP berücksichtigt werden. 78 % der Befragten sind der Meinung, dass die Landwirtschaft einen Beitrag zur Gestaltung eines attraktiven Landschaftsbilds leisten sollte, jedoch sind nur 57 % der Meinung, dass die Landwirtschaft aktuell einen aktiven Beitrag leistet. Bei der Wirkung von landwirtschaftlichen Kulturen auf das Landschaftsbild werden KUP wesentlich positiver bewertet als Mais, jedoch negativer als etwa Grünland, Wintergetreide oder Raps. Da auf den Vorgewenden der KUP viel Platz für naturschutzfachliche Maßnahmen oder zur Aufwertung des Landschaftsbildes vorhanden ist, wurde die Akzeptanz von unterschiedlichen Maßnahmen abgefragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Befragten eine höhere Bereitschaft zur Durchführung von Maßnahmen besitzen, die sich gut in die Betriebsabläufe integrieren lassen. Dies betrifft beispielsweise die Einhaltung unterschiedlicher Umtriebszeiten auf großen Schlägen, die Verwendung verschiedener Gehölzarten oder die Bereitschaft, nicht mehrere nebeneinanderliegende Schläge mit KUP zu bepflanzen, sondern im Wechsel mit anderen Ackerkulturen. In empfindlichen Landschaften, wie kleinstrukturierten Kulturlandschaften, würden Landwirte ganz auf den Anbau von KUP verzichten. Eine geringere Bereitschaft zeigen Landwirte bei finanziell oder arbeitstechnisch aufwendigeren Maßnahmen, wie dem streifenförmigen Anbau von KUP, die Ränder der KUP mit heckentypischen Gehöl-

## Praxisrelevante Fachveröffentlichung

zen zu bepflanzen oder Abstand zu vorhandenen Strukturelementen wie Hecken einzuhalten. Die beim Anbau von KUP weit verbreitete Maßnahme des Anlegens von Blühstreifen auf dem Vorgehende wird von den Landwirten mit einer mittleren Bereitschaft bewertet.

### Regionale Wertschöpfung

Die Befragung zeigte zudem, dass die Mehrzahl der Akteure im ländlichen Raum bereit ist, sich aktiv an der Lösung regionaler Entwicklungsfragen einzubringen. Dies kann zum Beispiel über die Mitarbeit bei der Erstellung regionaler Energiekonzepte oder integrierter ländlicher Entwicklungskonzepte (ILEK) geschehen, die die Themen der regionalen Wertschöpfung oder energetischen Holznutzung ansprechen. Die hierbei gegebene Möglichkeit der Moderation lokaler Abstimmungsprozesse wird insgesamt positiv gesehen. Dementsprechend gehen fast 50 % der Befragten davon aus, dass hierüber auch die Akzeptanz und die Ausweitung des KUP-Anbaus erhöht werden kann. Es empfiehlt sich daher, sofern in der Region Entwicklungskonzepte bestehen oder diskutiert werden, sich mit der Idee einer KUP-Pflanzung und damit regional erzeugter Wärmequellen einzubringen und langfristige zuverlässige Partner als Rohstoffabnehmer zu gewinnen.

### KUP in der Praxis

Dass mit KUP Geld verdient werden kann, zeigt der Landwirt und Lohnunternehmer Joachim Hüttmann aus Soltau in Niedersachsen. Auf rund 55 ha pflanzt der 49-Jährige Weiden und Pappeln zur Hackschnitzelproduktion an (vgl. Abbildung 58). Diese verwendet er sowohl auf seinem eigenen Betrieb, beliefert aber auch Abnehmer in ganz Norddeutschland. Seit rund acht Jahren betätigt sich Hüttmann in diesem Geschäftsfeld und zählt mit über 500 ha gepflanzten Hektar für seine Kunden bereits zu den „alten Hasen“. Seine Überzeugung für die Zukunftsfähigkeit des KUP-Anbaus hat sich im Laufe der Jahre weiter verfestigt: „Dass KUP im Zuge des sich verknappenden Holzangebotes eine immer wichtigere Stellung einnehmen, steht außer Frage“, so Hüttmann.



**Abbildung 58: KUP-Ernte mit dem ‚WoodCut 1500‘ , den KUP-Pionier Joachim Hüttmann gemeinsam mit der Firma Krone entwickelt hat (Foto: FNR)**

### Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass bei ein großes Interesse an KUP besteht, der Anbau aber gering ausfällt. Vorrangig für die Entscheidungsfindung für oder gegen KUP sind ökonomische Kriterien, wobei sich die Befragten ihrer Verantwortung für ein attraktives Landschaftsbild bewusst sind und in Maßnahmen zur Aufwertung des Landschaftsbilds investieren. Als Entscheidungshilfen können KUP-Kalkulatoren und Merkblätter dienen, aber auch regionale Beteiligungsprozesse, wie das Integrierte Ländliche Entwicklungskonzepte (ILEK) in Sachsen.

## **6 Zusammenfassende Darstellung und Diskussion der Ergebnisse**

Im Folgenden werden die zur Beantwortung der aufgestellten Fragestellungen der Dissertation relevanten und in den einzelnen Veröffentlichungen dargelegten Ergebnisse zusammenfassend dargestellt und diskutiert. Nebenergebnisse der einzelnen Artikel, die für die Beantwortung der Fragestellungen eine untergeordnete Bedeutung haben, werden in dieser zusammenfassenden Diskussion nicht aufgegriffen und nur in den jeweiligen Artikeln diskutiert. Die Diskussion besteht aus Kapiteln, die die in Kapitel 2 aufgestellten Hauptforschungsfragen sowie die kontextbezogenen und praxisrelevanten Forschungsfragen behandeln (Kapitel 6.1 - 6.4) und einem Kapitel, in dem die Eignung der in der Dissertation verwendeten Methoden diskutiert wird (Kapitel 6.5).

### **6.1 Landschaftsästhetische Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen**

Die Hauptforschungsfrage der Dissertation lautete, wie Landschaftsveränderungen durch den Anbau von Dendromasse in Kurzumtriebsplantagen ästhetisch beurteilt werden (Forschungsfrage 1). Die Ergebnisse der Befragungen, die zeigten, dass der Anbau von Kurzumtriebsplantagen je nach Landschaftstyp, Anteil von KUP in der Landschaft, Anbausystem und der Randgestaltung von Kurzumtriebsplantagen sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben kann, werden in den Unterkapiteln 6.1.1 und 0 dargestellt und diskutiert. Aufbauend auf der Diskussion der landschaftsästhetischen Auswirkungen des KUP-Anbaus werden in Unterkapitel 6.1.3 die multifunktionalen Wirkungen der landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen diskutiert.

Durch das Einbringen von Kurzumtriebsplantagen in die unterschiedlichen Landschaftstypen verändert sich die Landschaft in Bezug auf die das Landschaftsbild beeinflussenden Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit (siehe Kapitel 3.4, Seite 244; BNatSchG 2009; Köhler und Preiß 2000; Dramstad et al. 2006). Am stärksten wird das Kriterium Vielfalt durch neue dreidimensionale Strukturen in der Landschaft verändert. Je nach Anbausystem von Kurzumtriebsplantagen wird die Vielfalt der Landschaft unterschiedlich stark beeinflusst. Durch einen streifenförmigen Anbau oder den Anbau in unterschiedlichen Altersstufen wird eine höhere Vielfalt erreicht als mit einem blockweisen Anbau gleicher Altersklassen. Die Eigenart der Landschaft wird dahingehend beeinflusst, dass Kurzumtriebsplantagen als neues Landschaftselement die gewachsene Eigenart der Landschaft verändert (vgl. Franke 2008). Einige Autoren gehen davon aus, dass neue Landschaftselemente sich per se negativ auf die Eigenart auswirken und erst nach einer Zeitspanne von ca. 50 Jahren von den Menschen als zugehöriger Teil der Landschaft wahrgenommen werden und erst dann identitätsstiftend wirken können (Nohl 2001a; Köhler und Preiß 2000). Neuere empirische Studien zeigen aber einen schnelleren Gewöhnungseffekt, wie z. B. bei Windenergieanlagen, die von jüngeren Personen, die mit Wind-

energieanlagen aufgewachsen sind, deutlich positiver wahrgenommen werden (Vogel 2005; Quack 2014). Legt man den Begriff Eigenart weiter aus und fasst die Besonderheit und Einzigartigkeit der Landschaft unter das Kriterium, könnte eine derzeit KUP-geprägte Landschaft aufgrund der Seltenheit von Kurzumtriebsplantagen als besonders einzigartig bzw. eigenartig bezeichnet werden. In Bezug auf die Naturnähe wird die Landschaft dahingehend beeinflusst, dass die extensivere Bewirtschaftung der Dauerkultur Kurzumtriebsplantage eine höhere Naturnähe aufweist als der Ackerbau mit einjährigen Kulturen (Schmidt und Glaser 2009; DBU 2010).

### **6.1.1 Räumlich differenzierte Auswirkungen**

Ein wesentlicher Aspekt der Hauptforschungsfrage war, welche Unterschiede sich bei der Beurteilung des KUP-Anbaus in unterschiedlichen landschaftlichen Kontexten ergeben. Schon die erste Befragung in Hamburg zeigte, dass viele Landschaftsveränderungen abhängig vom Landschaftstyp unterschiedlich beurteilt werden, und dass die Beurteilung von Veränderungen des Wald/ Offenland-Verhältnisses am stärksten vom Landschaftstyp abhängt (Boll et al. 2014b). Daher war für den KUP-Anbau, der durch seine spezifischen Eigenschaften zwischen Wald und Offenland einzuordnen ist, anzunehmen, dass er zu den Landnutzungsänderungen gehört, deren landschaftsästhetische Auswirkungen sich je nach Landschaftstyp stark unterscheiden. Während andere Landnutzungsänderungen wie die Abnahme des Grünlandanteils zugunsten von Ackerland pauschal in allen Landschaften abgelehnt wurden, war die Akzeptanz einer Zu- oder Abnahme von Wald und Gehölzen stark abhängig vom Landschaftstyp (Boll et al. 2014a).

Die Ergebnisse der ersten Befragung wurden in der Visualisierungsbefragung bestätigt, die zeigte, dass der Anbau von Kurzumtriebsplantagen abhängig vom Landschaftstyp sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben kann (Boll et al. 2015a). Insgesamt zeigt sich, dass landschaftsästhetisch hochwertige Landschaften, die sich durch positive Ausprägungen der Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit auszeichnen, empfindlicher gegenüber dem KUP-Anbau sind. Die Auswirkungen in landschaftsästhetisch mittelmäßigen Landschaften, deren Ausprägungen der Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit nicht einheitlich positiv oder negativ ausfallen, sind abhängig von den Anteilen von Kurzumtriebsplantagen; während geringe Anteile von KUP als unproblematisch anzusehen sind, führen höhere Anteile zu negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Je offener eine Landschaft ist, desto höhere Anteile von Kurzumtriebsplantagen kann die Landschaft aufnehmen, da neue Formen in der Landschaft geschaffen werden (vgl. Wöbse 2003; ETSU 2000).

Besonders positive Auswirkungen haben Kurzumtriebsplantagen in landschaftsästhetisch minderwertigen ausgeräumten Agrarlandschaften, in denen sie als neue Strukturen in der Landschaft zu einer Steigerung der Vielfalt beitragen. Landschaften mit einem hohen landschaftsästhetischen Wert hingegen sind empfindlicher gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen. Dies betrifft insbesondere strukturreiche Kulturlandschaften, in denen Kurzumtriebsplantagen die vorhandenen kleinteili-

gen Landschaftselemente, die sich über einen langen Zeitraum entwickelt haben, und die zur besonderen Eigenart der Landschaft beitragen, überlagern und damit ihrer Wahrnehmbarkeit entziehen (ETSU 2000). Die besondere Empfindlichkeit von landschaftsästhetisch hochwertigen strukturreichen Landschaften zeigt sich auch darin, dass nur in der strukturreichen Kulturlandschaft schon ein Anteil von 20 % KUP an der landwirtschaftlichen Fläche zu negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild führte. In allen anderen Landschaftstypen führte ein Anteil von 20 % KUP entweder zu einer Aufwertung des Landschaftsbildes (offene Agrarlandschaft, grünlandreiche Landschaft) oder zu keinen signifikanten Auswirkungen auf die empfundene Qualität des Landschaftsbildes (wald- und heidereiche Landschaft). Die wald- und heidereichen Landschaften, die nach der strukturreichen Kulturlandschaft am positivsten im Status quo bewertet wurden, wiesen eine höhere Empfindlichkeit gegenüber dem KUP-Anbau auf, als die relativ offene grünlandreiche Landschaft. Auch wenn grünlandreiche Landschaften in der Regel eine hohe Eigenart aufweisen, z. B. aufgrund ihrer Seltenheit oder ihrer langen historischen Nutzungskontinuität (Burggraaff und Kleefeld 1998), scheint die Ausprägung des Kriteriums Vielfalt in den Landschaften einen größeren Einfluss auf die Beurteilung des Status-Quo und des KUP-Anbaus zu haben. In der relativ offenen grünlandreichen Landschaft hatte ein KUP-Anbau bis zu einem Anteil von 40 % positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Erst bei einem Anteil von 60 % nahm die landschaftsästhetische Qualität der Landschaft ab, war aber immer noch so hoch wie im Status quo. In der wald- und heidereichen Landschaft führte ein KUP-Anteil von 40 % zu statistisch signifikanten Verschlechterungen des Landschaftsbildes.

Je mehr Kurzumtriebsplantagen in die unterschiedlichen Landschaften eingebracht wurden, desto stärker näherten sich die landschaftsästhetischen Beurteilungen der Landschaften an. Während die landschaftsästhetische Qualität der strukturreichen Kulturlandschaft immer weiter sank, je mehr Kurzumtriebsplantagen in der Landschaft vorhanden waren, wurde die landschaftsästhetische Qualität der offenen Agrarlandschaft gesteigert, je mehr Kurzumtriebsplantagen in die Landschaft eingebracht wurden. Da in den Szenarien nur KUP-Anteile bis 60 % visualisiert wurden, ist es möglich, dass in der offenen Agrarlandschaft sogar höhere Anteile von Kurzumtriebsplantagen zu einer weiteren Steigerung der landschaftsästhetischen Qualität führen würden. In der Befragung wurden höhere Anteile von Kurzumtriebsplantagen nicht untersucht, da ein höherer Anteil als 60 % KUP an der landwirtschaftlichen Fläche als sehr unrealistisch eingeschätzt wurde und davon ausgegangen wurde, dass eine Trendfortschreibung aus den untersuchten Szenarien möglich ist. Im Fall der offenen Agrarlandschaft lässt sich allerdings nicht genau sagen, ab welcher Höhe des KUP-Anteils die landschaftsästhetischen Wirkungen ins Negative umschlagen. Da die offene Agrarlandschaft in ihrem Ausgangszustand durch einen Ackeranteil von über 90 % ohne gliedernde Elemente gekennzeichnet ist und entsprechend der landschaftsästhetischen Theorien in der Befragung sehr negativ bewertet wurde (vgl. Appleton 1996; Kaplan und Kaplan 1989), stellt sie einen Extremfall mit einem sehr gro-

ßen landschaftsästhetischen Aufwertungspotenzial dar. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die konkreten Prozentanteile des KUP-Anbaus vor dem Hintergrund, dass die Platzierung der Kurzumtriebsplantagen in der Visualisierung und der Abstand zum Betrachter Auswirkungen auf die Beurteilung haben, nur als Richtwerte zu interpretieren sind (siehe Kapitel 4.2, Seite 36 und Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a).

Geringere Anteile als 20 % KUP an der landwirtschaftlichen Fläche wurden nicht untersucht, da die bewertbaren Unterschiede in einer expertenbasierten Vorabbeurteilung als zu gering eingeschätzt wurden, um in einer Befragung sinnvoll untersucht werden zu können. Es ist also möglich, dass in der strukturreichen Kulturlandschaft schon ein Anbau von unter 20 % KUP an der landwirtschaftlichen Fläche negativ wirken würde. In Bezug auf die Praxis ist es ausreichend zu wissen, dass in der strukturreichen Kulturlandschaft schon bei sehr geringen Anteilen KUP mit negativen Folgen für das Landschaftsbild zu rechnen ist und schon beim Anbau von geringen Anteilen KUP landschaftsästhetische Aufwertungsmaßnahmen Berücksichtigung finden sollten. Da ein Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf über 20 % unter den derzeitigen Rahmenbedingungen unwahrscheinlich ist (Neubert et al. 2015) und die anderen Landschaften gegenüber einem Anbau von unter 20 % KUP unempfindlich sind, ist aktuell nur in der strukturreichen Kulturlandschaft generell Vorsicht beim KUP-Anbau geboten.

Aufgrund der notwendigen Beschränkung auf fünf Landschaftstypen im Rahmen dieser Dissertation besteht weiterer Forschungsbedarf, inwieweit die Ergebnisse auf andere Landschaften übertragbar sind. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse für die einzelnen Landschaftstypen auch auf andere Regionen mit vergleichbaren Landschaftstypen übertragbar sind. Ein Unsicherheitsfaktor besteht bei der Übertragung der Ergebnisse auf Landschaftstypen des Berg- und Hügellandes, da ein ausgeprägtes Relief einen stark positiven Einfluss auf die landschaftsästhetische Qualität der Landschaft hat (Roser 2011; Roth 2012; Wöbse 2003). Daher könnten reliefierte Landschaften aufgrund ihrer hohen ästhetischen Qualität zu den Landschaften gehören, die gegenüber starken Landschaftsveränderungen wie durch den KUP-Anbau besonders empfindlich sind. Dies würde argumentativ vergleichbar sein mit den Auswirkungen des KUP-Anbaus in kleinstrukturierten Landschaften, die als landschaftsästhetisch besonders hochwertige Landschaften gleichzeitig sehr empfindlich gegenüber dem KUP-Anbau ist (Boll et al. 2015a). Auf der anderen Seite könnte der Faktor ‚Sichtverschattung durch KUP‘, der im Flachland in den meisten Fällen negative Auswirkungen auf die landschaftsästhetische Qualität hat (ETSU 2000), im Berg- und Hügelland durch den starken Einfluss des Reliefs auf die Fernsicht überlagert werden und eine geringere Relevanz als in den untersuchten flachen Landschaften haben. Da man im reliefierten Gelände häufiger die Möglichkeit hat, über eine Kurzumtriebsplantagen hinwegzusehen, sind in der Regel weniger negative Auswirkungen durch Sichtverschattungen von KUP zu erwarten. Eine Beurteilung der Auswirkungen des Faktors Relief auf die landschaftsästhetische Wirkung von KUP ist ohne empirische Untersuchungen nicht möglich, da

Wechselwirkungen zwischen einzelnen Faktoren nicht vorhergesehen werden können. Auch in der Literatur finden sich keine Anhaltspunkte zu speziellen Wirkungen von KUP im Berg- und Hügelland.

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen kann in allen Landschaftstypen landschaftsästhetisch aufgewertet werden, indem der Anbau in Streifen anstatt einem schlagweisen Anbau erfolgt (Boll et al. 2015a). Die KUP-Streifen erhöhen die landschaftsästhetische Qualität der Landschaft durch eine bessere Ausprägung des Kriteriums Vielfalt, die durch eine Erhöhung der Randliniendichte und die Schaffung neuer Räume in der Landschaft erhöht wird (vgl. Wöbse 2003; Nohl 2001a). Die Stärke der landschaftsästhetischen Aufwertung ist je nach Landschaftstyp allerdings unterschiedlich. Während die Verbesserungen durch den Streifenanbau in der offenen Agrarlandschaft, in der walddreichen Landschaft und in der strukturreichen Kulturlandschaft statistisch signifikant waren, konnten die leichten Verbesserungen in der grünland- und heidereichen Landschaft statistisch nicht belegt werden.

Ein Anbau in unterschiedlichen Altersklassen führte in allen Landschaftstypen zu Aufwertungen des Landschaftsbildes, die in allen Landschaftstypen bis auf die offene Agrarlandschaft signifikant waren. Durch unterschiedliche Altersklassen können innerhalb des KUP-Anbaus weitere dreidimensionale Strukturen geschaffen werden, die beim Anbau von annualen Ackerkulturen nicht möglich sind. Diese zusätzlichen Anbauvarianten im KUP-Anbau eröffnen neue Gestaltungsmöglichkeiten, die bewusst zur Verbesserung der landschaftsästhetischen Qualität eingesetzt werden können (ETSU 2000; Matros und Lohrberg 2016).

Im Vergleich der Anbauformen zeigte sich, dass der KUP-Anbau in unterschiedlichen Altersklassen in allen Landschaftstypen bis auf die offene Agrarlandschaft positiver beurteilt wurde als der streifenförmige Anbau. Gehölzstreifen können einer ausgeräumten Landschaft Struktur und Gliederung verschaffen (vgl. Nohl 2001a; Wöbse 2003), während in den anderen Landschaftstypen diese landschaftsästhetischen Mindestqualitäten schon erfüllt sind und unterschiedliche Altersklassen beim KUP-Anbau zusätzliche Vielfalt in die Landschaft bringen. Da die Streifen automatisiert in Abhängigkeit der Schlaggröße in die Visualisierungen eingebracht wurden, ist bei einer an die Landschaft angepassten Anordnung der Streifen unabhängig von den einzelnen Schlaggrenzen mit einem deutlich höheren landschaftsästhetischen Aufwertungspotenzial dieser Anbauform zu rechnen (vgl. Wöbse 2003). Durch eine geplante Anordnung der KUP-Streifen können auch besondere Sichtachsen von stark frequentierten Wanderwegen oder die bewusste Sichtverschattung von landschaftsästhetisch unattraktiven Bereichen berücksichtigt werden (vgl. Nohl 1993).

Auch wenn in der Befragung für die heide- und walddreichen Landschaften keine negativen und für die grünlandreiche Landschaft positive Auswirkungen bei geringen Anteilen von Kurzumtriebsplantagen festgestellt wurden, sollte bei besonders eigenartigen Ausprägungen dieser Landschaftstypen eine gesonderte expertenbasierte Beurteilung des KUP-Anbaus erfolgen. Während das Kriterium Vielfalt in den Visualisierungen einfach darzustellen ist, ist das Kriterium Eigenart visuell deutlich



unspezifischer und wird von weiteren Einflussfaktoren wie z. B. der historischen Kontinuität beeinflusst (Köhler und Preiß 2000; Nohl 2001a), die in den visualisierten Landschaftstypen ohne einen bekannten Raumbezug kaum darstellbar ist.

Den Einfluss des konkreten Raumbezugs im Vergleich mit typisierten Landschaften machen auch die unterschiedlichen Beurteilungen in der Befragung in Hamburg und der Visualisierungsbefragung deutlich. Während die Befragung in Hamburg einen konkreten Raumbezug hatte und damit die untersuchten Erholungsgebiete in ihrer gesamten Eigenart für die Befragten vorstellbar waren, konnte der Faktor Eigenart in der Visualisierungsbefragung nur eingeschränkt wiedergegeben werden (Boll et al. 2014b; Boll et al. 2015a). Die visualisierte Heidelandschaft stellt z. B. eine typisierte Heidelandschaft dar, während die Lüneburger Heide als Deutschlands bekannteste Heidelandschaft ein konkretes und besonders hochwertiges Beispiel einer Heidelandschaft darstellt. Ungeachtet der Tatsache, dass der direkte Vergleich der beiden Befragungen nicht möglich ist, da in der ersten Befragung in Hamburg nicht direkt nach Kurzumtriebsplantagen gefragt wurde, zeigt sich, dass die Lüneburger Heide deutlich empfindlicher gegenüber einer Waldzunahme ist als die typisierte heidereiche Landschaft gegenüber einer Zunahme von Kurzumtriebsplantagen (Boll et al. 2015a; Boll et al. 2014b). Ein ähnlicher Einfluss der Eigenart zeigt sich in der grünlandreichen Elbtalau, in der eine Waldzunahme deutlich negativer bewertet wurde als eine Zunahme von Kurzumtriebsplantagen in der typisierten grünlandreichen Landschaft. Das bedeutet, dass die Eigenart einer Landschaft, die für einige Autoren das wichtigste Kriterium des Landschaftsbildes darstellt (vgl. Köhler und Preiß 2000), beim Anbau von KUP in Landschaften, in denen die Eigenart der Landschaft eine besonders hohe Bedeutung hat, gesondert berücksichtigt werden muss, da in der Visualisierungsbefragung keine individuellen Gebiete mit ihren Eigenarten berücksichtigt werden konnten. Da § 1 (1) BNatSchG keine hierarchischen Unterschiede zwischen den Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit macht, ist es für Bewertungsmethoden des Landschaftsbildes wichtig, alle drei Kriterien gleichberechtigt zu berücksichtigen.

Bei diesen Beispielen ist zu beachten, dass die Eigenart nicht der einzige Einflussfaktor für die unterschiedlichen Beurteilungen ist, sondern auch der Unterschied zwischen Kurzumtriebsplantagen und Wald. Während Wald die Eigenart einer Offenlandschaft völlig überprägt (Hunziker 2000), können Kurzumtriebsplantagen aufgrund ihrer regelmäßigen Ernte den Charakter von Offenlandschaften zumindest temporär in Teilen erhalten (ETSU 2000). Der Vergleich der walddreichen Harburger Berge, in denen eine weitere Waldzunahme besonders positiv bewertet wurde, mit den visualisierten Kurzumtriebsplantagen in der walddreichen Landschaft ist besonders schwierig, da Wälder die charakteristische Landnutzung in den Harburger Bergen darstellen und intensiv für die Erholung genutzt werden (Pott 1999), während Kurzumtriebsplantagen nur eingeschränkt als Erholungsfläche genutzt werden können (siehe Kapitel 3.3, Seite 19). Da es beim Vergleich der landschaftsästhetischen Beurteilungen in den beiden Befragungen nicht möglich ist, die Stärken des Einflusses der unterschiedlichen Eigen-

arten der Landschaften und des Einflusses der unterschiedlichen Landnutzung von Wald und Kurzumtriebsplantagen zu differenzieren, hat der diskursive Vergleich nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Aus diesem Vergleich lässt sich folgern, dass neben der Schönheit die Eigenart der Landschaft eine wichtige Rolle für die Beurteilung von Landschaftsveränderungen durch Kurzumtriebsplantagen spielt und diese Eigenart bei einzigartigen Landschaften im konkreten Einzelfall beurteilt werden muss.

Insgesamt sind die Kriterien Vielfalt und Schönheit durch Laien deutlich einfacher zu beurteilen als die Eigenart einer Landschaft (Nohl 2001a). In der Visualisierungsbefragung wurden die einzelnen Kriterien für das Schönheitsempfinden nicht separat abgefragt, da die sehr umfangreiche Befragung hohe Ansprüche an das visuelle Differenzierungsvermögen der Befragten stellte und eine weitere Differenzierung nach den Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit zu einer Überforderung der Befragten geführt hätte (Boll et al. 2015a). Roser (2011) stellte in einer vergleichbaren Onlinebefragung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Beurteilungen der einzelnen Kriterien fest, was darauf hindeutet, dass die Befragten die Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit bei der landschaftsästhetischen Bewertung von Fotos oder Visualisierungen nicht differenzieren können.

### **6.1.2 Auswirkung der Randgestaltung**

Eine weitere der Hauptforschungsfrage untergeordnete Fragestellung lautete, welchen Einfluss die Randgestaltung auf die landschaftsästhetische Qualität von Kurzumtriebsplantagen hat. Die landschaftsästhetische Wahrnehmung des KUP-Anbaus wird neben den Einflussfaktoren auf Landschaftsebene wie dem Anteil von Kurzumtriebsplantagen in der Landschaft und dem Anbausystem, die das Landschaftserleben insbesondere beim Durchqueren der Landschaft beeinflussen, auch im Nahbereich durch die Randgestaltung von Kurzumtriebsplantagen beeinflusst. Der Randbereich der KUP hat eine hohe Bedeutung für das Landschaftsbild, da er von den Erholungssuchenden direkt wahrgenommen wird. Im Gegensatz dazu ist die Gestaltung der Innenbereiche der Kurzumtriebsplantage für das Landschaftsbild kaum relevant, da sie in den meisten Fällen nicht einsehbar sind und in der Regel nicht betreten werden dürfen (§ 59 (1) BNatSchG; siehe Kapitel 3.3, Seite 19). An diesem Punkt wird der Unterschied von Kurzumtriebsplantagen zu Wald in Bezug auf das Landschaftserleben deutlich, da dieser in der Regel deutlich besser einsehbar ist und das Betreten des Waldes zum Zwecke der Erholung ausdrücklich im Bundeswaldgesetz erlaubt (§ 14 (1-2) BWaldG) und den Waldgesetzen der Länder genauer geregelt ist.

In der Befragung wurde eine Kurzumtriebsplantage direkt am Weg im Vergleich mit einem Getreidefeld direkt am Weg deutlich schlechter beurteilt, da sie den freien Blick in die Landschaft versperrt. Je höher die Kurzumtriebsplantage war, desto negativer fiel die Beurteilung aus (siehe Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a). Bei 2 m Höhe, die eine Kurzumtriebsplantage schon im Pflanzjahr erreichen

kann, wird der Blick in die Landschaft größtenteils verdeckt, wobei der Blick über die KUP immer noch eine Sicht auf höhere Landschaftselemente in die Ferne ermöglicht. Eine Einschränkung der Fernsicht führt zu einer geringen Wahrnehmbarkeit der Landschaft und hat einen negativen Einfluss auf das Landschaftserleben (Wöbse 2003; Nohl 2001b). Vergleichbare Auswirkungen entstehen beim Maisanbau, der aufgrund seiner regional starken Verbreitung deutlich stärker in der öffentlichen Wahrnehmung steht, wenn der Mais im Sommer eine Höhe erreicht, die nicht mehr überblickt werden kann (Schöne 2008; Stechmesser 2011). Bei Kurzumtriebsplantagen im zweiten und dritten Jahr mit Höhen von ca. 4 m und 7 m wird die Fernsicht noch stärker eingeschränkt, indem ein größerer Teil des Himmels verdeckt wird. Bei den höchsten untersuchten KUP-Ausprägungen von 7 m und 10 m Höhe ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der landschaftsästhetischen Auswirkungen. Um diese negativen Auswirkungen von Sichtverschattungen durch Kurzumtriebsplantagen zu vermindern, insbesondere wenn die KUP direkt an Wegen stehen, kann auf einen streifenförmigen Anbau zurückgegriffen werden (Hennemann-Kreikenbohm 2015). Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen in Streifenform im rechten Winkel zum Weg wurde in der Befragung deutlich positiver beurteilt als die Bepflanzung des ganzen Schlages. Bei der Anlage von Streifen ist zu beachten, dass die positiven Effekte nur zum Tragen kommen, wenn die KUP-Streifen im rechten Winkel zum Weg angelegt werden. Eine Pflanzung der Streifen parallel zum Weg versperrt den Blick in die Landschaft genauso wie eine Bepflanzung des ganzen Schlages (ETSU 2000). KUP-Streifen im rechten Winkel zum Weg ermöglichen beim Fortbewegen auf dem Weg unterschiedliche Eindrücke von der Landschaft, da je nach Position mal mehr oder weniger weite Fernsichten in die Landschaft möglich sind und neue Räume in der Landschaft geschaffen werden (vgl. Wöbse 2003).

Bei den Beurteilungen der Visualisierungen aus der Fußgängerperspektive ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den untersuchten Visualisierungen um Standbilder handelt, die bei der normalen Bewegung durch die Landschaft nur für einen kurzen Moment wahrgenommen werden (vgl. Warren-Kretzschmar 2011). In der Realität kann die Landschaft abwechslungsreicher wirken, z. B. versperrt eine Kurzumtriebsplantage nur solange den Blick in die Landschaft, bis der Betrachter an der KUP vorbeigelaufen ist. Die in der Befragung negativ bewertete hohe Kurzumtriebsplantage kann demnach auch zu einer Erhöhung der Vielfalt in der Landschaft beitragen, deren positiver Effekt nur bei einem Spaziergang durch die Landschaft wahrgenommen werden kann (vgl. Kapitel 6.5, Seite 197; Wöbse 2003). Bei den Visualisierungen aus der Fußgängerperspektive ist zu beachten, dass es sich bei der Perspektive um die Variante mit den größtmöglichen visuellen Wirkungen der Kurzumtriebsplantage handelt, da die Blickrichtung direkt auf die KUP gerichtet ist. In der Realität würde eine Drehung des Kopfes weg von der Kurzumtriebsplantage genügen, um eine neue Perspektive und eine weitere Sicht in die Landschaft zu haben (vgl. Wöbse 2003).

Maßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen wie die Pflanzung unterschiedlicher Gehölzarten, die Offenhaltung eines Randstreifens und die Pflanzung von Blüh- oder Heckenstreifen entlang der KUP erhöhen die landschaftsästhetische Qualität der KUP unabhängig vom Landschaftstyp. Ein breiterer Grasstreifen entlang der Plantage wurde deutlich positiver beurteilt im Vergleich mit der Pflanzung der KUP direkt am Weg. Eine nahe Pflanzung von Kurzumtriebsplantagen am Weg schränkt den visuellen Wahrnehmungsraum stark ein und widerspricht dem Freiheitsbedürfnis, da man sich durch die Kurzumtriebsplantage eingeengt fühlt (vgl. Nohl 2001a). Diese Einengung durch die Sichtverschattung des Nachbereiches kann nach der Prospect-refuge-Theorie zu einem Unsicherheitsempfinden führen (Appleton 1996; Balling und Falk 1982; Ulrich 1986). Während die Verbreiterung des Grasstreifens bis 6 m Breite signifikant positiver wahrgenommen wurde (bei einer KUP-Höhe von 7 m), ergaben sich zwischen einem 6 m und einem 12 m breiten Streifen keine signifikanten Unterschiede. Bei einer weiteren Entfernung der Kurzumtriebsplantage vom Weg nimmt die Wahrnehmbarkeit der KUP selbst ab, sodass die KUP als Landschaftselement nur noch einen geringen Beitrag zum Landschaftserleben und zur Vielfalt der Landschaft leisten kann.

Die Wahl der Gehölzarten hat keine großen, allerdings statistisch signifikante Auswirkungen auf die landschaftsästhetische Qualität einer Kurzumtriebsplantage. Die kleinblättrigen Weiden und Robien wurden positiver beurteilt als Pappeln. Eine Mischung aller drei Arten auf einem Schlag wurde am positivsten beurteilt. Diese Beurteilung entspricht den landschaftsästhetischen Theorien, da bei der Pflanzung unterschiedlicher Gehölzarten auf einem Schlag die wahrnehmbare Vielfalt erhöht und Anreize für die Sinnesorgane geschaffen werden (Nohl 2001a; Wöbse 2003). Sehr starke positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild ergaben sich durch die Anlage von Blüh- oder Heckenstreifen entlang von Kurzumtriebsplantagen. Auch die Ergebnisse zu den Blüh- und Heckenstreifen und der Anlage der KUP in Streifenform decken sich mit den Theorien zum Landschaftsbild, die besagen, dass landschaftliche Vielfalt in der Regel positiv wahrgenommen wird (Roth 2012; Roser 2011; Wöbse 2003).

### **6.1.3 Multifunktionale Wirkungen und Synergien und Konflikte mit anderen Landnutzungen**

Die in den Befragungen untersuchten landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen haben auch positive Auswirkungen auf den Naturhaushalt und die Biodiversität. Daher können viele der landschaftsästhetischen Maßnahmen im Rahmen von Fördermaßnahmen der 2. Säule der EU-Agrarpolitik gefördert werden (Verordnung (EU) Nr. 1307/2013). Neben den in Kapitel 3.1 (Seite 8) aufgeführten allgemeinen sowohl positiven als auch negativen Auswirkungen des KUP-Anbaus auf den Naturhaushalt und die Biodiversität, ergeben sich bei den abgefragten landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen spezifische in der Regel positive Auswirkungen auf weitere Landschaftsfunktionen und insbesondere auf die Biodiversität.

Von den landschaftsbildrelevanten Kriterien sind Vielfalt und Natürlichkeit von besonderer Bedeutung für multifunktionale Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen, da sowohl eine Erhöhung der Vielfalt als auch der Natürlichkeit in der Regel neben einer Aufwertung des Landschaftsbildes zu einer Steigerung der Biodiversität führt (Ode et al. 2009). Trotz Unterschieden zwischen der von Menschen wahrgenommenen Natürlichkeit und naturwissenschaftlich definierter Naturnähe, überwiegen die Gemeinsamkeiten (Lamb und Purcell 1990; Ode et al. 2009). Auch eine gute Ausprägung des landschaftsbildrelevanten Kriteriums Eigenart kann positive Auswirkungen auf die Biodiversität haben. Eine hohe Eigenart ist immer dann gegeben, wenn regionstypische Landschaftselemente, Landnutzungen oder Pflanzenarten vorhanden sind, die sich über einen langen Zeitraum entwickelt und etabliert haben (Nohl 2001a; Wöbse 2003). Beispielsweise ist bei der Anlage eines artenreichen Heckenstreifens aus heimischen Sträuchern entlang von Kurzumtriebsplantagen neben der direkten Erhöhung der Vielfalt und Natürlichkeit in der Regel auch eine Erhöhung der Eigenart zu erwarten, wenn heimische Arten verwendet werden und Hecken in der Region ein typisches Landschaftselement sind oder früher einmal waren (vgl. Nohl 2001a).

Neben den direkten positiven Auswirkungen auf das Landschaftsbild sind auch indirekte positive Effekte zu erwarten. Durch die Anlage von Strauchmängeln oder Blühstreifen entlang von Kurzumtriebsplantagen erhöht sich die Artenvielfalt der KUP (vgl. Janßen 2011; Jedicke 1994; Schulz et al. 2009). Diese positiven Auswirkungen auf die Artendiversität wirken wiederum positiv auf das Landschaftsbild, z. B. durch akustische Reize durch den Gesang von Vögeln oder visuelle und geruchliche Aufwertungen durch die Ansiedlung von Blütenpflanzen (Nohl 2001b; Wöbse 2003). Ein besonders hohes Aufwertungspotenzial für das Landschaftsbild, den Naturhaushalt und die Biodiversität besteht bei der Anlage von KUP-Streifen innerhalb von Ackerflächen, die vorher nur eine geringe Wertigkeit hatten (Schulz et al. 2009; ETSU 2000; Baum et al. 2009). In ausgeräumten Agrarlandschaften können Kurzumtriebsplantagen als gliedernde linienförmige Elemente eingebracht werden ohne die traditionelle Landwirtschaft mit dem Fokus der Nahrungsmittelproduktion flächenmäßig zu stark einzuschränken (Neubert et al. 2015).

Trotz großer Synergien zwischen Maßnahmen des Arten- und Biotopschutzes und landschaftsästhetischen Maßnahmen gibt es auch Ausführungen von Maßnahmen, die eine hohe Wirkung auf die Biodiversität haben, für das Landschaftsbild aber weniger wichtig sind. Eine Schaffung unregelmäßiger Strukturen mit Bestandslücken innerhalb von Kurzumtriebsplantagen kann aus Artenschutzsicht für bestimmte störungsempfindliche Tierarten sinnvoll sein (BUND 2010; NABU und Bosch & Partner 2015), für die Erholungseignung der Landschaft sind sie allerdings nicht relevant, da sie von Erholungssuchenden, die sich auf Wegen außerhalb von Kurzumtriebsplantagen bewegen, nicht wahrzunehmen sind.

In Bezug auf die Wirkungen des KUP-Anbaus auf den Naturhaushalt und die Biodiversität besteht Forschungsbedarf, inwieweit diese Wirkungen ebenso stark vom Landschaftstyp oder Naturraum abhängig sind wie die landschaftsästhetischen Wirkungen. Zwar gibt es eine Reihe von Untersuchungen, die die Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf die Biodiversität belegen (Schmidt und Glaser 2010; Janßen 2011; Schulz et al. 2009), allerdings wurden diese Untersuchungen nicht systematisch in unterschiedlichen Naturräumen durchgeführt. Es gibt allerdings zahlreiche Anbauempfehlungen für KUP aus naturschutzfachlicher Sicht, die auf umfangreicher Grundlagenforschung aufbauen und Standortempfehlungen aufgrund von Wirkzusammenhängen zwischen KUP und Landschaftsfunktionen geben (NABU und Bosch & Partner 2015; DBU 2010). Danach ist davon auszugehen, dass auch die Biodiversitätswirkungen von Kurzumtriebsplantagen in ausgeräumten Agrarlandschaften deutlich positiver sind als in strukturreichen Kulturlandschaften (NABU und Bosch & Partner 2015; Janßen 2011).

In Bezug auf die Nutzung erneuerbarer Energien und zukünftige Energielandschaften könnte eine kombinierte Flächennutzung von Windenergieanlagen und Kurzumtriebsplantagen sinnvoll sein. Die negativen landschaftsästhetischen Auswirkungen von Windenergieanlagen, Stromtrassen und anderen störenden Landschaftselementen könnten durch Kurzumtriebsplantagen teilweise vermindert werden. Zwar erreichen Kurzumtriebsplantagen nicht die Verschattungsleistungen von Wäldern (EnergieAgentur.NRW 2014), können aber aufgrund ihrer Höhe Windenergieanlagen und Stromtrassen aus bestimmten Perspektiven sichtverschatten. Einen großen Einfluss hätte z. B. eine Kurzumtriebsanlage, die entlang eines Wanderweges die Sicht auf Windenergieanlagen oder Stromtrassen blockiert und damit die Störwirkungen partiell verhindert. Allerdings ist es aufgrund der Höhe von Windenergieanlagen und ihrer Fernwirkungen nur in einem sehr begrenzten Rahmen möglich, die Sicht auf die Anlagen zu verschatten. In einer studentischen Projektarbeit konnte in einer Befragung (n=181), in der die Befragten Kurzumtriebsplantagen nach eigenem Belieben interaktiv in eine visualisierte Landschaft einfügen konnten, festgestellt werden, dass Befragte in eine Landschaft mit Windenergienutzung deutlich mehr sichtverschattende Kurzumtriebsplantagen im Vordergrund präferierten als in einer Landschaft ohne Windenergienutzung, in der weniger Kurzumtriebsplantagen im Vordergrund und ein freier Blick in die Landschaft präferiert wurden (Derzibasheva et al. 2014).

Demuth (2000) geht davon aus, dass sich bauliche Eingriffe in stark strukturierten Landschaften weniger gravierend auswirken als in offenen weit einsehbaren Landschaften. Demnach könnte der Anbau von Kurzumtriebsplantagen in bestimmten offenen Landschaften die visuelle Empfindlichkeit gegenüber vorhandenen und geplanten baulichen Eingriffen senken. Nohl (1993) schlägt z. B. für Freileitungsmasten eine Umpflanzung mit Gehölzen als Verbesserungsmaßnahmen am Standort vor. Es sollte daher im Rahmen der Anwendung der Eingriffsregelung beim Bau von Windenergieanlagen oder Stromtrassen überlegt werden, ob nicht eine gewisse Kompensation des Eingriffs in das Land-

schaftsbild dadurch erbracht werden kann, dass eine Erhöhung der Struktur der Landschaft durch Pflanzung von Hecken oder Kurzumtriebsplantagen erfolgen kann. Derzeit wird in den meisten Bewertungsverfahren zur Eingriffsregelung davon ausgegangen, dass der Eingriff durch den Bau von Windenergieanlagen in das Landschaftsbild nicht kompensierbar ist und ein Ersatzgeld berechnet (DNR 2011; EnergieAgentur.NRW 2014).

Zusätzlich zur visuellen Abschirmung könnten Kurzumtriebsplantagen auch als Schallschirm fungieren und den Lärm von Windenergieanlagen, Straßen oder sonstigen Lärm emittierenden Anlagen reduzieren. In Schallversuchen wurde eine geringe, aber wahrnehmbare Abschirmwirkung von Hecken festgestellt (Späh et al. 2011). Diese möglichen Schallschutzeffekte von Kurzumtriebsplantagen können allerdings nur auftreten, wenn die KUP die direkte Luftlinie zwischen der wahrnehmenden Person und der Schall emittierenden Anlage unterbricht (Späh et al. 2011).

## **6.2 Bedeutung der landschaftsbezogenen Erholung**

Um die Relevanz von Landschaftsveränderungen durch den KUP-Anbau einordnen zu können, wurde als kontextbezogene Forschungsfrage untersucht, welche Bedeutung die landschaftsbezogene Erholung für die Bevölkerung hat, wie sie charakterisiert ist und wie allgemeine Landschaftsveränderungen wahrgenommen werden (Forschungsfrage 2). Die Ergebnisse der Befragung in Hamburg bestätigen die Bedeutung von landschaftsbezogener Erholung für die städtische Bevölkerung sowohl innerhalb der Stadt in Parks und anderen städtischen Grünflächen als auch in ländlichen Erholungsgebieten im Umland der Stadt. Obwohl die Befragten sich hauptsächlich innerhalb der Stadt erholen, hat die Erholung außerhalb der Stadt einen hohen symbolischen Wert (Boll et al. 2014a). Für die außersstädtischen Erholungslandschaften im Umland gab es keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Nutzung und der Präferenz für einen bestimmten Erholungsgebietstyp. Es ist also nicht möglich nur von der Häufigkeit der Nutzung auf die Beliebtheit eines Gebietes zu schließen (siehe Kapitel 5.2, Seite 54; Boll et al. 2014a). Das bedeutet, dass Erholungsgebiete und -landschaften neben ihrem reinen Nutzwert einen symbolischen Wert haben, der unabhängig von der Häufigkeit der Nutzung des Erholungsgebietes ist. Es gibt sowohl Gebiete, die selten genutzt werden und eine hohe symbolische Bedeutung für die Bevölkerung haben, als auch Gebiete, die häufig genutzt werden und keine besondere Bedeutung haben. Für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen in Erholungsgebieten bedeutet das, dass vor Ort nicht nur untersucht werden muss, wie stark ein Gebiet genutzt wird, sondern auch, wie hoch die Wertschätzung für ein Erholungsgebiet ist. Bei einer hohen Wertschätzung eines Gebietes muss festgestellt werden, welche landschaftsästhetischen Kriterien die Wertschätzung beeinflussen und wie sich der Anbau von Kurzumtriebsplantagen darauf auswirkt.

In Bezug auf die Eigenschaften der Erholungsgebiete war (die subjektiv wahrgenommene) Naturnähe das Kriterium, das den stärksten Zusammenhang mit der Präferenz für bestimmte Erholungsgebiete

aufwies. Insgesamt waren den Befragten die Kriterien Vielfalt, Einzigartigkeit und Naturnähe der Landschaft deutlich wichtiger als die infrastrukturbezogenen Kriterien Erreichbarkeit und Ausstattung des Erholungsgebietes mit Serviceeinrichtungen. Das bedeutet, dass das Landschaftsbild die Erholungspräferenzen und -nutzungen am stärksten beeinflusst und folglich Landschafts- und Landnutzungsänderungen den stärksten Einfluss auf die Erholungseignung eines Gebietes haben. Da die Befragten nur nach dem wichtigsten Kriterium befragt wurden, konnte die Befragung nicht klären, welche Bedeutung die anderen Kriterien im Vergleich mit dem jeweils wichtigsten Kriterium haben. Andere Befragungen ermittelten eine stärkere Bedeutung der Erreichbarkeit und eine geringere Bedeutung des Landschaftsbildes (vgl. Vries und Boer 2008). Die Ergebnisse müssen im Hinblick auf die räumlichen Gegebenheiten interpretiert und angepasst werden. In Hamburg, als einer relativ gut mit Grünflächen ausgestatteten Großstadt mit guter Anbindung an attraktive Erholungsgebiete im Umland, könnte die Bevölkerung relativ hohe Ansprüche an die Erholungslandschaften haben. Möglicherweise wird eine gute Erreichbarkeit als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt und die Erfüllung höherer ästhetischer Bedürfnisse erwartet (vgl. Maslow und Kruntorad 2010). In weniger gut ausgestatteten und angebundnen Städten könnte der Erreichbarkeit von Erholungsgebieten eine deutlich höhere Bedeutung zukommen. Hier muss die Erreichbarkeit einer Landschaft als Mindestvoraussetzung erfüllt werden, um sich überhaupt in der Landschaft erholen zu können (vgl. Maslow und Kruntorad 2010).

### **6.3 Bereitschaft von Landwirten zur Umsetzung von Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen**

Als praxisrelevante Fragestellung sollte untersucht werden, wie Stakeholder den Anbau von Kurzumtriebsplantagen beurteilen und welche Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen präferiert werden (Forschungsfrage 4). Landwirte waren eher bereit, Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen durchzuführen, wenn diese sich in die Betriebsabläufe integrieren lassen. Dazu gehört z. B. die Ernte in unterschiedlichen Jahren auf großen Schlägen und der Verzicht nebeneinanderliegende Schläge mit Kurzumtriebsplantagen zu bepflanzen, sondern im Wechsel mit anderen Ackerkulturen. Insgesamt deuten die geringen Unterschiede bei der Bewertung der Maßnahmen und die Tendenz zu einer mittleren Bewertung der Maßnahmen auf eine gewisse Zurückhaltung der Akteure bei der Beurteilung hin, die möglicherweise in einem nicht ausreichenden Wissen über den KUP-Anbau begründet ist. Während bei einer hohen Bereitschaft zur Durchführung der landschaftsästhetischen Maßnahmen durch Informationsarbeit versucht werden kann, Landwirte auf freiwilliger Basis von den Vorteilen der Maßnahme zu überzeugen, ist bei Maßnahmen mit geringer Umsetzungsbereitschaft bei Landwirten davon auszugehen, dass diese mit finanziellen Anreizen attraktiver gemacht werden müssen.



Durch die höhere Bereitschaft der Landwirte unterschiedliche Umtriebszeiten einzuhalten und nicht mehrere nebeneinanderliegende Schläge mit Kurzumtriebsplantagen zu bepflanzen, sondern im räumlichen Wechsel mit anderen Ackerkulturen, kann der Strukturreichtum je nach Landschaftstyp erhalten bzw. erhöht werden. Durch beide Maßnahmen kann verhindert werden, dass große und monotone Blöcke von Kurzumtriebsplantagen entstehen, die sich negativ auf die Vielfalt und den Erlebniswert der Landschaft auswirken (vgl. Roth 2012; Roser 2011). Die Bewirtschaftung einer Kurzumtriebsplantage mittels unterschiedlicher Umtriebszeiten auf großen Schlägen und die Gewährleistung einer mosaikartigen Schlagstruktur zwischen Kurzumtriebsplantagen und annuellen Ackerkulturen sind insbesondere für das Erleben der gesamten Landschaft von Bedeutung wie z. B. bei einem Spaziergang durch die Landschaft (vgl. Wöbse 2003; ETSU 2000).

Der Naheindruck von Kurzumtriebsplantagen wird insbesondere von Maßnahmen beeinflusst, die sich im Randbereich und damit im direkten Wahrnehmungsbereich der einzelnen Kurzumtriebsplantage abspielen. Dazu gehören Maßnahmen wie Abstand zwischen Kurzumtriebsplantagen und Weg einhalten, Blühstreifen oder Heckenstreifen zwischen Kurzumtriebsplantagen und Weg anlegen oder die Ränder von Kurzumtriebsplantagen mit heckentypischen Gehölzen bepflanzen. Die Bereitschaft zur Umsetzung von Maßnahmen für den Nahbereich war in der Befragung insgesamt relativ gering. Daher scheint für Maßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen eine zusätzliche finanzielle Förderung notwendig. Interessanterweise haben Landwirte, die schon Kurzumtriebsplantagen anbauen, die höchste Bereitschaft Maßnahmen im Nahbereich durchzuführen (Blüh- und Heckenstreifen anlegen, Abstand zu Wegen einhalten). Da KUP-Landwirte sich im Vorfeld mit dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen beschäftigt haben, sind ihnen in der Regel die Fördermöglichkeiten und deren Kombinationsmöglichkeit mit dem KUP-Anbau bekannt. Die abgefragten Maßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen können z. B. in vielen Fällen im Rahmen von Agrarumweltprogrammen finanziell gefördert werden (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013).

Neben der direkten Fördermöglichkeit einiger Maßnahmen, gibt es auch landschaftsästhetische Maßnahmen, die aus ökonomischer Sicht für den Landwirt vorteilhaft sind bzw. können bei guter Planung der Maßnahmen betriebswirtschaftliche Erfordernisse berücksichtigt werden (Zimmermann und Schweinle 2015). Eine bedarfsgerechte Erntemenge an Kurzumtriebsplantagen kann zum Beispiel so auf die Schläge verteilt werden, dass unterschiedliche Umtriebszeiten eingehalten werden bzw. große Schläge nicht in einem Jahr komplett beerntet werden. Die Maßnahmen, die im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen durchgeführt werden, können auf das Vorgewende gelegt werden, das ohnehin aus bewirtschaftungstechnischen Gründen nicht bestockt werden kann. Da die Vorgewende etwa 10 - 15 % einer Kurzumtriebsplantage in Anspruch nehmen (DLG 2012), ist ausreichend Platz für die Maßnahmen vorhanden.

In der Stakeholderbefragung gaben die Akteure an, dass sie die Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen in der Bevölkerung deutlich negativer einschätzen. Das zeigt, dass die Akteure ein ausgeprägtes Problembewusstsein für die Ausbringung neuer Kulturarten in die Landschaft und die dadurch hervorgerufenen Landschaftsveränderungen haben. Dieses Problembewusstsein bei allen Akteuren sollte dazu genutzt werden, um mit sinnvollen und effizient umsetzbaren Maßnahmen zukünftige Landschaftsveränderungen so zu gestalten, dass die landschaftsästhetischen Qualitäten von Agrarlandschaften erhalten oder weiterentwickelt werden. Landwirte, die selbst Kurzumtriebsplantagen anbauen, schätzten die landschaftsästhetische Beurteilung von KUP in der Bevölkerung interessanterweise deutlich positiver ein. Das deutet darauf hin, dass die befürchteten negativen Auswirkungen des KUP-Anbaus in der Realität nicht eintreten. Es ist davon auszugehen, dass die Landwirte, die Kurzumtriebsplantagen anbauen, schon einschlägige Erfahrungen gesammelt haben, wie die Bevölkerung auf Kurzumtriebsplantagen reagiert (vgl. Peters 2012).

Für die tatsächliche Umsetzung der Maßnahme, die Ränder von Kurzumtriebsplantagen mit hecken-typischen Gehölzen zu bepflanzen, müssten derzeit geltende Vorschriften geändert werden. Momentan ist nur der Anbau von bestimmten Gehölzarten in Kurzumtriebsplantagen erlaubt, wenn die Beihilfefähigkeit nach Betriebsprämienregelung erhalten werden soll (Verordnung (EU) Nr. 1307/2013). Unter den erlaubten Arten fehlen fast alle typischen und naturschutzfachlich wertvollen heimischen Heckengehölze (Anlage 1 zu §§ 3 und 30 Absatz 1 DirektZahlDurchfV). Diese rechtlichen Hindernisse könnten, je nachdem ob die Rechtslage den Befragten bekannt war, dazu beigetragen haben, dass die Bereitschaft in der Landwirtschaft zur Umsetzung dieser Maßnahme von allen Maßnahmen am schlechtesten war. Da diese Maßnahme sowohl aus naturschutzfachlicher Sicht (BfN 2010; DBU 2010) als auch aus landschaftsästhetischer Sicht (siehe Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a) sehr positive Auswirkungen hat, sollten die rechtlichen Hindernisse, die einer Umsetzung entgegenstehen, abgeschafft werden. Zusätzlich wären Praxisbeispiele wichtig, die zeigen, wie Heckenstreifen in die Betriebsabläufe der Pflanz- und Ernteverfahren erfolgreich integriert werden können (NABU und Bosch & Partner 2015). Für die Pflanzung von heckentypischen Gehölzen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen würde es genügen, die zulässigen Arten für KUP auf 10-20 % der Fläche nicht einzuschränken.

#### **6.4 Landschaftsästhetische Präferenzen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen und regionale Präferenzentwicklungen**

In diesem Kapitel wird die Fragestellung behandelt, inwieweit sich landschaftsästhetische Präferenzen und die Beurteilung des KUP-Anbaus zwischen einzelnen Personengruppen unterscheiden (Forschungsfrage 1c). Da der Anbau von Kurzumtriebsplantagen als neue Landnutzungsform noch am Anfang steht und bevölkerungsgruppenbezogene und regionale Unterschiede möglicherweise noch

nicht feststellbar sind, beinhaltet die Diskussion mögliche zukünftige Entwicklungen und Vergleiche mit anderen Landnutzungen.

#### **6.4.1 Landschaftsästhetische Präferenzen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen**

In den Befragungen wurden die sozio-demografischen Faktoren Alter, Geschlecht, Bildungslevel und in der Stakeholderbefragung zusätzlich der berufliche Hintergrund aufgenommen. In der Befragung in Hamburg war der einzige sozio-demografische Einflussfaktor das Alter der Befragten (vgl. Kapitel 5.2, Seite 54; Boll et al. 2014a). Älteren Befragten war die landschaftsbezogene Erholung außerhalb der Stadt deutlich wichtiger als Jüngeren, während die landschaftsbezogene Erholung innerhalb der Stadt unabhängig vom Alter und für alle Altersgruppen sehr wichtig war. Die Beurteilungen von Landschaftsveränderungen unterschieden sich nicht zwischen den untersuchten Bevölkerungsgruppen (vgl. Kapitel 5.3, Seite 72; Boll et al. 2014b). Da in der Befragung nur die städtische Bevölkerung untersucht wurde, könnten sich die Erholungspräferenzen zwischen städtischer und ländlicher Bevölkerung allerdings unterscheiden. In einer Befragung von Hunziker (2010) wurden z. B. visualisierte Szenarien von zukünftigen Landschaftsveränderungen in den Schweizer Alpen unterschiedlich zwischen Experten, einheimischer ländlicher Bevölkerung und Touristen beurteilt.

Auch in Bezug auf unterschiedliche Formen der ruhigen und intensiven Erholungsnutzung, die in der Befragung in Hamburg nicht untersucht wurden, könnten sich die Erholungspräferenzen zwischen einzelnen Nutzergruppen unterscheiden. In der Befragung in Hamburg lag der Fokus auf der ruhigen Erholung, bei der die Qualität des Landschaftsbildes von größerer Bedeutung ist als bei der intensiven Erholungsnutzung (Ammer und Pröbstl 1991; Boll et al. 2016). In der Befragung wurde nicht zwischen unterschiedlichen ruhigen Erholungsarten wie z. B. Spazieren gehen, Fahrrad fahren und Reiten unterschieden, da eine vergleichbar hohe Bedeutung des Landschaftsbildes für diese Erholungsarten angenommen wurde (vgl. Wöbse 2003). Anders könnte es sich bei den Präferenzen Erholungssuchender verhalten, die intensive Erholungsaktivitäten in Form bestimmter Sportarten durchführen. Insbesondere bei infrastrukturabhängigen Sportarten zeigen Befragungen eine deutlich höhere Wertschätzung von vorhandener Infrastruktur und eine geringere Bedeutung des Landschaftsbildes (Mann und Schraml 2008; Ammer & Pröbstl 1991).

Bei konkreten Erholungsplanungen sollten die Erholungspräferenzen von unterschiedlichen Nutzergruppen berücksichtigt werden (Ammer und Pröbstl 1991). Das ist insbesondere für Erholungsgebiete relevant, in denen neben der ruhigen Erholung auch intensive Erholungsaktivitäten stattfinden oder geplant sind und sich dadurch Konflikte zwischen einzelnen Nutzergruppen ergeben können (Mann und Schraml 2008; Ammer & Pröbstl 1991). Da sich in der Visualisierungsbefragung zeigte, dass sich die konkreten landschaftsästhetischen Präferenzen in Bezug auf den KUP-Anbau zwischen den untersuchten Nutzergruppen kaum unterscheiden, sind diese in der Regel für den KUP-Anbau nicht planungsrelevant. In Bezug auf konkrete intensive Erholungsnutzungen, die offene Flächen

benötigen, wie z. B. beim Drachensteigen oder Modellflugzeug fliegen lassen, könnte der Anbau von KUP im Einzelfall störend sein.

In der Stakeholderbefragung mit einer Stichprobe aus unterschiedlichen Berufsgruppen wurde als Haupteinflussfaktor der fachliche Berufs- und Bildungshintergrund festgestellt. Landwirte, als Personen mit großem praktischen Wissen in der Landnutzung, deren berufliche Existenz vom erfolgreichen Anbau von Nutzpflanzen abhängt, bewerteten die landschaftsästhetischen Auswirkungen aller Ackerkulturen bis auf Kurzumtriebsplantagen signifikant positiver als Behördenvertreter und Wissenschaftler, die einen stärkeren wissenschaftlichen oder naturschutzfachlichen Hintergrund haben (Kapitel 5.6, Seite 147; Boll et al. 2015b). In der Literatur wird bei Landschaftsbildbewertungen häufig zwischen Experten und Laien differenziert (vgl. Hunziker 2000). Durch den fachlichen Hintergrund und das Verständnis von Landschaftsprozessen und -nutzungen bei Experten wird die Beurteilung des Landschaftsbildes nicht ausschließlich durch rein subjektive ästhetische Präferenzen, sondern auch durch andere Kriterien, wie z. B. naturschutzfachliche Präferenzen beeinflusst (Dramstad et al. 2006). Die subjektiven ästhetischen Kriterien werden gewissermaßen durch objektivere (z. B. wirtschaftliche oder naturschutzfachliche) Kriterien überlagert. Experten präferieren z. B. nach der Komplexitätstheorie von Ipsen (2006) ein höheres Maß an Komplexität aufgrund einer höheren Komplexitätsinterpretationsfähigkeit. Auch nach Kühne (2008) unterscheiden sich die Präferenzen zwischen Landschaftsexperten und Landschaftslaien. So werden viele Landschaften, die von Landschaftslaien als attraktiv wahrgenommen werden, von Landschaftsexperten als zu strukturarm bewertet, da Fachleute eine höhere Komplexität und Vielfalt in der Landschaft präferieren, um ihr Informationsbedürfnis zu befriedigen (vgl. Kühne 2008; Ipsen 2006). In Bezug auf Kurzumtriebsplantagen ist vielen Laien nicht bewusst, dass es sich um eine landwirtschaftliche Nutzung und ein neues Landschaftselement handelt (Matros und Lohrberg 2016). Vielfach werden Kurzumtriebsplantagen als Aufforstung interpretiert, an die andere persönliche Erfahrungen und Präferenzen geknüpft sind, die sich wiederum auf das landschaftsästhetische Erlebnis auswirken (siehe Kapitel 3.4, Seite 244; Matros und Lohrberg 2016).

In Bezug auf Kurzumtriebsplantagen kann einerseits das Wissen über positiv beurteilte Eigenschaften wie eine höhere Extensivität, höhere Biodiversität, positivere Energiebilanz, bessere Sickerwasserqualität und besserer Erosionsschutz im Vergleich mit annualen Ackerkulturen zu einer positiveren ästhetischen Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen führen (vgl. Appleton 1996). Andererseits können negativ beurteilte Eigenschaften von Kurzumtriebsplantagen wie die Konkurrenz mit dem Nahrungsmittelanbau oder die geringe Wirtschaftlichkeit gegenüber anderen Ackerkulturen zu einer negativeren ästhetischen Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen führen. Da sowohl die Verwertung des Endproduktes je nach stofflicher oder energetischer Verwertung, die Bewirtschaftungsform von kurzen über mittlere bis zu langen Umtrieben, als auch die Flächenauswahl von produktiven

Ackerstandorten (mit Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau) über Rekultivierungsflächen bis zu naturschutzfachlich hochwertigen Brachen beim KUP-Anbau sehr unterschiedlich ausfallen können (vgl. Kröber et al. 2015; Zimmermann und Schweinle 2015; Bemann und Knust 2010), ist mit einer stark individuellen Beurteilung von Kurzumtriebsplantagen je nach Vorwissen, individueller Betrachtungsweise und persönlichen Einstellungen zu rechnen. In der Stakeholderbefragung ließen sich allerdings keine signifikanten Unterschiede in der landschaftsästhetischen Beurteilung des Anbaus von KUP zwischen einzelnen Berufsgruppen feststellen, obwohl eine Tendenz, dass Landwirte KUP negativer beurteilen als Wissenschaftler und Behördenvertreter, feststellbar war. Eine Zunahme des Wissens über den Anbau von KUP könnte zu einer Ausdifferenzierung der Beurteilung von KUP in unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen führen.

Zwischen Gruppen mit unterschiedlichen Bildungsniveaus wurden keine unterschiedlichen landschaftsästhetischen Präferenzen festgestellt. Daher werden durch die für die Gesamtbevölkerung nicht repräsentative Zusammensetzung der Stichproben in Bezug auf das Bildungsniveau keine Verzerrungen der Ergebnisse zu den landschaftsästhetischen Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen angenommen. In anderen milieu-spezifischen qualitativen Untersuchungen werden teilweise unterschiedliche Präferenzen und Wahrnehmungen nach Bildungsschichten festgestellt. Ergebnisse zur Wahrnehmung des Waldes von Braun (2000) zeigten z. B., dass Personen mit niedriger Bildung Zeichen von zivilisatorischer Ordnung im Wald begrüßten, während Personen mit höherer Bildung Wildnis im Wald präferierten. Diese Ergebnisse lassen auf unterschiedliche Naturverständnisse und Definitionen von Naturnähe schließen. In der Befragung in Hamburg konnte nur eine einheitlich hohe Bedeutung von Naturnähe nachweisen werden, aber nicht, inwieweit sich das jeweilige Verständnis von Naturnähe zwischen einzelnen Bevölkerungsgruppen unterscheidet. Unterschiede im Verständnis von Naturnähe zwischen der Gesamtbevölkerung und einer expertenbasierten Definition werden dadurch deutlich, dass die Naturnähe in allen Erholungsgebieten von der Bevölkerung als hoch beurteilt wurde, während eine expertenbasierte Einschätzung der Landnutzung in den Erholungsgebieten starke Unterschiede in der Intensität des menschlichen Einflusses feststellen würde (vgl. Kowarik 1988). In Bezug auf Kurzumtriebsplantagen könnte das bedeuten, dass KUP von der Mehrheit der Bevölkerung als naturnahe Landnutzung wahrgenommen werden (vgl. Matros und Lohrberg 2016).

#### **6.4.2 Beurteilung der Nützlichkeit**

Die Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen als neuem Landschaftselement unterliegt bei den meisten Menschen noch keinen gefestigten Präferenzmustern. Diese werden sich zukünftig bei einem verstärkten Anbau von Kurzumtriebsplantagen herausbilden und die angeborenen, unbeeinflussten biologischen Präferenzmuster ergänzen, da kulturelle und individuelle Faktoren einen starken Einfluss auf die Landschaftswahrnehmung haben (siehe Kapitel 3.4, Seite 244; vgl. Jacobs 2011). Diese kulturellen Einflussfaktoren können sich durch die Interaktion von Menschen mit der Land-

schaft in bestimmten Regionen (siehe Kapitel 6.4.3) oder in unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen herausbilden. Je stärker das Wissen über Kurzumtriebsplantagen in der Bevölkerung ansteigt, desto mehr positive oder negative Assoziationen werden beim Anblick einer Kurzumtriebsplantage hergestellt, die bewusst oder unbewusst das Landschaftserleben beeinflussen. Diese fundamentalen Bewertungsschemata beruhen auf psychologischen Zusammenhängen, da es kein isoliertes Schönheitszentrum im Gehirn gibt (Feagin und Maynard 1997). Vielmehr wirken verschiedene Hirnareale am Schönheitsempfinden mit, wie z. B. das ‚Belohnungssystem‘, das in emotionale Lernprozesse eingebunden ist. Diese psychologischen Zusammenhänge erklären auch die positivere Beurteilung von landwirtschaftlichen Kulturen durch Landwirte als eine wirtschaftlich direkt vom Anbau von Nutzpflanzen abhängige Bevölkerungsgruppe, in deren landschaftsästhetische Bewertung das Kriterium Nützlichkeit besonders stark einfließt, wobei Nützlichkeit sowohl den persönlichen Nutzen als auch den gesellschaftlichen Nutzen in Bezug auf eine hohe Produktivität des Anbausystems umfasst (vgl. Schüpbach et al. 2009). Aufgrund der aktuell geringen Bekanntheit von Kurzumtriebsplantagen in der Bevölkerung können die Wenigsten KUP in Bezug auf ihren Nutzen beurteilen; d. h. die landschaftsästhetische Beurteilung wird nur schwach durch andere Kriterien überlagert. Das könnte sich bei einer Ausweitung und zunehmenden Bekanntheit des KUP-Anbaus allerdings ändern.

Da die Landnutzung durch Bioenergie allgemein sehr umstritten ist, hat das Kriterium Nützlichkeit eine besondere Relevanz. Die persönliche Einstellung zu Bioenergie überlagert bei den meisten Menschen bewusst oder unbewusst auch die landschaftsästhetische Beurteilung (Griesen 2010). Neben den Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf den Naturhaushalt auf lokaler oder regionaler Ebene ist bei der Beurteilung auch die globale Komponente von Bedeutung. Beispielsweise steht der Anbau von Energiepflanzen in Konkurrenz mit dem Anbau von Nahrungsmitteln, was in der ‚Tank-Teller Debatte‘ als Grund für Nahrungsmittelknappheiten diskutiert wird (Inderwildi und King 2009). In weiten Teilen der Bevölkerung hat der Anbau von Energiepflanzen einen schlechten Ruf, da ihm (indirekte) Landnutzungswechsel wie Rodung von tropischen Wäldern zur Gewinnung von landwirtschaftlichen Produktionsflächen und Enteignungen von Kleinbauern zugeschrieben werden (Finkbeiner 2013; AEE 2012).

Ein Beispiel für den Einfluss der Nützlichkeit bzw. des persönlichen oder gesellschaftlichen Nutzens ist die Windenergienutzung. Auch wenn vielfach die negativen landschaftsästhetischen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild festgestellt wurden (Nohl 1993; Menzel 1997; Ratzbor 2011), kann durch eine (finanzielle) Bürgerbeteiligung an Windparks insgesamt eine hohe Akzeptanz geschaffen werden (Rau et al. 2011). Auch durch höhere Steuereinnahmen der Gemeinden können Bürger von den Windenergieanlagen indirekt profitieren, indem die Gemeinden höhere Investitionen für die Bürger tätigen oder indem sie Kommunalabgaben senken (MWKEL 2013). Je höher der persönliche Nutzen ist, desto höher ist die Akzeptanz der Windenergieanlagen vor Ort. Die

Beurteilung des Nutzens und die Akzeptanz von Landnutzungen beeinflusst auch immer – bewusst oder unbewusst – die landschaftsästhetische Beurteilung, da die einzelnen Kriterien nicht getrennt voneinander betrachtet werden können und sich gegenseitig beeinflussen.

Im Vergleich mit den (landschaftsästhetischen) Auswirkungen des Maisanbaus und von Windenergieanlagen ist die Diskussion um die (landschaftsästhetischen) Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen nicht so emotional und ideologisch aufgeladen. Das liegt zum einen daran, dass der Anbau von Kurzumtriebsplantagen mit einer Anbaufläche von deutschlandweit ca. 6.000 ha (im Vergleich zum Maisanbau mit über 2,5 Mio. ha; DMK 2015) bisher in keiner Region landschaftsbildprägende Ausmaße angenommen hat. Zum anderen ist auch bei einer angenommenen Ausweitung des KUP-Anbaus sowohl von Seiten der Befürworter als auch von Seiten der Gegner nicht mit einer so starken emotionalen Aufladung der Diskussion zu rechnen. Im Gegensatz zum KUP-Anbau ist bei der Windenergienutzung die technische Überformung der Landschaft und der Verlust der Maßstäblichkeit von Bedeutung (Nohl 1993). Beim Maisanbau steht im Gegensatz zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen die als nicht nachhaltig wahrgenommene Landnutzung (verstärkte Erosion, Dünge- und Pflanzenschutzmittelgabe) im Fokus der Kritik. Die landschaftsästhetische Wahrnehmung von Kurzumtriebsplantagen hingegen könnte aufgrund der vielen positiven Eigenschaften (Kapitel 3.1, Seite 8) als eine besonders nachhaltige Bewirtschaftungsform mit positiven Wirkungen auf die Biodiversität positiv überlagert werden.

### **6.4.3 Regionale Präferenzunterschiede**

Das Kriterium Herkunft der Befragten hatte interessanterweise keinen signifikanten Einfluss auf die Beurteilung von Landschaftsveränderungen in unterschiedlichen Landschaften. So ergaben sich in der deutschlandweiten Befragung mit den 3D-Visualisierungen keine regionalen Unterschiede bei der landschaftsästhetischen Beurteilung des KUP-Anbaus aufgrund der Herkunft der Befragten aus unterschiedlichen ‚Heimatlandschaften‘. Auch wenn die Befragung nicht auf die Untersuchung regionaler Beurteilungsunterschiede je nach Herkunft der Befragten ausgelegt war, da nur nord- und ostdeutsche Landschaftstypen berücksichtigt wurden und nicht auf eine regional gleichverteilte Stichprobe geachtet wurde, hätte die Auswertung nach Herkunft der Befragten aufgrund der großen Stichprobe regionale Unterschiede aufdecken können. Da die Teilnehmer der Befragung aus allen Teilen Deutschland kamen, verbinden sie je nachdem in welcher Landschaft sie wohnen, unterschiedlich starke Heimatgefühle mit den untersuchten Landschaftstypen (vgl. Franke 2008). Die signifikant unterschiedliche Empfindlichkeit der fünf Landschaftstypen gegenüber dem KUP-Anbau wird also von den Befragten unabhängig von deren Herkunft gleich beurteilt.

Regionale Unterschiede zwischen Personengruppen könnten sich allerdings entwickeln, wenn der KUP-Anbau in größerem Umfang stattfindet und sich regional konzentriert. Durch eine regionale Konzentration würde sich auch das Wissen über Kurzumtriebsplantagen ausdifferenzieren. In Regio-

nen mit vielen Kurzumtriebsplantagen wäre mehr Wissen über diese Kultur zu erwarten, da die Bevölkerung direkt mit dem Anbau konfrontiert wäre als in Regionen, in denen keine Kurzumtriebsplantagen angebaut würden. Dieses Wissen über Kurzumtriebsplantagen könnte wiederum die (landschaftsästhetische) Beurteilung von KUP beeinflussen bzw. überlagern (vgl. Kapitel 0, Seite 215).

Ein Beispiel für die Auswirkungen einer regionalen Konzentration stellt der Maisanbau dar, der in Deutschland aufgrund finanzieller Förderungen im Rahmen des EEG stark zugenommen hat (FNR 2014). Auch wenn nicht systematisch empirisch untersucht, ist anzunehmen, dass bei einer starken Ausbreitung und regionalen Konzentration einer Kulturart Änderungen der landschaftsästhetischen Beurteilung und regionale Beurteilungsunterschiede auftreten können (Griesen 2010). In Deutschland wird der Maisanbau mittlerweile sehr negativ beurteilt (vgl. Haber 2014). Deutlich wird das z. B. an den vielen Bürgerinitiativen, die sich gegen den Maisanbau richten (vgl. Stechmesser 2011) und anhand der Stakeholderbefragung, in der Mais aus landschaftsästhetischer Sicht mit Abstand am negativsten beurteilt wurde (Kapitel 5.6, Seite 147; Boll et al. 2015b).

Dass Mais nicht pauschal als ästhetisch negativ beurteilt werden kann, zeigt eine Befragung von Schüpbach et al. (2009) in der Schweiz. Hier wird der Anbau von Mais im Mittel über das Jahr von Befragten aus der Schweizer Bevölkerung positiver bewertet als andere Ackerkulturen wie Raps, Rüben und Wintergetreide und sogar positiver als intensiv genutzte Wiesen. Die landschaftsästhetischen Bewertungen von landwirtschaftlichen Kulturen sind also abhängig vom landschaftlichen und kulturellen Kontext, in dem sie bewertet werden. In der Schweiz gibt es im Gegensatz zu Deutschland keine Regionen mit Mais-Monokulturen und einen deutlich höheren Grünlandanteil an der landwirtschaftlichen Fläche (BfS 2015). Auch wenn ein direkter Vergleich zwischen der Stakeholderbefragung und der Befragung in der Schweiz nicht möglich ist, zeigt sich, dass weit verbreitete Ackerkulturen tendenziell negativer bewertet werden (intensiv genutztes Grünland in der Schweiz, Mais in Deutschland) und seltene Kulturen positiver (Mais in der Schweiz, Grünland in Deutschland). Deutlich negativere ästhetische Wirkungen beim Maisanbau im Vergleich zu anderen annualen Ackerkulturen ergeben sich demnach erst durch einen großflächigen Anbau (vgl. Haber 2014; Roser 2011). In Deutschland hat sich vermutlich ein besonders starkes Negativ-Image des Mais entwickelt, das die ästhetische Beurteilung stark überlagert (vgl. Haber 2014). Das Negativ-Image des Mais, das sich gut in den Schlagwörtern ‚Vermaisung‘ der Landschaft und ‚Maiswüste‘ widerspiegelt, hat sich auch durch Bürgerinitiativen in den stark vom Maisanbau betroffenen Regionen und durch die Berichterstattung in den Medien verstärkt und verbreitet (Stechmesser 2011). Es ist daher möglich, dass sich ein negatives Image einer Ackerkultur in andere Regionen verbreitet, in denen unter objektiven Gesichtspunkten positive Wirkungen auf das Landschaftsbild zu erwarten wären, wie z. B. eine Bereicherung der Fruchtfolge (vgl. Albert et al. 2016).



## **6.5 Eignung der verwendeten Befragungsmethoden und der Bewertungsmethode in der Software MANUELA**

Während der Dissertation wurden zur Beantwortung der Forschungsfragen drei quantitative Befragungen durchgeführt, bei denen in der Befragung in Hamburg und in der Visualisierungsbefragung methodische Besonderheiten zum Einsatz kamen, für die keine vergleichbaren Befragungen in der Literatur vorliegen. In der Vor-Ort-Befragung in Hamburg wurden potenzielle Landschaftsveränderungen in bekannten Landschaften ohne Bildunterstützung abgefragt, sodass die Befragten auf das in ihrer Erinnerung abgespeicherte Bild der Landschaft zurückgreifen mussten (Unterkapitel 6.5.1). In der Onlinebefragung wurden 3D-Visualisierungen von unterschiedlichen Szenarien des KUP-Anbaus verwendet, bei deren Beurteilung die Befragten eine Übertragungsleistung von der verwendeten Vogelperspektive auf die erholungsrelevante Fußgängerperspektive erbringen mussten (Unterkapitel 6.5.2). Da in der Online-Stakeholderbefragung keine methodischen Besonderheiten zum Einsatz kamen, wird deren Methodik nicht separat diskutiert, sondern nur im entsprechenden Artikel erläutert (Kapitel 5.6, Seite 147; Boll et al. 2015b). In dem Unterkapitel zur Software MANUELA (Unterkapitel 6.5.3) wird die Eignung und die Validität der entwickelten nutzerunabhängigen Methode zur Bewertung der landschaftsästhetischen Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen diskutiert und Weiterentwicklungsbedarf aufgezeigt (Forschungsfrage 3).

### **6.5.1 Eignung von Befragungen zu Landschaftsveränderungen ohne Bildunterstützung**

Obwohl vor der Befragung in Hamburg nicht ganz klar war, ob die Befragten unterschiedliche Landschaftsveränderungen für ein bestimmtes Erholungsgebiet ohne Unterstützung von Visualisierungen der Landschaft nur auf Grundlage ihrer Erinnerung beurteilen können, zeigte sich, dass fast alle Befragten mit der Beurteilung ihres favorisierten Erholungsgebietes keine Probleme hatten (siehe Kapitel 5.3, Seite 72; Boll et al. 2014b). Die gedankliche Vorstellung einer Landschaft kann allerdings nicht so detailliert wie das Erlebnis in der Realität sein. Erinnerungen können selektiv sein und durch gedankliche Verknüpfungen verzerrt werden (Koukkou et al. 1998). Daher ist bei einer Befragung ohne die Verwendung von Bildern davon auszugehen, dass eine Beurteilung von Landschaftsveränderungen nicht alle tatsächlich in der Landschaft vorhandenen Details berücksichtigen kann.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor bei dieser Vorgehensweise ist, dass nicht kontrolliert werden kann, was die Befragten sich bei der Nennung des Erholungsgebietes vorstellen (vgl. Tuan 1977). Es ist also möglich, dass sich ein Befragter bei der Lüneburger Heide nur die reinen Heideflächen vorstellt, während ein anderer auch Waldflächen im Kopf hat. Da die vier ausgewählten Erholungsgebiete sehr unterschiedlich in ihrem Landschaftscharakter sind, sind die kleinräumigen Unterschiede innerhalb der Gebiete nicht so stark ausgeprägt wie die Unterschiede zwischen den Gebieten. Das deutlichste Zeichen, dass sich die Befragten ein in sich konsistentes mentales Bild einer Erholungslandschaft vor-

stellen, ist die Tatsache, dass die meisten Landschaftsveränderungen signifikant unterschiedlich zwischen den einzelnen Gebieten beurteilt werden. Eine Beurteilung erfolgte nicht nur in Bezug auf die Präferenz für oder gegen eine Landschaftsveränderung, sondern abhängig vom individuellen Landschaftscharakter der Erholungsgebiete.

Eine Darstellung ganzer Erholungslandschaften in einer Visualisierung ist nur schwierig darstellbar und führt zu methodischen Problemen, da eine unrealistische Perspektive eingenommen werden muss, um große Landschaftsausschnitte darzustellen (vgl. Warren-Kretzschmar 2011). Für eine Befragung auf einer hohen räumlichen Ebene ganzer Erholungslandschaften, die gleichzeitig einen hohen Bekanntheitsgrad haben, kann ein methodischer Ansatz ohne Bildunterstützung wie in der Befragung in Hamburg angewendet werden (siehe Kapitel 5.3, Seite 72; vgl. Kühne 2006). Bei unbekanntem Landschaftscharakter schließt sich dieser Ansatz aus und man ist auf eine Bildunterstützung angewiesen (vgl. Warren-Kretzschmar 2011). Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse der Befragung nur auf einer hohen räumlichen Ebene gültig sind und nicht direkt auf andere kleinräumigere Skalenebenen wie unterschiedlich ausgeprägte Teilbereiche innerhalb der Erholungsgebiete übertragen werden können.

Ein Beispiel für die Auswirkungen einer hohen Skalenebene ist die Beurteilung der Naturnähe in der Befragung, die für alle Erholungsgebiete positiv ausfiel, obwohl aus fachlicher Sicht deutliche Unterschiede der Naturnähe zwischen den Erholungsgebieten bestehen (vgl. Kowarik 1988). Einerseits könnte das Verständnis von Naturnähe in der Bevölkerung ein anderes als die fachliche Definition sein. Es ist wahrscheinlich, dass in großen Teilen der Bevölkerung eine Landschaft schon als naturnah wahrgenommen wird, sobald keine visuellen Beeinträchtigungen durch Infrastrukturen oder Gebäude vorhanden sind und die Landschaft ‚grün‘ ist, unabhängig von der Landnutzung, die auf der Fläche stattfindet (Boll et al. 2014a). Andererseits könnte auch die Befragungsmethode einen Einfluss auf die sehr positiven Beurteilungen der Naturnähe gehabt haben, da die Betrachtungsebene einer ganzen Erholungslandschaft nur pauschal bewertet werden konnte. Es ist also möglich, dass die Befragten zwischen mehr oder weniger naturnahen Bereichen innerhalb eines Erholungsgebietes differenzieren können. Befragungen auf einer kleinräumigeren Ebene mit Bildunterstützung zeigen z. B. differenziertere Beurteilungen von Naturnähe für unterschiedliche Landschaften. Lamb & Purcell (1990) zeigten in einer Befragung (n= 81), dass die Bewertung von Naturnähe von der Vegetationsstruktur abhängt und Ähnlichkeiten aber keine Übereinstimmung mit der ökologisch definierten Naturnähe bestehen.

### **6.5.2 Eignung von 3D-Visualisierungen in Online-Befragungen**

Zur Erstellung der Visualisierungen wurde die Software Biosphere 3D genutzt, die unter Verwendung von 3D-Pflanzenmodellen eine sehr fotorealistische und realitätsnahe 3D-Visualisierung ermöglicht. Als Grundlage für die 3D Visualisierungen der jeweiligen Szenarien dienten digitale Geländemodelle

und GIS-Daten zu Landnutzung und Biotoptypen (siehe Kapitel 4.2, Seite 36). Ein Vorteil der Verwendung von GIS-basierten Visualisierungen ist neben der schnellen und effizienten Erstellung unterschiedlicher Landnutzungsszenarien die einfache Kontrollierbarkeit sonstiger Einflussfaktoren bei zu vergleichenden Szenarien (Warren-Kretzschmar 2011). Das bedeutet, dass bis auf den zu untersuchenden Faktor alle anderen Einflussfaktoren unverändert bleiben. Die untersuchten Faktoren Landschaftstyp, Flächenanteil, Anbauform, Alter, Arten und Randgestaltung von Kurzumtriebsplantagen wurden jeweils einzeln verändert um eine Vergleichbarkeit mit dem Status quo und innerhalb der Landschaftstypen zu ermöglichen. Diesen in der statistischen Auswertung unabhängigen Variablen steht das wahrgenommene Landschaftsbild als abhängige Variable gegenüber (siehe Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a).

In der Befragung war die Verwendung möglichst fotorealistischer Visualisierungen wichtig, um die tatsächlichen Auswirkungen der Landschaftsveränderungen durch Kurzumtriebsplantagen für die Befragten zu veranschaulichen. Potenzielle Nachteile fotorealistischer Visualisierungen sind, dass die Befragten sich manipuliert fühlen können, da sie nicht zwischen Realität und Szenario unterscheiden können (Warren-Kretzschmar 2011). Dieses Problem merkte in diesem Fall keiner der Befragten an, vermutlich da der konkrete Untersuchungsgegenstand Kurzumtriebsplantage und das Ziel der Befragung im Vorfeld offen kommuniziert wurde und den Befragten bewusst war, dass es sich um fotorealistische Szenarien handelt.

Eine Alternative zu den 3D-Visualisierungen wären Fotomontagen auf Grundlage realer Bilder, die mit Bildbearbeitungssoftware für unterschiedliche Szenarien hergestellt werden können. Diese wären in Bezug auf die Realitätsnähe mindestens genauso gut (Warren-Kretzschmar 2011), allerdings ist der Arbeitsaufwand bei der Erstellung von sehr vielen Visualisierungen aufgrund der notwendigen individuellen Bearbeitung jeder Visualisierung höher als bei der automatisierten Zuordnung von Biotoptypen zu GIS-Grundlagendaten (Portman et al. 2015). Außerdem lässt die individuelle Bearbeitung von Fotomontagen Raum für ungewollte Einflussfaktoren durch den Bearbeiter (Warren-Kretzschmar 2011).

In der Befragung wurden Visualisierungen aus der Vogelperspektive in 15 m Höhe verwendet, die nicht der typischen Fußgängerperspektive entspricht, aus der Erholungssuchende die Landschaft in der Regel wahrnehmen (Boll et al. 2015a). Die Verwendung der Vogelperspektive war notwendig, um die Landschaftsstruktur und den Landschaftscharakter darstellen zu können, die sich erst auf der Landschaftsebene ausprägen. Für das kaum reliefierte nord- und ostdeutsche Tiefland sind einzelne unbewegte Bilder aus der Fußgängerperspektive nicht geeignet um einen ausreichenden Eindruck von der Landschaftsstruktur zu erlangen. Die in den Visualisierungen verwendete Höhe von 15 m ist für die Landschaftstypen des nord- und ostdeutschen Tiefland aber nicht unrealistisch, wenn man

vorhandene Höhen wie z. B. Endmoränen oder Aussichtstürme zugrunde legt, von denen Erholungssuchende die Landschaft erleben können.

In der Befragung wurde angenommen, dass die Befragten bei der Bewertung der Visualisierungen eine Übertragungsleistung erbringen, sodass die Beurteilungen der Visualisierungen aus der Vogelperspektive den Beurteilungen der gleichen Landschaft aus der erholungsrelevanten Fußgängerperspektive entsprechen (Boll et al. 2015a). Es kann angenommen werden, dass diese Übertragungsleistung je nach persönlicher Erfahrung und Vorstellungsvermögen unterschiedlich erfolgt (Warren-Kretzschmar 2011). Da in der Auswertung der Befragung nur relative Vergleiche innerhalb einer Perspektive gezogen und Vogel- und Fußgängerperspektiven in den statistischen Auswertungen getrennt nach den unterschiedlichen Fragestellungen ausgewertet wurden, sind mögliche Bewertungsunterschiede zwischen Vogel- und Fußgängerperspektive für die Beantwortung der Fragestellungen nicht relevant. Falls eine Verzerrung der Bewertung durch die ‚unrealistische‘ Vogelperspektive vorliegen sollte, ist anzunehmen, dass dieser Einfluss für alle untersuchten Vogelperspektiven gleich stark ist. Diese systematische Verzerrung beeinflusst nicht die untersuchten relativen Unterschiede zwischen den Landschaftstypen. Es kann also nicht ausgeschlossen werden, dass die Fußgängerperspektive bei der absoluten Bewertung besser oder schlechter abschneidet als die Vogelperspektive. Durch drei testweise in die Befragung eingestreute Vergleichsbilder aus der Fußgängerperspektive zu der Vogelperspektive ‚struktureiche Kulturlandschaft‘ für den gleichen Landschaftsausschnitt zeigte sich, dass die Beurteilung der Landschaft aus der Vogelperspektive um eine von zehn Wertstufen positiver ausfiel als die gemittelten Fußgängerperspektiven. Es ist anzunehmen, dass bei jeder Übertragung von Vogel- in Fußgängerperspektive diese systematische Verzerrung auftritt, und dass die relativen Unterschiede zwischen den untersuchten Landschaftstypen auch in der Fußgängerperspektive auf einem geringeren absoluten Niveau bestehen bleiben. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Landschaftstypen deutlich größer als die Unterschiede zwischen der Vogel- und der Fußgängerperspektive innerhalb eines Landschaftstyps.

Weitere Einflussfaktoren auf das Landschaftserleben wie z. B. Geräusche und Gerüche konnten in der Befragung nicht berücksichtigt werden. Es wird angenommen, dass die anderen Sinneseindrücke neben der visuellen Wahrnehmung eine untergeordnete Rolle bei den konkreten Auswirkungen des KUP-Anbaus einnehmen (vgl. Kapitel 3.3, Seite 19; Wöbse 2003). Neben anderen Sinneseindrücken wie dem Hör-, Geruchs- und Tastsinn, hat der Faktor Bewegung einen starken Einfluss auf das tatsächliche Landschaftserleben. Bei einem Spaziergang oder einer sonstigen Fortbewegung in der Landschaft ist eine Sichteinschränkung von Kurzumtriebsplantagen nur dann als negativ zu beurteilen, wenn sie zu lange andauert. Eine kurzzeitige Sichteinschränkung kann das Landschaftserleben durch eine Erhöhung der landschaftlichen Wahrnehmungsmöglichkeiten sogar positiv beeinflussen, da die Aufmerksamkeit abwechselnd von Fernsichten auf Nahbereiche gelenkt wird (Wöbse 2003).

Bei den Bewertungsergebnissen aus der Fußgängerperspektive, die nur einen kleinen Ausschnitt einer Landschaft zeigen, muss daher berücksichtigt werden, dass bei Planungen auf Landschaftsebene nicht pauschal nur die am positivsten bewertete Ausprägung von Kurzumtriebsplantagen zu bevorzugen ist, sondern die Vielfalt unterschiedlicher Ausprägungen zu einem insgesamt höherwertigen Landschaftsbild beiträgt. Beispielsweise wurde ein Abstand von 12 m der Kurzumtriebsplantagen vom Weg durchschnittlich am positivsten beurteilt. Wenn allerdings immer genau dieser Abstand eingehalten wird, trägt dies nicht zur Vielfalt in der Landschaft bei (vgl. Wöbse 2003). Eine vereinzelt Pflanzung von KUP direkt am Weg aus gestalterischen Gründen kann neue Erlebnismöglichkeiten eröffnen (Matros und Lohrberg 2016; ETSU 2000).

Zur Einordnung der Ergebnisse aus der Fußgängerperspektive tragen auch die Beurteilungen aus der Vogelperspektive bei, die für den Anbau unterschiedlicher Altersstufen von Kurzumtriebsplantagen signifikant besser ausfallen als für einen einheitlichen Anbau einer Altersklasse. Es ist möglich, dass eigentlich die Vogelperspektive die realistischere Perspektive für die Beurteilung der Erholungseignung ist, da sich die Befragten durch den umfassenderen Landschaftseindruck vorstellen können sich durch die Landschaft zu bewegen, wohingegen die Fußgängerperspektive einen eingeschränkten Landschaftseindruck vermittelt, der den Faktor Bewegung durch die Landschaft nicht berücksichtigen kann.

Die alternative Verwendung von Videos anstelle der unbewegten 3D-Visualisierungen, um einen realistischeren Eindruck der Landschaftsnutzung für die Erholung zu erzeugen, wurde für die Befragung ausgeschlossen, da Bewegung als Einflussfaktor einerseits nur schwierig zu operationalisieren ist, andererseits eine Verwendung bewegter Bilder und Videos in einer quantitativen Befragung einen zu hohen Zeitaufwand für die Befragten darstellen würde. In Bezug auf die Zielsetzung der Untersuchung von Unterschieden zwischen Landschaftstypen würde die Integration von Bewegung vermutlich keinen Einfluss auf die relativen Bewertungsunterschiede zwischen den Landschaftstypen haben. Bei der Integration weiterer Einflussfaktoren wie anderen Sinneseindrücken oder Bewegung ergibt sich das Problem, dass zu viele Einzelfaktoren in einer Befragung nicht händelbar sind. Die Befragung müsste vom Umfang so stark ausgeweitet werden, um den tatsächlichen Einfluss der einzelnen Faktoren feststellen zu können und valide Aussagen machen zu können, dass es den zumutbaren Zeitrahmen für die Befragten sprengen würde. Die Untersuchung weiterer Einflussfaktoren müsste also in einer zusätzlichen Befragung erfolgen, die auf den Ergebnissen der visuellen Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen aufbauen könnte.

### **6.5.3 Eignung der automatisierten Bewertungsmethode in der Software MANUELA**

Eine praxisrelevante Forschungsfrage lautete, wie die landschaftsästhetische Bewertung des Dendromasseanbaus unter Berücksichtigung der empirischen Ergebnisse automatisiert erfolgen kann (Forschungsfrage 3). Aufgrund der Komplexität der menschlichen Wahrnehmung wird eine automatisier-

te Bewertung des Landschaftsbildes von vielen Autoren kritisch gesehen (Blumentrath 2010; Nohl 2001a). Da eine automatisierte Bewertung des Landschaftsbildes nur sehr eingeschränkt die komplexe Wahrnehmung bewerten kann, wird das Landschaftsbild in der Methode in MANUELA elementbasiert und mit einfachen aggregierenden Kriterien beurteilt (Haaren et al. 2008b). Die Methode ist relativ einfach und nachvollziehbar um Fehleinschätzungen möglichst zu vermeiden. In der Realität können Kombinationen unterschiedlicher Einflussfaktoren allerdings eine andere Wahrnehmung des Landschaftsbildes auslösen als die Beurteilung des Landschaftsbildes in der Software MANUELA. Temporär wahrnehmbare Phänomene wie der Wandel im Laufe der Jahreszeiten, Witterungseinflüsse, Geräusche und Gerüche können beispielsweise nur sehr eingeschränkt in der Methode berücksichtigt werden (Blumentrath 2010). Da die Bewertung in MANUELA allerdings auf einen relativen Vergleich landwirtschaftlicher Betriebe untereinander ausgerichtet ist, muss in der Software nur bewertet werden, ob eine bestimmte Ausprägung eines Landschaftselementes positiver oder negativer auf das Landschaftsbild wirkt. Diese Beurteilung kann auch erfolgen, wenn das Landschaftsbild nicht in allen Einzelheiten erfasst wird. Bei neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen kann die Grundmethodik in MANUELA mit einer Grundwertstufe und Aufwertungen bei besonders landschaftsästhetisch hochwertigen Ausprägungen relativ einfach angepasst werden, indem die Aufwertungen differenzierter ausgestaltet werden (Haaren et al. 2008a; Boll et al. 2014c). Da die Software erst gegen Ende der Fertigstellung dieser Dissertation programmiert wurde, konnten keine Validitätsprüfungen und Skalierungen der aggregierenden Bewertungen vorgenommen werden. Dies ist allerdings notwendig, um valide Vergleiche zwischen landwirtschaftlichen Betrieben zu ermöglichen.

Weiterentwicklungsbedarf besteht insbesondere bei der räumlich differenzierten Bewertung von KUP (Boll et al. 2014c), die zurzeit auf der Typisierung von Landschaften vom Bundesamtes für Naturschutz aufbaut (BfN 2007, 2012b). Diese deutschlandweite räumliche Typisierung auf Grundlage der Landnutzung ermöglicht durch Zuordnung der in der Visualisierungsbefragung untersuchten Landschaftstypen und deren Empfindlichkeit gegenüber dem KUP-Anbau nur eine grobe räumliche Beurteilung der Auswirkungen des KUP-Anbaus. Insbesondere bei den besonders empfindlichen Landschaftstypen erscheint eine weitergehende individuelle Betrachtung der Gebiete gerechtfertigt, um der Gefahr einer möglichen Fehleinschätzung der Bedeutung des Kriteriums Eigenart zu entgehen (vgl. Roth 2012). Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass die Ausprägungen der Kriterien Vielfalt und Eigenart gegensätzliche Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben. Dem Erhalt der Eigenart kann in einer historisch gewachsenen offenen Marschlandschaft z. B. die Erhöhung der Strukturvielfalt entgegenstehen (Burggraaff und Kleefeld 1998). Zu einer Beurteilung auf Grundlage des BfN-Landschaftstyps ‚Grünlandgeprägte offene Kulturlandschaft‘, dem die ‚offene, grünlandreiche Landschaft‘ aus der Visualisierungsbefragung zugeordnet wurde, müssen also bei besonders charakteristischen und unverwechselbaren Grünländern zusätzlich individuelle expertenbasierte oder empirische

Beurteilungen erfolgen. Eine Verschneidung der BfN-Landschaftstypen mit der großflächigen Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials von (Roser 2011), könnte Hinweise auf Gebiete geben, in denen eine individuelle Beurteilung der räumlichen Auswirkungen des KUP-Anbaus sinnvoll ist.

Da das Thema Landschaftsästhetik zurzeit für landwirtschaftliche Betriebe rechtlich kaum Relevanz hat, ist davon auszugehen, dass Landwirte nur bei einem starken persönlichen Interesse das Bewertungstool für das Landschaftsbild in MANUELA nutzen. Daher sollte das Tool auch in Bezug auf Anwenderfreundlichkeit und durch attraktive visuelle Aufbereitung der Ergebnisse überzeugen. Da bisher nur wenige Praxistests auf landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt werden konnten, müsste die Anwenderfreundlichkeit der Software für die Zielgruppe Landwirte und landwirtschaftliche Berater überprüft werden.

## 7 Schlussfolgerungen

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft festzustellen. Die wissenschaftlichen Hauptergebnisse dieser Dissertation zeigen, dass Kurzumtriebsplantagen abhängig vom Landschaftstyp und ihrem Anteil in der Landschaft sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben können. Während Kurzumtriebsplantagen besonders positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild von weiträumigen, offenen Agrarlandschaften haben, sind Landschaften mit einem hohen landschaftsästhetischen Wert, wie z. B. strukturreiche Kulturlandschaften deutlich empfindlicher gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen. Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen in Streifen und unterschiedlichen Altersklassen im Vergleich mit einem schlagweise einheitlichen Anbau und die Pflanzung von Blüh- oder Heckenstreifen entlang der Kurzumtriebsplantagen erhöht die landschaftsästhetische Qualität in allen Landschaften deutlich.

Auf Grundlage der wissenschaftlichen und praxisrelevanten Erkenntnisse der Dissertation und unter Berücksichtigung der im Rahmen der Arbeit entwickelten Landschaftsbild-Bewertungsmethode in der Software MANUELA lassen sich drei Handlungsbereiche identifizieren, wie mit den differenzierten landschaftsästhetischen Auswirkungen des KUP-Anbaus aktuell und bei einer zukünftigen Ausweitung des Anbaus planerisch und rechtlich umzugehen ist. Die in der Dissertation identifizierten landschaftsästhetisch unterschiedlichen Auswirkungen des KUP-Anbaus, je nachdem, in welchem Landschaftstyp Kurzumtriebsplantagen angebaut werden, erfordern räumlich differenzierte rechtliche Instrumente und ein planerisches Vorgehen, das auf unterschiedliche Landschaftstypen abgestimmt ist (Kapitel 7.1). Aufgrund der aktuell geringen KUP-Fläche in Deutschland und der nur langsamen Ausweitung des Flächenanteils ist weniger eine restriktive Steuerung des KUP-Anbaus als vielmehr eine Positivsteuerung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen gefordert, um die vielfältigen positiven landschaftsästhetischen Auswirkungen des KUP-Anbaus überhaupt nutzen zu können (Kapitel 7.2). Um das volle Potenzial landschaftsästhetischer Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen, insbesondere bei Maßnahmen im Randbereich der Plantagen, zu nutzen, werden finanzielle Förderungen für die Landwirte benötigt (Kapitel 7.3). Über die drei Handlungsbereiche hinaus wird eine Einschätzung gegeben, wie hoch der derzeitige Handlungsbedarf für eine rechtliche und planerische Steuerung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen aus landschaftsästhetischer Sicht ist (Kapitel 7.4).

### **7.1 Räumlich unterschiedliche Auswirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen erfordern eine differenzierte rechtliche und planerische Steuerung**

Die Hauptergebnisse der Dissertation zeigen, dass der KUP-Anbau stark abhängig vom Landschaftstyp ist und sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben kann. Beson-



ders positive Auswirkungen haben Kurzumtriebsplantagen in landschaftsästhetisch minderwertigen offenen Agrarlandschaften, in denen sie als neue Strukturen in der Landschaft zu einer deutlichen Steigerung der Vielfalt beitragen (siehe Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a; ETSU 2000). Kleinstrukturierte Landschaften mit einem sehr hohen landschaftsästhetischen Wert hingegen sind empfindlicher gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen. In diesen strukturreichen Landschaften überlagern Kurzumtriebsplantagen die vorhandenen kleinteiligen Landschaftselemente, die sich in der Regel über einen langen Zeitraum entwickelt haben und zur besonderen Eigenart der Landschaft beitragen, und entziehen sie damit ihrer Wahrnehmbarkeit (siehe Kapitel 6.1, Seite 176; ETSU 2000). Da sich die landschaftsästhetischen Auswirkungen des KUP-Anbaus je nach Landschaftstyp stark unterscheiden, kann eine effiziente Lenkung des Anbaus in Landschaften, in denen er positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat, und eine Verhinderung in Landschaften, in denen er negative Auswirkungen hat, sehr positive Auswirkungen auf die landschaftsästhetische Qualität der gesamten Agrarlandschaft haben (Boll et al. 2015a).

Neben dem Landschaftstyp sind die Auswirkungen abhängig vom Anteil von KUP in der Landschaft. Die Ergebnisse der Visualisierungsbefragung zeigen, dass geringe Anteile von Kurzumtriebsplantagen in fast keinem Landschaftstyp einen negativen Einfluss auf das Landschaftsbild haben. Der Anbau des neuen Landschaftselementes KUP erhöht also die Vielfalt und Schönheit in den meisten Landschaften, solange der Anteil von Kurzumtriebsplantagen nicht zu hoch wird (Boll et al. 2015a). Während in landschaftsästhetisch sehr positiv beurteilten strukturreichen Landschaften schon das Einbringen von Kurzumtriebsplantagen auf 20 % der landwirtschaftlichen Fläche negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat, ergibt sich in den landschaftsästhetisch positiv beurteilten walddreichen und heidereichen Landschaften keine Änderung der landschaftsästhetischen Qualität und in offenen Landschaften wie grünlandreichen und ausgeräumten Agrarlandschaften ein positiver Effekt. Bei sehr hohen Anteilen von Kurzumtriebsplantagen auf 60 % der landwirtschaftlichen Fläche sind die landschaftsästhetischen Auswirkungen in allen Landschaften bis auf der offenen Agrarlandschaft negativ (Boll et al. 2015a).

Zur Einordnung der Relevanz der rechtlichen und planerischen Steuerung des KUP-Anbaus konnte in der ersten Befragung in Hamburg gezeigt werden, dass bei der ruhigen Erholung, wie Spaziergehen in der Landschaft, das Landschaftsbild der wichtigste Einflussfaktor für die Erholungseignung eines Gebietes war (Boll et al. 2014a). Das Landschaftsbild, das durch die Kriterien Vielfalt, Einzigartigkeit und Naturnähe charakterisiert wird (vgl. Roth 2012), hatte eine deutlich höhere Bedeutung für die Erholungseignung als infrastrukturbezogene Kriterien wie die Erreichbarkeit eines Gebietes oder die Ausstattung mit Serviceeinrichtungen. Das bedeutet, dass Landschaftsveränderungen und Landnutzungsänderungen einen starken Einfluss auf die Erholungseignung eines Gebietes haben. Während einige Landnutzungsänderungen wie die Abnahme des Grünlandanteils zugunsten von Ackerland

generell abgelehnt werden, ist eine Änderung des Wald/Offenlandverhältnisses und des Anteils von Hecken und Gehölzstrukturen in der Landschaft stark abhängig vom Landschaftstyp (Boll et al. 2014b). Da Kurzumtriebsplantagen als landwirtschaftliche Gehölzkultur einen starken Einfluss auf den Offenlandanteil in der Landschaft haben, gehört der Anbau von Kurzumtriebsplantagen zu den Landnutzungsänderungen, deren landschaftsästhetische Auswirkungen am stärksten abhängig vom Landschaftstyp sind (siehe Kapitel 5.3, Seite 72; Boll et al. 2014a). Eine Steuerung des Anbaus unter Berücksichtigung des Landschaftstyps kann daher im Vergleich zu einer ungesteuerten Entwicklung zu einer deutlichen Aufwertung des gesamtlandschaftsästhetischen Potenzials führen.

Da die Ergebnisse der Visualisierungsbefragung verdeutlichen, dass strukturreiche Landschaften von der Bevölkerung im Vergleich mit allen anderen Landschaften mit Abstand am positivsten beurteilt werden (vgl. Roser 2011; Nohl 2001a) und am empfindlichsten gegenüber dem KUP-Anbau sind (Boll et al. 2015a), müssen diese rechtlich am ehesten gegenüber Veränderungen des Landschaftsbildes durch den KUP-Anbau geschützt werden. Um diesen Schutz zu gewährleisten, sollte eine deutschlandweite Identifizierung besonders empfindlicher strukturreicher Landschaften erfolgen. Für eine deutschlandweite Identifizierung bestimmter Landschaften ist die Software MANUELA, die auf die landwirtschaftlicher Betriebsebene ausgelegt ist (Haaren et al. 2008b), nicht geeignet, sondern es müsste auf eine Methode auf einer kleinmaßstäblicheren Ebene zurückgegriffen werden. Eine Möglichkeit wäre eine Weiterentwicklung der Methode zur großflächigen rechnergestützten Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials von Roser (2011), die schon als flächendeckende Grundlage für naturschutzfachliche Planungen in Baden-Württemberg und für den speziellen Anwendungsfall der Ausbauplanung zur Windenergienutzung getestet wurde (Roser 2013; siehe Kapitel 6.5.3, Seite 201). Die Methode müsste die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Dissertation zur Empfindlichkeit von Landschaftstypen gegenüber dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen berücksichtigen (Boll et al. 2015a), um diese deutschlandweit identifizieren zu können. Die Ergebnisse der räumlichen Identifizierung besonders empfindlicher Gebiete müssten als Bewertungsgrundlage in der Software MANUELA bei der Beurteilung der konkreten Auswirkungen des KUP-Anbaus auf dem landwirtschaftlichen Betrieb zur Verfügung gestellt werden. Dadurch könnten die derzeit für die räumlich differenzierte Bewertung in MANUELA verwendeten BfN-Landschaftstypen durch eine fachlich optimierte Bewertungsgrundlage ersetzt werden. Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Auswirkungen des KUP-Anbaus in nicht untersuchten Landschaftstypen, insbesondere des Berg- und Hügellandes (siehe Kapitel 6.1.1, Seite 177).

Die in der Arbeit identifizierten landschaftsästhetischen Präferenzen in Bezug auf den KUP-Anbau und die identifizierte Akzeptanz bestimmter Aufwertungsmaßnahmen sollten bei der Beratung landwirtschaftlicher Betriebe berücksichtigt werden. Durch informelle Instrumente wie Beratung und Überzeugung sollte versucht werden, die positiven Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen in be-

stimmten Gebieten hervorzuheben um eine Steuerungswirkung zu erreichen (Bergfeld und Michalk 2015). In diesem Zusammenhang sollte die Software MANUELA zum Einsatz kommen, mit der nutzerunabhängig die Auswirkungen des KUP-Anbaus in unterschiedlichen Landschaftstypen bewertet werden können (Boll et al. 2014c; Haaren et al. 2008a). Da in der Software der räumliche Kontext berücksichtigt wird und der KUP-Anbau in den Landschaften am positivsten bewertet wird, in denen sich die größten landschaftsästhetischen Aufwertungspotenziale ergeben, ist beim Einsatz der Software mit einer gewissen Steuerungswirkung zu rechnen. Durch nachvollziehbare Erläuterungen der Auswirkungen des KUP-Anbaus können Landwirte überzeugt werden, die Empfehlungen in der Praxis umzusetzen.

Um die besonders empfindlichen Gebiete nicht nur über Anbauempfehlungen auf Grundlage einer Bewertung in der Software MANUELA, sondern auch rechtlich verbindlich zu schützen, sollte der derzeitige Schutzstatus der identifizierten strukturreichen Kulturlandschaften festgestellt werden. Falls diese Landschaften noch nicht rechtlich geschützt sind, sollte eine Unterschutzstellung geprüft werden (vgl. §§ 20-29 BNatschG). Die Ausweisung von Landschaftsschutzgebieten und die Konkretisierung von Schutzgebietsversordnungen sind derzeit anwendbare und effektive Instrumente, um landschaftsästhetisch besonders hochwertige Gebiete gegenüber einem Anbau von Kurzumtriebsplantagen zu schützen (Aust 2012; §§ 20-29 BNatschG). Entscheidend ist, dass die Schutzgebietsverordnungen den Anbau von Kurzumtriebsplantagen ausreichend differenziert behandeln, da ansonsten keine Möglichkeit besteht, den Anbau von KUP bei Beachtung der guten fachlichen Praxis einzuschränken (Michalk et al. 2010; Verordnung (EU) Nr. 1307/2013; § 5 (2) BNatSchG). Da derzeit die wenigsten Schutzgebietsverordnungen den KUP-Anbau behandeln (Michalk et al. 2010), sollten die Verbotsbestimmungen für besonders zu schützende Landschafts- und Naturschutzgebiete oder für Teilbereiche von diesen um Festsetzungen zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen ergänzt werden. Da es aus landschaftsästhetischer Sicht nur in den hochwertigsten Landschaften gerechtfertigt ist, den KUP-Anbau pauschal auszuschließen (Boll et al. 2015a), sollten die Verbotsbestimmungen in der Regel so ausgestaltet sein, dass in der Regel ein geringer Anteil von Kurzumtriebsplantagen erlaubt oder genehmigungsfähig ist. Eine Differenzierung der Verbotsbestimmungen nach Anbauform würde ermöglichen, dass nur bestimmte Anbauformen mit positiven Wirkungen auf das Schutzgebiet erlaubt werden, wie z. B. nur streifenförmiger Anbau. Des Weiteren könnte die Anlage eines Blüh- oder Heckenstreifens vorgeschrieben werden.

Die Schutzgebietskategorie Landschaftsschutzgebiet ist für die Behandlung der landschaftsästhetischen Auswirkungen des KUP-Anbaus am geeignetsten, da Landschaftsschutzgebiete aufgrund ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit und aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung ausgewiesen werden (§ 26 (1) 2-3 BNatSchG). Da Landschaftsschutzgebietsverordnungen in der Regel weniger restriktiv in Bezug auf Bewirtschaftungsauflagen und Nutzungseinschränkungen ausgestaltet

sind als Naturschutzgebiete (vgl. § 23 und 26 BNatSchG; Michalk et al. 2010), sollte jeweils im Einzelfall entschieden werden, ob Einschränkungen des KUP-Anbaus aus landschaftsästhetischer Sicht gerechtfertigt sind. Die in der Regel strengeren Verordnungen von Naturschutzgebieten können bei entsprechender landschaftsästhetischer Qualität und Empfindlichkeit des Gebietes gegenüber dem KUP-Anbau auch dazu genutzt werden, den KUP-Anbau komplett auszuschließen um die „Seltenheit, besondere Eigenart oder hervorragende Schönheit“ zu schützen (§ 23 (1) 3 BNatSchG). Aus landschaftsästhetischer Sicht sollte ein pauschales Anbauverbot allerdings nur bei den hochwertigsten strukturreichen Kulturlandschaften erfolgen (Boll et al. 2015a).

Eine Verhinderung von KUP-Monokulturen auf Landschaftsebene, die die Erholungseignung der Landschaft stark einschränken würden (Boll et al. 2015a), könnte durch eine restriktivere Ausgestaltung des neuen Instruments der Anbaudiversifizierung im Rahmen des Greening erfolgen (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013). Derzeit werden von der Anbaudiversifizierung keine nennenswerten positiven Auswirkungen auf das Landschaftsbild erwartet, da durch die erlaubten Höchstanteile von 75 % der Hauptkultur noch immer ein monotones Landschaftsbild entstehen kann (Erjavec und Erjavec 2015). Die Etablierung des Greening mit seinen regulierenden Instrumenten ist allerdings ein guter Ansatzpunkt für zukünftige Feinjustierungen. Bei der Umsetzung einer stärker umweltbezogenen EU-Agrarpolitik unter dem Motto ‚public money for public goods‘ (Meyer et al. 2014) sollten auch landschaftsästhetische Argumente, wie eine stärkere Diversifizierung des landwirtschaftlichen Anbaus nicht nur zur Steigerung der Biodiversität, sondern auch zur Erhöhung der landschaftlichen Vielfalt und des Erholungswertes der Landschaft, berücksichtigt werden. Da unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen ein Interesse an einer nachhaltigeren Landwirtschaft haben, ist eine gemeinsame Interessenvertretung z. B. von Natur- und Heimatverbänden bei der Halbzeitevaluation der EU-Agrarpolitik sinnvoll.

Wenn speziell für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen eine gute fachliche Praxis (gFP) definiert werden würde, könnten Steuerungsmöglichkeiten, wie der Ausschluss von KUP in strukturreichen Kulturlandschaften aus landschaftsästhetischen Gründen, berücksichtigt werden (vgl. Hennemann-Kreikenbohm 2015). Derzeit gibt es im Rahmen der guten fachlichen Praxis als räumlich differenziertes Verbot beispielsweise ein Grünlandumbruchverbot auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand und auf Moorstandorten (§ 5 (1) 5 BNatSchG). Diese pauschale Einschränkung des KUP-Anbaus im Rahmen der gFP wird aufgrund des Vorhandenseins spezifischer und effizienterer Instrumente, wie die oben genannte individuelle rechtliche Unterschutzstellung besonders empfindlicher Gebiete, allerdings als nicht zielführend erachtet.

Die Definition einer guten fachlichen Praxis für den KUP-Anbau würde zudem die Möglichkeit zur Anerkennung von Kurzumtriebsplantagen als produktionsintegrierte Kompensation (PIK) im Rahmen

der Eingriffsregelung eröffnen (Hennemann-Kreikenbohm 2015; § 15 (3) BNatSchG). Der KUP-Anbau könnte im Rahmen der produktionsintegrierten Kompensation durch die Naturschutzbehörden z. B. über Kompensationsflächenpools in Räume gelenkt werden (vgl. Wagner 2007), in denen besonders positive Auswirkungen des KUP-Anbaus zu erwarten sind (Boll et al. 2015a).

Die Software MANUELA könnte eingesetzt werden, um die Einhaltung einer potenziellen guten fachlichen Praxis für KUP zu überprüfen (Haaren et al. 2008a). Bei einer geplanten Anerkennung des KUP-Anbaus als produktionsintegrierte Kompensation könnte MANUELA bewerten, inwieweit der beabsichtigte Anbau naturschutzfachlich und landschaftsästhetisch über die gute fachliche Praxis hinausgeht und welcher Anteil als kompensationswürdig anerkannt werden kann (§ 15 (3) BNatSchG).

## **7.2 Landschaftsästhetische Aufwertungspotenziale des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen rechtfertigen eine Positivsteuerung**

Da der KUP-Anbau aktuell dem Anbau einjähriger Energiepflanzen wie Mais wirtschaftlich unterlegen ist und mit ca. 6000 ha in Deutschland nur eine geringe Verbreitung hat (Kröber et al. 2015), besteht die Gefahr, dass die Anwendung restriktiver Steuerungsinstrumente den KUP-Anbau in seiner Gesamtheit stark einschränkt und er dauerhaft unterhalb einer kritischen Menge bleibt, die einen flächendeckend wirtschaftlichen Anbau möglich machen, und der Aufbau KUP-basierter Wertschöpfungsketten verhindert wird (Zimmermann und Schweinle 2015). Diese Entwicklung würde potenziell positive landschaftsästhetische Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen von vornherein unmöglich machen. Da Kurzumtriebsplantagen in Deutschland derzeit nur eine Nischenkulturart sind und geringe Anteile von Kurzumtriebsplantagen in den meisten Landschaftstypen zu einer Aufwertung des Landschaftsbildes führen (siehe Kapitel 5.4, Seite 110; Boll et al. 2015a), erscheint in der aktuellen Situation auch eine finanzielle Förderung sinnvoll. Dies könnte dem KUP-Anbau zu einer Verbreitung verhelfen, die nötig wäre, um wirtschaftliche Wertschöpfungsketten aufzubauen (Zimmermann und Schweinle 2015; Neubert et al. 2015).

Als finanzielle Förderung wären z. B. Agrarinvestitionsförderungsprogramme der Länder zur Förderung von Dauerkulturen oder die Förderung von Investitionen zur Diversifizierung, die einige Bundesländer als Fördergrundsätze des Förderinstrumentes der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe ‚Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes‘ (GAK) anbieten (Michalk et al. 2010), möglich. Auch direkte landeseigene Programme sind denkbar. In Sachsen wird z. B. das Anlegen von Kurzumtriebsplantagen mit 30 % der Anlagekosten gefördert (Michalk et al. 2010).

Um von vornherein eine gewisse Lenkungswirkung zu erzielen, sollte auf eine Positivsteuerung zurückgegriffen werden, die den KUP-Anbau durch Förderung in die Landschaften lenkt, in denen er besonders positive Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat. Bei einer direkten finanziellen Förderung wäre es ohne Probleme möglich, diese auf bestimmte Förderkulissen zu beschränken, in denen

der KUP-Anbau besonders positive Auswirkungen hat. Das könnte über spezielle Förderkulissen in den Agrarumweltprogrammen erfolgen, z. B. in einer Förderkulisse ‚ausgeräumte Agrarlandschaft‘, in der beim Anbau von Kurzumtriebsplantagen die höchsten ästhetischen Aufwertungen zu erwarten sind (Boll et al. 2015a). Es gibt vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für Förderkulissen im Rahmen von Agrarumweltprogrammen, wie z. B. in Niedersachsen die Förderkulisse Wasserschutz, in der eine besonders Grundwasser schonende Bewirtschaftung und eine Winterbegrünung mit Zwischenfrüchten und Untersaaten gesondert gefördert werden (Richtlinie NiB-AUM 2015). Je nachdem wie hoch die Nachfrage nach diesen Fördermaßnahmen ist, kann die Förderung auf landschaftsästhetisch höherwertige Anbauverfahren beschränkt werden, wie z. B. den streifenförmigen Anbau, der in der offenen Agrarlandschaft die höchsten Aufwertungspotenziale für das Landschaftsbild und die Erholungseignung der Landschaft hat (Boll et al. 2015a).

Bei zukünftigen Reformen des Greening könnte überlegt werden, eine räumliche Komponente zu integrieren, indem der derzeit niedrige Anrechnungsfaktor für Kurzumtriebsplantagen von 0,3 in bestimmten Landschaften erhöht wird, um den KUP-Anbau in die Landschaften zu lenken, in denen er besonders positive Wirkung hat (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013). Bisher gibt es beim Greening noch keine räumlich differenzierten Anforderungen für den Erhalt von Direktzahlungen (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013).

Da der Anbau von Kurzumtriebsplantagen in den meisten Fällen nicht wirtschaftlich konkurrenzfähig gegenüber anderen Kulturen ist, sind informelle Planungen und Projekte in Verbindung mit Fördermitteln eine Möglichkeit den KUP-Anbau regional auszuweiten und landschaftsästhetische Aspekte zu berücksichtigen. Es ist davon auszugehen, dass informelle Planungen für den KUP-Anbau auch zukünftig eine große Bedeutung haben werden, z. B. im Rahmen von regionalen Energiekonzepten, integrierten ländlichen Entwicklungskonzepten (ILEK) und in Leader-Regionen (siehe Kapitel 5.6, Seite 147; Boll et al. 2015b; Bergfeld und Michalk 2015). Beim Einsatz von Projektmitteln sollten diese räumlich differenziert eingesetzt werden um eine räumliche Steuerung zu erreichen.

In großräumigen Naturparken, in denen eine dauerhaft umweltgerechte Landnutzung und nachhaltige Regionalentwicklung angestrebt wird (BNatSchG § 27), könnten die positiven Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen genutzt werden um diese Ziele zu erreichen. In den Pflege- und Entwicklungsplänen für Naturparke könnten Kurzumtriebsplantagen als Maßnahmen in den landwirtschaftlichen Bereichen aufgenommen werden. Die für viele Naturparke festgelegte Zielsetzung einer Strukturanreicherung der ausgeräumten Agrarlandschaften, die in der Regel über Maßnahmen wie die Anlage von Alleen und Hecken erreicht werden soll (GFN et al. 2001; LfU 2004), könnte durch die Berücksichtigung von Kurzumtriebsplantagen im Maßnahmenkonzept einfacher erreicht werden. Auch wenn Kurzumtriebsplantagen naturschutzfachlich und landschaftsästhetisch nicht so hochwertig wie Hecken und Alleen sind (Hennemann-Kreikenbohm 2015; Strohm et al. 2012), könnte die

Anlage von KUP aufgrund der weiterhin bestehenden Produktivität der Fläche zu einer kostengünstigeren Maßnahmenumsetzung führen und damit zu einem höheren Umsetzungs- und Zielerreichungsgrad.

### **7.3 Spezielle Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen erfordern finanzielle Förderungen**

Maßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen können die landschaftsästhetische Qualität unabhängig vom Landschaftstyp in allen Landschaften erhöhen (Boll et al. 2015a). Die stärkste Aufwertung des Landschaftsbildes wird durch die Anlage von Blüh- oder Heckenstreifen entlang von Kurzumtriebsplantagen und durch die streifenförmige Pflanzung von KUP im rechten Winkel zum Weg erreicht (Boll et al. 2015a). Blüh- und Heckenstreifen erhöhen die Strukturvielfalt im Nahbereich, während durch eine streifenförmige Pflanzung die Offenhaltung von Sichtachsen in die Landschaft erreicht werden kann und damit die problematischen Auswirkungen des KUP-Anbaus durch Verschattung der freien Sicht in die Landschaft verhindert werden (siehe Kapitel 6.1, Seite 176; ETSU 2000). Es besteht allerdings eine geringe Bereitschaft bei Landwirten diese Maßnahmen, die einen höheren (finanziellen) Aufwand erfordern, durchzuführen (Boll et al. 2015b). Daher erfordern diese Maßnahmen spezielle finanzielle Förderungen. Es kann auf bestehende Agrarumweltprogramme nach ELER-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013) zurückgegriffen werden. Eine Förderung von Blühstreifen ist in der Regel in Programmen enthalten (z. B. Richtlinie NiB-AUM 2015) und kann gut mit dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen kombiniert werden, da auf den aus bewirtschaftungstechnischen Gründen nicht zu bepflanzenden vorgewendeten Platz für Maßnahmen vorhanden ist.

In den Agrarumweltprogrammen und beim Vertragsnaturschutz könnte die Berücksichtigung landschaftsästhetischer Kriterien zu Synergien mit den naturschutzfachlichen Zielen führen (Verordnung (EU) Nr. 1305/2013). Aufgrund der starken Synergien der landschaftsästhetischen Maßnahmen mit weiteren naturschutzfachlichen Zielsetzungen ergibt sich eine gute Argumentationsgrundlage sowohl für eine gute finanzielle Ausstattung der Programme als auch für die konkrete Umsetzung der Maßnahmen (siehe Kapitel 6.1, Seite 176). Eine Steuerung der Maßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen wäre im Rahmen der Agrarumweltprogramme durch die Festsetzung bestimmter Förderkulissen möglich, in denen die Maßnahmen besonders positive Wirkungen haben (vgl. Richtlinie NiB-AUM 2015).

Landwirte sind eher bereit, Maßnahmen zur landschaftsästhetischen Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen durchzuführen, wenn diese sich in die Betriebsabläufe integrieren lassen (Boll et al. 2015b). Dazu gehört z. B. die Bewirtschaftung mit Umtriebszeiten in unterschiedlichen Jahren auf großen Schlägen und der Verzicht nebeneinanderliegende Schläge mit Kurzumtriebsplantagen zu

bepflanzen, sondern im Wechsel mit konventionellen Ackerkulturen. Bei diesen Maßnahmen ist davon auszugehen, dass eine Umsetzung auch ohne direkte finanzielle Förderung des KUP-Anbaus durch Überzeugungsarbeit möglich ist. Durch den Einsatz der Software MANUELA könnten die Vorteile dieser Maßnahmen in Bezug auf das Landschaftsbild, den Naturhaushalt und die Biodiversität anschaulich, verständlich und nachvollziehbar aufbereitet und mit praktischen Umsetzungsbeispielen versehen werden, um die Landwirte zur freiwilligen Umsetzung dieser Maßnahmen zu bewegen. Diese Beratungsleistung erfordert in der Regel auch finanzielle Mittel und könnte z. B. über die landwirtschaftliche Beratung der Landwirtschaftskammern erfolgen. Entsprechende Beratungen der Landwirte z. B. zum KUP-Anbau in unterschiedlichen Altersklassen, der sowohl ein hohes landschaftsästhetisches Aufwertungspotenzial hat (Boll et al. 2015a) als auch eine hohe Akzeptanz unter Landwirten findet (Boll et al. 2015b), könnte zu einer kostengünstigen Aufwertung des Landschaftsbildes und der Erholungseignung der Landschaft führen. Eine Berücksichtigung der unterschiedlichen Auswirkungen je nach Landschaftstyp wie sie in der Software MANUELA implementiert ist, könnte die landschaftsästhetischen Wirkungen der Beratungsleistung optimieren. Auch bei Maßnahmen wie der Pflanzung unterschiedlicher Gehölzarten auf einem Schlag, für die aufgrund geringer Aufwertungspotenziale für das Landschaftsbild aus rein landschaftsästhetischer Sicht keine finanzielle Förderung gerechtfertigt wäre, könnte auf persuasive Instrumente und als zusätzliche Argumentationsgrundlage auf die positiven Auswirkungen auf die Biodiversität zurückgegriffen werden (vgl. NABU und Bosch & Partner 2015).

#### **7.4 Einschätzung des aktuellen Handlungsbedarfs**

Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wird eine restriktive Steuerung des KUP-Anbaus aus landschaftsästhetischer Sicht als nicht notwendig erachtet. Stattdessen sollte der Fokus auf informeller Planung und Beratung liegen und dadurch der KUP-Anbau in die Bereiche gelenkt werden, in denen er besonders positive Wirkungen auf das Landschaftsbild hat (vgl. Bergfeld und Michalk 2015; siehe Kapitel 7.2, Seite 2099). Falls es Anzeichen einer deutlichen Ausweitung des KUP-Anbaus geben sollte, können die Ergebnisse als Grundlage für die Identifizierung von Gebieten dienen, die aufgrund ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit und besonderen Empfindlichkeit gegenüber Kurzumtriebsplantagen vom Anbau freigehalten werden sollten. Je nach Intensität der Ausweitung des KUP-Anbaus könnten zunächst vorhandene Instrumente wie die Ausweisung von Landschaftsschutzgebieten und die Konkretisierung von Schutzgebietsversordnungen angewendet werden (siehe Kapitel 7.1, Seite 204; §§ 20-29 BNatSchG). Nur in einem Szenario einer extremen Steigerung des KUP-Anbaus müsste über weiterreichende Instrumente nachgedacht werden, die auch die landschaftsästhetisch nicht besonders hochwertigen Teile der Landschaft vor einem übermäßigen KUP-Anbau schützen. Nach aktueller Einschätzung ist allerdings weder ein solches KUP-Szenario zu erwarten, noch sind die der-



zeitigen Auswirkungen des KUP-Anbaus als landschaftsästhetisch so negativ zu bewerten, dass flächendeckende, restriktive Steuerungsinstrumente angewendet werden müssten.

Sollte sich der Anbau von Kurzumtriebsplantagen entgegen der Erwartungen eines stark steigenden Holzbedarfs (Thrän et al. 2011) zukünftig nicht ausweiten, könnten die wissenschaftlichen Ergebnisse der Dissertation Hinweise auf den Umgang mit sich in Zukunft ausweitenden Ackerkulturen geben oder als Grundlage für neue landschaftsästhetische Untersuchungen dienen. Grundsätzlich ist im Rahmen der Energiewende und des Energiepflanzenanbaus mit immer produktiveren und – wie am Beispiel Mais zu sehen – hochwachsenderen Kulturen mit vergleichbaren Auswirkungen auf das Landschaftsbild wie der Anbau von Kurzumtriebsplantagen zu rechnen (AEE 2013).

Je nachdem, in welcher konkreten Landschaft ein KUP-Anbauvorhaben geplant ist, variiert der Handlungsbedarf auf optimierte Anbauverfahren zurückzugreifen und bestimmte Aufwertungsmaßnahmen für Kurzumtriebsplantagen durchzuführen. Die in der Arbeit als empfindlichster Landschaftstyp identifizierten strukturreichen Kulturlandschaften sollten auch unter den derzeit geringen Ausbreitungstendenzen des KUP-Anbaus möglichst von Kurzumtriebsplantagen freigehalten oder durch die Umsetzung von weitreichenden landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen in ihrer landschaftsästhetischen Qualität erhalten werden.

Zusätzlich ist die Nutzungsintensität und -häufigkeit der Landschaften für die Erholung von Bedeutung für die Einschätzung des Handlungsbedarfs (siehe Kapitel 5.2, Seite 54; Boll et al. 2014a), da in stark frequentierten Landschaften besonders viele Leute von den landschaftsästhetischen Aufwertungspotenzialen durch den KUP-Anbau profitieren oder besonders viele Leute durch die negativen Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen eingeschränkt werden. Bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen an Wanderwegen sollte beispielsweise darauf geachtet werden, attraktive Sichtachsen freizuhalten und landschaftsästhetische Aufwertungsmaßnahmen im Randbereich von Kurzumtriebsplantagen möglichst hier durchzuführen. Aufgrund des starken gesellschaftlichen Interesses in diesen erholungsrelevanten Bereichen können die Ergebnisse der Dissertation als fachliche Grundlage und Argumentationshilfe zur Umsetzung von landschaftsästhetischen Aufwertungsmaßnahmen durch Interessenvertreter aus den Bereichen Tourismus und Erholung dienen. Bei bestehenden visuellen Beeinträchtigungen eines Wanderweges können Kurzumtriebsplantagen zur Sichtverschattung angepflanzt werden (siehe Kapitel 6.1, Seite 176).

Kurzumtriebsplantagen sollten aufgrund ihrer differenzierten Auswirkungen auf das Landschaftsbild und ihrer in der Regel positiven Auswirkungen auf die Vielfalt der Agrarlandschaften nicht als Überformung der gegenwärtigen Kulturlandschaft aufgrund negativer Einflüsse auf die Eigenart der Landschaft angesehen werden. Sie stellen als Ackerkultur eine Landnutzungsform dar, die sich in die stetigen Veränderungsprozesse der Kulturlandschaft einfügt und wiederum durch andere Landnutzungen abgelöst werden kann (vgl. Franke 2008). Kurzumtriebsplantagen sind in Zeiten sich verknappender

fossiler Energieressourcen und des Klimawandels eine widerstandfähige Landnutzungsalternative, die es Landwirten ermöglicht, auf ertragsunsicheren Standorten zu wirtschaften. Durch die Integration von KUP in die Kulturlandschaft können sie zukünftig zur Eigenart der Landschaft beitragen.

## 8 Ausblick

Zukünftige Verbesserungen von Rahmenbedingungen für den KUP-Anbau wie bessere Förderbedingungen durch das EEG, Züchtungen von ertragreicheren Gehölzsorten, technische Fortschritte bei Anbau- und Ernteverfahren, neue und effizientere Verwertungsmöglichkeiten der Holzhackschnitzel und eine Steigerung der Marktpreise für Holzhackschnitzel könnten zu größerer wirtschaftlicher Attraktivität des KUP-Anbaus führen (Bemmann und Knust 2010). Auch ein stärkerer Fokus der Förderpolitik auf Nachhaltigkeit, Natur- und Klimaschutz, bei dem der Anbau von Kurzumtriebsplantagen im Vergleich mit anderen Energiepflanzen deutlich positiver abschneidet (BMELV 2007), könnte eine Ausweitung der Anbaufläche zur Folge haben. Sollte sich der KUP-Anbau zusätzlich aufgrund unterschiedlich attraktiver wirtschaftlicher Anbauvoraussetzungen regional konzentrieren, wird die landschaftsästhetische Beurteilung maßgeblich beeinflusst. Einerseits können regionale Konzentrationen landwirtschaftlicher Kulturen (Monokulturen) zu Eintönigkeit in der Landschaft führen, andererseits können diese, wenn sie sich nur in wenigen Regionen konzentrieren, nach einiger Zeit als Besonderheit identitätsstiftend wirken und zu einer landschaftsbildrelevanten besonderen Eigenart der Region beitragen. Regionale Konzentrationen bestimmter Kulturarten sind nichts Ungewöhnliches und prägen die Eigenart einer Landschaft. So haben sich über Jahrhunderte beispielsweise die Weinbaugebiete in den klimatisch begünstigten Flusstälern Süddeutschlands entwickelt, die offenen grünlandreichen Marschlandschaften entlang der Küste und die intensiv ackerbaulich genutzten Landschaften in den Lößgebieten.

Auch auf kleinräumigerer Ebene gibt es solche Konzentrationen von Landnutzungen, die nicht nur naturräumlich bedingt sind, sondern auch sozio-ökonomisch. Durch konzentrierten Anbau und Produktion können wirtschaftliche Synergien entstehen, die im Laufe der Zeit zu Spezialisierungen, Optimierungen der Wertschöpfungsketten und Produktivitätssteigerungen innerhalb der Anbauregion führen (Burggraaff und Kleefeld 1998). Mit zunehmender Bekanntheit einer Region in Bezug auf die dort vorrangig hergestellten Produkte ergeben sich des Weiteren Werbe- und Vermarktungsmöglichkeiten, die eine positive Rückkopplung auf die vorrangige Landnutzung haben. Beim Anbau vieler etablierter Kulturen mit landschaftsästhetischen Ähnlichkeiten zum KUP-Anbau haben sich im Laufe der Zeit regionale Schwerpunkte gebildet (Kleefeld et al. 2007). Das Alte Land entwickelte sich z. B. zu einem der größten zusammenhängenden Obstanbaugebiete Mitteleuropas, der Kreis Pinneberg zu einem der größten geschlossenen Baumschulgebiete der Welt und beim Hopfenanbau, der sich aus globaler Perspektive auf Deutschland konzentriert, ist die Hallertau das mit Abstand größte zusammenhängende Hopfenanbaugebiet der Welt. Die schon lange etablierten Anbaugebiete des Obst-, Hopfen- und Weinbaus haben aufgrund ihrer langen Tradition eine hohe Bedeutung für die regionale Identität und Eigenart dieser Landschaften (Burggraaff und Kleefeld 1998). In Bezug auf das Land-

schaftsbild hat das Kriterium Eigenart in diesen Landschaften im Vergleich mit den Kriterien Vielfalt und Schönheit eine besondere Relevanz (vgl. Nohl 2001a).

Neue Landnutzungen wie Kurzumtriebsplantagen können die etablierten Landnutzungen und die durch Eigenarten und Identitäten geprägten Eigenschaften von Landschaften überlagern. Nohl (2001a) betrachtet eine historische Kontinuität von 50 Jahren als Grenze, ab der Landschaftselemente oder Landnutzungen als besondere Eigenart oder als identitätsstiftend wahrgenommen werden. Die empirischen Untersuchungen von Roser (2011), die den Wert nicht bestätigen, sprechen für eine schnellere Gewöhnung an Landschaftsveränderungen. Trotzdem werden neue Landnutzungen, die sich in relativ kurzen Zeiträumen ausbreiten und damit starke Landschaftsbildveränderungen auslösen, in der Regel landschaftsästhetisch schlechter beurteilt als die traditionellen Landnutzungen (Roth 2012). Ein Beispiel dafür sind der Anbau von Weihnachtsbaumplantagen und der Maisanbau, der in einigen Regionen aufgrund schneller Ausbreitung und Konzentration zu starken Widerständen in der Bevölkerung geführt hat (vgl. Stechmesser 2011).

Auch bei einer weiteren Ausweitung des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen könnten sich regionale Konzentrationen herausbilden. Da Kurzumtriebsplantagen keine hohen Standortansprüche in Bezug auf die Bodenqualität und klimatische Voraussetzungen haben (vgl. Kapitel 3.1, Seite 8; Baum et al. 2009; Landgraf und Böcker 2010), kann ein Anbau potenziell auf allen Ackerstandorten erfolgen. Eine Konzentration ist auf schlechten Ackerstandorten zu erwarten, da hier eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit am ehesten zu erwarten ist (Kröber et al. 2010b; Kröber et al. 2015). Aktuell ist im Ländervergleich Brandenburg mit über 2.000 ha KUP-Fläche führend in Deutschland. Brandenburg verfügt im Vergleich mit anderen Bundesländern über einen hohen Anteil ertragsschwacher sandiger Standorte (ETI et al. 2013), die im Hinblick auf den Klimawandel auch besonders ertragsunsichere Flächen darstellen und eine weitere Anbaukonzentration von Kurzumtriebsplantagen zukünftig begünstigen könnten.

## Literaturverzeichnis

Adam, K.; Nohl, W.; Valentin, W. (1989): Bewertungsgrundlagen für Kompensationsmaßnahmen bei Eingriffen in die Landschaft. Forschungsauftrag des Ministers für Umwelt Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen. 2. Aufl. Düsseldorf.

AEE (2012): Indirekte Landnutzungsänderungen – Problem oder Trugbild? In: *Renews Kompakt* 13.03.2012. Hg. v. Agentur für Erneuerbare Energien. Berlin.

AEE (2013): Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern. Hg. v. Agentur für Erneuerbare Energien. Berlin.

Albert, C.; Haaren, C. v.; Galler, C. (2012): Ökosystemdienstleistungen. Alter Wein in neuen Schläuchen oder ein Impuls für die Landschaftsplanung? In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (5), S. 142–148.

Albert, C.; Hermes, J.; Neuendorf, F.; Haaren, C. v.; Rode, M. (2016): Assessing and Governing Ecosystem Services Trade-Offs in Agrarian Landscapes: The Case of Biogas. In: *Land* 5 (1), S. 1. DOI: 10.3390/land5010001.

Ammer, U.; Pröbstl, U. (1991): Freizeit und Natur. Probleme und Lösungsmöglichkeiten einer ökologisch verträglichen Freizeitnutzung. Hamburg.

Antrop, M. (2004): Landscape change and the urbanization process in Europe. In: *Landscape and Urban Planning* 67 (1-4), S. 9–26. DOI: 10.1016/S0169-2046(03)00026-4.

Appleton, J. (1996): *The Experience of Landscape*: John Wiley & Sons Ltd.

Aretz, A.; Heinbach, K.; Hirschl, B.; Prahl, A.; Salecki, S. (2013): Wertschöpfung durch erneuerbare Energien – wie Bundesländer profitieren. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 22 (1), 46-54.

Augenstein, I. (2002): Die Ästhetik der Landschaft. Ein Bewertungsverfahren für die planerische Umweltvorsorge. In: *Berliner Beiträge zur Ökologie* 3.

Aust, C. (2012): Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Dissertation Universität Freiburg.

Balling, J. D.; Falk, J. H. (1982): Development of Visual Preference for Natural Environments. In: *Environment and Behavior* 14 (1), S. 5–28. DOI: 10.1177/0013916582141001.

Bärtels, A. (2001): *Enzyklopädie der Gartengehölze*. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

Bärwolff, M.; Reinhold, G.; Fürstenau, C.; Graf, T.; Jung, L.; Vetter, A. (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. In: *Texte* 94/2013. Hg. v. Umweltbundesamt.

Bateman, I. J.; Harwood, A. R.; Mace, G. M.; Watson, R. T.; Abson, D. J.; Andrews, B. et al. (2013): Bringing Ecosystem Services into Economic Decision-Making: Land Use in the United Kingdom. In: *Science* 341 (6141), S. 45–50. DOI: 10.1126/science.1234379.

Baum, C.; Leinweber, P.; Weih, M.; Lamersdorf N.; Dimitriou, I. (2009): Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology. In: *Landbauforschung vTI Agriculture and Forestry Research* Vol. 59 (No. 3).

- Baum, S.; Bolte, A.; Weih, M. (2012a): High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. In: *Glob. Change Biol. Bioenergy* 4 (6), S. 728–738. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01162.x.
- Baum, S.; Weih, M.; Bolte, A. (2012b): Stand age characteristics and soil properties affect species composition of vascular plants in short rotation coppice plantations. In: *BIORISK* 7 (0), S. 51–71. DOI: 10.3897/biorisk.7.2699.
- Baur, J.; Tynon, J.; Gómez, E. (2013): Attitudes about urban nature parks: A case study of users and nonusers in Portland, Oregon. In: *Landscape and Urban Planning* 117 (0), S. 100–111. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.04.015.
- BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17.03.1998, BGBl. I S. 502, zuletzt geändert am 31.8.2015, BGBl. I S. 1474.
- Becker, A. (2013): Aktueller Stand der KUP Flächen in Deutschland. Hg. v. AFC Public Services GmbH. Bonn.
- Bemann, A.; Gerold, D.; Mantau, U. (2010): Perspektiven von Kurzumtriebsplantagen für den Holzmarkt. In: A. Bemann und C. Knust (Hg.): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Bemann, A.; Knust, C. (Hg.) (2010): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Benson, E. D.; Hansen, J. L.; Schwartz, A. L.; Smersh, G. T. (1998): Pricing residential amenities. The value of a view. In: *The journal of real estate finance and economics* 16.
- Bergfeld, A.; Michalk, K. (2015): Opportunities provided by formal and informal planning to promote the cultivation of dendromass for energy and the establishment of wood-based supply chains in Germany. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 375–389.
- BfN (2012a): Landschaftssteckbriefe. URL: [http://www.bfn.de/0311\\_landschaften.html](http://www.bfn.de/0311_landschaften.html).
- BfN (2012b): Landschaftstypen. URL: [http://www.bfn.de/0311\\_landschaftstypen.html](http://www.bfn.de/0311_landschaftstypen.html).
- BfN (2012c): Schutzwürdige Landschaften. URL: [http://www.bfn.de/0311\\_schutzw\\_landsch.html](http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html).
- BfN (2007): Schutzwürdige Landschaften. Ergebnis des F+E-Vorhabens "Verbreitung und Gefährdung schutzwürdiger Landschaften in Deutschland". URL: [http://www.bfn.de/0311\\_schutzw\\_landsch.html](http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html).
- BfN (2010): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- BfN & BBSR (2014): Den Landschaftswandel gestalten! Potentiale der Landschafts- und Raumplanung zur modellhaften Entwicklung und Gestaltung von Kulturlandschaften vor dem Hintergrund aktueller Transformationsprozesse. Band 1: Bundesweite Übersichten.
- BfS - Bundesamt für Statistik Schweiz (2015): Stasistischer Atlas Schweiz 2015: Daten. URL: [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/01/new.Document.196891.zip](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/01/new.Document.196891.zip). Neuchatel.
- Blumentrath, S. (2010): Das ästhetische Betriebsinventar, Hannover. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:089-6212236115>.

- BMELV (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- BMU (2008): Umweltbewusstsein in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage.
- BMU; BMELV (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. Berlin.
- BMUB; UBA (2015): Umweltbewusstsein in Deutschland 2014. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage.
- BMVBS (2011a): Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung.
- BMVBS (2011b): Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung - Modellvorhabens der Raumordnung (MORO)- BMVBS-Online-Publikation, Nr. 23/2011.
- BMWi (2013): Erneuerbare Energien im Jahr 2013. URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/A/agee-stat-bericht-ee-2013,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>.
- BMWi; BMU (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. URL: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf).
- Boll, T. (2012): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme. In: Feit, U. & Korn, H. (Bearb.), BfN (Hg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt XI - Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Bonn: BfN-Skripten (309) 2012: 185-192. URL: [www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_309.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_309.pdf).
- Boll, T. (2014): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie. In: Energieagentur Region Göttingen e.V. & Forschungsprojekt BEST (Hg.): Bioenergie in der Region Göttingen – Wissenschaftliche Informationen für die regionale Praxis. URL: [www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923\\_Broschuere\\_Bioenergie.pdf](http://www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923_Broschuere_Bioenergie.pdf).
- Boll, T.; Haaren, C. v. (2014): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 46 (5), S. 137–144.
- Boll, T.; Haaren, C. v.; Rode, M. (2015a): The effects of short rotation coppice on recreation and the visual landscape. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 105–119.
- Boll, T.; Haaren, C. v.; Ruschkowski, E. v. (2014a): The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers - the Hamburg case study. In: *PLoS ONE* 9 (10), S. e108638. DOI: 10.1371/journal.pone.0108638.
- Boll, T.; Haaren, C. von; Albert, C. (2014b): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? A case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region. In: *iForest*, S. e1. DOI: 10.3832/ifor1173-007.

- Boll, T.; Kempa, D.; Haaren, C. v.; Weller, M. (2014c): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA. In: D. Gerold und M. Schneider (Hg.): *Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung*. Leipzig: Leibniz-Inst. für Länderkunde (Forum IfL, 25), S. 108–115.
- Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K. (2013): Großes Interesse – geringer Anbau. Befragung zu Kurzumtriebsplantagen. *Joule* (2) 2013: 76-77.
- Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K., Bergfeld, A. (2015b): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH, S. 331–346.
- Boll, T.; Wöbse, H. H.; Ott, S. (2016): Erfassen und Bewerten der Landschaftserlebnis- und Erholungsfunktion. In: C. v. Haaren (Hg.): *Landschaftsplanung*. 2., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: UTB.
- Bortz, Jürgen (2010): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. URL: [http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok\\_id/7657](http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/7657).
- Bourassa, S. C. (1991): *The aesthetics of landscape*. London: Belhaven Press.
- Bourassa, S. C.; Hoesli, M.; Sun, J. (2003): What's in a view? In: *Cahier de recherche* 2003.13. Genève: Université de Genève.
- Braun, A. (2000): *Wahrnehmung von Wald und Natur*. In: *Forschung Soziologie* Bd. 58. Opladen: Leske + Budrich.
- BUND (2010): *Kurzumtriebsplantagen für Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung – Chancen und Risiken*. Positionspapier. URL: [www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100714\\_landwirtschaft\\_bund\\_position\\_55\\_KUP.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100714_landwirtschaft_bund_position_55_KUP.pdf). Hg. v. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland.
- Burggraaff, P.; Kleefeld, K.-D. (1998): *Historische Kulturlandschaft und Kulturlandschaftselemente*. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 808 09 075 des Bundesamtes für Naturschutz. In: *Angewandte Landschaftsökologie* 20. Bonn- Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Busch, G. (2009): The impact of Short Rotation Coppice cultivation on groundwater recharge - a spatial (planning) perspective. In: *Landbauforschung* 59 (3), S. 207–221.
- Bussar, C.; Stöcker, P.; Cai, Z.; Moraes J., L.; Magnor, D.; Wiernes, P. et al. (2016): Large-scale integration of renewable energies and impact on storage demand in a European renewable power system of 2050—Sensitivity study. In: *Journal of Energy Storage* 6, S. 1–10. DOI: 10.1016/j.est.2016.02.004.
- Butler-Manning, D.; Bemann, A. (2015): Linking the producers and consumers of woodfuel to contribute to the sustainable development of rural areas: an introduction to AgroForNet. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH, S. 9–14.
- Butler-Manning, D.; Bemann, A.; Bredemeier, M.; Lamersdorf, N.; Ammer, C. (Hg.) (2015): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH.
- BWaldG (1975): *Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 02.05.1975*, BGBl. I S. 1037, zuletzt geändert am 31.08.2015, BGBl. I S. 1474.



- Carus, M.; Raschka, A.; Fehrenbach, H.; Rettenmaier, N. (2014): Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse Langfassung. Hg. v. UBA.
- Chiesura, A. (2004): The role of urban parks for the sustainable city. In: *Landscape and Urban Planning* 68 (1), S. 129–138. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204603001865>. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003.
- Croucher, K.; Myers, L.; Bretherton, J. (2007): The links between greenspace and health: a critical literature review. University of York.
- DBFZ (2014): Fachgespräch Feste Biomasse. URL: <https://www.dbfz.de/web/referenzen-publikationen/fachgespraeche.html>.
- DBU (2010): Kurzumtriebsplantagen. Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft ; Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Berlin, Hannover. URL: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fn12/690161034.pdf>.
- Demuth, B. (2000): Das Schutzgut Landschaftsbild in der Landschaftsplanung. TU Berlin, Berlin.
- Derzibasheva, T.; Drake, J.; Haus, P.; Stein, D.; Trenn, I. (2014): Präferenzen für unterschiedliche Landschaftsentwicklungen - Entwicklung und Test eines interaktiven Befragungstools. Projektarbeit am Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover, unveröffentlicht.
- Destatis (2010): Regionalatlas. Statistische Ämter des Bundes und der Länder.
- Di Dio, C.; Macaluso, E.; Rizzolatti, G. (2007): The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. In: *PLoS ONE* 2 (11), S. e1201. DOI: 10.1371/journal.pone.0001201.
- Dimitriou, I. (2005): Performance and sustainability of short-rotation energy crops treated with municipal and industrial residues. Dissertation, Universität Uppsala.
- Dimitriou, I.; Busch, G.; Jacobs, S.; Schmidt-Walter, P.; Lamersdorf, N. (2009): A review of the impacts of Short Rotation Coppice cultivation on water issues. In: *Landbauforschung* 59 (3), S. 197–206.
- Dimitriou, I.; Eriksson, J.; Adler, A.; Aronsson, P.; Verwijst, T. (2006): Fate of heavy metals after application of sewage sludge and wood-ash mixtures to short-rotation willow coppice. In: *Environmental Pollution* 142 (1), S. 160–169. DOI: 10.1016/j.envpol.2005.09.001.
- DirektZahlDurchfV (2014): Verordnung zur Durchführung der Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 03.11.2014, BGBl. Jg. 2014, Teil I, Nr. 51.
- DLG (2012): DLG Merkblatt 371. Kurzumtriebsplantagen. Anlage, Pflege, Ernte und Wertschöpfung. Frankfurt a. M.
- DMK - Deutsches Maiskomitee (2015): Bedeutung des Maisanbaues in Deutschland. Maisanbaufläche in Deutschland. URL: <http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland>.
- DNR (2011): Windkraft im Visier. 6 kritische Einwände, 6 ehrliche Antworten. Bonn.
- Dockerty, T.; Lovett, A.; Appleton, K.; Sünnerberg, G. (2009): Public attitudes to biomass energy crops and their visual impacts. RELU biomass sub-project report. University of East Anglia, Norwich.

- Dramstad, W. E.; Tveit, M. Sundli; Fjellstad, W. J.; Fry, G. L. A. (2006): Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. In: *Landscape and Urban Planning* 78 (4), S. 465–474. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.12.006.
- Eckert, F.; Liburnau, H. (Hg.) (2013): Lehrbuch der Forstwirtschaft für Waldbau- und Försterschulen, sowie zum ersten forstlichen Unterrichte für Aspiranten des Forstverwaltungsdienstes. Wien: Unikum Verlag.
- Eder, B.; Papst, C.; Darnhofer, B.; Eder, J.; Schmid, H.; Hülsbergen, K. J. (2009): Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für Silomais zur Biogaserzeugung vom Anbau bis zur Stromeinspeisung. Internationale Tagung „Biogas Science“, 2.-4. 12. 2009, Erding, S.717-719.
- Ellenberg, H.; Leuschner, C.; Dierschke, H. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Aufl. Stuttgart: Ulmer UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie.
- EnergieAgentur.NRW (2014): Windenergie und Landschaftsbild. Dokumentation des Expertenworkshops vom 11. April 2014. URL: <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/windenergie-und-landschaftsbild-final2-pdf/von/windenergie-und-landschaftsbild/vom/energieagentur/1688>.
- Erjavec, K.; Erjavec, Emil (2015): ‘Greening the CAP’ – Just a fashionable justification? A discourse analysis of the 2014–2020 CAP reform documents. In: *Food Policy* 51, S. 53–62. DOI: 10.1016/j.foodpol.2014.12.006.
- ETI; MUGV; MIL (2013): Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen - Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg.
- ETSU (2000): Assessment of the Visual Impact of SRC Plantations. Fawcett & Fawcett. ETSU B/W2/00575/REP.
- European Commission (2007): Growing regions, growing Europe. Fourth report on economic and social cohesion. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Feagin, S. L.; Maynard, P. (Hg.) (1997): Aesthetics. Oxford: Oxford Univ. Press. URL: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0603/97028964-d.html>.
- Feger, K.-H.; Petzold, R.; Schmidt, P. A.; Glaser, T.; Schroiff, A.; Döring, N. et al. (2009): Standortpotenziale, Standards und Gebietskulissen für eine natur- und bodenschutzgerechte Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung in Sachsen unter besonderer Berücksichtigung von Kurzumtriebsplantagen und ähnlichen Dauerkulturen. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Natur- und bodenschutzgerechte Nutzung von Biomasse-Dauerkulturen, Abschlussbericht.
- Finck, P. (1997): Naturschutzfachliche Landschafts-Leitbilder. Rahmenvorstellungen für das Nordwestdeutsche Tiefland aus bundesweiter Sicht. Münster: Landwirtschaftsverl.
- Finck, P. (2002): Naturschutzfachliche Landschafts-Leitbilder. Rahmenvorstellungen für das Nordostdeutsche Tiefland aus bundesweiter Sicht. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Finkbeiner, M. (2013): Indirekte Landnutzungsänderungen: Fakt oder Fiktion? Ökobilanzen von Biokraftstoffen. In: *Ökologisches Wirtschaften* (4), S. 18–19.
- Florek, M. (2011): No place like home: Perspectives on place attachment and impacts on city management. In: *Journal of Town & City Management* 1 (4).

- FNR (2010b): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Stand: 2010.
- FNR (2014a): Bioenergiedörfer. Leitfaden für eine praxisnahe Umsetzung.
- FNR (2010a): Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland. Stand: Juni 2010.
- FNR (2014b): Netzwerke in Bioenergieregionen. Politisch-gesellschaftliche Begleitforschung zum Bundeswettbewerb. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe 33.
- FNR (2014): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. URL: [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/r/z/rz\\_fnr4\\_0302\\_grafik\\_nawaro\\_anbau\\_de\\_neu.jpg](http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/r/z/rz_fnr4_0302_grafik_nawaro_anbau_de_neu.jpg).
- FoVG (2002): Forstvermehrungsgesetz vom 22.05.2002, BGBl. I S. 1658, zuletzt geändert am 31.08.2015, BGBl. I S. 1474.
- Franke, U. (2008): Thema: Landschaftsbild. Landschaft lesen; Impulse zur Landschaftsästhetik, Naturwahrnehmung und Landschaftsbildbewertung für die norddeutsche Kulturlandschaft. Schwerin. URL: <http://www.ink-landschaft.de/index.php>.
- Friese, F.; Euring, M.; Kharazipour, A. (2015): Particleboards from newly exploited wood sources as a starting point for cascade utilisation. In: D. Butler-Manning, A. Bemmann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 497–505.
- Fritsche, U. R.; Henneberg, K. J.; Hermann, A.; Hünecke, K.; Herrera, R.; Fehrenbach, H. et al. (2010): Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel. Zusammenfassender Endbericht. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Texte 48.
- Gassner, E.; Jedicke, E. (Hg.) (1995): Das Recht der Landschaft. Gesamtdarstellung für Bund und Länder. Radebeul: Neumann.
- GFN; Geyer; Dolek (2001): Pflege- und Entwicklungsplan "Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb)". Hg. durch Verein "Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb)" e.V. als Träger des Naturparks.
- Glaser, T.; Schmidt, P. A. (2010): Naturschutzrechtliche und -fachliche Eignung. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Gobster, P. H.; Nassauer, J. I.; Daniel, T. C.; Fry, G. L. A. (2007): The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology? In: *Landscape Ecol* 22 (7), S. 959–972. DOI: 10.1007/s10980-007-9110-x.
- Griesen, M. (2010): Akzeptanz von Biogasanlagen. Dissertation Universität Bonn. Aachen: Shaker (Bonner Studien zur Wirtschaftssoziologie, 34).
- Groot, R. S. de; Alkemade, R.; Braat, L.; Hein, L.; Willemsen, L. (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. In: *Ecosystem Services – Bridging Ecology, Economy and Social Sciences* 7 (3), S. 260–272. DOI: 10.1016/j.ecocom.2009.10.006.

- Grothe, H.; Marks, R.; Vuong, V. (1979): Die Kartierung und Bewertung gliedernder und belebender Landschaftselemente im Rahmen der Landschafts- und Freiraumplanung. In: *Natur und Landschaft* 54 (11), S. 375–380.
- Gruehn, D. (2001): Einschätzung der Bedeutung von Landschaftselementen für das Landschaftserleben. In: P. Paar und U. Stachow (Hg.): *Visuelle Ressourcen - Übersehene ästhetische Komponenten in der Landschaftsforschung und -entwicklung*. ZALF-Bericht 44. Müncheberg: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V., S. 49–59.
- Gruehn, D.; Roth, M. (2008): *New Approaches in Visual Landscape Assessment and Modelling Quality of Life and Aesthetic Value of Landscape*. Latvia University of Agriculture, Jēgava.
- Gruehn, D.; Roth, M.; Kenneweg, H. (2007): Entwicklung eines Ansatzes zur Einschätzung der Bedeutung von Landschaftselementen für das Landschaftserleben als Grundlage für die Beurteilung des Landschaftsbildes auf der Ebene des Landschaftsprogramms in Sachsen. LLP-report 002. Dortmund.
- Grunewald, K.; Bastian, O. (2012): *Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer Spektrum.
- Grunewald, K.; Bastian, Olaf. (Hg.) (2015): *Ecosystem services - concept, methods and case studies*. Berlin u.a.: Springer.
- Guo, Z.; Zhang, L.; Li, Y.; Romanuk, T. N. (2010): Increased Dependence of Humans on Ecosystem Services and Biodiversity. In: *PLoS ONE* 5 (10), S. e13113. DOI: 10.1371/journal.pone.0013113.
- Haaren, C. v.; Hachmann, R.; Blumentrath, S.; Lipski, A.; Vogel, K.; Weller, M. et al. (2008a): *Naturschutz im landwirtschaftlichen Betriebsmanagement. EDV-Systeme zur Unterstützung der Erfassung, Bewertung und Konzeption von Naturschutzleistungen landwirtschaftlicher Betriebe*. Stuttgart: Ibidem-Verl.
- Haaren, C. v.; Hachmann, R.; Blumentrath, S.; Lipski, A.; Vogel, K.; Weller, M. et al. (2008b): *Softwaregestütztes Naturschutzmanagement auf landwirtschaftlichen Betrieben: Erfassung, Bewertung und Optimierung von Naturschutzleistungen*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40 (2), S. 42–48.
- Haaren, C. v.; Palmas, C.; Boll, T.; Rode, M.; Reich, M.; Niederstadt, F.; Albert, C. (2013): Erneuerbare Energien – Zielkonflikte zwischen Natur- und Umweltschutz. In: *Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege: Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende* Band 59, S. 18–33.
- Haber, W. (2014): *Landwirtschaft und Naturschutz*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag. Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10851647>.
- Hadler, M. (2005): *Quantitative Datenanalyse für Sozialwissenschaftler*. Wien: LIT Verl.
- Hagemann, H.; Goerke, M.; Erlenkötter, M.; Schulte, A. (2014): Wald-Zentrum stellt DINplus-Zertifikat für den Anbau von Agrarholz vor. *AFZ-Der Wald*, 1, 36-37.
- Hammer, D.; Kayser, A.; Keller, C. (2003): Phytoextraction of Cd and Zn with *Salix viminalis* in field trials. In: *Soil Use and Management* 19 (3), S. 187–192. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2003.tb00303.x.
- Hatzinger, R.; Nagel, H. (2009): *PASW Statistics. Statistische Methoden und Fallbeispiele*. München: Pearson Studium.

- Haughton, A. J.; Bond, A. J.; Lovett, A.; Dockerty, T.; Sünnerberg, G.; Clark, S. J. et al. (2009): A novel, integrated approach to assessing social, economic and environmental implications of changing rural land-use: a case study of perennial biomass crops. In: *Journal of Applied Ecology* 46 (2), S. 315–322. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01623.x.
- Heide, C. M. v. d.; Heijman, W. J. M. (Hg.) (2013): The economic value of landscapes. In: Routledge studies in ecological economics 26. European Consortium on Landscape Economics; International Conference on Landscape Economics. London: Routledge.
- Helbig, C.; Müller, M. (2010a): Biotische und abiotische Risikofaktoren. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Helbig, C.; Müller, M. (2010b): Habitatqualität von Kurzumtriebsplantagen für die epigäische Fauna am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). In: A. Bemmann und C. Knust (Hg.): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Hennemann-Kreikenbohm, I. (2015): Kompensationsmaßnahmen und energetische Nutzungspotenziale – Kurzumtriebsplantagen und Kurzumtriebsstreifen als mögliche Maßnahmen im Rahmen der Eingriffsregelung. Dissertation Universität Hannover.
- Hoffmann, D. (2009): Creation of regional added value by regional bioenergy resources. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (9), S. 2419–2429. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VMY-4W73KPJ-1/2/e0ac4f8c27ea1f9f00d8c38d78a339a2>.
- Hunziker, M. (2008): Evaluation of landscape change by different social groups. Results of two empirical studies in Switzerland. In: *Mountain research and development* 28 (2008) (2, S. 140-147), S. 140–147.
- Hunziker, M. (2010): Die Bedeutungen der Landschaft für den Menschen: objektive Eigenschaft der Landschaft oder individuelle Wahrnehmung des Menschen? In: *Forum für Wissen* : 33-41., S. 33–41.
- Hunziker, M.; Felber, P.; Gehring, K.; Buchecker, M.; Bauer, N.; Kienast, F. (2008): Evaluation of Landscape Change by Different Social Groups. In: *Mountain research and development* 28 (2), S. 140–147. DOI: 10.1659/mrd.0952.
- Hunziker, Marcel (2000): Einstellungen der Bevölkerung zu möglichen Landschaftsentwicklungen in den Alpen. Dissertation Universität Zürich. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL.
- Inderwildi, O. R.; King, D. A. (2009): Quo vadis biofuels? In: *Energy Environ. Sci.* 2 (4), S. 343–346. DOI: 10.1039/B822951C.
- Ipsen, D. (2006): Ort und Landschaft. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss. URL: [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2790438&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2790438&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm).
- Ift (2011): Tagesreiseverhalten der Bewohner der Metropolregion Hamburg - Endbericht mit Handlungsempfehlungen. Hg. v. IfT Freizeit und Tourismus GmbH, Metropolregion Hamburg.
- IWW, LTZ, IfL (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung. Schlussbericht des Projektes agroforst. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF, Förderkennzeichen 0330621. Hg. v. Institut für Waldwachstum (IWW), Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Institut für Landespflege (IfL).

- Jacobs, M. (2011): Psychology of the visual landscape. In: Hoeven, F. v. d., R. van Lammeren und S. Nijhuis (Hg.): Exploring the Visual Landscape - Advances in Physiognomic Landscape Research in the Netherlands: IOS Press.
- Jannasch, C. (2011): Literaturstudie zur Wurzelbildung von Pappelstecklingen auf Kurzumtriebsplantagen. TU Dresden, Bachelorarbeit.
- Janßen, A. (2011): Biodiversität in Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen im Vergleich zu anderen energetischen Biomassepfaden. Kurzstellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 8 S.
- Jedicke, E. (1994): Biotopverbund. 2. Aufl. Stuttgart, Gießen: Ulmer.
- Jessel, B. (1994): Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft als Objekte der naturschutzfachlichen Bewertung. In: *NNA-Berichte* (1), S. 76–89.
- Kanzian, C.; Kühmaier, M.; Zazgornik, J.; Stampfer, K. (2013): Design of forest energy supply networks using multi-objective optimization. In: *Biomass and Bioenergy* 58 (0), S. 294–302. DOI: 10.1016/j.biombioe.2013.10.009.
- Kaplan, R.; Kaplan, S. (1989): The experience of nature. A psychological perspective. Cambridge: Cambridge Univ. Pr.
- Kiemstedt, H.; Bachfischer, R. (1977): Zur planerischen Operationalisierung der ökologischen Risikoanalyse. Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Arbeitsmaterial Heft 2, Hannover.
- Kleefeld, K.-D.; Burggraaff, P.; Lange, B. (2007): Länderübergreifende Kulturlandschaftsanalyse Altes Land. Endbericht. Köln.
- Klos, G.; Kretschmer, H.; Roth, R. (2008): Siedlungsnaher Flächen für Erholung, Natursport und Naturerlebnis. Ergebnisse des F+E-Vorhabens 805 87 001 des Bundesamtes für Naturschutz. In: *Naturschutz und biologische Vielfalt* 51. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Knieling, J. (2003): Kooperative Regionalplanung und Regional Governance: Praxisbeispiele, Theoriebezüge und Perspektiven. *Informationen zur Raumentwicklung*, 8 (9), 463-478.
- Knust, C.; Schua, K.; Göttlein, A.; Ettl, R.; Wolferstetter, T.; Feger, K. H. (2015): Compensation of nutrient losses resulting from the intensified use of woody biomass using bark-ash pellets. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH*, S. 269–286.
- Köhler, B.; Preiß, A. (2000): Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes. In: *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 20 (1).
- Koukkou, M.; Leuzinger-Bohleber, M.; Mertens, W. (Hg.) (1998): Erinnerung von Wirklichkeiten. Psychoanalyse und Neurowissenschaften im Dialog. Stuttgart: Verl. Internat. Psychoanalyse.
- Kowarik, I. (1988): Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). In: *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 56.
- Krauhausen, J. (2012): EU plant Nachhaltigkeits-Nachweis für Energieholz. Europas Staatsforstbetriebe und private Waldbesitzer wehren sich gegen bislang unveröffentlichte Pläne der Kommission. In: *Holz-Zentralblatt* 138, 30.11.2012 (48).

- Krause, C. L.; Klöppel, D. (1996): Landschaftsbild in der Eingriffsregelung. *Angewandte Landschaftsökologie* 8.
- Kröber, M.; Heinrich, J.; Wagner, P. (2010a): Betriebliche Rahmenbedingungen. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): *Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland*. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Kröber, M.; Heinrich, J.; Wagner, P. (2015): The Economic Assessment of Short Rotation Coppice Plantations and their Profitability Relative to Annual Crops in Sachsen, Germany. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH*, S. 317–330.
- Kröber, M.; Heinrich, J.; Wagner, P.; Schweinle, J. (2010b): Ökonomische Bewertung und Einordnung von Kurzumtriebsplantagen in die gesamtbetriebliche Anbaustruktur. In: A. Bemann und C. Knust (Hg.): *AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Kröber, M.; Schildbach, M.; Wolf, H. (2010c): Technische Arbeitsmittel und Verfahren - Verfahren zur Anlage. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): *Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland*. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Kronenberg, V.; Weckenbrock, C. (2014): *Energiewende konkret: Herausforderungen für Politik, Gesellschaft und Wirtschaft*. Bonn: Bonner Akademie für Forschung und Lehre praktischer Politik.
- Kühne, O. (2006): *Landschaft in der Postmoderne*. 1. Aufl.: DUV Deutscher Universitäts-Verlag. URL: [http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok\\_id/15373](http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/15373).
- Kühne, O. (2008): *Distinktion - Macht - Landschaft. Zur sozialen Definition von Landschaft*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Lamb, R. J.; Purcell, A. T. (1990): Perception of naturalness in landscape and its relationship to vegetation structure. In: *Landscape and Urban Planning* 19 (4), S. 333–352. DOI: 10.1016/0169-2046(90)90041-Y.
- Lamersdorf, N.; Schulte-Bisping, H. (2010): *Bodenökologie. Kurzumtriebsplantagen. Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS*. Deutsche Bundesstiftung Umwelt: 14-25.
- Landgraf, D.; Böcker, L. (2010): Kurzumtriebsplantagen auf Sonderstandorten. In: A. Bemann und C. Knust (Hg.): *AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Landgraf, D.; Böcker, L.; Schildbach, M.; Wolf, H. (2010): Baumarten- und Sortenwahl. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): *Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland*. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Landgraf, D.; Setzer, F. (2012): *Kurzumtriebsplantagen. Holz vom Acker - So geht's*. Frankfurt am Main: DLG-Verl (AgrarPraxis kompakt).
- Langeveld, Hans; Quist-Wessel, Foluke; Dimitriou, Ioannis; Aronsson, Pär; Baum, Christel; Schulz, Ulrich et al. (2012): *Assessing Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Expansion*:

Model Definition and Preliminary Results. In: *Bioenerg. Res.* 5 (3), S. 621–635. DOI: 10.1007/s12155-012-9235-x.

Laureysens, I.; Blust, R.; Temmerman, L. de; Lemmens, C.; Ceulemans, R. (2004): Clonal variation in heavy metal accumulation and biomass production in a poplar coppice culture: I. Seasonal variation in leaf, wood and bark concentrations. In: *Environmental Pollution* 131 (3), S. 485–494. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.02.009.

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G. (2009): Biomass-to-Liquid: Hoffnungsträger für eine umweltfreundliche mobile Zukunft? *DVGW energie | wasser-praxis* 60 (2009) 4: 17-19.

Lepies, J.; Boll, T. (2014): Wenn es auf dem Acker grünt. *Business Geomatics* 5-6/14: 18. URL: <http://www.business-geomatics.com/bg/index.php/forschung-entwicklung-2/305-wenn-es-auf-dem-acker-gruent>.

LfU (2004): Pflege- und Entwicklungsplan für den Naturpark Dahme-Heideseen. Hrsg. vom Landesumweltamt Brandenburg.

Liesebach, M. (1999): Ökologische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: Hofmann, M.: Modellvorhaben schnellwachsende Baumarten. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 13. Münster.

Lindemann-Matthies, P.; Briegel, R.; Schüpbach, B.; Junge, X. (2010): Aesthetic preference for a Swiss alpine landscape: The impact of different agricultural land-use with different biodiversity. In: *Landscape and Urban Planning* 98 (2), S. 99–109. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.07.015.

Lindenau, G. (2002): Die Entwicklung der Agrarlandschaften in Südbayern und ihre Beurteilung durch die Bevölkerung. Ludwig-Maximilians-Univ, Berlin.

Louis, H. W. (1990): Niedersächsisches Naturschutzgesetz. Kommentar, 1. Teil, §§ 1-34. Braunschweig.

Magar, S. B.; Pelkonen, P.; Tahvanainen, L.; Toivonen, R.; Toppinen, A. (2011): Growing trade of bioenergy in the EU: Public acceptability, policy harmonization, European standards and certification needs. In: *Proceedings of a workshop of Bioenergy* 35 (8), S. 3318–3327. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.10.012.

Mann, C.; Schraml, U. (2008): Anwendung und Test eines Analysemodells zur Erklärung von Störeffekten in Erholungsräumen. In: *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 177 (12), S. 224–234.

Mantau, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland - Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015.

Marron, N. (2012): Cost reduction and efficiency improvement of short rotation coppice on small field sizes and under unfavourable site conditions by focusing on high product quality and a product-oriented cooperative value chain. CREFF final report. Rottenburg.

Maslow, A. H.; Kruntorad, P. (2010): Motivation und Persönlichkeit. 12. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt (rororo rororo-Sachbuch, 17395).

Matros, J.; Lohrberg, F. (2016): Eine Plantage als Park? Begleitforschung zur Beerntung einer Kurzumtriebsplantage im Wladlabor Köln. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 48 (1).

Matsuoka, R. H.; Kaplan, R. (2008): People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. In: *Landscape and Urban Planning* 84 (1), S. 7–19. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.09.009.



- Menzel, A. (1997): Landschaftsbild und Windenergieanlagen. Planungshinweise für die Festlegung von Vorranggebieten für Windenergieanlagen im Regionalen Raumordnungsprogramm des Zweckverbandes Großraum Braunschweig. Braunschweig: ZGB.
- Meyer, C.; Matzdorf, B.; Müller, K.; Schleyer, C. (2014): Cross Compliance as payment for public goods? Understanding EU and US agricultural policies. In: *Ecological Economics* 107, S. 185–194. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.08.010.
- Michalk, K.; Knust, C.; Bemmann, A.; Wolf, H. (2010): Rechtliche Rahmenbedingungen. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): *Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland*. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Möhring, W.; Schlütz, D. (2010): Die Befragung in der Medien- und Kommunikationswissenschaft. Eine praxisorientierte Einführung. Studienbücher zur Kommunikations- und Medienwissenschaft. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- Murach, D.; Knur, L.; Schutze, M. (2008): DENDROM – Zukunftsrohstoff Dendromasse. Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwendung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz. Endbericht. Eberswalde, Berlin, Cottbus.
- MW (2007): *Zukunft gestalten. Programmübersicht der EFRE-Förderperiode 2007-2013*. Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Hg.).
- MWKEL (Hg.) (2013): *Windenergie und Kommunen - Leitfaden für die kommunale Praxis des Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz*.
- NABU (2010): *Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Chancen und Risiken aus Sicht des Naturschutzes*. Studie des Naturschutzbundes Deutschland, 70 S.
- NABU; Bosch & Partner (2015): *Naturverträgliche Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)*. Ergebnisse des vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens.
- NatSchG BW: *Gesetz des Landes Baden-Württemberg zum Schutz der Natur und zur Pflege der Landschaft* Gesetz vom 23.06.2015 (GBl. S. 585), in Kraft getreten am 14.07.2015.
- Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013a): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen. *AFZ-Der Wald*, Band 68, Heft 4: 4-6.
- Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013b): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. *Kurzumtriebsplantagen*. *Ackerplus* 09.2013: 58-61.
- Neubert, F. P.; Pretzsch, J. (2013): KUP Zertifizierung - Chancen und Herausforderungen. In: Bemmann, A.; Butler Manning, D. (eds.): *Energieholzplantagen in der Landwirtschaft*. Erling Verlag, Clenze, 134-138.
- Neubert, F. P.; Pretzsch, J.; Becker, G. (2015): Socio-economic sustainability criteria for bioenergy villages incorporating short rotation coppice in their energy supply. In: D. Butler-Manning, A. Bemmann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH, S. 303–316.

- Nitsch, J.; Pregger, T.; Scholz, Y.; Naegler, T.; Sterner, M.; Gerhardt, N. et al. (2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Leitstudie 2010.
- Nohl, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung.
- Nohl, W. (2001a): Ästhetische und rekreative Belange in der Landschaftsplanung. Teil 2: Entwicklung einer Methode zur Abgrenzung von ästhetischen Erlebnisbereichen in der Landschaft und zur Ermittlung zugehöriger landschaftsästhetischer Erlebniswerte.
- Nohl, W. (2001b): Landschaftsplanung. Ästhetische und rekreative Aspekte ; Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans. Berlin: Patzer.
- Nohl, W. (2001c): Sustainable landscape use and aesthetic perception—preliminary reflections on future landscape aesthetics. In: *Landscape and Urban Planning* 54 (1–4), S. 223–237. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00138-4.
- Ode, A.; Fry, G.; Tveit, M. S.; Messenger, P.; Miller, D. (2009): Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. In: *Journal of Environmental Management* 90 (1), S. 375–383. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.10.013.
- OECD (2007): OECD Rural Policy Reviews: Germany 2007.
- Okkonen, L.; Suhonen, N. (2010): Business models of heat entrepreneurship in Finland. In: *Large-scale wind power in electricity markets with Regular Papers* 38 (7), S. 3443–3452. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.02.018.
- Palang, H.; Sooväli, H.; Antrop, M.; Setten, G. (Hg.) (2010): European rural landscapes. Persistence and change in a globalising environment. Dordrecht: Springer.
- Pandey, Vimal Chandra; Bajpai, Omesh; Singh, Nandita (2016): Energy crops in sustainable phytoremediation. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54, S. 58–73. DOI: 10.1016/j.rser.2015.09.078.
- Peters, J.; Torkler, F.; Hempp, S.; Hauswirth, M. (2009): Ist das Landschaftsbild „berechenbar“? Entwicklung einer GIS-gestützten Landschaftsbildanalyse für die Region Uckermark-Barnim als Grundlage für die Ausweisung von Windeignungsgebieten. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 41 (1), S. 15–20.
- Peters, R.-H. (2012): Ein Mann auf dem Holzweg. In: *Stern* (3).
- Petzhold, R. (2010): Standorteignung. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Petzold, R.; Feger, K. H.; Schwärzel, K. (2009): Wasserhaushalt in Kurzumtriebsplantagen. In: T. Reeg, A. Bemmann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-VCH, S. 181–191.
- Plieninger, T.; Dijks, S.; Oteros-Rozas, E.; Bieling, C. (2013): Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. In: *Land Use Policy* 33 (0), S. 118–129. DOI: 10.1016/j.landusepol.2012.12.013.

- Polster, A.; Mollekopf, N.; Brummack, J. (2004): Fremdenergiefreie Biomassetrocknung mit dem Dombelüftungsverfahren. In: *Chemie Ingenieur Technik* 76 (9), S. 1287. DOI: 10.1002/cite.200490136.
- Portman, M. E.; Natapov, A.; Fisher-Gewirtzman, D. (2015): To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. In: *Computers, Environment and Urban Systems* 54, S. 376–384. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001.
- Pott, R. (1999): Lüneburger Heide, Wendland und Nationalpark Mittleres Elbtal. Stuttgart: Ulmer.
- Pröbstl, U.; Wirth, V.; Elands, B. H. M.; Bell, S. (2010): Management of Recreation and Nature Based Tourism in European Forests. 1. Aufl: Springer-Verlag. URL: [http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok\\_id/41985](http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/41985).
- Quack, H.-D. (2014): Wandern und Windkraftanlagen. Hg. v. Deutsches Wanderinstitut und Ostfalia.
- Ratzbor, G. (2011): Windenergieanlagen und Landschaftsbild. Zur Auswirkung von Windrädern auf das Landschaftsbild.
- Rau, I.; Nolting, K.; Rupp, J.; Keppler, D.; Schweizer-Ries, P. (2011): Projektabschlussbericht "Aktivität und Teilhabe - Akzeptanz erneuerbarer Energien durch Beteiligung steigern". gefördert vom BMU (FKZ: 0325053). Projektpartner: FG-UPSY; IZT; ZTG.
- Reeg, T.; Bemmann, A.; Konold, W.; Murach, D.; Spiecker, H. (Hg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-VCH.
- Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Erneuerbare-Energien-Richtlinie. Amtsblatt der Europäischen Union. L 140/16.
- Richtlinie NiB-AUM (2015): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen in der Fassung vom 1.10.2015 (Nds. MBl. S. 1388).
- Rode, M.; Boll, T. (2014): Monotonie durch Mais? In: Leibniz Universität Hannover (Hg.): Räume im Wandel. global – regional – lokal, Unimagazin 3/4 - 2014: 12-16. URL: [www.uni-hannover.de/de/universitaet/veroeffentlichungen/unimagazin/ausgaben](http://www.uni-hannover.de/de/universitaet/veroeffentlichungen/unimagazin/ausgaben).
- Rode, M.; Kanning, H. (Hg.) (2010): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Stuttgart: Ibidem-Verl.
- Röhle, H.; Hartmann, K.-U.; Steinke, C. (2010): Ertragskunde. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Roser, F. (2011): Entwicklung einer Methode zur großflächigen rechnergestützten Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials. Dissertation, Universität Stuttgart. Berlin: Weißensee-Verl.
- Roser, F. (2013): Ist die Schönheit der Landschaft berechenbar? Bereitstellung einer landesweiten Planungsgrundlage für das Schutzgut Landschaftsbild. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45 (9).
- Roth, M. (2012): Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen. Berlin: Rhombos-Verl (IÖR-Schriften, Bd. 59).
- Roth, M. (2013): Valide Landschaftsbildbewertung im Rahmen der Landschaftsplanung - Eine Frage der Partizipation! In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45 (10/11), S. 335–342.

- RPV (2012): Kurzfassung zum Regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept für die Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien. Bautzen.
- Ruschkowski, E.v.; Burns, R. C.; Arnberger, A. Smaldone, D.; Meybin, J. (2013): Recreation Management in Parks and Protected Areas: A Comparative Study of Resource Managers Perceptions in Austria, Germany, and the United States. In: *Journal of Park and Recreation Administration* 31 (2), S. 95–114.
- SächsNatSchG: Sächsisches Naturschutzgesetz vom 6. Juni 2013 (SächsGVBl. S. 451), das zuletzt durch Artikel 25 des Gesetzes vom 29. April 2015 (SächsGVBl. S. 349) geändert worden ist.
- Sander, H. A.; Polasky, S. (2009): The value of views and open space: Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA. In: *Land Use Policy* 26 (3), S. 837–845. DOI: 10.1016/j.landusepol.2008.10.009.
- Scannell, L.; Gifford, R. (2010): Defining place attachment: A tripartite organizing framework. In: *Journal of Environmental Psychology* 30 (1), S. 1–10. DOI: 10.1016/j.jenvp.2009.09.006.
- Scarlat, N.; Dallemand, J.-F.; Monforti-Ferrario, F.; Nita, V. (2015): The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. In: *Environmental Development* 15, S. 3–34. DOI: 10.1016/j.envdev.2015.03.006.
- Schipperijn, J.; Stigsdotter, U. K.; Randrup, T. B.; Troelsen, J. (2010): Influences on the use of urban green space – A case study in Odense, Denmark. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 9 (1), S. 25–32. DOI: 10.1016/j.ufug.2009.09.002.
- Schmidt, A.; Gerold, D. (2008): Kurzumtriebsplantagen: Ergänzung oder Widerspruch zur nachhaltigen Waldwirtschaft? In: *Schweiz Z Forstwes* 159 (6), S. 152–157.
- Schmidt, P. A.; Glaser, T. (2009): Kurzumtriebsplantagen aus Sicht des Naturschutzes. In: T. Reeg, A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hg.): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Schmidt, P. A.; Glaser, T. (2010): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen. In: A. Bemann und C. Knust (Hg.): *AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*. Berlin: Weißensee-Verlag.
- Scholles, F. (1997): Abschätzen, Einschätzen und Bewerten in der UVP. Weiterentwicklung der ökologischen Risikoanalyse vor dem Hintergrund der neueren Rechtslage und des Einsatzes rechnergestützter Werkzeuge. In: *UVP spezial* 13. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.
- Schöne, F. (2008): Auswirkungen der Flächen- und Nutzungskonkurrenz auf die biologische Vielfalt in Deutschland. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* Nr. 2, 17. Jg.: 61-66.
- Schulte, A. (2014): Entwicklung eines Nachhaltigkeitszertifikates für den Agrarholzanbau, AZ 29927-01/-02. Schlussbericht. Internationales Institut für Wald und Holz NRW e.V., TÜV Rheinland und DBU, Münster.
- Schulz, U.; Brauner, O.; Groß, H. (2009): Animal diversity on short-rotation coppices - a review. In: *Landbauforschung* 59 (3), S. 171–181. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-201102-dk042571-7>.

- Schüpbach, B.; Junge, X.; Briegel, R.; Lindemann-Matthies, P.; Walter, T. (2009): Ästhetische Bewertung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung. Ettenhausen: ART (ART-Schriftenreihe. URL: <http://www.gbv.de/dms/zbw/602183170.pdf>, 10).
- Schütte, R. (2009): Biogasanlagen haben sich auf die Fruchtfolgen ausgewirkt. Oldenburg (Landwirtschaftskammer Niedersachsen).
- Schweinle, J.; Franke, E. (2010): Betriebswirtschaft. In: C. Skodawessely, J. Pretzsch und A. Bemman (Hg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Skodawessely, C.; Pretzsch, J.; Bemman, A. (Hg.) (2010): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen. Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. 1. Aufl. Dresden: Eigenverl. TU Dresden.
- Sofiev, M.; Bergmann, K.-C. (2013): Allergenic pollen. A review of the production, release, distribution and health impacts. Dordrecht, New York: Springer.
- Soini, K.; Vaarala, H.; Pouta, E. (2012): Residents' sense of place and landscape perceptions at the rural–urban interface. In: *Landscape and Urban Planning* 104 (1), S. 124–134. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.10.002.
- Späh, M.; Weber, L.; Oesterreicher, T.; Liebl, A. (2011): Schallschutzpflanzen – Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen. Hg. v. Fraunhofer Institut für Bauphysik.
- Stabell, C. B.; Fjeldstad, Ø. D. (1998): Configuring value for competitive advantage: on chains, shops, and networks. In: *Strat. Mgmt. J.* 19 (5), S. 413–437. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<413::AID-SMJ946>3.0.CO;2-C.
- Statistische Ämter (2011): Statistik lokal - Daten für die Kreise, kreisfreien Städte und Gemeinden Deutschlands. Ausgabe 2011 (Gebietsstand 31.12.2009).
- Stechmesser, G. (2011): Initiativen mit Weitblick. URL: <http://initiativen-mit-weitblick.de>.
- Steinle, C.; Schiele, H. (2003): Die räumliche Dimension im Strategischen Management von Wertschöpfungssystemen: Operationalisierung des Cluster — Ansatzes für die strategische Analyse. In: Norbert Bach, Wolfgang Buchholz und Bernd Eichler (Hg.): Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke: Gabler Verlag, S. 21-39. URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-88977-5\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-88977-5_2).
- Stolarski, M. J.; Szczukowski, S.; Tworkowski, J.; Wróblewska, H.; Krzyżaniak, M. (2011): Short rotation willow coppice biomass as an industrial and energy feedstock. In: *Industrial Crops and Products* 33 (1), S. 217–223. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.10.013.
- Strohm, K.; Schweinle, J.; Liesebach, M.; Osterburg, B.; Rödl, A.; Baum, S. et al. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. In: Arbeitsberichte aus der VTI-Agrarökonomie 2012, 6. Braunschweig: vTI.
- Szarka, N.; Eichhorn, M.; Kittler, R.; Bezama, A.; Thrän, D. (2016): Interpreting long-term energy scenarios and the role of bioenergy in Germany. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. DOI: 10.1016/j.rser.2016.02.016.
- Tasser, E.; Tappeiner, U. (2002): Impact of land use changes on mountain vegetation. In: *Applied Vegetation Science* 5 (2), S. 173–184. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2002.tb00547.x.

Thrän, D.; Edel, M.; Pfeifer, J.; Ponitka, J.; Rode, M.; Knispel, S. (2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung. - Report Nr. 4.

TLL (2007): Abschlussbericht Verbundvorhaben: Energiepflanzen für die Biogasproduktion, Jena.

Tourangeau, R.; Rips, L. J.; Rasinski, K. (2012): The psychology of survey response. 13th printing. Cambridge: Cambridge University Press.

Tuan, Y.-F. (1977): Space and place. The perspective of experience. Minneapolis: University of Minnesota Pr.

Tveit, M. S. (2009): Indicators of visual scale as predictors of landscape preference; a comparison between groups. In: *J Environ Manage* 90 (9), S. 2882–2888. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.12.021.

Uckert, G.; Siebert, R.; Specht, K. (2009): Zustandsbericht zur aktuellen Umsetzung von Bioenergie auf landwirtschaftlichen Betrieben: Befragung Brandenburger Landwirte, final report, ZALF.

Ulrich, R. (1986): Human response to vegetation and landscapes. In: *Landscape and Urban Planning*, 13, 29-44.

Van den Berg, A.; Koole, E.; Sander L. (2006): New wilderness in the Netherlands: An investigation of visual preferences for nature development landscapes. In: *Landscape and Urban Planning* 78 (4), S. 362–372. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.11.006.

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Kontaminantenverordnung. Amtsblatt der Europäischen Union L 364/5.

Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005. ELER-Verordnung. Amtsblatt der Europäischen Union. L 347/487.

Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 637/2008 des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates. Direktzahlungsverordnung. Amtsblatt der Europäischen Union L 347/608.

Vogel, M. (2005): Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutsamen Gemeinden der deutschen Nordseeküstenregion. Hg. v. Institut für Maritimen Tourismus.

Vries, S.; Boer, T. A. (2008): Recreational accessibility of rural areas: its assessment and impact on visitation and attachment. Forest Recreation & Tourism Serving Urbanised Societies. Finnish Forest Research Institute.

Wagner, S. (2007): Ökokonten und Flächenpools: die rechtlichen Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Flächen und Maßnahmenbevorzugung als Ausgleichsmethoden im Rahmen der Eingriffsregelung im Städtebaurecht. In: *Schriften zum Umweltrecht* (Band 153).

Wahren, A.; Richter, F.; Julich, S.; Jansen, M.; Feger, K. H. (2015): The influence of more widespread cultivation of short rotation coppice on the water balance: from the site to regional scale. In: D. But-

ler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 45–61.

Waltert, F.; Schulz, T.; Schläpfer, F. (2011): The role of landscape amenities in regional development: Evidence from Swiss municipality data. In: *Land Use Policy* 28 (4), S. 748–761. DOI: 10.1016/j.landusepol.2011.01.002.

Warren-Kretzschmar, B. (2011): Visualization in Landscape Planning: Choosing appropriate visualization methods for public participation. Dissertation, Universität Hannover.

Weih, M.; Hoerber, S.; Beyer, F.; Fransson, P. (2014): Traits to Ecosystems: The Ecological Sustainability Challenge When Developing Future Energy Crops. In: *Front. Energy Res.* 2. DOI: 10.3389/fenrg.2014.00017.

WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31.07.2009, BGBl. I S. 2585, zuletzt geändert am 31.08.2015, BGBl. I S. 1474.

White, M. P.; Alcock, I.; Wheeler, B. W.; Depledge, M. H. (2013): Would You Be Happier Living in a Greener Urban Area? A Fixed-Effects Analysis of Panel Data. In: *Psychological Science* 24 (6), S. 920–928. DOI: 10.1177/0956797612464659.

Wiehe, J.; Ruschkowski, E. von; Rode, M.; Kanning, H.; Haaren, C. von (2009): Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Landschaft - Am Beispiel des Maisanbaus für die Biogasproduktion in Niedersachsen. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 41, S. 107–113.

Wöbse, H. H. (2003): Landschaftsästhetik: über das Wesen, die Bedeutung und den Umgang mit landschaftlicher Schönheit: Ulmer.

Wüste, A. (2012): Akzeptanz verschiedener Bioenergienutzungskonzepte und Erfolgsfaktoren beim Ausbau dezentraler Bioenergieprojekte in Deutschland. Dissertation, Universität Göttingen.

Zimmermann, K.; Schweinle, J. (2015): Supply Chain-Based Business Models for Woodfuel. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 289–301.

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Die Arbeit wurde noch nicht als Dissertation oder als Prüfungsarbeit vorgelegt.

Teile der Dissertation wurden mit Zustimmung der Betreuer Prof. Dr. Christina von Haaren und Prof. Dr. Michael Rode in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

Boll, T. (2012): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme. In: Feit, U. & Korn, H. (Bearb.), BfN (Hg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt XI - Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Bonn: BfN-Skripten (309) 2012: 185-192.

URL: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_309.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_309.pdf)

Boll, T.; Haaren, C. v.; Ruschkowski, E. v. (2014): The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers – the Hamburg case study. In: PLOS ONE 9 (10), e108638. DOI: 10.1371/journal.pone.0108638.

URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0108638>

Boll, T.; Haaren, C. v.; Albert, C. (2014): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? – A case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region. *iForest* (2014) 7: 423-433. DOI: 10.3832/ifer1173-007.

URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifer1173-007>

Boll, T.; Haaren, C. v. (2014): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 46 (5): 137-144. URL: <http://www.nul-online.de/Wie-sensibel-reagiert-die-Stadtbevoelkerung-auf-Veraenderung-ihrer-Erholungslandschaft,QUIEPTQzMDc4OTAMtUIEPTExMTE.html>

Boll, T.; Haaren, C. v.; Rode, M. (2015): The effects of short rotation coppice on recreation and the visual landscape. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH, S. 105–119.

URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch9/summary>

Rode, M.; Boll, T. (2014): Monotonie durch Mais? In: Leibniz Universität Hannover (Hg.): *Räume im Wandel. global – regional – lokal*. *Unimagazin* 3/4 - 2014: 12-16.

URL: [https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014\\_raeume/um04netz\\_rode\\_14-2.pdf](https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014_raeume/um04netz_rode_14-2.pdf)

Lepies, J.; Boll, T. (2014): Wenn es auf dem Acker grünt. *Business Geomatics* 5-6/14: 18.

URL: <http://www.business-geomatics.com/bg/index.php/forschung-entwicklung-2/305-wenn-es-auf-dem-acker-gruent>



- Boll, T. (2014): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie. In: Energieagentur Region Göttingen e.V. & Forschungsprojekt BEST (Hg.): Bioenergie in der Region Göttingen – Wissenschaftliche Informationen für die regionale Praxis. URL: [http://www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923\\_Broschuere\\_Bioenergie.pdf](http://www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923_Broschuere_Bioenergie.pdf)
- Boll, T.; Kempa, D.; Haaren, C. v.; Weller, M. (2014): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA. In: Gerold, D.; Schneider, M. (Hg.): Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung. forum ifl 25: 108-115.  
URL: <http://ifl.wissensbank.com/cgi-bin/starfetch.exe?z3Y@0rulliwf6GbWLIJXEnDW27KJGa@DT9AKwhRLolymYrwjGQD@Dma6ilf0uSwo0MYu1KoFLSchgB09N1fkrc.QVHOCCOgq0jidFA5hul4N3n8vPUpvOPvrHKPTbCWk1CxG@k9jsam78rOfyzD3A/>.pdf
- Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K., Bergfeld, A. (2015): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 331–346.  
URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch25/summary>
- Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen. AFZ-Der Wald, Band 68, Heft 4: 4-6.
- Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K. (2013): Großes Interesse – geringer Anbau. Befragung zu Kurzumtriebsplantagen. Joule (2) 2013: 76-77.
- Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. Kurzumtriebsplantagen. ACKERplus (09) 2013: 58-61.

Köln, den

Thiemen Boll

## Beitrag des Autors zu den Veröffentlichungen

Boll, T. (2012): Anbau und Nutzung von Dendromasse – veränderte Landnutzung und Akzeptanzprobleme. In: Feit, U. & Korn, H. (Bearb.), BfN (Hg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt XI - Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Bonn: BfN-Skripten (309) 2012: 185-192. URL: [www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_309.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_309.pdf)

Dieser Artikel wurde vom Autor allein verfasst.

Boll, T.; Haaren, C. v.; Ruschkowski, E. v. (2014): The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers – the Hamburg case study. In: PLOS ONE 9 (10), e108638. DOI: 10.1371/journal.pone.0108638. URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0108638>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Christina von Haaren und Eick von Ruschkowski trugen zur Konzeption der Untersuchung, zur Korrektur des Manuskripts und zur Diskussion der Ergebnisse bei.

Boll, T.; Haaren, C. v.; Albert, C. (2014): How do urban dwellers react to potential landscape changes in recreation areas? – a case study with particular focus on the introduction of dendromass in the Hamburg Metropolitan Region. *iForest* (2014) 7: 423-433. DOI: 10.3832/ifor1173-007. URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1173-007>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Christina von Haaren und Christian Albert trugen zur Konzeption der Untersuchung und zur Korrektur des Manuskripts bei.

Boll, T.; Haaren, C. v. (2014): Wie sensibel reagiert die Stadtbevölkerung auf Landschaftsveränderungen in ihren Erholungsgebieten? Eine Untersuchung in der Metropolregion Hamburg zur voraussichtlichen Akzeptanz einer Ausweitung des Dendromasseanbaus. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 46 (5): 137-144. URL: <http://www.nul-online.de/Wie-sensibel-reagiert-die-Stadtbevoelkerung-auf-Veraenderung-ihrer-Erholungslandschaft,QUIEPTQzMDc4OTAmTUIEPTExMTE.html>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Christina von Haaren trug zur Konzeption der Untersuchung und zur Korrektur des Manuskripts bei.

Boll, T.; Haaren, C. v.; Rode, M. (2015): The effects of short rotation coppice on recreation and the visual landscape. In: D. Butler-Manning, A. Bemann, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): *Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas*: Wiley-VCH, S. 105–119. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch9/summary>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Christina von Haaren und Michael Rode trugen zur Konzeption der Untersuchung und zur Korrektur des Manuskripts bei.

Rode, M.; Boll, T. (2014): Monotonie durch Mais? In: Leibniz Universität Hannover (Hg.): Räume im Wandel. global – regional – lokal. Unimagazin 3/4 - 2014: 12-16.  
URL: [https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014\\_raeume/um04netz\\_rode\\_14-2.pdf](https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2014_raeume/um04netz_rode_14-2.pdf)

Die Konzeption des Artikels erfolgte durch beide Autoren gemeinsam, während die Ausarbeitung des Artikels durch beide Autoren getrennt nach den behandelten Themen des Artikels ‚Die ökologische Wirkungsanalyse‘ (Michael Rode) und ‚Visualisierung von zukünftigen Entwicklungen‘ (Thiemen Boll) erfolgte.

Lepies, J.; Boll, T. (2014): Wenn es auf dem Acker grünt. Business Geomatics 5-6/14: 18. URL: <http://www.business-geomatics.com/bg/index.php/forschung-entwicklung-2/305-wenn-es-auf-dem-acker-gruent>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels durch beide Autoren gemeinsam.

Boll, T. (2014): Landschaftsbild und Akzeptanz von Bioenergie. In: Energieagentur Region Göttingen e.V. & Forschungsprojekt BEST (Hg.): Bioenergie in der Region Göttingen – Wissenschaftliche Informationen für die regionale Praxis. URL: [www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923\\_Broschuere\\_Bioenergie.pdf](http://www.energieagentur-goettingen.de/fileadmin/files/downloads/140923_Broschuere_Bioenergie.pdf)

Dieser Artikel wurde vom Autor allein verfasst.

Boll, T.; Kempa, D.; Haaren, C. v.; Weller, M. (2014): Naturschutzfachliche Bewertung von Kurzumtriebsplantagen in der betrieblichen Managementsoftware MANUELA. In: Gerold, D.; Schneider, M. (Hg.): Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung. forum ifl 25: 108-115. URL: <http://ifl.wissensbank.com/cgi-bin/starfetch.exe?z3Y@0rulliwf6GbWLIJXEnDW27KJGa@DT9AKwhRLolymYrwjGQD@Dma6ilf0uSwo0MYu1KoFLSchgB09N1fkrc.QVHOCCOgq0jidFA5hul4N3n8vPUpvOPvrHKPTbCWk1CxG@k9jsam78rOfyzD3A/.pdf>

Die Konzeption und Ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Daniela Kempa und Christina von Haaren haben das Manuskript korrigiert. Malte Weller hat das im Artikel behandelte Softwaretool programmiert.

Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K., Bergfeld, A. (2015): Decision criteria and implementation strategies for short rotation coppice in Germany from the perspective of stakeholders. In: D. Butler-Manning, A. Bemmman, M. Bredemeier, N. Lamersdorf und C. Ammer (Hg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: Wiley-VCH, S. 331–346.  
URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527682973.ch25/summary>

Die Gesamtkonzeption und -ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Des Weiteren wurden die Unterkapitel zum Landschaftsbild vom Erstautor verfasst. Die weiteren Unterkapitel des Artikels wurden hauptverantwortlich von den Co-Autoren geschrieben, die Themen Sozio-Ökonomie und Zertifizierung von Florian Neubert, das Thema Wertschöpfungsketten von Klaus Zimmermann und das Thema informelle Planungsansätze von Annedore Bergfeld.

Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen. AFZ-Der Wald, Band 68, Heft 4: 4-6.

Der Artikel wurde in Zusammenarbeit mit Florian Neubert, Klaus Zimmermann und Annedore Bergfeld geschrieben. Während Florian Neubert für die Gesamtkonzeption des Artikels verantwortlich war, wurden die Unterkapitel von den einzelnen Co-Autoren geschrieben, ‚Sozio-Ökonomie‘ und ‚Biomassezertifizierung‘ (Florian Neubert), ‚Netzwerke und Kooperationen‘ (Klaus Zimmermann), ‚Landschaftsbild‘ (Thiemen Boll) und ‚Energiekonzepte‘ (Annedore Bergfeld).

Boll, T.; Neubert, F.; Zimmermann, K. (2013): Großes Interesse – geringer Anbau. Befragung zu Kurzumtriebsplantagen. Joule (2) 2013: 76-77.

Die Gesamtkonzeption und -ausarbeitung des Artikels erfolgte durch den Erstautor. Des Weiteren wurde die Einleitung, das Kapitel ‚Landschaftsbild‘ und das Fazit vom Erstautor geschrieben. Das Unterkapitel ‚Befragung von Praktikern‘ wurde von Florian Neubert und das Unterkapitel ‚Netzwerke‘ von Klaus Zimmermann geschrieben.

Neubert, F.; Boll, T.; Zimmermann, K.; Bergfeld, A. (2013): Großes Interesse, doch in der Praxis hakt's. Kurzumtriebsplantagen. ACKERplus (09) 2013: 58-61.

Der Artikel wurde in Zusammenarbeit mit Florian Neubert, Klaus Zimmermann und Annedore Bergfeld geschrieben. Florian Neubert war für die Gesamtkonzeption des Artikels verantwortlich. Thiemen Boll schrieb das Unterkapitel ‚Integration ins Landschaftsbild‘.