

Biogas als erneuerbarer Energieträger – Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen und planerische Koordinierungsmöglichkeiten auf regionaler Ebene

Von der Fakultät für Architektur und Landschaft
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktorin der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

von Dipl.-Ing. Nina Buhr
geboren am 12. März 1978 in Celle

2012

Referentin: Prof. Dr. Helga Kanning
Koreferent: Prof. Dr. Michael Rode

Tag der Promotion: 23. Mai 2012

Vorwort und Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde als kumulative Dissertation im Rahmen des Forschungsprojektes „Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade (SUNREG II)“ am Institut für Umweltplanung (IUP) der Leibniz Universität Hannover (LUH) erarbeitet.

Den Anstoß zu SUNREG II gaben die intensiven Förderungen der Bundesregierung zum Ausbau der erneuerbaren Energien: So hat vor allem die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 zu einem Boom landwirtschaftlicher Biogasanlagen und der energetischen Verwertung von Biomasse geführt. In der darauf folgenden Zeit zeichneten sich durch diese verstärkte energetische Nutzung von Biomasse insbesondere bei der Produktion von Biogas naturraum-, regions- und akteursspezifische Aus- und Wechselwirkungen ab. Vor dem Hintergrund wurde im Jahr 2005 das Forschungsprojekt SUNREG II konzeptualisiert. Zielsetzung des Projektes war die Abschätzung der ökologischen und raumwirksamen Konsequenzen der verstärkten Biomassenutzung sowie damit verbundener Interessenskonflikte, um daraus Handlungsempfehlungen zur Förderung eines natur- und raumverträglichen Ausbaus der energetischen Biomassenutzung zu entwickeln.

SUNREG II baute dabei auf den Ergebnissen des Projektes SUNREG I auf, das im Forschungsverbund der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK), dem Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim und dem Niedersachsen-Netzwerk-Nachwachsende Rohstoffe (3N) bearbeitet wurde. In SUNREG I erfolgten u. a. ökonomische Bewertungen, aus denen regionale Szenarien zur Entwicklung unterschiedlicher Biomassepfade abgeleitet wurden.

Das Projekt SUNREG II wurde von April 2006 bis Ende Juni 2009 vom Institut für Umweltplanung (IUP) in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB) durchgeführt und gliederte sich entsprechend in zwei Teilprojekte. Im Teilprojekt des ATB wurden einzelne Bewertungen der Auswirkungen auf Natur und Landschaft aus den Analysen des IUP in dv-gestützten Modellen mit den Ergebnissen der technischen und ökonomischen Analysen des Vorläuferprojektes SUNREG I verschnitten. Im Teilprojekt des IUP wurden in drei Analysesträngen die Auswirkungen der Biomassepfade Biogas und BtL (Biomass-to-Liquid; Biokraftstoff) auf Natur und Landschaft, auf andere Raumnutzungen sowie die Akteurskonstellationen und -interaktionen untersucht und bewertet, um daraus problemspezifische Handlungsanleitungen für einen natur- und raumverträglichen Ausbau der energetischen Biomassenutzung zu entwickeln. Die Analysen gliederten sich entsprechend der Untersuchungsschwerpunkte in

- eine Analyse der Auswirkungen auf Natur und Landschaft einschließlich der Entwicklung von entsprechenden Bewertungsmodellen (Raumanalyse I),
- eine Analyse der Auswirkungen auf andere Raumnutzungen und der raumbezogenen Steuerungs- und Koordinierungsmöglichkeiten vor dem Hintergrund konkurrierender Nutzungsansprüche und Schutzinteressen basierend auf hierfür zusammengestellten vorsorgeorientierten Standards (Raumanalyse II) und
- eine Analyse der Akteurslandschaften und deren Interaktionen, regionaler Erfolgsfaktoren sowie externer Rahmenbedingungen einschließlich der Entwicklung eines Akteursmodells (Akteursanalyse).

Die vorliegende Dissertation wurde im Rahmen der Raumanalyse II erarbeitet und als kumulatives Vorhaben in acht Fachartikeln in Form von Aufsätzen in deutschen bzw. europäischen Fachzeitschriften als auch Buchbeiträgen im Rahmen eines Forschungsberichts bereits größtenteils veröffentlicht.

Ich danke der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), dem niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (NML) sowie der Volkswagen AG, welche über die Förderung des Forschungsprojektes meine Dissertation unterstützten.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei meinen Betreuern Prof. Dr. Helga Kanning und Prof. Dr. Michael Rode für die Möglichkeit, Inhalte des Forschungsprojektes im Rahmen meiner Dissertation verwenden zu dürfen sowie für die fachlichen Anregungen und Diskussionen zu meiner Arbeit.

Ganz besonders danke ich meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Umweltplanung für die moralische und inhaltliche Unterstützung in dieser Lebens- und Arbeitsphase. Allen voran waren dies Dr. Julia Wiehe und Katharina Steinkraus mit denen ich das Projekt SUNREG II bearbeitet und Büro sowie diverse Hotelzimmer bei Tagungen und Seminaren geteilt habe. Fabiola Castro-Gonzales, Dr. Astrid Lipski, Dr. Stefan Rüter und Dr. Barty Warren-Kretschmar und allen anderen danke ich für die vielen positiven Worte und Hilfestellungen. Ich danke Euch für die Bemühungen mich immer in der Spur zu halten und die daraus erwachsenen Freundschaften.

Ich bedanke mich herzlich bei Dr. Julia Wiehe, Katharina Steinkraus und Dr. Barty Warren-Kretschmar, Karen Schiebe, Maren Kasten, Daniela Dreyling und Sina Schulz sowie meiner großen Schwester Andrea Schulze für die kritische Durchsicht meiner Manuskripte mit allem was dazugehört.

Der größte Dank richtet sich an meine Eltern und meine Schwestern und meine Freunde, die troyen Begleiter aus dem Familien- und Freundesland! Danke für die Hilfe, die Motivation, die Abwechslung, die Nachsicht und die Post.

Vielen lieben Dank Euch allen!

Hannover, im März 2012

Nina Buhr

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Abstract	IX
Abkürzungen	XV
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und aktuelle Entwicklungen	1
1.2 Stand der Forschung	5
1.3 Zielsetzung und Untersuchungsfragen	8
1.4 Vorgehen und Methoden	9
1.5 Untersuchungsrahmen	11
1.6 Aufbau der Arbeit	14
2 Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassenutzung	29
3 Auf dem Weg Richtung Nachhaltigkeit – Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen	31
4 Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien – Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven	33
5 Erneuerbare Energien – Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades	35
6 Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen, Anhang zur Raumanalyse II	37
7 Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production	39
7.1 Introduction	40
7.2 Procedure and Methods	42
7.3 Options for securing land usage by means of spatial and sectoral planning	43
7.4 Causal mechanisms and potential for conflict between biogas production and other forms of land use	45
7.5 Checklists of protective and preventative stands to safeguard the interests of other forms of land use considered in the face of biogas production	49
7.6 Application of the checklists in selected administrative districts in Lower Saxony	54
7.7 Conclusions and Discussion	57

8	Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades	65
9	Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade	67
10	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	69
10.1	Zusammenfassende Ergebnisdarstellung	69
10.1.1	Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen	69
10.1.2	Koordinierungsmöglichkeiten zur Lösung bzw. Minimierung der Konfliktpotenziale	76
10.1.3	Planerische Perspektiven zur Koordinierung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasnutzung	86
10.2	Diskussion der Ergebnisse im Kontext aktueller Entwicklungen	90
10.3	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	97

Kurzfassung

Schlagworte: *Biogas-Prozesskette, Raumnutzungen, Regionalplanung*

Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimaschutzes, endlicher fossiler Ressourcen und der Entwicklung einer nachhaltigen, unabhängigen Energieversorgung seit mehr als einem Jahrzehnt auf der politischen Agenda. Vor allem auf Grund der staatlichen Förderung verdreifachte sich der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch und liegt derzeit bei 12,2 %. Biomasse ist dabei mit einem Anteil von rund zwei Dritteln bereits jetzt der wichtigste erneuerbare Energieträger. Die dynamischen Entwicklungen bei der energetischen Biomassenutzung zur Produktion von Biogas sind dabei auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 und seine Novellierungen zurückzuführen. Während im Jahr 2000 bundesweit noch 1.043 Biogasanlagen eine elektrische Leistung von 78 Megawatt (MW_{el}) erzielten, erbrachten im Jahr 2010 bereits 5.905 Anlagen eine Leistung von über 2.920 MW_{el} .

Im Großteil der in den letzten zehn Jahren errichteten, über das EEG-geförderten Biogasanlagen werden Energiepflanzen als Substrat eingesetzt. Parallel zum rasanten Anstieg der Biogasanlagen steigt demzufolge auch stetig der Ackerflächenanteil, der für den Energiepflanzenanbau und insbesondere den Energie-Maisanbau genutzt wird. Der zunehmende Anbau der benötigten Biomasse, aber auch nachgelagerte Prozesse wie der Transport und die Silierung der Biomasse sowie deren Weiterverarbeitung in der Biogasanlage bis hin zur Verwertung der Gärreste ziehen Veränderungen entlang der gesamten Prozesskette nach sich. Die Biogasproduktion ist an eine großflächige Umstrukturierung der landwirtschaftlichen (Flächen)Nutzung gekoppelt. Sie beeinflusst nicht nur traditionelle Landnutzungsformen und regionale Stoffströme, sondern auch den Naturhaushalt sowie das Landschaftsbild und damit im Besonderen die gesellschaftlichen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen.

Zielkonflikte zwischen den verschiedenen Raumnutzungen zeichnen sich durch räumlich-funktionale Verflechtungen auf der regionalen Ebene am deutlichsten ab. Mit der Erschließung regionaler Biomassepotenziale für die dezentrale Produktion und Nutzung von Biogas ist eine neue Raumnutzung hinzugekommen, die ein hohes Maß an Verflechtungen und damit auch Wirkungszusammenhängen und Konfliktpotenzialen mit anderen Raumnutzungen aufweist. Um die vorhandenen Biogaspotenziale im Sinne einer nachhaltigen Energieversorgung und Regionalentwicklung zu erschließen, müssen potenzielle Konflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden. Vor allem auf regionaler Ebene bedarf es deshalb einer planerischen Koordinierung, die idealerweise alle Phasen der „Biogas-Prozesskette“, d. h. den Biomasseanbau, die Rohstoffbereitstellung mit Lagerung und Transport, die energetische Umwandlung in der Biogasanlage sowie die Reststoffverwertung umfasst. Insbesondere für die Regionalplanung und die raumwirksamen Fachplanungen erwachsen aus den sich überlagernden Flächen- und Nutzungsansprüchen neue Herausforderungen. Aufgrund bestehender Nutzungskonkurrenzen und Interessenkonflikte sowie einer fehlenden öffentlichen Fachplanung für den Energiesektor, wird bis heute die Rolle der Raumordnung bzw. der Regionalplanung, aber auch die der Fachplanungen immer wieder diskutiert. Doch weder die Konfliktpotenziale zwischen der gesamten Biogas-Prozesskette und ande-

ren Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen noch entsprechende Koordinierungsmöglichkeiten wurden bislang systematisch untersucht.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel der vorliegenden kumulativen Dissertation, in einem ersten Schritt raum- und fachplanerisch relevante Konfliktpotenziale sowie darauf abzielende formelle Koordinierungsmöglichkeiten und -defizite zu ermitteln, um auf dieser Basis systematisch Gestaltungs- und Optimierungspotenziale für eine raumverträgliche Planung der energetischen Nutzung von Biomasse entlang der gesamten Biogas-Prozesskette zu entwickeln. Folgende Untersuchungsfragen wurden in dem Zusammenhang bearbeitet:

Untersuchungsfrage 1: Welche Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale bestehen zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen?

Untersuchungsfrage 2: Welche Möglichkeiten bieten die formellen gebietsbezogenen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette bzw. den Konfliktpotenzialen zur Koordinierung, Sicherung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasproduktion und wie werden diese in der Praxis genutzt?

Untersuchungsfrage 3: Welche Optimierungs- und Gestaltungspotenziale lassen sich hinsichtlich der Konfliktpotenziale für die formellen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen für eine raumverträgliche Koordinierung und Entwicklung der Biogas-Prozesskette ableiten?

Methodisch wurde die Bearbeitung der Untersuchungsfragen in fünf Arbeitsschritte gegliedert:

Im ersten Arbeitsschritt wurde das komplexe System der energetischen Nutzung von Biomasse und insbesondere die „Biogas-Prozesskette“ mit Hilfe einer qualitativen Stoffstrom-/Prozesskettenanalyse operationalisiert und in die Prozesskettenphasen der Biomasseproduktion, der Rohstoffbereitstellung, der Umwandlung und der Reststoffverwertung sowie der Energiebereitstellung unterteilt.

Darauf aufbauend wurden im zweiten Arbeitsschritt die Wirkungszusammenhänge nach dem Prinzip der Ökologischen Risikoanalyse ermittelt, d. h. auf der Verursacher- bzw. Wirkungsseite die regionalbedeutsamen Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette ermittelt und diesen auf der Betroffenenseite die relevanten Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen mit Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen gegenübergestellt und daraus Konfliktpotenziale herausgearbeitet.

Um auszuloten welche Koordinierungsmöglichkeiten die formellen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen zum Umgang mit diesen Konfliktpotenzialen bieten, wurden im dritten Arbeitsschritt auf der Basis von Literaturrecherchen und Expertenwissen Checklisten mit Standards zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen für die Raumnutzungen vorbeugender Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und landschaftsbezogene Erholung entwickelt.

Im vierten Arbeitsschritt wurden anhand dieser Checklisten die formellen Planwerke der Regionalplanung und die Schutzgebietsverordnungen der relevanten Fachplanungen in Bezug auf den planerischen Umgang mit den Konfliktpotenzialen überprüft sowie die regionalplanerischen Festlegungen zur Energieversorgung ausgewertet. Untersuchungsräume waren drei niedersächsische Modellregionen, die die typischen landwirtschaftlichen Produktionsräume Niedersachsens abbilden. Über GIS-gestützte Analysen wurden darüber hinaus die Konfliktpotenziale in den Modellre-

gionen räumlich konkretisiert. Insgesamt konnten so planerische Koordinierungsmöglichkeiten und -defizite identifiziert werden.

Abschließend wurden im fünften Arbeitsschritt für die Koordinierungsdefizite Optimierungs- und Gestaltungspotenziale herausgearbeitet. Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines Workshops und verschiedener Vorträge präsentiert und mit dem Fachpublikum diskutiert.

Inhaltlich lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

Im Hinblick auf die *Untersuchungsfrage 1* konnte aufgezeigt werden, dass auf regionaler Ebene eine hohe Anzahl verschiedener Wirkfaktoren (z. B. Änderung der Nutzungsart, Bestandesentwicklung, Düngung, bauliche Anlagen, Gärrestausbringung etc.) unterschiedliche Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen beeinflusst. Je nach Wirkfaktor können die Landwirtschaft selbst mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, der vorbeugende Hochwasserschutz, die Trinkwasserversorgung, der Naturschutz, die landschaftsbezogene Erholung sowie die Siedlungsentwicklung inklusive Infrastruktur betroffen sein. Konfliktpotenziale bestehen durch Flächenkonkurrenzen, insbesondere aber auch durch die Beeinflussung des Hochwasserabflusses, der Grundwasserqualität und -quantität sowie der Erholungs- und der Wohnqualität.

Die unterschiedlichen Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen zeigen, dass es für eine raumverträgliche Biogasproduktion vor allem auf regionaler Ebene einer interdisziplinären und vorausschauenden Planung bedarf. Prinzipiell werden konkurrierende Nutzungsansprüche, die Raum und/oder natürliche Ressourcen in Anspruch nehmen, auf regionaler Ebene durch die zusammenfassende, überörtliche und fachübergreifende Regionalplanung sowie durch raumwirksame Fachplanungen mit unterschiedlichen formellen Instrumenten der Flächenvorsorge gesteuert bzw. koordiniert. Eine Analyse dieser Koordinierungsmöglichkeiten und -defizite war Gegenstand der *Untersuchungsfrage 2*.

Zusammenfassend lässt sich hierzu festhalten, dass die Nutzungsansprüche und Schutzinteressen verschiedener gesellschaftlicher Raumnutzungen einerseits über eigene fachbezogene Planungen dargelegt und gesichert werden können. So werden im Rahmen der einzelnen Fachplanungen empfindliche Bereiche z. B. über gesonderte Pläne (Gefahren- und Risikokarten, Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne, Landschaftsrahmenpläne, etc.) dargestellt. Sie können insbesondere über entsprechende Gebietsausweisungen (Überschwemmungsgebiete, Wasserschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete etc.) und zugehörige Verordnungen allgemeinverbindlich gegenüber negativen Wirkungen, auch den Auswirkungen entlang den verschiedenen Phasen der Biogas-Prozesskette, gesichert werden.

Die überfachliche Regionalplanung kann andererseits über zeichnerische und textliche Festlegungen in ihren Planwerken, in Niedersachsen den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RROP), koordinierend auf konkurrierende Nutzungsansprüche zwischen der Produktion von Biogas und anderen Raumnutzungen einwirken. Hierfür kann die Regionalplanung für bedeutsame Gebiete verschiedener Nutzungen, wie z. B. den Hochwasserschutz, die Trinkwassergewinnung oder die Erholung, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete festlegen (§ 8 ROG, § 3 NROG) und damit im Sinne einer Negativplanung empfindliche Bereiche gegenüber der Biogasproduktion schützen. Vorranggebiete besitzen Zielcharakter und sind damit endgültig abgewogen. Eine entsprechende, weichere Koordinierungsmöglichkeit bieten Vorbehaltsgebiete, die den Charakter von Grundsätzen der Raumordnung haben und damit noch der weiteren planerischen Abwägung unterliegen.

Eine direkte Koordinierung der Biogas-Prozesskette ist anlagenbezogen über die Festlegung von Eignungsgebieten für privilegierte Biogasanlagen möglich. Diese sehr harte Steuerungsmöglichkeit hat jedoch zur Folge, dass entsprechende Anlagen außerhalb davon ausgeschlossen sind.

Neben diesen zeichnerischen Festlegungen kann über textliche Festlegungen, z. B. in Form von Mengenzielen oder Ausschlussräumen bzw. -kriterien koordinierend eingewirkt werden. So ist entsprechend der regionalspezifischen Biomasse-/Biogaspotenziale die Vorgabe von regionalen Mengenzielen möglich, wie sie z. B. für die Windenergie bereits eingesetzt wird. Daneben könnten über textliche Festlegungen beispielsweise auch negativ steuernd empfindliche Bereiche, wie Vorranggebiete für Hochwasserschutz, Vorranggebiete für Natur und Landschaft oder Naturschutzgebiete etc. als Ausschlussräume für Biogasanlagen definiert werden. Ebenso könnten auch über Positivkriterien Gunststandorte für Biogasanlagen definiert bzw. präzisiert werden. Solche Positivkriterien können z. B. die räumliche Nähe zu Industriestandorten, Wärmeabnehmern, Gaseinspeisepunkten o. ä. sein.

Prinzipiell bieten die vorhandenen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen damit theoretisch verschiedene Koordinierungsmöglichkeiten für die Konfliktpotenziale entlang der Biogas-Prozesskette. Die Untersuchungen der Planungspraxis haben jedoch gezeigt, dass trotz der vielfältigen Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen eine umfassende räumliche Planung, die alle Phasen der Biogas-Prozesskette berücksichtigt, noch am Anfang steht.

Für entsprechende Untersuchungen der Planungspraxis zu formellen Koordinierungsmöglichkeiten in Bezug auf die Konfliktpotenziale wurden für die drei identifizierten besonders betroffenen Raumnutzungen vorbeugender Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und landschaftsbezogene Erholung jeweils Checklisten mit Standards zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen entwickelt. Anhand der Checklisten wurden die formellen Instrumente der Regionalplanung (RROP) und der raumwirksamen Fachplanungen (Überschwemmungsgebiets-, Wasserschutzgebiets- und Landschaftsschutzgebietsverordnungen) in den Modellregionen überprüft.

Hierzu hat die Auswertung der RROP und der Schutzgebietsverordnungen anhand der Checklisten in den Modellregionen ein relativ einheitliches Bild ergeben. Die RROP enthalten kaum konkrete Aussagen zur räumlichen Planung der Energieversorgung. Auch zur Regelung von Konfliktpotenzialen zwischen der Biogas-Prozesskette und den anderen Raumnutzungen in den Modellregionen werden die RROP bisher wenig konkret. Regelungen zu den identifizierten Konfliktpotenzialen finden sich bisher vor allem in den jeweiligen Schutzgebietskategorien bzw. den zugehörigen Verordnungen der Fachplanungen.

Für den vorbeugenden Hochwasserschutz wird die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten mit der Formulierung von Nutzungseinschränkungen in den entsprechenden Verordnungen in allen Modellregionen als ein wirksames Instrument der Flächensicherung zur Gewährleistung eines schadfreien Hochwasserabflusses genutzt. Die Verordnungen weisen lediglich Defizite in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion auf, da der Anbau von hochwachsenden, standfesten Kulturen als Abflusshindernis bisher nicht berücksichtigt wird.

Auch die Wasserschutzgebietsverordnungen mit möglichen Nutzungseinschränkungen bieten inzwischen ausreichenden Schutz zur Sicherung der Belange der Trinkwasserversorgung gegenüber den Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette.

Im Gegensatz dazu sind insbesondere Regelungen zur Sicherung des Landschaftsbildes bzw. der landschaftsbezogenen Erholung in Landschaftsschutzgebietsverordnungen problematisch. Die bisherigen Inhalte der Landschaftsschutzgebietsverordnungen bieten insgesamt keinen ausreichenden Schutz gegenüber einer möglichen Veränderung des Landschaftsbildes durch die landwirtschaftliche Biomasseproduktion. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Landwirtschaft in Landschaftsschutzgebieten keinen Einschränkungen unterliegt, sofern sie ordnungsgemäß nach der guten fachlichen Praxis erfolgt.

Sowohl die Regionalplanung als auch die raumwirksamen Fachplanungen bieten dementsprechend bereits einige formelle planerische Möglichkeiten für die Konfliktpotenziale, weisen aber auch Defizite auf. So muss vor allem die Ausgestaltung der verschiedenen Instrumente in Teilbereichen noch den Wirkfaktoren und den neuen Konfliktpotenzialen angepasst werden. Mit Blick auf die *Untersuchungsfrage 3* lassen sich vor diesem Hintergrund folgende Optimierungs- und Gestaltungspotenziale herausstellen.

Für einzelne Wirkfaktoren, z. B. den Anbau abflusshemmender Kulturarten, sind fachplanerische Optimierungspotenziale insbesondere über die Modifizierung der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen gegeben. Die Defizite beim Konfliktpotenzial der Beeinflussung der Grundwasserqualität wurden bereits mit dem Inkrafttreten der neuen niedersächsischen Schutzverordnung (SchuVO) Ende des Jahres 2009 behoben. Für die Konfliktpotenziale mit der landschaftsbezogenen Erholung bestehen die größten Koordinierungsdefizite. Im Rahmen der formellen Instrumente der Regionalplanung und der Landschaftsplanung bestehen derzeit jedoch keine planerischen Optimierungsmöglichkeiten, da eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung, wie z. B. der Anbau von Mais, hier nicht reglementiert werden kann.

Regionalplanerisch erscheint insgesamt, vor allem aufgrund der sich dynamisch entwickelnden Förderbedingungen sowie der fehlenden Einbindung der benötigten Biomasseanbauflächen, die Aufnahme textlicher Festlegungen mit Negativ- und Positivkriterien für Biogasanlagen in die RROP vertretbarer und flexibler als die Festlegung von entsprechenden Eignungsgebieten.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden verschiedene formelle raum- und fachplanerische Koordinierungsmöglichkeiten aufgezeigt und entsprechend der Konfliktpotenziale Optimierungsmöglichkeiten in der Ausgestaltung der jeweiligen Instrumente abgeleitet. Abschließend bleibt jedoch festzustellen, dass diese für eine umfassende Planung der gesamten Biogas-Prozesskette als Teil einer nachhaltigen, unabhängigen Energieversorgung im Rahmen der Energiewende allein nicht ausreichend sind. So sollten die einzelnen erneuerbaren Energieträger nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit den anderen erneuerbaren Energien und den regionspezifischen Entwicklungsmöglichkeiten sowie anderen Raumnutzungen betrachtet und ausgebaut werden. Erst eine umfassende Betrachtung von regionspezifischen Potenzialen im Zusammenhang mit den ökologischen, politischen, rechtlichen und planerischen sowie technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ermöglicht eine ganzheitliche Planung und einen raumverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energieversorgung. In dem Zusammenhang sollten die formellen Koordinierungsmöglichkeiten um geeignete informelle Instrumente wie z. B. erneuerbare Energiekon-

zepte, freiwillige Vereinbarungen o. ä. ergänzt und dazu die jeweiligen Förderinstrumente aufeinander abgestimmt eingesetzt werden. Eine entsprechend angepasste und integrative Umsetzung steckt jedoch noch in den Kinderschuhen. Für einen Ausbau der erneuerbaren Energien entsprechend der Ziele der Bundesregierung müssen die vorhandenen planerischen Ansätze und Koordinierungsmöglichkeiten konsequent miteinander verknüpft und dynamisch weiterentwickelt werden.

Die vorliegende kumulative Dissertation wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade (SUNREG II)“ (Laufzeit: April 2006 bis Juni 2009) erarbeitet und in Form von Fachartikeln und Buchbeiträgen veröffentlicht bzw. zur Veröffentlichung angenommen.

Abstract

Keywords: *biogas process chain, land uses, regional planning*

In the context of climate protection, limited fossil fuel resources and the development of sustainable and independent energy resources, the expansion of renewable energy in Germany has been on the political agenda and intensively supported for more than a decade. As a consequence of the governmental subsidies, the portion of renewable energy in the overall energy use has tripled and now lies at 12.2 %. Biomass, which comprises about two thirds, is now the most important energy source. Furthermore, biomass is predicted to have the greatest growth potential for energy use until 2030. The dynamic development of biogas in the last ten years, especially for biogas production, can be traced to the renewable energy source act (German: Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) from the year 2000 and its amendment. In 2000, 1,043 biogas plants produced 78 Megawatts (MW_{el}) of electrical power, while in 2005 already 5,905 plants produced 2,920 MW_{el} of power.

A large number of the biogas plants that have been sponsored through the EEG use energy crops as a substrate. Parallel to the rapid increase in biogas plants, there is an increase in the proportion of arable land that is used for the cultivation of energy crops, especially for maize production. The increased cultivation of the necessary biomass products causes changes along the whole process chain as well as in the respective processes such as: transport and storage of the biomass, as well as its further processing in the biogas plants, and the use of the digestate. The biogas production is linked to a large scale restructuring of agricultural land use. It not only influences traditional land use forms and regional material flow, but also the natural environment as well as the visual quality, and therefore especially the societal spatial land use.

The conflict between the aims of the different land uses is most apparent in their functional interdependence at the regional level. With the development of potential regional biomass for decentralized production and use, a new land use has arisen that has a large number of interconnections, and therefore, influences and potential for conflict with other land uses. In order to develop the existing biogas potentials in the sense of sustainable energy supply and regional development, the potential conflicts need to be recognized and solved early. This requires planning and coordination, ideally in all phases of the "biogas process chain" such as: biomass cultivation, preparation of the biomass products with storage and transport, the transformation to energy in the biogas plant, as well as the recycling of the digestate. Especially for regional planning and spatially significant sectoral planning, new challenges grow out of the overlay of demands for land and land use. The role of regional planning but also of sectoral planning is continually discussed in light of the existing competition for land use and conflicts of interest, as well as the lack of official sectoral planning for the energy sector. However, neither the potential conflicts between the entire biogas production chain and other regional functions, i. e. land uses or appropriate possibilities for coordination have yet been investigated.

Considering this background, it was the goal of this cumulative dissertation to identify the conflict potentials that are relevant for regional and sectoral planning as well as the targeted formal opportunities and deficits for coordination, in order to develop potentials for the design and op-

timization of spatially acceptable planning for biomass energy use along the entire biomass process chain. In this context, the following research questions were examined:

Research question 1: Which cause and effect relationships and potential conflicts exist between the biogas process chain and other regional functions, i. e. land uses?

Research question 2: Which possibilities have the existing formal instruments of regional planning spatially significant sectoral planning in response to the effects of the biogas process chain, i. e. the potential conflicts, to coordinate, secure and develop a compatible biogas production and how are these possibilities used in practice?

Research question 3: With respect to the potential conflicts, which potentials for optimization and structuring of a spatially compatible coordination of the biogas process chain can be derived for the formal instruments of regional planning and spatially significant sectoral planning?

In terms of the investigation method, the research questions were organized into five steps:

In the first step, the complex system of biomass energy use was divided into, the biogas process chain. It was operationalized with the help of workflow analysis and divided into the phases of the process chain for: biomass production, the resource/raw material preparation, production of energy.

In a second step, the cause and effect relationships were deduced based on the principle of ecological risk analysis. Therefore the polluter or impact side and interactions of regionally important impact factors of the biogas process chain were investigated. The land use demands and conservation interest were compared, and the resulting conflict potential was determined. The regionally important impact factors of the biogas process chain were identified.

The third step is based on a literature review and expert knowledge. In order to investigate how planning practice deals with the potentials for conflict, checklists with standards of protection and quality regarding demands on land use and interests requiring protection for regional planning were developed. The checklists regard the demands for the land uses of flood protection, drinking water supply and landscape-related recreation.

In the fourth step, the regional planning programmes and the regulations for conservation areas were evaluated based on the checklists. Three model regions in Lower Saxony were studied that reflect typical agricultural land uses in Lower Saxony. Planning opportunities and deficits could be identified in this way. Furthermore, the potentials for conflict in the model region could be identified using GIS supported analysis.

Finally in the fifth step, potentials for optimizing the planning deficits were developed. Within the context of a workshop, the results were presented and discussed with professionals from related fields.

The results can be summarized as follows:

With respect to *research question 1*, it could be shown that many different impact factors (e. g. change in land use, development of existing situation, fertilizer, built structures, distribution of fermentation residues) influence different spatial functions, i. e. land uses. Depending on the impact factors, agriculture itself can be affected with respect to: food and fodder production, flood protection, drinking water supply, nature conservation, landscape-related recreation, as

well as town development which includes infrastructure. Potential conflicts lie in the competition between land uses, but also especially in the effects on: flood water drainage, ground water quality and quantity as well as recreation and quality of living.

The different potential conflicts with other land uses show that a regionally compatible biomass production requires interdisciplinary and forward-looking planning, especially at the regional level. In principle, competing land use demands, which require land and natural resources, can be steered, i.e. coordinated at the regional level. This can be achieved through regional planning, which is comprehensive, integrative and regional, as well as with various informal instruments of land use provisions. The analysis of the opportunities and deficits for coordination were part of *research question 2*.

In summary, the land use demands and conservation interests of different land uses that are important to society can be established and secured, on the one hand, through the different sectoral planning processes. In this way, the sectoral planning can identify sensitive areas, for example, with special plans (flood hazard maps and flood risk maps, programmes of measures and river basin management plans, landscape framework plans etc.) Such areas can be protected through the appropriate definition of restricted areas (flood plains, water protection area, landscape conservation area) and through the respective regulations with regard to negative impacts as well as the effects in the different phases of the biogas process chain.

On the other hand regional planning can influence and coordinate the competing land use demands between the production of biogas and other land uses through the requirements/recommendations in maps and text for of the plan report of the Regional Planning Programme of Lower Saxony (German: Regionalen Raumordnungsprogrammen - RROP). For this, regional planning can define important areas for different uses, such as priority areas (German: Vorranggebiete) and precautionary land (German: Vorbehaltsgebiete) for flood protection, drinking water supply or recreation (§8 ROG, §3 NROG), and thus protect sensitive areas against biogas production, in the negative planning sense. Priority areas have a defined character, and therefore, they can not be altered. Precautionary land leaves more chances to coordinate, because their character is determined by regional planning. Thus they have a wider range of planning choices.

A direct coordination of the biogas process chain for specific plants is possible through the definition of suitable areas for privileged biogas plants. This very hard steering mechanism has the effect that appropriate plants outside of this regulation are not considered.

In addition to the requirements found in maps, written requirements, e. g. in the form of quantitative goals or restricted areas, i. e. criteria, can also have a coordinating effect. In this way, it is possible to determine the regional biomass / biogas potentials, as they have already been implemented, e. g. for wind energy. Using written requirements, sensitive areas, such as primary conservation areas for flood protection, nature and landscape or nature protection etc. can also be defined as restricted areas for biogas plants. Similarly, positive criteria can be defined for favourable sites for biogas plants, for example industrial sites, district heating plants and gas transfer points.

In principle, the existing instruments of regional planning and significant sectoral planning offer, in theory, various possibilities to coordinate the potential conflicts along the biogas process chain. However, investigations of the planning practice have shown that, despite the diverse potential conflicts with other land uses, a comprehensive spatial planning that considers all the phases of the biogas process chain is just starting.

Three checklists with standards for securing the land use demands and conservation interests of flood protection, drinking water supply and landscape-related recreation were developed for the investigation of formal possibilities to coordinate potential conflicts along the biogas process chain. These lists were used to evaluate the formal instruments of regional planning (RROP) and spatially significant sectoral planning (regulations for flood plains, water protection areas and landscape conservation areas) in the model regions.

The evaluation of the RROP and the regulations for protected areas that used the checklists in the model regions produced a relatively uniform picture. The RROP rarely make concrete statements about regional planning of the energy supply. Furthermore, the RROP have very few concrete regulations about the potential conflicts between the biogas process chain and the other land uses in the model regions. Until now the regulation for the identified potential conflicts is found primarily in the respective protection categories, i.e. the respective regulations of sector planning.

For flood protection, the definition of flood plains, for which land use restrictions are formulated in the respective regulations, is used in all the model regions as an effective instrument to secure land area in order to guarantee a damage-free, drainage of flood waters. The regulations point out occasional deficits in the process chain phases of biogas production because the reduced drainage capacity caused by tall and sturdy crops has not yet been considered.

In addition, the water protection regulations with possible use restrictions offer sufficient protection for drinking water supply with respect to the impact factors of the biogas process chain.

In contrast, especially the regulations for the protection of the visual landscape, i.e. landscape-related recreation, in regulations for landscape protection areas is problematic.

The existing contents of the landscape conservation area regulations do not offer sufficient protection against a possible change in the visual quality of the landscape that is caused by biomass energy crops. Due to the fact that agriculture in landscape protection areas is not restricted if it follows the rules of good practice (German: Gute fachliche Praxis - GfP).

Both regional planning and sectoral planning already offer several formal planning possibilities to deal with potential conflicts, but they also point out deficits. Therefore, parts of the specifications of the different instruments must be adjusted to address impact factors and the new potential conflicts.

With respect to research *question 3*, the following potentials for optimization present themselves in the context of this background.

For each impact factor, e. g. the cultivation of drainage deterrent crops, there is sectoral planning potential for optimization, especially by modifying the respective regulations for protected areas. The deficits with respect to the potential conflicts for ground water quality were solved with the

enactment of the new protection regulation (German: Schutzgebietsverordnung - SchuVO) in Lower Saxony at the end of 2009. The largest deficits in coordination exist for the potential conflicts of landscape-related recreation. In the context of the formal instruments of regional planning and landscape planning, at this point of time there is no possibility to improve the planning process because a orderly management of land, such as the cultivation of maize, can not be regulated.

From a regional planning point of view, the use of written regulations in the ROP with positive and negative criteria for biogas plants appears to be more appropriate and more flexible than defining appropriate restricted areas.

In the context of the investigation, several formal regional and sectoral planning possibilities for coordination have been identified and the respective possibilities for optimization have been deduced for the specification of the respective instruments. In conclusion, it can be stated that these recommendations are not sufficient for a comprehensive planning of the complete biogas process chain as part of a sustainable, independent energy supply of a decided energy transition. Therefore, the individual renewable energy sources should not be isolated, but rather considered and developed in connection with other renewable energy resources, the specific regional development possibilities and other land uses. Only a comprehensive consideration of regional-specific potentials in connection with the ecological, political, legal and planning related technical and economic contributions enables a comprehensive planning and a spatially compatible expansion of renewable energy resources. The formal possibilities for coordination should be expanded to include suitable informal instruments, such as renewable energy concepts, voluntary agreements or other possibilities. The respective subsidies should be coordinated and implemented. A respectively adjusted and integrated implementation remains in its infancy. For the expansion of renewable energy in accordance with the goals of the federal government, the existing planning approaches and opportunities for coordination must be consistently linked and dynamically developed.

This cumulative dissertation was produced during the research project "Ecological optimization of production and energy related use of biomass: nature and spatially compatible expansion of biomass for energy (SUNREG II)" (Duration: April 2006 until June 2009) and almost published in the form of journal articles and book contributions.

Abkürzungen

Abs.	Absatz
AEP	Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung
ATB	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V.
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung)
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundesbodenschutzgesetz)
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz)
BioKraftQuG	Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorgaben (Biokraftstoffquotengesetz)
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
B-Plan	Bebauungsplan
BtL	Biomass-to-Liquid, synthetischer Biokraftstoff
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.
CC	Cross Compliance
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DüngeV	Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung)
DüMV	Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung)
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
EEWärmeG	Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz)
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes
EnWG	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz)
Erläut.	Erläuterungen
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FNP	Flächennutzungsplan
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

GAK	Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"
GEOSUM	Geo-Daten-Server der niedersächsischen Umweltverwaltung
GfP	Gute fachliche Praxis
GIS	Geoinformationssystem
ha	Hektar
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm
ILE	Integrierte ländliche Entwicklung
ILEK	Integriertes ländliches Entwicklungskonzept
IUP	Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover
KWK	Kraft-Wärme-Koppelung
KWKG	Gesetz über die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Koppelung (Kraft-Wärme-Koppelungs-Gesetz)
KW _{el}	Kilowatt elektrische Leistung
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LCA	Life Cycle Assessment
LGN	Landesvermessung und Geoinformation Niedersachsen
LROP	Landesraumordnungsprogramm (Niedersachsen)
LRP	Landschaftsrahmenplan
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LSG-VO	Landschaftsschutzgebietsverordnung
LSKN	Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen
LwG	Landwirtschaftsgesetz des Bundes
LWK	Landwirtschaftskammer
MW _{el}	Megawatt elektrische Leistung
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NML	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
NNatG	Niedersächsisches Naturschutzgesetz
Nr.	Nummer
NROG	Niedersächsisches Gesetz über Raumordnung und Landesplanung (Niedersächsisches Raumordnungsgesetz)
NSG	Naturschutzgebiet
NSG-VO	Naturschutzgebietsverordnung
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
PflSchG	Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz)

PfISchMV	Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzmittelverordnung)
PSM	Pflanzenschutzmittel
QFN	Qualifizierter Flächennachweis
REK	Regionales Entwicklungskonzept
RIS	Regionale Innovationssysteme
ROG	Raumordnungsgesetz des Bundes
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm (Bezeichnung des Regionalplans in Niedersachsen)
SchuVO	Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten in Niedersachsen
SUNREG I	Forschungsprojekt „Modell zur technischen, sozioökonomischen und ökologischen Bewertung von Biomassebereitstellungssystemen, am Beispiel ausgewählter Regionen in Niedersachsen und Brandenburg zur Herstellung von SunFuel“ (Querschnittsprojekt; Bearbeitung: LWK Niedersachsen, 3N und ATB)
SUNREG II	Forschungsprojekt „Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade“ (Bearbeitung: IUP in Kooperation mit dem ATB)
SUP	Strategische Umweltprüfung
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
UBA	Umweltbundesamt
ÜSG	Überschwemmungsgebiet
ÜSG-VO	Überschwemmungsgebietsverordnung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VwVwS	Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe
WasBauPVO	Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Niedersächsischen Bauordnung
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)
WSG	Wasserschutzgebiet
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
3N	3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen - Netzwerk - Nachwachsende Rohstoffe e. V.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und aktuelle Entwicklungen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimaschutzes, endlicher fossiler Ressourcen und der Entwicklung einer nachhaltigen, unabhängigen Energieversorgung seit mehr als einem Jahrzehnt auf der politischen Agenda und wird entsprechend intensiv gefördert.

Neben dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 und seinen Novellierungen in den Jahren 2004, 2009 und 2012 waren das Marktanzreizprogramm sowie das von der Bundesregierung im Jahr 2007 beschlossene „Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP)“ (vgl. BMWi & BMU 2007) mit Klimaschutzzielen sowie Zielen für den Ausbau der erneuerbaren Energien maßgebend für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger (Wenzel & Nitsch 2010: 13; IWR 2011; UBA 2011: 12ff, 17).

Während sich der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch von 1990 bis 2000 von 1,9 % auf 3,8 % verdoppelte, verdreifachte sich dieser im darauf folgenden Jahrzehnt nahezu nochmals und liegt derzeit bei 12,2 % (vgl. Abbildung 1-1; BMU 2011; BMU 2012: 3). Entsprechend der Zielvorgaben der Bundesregierung soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch auch in Zukunft kontinuierlich weiter ausgebaut werden, sodass im Jahr 2050 mehr als 60 % des gesamten Endenergiebedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden (Nitsch et al. 2010: 40).

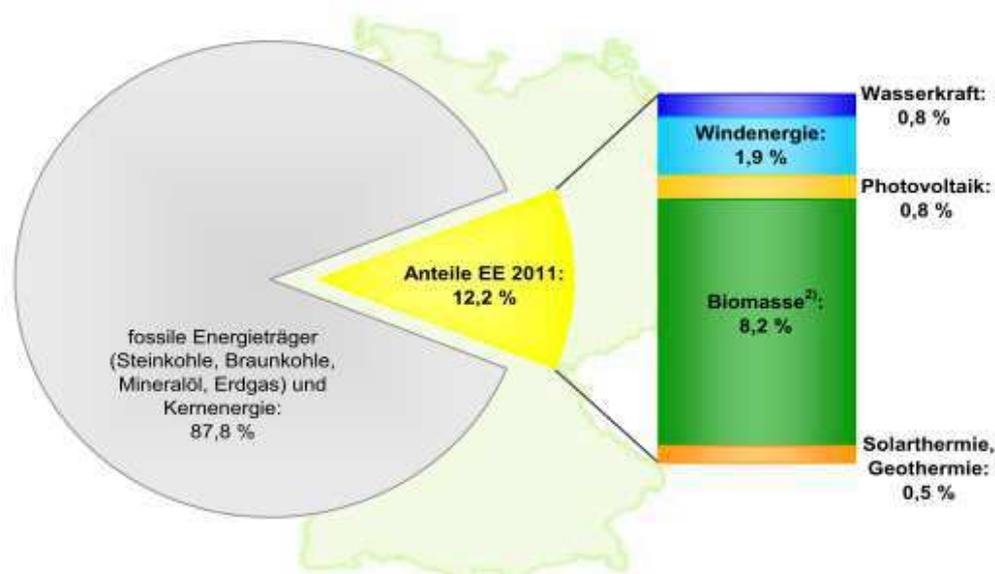


Abbildung 1-1: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland (BMU 2012: 5)

Bis zum Jahr 2030 werden dabei die größten Wachstumspotenziale für den Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse prognostiziert. Danach gelten die dominierenden Entwicklungspotenziale der Biomasse entsprechend den Potenzialgrenzen, die sich aufgrund begrenzter Flächenverfügbarkeiten ergeben, als weitgehend erschlossen (Nitsch et al. 2010: 5ff). Bereits jetzt ist Biomasse in Deutschland mit einem Anteil von rund zwei Dritteln der wichtigste erneuerbare Ener-

gieträger (Nitsch et al. 2010: 41). Dennoch werden, um die politisch vorgegebenen Ziele zur energetischen Nutzung von Biomasse zu erreichen, in den kommenden Jahren weiterhin erhebliche Mengen landwirtschaftlicher Fläche von der Lebens- und Futtermittelproduktion auf die Energieproduktion umgestellt werden müssen. Damit ist die weitere Entwicklung der energetischen Biomassenutzung stark von der Flächenverfügbarkeit für die Energiepflanzenproduktion abhängig. Die räumlichen Dimensionen dieser Entwicklung werden bei der Abschätzung des zukünftigen Flächenbedarfs deutlich. Verschiedenen Prognosen zufolge werden in Deutschland als verfügbare landwirtschaftliche Fläche für den Anbau von Energiepflanzen 2,5 - 4,2 Mio. ha angegeben (vgl. Fritsche et al. 2004: 189; Nitsch et al. 2004: 149; FNR 2005: 9; Agentur für Erneuerbare Energien e. V. 2010: 7; Seyfert et al. 2011: 294).

Die dynamischen Entwicklungen bei der energetischen Nutzung von Biomasse insbesondere zur Produktion von Biogas in den vergangenen zehn Jahren sind auf die staatlichen Förderungen vor allem über das EEG zurückzuführen. Neben der Nutzung von Biogas zur Wärme- und Stromgewinnung über Kraft-Wärme-Kopplung wird auch die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz gefördert. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2030 10 % des Erdgasverbrauchs durch Biogas zu ersetzen (BMU 2007; BMWi & BMU 2007).

Während im Jahr 2000 noch 1.043 Biogasanlagen eine elektrische Leistung von 78 Megawatt (MW) erzielten, erbrachten im Jahr 2010 bereits 5.905 Anlagen eine Leistung von über 2.291 MW (FNR 2011: 5). Auch für die Jahre 2011 und 2012 wird ein weiterer, deutlicher Zuwachs im Anlagenbestand erwartet. Entsprechend aktueller Prognosen wird die Zahl der Biogasanlagen 2011 auf insgesamt 7.100 mit einer elektrischen Leistung von über 2.780 MW und 2012 bei 7.470 Anlagen auf 2.900 MW steigen (vgl. Abbildung 1-2; FNR 2011: 5; Fachverband Biogas e. V. 2011a: 1f).

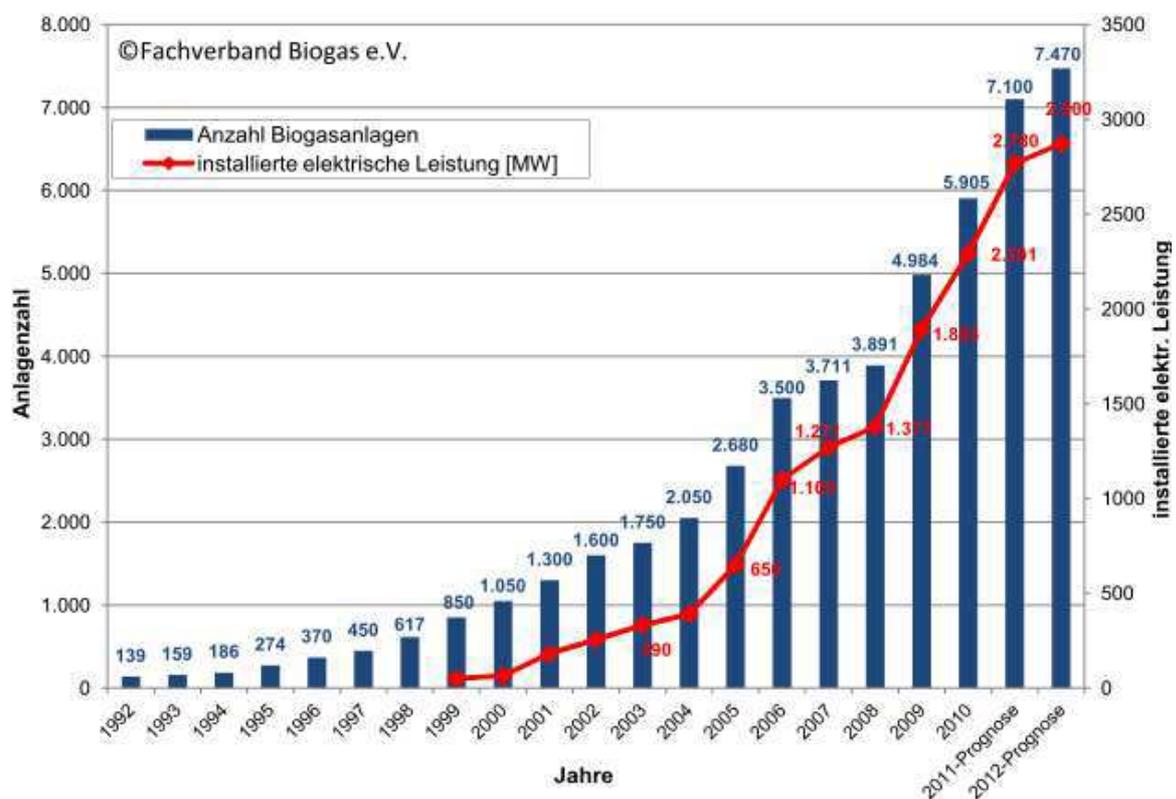


Abbildung 1-2: Entwicklung der Anzahl an Biogasanlagen und der installierten elektrischen Leistung in Megawatt [MW] in Deutschland, Stand: 11/2011 (Fachverband Biogas e. V. 2011a)

Vergleicht man die Entwicklung in den Bundesländern, zeichnen sich deutliche Unterschiede ab, die u. a. auch auf den Flächenbedarf und die zur Verfügung stehenden Flächen zurückzuführen sind. Während im Jahr 2010 in den Stadtstaaten und dem flächenmäßig kleinen Saarland die geringsten Leistungen mit insgesamt weniger als 7 MW_{el} (Megawatt elektrische Leistung) erzielt wurden, erzeugten in Niedersachsen 1.073 Biogasanlagen ca. 560 MW_{el} und in Bayern 2.030 Anlagen ca. 548 MW_{el}. Im Jahr 2010 produzierten damit die flächenmäßig größten Bundesländer Bayern und Niedersachsen allein insgesamt rund 48 % der aus Biogas gewonnenen elektrischen Leistung (vgl. Abbildung 1-3; Fachverband Biogas e. V. 2011b: 1).

Entsprechend der Erhebungen des Kompetenzzentrums Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe (3N) wird im Jahr 2011 die Anzahl der Biogasanlagen auf rund 1.333 Anlagen mit einer Leistungskapazität von 638 MW_{el} ausgebaut werden (ML & MU Niedersachsen 2010: 3f). Insgesamt decken Biogasanlagen in Niedersachsen bereits einen Anteil von 19 % an der erneuerbaren Stromerzeugung ab (Land Niedersachsen 2012: 26). Nach einer Prognose des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung rechnet man bis zum Jahr 2020 mit einem Wachstum auf über 1.000 MW_{el} (Land Niedersachsen 2012: 27).

Die Anzahl der Anlagen steigt dabei in allen niedersächsischen Regionen. Die regionale Verteilung der Biogasanlagen sowie der Anlagenzuwachs sind jedoch sehr heterogen. Schwerpunkte der Biogasproduktion befinden sich in den Regionen Soltau-Fallingb., Rotenburg-Bremervörde sowie den Veredlungsregionen Cloppenburg, Oldenburg und Emsland. In diesen Regionen wurden bereits im Jahr 2009 ca. 38 % der niedersächsischen Anlagen betrieben und die hohe Anlagendichte nimmt weiter zu. Nur geringen Zuwachs hingegen verzeichnen die Ackerbauregionen im Süden Niedersachsens. Hier fällt die Biogasproduktion bisher ohnehin deutlich geringer aus, da auf den guten ackerbaulichen Standorten die Getreideproduktion für die Futter- und Nahrungsmittelnutzung wirtschaftlicher ist (ML & MU Niedersachsen 2010: 5).

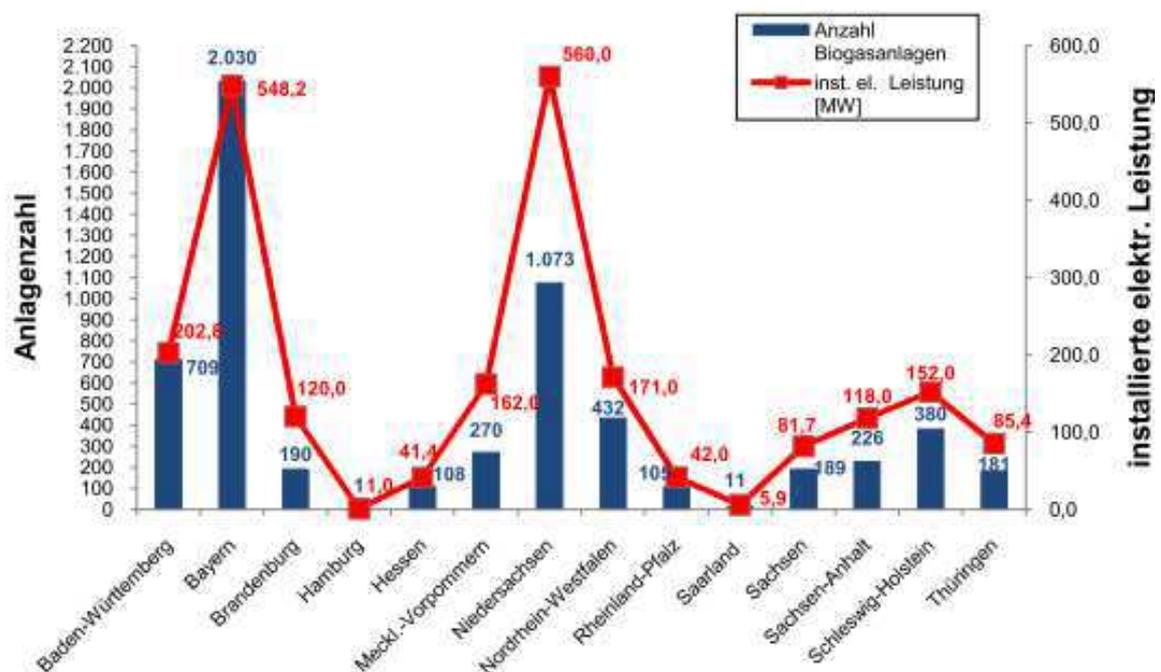


Abbildung 1-3: Anzahl an Biogasanlagen und installierte elektrische Leistung in Megawatt [MW] nach Bundesländern, Stand: 06/2011 (Fachverband Biogas e. V. 2011b)

Im Großteil der in den letzten zehn Jahren errichteten, über das EEG-geförderten Biogasanlagen werden nachwachsende Rohstoffe als Substrat eingesetzt (FNR 2010: 76). In Niedersachsen wurden im Jahr 2009 ca. 90 % als reine NawaRo¹-Anlagen betrieben (ML & MU Niedersachsen 2010: 6). Nach Angaben der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) wurden im Jahr 2011 in Deutschland ca. 2,28 Mio. ha (19 %) Ackerfläche für den Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt, davon ca. 0,8 Mio. ha für den Anbau von Energiepflanzen für die Biogasproduktion (FNR 2011b). Dabei ist Mais in Form von Silage aufgrund seiner hohen Ertragsfähigkeit bzw. seines hohen Methanhektarertrages, der bewährten Produktionstechnik und der relativ einfachen Konservierbarkeit derzeit das Haupteingangssubstrat in Biogasanlagen (LfL 2011). Neben Maissilage werden Getreideganzpflanzensilage und Grassilage, aber auch Gülle sowie weitere organische Nebenprodukte und Reststoffe, eingesetzt (ML & MU Niedersachsen 2010: 5; FNR 2010: 75ff).

Mit der Zahl der Biogasanlagen steigt demzufolge auch der Ackerflächenanteil, der für den Energiepflanzenanbau und insbesondere den Energie-Maisanbau verwendet wird (LWK Niedersachsen 2011: 1f; LSKN 2011a, b). Im Jahr 2011 wurden Silo- und Körnermais deutschlandweit auf insgesamt ca. 2,5 Mio. ha der Ackerfläche (ca. 21 %) angebaut (FNR 2011c, Statistisches Bundesamt Deutschland 2011). Der größte Teil davon dient der Futtermittelproduktion (1,8 Mio. ha). Der Maisanbau für die Biogasproduktion nimmt ca. 0,7 Mio. ha bzw. 28 % der gesamten Maisfläche in Anspruch (FNR 2011c). Auch in Niedersachsen nimmt der Silomaisanbau seit der Novellierung des EEG 2004 stetig zu und folgt dem Substratbedarf der wachsenden Zahl der Biogasanlagen (LWK Niedersachsen 2011: 1f). Die Maisanbaufläche wurde 2010 gegenüber 2009 um 60.000 ha auf insgesamt 546.000 ha vergrößert, wobei der Anteil an Energie-Mais bei ca. 35 % (ca. 191.000 ha) liegt (ML & MU Niedersachsen 2010: 12). Nach einer Prognose des niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung wird zum Jahr 2020 die zur Produktion von Biogas benötigte Acker- und Grünlandfläche auf etwa 300.000 ha anwachsen und damit einen Anteil von etwa 12 % an der landwirtschaftlichen Fläche ausmachen (Land Niedersachsen 2012: 27).

Die Veränderungen in der Fläche sind regional und kommunal sehr unterschiedlich. Entsprechend der Zunahme an Biogasanlagen steigt der Maisanbau in allen Regionen (vgl. Abbildung 1-4). Insbesondere jedoch hat der Maisanbau in den Regionen mit weniger ertragreichen Böden wie der Heide und der Geest zugenommen (LWK Niedersachsen 2011: 2).

Der zunehmende Anbau der für die Produktion von Biogas benötigten Biomasse, aber auch nachgelagerte Prozesse wie die Lagerung und der Transport der Biomasse sowie die energetische Umwandlung in der Biogasanlage bis hin zur Verwertung der Reststoffe ziehen Veränderungen nach sich und so ist die Produktion von Biogas an eine Umstrukturierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung gekoppelt (Rode & Kanning 2006: 103; Haberl 2006: 122). Die Erschließung regionaler Biogaspfade beeinflusst damit entlang der gesamten Prozesskette nicht nur traditionelle Landnutzungsformen und regionale Stoffströme, sondern auch den Naturhaushalt und die gesellschaftlichen Raumnutzungen. So zeichnen sich aufgrund der begrenzten Flächenressourcen und anderer Nutzungsansprüche regional bedeutsame Nutzungskonkurrenzen bzw. Zielkonflikte zu bereits bestehenden Raumfunktionen und Raumnutzungen ab. Der zunächst positiv besetzte und sowohl aus energie- und klima- als auch aus wirtschaftspolitischen Gründen forcierte Ausbau der energetischen Biomassenutzung stößt zunehmend auf Kritik (vgl. SRU 2007).

¹ Abkürzung für nachwachsende Rohstoffe

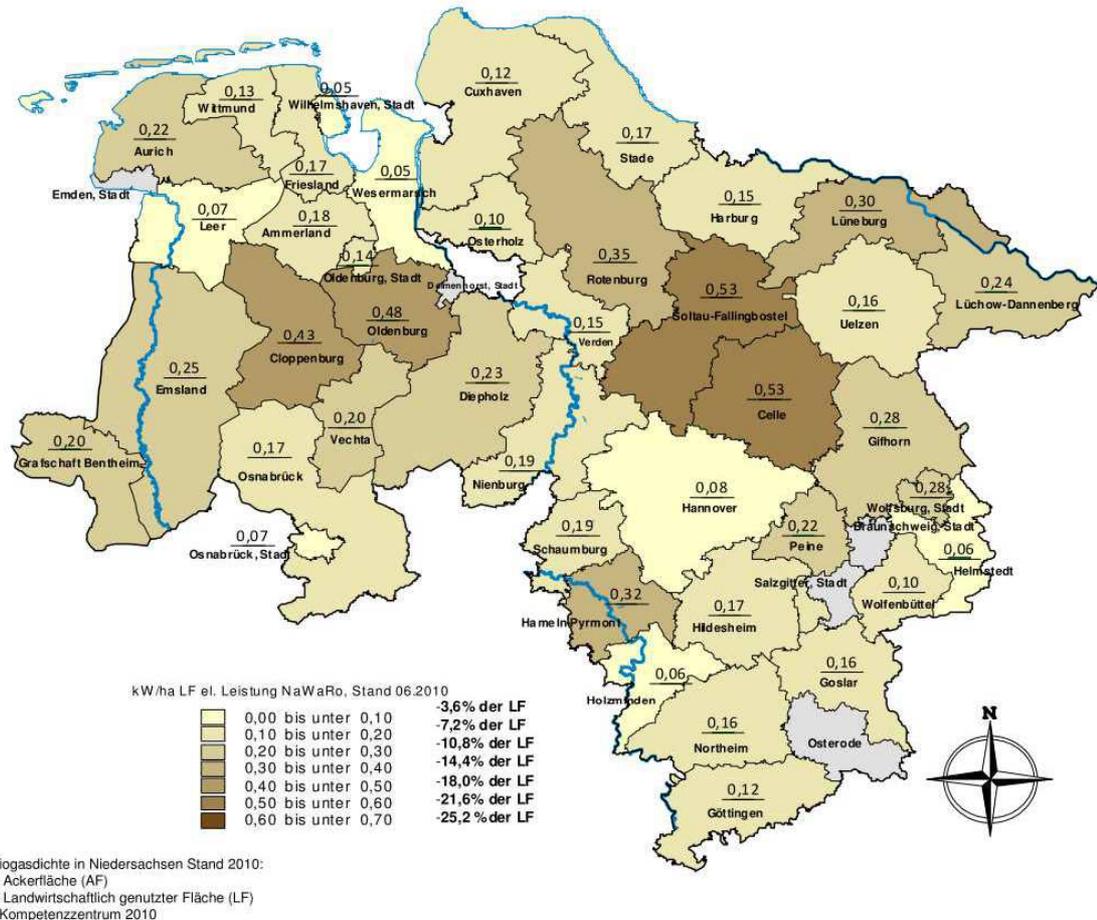


Abbildung 1-4: Biogasdichte in Niedersachsen nach Landkreisen (3N-Kompetenzzentrum 2010)

1.2 Stand der Forschung

Zu Beginn dieses Dissertationsvorhabens im Jahr 2006 lagen bereits umfassende Daten zu Stoffumsätzen, zur Technik und zur Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen sowie verschiedenen Biomassepotenzialen vor (vgl. Müller et al. 1995; Kaltschmitt & Hartmann 2001; Fritsche et al. 2004; Nitsch et al. 2004; Thrän et al. 2005; Wuppertal Institut 2005). Forschung und Wissenschaft richteten im Bereich Biomasse bzw. Biogas ihren Fokus im Wesentlichen auf ökonomische oder ökologische bzw. naturschutzfachliche Themenschwerpunkte.

Differenzierte ökonomische Untersuchungen auf regionaler Ebene erfolgten beispielsweise im Rahmen des Forschungsprojektes „SUNREG I - Modellanwendung zur technisch-ökonomischen und ökologischen Bewertung von Biomassepfaden“ (Laufzeit: 2005 - 2007) am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB) in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Ziel des Projektes war es, die Ressourcennutzung charakteristischer Regionen Niedersachsens und Brandenburgs in einem Modell abzubilden, um bestehende und zukünftige Biomassepfade zu simulieren (Forschungskooperation der Länder Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und der Volkswagen AG 2006: 4; LWK 2008).

Auch umfangreiche naturschutzfachliche Untersuchungen waren begonnen. Sie bezogen sich überwiegend auf verschiedene Teilaspekte von Natur und Landschaft. Die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL, heute Johann Heinrich von Thünen-Institut - vTI) und die Ingenieur-

gemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU, Göttingen) befassten sich im Rahmen eines Forschungsvorhabens (Laufzeit: 09/2007 - 02/2008) mit Aspekten des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen (Nitsch et al. 2008). DZIEWATY & BERNADY untersuchten die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Vogelwelt der Agrarlandschaft (Dziewiaty & Bernady 2007 & 2010). Darüber hinaus wurden am Institut für Umweltplanung (IUP) der Leibniz Universität Hannover (LUH) in dem Forschungsprojekt „SUNREG III – Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft“ (Laufzeit: 2007 - 2010) die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Habitatfunktion für ausgewählte Tierarten der Agrarlandschaft untersucht und aus der Sicht des Naturschutzes bewertet (IUP 2008; Reich & Rüter 2011; Rühmkorf 2011). Umfangreiche naturschutzfachliche Untersuchungen erfolgten parallel zur vorliegenden Dissertation im Forschungsprojekt SUNREG II (Laufzeit: April 2006 – Juli 2009). So hat WIEHE (2011) einen Ansatz für eine Bewertungsmethode zur Beurteilung der Auswirkungen auf Natur und Landschaft entwickelt sowie planerische Einsatzmöglichkeiten der Landschaftsplanung beleuchtet (Wiehe et al. 2006; Wiehe 2011). Fachplanerische Planungsansätze und -inhalte als Beitrag für eine raumverträgliche und nachhaltige Koordinierung im Bereich Biomasse bzw. Biogas wurden derzeit nur diskutiert (vgl. Köppel et al. 2004; Rode & Kanning 2006: 105; DRL 2006: 40; Peters 2006: 148f; Schultze et al. 2008: 129f).

Während neben verschiedenen naturschutzfachlichen Gesichtspunkten auch die Vor- und Nachteile des wachsenden Biogastrends aus klimaschutz- und energiepolitischer Sicht seit langem diskutiert und untersucht wurden, befanden sich 2006 Untersuchungen zu raumspezifischen regionalbedeutsamen Auswirkungen über die gesamte Prozesskette hinweg noch am Anfang (Rode & Kanning 2006: 104). Die Abschätzung der raumwirksamen Konsequenzen und damit verbundener Interessenkonflikte war und ist jedoch von entscheidender Bedeutung, um regionale Biomasse- bzw. Biogaspotenziale effizient zu nutzen und die Produktion und Nutzung von Biogas raumverträglich auszubauen und zu gestalten.

Verschiedene Studien, Aufsätze und Veranstaltungen widmeten sich seitdem unterschiedlichen planerischen Themen und Fragestellungen zum Bereich erneuerbare Energien bzw. der energetischen Nutzung von Biomasse. Anfängliche Untersuchungen und Planungen berücksichtigten nahezu ausschließlich einzelne Phasen der Prozesskette wie die Biogasanlage selbst und beschränkten sich im Wesentlichen auf die Genehmigungsverfahren (vgl. Rode & Kanning 2006; Röhnert 2006; Meyer 2007; BMU 2008). Erste Einschätzungen zu Planungsoptionen durch die Raumordnung wurden am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF) in dem Forschungsprojekt „Kulturlandschaftliche Wirkungen eines erweiterten Biomasseanbaus für energetische Zwecke“ (Laufzeit: Juli - Dezember 2007) abgeleitet. In verschiedenen Szenarien wurden die Flächenansprüche von Biomassen durch die klimabedingten Ausbauziele ermittelt und anhand von Literaturrecherchen und einer Befragung von zehn Experten erste Handlungsoptionen für die Raumordnung abgeleitet. Die identifizierten Handlungsoptionen sind aber räumlich und inhaltlich wenig konkret. Auswirkungen bzw. Konfliktpotenziale und Koordinierungsmöglichkeiten werden selten in direkten Zusammenhang gesetzt (vgl. Uckert et al. 2008: 78).

Gegen Ende des Jahres 2008 wurde auch an der TU Dortmund der planerische Hintergrund zum Ausbau der erneuerbaren Energien beleuchtet. Im Rahmen des MORO-Forschungsvorhabens „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung“ (Laufzeit: Oktober 2008 - September 2011) wurden vier verschiedene (Energie-)Konzepte im Hinblick auf ihren Beitrag zur Ausschöpfung der Potenziale erneuerbarer Energien auf regionaler Ebene untersucht. So wurde ein generalisierter

Leitfaden für Regionen zur Erarbeitung von Energiekonzepten erstellt, in dem die Regionalplanung als zentraler Akteur bei der Planung einer zukünftigen Energieversorgung steht. Der Leitfaden gliedert sich im Wesentlichen in die Elemente: Vorbereitungsphase, Kommunikation, Analyse und Zielbestimmung, Finanzierung, Umsetzungsstrategie und Maßnahmenplanung sowie Monitoring. Darüber hinaus sind Publikationen der Modellregionen mit Einführung, Profilen der einzelnen erneuerbaren Energien Wind, Solar, Biomasse, Wasser und Geothermie sowie Ausführungen zu ökonomischen Effekten und Ausblick enthalten (vgl. BMVBS 2011). Im Vorhaben wurden parallel zu der vorliegenden Arbeit zwar weitreichende formelle und informelle planerische Möglichkeiten für unterschiedliche erneuerbare Energieträger aufgezeigt, jedoch ohne einen konkreten Bezug zu räumlichen Auswirkungen und Konfliktpotenzialen mit anderen Raumnutzungen.

Auch in der Planungspraxis gab es nur vereinzelt erste Versuche, die energetische Nutzung von Biomasse und Biogasanlagen in die (räumliche) Planung zu integrieren, um einen raumverträglichen Ausbau zu sichern. Formelle Planungsansätze wie vom Planungsverband Nordschwarzwald (2007) sind die Ausnahme (vgl. BBSR 2010a). Im Entwurf des Teilregionalplans Regenerative Energien sollten ursprünglich 14 Vorbehaltsgebiete für regionalbedeutsame Bioenergieanlagen ausgewiesen werden (vgl. Regionalverband Nordschwarzwald 2007). Dies wurde letztendlich jedoch mit Bezug auf rechtliche Hintergründe nicht weiter verfolgt. Häufiger wird versucht, die energetische Nutzung von Biomasse über informelle Ansätze planerisch zu integrieren, so z. B. über die Innovations- und Kooperationsinitiative Bioenergie im Landkreis Rotenburg/Wümme, die Energieoffensive im Landkreis Northeim oder in der Region Aktiv Wendland-Elbetal in den Landkreisen Lüchow-Dannenberg und Lüneburg (Steinkraus et al. 2010). In der Region Hannover wurde beispielsweise eine Standort- bzw. Flächenplanung für nicht privilegierte Biogasanlagen erarbeitet (vgl. Buhr 2009). Darin wurden anhand von Positiv- und Negativkriterien konfliktarme Suchräume für weitere Biogasanlagen ermittelt. Das Konzept soll Grundlage für weitere Planungen und Abstimmungen dienen (Region Hannover 2010: 33; BMVBS 2011: 71; BBSR 2010b).

So haben bisherige Projekte und Planungsansätze verschiedene Informationen mit unterschiedlicher Detailschärfe für die energetische Nutzung von Biomasse zur Produktion von Biogas erarbeitet. Die Konfliktpotenziale zwischen der gesamten Prozesskette Biogas und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen wurden bisher nicht umfassend aufgezeigt und entsprechender Koordinierungsbedarf sowie entsprechende formelle Koordinierungsmöglichkeiten sind bislang nicht systematisch untersucht worden. Ausgehend von weiterhin bestehenden Nutzungskonkurrenzen und Interessenkonflikten und auch aufgrund einer fehlenden öffentlichen Fachplanung für den Energiesektor wird bis heute die Rolle der Raumordnung bzw. der Regionalplanung aufgrund ihrer überörtlichen, überfachlichen und zusammenfassenden Ausrichtung dabei immer wieder diskutiert (vgl. BBR & BMVBS 2006: 50; Rode & Kanning 2006: 105ff; Bosch & Peyke 2011: 116; BBSR 2012). Für einen raumverträglichen Ausbau der energetischen Biomassenutzung zur Produktion von Biogas werden neben der Raumplanung aber auch die Fachplanungen gefordert (vgl. SRU 2007: 65; Wiehe 2011: 37; ARL 2011).

Die Frage nach planerischen Möglichkeiten für eine erneuerbare, nachhaltige Energieversorgung und Regionalentwicklung ist noch immer aktuell. Im März diesen Jahres hat die Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) den Arbeitskreis „Räumliche Politik und Planung für die Energiewende: Zwischen Regionalisierung und Rekommunalisierung?“ ins Leben gerufen. Ziel des Arbeitskreises ist eine Analyse der veränderten Aufgaben und institutionellen Kontexte der räumlichen Planung in der Energieversorgung und -nutzung (ARL 2011).

1.3 Zielsetzung und Untersuchungsfragen

Um die vorhandenen Biogaspotenziale dauerhaft im Sinne einer nachhaltigen, dezentralen Energieversorgung und Regionalentwicklung zu erschließen, müssen potenzielle Konflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden. Für die räumliche Planung und die Fachplanungen erwachsen aus den sich überlagernden Flächen- und Nutzungsansprüchen neue Herausforderungen (vgl. BBR & BMVBS 2006: 50; Rode & Kanning 2006: 105ff). Vor allem auf kommunaler und regionaler Ebene bedarf es einer interdisziplinären und vorausschauenden Planung, die idealerweise die gesamte Biogas-Prozesskette umfasst.

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieser Dissertation, raum- und fachplanerisch relevante Konfliktpotenziale und entsprechende Koordinierungsmöglichkeiten und -potenziale als erste Ansätze für eine raumverträgliche Planung zu ermitteln. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich dabei auf die formellen Instrumente der Raumplanung und Fachplanungen auf regionaler Ebene in Niedersachsen. Folgende zentrale Fragenkomplexe mit Untersuchungsfragen und Teilzielen sollen in diesem Kontext beantwortet werden:

Untersuchungsfrage 1: Welche Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale bestehen zwischen der Biogasprozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen?

Teilziele zur Bearbeitung der ersten Untersuchungsfrage sind:

- [1A] Ermittlung regionalbedeutsamer Wirkfaktoren entlang der Biogas-Prozesskette
- [1B] Identifizierung relevanter Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen mit Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen
- [1C] Ermittlung der Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen
- [1D] Ermittlung räumlicher Wirk- und Konfliktbereiche zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen

Untersuchungsfrage 2: Welche Möglichkeiten bieten die formellen gebietsbezogenen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette bzw. den Konfliktpotenzialen zur Koordinierung, Sicherung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasproduktion und wie werden diese in der Praxis genutzt?

Folgende *Teilziele* werden zur Beantwortung der zweiten Untersuchungsfrage bearbeitet:

- [2A] Entwicklung von Checklisten mit schutz- bzw. vorsorgeorientierten Standards zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen betroffener Raumnutzungen gegenüber den Wirkungen des Biogaspfades
- [2B] Ermittlung und Bewertung von formellen gebietsbezogenen regionalplanerischen und fachplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen anderer Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette
- [2C] Ermittlung von raumplanerischen bzw. regionalplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten der Energieversorgung
- [2D] Ableitung von raum- und fachplanerischen Koordinierungsdefiziten

Untersuchungsfrage 3: Welche Optimierungs- und Gestaltungspotenziale lassen sich hinsichtlich der Konfliktpotenziale für die formellen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen für eine raumverträgliche Koordinierung und Entwicklung der Biogas-Prozesskette ableiten?

1.4 Vorgehen und Methoden

Da die energetische Nutzung von Biomasse bzw. die Produktion von Biogas in ein komplexes Geflecht unterschiedlicher Nutzungspfade mit verschiedenen Stoffströmen und Prozessen eingebunden ist, wird im ersten Arbeitsschritt (vgl. Abbildung 1-5) für eine umfassende Ermittlung der Raumverträglichkeit sowie der Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale entsprechend der Untersuchungsfragen die gesamte Prozesskette zur Produktion von Biogas nach dem Prinzip der „**Stoffstromanalyse**“ definiert und in einzelne Prozesskettenphasen unterteilt.

Vom Menschen verursachte Stoffströme können in vielfältiger und vernetzter Weise unterschiedliche Auswirkungen auf die Umwelt entfalten (Enquete-Kommission 1994: 548). Mit Hilfe der Stoffstromanalyse (auch Stoffflussanalyse) lassen sich diese Stoffströme und daraus resultierende Umweltwirkungen aufzeigen.

Stoffstromanalysen dienen der Erfassung, Beschreibung und Interpretation von Stoffhaushaltssystemen und deren Prozessen. Sie sind ein Instrument, das von der Quelle bis zur Senke, d. h. von der Rohstoffherstellung bis zum Endprodukt, die Flussgrößen und -wege vorwiegend quantitativ erfasst und bewertet (Frings 1998: 34). So werden sämtliche Prozesse des Lebensweges eines Produktes, die mittels ihrer Stoff- und Energieströme in Verbindung stehen, transparent dargestellt. Dabei wird jeder einzelne Prozess als ein System betrachtet (vgl. Frings 1995: 6; Baccini & Bader 1996; Kaltschmitt & Hartmann 2001; Heck & Bemann 2002). Die Bedeutung liegt in dem geschaffenen Überblick „von der Wiege bis zur Bahre“ (Enquete-Kommission 1994: 557; Baccini & Bader 1996: 35).

Die Stoffstromanalyse wird darüber hinaus als Oberbegriff für Instrumente verwendet, die einen umfassenden Ansatz von Stoff- und Energieströmen verfolgen, z. B. Ökobilanzen, Produktlinienanalysen oder „**Prozesskettenanalysen**“² (Möller & Rolf 1995: 33ff; Frings 1998: 34; iff 2006).

In der Planungspraxis ist das Prinzip der Stoffstromanalyse/Prozesskettenanalyse zwar noch weitgehend unbekannt, es bietet jedoch für die Fragestellungen im Kontext der Umweltplanung einen geeigneten Analyseansatz (vgl. Hofmeister 1989: 131ff; Hofmeister 2011: 185ff; Hofstetter 1995; Kanning 2001; Kanning 2011: 195ff; Heck & Bemann 2002: 19f). In der vorliegenden Dissertation wird diese Methode zur systematischen Untersuchung und Abgrenzung der verschiedenen Phasen der Prozesskette Biogas angewendet, so dass anstelle der überwiegend quantitativ ausgerichteten Stoffstromanalyse der Begriff Prozesskettenanalyse verwendet wird.

Mit Hilfe der Prozesskettenanalyse wird die Biogas-Prozesskette definiert und in Teilprozesse bzw. in die Prozesskettenphasen der Biomasseproduktion, der Rohstoffbereitstellung, der Umwandlung und der Reststoffverwertung sowie der Energiebereitstellung unterteilt (vgl. Kapitel 1.5).

² auch Processchainanalyses oder (Product) Life Cycle Assessment (LCA)

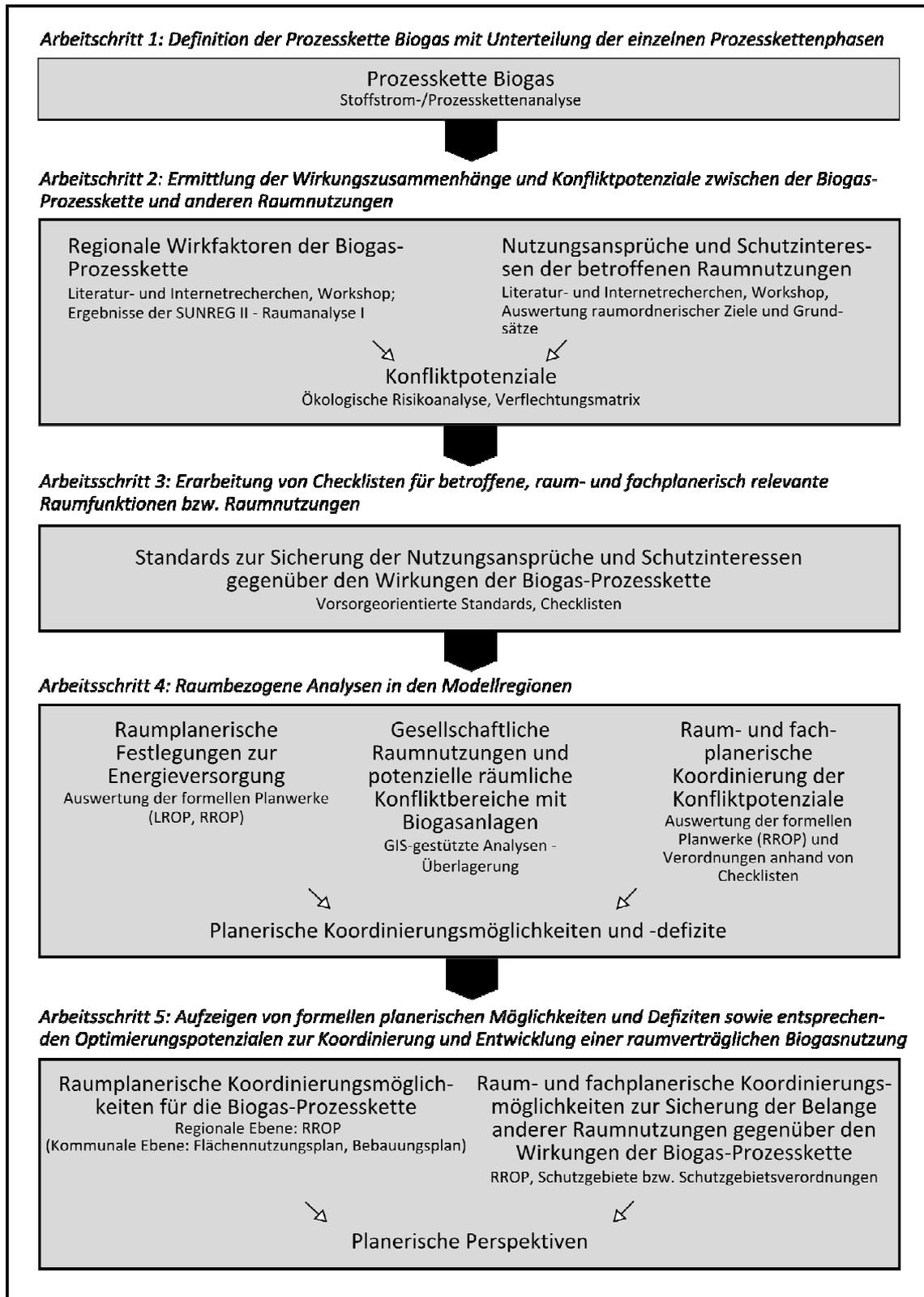


Abbildung 1-5: Vorgehen mit Arbeitsschritten

Im zweiten Arbeitsschritt werden entlang der einzelnen Phasen der Prozesskette Biogas die Wirkungszusammenhänge zwischen der Biogasprozesskette und anderen Raumnutzungen bzw. Raumnutzungen nach dem Prinzip der „**Ökologischen Risikoanalyse**“ operationalisiert. Die Ökologische Risikoanalyse ist eine in der Umweltplanung und in den Umweltfolgenprüfungen bewährte Methode zur Beurteilung der ökologischen Nutzungsverträglichkeit (Scholles 2008a: 458; Bachfi-

scher 1978). Über eine kausale Betrachtung nach dem Grundmuster „Verursacher - Wirkung - Betroffene“ (vgl. Bachfischer 1978: 72; Kiemstedt 1971: 81; Bierhals et al. 1974: 77; von Haaren 2004: 97) lassen sich „Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge“ (Scholles 2008b: 334) und weiterführend mögliche Zielkonflikte aufschlüsseln. Dazu werden die regionalbedeutsamen Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette auf der Wirkungsseite und die relevanten Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen mit Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen auf der Betroffenenseite anhand einer Verflechtungsmatrix verknüpft und so Wirkungszusammenhänge und daraus Konfliktpotenziale abgeleitet. Das Konfliktpotenzial beschreibt dabei die Beeinflussung anderer Raumnutzungen.

Um auszuloten, welche formellen planerischen Möglichkeiten die regional bedeutsamen gebietsbezogenen Instrumente der Raumplanung, insbesondere die Regionalplanung, und der Fachplanungen zum Umgang mit diesen Konfliktpotenzialen bieten, werden im dritten Arbeitsschritt **Checklisten mit Standards** zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen entwickelt.

Im vierten Arbeitsschritt werden anhand dieser Checklisten in drei niedersächsischen Modellregionen (vgl. Kapitel 1.5) die formellen Planwerke der Regionalplanung und die Schutzgebietsverordnungen zum planerischen Umgang mit den Konfliktpotenzialen überprüft und daneben die regionalplanerischen Festlegungen zur Energieversorgung ausgewertet. Auf dieser Grundlage werden Koordinierungsmöglichkeiten herausgearbeitet sowie Koordinierungsdefizite in der Ausgestaltung der planerischen Instrumente aufgezeigt.

Daneben werden in einer weiteren Teilanalyse anhand GIS-gestützter Überlagerungen die Konfliktpotenziale räumlich konkretisiert, d. h. über die Wirkbereiche der Biogasanlagen Konfliktbereiche mit anderen Raumnutzungen in den Modellregionen ermittelt und dargestellt.

Im fünften Arbeitsschritt werden Optimierungs- und Gestaltungspotenziale zur Sicherung einer raumverträglichen Biogas-Prozesskette geschlussfolgert und die Ergebnisse im aktuellen Kontext diskutiert.

Wesentliche Grundlage der Untersuchungen sind Literatur- und Internetrecherchen sowie Expertengespräche im Rahmen von Fachveranstaltungen. Teilergebnisse wurden in einem entsprechend konzipierten Expertenworkshop präsentiert, diskutiert und über ein Brainstorming ergänzt. Im Rahmen von Statusseminaren wurden halbjährlich Zwischenergebnisse dargelegt und mit Gutachtern und Projektträgern diskutiert. Darüber hinaus wurden Teilergebnisse bei verschiedenen Veranstaltungen wie Tagungen, Konferenzen und Workshops dem Fachpublikum präsentiert und zur Diskussion gestellt.

1.5 Untersuchungsrahmen

Untersuchungsgegenstand – Die Prozesskette Biogas

Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt entlang verschiedener Biomassepfade. Insgesamt bilden sie ein komplexes System aus miteinander verwobenen Prozessketten (vgl. Abbildung 1-6). Alle Prozessketten durchlaufen die verschiedenen Prozesskettenphasen von der Biomasseproduktion über die Rohstoffbereitstellung, die verschiedenen Formen der Umwandlung bis hin zu den Endprodukten sowie deren Nutzung (Strom, Wärme, Kraftstoff) und die Verwertung bzw. Entsor-

gung anfallender Reststoffe (vgl. Enquete Kommission 1994; Fritsche et al. 2004; Kaltschmitt et al. 2009: 3f, 171ff).

Die Prozesskettenphase der **Biomasseproduktion** umfasst dabei den Anbau der Energiepflanzen mit den Arbeitsschritten der Bodenvorbereitung, der Aussaat, dem Pflanzenschutz und der Düngung sowie der Ernte.

Der Biomasseproduktion schließt sich direkt die Prozesskettenphase der **Rohstoffbereitstellung** an. Die geerntete Biomasse wird in Form von Silage in Feldmieten oder in direkter Nachbarschaft zur Biogasanlage in Hoch- oder Fahrsilos gelagert und gegebenenfalls aufbereitet (vgl. Kaltschmitt & Hartmann 2001: 3f; Kaltschmitt et al. 2009: 61ff, 211, 217, 277ff).

Anschließend folgt die Phase der energetischen **Umwandlung** in der Biogasanlage. Aus dem Lager wird das Substrat in den Biogasreaktor (Fermenter) befördert und dort in Biogas umgewandelt (vgl. Kaltschmitt & Hartmann 2001: 3ff; Kaltschmitt et al. 2009: 889ff; Müller et al. 1995: 15ff).

Der Prozesskettenphase der Umwandlung schließt sich die Phase der **Reststoffverwertung** an. Der während des Fermentationsprozesses in der Anlage anfallende Gärrest wird zunächst gelagert und dann als Düngemittel auf die Ackerflächen ausgebracht und damit der Nährstoffkreislauf geschlossen.

Das während Prozesskettenphase der Umwandlung produzierte Biogas selbst bzw. die daraus erzeugte Energie wird in der anschließenden Phase der **Energiebereitstellung** in Form von Strom, Wärme oder Kraftstoff zur Nutzung bereitgestellt (Kaltschmitt & Hartmann 2001: 3ff; Kaltschmitt et al. 2009: 3ff & 171ff).

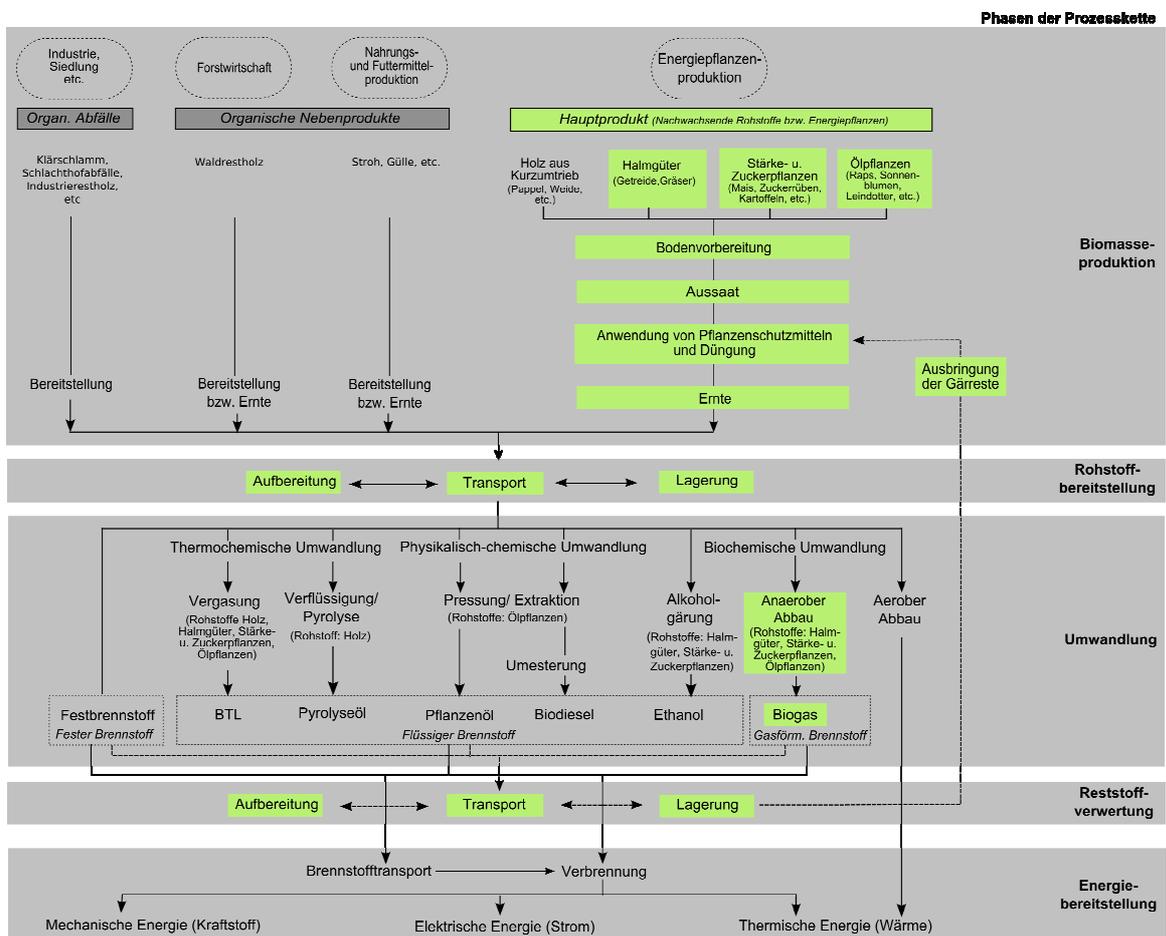


Abbildung 1-6: Die Biogas-Prozesskette mit den einzelnen Prozesskettenphasen im System der energetischen Nutzung von Biomasse; grün hinterlegt ist der Untersuchungsrahmen der vorliegenden Arbeit (verändert nach Kaltschmitt & Hartmann 2001)

Der Fokus der vorliegenden Dissertation liegt auf der Biogas-Prozesskette (vgl. Abbildung 1-6). Die Untersuchungen berücksichtigen die Prozesskettenphasen von der Biomasseproduktion über die Rohstoffbereitstellung und die Umwandlung bis hin zur Reststoffverwertung (Müller et al. 1995: 9). Die Phase der Energiebereitstellung ist nicht Gegenstand der Untersuchungen, da es sich um keine ausschließlich biogasspezifische Prozesskettenphase handelt. Sie ist aufgrund der bestehenden Nutzungspfade (Strom, Wärme, Kraftstoff) sowohl in anderen Prozessketten der energetischen Nutzung von Biomasse als auch in Prozessketten anderer erneuerbarer sowie fossiler Energieträger identisch.

Gegenstand der Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind landwirtschaftliche Biogasanlagen. In Niedersachsen hat eine landwirtschaftliche Biogasanlage, d. h. eine Anlage, die an einen landwirtschaftlichen Betrieb angeschlossen ist, derzeit eine durchschnittliche Leistung von 500 KW_{el}. Rund 80 % der Anlagen in Niedersachsen sind landwirtschaftliche Biogasanlagen (Höher 2009).

Untersuchungsebene

Mit der Erschließung regionaler Biomassepfade für die Nutzung von Biogas ist eine neue Raumnutzung hinzugekommen, die Auswirkungen auf den Raum und seine Nutzungsmöglichkeiten bzw. -qualitäten birgt. Zielkonflikte zwischen verschiedenen Raumnutzungen treten auf der regionalen Ebene durch ein hohes Maß an räumlich-funktionalen Verflechtungen am deutlichsten zu Tage (ARL 2000: 6f). Vor diesem Hintergrund erfolgen die Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Dissertation auf regionaler Ebene.

Untersuchungsregionen

Die raumbezogenen Untersuchungen (Anwendung der Checklisten etc.) und räumlichen Teilanalysen (Ermittlung von konkreten Wirk- und Konfliktbereichen) werden in drei niedersächsischen Untersuchungsregionen durchgeführt (vgl. Abbildung 1-7). Die räumliche Abgrenzung der Untersuchungsregionen im Rahmen dieser Arbeit richtet sich nach dem Zuständigkeits- bzw. Kompetenzbereich der Regionalplanung, in Niedersachsen also den Landkreisen. Diese administrative Abgrenzung entspricht damit zwar nicht allen räumlichen Verflechtungen der Naturraumpotenziale und Raumnutzungsansprüche, ist aber für die Einschätzung der formellen Koordinierungsmöglichkeiten auf regionaler Ebene maßgeblich.

Die Untersuchungsregionen werden im Folgenden als Modellregionen bezeichnet. Sie orientieren sich an den Untersuchungsregionen des Forschungsprojektes SUNREG I, dem Vorläuferprojekt von SUNREG II. Die drei ausgewählten Modellregionen repräsentieren verschiedene Naturräume und typische landwirtschaftliche Produktionsbedingungen in Niedersachsen.

Die Modellregion 1 umfasst den Landkreis Hildesheim als typisches Beispiel für Ackerbau auf guten Böden. Die Modellregion 2 setzt sich aus dem Landkreis Soltau-Fallingbostal (jetzt Heidekreis)³

³ Der Landkreis Soltau-Fallingbostal wurde 2011 umbenannt in „Heidekreis“. Im Rahmen dieser Arbeit wird aufgrund der einfacheren Lesbarkeit durchgängig die alte Bezeichnung verwendet.

und dem Landkreis Celle mit Ackerbaustandorten auf leichten Böden zusammen und in der Modellregion 3 wird der Landkreis Emsland als Veredelungsstandort berücksichtigt (vgl. Wolf et al. 2010: 15ff).

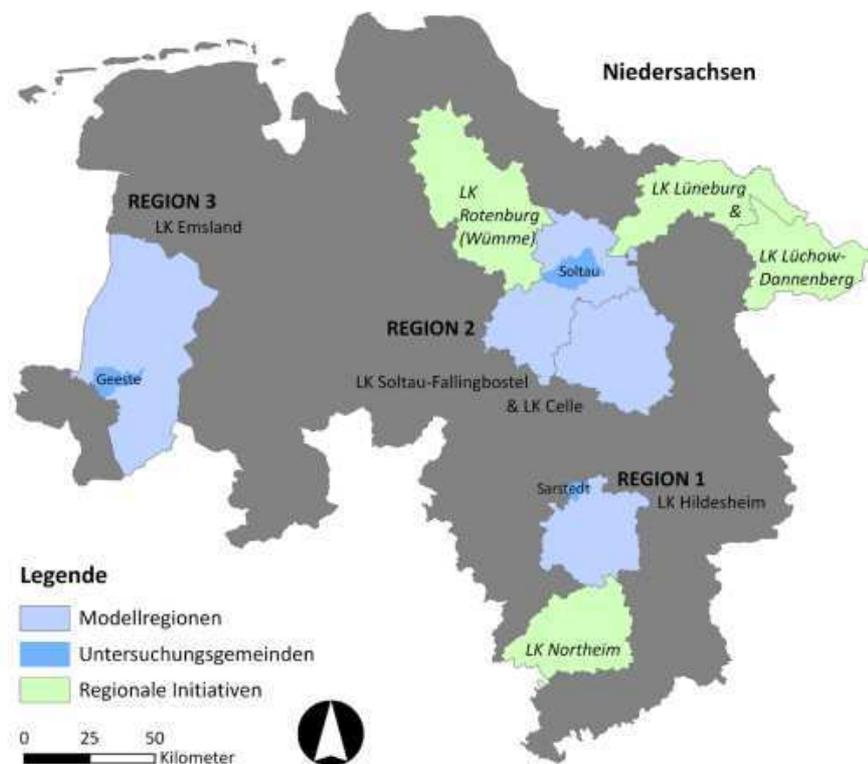


Abbildung 1-7: Untersuchungsgebiete im Forschungsprojekt SUNREG II mit den Modellregionen im Rahmen der vorliegenden Arbeit (Wolf et al. 2010: 16)

1.6 Aufbau der Arbeit

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine kumulative Dissertation, welche im Rahmen des Forschungsprojektes „Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade“ (SUNREG II) bearbeitet wurde. Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 2006 bis 2009. Die Dissertation setzt sich zusammen aus dem einleitenden Kapitel, sieben bereits veröffentlichten Fachartikeln sowie einem eingereichten Artikel und dem abschließenden Ergebnis- bzw. Diskussionskapitel (vgl. Abbildung 1-8). Die einzelnen Artikel wurden in Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen der Forschungsgruppe SUNREG II erarbeitet und sind sowohl in Form von Aufsätzen in deutschen bzw. europäischen Fachzeitschriften als auch als Buchbeiträge im Rahmen eines Forschungsberichts veröffentlicht worden. Im Einzelnen leisten die Artikel unterschiedliche Beiträge zur Bearbeitung der eingangs formulierten Fragenkomplexe mit Untersuchungsfragen und Teilzielen. In den folgenden Kapiteln werden diese bearbeitet.

Kapitel 2 wurde als Artikel in der Zeitschrift UVP-report - Informationen zu Umweltverträglichkeit, Umweltmanagement und nachhaltiger Entwicklung der UVP-Gesellschaft e. V. (Gesellschaft für die Prüfung der Umweltverträglichkeit) veröffentlicht:

BUHR, N.; STEINKRAUS, K.; WIEHE, J.; KANNING, H. & RODE, M. (2006): Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassenutzung. In: UVP-Report 20 (4), S. 168-173.

Der Artikel skizziert, bezogen auf einen raumverträglichen Ausbau der energetischen Biomassenutzung, den in der frühen Phase der Arbeit vorliegenden Diskussionsstand sowie Forschungsbedarf und dazu die Untersuchungsschwerpunkte in den Analysesträngen des Forschungsprojektes SUNREG II und deren Verknüpfungen. Bezogen auf die vorliegende Arbeit leistet der Artikel einen Beitrag zur Bearbeitung der ersten Untersuchungsfrage. Entsprechend Teilziel A werden vorbereitend die Prozessketten der energetischen Nutzung von Biomasse differenziert und entsprechend Teilziel B anhand erster Recherchen betroffene Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen identifiziert.

Kapitel 3 ist als Artikel in der Zeitschrift „Erneuerbare Energien“, herausgegeben vom SunMedia-Verlag, veröffentlicht worden:

BUHR, N. & KANNING, H. (2008): Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit - Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen. In: Erneuerbare Energien, Ausgabe 6, Juni 2008, S. 76-77.

Das Kapitel fasst grundlegend entsprechend erster Untersuchungen zur Beantwortung der Untersuchungsfrage 1 - Teilziele 1A, 1B und 1C potenzielle Auswirkungen bzw. Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale der energetischen Nutzung von Biomasse zur Produktion von Biogas mit anderen Raumnutzungen und den daraus resultierenden Forschungsbedarf zusammen, an dem das Forschungsprojekt SUNREG II im Rahmen der Raumanalyse II ansetzte.

Kapitel 4 ist als Artikel in der Zeitschrift „PLANERIN“ der Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL e. V.) erschienen:

BUHR, N. & KANNING, H. (2008): Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien - Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven. In: PLANERIN 3/08, S. 23-24.

In dem Kapitel werden entsprechend der ersten Untersuchungsfrage - Teilziel 1D die Methode zur Ermittlung der räumlichen Wirkbereiche dargelegt und beispielhaft Konfliktbereiche mit einzelnen Raumnutzungen in einer Modellregion abgebildet. Aus den räumlichen Dimensionen und den potenziellen Auswirkungen werden Herausforderungen und Forschungsbedarf für eine planerische Einflussnahme und somit der Forschungsbedarf zur Bearbeitung der zweiten und dritten Untersuchungsfrage abgeleitet.

Kapitel 5 wurde als Artikel in der Zeitschrift „Raumforschung und Raumordnung“ (RuR) der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) veröffentlicht:

KANNING, H.; BUHR, N. & STEINKRAUS, K. (2009): Erneuerbare Energien — Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 2/2009, Heft 2, 67. Jahrgang, S. 142-156.

In dem Kapitel werden die Prozessketten der energetischen Nutzung von Biomasse, insbesondere die Prozesskette Biogas, abgegrenzt und entlang dieser die identifizierten Wirkungszusammenhänge und Zusammenhänge mit räumlichen Wirkbereichen der Biogasanlagen sowie die potenziellen Konfliktbereiche mit anderen Raumnutzungen beschrieben. Der Artikel fasst damit entsprechend der ersten Untersuchungsfrage die Ergebnisse der Teilziele 1A, 1B, 1C und 1D zusammen und leitet erste planerische Fragestellungen im Rahmen der Bearbeitung der zweiten und dritten Untersuchungsfragen ab.

Kapitel 6 wurde im Abschlussbericht des Forschungsprojektes SUNREG II veröffentlicht:

BUHR, N.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 91-156, Stuttgart.

BUHR, N.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Anhang zur Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, S. 58-76, Stuttgart.

Im sechsten Kapitel werden aufeinander aufbauend alle Untersuchungsfragen vertiefend bearbeitet. So erfolgt in Bezug auf die Untersuchungsfrage 1 die Ermittlung und Beschreibung der regionalbedeutsamen Wirkfaktoren (Teilziel 1A) und relevanter Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen (Teilziel 1B), die Ableitung der Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale (Teilziel 1C) und die Ermittlung der räumlichen Wirkbereiche der Biogasanlagen sowie der Konfliktbereiche mit anderen Raumnutzungen in den Modellregionen (Teilziel 1D). Vor dem Hintergrund der Untersuchungsfrage 2 werden für ausgewählte Raumnutzungen Checklisten mit schutz- bzw. vorsorgeorientierten Standards zur Sicherung von Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette entwickelt (Teilziel 2A), anhand derer der bisherige planerische Umgang mit Konfliktpotenzialen untersucht werden kann. Mit deren Hilfe werden die Planwerke und Verordnungen in den Modellregionen überprüft (Teilziel 2B). Darüber hinaus werden die regionalplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten für die Energieversorgung in den Modellregionen untersucht (Teilziel 2C). Aus den Ergebnissen werden planerische Koordinierungsdefizite (Teilziel 2D) abgeleitet. Abschließend werden zur Beantwortung der Untersuchungsfrage 3 Optimierungs- und Gestaltungspotenziale aufgezeigt.

Kapitel 7 ist als Artikel bei der Zeitschrift „European Planning Studies“ 2012 angenommen worden:

BUHR, N.; RODE, M. & KANNING, H. (2013): Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production. Erscheint voraussichtlich im 2. Quartal 2013 bei: European Planning Studies, ca. 25 S.

Kapitel 7 bezieht sich zunächst auf Untersuchungsfrage 1 – Teilziel 1C und beschreibt die Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale. Das Hauptaugenmerk des Artikels liegt jedoch auf der Entwicklung der Checklisten sowie der Ableitung von planerischen Koordinierungsmöglichkeiten und Defiziten und leistet damit einen vertiefenden Beitrag zur Bearbeitung der Untersuchungsfragen 2 und 3.

Kapitel 8 wurde wie der vorangehende Beitrag im Abschlussbericht des Forschungsprojektes SUNREG II veröffentlicht:

BUHR, N.; WIEHE, J.; STEINKRAUS, K.; WOLF, U.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 252-273.

Darüber hinaus wurden die Handlungsempfehlungen im Jahr 2012 leicht modifiziert und vom Institut für Umweltplanung und dem 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe e. V. (Hrsg.) als Broschüre veröffentlicht:

BUHR, N.; KANNING, H.; RODE, M.; STEINKRAUS, K.; WIEHE, J.; & WOLF, U. (2012): Handlungsempfehlungen für eine natur - und raumverträgliche Optimierung der Biogaserzeugung. Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover & 3N-Kompetenzzentrum e. V. - Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), 29 S., Hannover / Werlte.

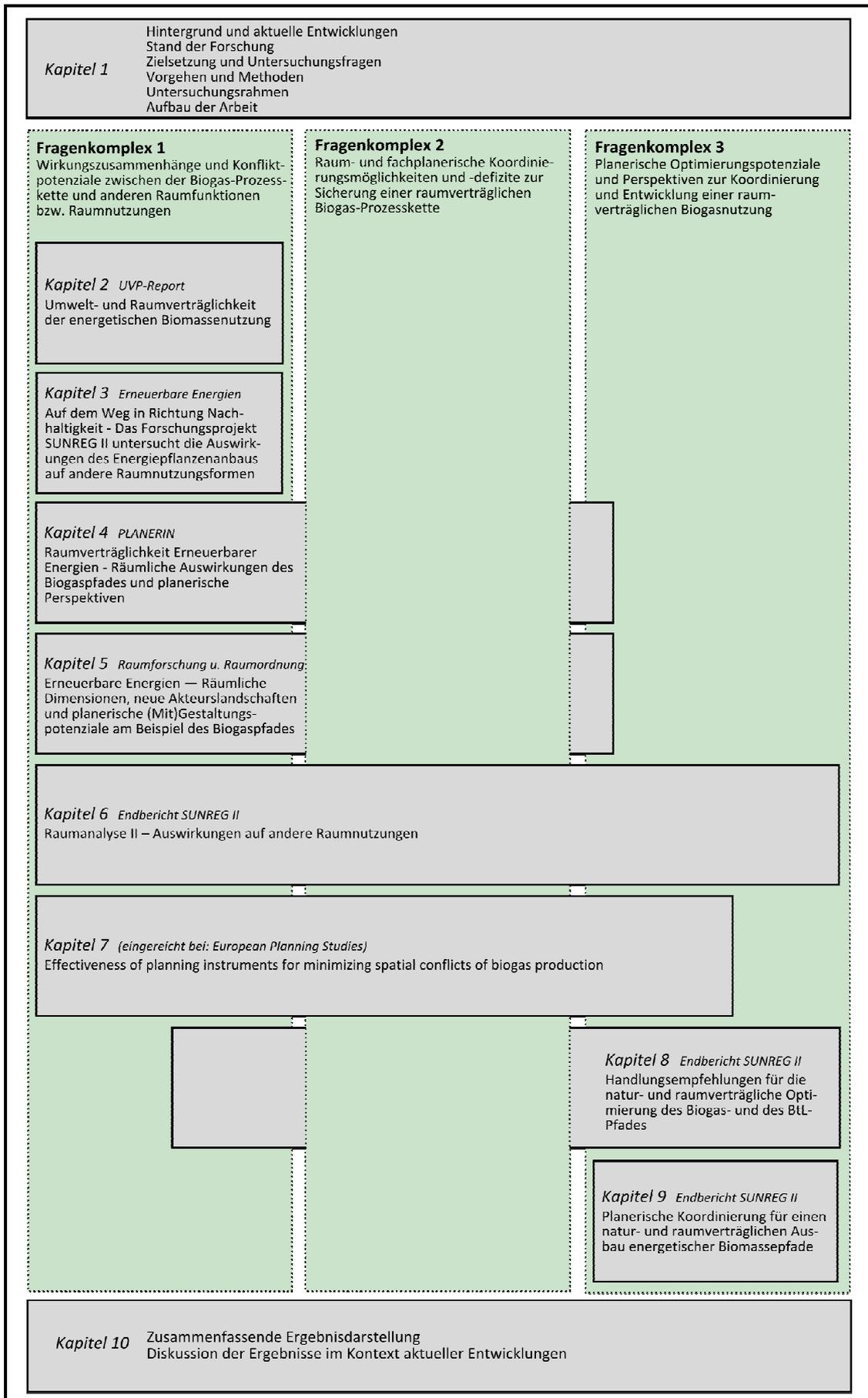


Abbildung 1-8: Gliederung der Dissertation (mit Fragenkomplexen)

Das Kapitel 8 bezieht sich auf die Untersuchungsfrage 3 und gibt in Form von Steckbriefen für ausgewählte Wirkkomplexe (Grundwasserqualität und -menge, Hochwasserabfluss, Arten und Biotope, Erholungsqualität) Handlungsempfehlungen für eine raumverträgliche Steuerung und Sicherung der Biogasproduktion.

Kapitel 9 ist im Abschlussbericht des Forschungsprojektes SUNREG II veröffentlicht worden:

WIEHE, J.; BUHR, N.; WOLF, U.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 241-251.

In dem Kapitel werden bezogen auf die vorliegende Dissertation die formalen raumplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten dargelegt und damit zu diesem Thema ein Beitrag zur Bearbeitung der Untersuchungsfrage 3 geleistet.

In **Kapitel 10** werden die einzelnen Untersuchungsfragen zusammenfassend beantwortet und so die Ergebnisse der bisher nebeneinander stehenden Veröffentlichungen entsprechend der Fragen zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt. Darüber hinaus werden die Ergebnisse im Gesamtzusammenhang sowie im Kontext der aktuellen Entwicklungen diskutiert und erweiterte Betrachtungen vorgenommen. Abschließend wird weiterer Forschungsbedarf dargelegt.

Literatur und Internet

Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 2010: Erneuerbare Energien in der Fläche – Hintergrundinformationen. Stand 14.01.2010, 10 S., Berlin.

ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung), 2000: Nachhaltigkeitsprinzip in der Regionalplanung - Handreichung zur Operationalisierung. Bd. 212, 227 S., Hannover.

ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung), 2011: Call for Membership, ARL-Arbeitskreis „Räumliche Politik und Planung für die Energiewende: Zwischen Regionalisierung und Rekommunalisierung?“. 3 S., Hannover.

Baccini, P. & Bader, H.-P., 1996: Regionaler Stoffhaushalt – Erfassung, Bewertung und Steuerung. 420 S., Heidelberg.

Bachfischer, R., 1978: Die ökologische Risikoanalyse. Dissertation, 295 S., Technische Universität München.

BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) & BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 2006: Perspektiven der Raumentwicklung in Deutschland. 60 S., Bonn/Berlin.

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2010a: Modellvorhaben Region Nordschwarzwald. Steckbrief der Region Nordschwarzwald. 2 S. http://www.bbsr.bund.de/cIn_032/nn_21684/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/EinbindungEnergiekonzepte/MORO_NSW.html zuletzt aufgerufen am 02.01.2012

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2010b: Modellvorhaben Region Hannover. Steckbrief der Region Hannover. 2 S. http://www.bbsr.bund.de/cIn_032/nn_21684/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/EinbindungEnergiekonzepte/MORO_H.html zuletzt aufgerufen am 02.01.2012

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2012: Räumlich differenzierte Flächenpotentiale für erneuerbare Energien in Deutschland. http://www.bbsr.bund.de/cIn_032/nn_21268/BBSR/DE/FP/ReFo/Raumordnung/2011/RaumlichDifferenziert_eFlaechenpotentiale/01_Start.html zuletzt aufgerufen am 05.01.2012

Bierhals, E., Kiemstedt, H. & Scharf, H., 1974: Aufgaben und Instrumentarium ökologischer Landschaftsplanung. Raumforschung und Raumordnung 32 (2), S. 76-88.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2007: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. 47 S., Berlin.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2008: Biogas und Umwelt – Ein Überblick. 26 S., Bonn. <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/39875.php> zuletzt aufgerufen am 08.11.2011

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2011: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stand: 13. Dezember 2011, unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), 41 S., Berlin.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2012: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stand: 20. Februar 2012, unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), 20 S., Berlin.

- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 2011: Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung. Ergebnisse der MORO-Studie "Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung". 84 S., Berlin.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) & BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2007: Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. 98 S., Berlin.
- Bosch S. & Peyke G., 2011: Gegenwind für die Erneuerbaren – Räumliche Neuorientierung der Wind-, Solar- und Bioenergie vor dem Hintergrund einer verringerten Akzeptanz sowie zunehmender Flächennutzungskonflikte im ländlichen Raum. In: Raumforschung und Raumordnung 69, (2), S. 105-118.
- Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Kanning, H. & Rode, M., 2006: Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassenutzung. In: UVP-Report 20 (4), S. 168-173, Hamm.
- Buhr, N. & Kanning, H., 2008: Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit - Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen. In: Erneuerbare Energien, Ausgabe 6, Juni 2008, S. 76-77.
- Buhr, N. & Kanning, H., 2008: Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien - Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven. In: PLANERIN 3/08, S. 23-24.
- Buhr, N., 2009: Standort- bzw. Flächenplanung für nicht privilegierte Biogasanlagen in der Region Hannover. Arbeitspaket „Bioenergie“ im MORO-Projekt „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung“. 19 S., Hannover, unveröffentlicht.
- Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 91-156, Stuttgart.
- Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Anhang zur Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, S. 58-76, Stuttgart.
- Buhr, N.; Wiehe, J.; Steinkraus, K.; Wolf, U.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und Raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 252-273, Stuttgart.
- Buhr, N.; Kanning, H.; Rode, M.; Wiehe, J.; Steinkraus, K. & Wolf, U., 2012: Handlungsempfehlungen für eine natur- und raumverträgliche Optimierung der Biogaserzeugung. Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover & 3N-Kompetenzzentrum e. V. - Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), ca. 30 S., Hannover - Werlte. (erscheint voraussichtlich im 2. Quartal 2012)
- Buhr, N.; Rode, M. & Kanning, H., 2012: Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production . Eingereicht bei: European Planning Studies, ca. 25 S.
- DRL (Deutscher Rat für Landespflege, 2006: Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. Schriftenreihe des deutschen Rates für Landespflege Heft 79 – 2006, 134 S., Meckenheim.
- Dziewiaty, K. & Bernady, P., 2007: Auswirkungen zunehmender Biomassenutzung (EEG) auf die Artenvielfalt - Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für den Schutz der Vögel der Agrarlandschaft. 128 S., Seedorf.
- Dziewiaty, K. & Bernady, P., 2010: Brutvögel und Energiepflanzen. In: Reich M. & Rüter, S. (Hrsg.): Energiepflanzenanbau und Naturschutz. Umwelt und Raum Band 1, Schriftenreihe Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover. S. 115-126, Göttingen.

- Enquete Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.), 1994: Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. 765 S., Bonn.
- Fachverband Biogas e. V., 2011a: Biogas Branchenzahlen 2011. Stand 11/2011. 2 S. http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen zuletzt abgerufen am 24.01.2012.
- Fachverband Biogas e. V., 2011b: Biogas Branchenzahlen 2010. Stand: 06/2011. 2 S. http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen zuletzt abgerufen am 09.09.2011.
- FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe), 2005: Biokraftstoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. 43 S., Gülzow.
- FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe), 2010: Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung. 272 S., Gülzow.
- FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe), 2011a: Biogas - Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. 40 S., Gülzow.
- FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe), 2011b: Anbau nachwachsender Rohstoffe. [http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2010/august/article/deutschland-setzt-weiter-auf-nachwachsende-rohstoffe/?tx_ttnews\[day\]=31&cHash=5b5fd2f4a727bd706f410582fbb64355](http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2010/august/article/deutschland-setzt-weiter-auf-nachwachsende-rohstoffe/?tx_ttnews[day]=31&cHash=5b5fd2f4a727bd706f410582fbb64355) zuletzt aufgerufen am 16.08.2011 und <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau/> zuletzt aufgerufen am 07.11.2011
- FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe), 2011c: Maisanbau in Deutschland. [http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2011/may/article/maisbau-in-deutschland-1/?tx_ttnews\[day\]=26&cHash=c7900f3c29aa0c80bacddcd1159c19c9](http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2011/may/article/maisbau-in-deutschland-1/?tx_ttnews[day]=26&cHash=c7900f3c29aa0c80bacddcd1159c19c9) zuletzt aufgerufen am 07.11.2011.
- Forschungskooperation der Länder Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und der Volkswagen AG, 2006: Länderkooperation „Biomasse für SunFuel“ - Stand 2006. 8 S., Wolfsburg.
- Frings, E., 1995: Ergebnisse und Empfehlungen der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ zum Stoffstrommanagement. In: Schmidt, M. & Schorb, A.: Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. S. 15-32, Berlin.
- Frings, E., 1998: Stoffstromanalysen. In: Friege, H.; Engelhardt, C. & Henseling, K. O.: Das Management von Stoffströmen. Geteilte Verantwortung – Nutzen für alle. S. 34-47, Berlin.
- Fritsche, U.; Dehoust, G.; Jenseit, W.; Hünecke, K.; Rausch, L.; Schüler, D.; Wiegmann, K.; Heinz, A.; Hiebel, M.; Ising, M.; Kabasci, S.; Unger, C.; Thrän, D.; Fröhlich, N.; Scholwin, F.; Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Patyk, A.; Baur, F.; Bemman, U.; Groß, B.; Heib, M.; Ziegler, C.; Flake, M.; Schmehl, M.; Simon, S., 2004: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse. Endbericht zu einem F+E-Vorhaben des Bundesministeriums für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, 263 S., Darmstadt.
- Haaren, C. von (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung. 527 S., Stuttgart.
- Haberl, H., 2006: Wandel von Kulturlandschaften - Von der Biomasse zur Fossilenergie- und wieder zurück? In: BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; Hrsg.): Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. Informationen zur Raumentwicklung 2006 1/2, S. 111-123, Bonn.
- Heck, P. & Bemmann, U., 2002: Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/2003. Strategien - Umsetzung - Anwendung in Unternehmen/Kommunen/Behörden. 400 S., Köln.
- Hofmeister, S., 1989: Stoff- und Energiebilanzen. Zur Eignung des physischen Bilanz-Prinzips als Konzeption der Umweltplanung. 58 S., Berlin.

- Hofmeister, S., 2011: Anforderungen eines sozial-ökologischen Stoffstrommanagements an technische Ver- und Entsorgungssysteme. In: Tietz, H.-P. & Hühner, T. (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für die Ver- und Entsorgungssysteme. Forschungs- und Sitzungsbericht der ARL 235, S. 176-190, Hannover.
- Hofstetter, P., 1995: Die Prozesskettenanalyse – Ein Instrument zur Erfassung der Umweltbelastung. In: *Swiss Contamination Control* 8 (1995) Nr. 1, S. 17-20.
- Höher, G., 2009: Bioenergie in Niedersachsen – Chancen für die Region. Vortrag auf der internationalen Tagung „Biomasse im Spannungsfeld von Energiesicherung und Hungerkrise“ vom 13. bis 15. Mai 2009, Loccum.
- iff (Institut für industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb), 2006: LCA (Life Cycle Assessment (Ökobilanzen) - Prozesskettenanalyse-. <http://www.iff.uni-stuttgart.de/forschung/themen/lcm/lca/prozesskette.shtml> abgerufen am 17.07.2006
- IUP (Institut für Umweltplanung), 2008: SUNREG III - Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. Projektflyer 1. Auflage, April 2008, 2 S., Hannover. http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=SUNREG+III&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.umwelt.uni-hannover.de%2Ffileadmin%2Fschulung%2FFlyer_SUNREGIII_April2008.pdf&ei=hOOKT4SyEcTasga4kPyADw&usq=AFQjCNEHXfLNGs3vbWWOpy5dUc6OKSxtjQ&cad=rja zuletzt aufgerufen am 09.01.2012
- IWR (Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien), 2011: Förderung / Gesamtübersicht. <http://www.iwr.de/foerderung/bund.html> zuletzt aufgerufen am 29.12.2011
- Kaltschmitt, M. & Hartmann, H. (Hrsg.), 2001: Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren. 770 S., Heidelberg.
- Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H. (Hrsg.), 2009: Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 1030 S., Heidelberg.
- Kanning, H., 2001: Umweltbilanzen: Instrumente einer zukunftsfähigen Regionalplanung? Die potentielle Bedeutung regionsbezogener Stoffstrombilanzen, von EMAS und der Ökobilanz-Methodik. *UVP spezial* 17, 280 S., Hannover.
- Kanning, H.; Buhr, N. & Steinkraus, K., 2009: Erneuerbare Energien — Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: *Raumforschung und Raumordnung* 2/2009, Heft 2, 67. Jahrgang, S. 142-156.
- Kanning, H., 2011: Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum – Naturräumliche Auswirkungen und planerische Perspektiven für ein regionales (Energie)Ressourcenmanagement. In: Tietz, H.-P. & Hühner, T.: Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für die Ver- und Entsorgungssysteme. Forschungs- und Sitzungsbericht der ARL 235, S. 191-217, Hannover.
- Kiemstedt, H., 1971: Natürliche Beeinträchtigung als Entscheidungsfaktoren für die Planung. *Landschaft und Stadt*, 3 (2), S. 80-85, Stuttgart.
- Köppel, J.; Peters, W. & Schultze, C., 2004: Naturschutzaspekte beim Anbau von Biomasse. In: *Ökologisches Wirtschaften* 5/2004, Schwerpunkt Erneuerbare Energien versus Naturschutz, S. 19-20.
- Land Niedersachsen, 2012: Das Energiekonzept des Landes Niedersachsen - Verlässlich, umweltfreundlich, klimaverträglich und bezahlbar – Energiepolitik für morgen. 25.01.2012, 105 S., Hannover.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft), Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 2011: Mais für die Biogasanlage. http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau_biogas/38613/index.php zuletzt aufgerufen am 07.11.2011.

LSKN (Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen), 2011a: Maisanbau bestimmt immer mehr das Landschaftsbild in Niedersachsen. Pressemitteilung vom 29. Juli 2011, Nummer 76/11. http://www.lskn.niedersachsen.de/portal/live.php?&article_id=98047&navigation_id=25666&_psmand=40 zuletzt aufgerufen am 08.11.2011.

LSKN (Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen), 2011b: Bodennutzung der Betriebe 2011 (vorläufig) und 2010 in Niedersachsen und den ehemaligen Landwirtschaftskammern. Anlage zur Pressemitteilung Nr. 76/2011. http://www.lskn.niedersachsen.de/portal/live.php?&article_id=98047&navigation_id=25666&_psmand=40 zuletzt aufgerufen am 08.11.2011

LWK Niedersachsen (Landwirtschaftskammer Niedersachsen; Hrsg.), 2008: SUNREG I. Abschlussbericht zum Modellvorhaben Querschnittsprojekt SUNREG I, 84 S., unveröffentlicht.

LWK Niedersachsen (Landwirtschaftskammer Niedersachsen); Schütte, Rainer, 2011: Maisanbau folgt Biogasanlagen. Stand: 15.02.2011, 2 S. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/355/article/15941.html> zuletzt aufgerufen am 08.11.2011

Meyer, C., 2007: Welche rechtlichen Anforderungen gelten für die Errichtung und den Betrieb von Biogasanlagen. In: Görlich, U. & Helm, M.: Biogasanlagen. S. 13-26, Stuttgart.

ML & MU Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz), 2010: Biogasnutzung in Niedersachsen - Stand und Perspektiven. 19 S., Hannover.

Möller, A. & Rolf, A., 1995: Methodische Ansätze zur Erstellung von Stoffstromanalysen unter besonderer Berücksichtigung von Petri-Netzen. In: Schmidt, M. & Schorb, A.: Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. S. 33-58, Berlin.

Müller, D.; Oehler, D. & Baccini, P., 1995: Regionale Bewirtschaftung von Biomasse – Eine stoffliche und energetische Beurteilung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen. 64 S. + Anhang, Zürich.

Nitsch, H.; Osterburg, B.; Buttlar, C. v. & Buttlar, H. B. v., 2008: Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 3/2008, 128 S., Braunschweig.

Nitsch, J.; Krewitt, W.; Nast, M.; Viebahn, P.; Gärtner, S.; Pehnt, M.; Reinhardt, G.; Schmidt, R.; Uihlein, A.; Scheurlen, K.; Barthel, C.; Fishedick, M.; Merten, F., 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.), 305 S., Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal.

Nitsch, J.; Pregger, T.; Scholz, Y.; Naegler, T.; Sterner, M.; Gerhardt, N.; Oehsen, A. v.; Pape, C.; Saint-Drenan, Y.-M.; Wenzel, B., 2010: Leitstudie 2010 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. 273 S., Berlin.

Peters, W., 2006: Erneuerbare Energien. In: UVP report 4/2006, S. 148-149, Hamm.

Reich, M. & Rüter, S. (Hrsg.), 2011: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. Umwelt und Raum, Band 2. Schriftenreihe des Instituts für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover. 244 S., Göttingen.

Rode, M. & Kanning, H., 2006: Beiträge der räumliche Planungen zur Förderung eines natur- und raumverträglichen Ausbaus des energetischen Biomassepfades. In: BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung), Hrsg.: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. Informationen zur Raumentwicklung (IRZ), Heft 1/2, S. 103-110, Bonn.

Röhnert, P., 2006: Biomasseanlagen im Spannungsfeld zwischen baurechtlicher Privilegierung und Bauleitplanung. In: BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung), Hrsg.: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. Informationen zur Raumentwicklung (IRZ), Heft 1/2, S. 67-80, Bonn.

- Rühmkorf, H., 2011: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus zur Biogaserzeugung auf Landschaftsstruktur und Avifauna. Dissertation, 158 S., Hannover.
- Scholles, F., 2008a: Bewertungsmethoden. In: Fürst, D. & F. Scholles (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. S. 409-532, Dortmund.
- Scholles, F., 2008b: Ökologische Wirkungsanalysen. In: Fürst, D. & F. Scholles (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. S. 333-347, Dortmund.
- Schultze, C.; Korte, B.; Demmeler, M.; Heißenhuber, A.; Köppel, H.; Kleinschmit, B. & Förster, M., 2008: Übertragbare Strategien zur naturverträglichen Biomassebereitstellung auf Landkreisebene – am Beispiel der Regionen Ostprignitz-Ruppin/ Brandenburg und Chiemgau/ Bayern. Abschlussbericht, 185 S., Weihenstephan – Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen), 2007: Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, 124 S., Berlin.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2011: Fläche und Bevölkerung, Stand 31.12.2009. http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb01_jahrtab1.asp abgerufen am 16.08.2011
- Statistisches Bundesamt Deutschland, 2011: Spezielle Bodennutzung und Ernte. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Bodennutzung/Tabellen/Content75/AckerlandHauptfruchtgruppenFruchtarten,templateId=renderPrint.p.sml> abgerufen am 07.01.2011
- Steinkraus, K.; Wolf, U.; Lahner, M.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Akteursanalyse. In: Rode, M. & Kanning, H.: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 157-240, Stuttgart.
- Seyfert, U.; Bunzel, K., Thrän, D. & Zeddies, J., 2011: Biomassepotenziale aus dem Energiepflanzenanbau in Deutschland. In: BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung), Hrsg.: Informationen zur Raumentwicklung (IRZ), Heft 5/6.2011, 287-295, Bonn.
- Thän, D., Weber, M., Scheuermann, A., Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A., Thoroë, C., Schweinle, J., Fritsche, U., Jenseit, W., Rausch, L. & Schmit, K., 2005: Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im europäischen Kontext - Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern. 166 S., Leipzig.
- UBA (Umweltbundesamt), Hrsg., 2011: Statusbericht zur Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung. CLIMATE CHANGE 06/2011, 86 S., Dessau-Roßlau. <http://www.uba.de/uba-info-medien/3971.html> zuletzt abgerufen am 12.11.2011
- Uckert, G.; Matzdorf, B.; Lorenz, J.; Hücke, I.; Hildebrand, S.; Herrmann, C. & Weber, S., 2008: Grünes Gold im Osten?! Flächenansprüche von Biomassepfaden durch klimabedingte Ausbauziele und Handlungsoptionen für die Raumordnung. Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) & Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), BBR-Online-Publikation, Nr. 16/2008, 101 S., Bonn.
- Wenzel, B. & Nitsch, J., 2010: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global - Entwicklung der EEG-Vergütungen, EEG-Differenzkosten und der EEG-Umlage bis zum Jahr 2030 auf Basis eines aktualisierten EEG-Ausbaupfades. 60 S., Stuttgart. http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/langfristszenarien_ee_bf.pdf zuletzt abgerufen am 22.02.2012
- Wiehe, J.; Buhr, N.; Steinkraus, K.; Kanning, H. & Rode, M., 2006: Die Raumanalyse im Rahmen von SUNREG II – Methode zur Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen des Ausbaus energetischer Biomassepfade auf den Naturhaushalt und Raumnutzungen. Diskussionspapier zum Austausch mit anderen Forschungsprojekten, 17 S., Hannover.

Wiehe, J.; Buhr, N.; Wolf, U.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.) (2010): Natur- und Raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 241-251, Stuttgart.

Wiehe, J., 2011: Auswirkungen des Energiepflanzenbaus auf Natur und Landschaft : Entwicklung und Anwendung einer Bewertungsmethode. Dissertation, 240 S., Hannover.

Wolf, U.; Buhr, N.; Wiehe, J.; Rode, M. & Kanning, H., 2010: Untersuchungsrahmen. In: Rode, M. & Kanning, H.: Natur- und Raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 5-20, Stuttgart.

Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie, 2005: Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Band 1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen. 85 S., Wuppertal.

3N-Kompetenzzentrum, 2010: Biogasdichte in Niedersachsen nach Landkreisen. In: ML Niedersachsen: Biogasnutzung in Niedersachsen - Stand und Perspektiven. 19 S., Hannover.

Gesetze, Richtlinien und Verordnungen

EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien i. d. F. vom 29.03.2000. Bundesgesetzblatt Teil I 2000, S. 305.

EEG 2004 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (EEG-Novelle 2004). Bundesgesetzblatt Teil I 2004, S. 1918.

EEG 2009 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (EEG-Novelle 2009). Bundesgesetzblatt Teil I 2008, S. 2074.

EEG 2012 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EEG-Novelle 2012). Bundesgesetzblatt Teil I 2011, S. 1643.

Karten und Planwerke

Regionalverband Nordschwarzwald, 2007: Teilregionalplan Regenerative Energien. Biomasse/Biogas, Geothermie, Photovoltaik, Wasserkraft, Windkraft, Entwurf.

2 Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassenutzung

Environmental Aspects of the Usage of Biomass Energy

Nina Buhr, Katharina Steinkraus, Julia Wiehe, Helga Kanning & Michael Rode

*Veröffentlicht in:
UVP-report 2006 (4), 20. Jahrgang, S. 168-173*

3 Auf dem Weg Richtung Nachhaltigkeit - Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen

Nina Buhr & Helga Kanning

Veröffentlicht in:

Erneuerbare Energien, Ausgabe 6, Juni 2008, 18. Jahrgang, S. 76-77

4 Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien - Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven

Nina Buhr & Helga Kanning

*Veröffentlicht in:
PLANERIN 3/08, Juni 2008, S. 23-24*

5 Erneuerbarer Energien - Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades

Renewable energies - spatial dimensions, new players and potentials for planning involvement using the example of the biogas process chain

Helga Kanning, Nina Buhr & Katharina Steinkraus

Veröffentlicht in:

Raumforschung und Raumordnung 02/2009, Heft 2, 67. Jahrgang, S. 142-156

6 Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen,

Anhang zur Raumanalyse

Nina Buhr, Helga Kanning & Michael Rode

Veröffentlicht in:

Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.) 2010: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Ibidem-Verlag Stuttgart, S. 91-156,

Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, Ibidem-Verlag Stuttgart, S. 58-76

7 Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production

Nina Buhr, Michael Rode & Helga Kanning

Angenommen (2012) bei:

European Planning Studies, erscheint voraussichtlich 2. Quartal 2013

7 Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production

Keywords: biogas, spatial impacts, spatial planning, regional planning, sectoral planning, regional land use management, checklists

Abstract

For some years now, energy policy in Germany has encouraged an ever-greater utilisation of biomass to produce biogas. This is linked to new types of impact on natural resources resulting in new conflict situations with other forms of land use. To minimize such conflicts a forward-looking planning is needed to take into account potential conflict situations. Against this background this paper aims to derive quality and protection standards, summarised in checklists, which can be used to assess the effectiveness of different planning instruments with respect to the impact of biogas production in practice. The developed checklists were used in four model districts in Lower Saxony to evaluate the effectiveness of the Regional Planning Programmes with their priority and reserved areas as well as the local authority planning instrumentation. The results show that the investigated Regional Planning Programmes do not contain any explicit planning statements as to the production of biomass or biogas. Specific regulations regarding potential conflict situations are mainly to be found in the respective protected area regulations. However, in principle, both spatial planning as well as the more specialised sectoral planning provide options for controlling the production of biogas in a way compatible with the majority of competing land uses and conflicting objectives for land utilisation.

7.1 Introduction

For years now, the promotion of the use of renewable energy source materials has been intensifying across the globe for reasons of energy and climate policy. In particular, the application of biomass using combined heat and power for energy purposes is set to increase greatly over the coming years and decades (Bringezu et al. 2009), based on a high potential for biomass as an energy source (e. g. Offermann et al. 2010; De Vries et al. 2007).

The rapid development in the production of bio-energy has witnessed the growth of new, highly dynamic domestic as well as foreign markets which can be expected to expand considerably over the coming years (e.g. Smeets et al. 2004). The pressure emanating from these markets carries with it the inherent danger of direct competition not only for any available biomass but also for all obtainable land and resources. In the process there is ever-increasing encroachment on nature and landscape as well as intensification in competing land utilisation (e. g. Beringer et al. 2011; Bringezu et al. 2009; Bringezu & Howarth 2009).

In the EU biomass has already become the most important renewable energy source material with a proportionate share of around two-thirds. However, in order to achieve the politically predetermined objectives regarding the recovery of energy from biomass, considerable areas of agricultural land will have to be converted from food and forage production to the production of energy. For this reason the further development in Europe of the use of biomass as a source of en-

ergy is very much dependant on the availability of land for the production of bioenergy crops. The spatial dimensions of this development are becoming apparent in the estimates of future land requirements. According to various different prognoses, by the year 2020 there will be barely 30 million hectares of agricultural land available for the production of bio-energy crops. By the year 2030 this is likely to have risen by another 15 % to 35 million hectares (Thrän et al. 2009).

In Germany we have seen a remarkable rise over the last few years in the generation of biogas as well as in the utilisation of biogenic residual products as a result of government aid under the terms of the Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources (Renewable Energy Sources Act). Up to and including 2010 the number of biogas plants rose to roughly 5,900 with a built-in total electrical power output of around 2,300 megawatts (Fachverband Biogas 2011). Also in the future, the use of biogas will grow with high dynamic (Edel et al. 2011).

The production of biogas in Germany is, in the main, based on the cultivation of energy crops and thus stands in direct competition with the production of foodstuffs and forage. The preferred substrate used in biogas plants is maize silage followed by whole crop silage made out of triticale and rye, grass silage and wastes (Höher 2010). While the number of biogas plants was rising so rapidly, the total acreage of maize for silage rose from just under 1.2 million hectares between 1995 and 2003 to over 1.98 million hectares by 2011 (DMK 2011). Over the last ten years the total area of land covered by maize for silage has increased by nearly 40 % and now accounts for more than 16 % of the total area of arable land (DMK 2011). However, there are considerable local and regional variations. Studies at the local level show that the percentage of maize for silage on agricultural land in communities with biogas plants has doubled, in some places even quadrupled, and that, on agricultural land, maize has become the dominant culture (Kruska und Emmerling, 2008).

The rapidly expanding energy utilisation of biomass through the production of biogas is this linked to a large-scale restructuring of agricultural land use. For this reason it influences not only traditional forms of land use and regional material flows, but also the balance of nature and social land management. Because of the limited availability of land, nationally and, to an even greater extent, regionally significant competition with already existing functions of the countryside and its use have evolved. Particularly affected are the protection of species and biotopes, drinking water supply, flood protection as well as tourism and local recreation (Buhr et al. 2010; Ruschkowski & Wiehe 2008; Wiehe et al. 2009).

Competition with other land usage forms does not only encompass the production phase of biomass but is also expanding into the entire process chain of biogas production and utilisation: from the cultivation of biomass to the supply of raw materials including storage and transport, to the conversion of energy within the plant and culminating in the recovery or disposal of residual products (Rode & Kanning 2006). The expansion of biomass energy utilisation, which at first had such positive associations and which was pushed for reasons of energy, climate and economic policies, has begun to meet with more and more criticism (cf. SRU 2007).

In order to permanently be able to tap into the available potential of biogas in the sense of a sustainable energy supply and regional development while ensuring long term spatial compatibility, it is vital that potential conflicts are recognised and resolved at an early stage. Above all, it is essential to have on both local and regional levels an interdisciplinary and forward-looking spatial planning mechanism which would ideally incorporate land required for bio energy production.

New challenges for spatial and specialised planning are arising out of overlapping claims for land and its utilisation (cf. BBR & BMVBS 2006).

It is against this background that the aim of this paper is to derive standards from the knowledge available to us, with which, together with checklists, already existing planning control instruments can be assessed - both those which are regionally important as well as the more detailed, specialised tools needed at local levels – with regard to their suitability for the management of the expansion of biogas application in such a way that conflicts can be avoided and ends become compatible with means, as far as land use is concerned.

On this point there are two fundamental questions:

- What does spatial planning, in particular regional planning, contribute to the management and safeguarding of a spatially compatible biogas utilisation?
- What types of protection do local instruments of specialised or sectoral planning offer vis a vis the effects of biogas production?

7.2 Procedure and Methods

In order to be able to measure the effectiveness of the regulations in the existing spatial and specialised planning control instruments with regard to their suitability for the management and measurement of the expansion of biogas production so that conflicts with other types of land use are avoided, we need to start by describing the causal mechanisms and potential for conflict in the regions regarding the use of biomass as a source of energy.

Following the presentation of common options for the securing of land usage by means of spatial planning the conflict potential for every type of land use in consideration is described using the potential impact factors against the background of demands on land use and protection interests. Based on available specialist evaluations of the ramifications of using biomass as an energy source on nature and the landscape (cf. Wiehe et al. 2010), for these potential impact factors indicators have been defined which describe the impairment in the usage objective regarding each respective form of land use (cf. Buhr et al. 2010).

To evaluate the regulatory effectiveness of regional and sectoral planning instruments with respect to the adverse effects produced by the different phases in the biogas process chain, standards of protection and quality regarding demands on land use and interests requiring protection have been derived from sectoral specifications and statutory provisions. In spatial planning, standards of protection and quality are primarily deployed to give environmental quality criteria a more concrete form which can then be put into effect in day-to-day operations (cf. Scholles 2008; Haaren 2004).

While standards of protection are applied to the polluter side for the avoidance of risks and dangers, quality standards in the framework of environmental protection describe the conditions to be achieved or maintained for the object of protection on the part of those impacted or rather sensitive to changes in the said object of protection (Scholles 2008; Haaren 2004). These standards are categorised according to the effectiveness of their regulations by using a three-tier system:

1. sufficiently considered/regulated: the most effective or best possible regulations allowed under current legislation,

2. inadequately considered/regulated: only vague or indirect statements or regulations,
3. not considered/regulated: no available statements or regulations.

Based on the protection and quality standards and the categorisation thereof, checklists containing protective or precautionary standards for various forms of land use have been designed commensurate with the potential for conflict. The composition of the checklists is based on the phases of the process chain.

Using these checklists Regional Planning Programmes, the fundamental formal instrument of regional planning, as well as Protected Area Regulations, the fundamental instrument of sectoral planning, are examined with respect to their obligatory requirements regarding the safeguarding and guaranteeing of demands on land use and the protection of the interests of other land users in the face of the impact of the energy-related use of biomass to create biogas. As representative examples for other types of land use, flood protection, drinking water supply and recreation are used in deriving standards and compiling checklists. With some appropriate modification they can be transferred to other forms of land use and, in theory, just as easily used to scrutinise other planning instruments. To identify how our planning mechanism has dealt with the effects of biogas production on other forms of land use, the checklists are applied in selected model regions.

7.3 Options for securing land usage by means of spatial and sectoral planning

In Germany all forms of land use which take up space or influence the way land is developed are either controlled or coordinated by means of the various instruments of spatial planning (Turowski 2005; Runkel 2005). The planning coordination of the uses and functions of land can be effected at the federal, the regional or the local community level (Fürst & Scholles 2008). The task of spatial planning is to harmonise the various demands on space and to smooth out any conflicts that may arise as well as to make provision for individual spatial functions and utilisations. For this the shaping of space and formulation of objectives in the form of programmes and plans takes place primarily at the lower or secondary planning levels. The Federal Government possesses the competence to issue framework legislation only (Fig. 7-1).

In Germany the regional planning is basically a function of the individual federal state authorities. In Lower Saxony the Federal State Regional Planning Program (LROP) is drawn up in accordance with the appropriate statute which is the Lower Saxony Law on Spatial Planning and Regional Planning. At the regional level the spatial specifications of federal state planning statements of objectives set out in the Federal State Regional Planning Program are fleshed out in Regional Planning Programmes (Fig. 7-1). In this way, regional planning is able to harmonise demands on space, as well as deal with any conflicts that may arise and make provision for individual spatial functions and utilisations.

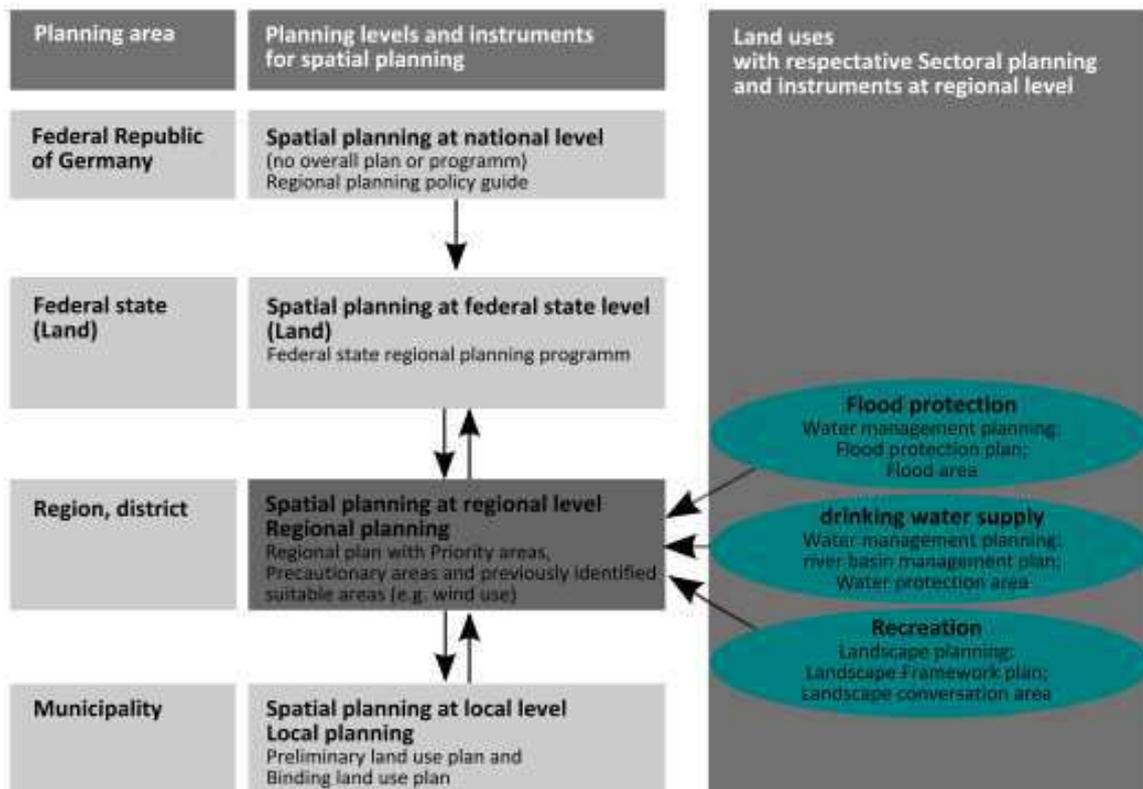


Figure 7-1: The German planning system and sectoral planning – planning stages and formal regional planning instruments under the Federal Regional Planning Act, the Lower Saxony Law on Spatial Planning and Regional Planning, the Federal Building Code etc.

The more specific spatial planning is dealt with by the local authorities. In addition, there is also an urban land-use planning mechanism which regulates the use of land by means of land utilisation plans and development plans in accordance with the Federal Building Code (BauGB) (Fürst & Scholles 2008).

In the German planning system, regional planning occupies the middle ground between planning in regions within federal states, development plans at local levels and sectoral planning corresponding to the principle of countervailing influence (Fig. 7-1). It harmonises the coexistence of land utilisation plans within a region and coordinates these with the objectives of federal state planning and the demands of land management (Fürst & Scholles 2008).

The Regional Planning Programmes consist of a textual and graphic presentation of the aims and principles of regional planning for the planning regions. They can also be finalised in sectoral and spatial sub-plans. Regional Planning Programmes are binding on all public authorities and their objectives are to be taken into account in all plans and measures relevant to regional planning (cf. Fürst & Scholles 2008). The Regional Planning Programmes set priorities regarding the use of land thereby securing the natural environment as well as space for living and working. The instruments for area precaution, such as priority areas, reserved areas and designated zones with their socio-political and regional significance have an important position and serve to disentangle the competing demands on land use (Scholich 2005).

A priority area (“Vorranggebiet”) is earmarked for a particular function or use which is of regional or spatial significance. Any other regionally or spatially significant function or use which is not compatible with the area’s (pre-)determined function is ruled out. In this way priority areas con-

form to the objectives of Regional Planning and set out binding guidelines on which subsequent planning is to be based (Scholich 2005; Gawron 2007).

Precautionary or reserved areas (“Vorbehaltsgebiet”) grant a particular importance to specific spatially-significant functions or land use when considering competing spatially-significant land use. Although they comply with the basic principles of regional planning, their overall effect is less than binding (Scholich 2005; Gawron 2007).

Designated zones (“Eignungsgebiet”) serve to control measures and development proposals of spatial significance in areas outwith the scope of local development plans and to exclude them elsewhere in the area covered by the master development plan (Scholich 2005; Gawron 2007). They can be defined in regional plans as well as in local authority urban land-use plans (cf. Scholich 2005).

Besides spatial planning, sectoral planners in Germany whose work has spatial impact (on the environment) also have access to regionally important instruments for the securing of land usage. An example of this is the way water protection areas or flood plains are determined or landscape conservation areas designated within the framework of water resource planning. Land use in such areas is regulated by a series of provisions precisely specifying what may or may not be done there. Even though such provisions are not geared to the authorisation or approval of a development proposal, they nevertheless secure regionally significant interests by creating or designing regulations for specific areas. Other claims on land use can be thereby considerably curtailed or restricted (Durner 2005).

7.4 Causal mechanisms and potential for conflict between biogas production and other forms of land use

Land is a scarce resource and has to fulfil a variety of functions in the face of diverse and competing demands on it or rather on the use of it. It must surely be in everyone’s interest to aim for a situation where as many functions as possible are combined and conflicts of interest are minimised or weighed up against each other (Hartmann & Weiske 2002). Conflicts of objectives among different forms of land use are most clearly manifested through spatial and functional interdependencies at the regional level (ARL 2000). The exploitation of regional biomass potential has added a new form of land use, which displays a high degree of such interdependency.

Spatially relevant impacts of producing energy from biomass, which can counteract the claims on land use and the interests for the protection of other forms of land use, have arisen from the overall biogas production process particularly as a result of the cultivation of energy plants but also out of the further phases of the biogas process chain, namely the supply and processing of raw materials, the transformation to energy as well as the utilisation of fermentation residue (Rode & Kanning, 2006). Because of the very limited amount of available space there is considerable competition for space (quantitative competition). At the same time the impact on natural resources can have an influence on the utility value(s) of such spaces (qualitative competition) (Edel et al. 2011). The forms of land use most affected thereby are flood prevention, the sourcing of drinking water, nature conservation, landscape-related recreation, settlement development including infrastructure and even agriculture itself in the production of food and feedstuff (Buhr & Kanning 2008).

There is a multiplicity of interdependencies and potential conflict situations between the recovery of energy from biomass and other forms of land use. By way of example the following exposition will seek to illustrate the potential for conflict there is at regional level between biogas production and flood prevention measures, the supply of drinking water, and landscape-related recreation due to the impact on flood water run-off, the quality and quantity of ground water as well as the recreational quality of the countryside.

Potential for conflict with flood prevention measures

Potential for conflict between flood prevention measures in flood plains and the recovery of energy from biomass arises in particular because of the influence on the run-off of flood water (cf. Tab. 7-1). Most notably by using flood plains as high quality arable land, agricultural objectives often run contrary to the requirements of flood prevention (Haimerl & Kettler-Hardi 2007).

The type of land use and the associated type and phenological condition of the vegetation cover, exerts a considerable influence on flood water run-off in flood plains (Wiehe et al. 2010). The cultivation of biogas crops such as maize or sunflowers can present considerable flow resistance as such crops exhibit remarkable stability in addition to close planting distances and do not bend or snap in flood water (Hartlieb 2006). This may lead to reduce the drainage capacity causing the mean flood water mark to rise, thereby resulting in a weakening of flood protection in bordering areas or places where dikes have been built (Haimerl & Kettler-Hardi 2007).

Apart from the flow-retarding impact caused by the cultivation of certain species of crop, the run-off in flood plains may be further impeded by such crops being ensilaged in open air stacks or movable silos, or by the biogas plants themselves with their manifold structural components. This can lead to further potential conflict situations in the context of damage-free flood water run-off.

Table 7-1: Causal mechanism and/or the potential for conflict between biogas production and flood prevention measures, drinking water provision and landscape-related recreation as considered for each phase in the process chain (derivation by Buhr et al. 2010)

Affected land use form	Impact factors (of biogas production)	Potential consequences and/or potential for conflict
<i>The production of biomass</i>		
Flood prevention	Change of actual land use	Ploughing up of grassland, (permanent) fallow land etc
	Development of energy plant stocks (growth height, stability)	Impact of flood water run-off in flood plains: flow impediments
	Crop species diversity (shares of crops)	Impact of flood water run-off in flood plains: flow impediments
Drinking water supply	Change of (actual) land use	Impact on the quality and volume of ground water
	Soil fertilisation	Material emissions: immission of nutrients into the ground water
	Crop protection	Material emissions: immission of pesticides into the ground water
	Irrigation	Impact on the volume of ground water (ground water table or the available supply of ground water)
Landscape-related recreation	Development of (plant) stocks (growth height, florescence)	Impact on the overall appearance of the landscape
	Crop species diversity (shares of crops and their spatial distribution)	Impact on the overall appearance of the landscape
<i>Supply and provision of raw materials (transport, storage)</i>		
Flood prevention	Buildings and structures	Impact of flood water run-off in flood plains: flow impediments
Drinking water supply	Storage of raw materials	Material emissions: immission of effluents into the ground water
<i>Transformation</i>		
Flood prevention	Buildings and structures	Impact of flood water run-off in flood plains: flow impediments
Drinking water supply	Plant operations	Material emissions: immission of effluents and fermentation residue into the ground water
Landscape-related recreation	Buildings and structures	Impact on the overall appearance of the landscape
<i>Residual material (re-)utilisation/waste recycling (storage, transport, application)</i>		
Flood prevention	Buildings and structures for the storage of residual products/waste	Impact of flood water run-off in flood plains: flow impediments
Drinking water supply	Application of residual products/waste	Material emissions: immission of substances into the ground water, excessive nutrient loads
Landscape-related recreation	Buildings and structures	Impact on the overall appearance of the landscape

Potential for conflict with drinking water supply

Using biomass to recover energy can lead to certain risks, both qualitative and quantitative, for the ground water (Nitsch et al. 2008). Due to changes in land use, types of crop species and the deferral of crop rotation as well the more intensive methods of land cultivation applied in connection with the production of biomass, it is possible that unused nutrients and even pesticides may enter the ground water. This may increase the potential for conflict around the quality of ground water with respect to the supply of drinking water (cf. Tab 7-1; Lindenblatt et al. 2007). In addition, in the subsequent phases of the process chain, further emissions of water-polluting substances can impact ground water quality if these are not adequately collected or correctly stored or otherwise recovered (cf. Wiehe et al. 2010; DVGW 2006). This is particularly true for fermentation residue and silage effluents whereby potential conflict situations can arise in connection with the storage of raw materials and above all where biomass is ensilaged in open-air stacks. This may result in the ground water being polluted by fermentation or silage effluents (DVGW 2006). The same holds true for the application of fermentation residue during the residual material utilisation phase. In order that fermentation residue can be applied as a commercial fertiliser there must be sufficient agricultural land available in any given region so that nutrient levels remain acceptable (Hartmann & Weiske 2002) Furthermore, if fermentation residue cannot be applied as and when required, there could be a similar risk of any nutrient overload leaching into the ground water (Wiehe et al. 2010).

Over and above this, the drinking water supply can be impaired by the volume of ground water. In Germany, in regions where the average annual rainfall is less than 700 mm land under intensive cultivation is irrigated (Kahlenborn & Kraemer 1999). In 1999, after many years of experimenting with overhead irrigation, the Chamber of Agriculture in Lower Saxony was able to establish that the cultivation of plants for energy in sandy soil is not cost-effective without overhead irrigation, as there would be no guarantee of either yield or quality in such cases. Particularly in areas of potential water shortage this can lead to direct competition or even a potential conflict with the drinking water supply (Wiehe et al. 2010; Nitsch et al. 2008).

Potential for conflict with landscape-related recreation

Changes in the overall appearance of the landscape attributable to the biogas process chain arise mainly during the biomass production phase (Wiehe et al. 2010; Ruschkowski & Wiehe 2008). In regions where landscape-related recreation is of great significance, potential conflict situations can arise through the influence on the recreational quality or suitability of the landscape (cf. Tab. 7-1).

Within the context of using biomass in the production of biogas interdependencies with recreation can arise principally through the potential impact on the overall appearance of the landscape caused by whole areas being given over to the cultivation of one single strain of energy crop or to the development of energy crop stock levels. In particular, the large areas given over to such a tall-growing crop as maize, the main substrate used in by far the most biogas plants, cause negative consequences for the affected regions by standardising the appearance of the landscape across the regions (Hartmann & Weiske 2002; Lindenblatt et al. 2007). Conversely, the use of other or new energy crops can nevertheless also achieve positive effects for the way in which any given landscape is experienced (cf. Ruschkowski & Wiehe 2008, Wiehe et al. 2009).

Further potential for conflict in connection with the way the appearance of the landscape is altered may result from the decentralised locations of the biogas plants themselves and the fact that any necessary infrastructure thereby encourages the spread of built-up areas into the countryside (Jessel & Tobias 2002).

7.5 Checklists of protective and preventative standards to safeguard the interests of other forms of land use considered in the face of biogas production

Checklists setting out standards of protection and prevention have been drawn up as reference points for the potential conflict situations already demonstrated. These identify and evaluate the available options for controlling and coordinating spatial planning by using Regional Planning Programmes and sectoral plans with reference to the various statutory categories of protected areas, all within the context of the effects of biogas production.

The main focus here is on both the Regional Planning Programmes covering spatial planning as well as the regionally significant protected areas as governed by Protected Area Regulations. There are regulations for the respective areas of sectoral planning, namely the Flood Plain Regulations, the Water Protection Area Regulations, the Landscape Conservation Area Regulations.

Flood Protection

The checklist for flood prevention (Tab. 7-2) refers to the potential conflict there is with floodwater run-off. It is used to review the Regional Planning Programmes as well as the Flood Plain Regulations relating to the provisions on flow impediments (cf. Tab. 7-1). To ensure a damage-free flood water run-off, counteracting the effects of biogas production, it is above all vital to regulate any buildings and structures (e. g. biogas plants storage sites etc.) as well as the cultivation of crop species with flow-retarding properties. Drinking water abstraction

Standards dealing with the potential for conflict involving the quality and volume of ground water have been derived for the supply of drinking water in order to be able to evaluate the guidelines of the Regional Planning Programmes and the Water Protection Area Regulations (cf. Tab. 7-3). Many existing guidelines for food and animal feed production can be equally applied to the recovery of energy from biomass in order to safeguard the drinking water supply. In any potential conflict situation regarding the impact on ground water quality, existing guidelines are to be applied in the process chain phases of biomass production (change of land use, soil fertilisation, the use of pesticides, irrigation), of the supply and provision of raw materials (the storage of silage in open air stacks) and of transformation (plants dealing with substances hazardous to water).

However, in the residual waste processing phase there are – with fermentation residue from agricultural biogas plants - new substances that need to be regulated.

Table 7-2: Checklist to secure requirements regarding flood prevention in the face of the effects of biogas production (derived from Buhr et al. 2010)

Space utilisation together with demands on land use and interests requiring protection	Potential for conflict with the biogas process chain	Potential efficacy factor	Indicators Quality standards for the securing of the usage objective	References
Flood prevention Restoration and securing of natural flood plains in order to guarantee flood water run-off without causing any damage	Impact of flood water run-off in flood plains	<i>Production of biomass</i>		
		Change of land use	<i>Ploughing up of grassland</i> Ban on the ploughing up of grassland to change land use or priority use of flood plains as grassland depending on the frequency of flooding	Cf. Haimerl & Kettler-Hardi 2007; NMU 2004; Kiefer 2008
		(Development of) plant stock levels	<i>Flow-retarding qualities</i> Ban or restrictions on the cultivation of crop species with flow-retarding qualities (e.g. maize, sunflowers)	Cf. Haimerl & Kettler-Hardi 2007; Hartlieb 2006
		<i>Supply and processing of raw materials</i>		
		Storage of raw materials	<i>Buildings or other structures</i> Ban on new building development and alterations to existing buildings or other structures within flood plains	Cf. Water Resources Act; NMU 2004
			<i>Storage of substances</i> Ban or restrictions on the storage any substance which could impede flood water run-off, or appropriate storage under the proviso that any such substance be removed upon any risk of flooding	Cf. Water Resources Act; DVGW 2004; NMU 2004
		<i>Transformation</i>		
		Biogas plants	<i>Buildings or other structures</i> Ban on new building development and alterations to existing buildings or other structures within flood plains	Cf. Water Resources Act; NMU 2004
		<i>Residual product utilisation/waste recycling</i>		
		Storage of residual waste	<i>Buildings or other structures</i> Ban on new building development and alterations to existing buildings or other structures within flood plains	Cf. Water Resources Act; NMU 2004
<i>Storage of substances</i> Ban or restrictions on the storage of any substance which could impede flood water run-off, or appropriate storage under the proviso that any such substance be removed upon any risk of flooding	Cf. Water Resources Act; DVGW 2004; NMU 2004			

Table 7-3: Checklist to secure usage objectives regarding the supply of drinking water in the face of the effects of biogas production (derived from Buhr et al. 2010)

Space utilisation together with demands on land use and interests requiring protection	Potential for conflict with the biogas process chain	Potential efficacy factor	Indicators Quality standards for the securing of the usage objective (if applicable, depending on the protected area concerned)	References	
Drinking water supply The securing and provision of a drinking water supply in sufficient volume and quality	Impact on ground water quality Impact on ground water volume	<i>Production of biomass</i>			
		Change of land use	<i>Ploughing up of grassland and permanent fallow land</i> Ban on the ploughing up of grassland as a change of land use (or possibly to encourage the conversion from arable to grassland as this form of land use is accompanied by a marked reduction of pollutant discharge into the water resources)	Cf. Künkel 1989; DVGW 2004 & 2006; Kiefer 2008	
			<i>Ground cover and cultivation</i> Creation of a year-round vegetation cover in cultivation (e.g. by the integration of catch crops) Choosing an appropriate cultivation system for location by a targeted selection of suitable crop species and cultivars as well as crop rotation	Cf. Künkel 1989; DVGW 2004; Kiefer 2008	
		Soil fertilisation	<i>Correct application of fertiliser as and when needed</i> No soil fertilisation or rather only on condition that quantities and time periods in line with crop requirements	Cf. DVGW 2004 & 2006; Dopheide 1986	
			<i>Correct storage of fertilisers</i> Storage of substances hazardous to water: no storage of fertilisers, or restrictions due to substantive requirements at storage sites	Cf. DVGW 2006, Dopheide, 1986)	
		Plant protection	<i>Correct application of pesticides as and when needed</i> No or limited use of pesticides	Cf. DVGW 2006; Kiefer 2008	
			<i>Correct storage of pesticides</i> Storage of substances hazardous to water: no storage of pesticides, or restrictions due to substantive requirements at storage sites	Cf. DVGW 2006; Dopheide 1986	
		Irrigation	<i>Water withdrawal or the use of irrigation</i> Water withdrawal not allowed or limited to overhead irrigation of areas under arable cultivation	Cf. DVGW 2006	
		<i>Supply and processing of raw materials</i>			
		Storage of raw materials	<i>Correct storage of raw materials or substrates</i> Storage of substances hazardous to water: substrates are not to be stored, or rather only if certain substantive requirements are met at storage sites (e.g. only piles of fermentation substrates with an impervious and secure base which can be used as a receptacle for silage and fermentation effluents)	Cf. DVGW 2004 & 2006; Kiefer 2008; Dopheide 1986	

Space utilisation together with demands on land use and interests requiring protection	Potential for conflict with the biogas process chain	Potential efficacy factor	Indicators Quality standards for the securing of the usage objective (if applicable, depending on the protected area concerned)	References
		<i>Transformation</i>		
		Biogas plants (plant operations)	<i>Plants handling substances hazardous to water</i> No construction of buildings and structures that handle substances hazardous to water	Cf. Kiefer 2008; Dopheide 1986
		<i>Residual product utilisation/waste recycling</i>		
		Storage of residual waste	<i>Correct storage of fermentation residue</i> The storage of fermentation residue (commercial fertiliser) is not allowed unless storage sites meet substantive requirements and there is sufficient storage capacity for commercial fertiliser	Cf. DVGW 2004 & 2006; Kiefer 2008
		Spreading of residual waste	<i>Spreading of fermentation residue to be in line with crop requirements</i> The spreading of fermentation residue only on condition that quantities and time periods are in line with planting requirements	Cf. DVGW 2004 & 2006; Kiefer 2008; Dopheide 1986

Landscape-related recreation

On the subject of landscape-related recreation, standards have been developed to deal with potential conflict situations regarding the way the overall appearance of landscape is being influenced, thereby implying an impact on the quality of recreation. These standards serve as a basis for a consideration of the guidelines contained in the Regional Planning Programmes and the Landscape Conservation Area Regulations (cf. Tab. 7-4).

The most crucial consequences for the appearance of the landscape due to biomass-production related activities are changes to land use and to the diversity of plant species in the countryside as well as the effects of putting up buildings and other structures necessary for the subsequent phases of the process chain.

Table 7-4: Checklist to secure usage objectives regarding landscape-related recreation in the face of the effects of biogas production (derived from Buhr et al., 2010)

Space utilisation together with demands on land use and interests requiring protection	Potential for conflict with the biogas process chain	Potential efficacy factor	Indicators Quality standards for the securing of the usage objective	References
Landscape-related recreation The securing and preservation of space for recreation	Impact on natural scenery Impact on the quality of recreation	Production of biomass		
		Change of land use	<i>Changes in the overall appearance of the landscape</i> The safeguarding of regionally characteristic forms of natural scenery compared with a change (of land use) to arable use (e. g. no conversion from semi-dry grass, heathland, grassland etc)	Cf. Federal Nature Conservation Act
		Crop species diversity	<i>Proportions of crop species</i> Avoiding impairment of the overall appearance of the landscape through monoculture, setting conditions for crop species	Cf. Lindenau 2002; Wiehe et al. 2009
		Transformation including the storage of substrates and fermentation residues		
		Biogas plants	<i>Buildings and structures</i> (on the basis of close geographic proximity including the storage of raw materials and fermentation residues) Buildings and other structures of any kind which impair the scenery or lead to urban sprawl invading the countryside, changes in surface features due to the depositing or introduction of any kind of substance (storage of raw materials in stacks in fields etc)	Cf. Federal Nature Conservation Act

7.6 Application of the checklists in selected administrative districts in Lower Saxony

In order to assess the suitability of the instruments of spatial and sectoral planning and their actual implementation in situ, the checklists were applied in four administrative districts in Lower Saxony (Hildesheim, Soltau-Fallingb., Celle, Emsland). Together with the local Regional Planning Programmes, the Flood Plains Regulations, the Water Protection Area Regulations and the Landscape Conservation Area Regulations they were analysed with regard to the potential impact of biogas production.

The districts studied represent key natural areas and agricultural production conditions of the Lower Saxony Lowlands. The district of Hildesheim is characterized as a preferred agricultural region by highly productive agricultural soils. In the districts of Celle and Soltau-Fallingb. the arable sites are dominated by light soils. The district of Emsland is noted for its high level of livestock farming.

Regardless of the conditions for agricultural production, the assessment of the above-referred planning instruments presented a very consistent picture across all districts.

Regional Planning Programmes

The Regional Planning Programmes of the administrative districts do not make any explicit statements from a planning perspective nor do they set any targets regarding the utilisation of biomass or biogas. It is also the case that in the administrative districts of Lower Saxony, the formal site-specific instruments of regional planning have up till now hardly been used to regulate the potential for conflict between biogas production and other forms of land use. At best there is adequate regulatory provision concerning buildings and other structures constructed in the following phases of the process chain: the supply and processing of raw materials, transformation and the storage and transport of fermentation residue.

Specific regulations regarding any already identified potential for conflict in the above-mentioned administrative districts are to be found primarily in the regionally significant categories or regulations for protected areas. However, in each of these districts the statutory provisions contain many shortfalls and deficiencies regarding all potential conflict situations. Inadequate regulations or deficits are found more in older regulations.

Flood Protection

With respect to flood prevention, in each of the 4 districts examined the determination of flood plains is an effective instrument for the securing of sufficient surface area to be able to guarantee flood water run-off without incurring any damage, provided restrictions on use are properly formulated in the corresponding regulations (cf. Tab. 7-5). As to the effects of biogas production, the Flood Plains Regulations which were reviewed were found to possess to a large extent sufficient provisions on conflict avoidance. However there are shortfalls in the process chain phase of biomass production, as the cultivation of tall and stable crop species has so far not even been considered let alone regulated.

Table 7-5: Results of the application of the checklists in selected administrative districts in Lower Saxony: flood protection

Potential efficacy factor	Indicators	Regional Planning Programme (n = 4)			Flood Plain Protection Area Regulations (n = 10)		
		Sufficiently considered/ regulated	Inadequately considered/ regulated	Not considered/ regulated	Sufficiently considered/ regulated	Inadequately considered/ regulated	Not considered/ regulated
<i>Production of biomass</i>							
Change of land use	Ploughing up of grassland	2	2	-	10	-	-
Development of plant stock levels	Cultivation of crop species with flow-retarding qualities	-	3	1	-	-	10
<i>Supply and processing of raw materials</i>							
Storage of raw materials	Buildings or other structures	3	1	-	10	-	-
	Storage of substances	2	2	-	10	-	-
<i>Transformation</i>							
Biogas plants	Buildings or other structures	3	1	-	10	-	-
<i>Residual product utilisation/waste recycling</i>							
Storage of residual waste	Buildings and other structures	3	1	-	10	-	-
Spreading of residual waste	Storage of substances	2	2	-	10	-	-

Drinking Water Abstraction

The requirements of the drinking water supply can also be sufficiently protected against the effects of biogas production by the Water Protection Area Regulations with their possible restrictions on use provided that the impact factors are adequately regulated (cf. Tab. 7-6). While, for example, the impact factors relating to the use of fertilisers and pesticides or the biogas plants themselves are already frequently taken into account, there are nevertheless deficits in each of the administrative districts considered regarding the way the handling of fermentation residue from biogas plants is regulated. However, in 2009, with the coming into force in Lower Saxony of the Ordinance on Protection Rules in Water Protection Areas, such deficits were remedied, with the result that this matter is now taken into account in the water protection areas.

Table 7-6: Results of the application of the checklists in selected administrative districts in Lower Saxony: drinking water supply

Potential efficacy factors	Indicators	Regional Planning Programme (n = 4)			Water Protection Area Regulations (n = 31)		
		Sufficiently considered/regulated	Inadequately considered/regulated	Not considered/regulated	Sufficiently considered/regulated	Inadequately considered/regulated	Not considered/regulated
<i>Production of biomass</i>							
Change of land use	Ploughing up of grassland and permanent fallow land	-	4	-	31	-	-
	Ground cover and cultivation	-	-	4	7	-	24
Soil fertilisation	Correct application of fertiliser as and when needed	2	2	-	29	-	2
	Correct storage of fertilisers	2	2	-	31	-	-
Plant protection	Correct application of pesticides as and when needed	1	3	-	26	4	1
	Correct storage of pesticides	2	2	-	31	-	-
Irrigation	Water withdrawal or the use of irrigation	4	-	-	28	2	1
<i>Supply and processing of raw materials</i>							
Storage of raw materials	Correct storage of raw materials or substrates	2	2	-	24	6	1
<i>Transformation</i>							
Biogas plants*	Plants handling substances hazardous to water	2	2	-	1	1	29
<i>Residual product utilisation/waste recycling</i>							
Storage of residual waste*	Correct storage of fermentation residue	1	3	-	1	1	29
Spreading of residual waste*	Spreading of fermentation residue to be in line with crop requirements	-	4	-	2	1	28

Landscape-related Recreation

While the requirements of flood prevention and drinking water supply are well secured by means of corresponding regulations, the Landscape Conservation Area Regulations do not provide the

same protection when it comes to safeguarding landscape-related recreation (cf. Tab 7-7). The current Landscape Conservation Area Regulations in the administrative districts examined do not offer adequate protection against the impact factor of a possible change in the appearance of the landscape caused by agricultural biogas production. Even though buildings and structures are, for the most part, taken into account, alterations to the appearance of landscape due to biomass production is not. This is due to the fact that properly managed farming does not count as being detrimental in a landscape conservation area, provided that it is undertaken according to standard agricultural practices.

Table 7-7: Results of the application of the checklists in selected administrative districts in Lower Saxony: landscape-related recreation

Potential efficacy factors	Indicators	Regional Planning Programme (n = 4)			Landscape Conservation Area Regulations (n = 54)		
		Sufficiently considered/regulated	Inadequately considered/regulated	Not considered/regulated	Sufficiently considered/regulated	Inadequately considered/regulated	Not considered/regulated
Production of biomass							
Change of land use	Changes in overall appearance of the landscape	-	4	-	33	21	-
Crop species diversity	Proportions of crop species	-	-	4	-	1	53
Transformation including the storage of substrates and fermentation residues							
Biogas plants	Buildings and structures	2	1	1	52	-	2

7.7 Conclusions and Discussion

7.7.1 Consequences for a formal control to promote and safeguard a spatially compatible utilisation of biogas

As a source of renewable energy, biogas can provide a considerable contribution not only to an independent and decentralised energy supply but also to the achieving of the climate protection goals of both the German government and the EU (Edel et al. 2011).

However, within the context of producing energy from biogas, diverse competition for land use as well as for space can arise in all phases of the process chain due to the multifarious claims on land use and protection interests. Although the production of biogas as an energy source is well advanced, and the potential for conflict with other forms of land use has become apparent, there

has been scarcely any recognition of this in overall spatial planning in domains such as landscape-related recreation. The harmonisation and coordination of space- and resource-based competition for land use between the requirements of biogas production and other forms of land use is of vital importance for a sustainable energy supply which is compatible with its environment.

Spatial planning control options for biogas production

The absence in the Regional Planning Programmes of the four districts examined of any explicit planning statements or objectives regarding the utilisation of biomass or biogas could, on the one hand, be closely related to the fact that the Federal State Regional Planning Programme as well as the Regional Planning Programmes considered had already come into effect or had been compiled before the coming into effect of the amendments to the Renewable Energy Sources Act (2004) which ushered in the dramatic leap in development of extracting energy from biomass. On the other hand, it might be due to the fact there is still little awareness of the problem in the domain of spatial planning (Pielow & Schimansky 2007).

Furthermore, in Germany at the present time, formal planning supervision of the recovery of energy from biomass can only be exercised with respect to the biogas fermentation plant. Even though high transport costs normally limit the cultivation of biomass and the spreading of fermentation residue to the immediate vicinity of biogas plants (Buhr & Kanning 2008; LWK 2008), substantial phases of the process chain are subject to only limited and inadequate controls. In particular formal planning legislation masks the fact that the large-scale cultivation of energy crops, as for example maize, can have a spatial impact on the environment that affects other forms of land use. This is so because the provisions of spatial planning do not have a direct binding force for the utilisation of agricultural production areas for the cultivation of energy crops as well as for the production of food and animal feed. The options for action within spatial planning are available at the local level by means of urban land use planning or plant operating permits and at the regional level via localised regional planning (Rode & Kanning 2010).

In the planning of sites for biogas plants the entire process chain should therefore be considered. Integrated planning should accordingly take into account the spatial demands of the biogas plants' raw material requirements and the transportation thereof. The storage and spreading as well as the transportation of fermentation residue must be included. Equally important here are potential conflicts as well as the maintenance of sufficient distance from neighbouring communities should the use under consideration become intolerable. Within this context, the description and identification of designated or exclusion zones in the land utilisation plan are, at the local level, a particularly effective instrument for the spatial control of biogas plants (Röhnert 2006).

As the potential for using biomass to produce biogas can vary considerably from region to region according to the local site conditions and the types of agricultural activity, before embarking on the construction of biogas plants local communities should check whether any spatial control of biogas plants by means of designating exclusion areas is required (cf. Röhnert 2006).

In Lower Saxony such zones or areas have already been accordingly designated through adjustments made to land utilisation plans. For example, in 2007 the community of Rethem in the administrative district of Soltau-Fallingb. set out designated zones in their land utilisation plan. The municipality of Damme in the administrative district of Vechta did the same in 2008, thereby excluding similar biogas plants on other sites within the area. However, particularly in regions where the potential for producing biogas is high, local community planning benchmarks are not

sufficient to act as counterweights to the various competing demands on space and land use, including competition among the biogas plants themselves (cf. Pielow & Schimansky 2008).

In this regard regional planning could operate positively to control development, by means of either formal controls, as for example using priority areas or designated zones to secure sites for the recovery or creation of energy from biomass, or informal controls such as the coordination of processes and working parties. Spatial planning instruments for controlling sites could be supplemented with quantitative targets in areas with a high potential for conflict analogous to the way wind energy is regulated (Einig 2008).

7.7.2 Spatial and specialised control options for the safeguarding of the interests of other land use forms versus the effects of biogas production

Apart from the spatial planning control options available for the energy sector the potential for conflict between biogas production and other forms of land use can be regulated or even resolved by means of more specialised planning options for the securing of land for other forms of land use.

By the establishment of precautionary areas, and clearly even more effectively by the setting up of priority areas, sensitive areas can be protected in terms of negative planning. In addition, for many forms of land use, the development of plans designed for specific purposes (separate plans and related Protected Area Regulations) can protect the more sensitive areas against the negative effects of biogas production.

Flood Prevention

Flood prevention is dependent on the existence of natural flood plains including unimpeded water runoff areas for floodwater which are able to either absorb or drain off huge volumes of water in the event of flooding. For this reason, great efforts are being made to secure or restore the natural function of the flood plain as providing “additional open space” during flooding. Against this background, flood plains and their runoff areas constitute exclusion zones for biogas plants. Any building developments including biogas plants are basically to be kept at a distance from the water’s edge. In line with such clear legal requirements the provisions of all of the reviewed flood plain protection regulations examined are well-defined and sufficient.

Corresponding sectoral requirements can be implemented in the Regional Planning Program in the form of spatial planning objectives and, as such requirements are binding on local authorities, they can thereby be secured against diametrically opposed demands on land use in the case of any subsequent planning measures. In this respect some of the reviewed Regional Planning Programmes still need to be put into more concrete terms.

Although agricultural land use in flood plains is possible in principle, it is particularly important that it be adapted to the annual occurrence of flooding. In order to secure a damage-free flood water runoff and to prevent soil erosion, water run-off areas should be used primarily as grassland. The ploughing up or conversion of grassland in flood plains is not to be allowed (§5 (4) Federal Act for the Protection of Nature) and has been sufficiently dealt with in all the Flood Protection Area Regulations reviewed.

In contrast to this it is crucial to regulate the impact factor “cultivation of flow-impeding crops” both within the Regional Planning Programmes as well as on a regulatory basis. This has not yet been implemented in Lower Saxony, in spite of the adequate options available in parent legislation. However, such provisions are in existence in Bavaria, where the cultivation of flow-impeding crops is in part prohibited by means of general administrative measures. (cf. Haimerl & Kettler-Hardi 2007). Should an appropriate provision which is applicable to all flood plains be introduced into the Flood Protection Regulations, this would mean that when designating flood plains there is a planning instrument available, which could, throughout the entire biogas process chain, prevent any plans or measures which could impair flood water runoff.

Drinking Water Supply

Apart from its significance from an ecological perspective, water as a resource is particularly relevant because it provides the population with drinking water. In the Federal Republic most drinking water is sourced directly from the ground water. (DVGW 2006; Bongartz 2005; Kahlenborn & Kraemer 1999). Protecting the ground water is therefore an essential component of the drinking water supply as well as being dependent on a good quality and sufficient quantity of ground water.

By establishing priority and precautionary areas for the abstraction of drinking water, spatial planning procedures can safeguard ground water resources against harmful forms of land use. Nevertheless, just as it is with flood prevention, generally binding rules are only possible in the determination of water protection areas and the corresponding contents of the Protection Area Regulations. Many water protection areas are faced with competing demands on land use due to environmental and use-related changes carrying such potential risks or hazards as the utilisation of refuse or residual products. Consequently protection area regulations should be amended accordingly. For this purpose the Ministry of the Environment in Lower Saxony is authorised to set protection measures to regulate most if not all protection areas (§49, 3 Lower Saxony Water Act). This should facilitate a speedy adaptation of all regulations should new potential conflict situations arise. Due to this and to the provisions already available in the food and animal feed production industry which can be directly transferred to the recovery of energy from biomass, the prevention of conflict is sufficiently covered in the regulations examined.

What is more, apart from these formal instruments, there are in particular also informal regulations based on a cooperation model for protecting drinking water which in Lower Saxony have contributed to a successful collaboration between water supply companies and farmers regarding the protection of drinking water. The model is a cooperative and interdisciplinary attempt to reduce the conflict of interest between the protection of drinking water and agricultural land use in drinking water source areas (NLWKN 2010).

Landscape related recreation

Up to now none of the existing planning instruments have contained any guidelines as to the safeguarding of the appearance of the landscape and associated demands on land use in connection with landscape-related recreation. Properly carried out agricultural activities including the production of biomass are permitted in landscape conservation areas, usually without any restrictions. It may be true that this does indeed comply with the variety of regulations set out in statutes. It is nevertheless all the more problematic considering that the biggest changes to the

appearance of the landscape and therefore also to the quality of recreation are caused by the dominance of certain species in the cultivation of energy crops (Ruschkowski & Wiehe 2008; Wiehe et al. 2009). Current planning law allows for no provision to counteract a supraregional standardisation of the appearance of the landscape due to certain crop species. The only possible effective regulations in this regard are those which cover the construction of buildings and other structures and to such changes of use as the ploughing up of grassland.

All in all using the checklists compiled for the assessment of the standards of protection and quality that have been developed in the administrative districts examined has shown that there are, in principle, indeed suitable planning instruments available which can be used firstly, to control the production of biogas in a way compatible to the environment and secondly, to manage the bulk of the competing forms of land use as well as potential conflicting objectives with other forms of land use across the entire biogas process chain.

Both spatial planning as well as the protected areas covered by sectoral planning provide options for securing the various competing demands on land use. However, the definition of the various instruments needs to be adapted in certain parts, to the new developments. In this way the management options provided by means of priority areas or designated zones could also be used in the Regional Planning Programmes for renewable energy sources when it is necessary to resolve conflict situations. The instruments for flood protection and drinking water supply are already far-reaching. The most substantial shortfalls are to be found within the context of the appearance of the landscape and/or the quality of recreation. The current regulations offer no protection against the effects of biomass production.

The agricultural use of land is to be considered and regulated commensurate with the adverse effects on the ecosystem as well as the various potential conflict situations with other forms of land use. Specific regulation according to the type of production (food and animal fodder, renewable raw materials) is only required from the perspective that significantly different impacts arise (cf. SRU 2007). Up to now, however, this has not been the case as far as using biomass to produce biogas is concerned (Wiehe et al. 2010).

In general, specific regional biomass potential should in the future be demonstrated in terms of sustainable regional development and the production of biomass expanded in a way consistent with other forms of land use. At the same time spatial and sectoral planning guidelines to secure the development potential of certain demands on land use should not just be deployed reactively but rather in a proactive way that optimises integration against the background of development opportunities for the recovery of energy from biomass as well as of other forms of land use.

References

- ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 2000: Nachhaltigkeitsprinzip in der Regionalplanung - Handreichung zur Operationalisierung. ARL Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 212, 227 pp. Hannover.
- BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) & BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 2006: Perspektiven der Raumentwicklung in Deutschland, 60 pp. Bonn/Berlin.
- Beringer, T., Lucht, W. & Schaphoff, S., 2011: Bioenergy production potential of global biomass plantations under environmental and agricultural constraints, *GCB Bioenergy*, 3 (4), pp. 299–312.
- Bongratz, M., 2005: Grundwasser/Grundwassersicherung, in Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung, pp. 428-434. Hannover.
- Bringezu, S. & Howarth, R.W. (Eds), 2009: Biofuels : Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use, Proceedings from the SCOPE International Biofuels Project Rapid Assessment on Biofuels, 308 pp. Ithaca: Cornell University (Publ.).
- Bringezu, S., Schütz, H., O'Brien, M., Kauppi, L., Howarth, R. W. & McNeely, J., 2009: Towards sustainable production and use of resources: assessing biofuels. – Nairobi, United Nations Environment Programme, 2009. URL: http://www.unep.fr/scp/rpanel/pdf/Assessing_Biofuels_Full_Report.pdf.
- Buhr, N. & Kanning, H., 2008a: Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien -Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven, *PLANERIN* 3/08, pp. 23-24. Berlin.
- Buhr, N., Kanning, H. & RODE, M., 2010: Raumanalyse II - Auswirkungen auf andere Raumnutzungen, in M. Rode and H. Kanning (Eds) *Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade*, pp. 91-156. Stuttgart.
- De Vries, B.J.M., van Vuuren, D.P. & Hoogwijk, M.M., 2007: Renewable energy sources: Their global potential for the first-half of the 21st century at a global level: An integrated approach, *Energy Policy* 35 (4), pp. 2590-2610.
- DMK (Deutsches Maiskomitee), 2011: Maiszuwachs geringer als im Vorjahr. Die Zuwachsraten flachen trotz umbruchbedingter Maisflächen ab. *DMK News* 07/2011. <http://www.maiskomitee.de/web/intranet/news.aspx?news=fd16c951-daaa-4634-a2f8-6ad69148bcd4>, 12.07.2011.
- Doppeide, J.W., 1986: Recht und Planungsinstrumente der Wasserwirtschaft unter Berücksichtigung von Eigentums-, Entschädigungs- und Haftungsfragen in der Bundesrepublik Deutschland und im Land Nordrhein-Westfalen, *LWK Westfalen-Lippe* (Hrsg.), 145 pp. Münster.
- Durner, W., 2005: Konflikte räumlicher Planungen: verfassungs-, verwaltungs- und gemeinschaftsrechtliche Regeln für das Zusammentreffen konkurrierender planerischer Raumansprüche, 615 pp. München.
- DVGW (German Technical and Scientific Association for Gas and Water), 2004: Grundsätze und Maßnahmen einer gewässerschützenden Landbewirtschaftung. Technische Regel, Arbeitsblatt W 104, 30 pp. Bonn.
- DVGW (German Technical and Scientific Association for Gas and Water), 2006: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete - Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. Technische Regel, Arbeitsblatt W 101, 19 pp. Bonn.
- Edel, M., Thrän, D., Rode, M.W., Knispel, S., Pfeifer, J., & Ponitka, J., 2011: Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung, *DBFZ-report* 4, 103 pp. Leipzig.
- Einig, K., 2008: Zur Steuerbarkeit des Biomasseanbaus durch die Regionalplanung. Präsentation zum Vortrag im Rahmen der DBFZ-Veranstaltung „Energie aus Biomasse – Aufgaben für die Raumplanung?“, 17. November 2008. Leipzig.
- Fachverband Biogas e. V., 2011: Branchenzahlen, Stand 06/2011. Freising.

- Fürst, D. & Scholles, F., 2008: Das System der räumlichen Planung in Deutschland, in Fürst, D. and Scholles, F. (Hrsg.) Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, pp. 70-99. Dortmund.
- Gawron T., 2007: Raumplanerische Konzeptionen - Inhalte der Raumordnungspläne, in U. Weiland and S. Wohlleber-Feller: Einführung in die Raum- und Umweltplanung, pp 52-60, Paderborn.
- Haaren, C. von (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung, 527 pp., Stuttgart.
- Haimerl, G. and Kettler-Hardi, S., 2007: Leitfaden für nachhaltige Vorlandbewirtschaftung, 37 pp. München
- Hartlieb, A., 2006: Modellversuche zur Rauheit durch- bzw. überströmter Maisfelder, Wasserwirtschaft 96 (3), pp 38-40.
- Hartmann, H. & Weiske, A., 2002: Rohstoffproduktion (Anbau), in H. Hartmann and M. Kaltschmitt (Hrsg.) Biomasse als erneuerbarer Energieträger - eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien, pp. 359-378. Münster.
- Höher, G. C., 2010: Bioenergie und Energiepflanzenanbau in Niedersachsen, in M. Reich and S. Rüter (Hrsg.) Energiepflanzenanbau und Naturschutz. Umwelt und Raum 1, pp. 43-66. Göttingen.
- Jessel, B. and Tobias, K., 2002: Ökologisch orientierte Planung, 470 pp. Stuttgart.
- Kahlenborn, W. and Kraemer, R. A., 1999: Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland, 239 pp. Berlin: BMU.
- Kiefer, J., 2008: Biomasseproduktion zur Energieerzeugung aus Sicht der Trinkwasserversorgung. http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/ressourcen/biomasseproduktion_wasserversorgung.pdf.
- Kruska, V. & Emmerling, C., 2008: Flächennutzungswandel durch Biogaserzeugung Regionale und lokale Erhebung in Rheinland-Pfalz, Naturschutz und Landschaftsplanung 40 (3), pp. 69-72.
- Künel, K., 1989: Landwirtschaftliche Bodennutzung in Trinkwasserschutzgebieten - Regeln und Richtwerte, Landwirtschaftsausstellung der DDR, 94 pp. Markkleeberg.
- Lindenau, G., 2002: Die Entwicklung der Agrarlandschaften in Südbayern und ihre Beurteilung durch die Bevölkerung, 304 pp. Berlin: Land.
- Lindenblatt, C., Wendland, M., Reitberger, F., Müller, C., Lebhun, M., Bachmaier, H. & Gehling, R., 2007: Umweltauswirkungen, 41 pp. BayLfU.
- LWK (Landwirtschaftskammer) Niedersachsen, 2008: SUNREG I. Abschlussbericht zum Modellvorhaben Querschnittsprojekt SUNREG I, 84 pp. Unpubl.
- Nitsch, H., Osterburg, B., v. Buttler, C. & Buttler, H.B. v., 2008: Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen. Arbeitsberichte aus der VTI-Agrarökonomie 3/2008, 128 pp. Braunschweig.
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz), 2010: Kooperationsmodell - Grundwasserschutz und Landwirtschaft, http://www.nlwkn.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=8261&article_id=45056&psmand=26
- NMU - Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, 2004: Hochwasserschutz in Überschwemmungsgebieten in Niedersachsen, 6 pp. Hannover.
- Offermann, R., Seidenberger, T., Thrän, D., Kaltschmitt, M., Zinoviev, S. & Miertus, S., 2010: Assessment of global bioenergy potentials. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 16 (1), pp. 103-115. Netherlands.
- Pielow, J.-C. & Schimanski, C., 2008: Rechtsprobleme der Erzeugung von Biogas und der Einspeisung in das Erdgasnetz: Ein Überblick. Umwelt- und Planungsrecht (28), pp. 129-133.

- Rode, M. & Kanning, H., 2006: Beiträge der räumlichen Planung zur Förderung eines natur- und raumverträglichen Ausbaus des energetischen Biomassepfades. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Informationen zur Raumentwicklung - Bioenergie, pp 103-110. Bonn (Zukunft für ländliche Räume 1/2).
- Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.), 2010: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade, 296 pp. Stuttgart.
- Röhnert, P., 2006: Biomasseanlagen im Spannungsfeld zwischen baurechtlicher Privilegierung und Bauleitplanung, in BBR Bioenergie - Zukunft für ländliche Räume. Informationen zur Raumentwicklung 1/2, pp. 67-80. Bonn.
- Runkel, P., 2005: Raumwirksame Fachplanungen, in Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) Handwörterbuch der Raumordnung, pp. 281-289. Hannover.
- Ruschkowski, E. v. & WIEHE, J., 2008: Balancing Bioenergy Production and Nature Conservation in Germany: Potential Synergies and Challenges, Yearbook of Socioeconomics in Agriculture, Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie. Zürich.
- Scholich, D., 2005: Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiet, Eignungsgebiet, in Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) Handwörterbuch der Raumordnung, pp 1261-1265. Hannover.
- Scholles, F., 2008: Qualitätsziele, Handlungsziele und Standards, in D. Fürst and F. Scholles (Hrsg.) Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, pp. 297-302. Dortmund: Verlag Dorothea Rohn.
- Smeets, E., Faaji, A. & Lewandowski, I., 2004: A quick scan of global bioenergy potentials to 2050. An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors, Report NWS-E_2004-109, ISBN 90-393-3909-0, Utrecht
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen), 2007: Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, 124 pp. Berlin.
- Thrän, D., Edel, M., Seidenberger, T., Gesemann, S. and RODE, M. (2009): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung – 1. Zwischenbericht, German Biomass Research Centre, Leipzig, 03.02.2009, 252 pp. http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenber_nutzungskonkurr.pdf.
- Turowski, G., 2005: Raumplanung (Gesamtplanung), in Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) Handwörterbuch der Raumordnung, pp 893-898. Hannover.
- Wiehe, J., Rode, M. and KANNING, H., 2010: Raumanalyse I – Auswirkungen auf Natur und Landschaft, in M. Rode and H. Kanning (Eds) Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade, pp. 21-90. Stuttgart.
- Wiehe, J., Ruschkowski, E., Rode, M., Kanning, H. & Haaren, C. von, 2009: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Landschaft am Beispiel des Maisanbaus für die Biogasproduktion in Niedersachsen, Naturschutz und Landschaftsplanung, 41 (4), pp. 107-113.

8 Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades

Nina Buhr, Julia Wiehe, Katharina Steinkraus, Ulrike Wolf,
Michael Rode & Helga Kanning

Veröffentlicht in:

Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.), 2010: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Ibidem-Verlag Stuttgart, S. 252-273

und

Buhr, N.; Kanning, H.; Rode, M.; Wiehe, J.; Steinkraus, K. & Wolf, U., 2012: Handlungsempfehlungen für eine natur- und raumverträgliche Optimierung der Biogas-erzeugung. Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover und 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), Hannover, 29 S.

9 Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade

Julia Wiehe, Nina Buhr, Ulrike Wolf, Helga Kanning & Michael Rode

Veröffentlicht in:

Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.) 2010: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Ibidem-Verlag Stuttgart, S. 241-251

10 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden kumulativen Dissertation werden die Wirkungszusammenhänge und raum- bzw. fachplanerisch relevante Konfliktpotenziale zwischen der Biogas-Prozesskette und bestehenden Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen sowie der bisherige planerische Umgang mit ihnen ermittelt, um daraus Koordinierungsmöglichkeiten sowie Defizite in ihrer Ausgestaltung aufzuzeigen und auf dieser Basis systematisch erste planerische Gestaltungsansätze und Optimierungspotenziale zur Koordinierung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasnutzung abzuleiten.

Die Kapitel 2 bis 9 leisten unterschiedliche Beiträge im Rahmen der in Kapitel 1.3 formulierten Fragenkomplexe. Im Weiteren werden die Ergebnisse aus den einzelnen Artikeln zusammengeführt und vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen diskutiert.

10.1 Zusammenfassende Ergebnisdarstellung

10.1.1 Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen

Untersuchungsfrage 1:

Welche Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale bestehen zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen?

Durch die dezentrale, landwirtschaftliche Energieproduktion ist der Nutzungsdruck besonders im ländlichen Raum gewachsen (vgl. BBSR 2010a: 9). Mit dem verstärkten Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse sind zu den bereits vorhandenen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen neue Nutzungsansprüche hinzugekommen (vgl. Kapitel 2 und 3). Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die dadurch entstehenden Zielkonflikte zwischen den verschiedenen Raumnutzungen durch ein hohes Maß an räumlich-funktionalen Verflechtungen auf der regionalen Ebene am deutlichsten zu Tage treten (vgl. ARL 2000: 6f). So entstehen vor allem Flächenkonkurrenzen, gleichzeitig können aber auch durch Auswirkungen auf die natürlichen Ressourcen die Nutzungsqualitäten dieser Flächen beeinflusst werden (vgl. Kapitel 4 und 5).

Raumrelevante Auswirkungen der energetischen Nutzung von Biomasse für Biogas, die die Nutzungsansprüche und Schutzinteressen anderer Raumnutzungen konterkarieren können, wurden entlang der gesamten Biogas-Prozesskette, insbesondere durch den Energiepflanzenanbau bzw. die Biomasseproduktion, aber auch in den weiteren Phasen der Prozesskette, durch die Rohstoffbereitstellung (Lagerung und Transport), die energetische Umwandlung bzw. die Biogasanlage selbst sowie die Reststoffverwertung identifiziert (vgl. Kapitel 2 und 5). Die Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale wurden über die Verknüpfung von regionalbedeutsamen Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette auf der Wirkungsseite und relevanten Raumfunktionen bzw.

Raumnutzungen mit Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen auf der Betroffenenenseite herausgearbeitet (vgl. Kapitel 1.4 und 6). Als Konfliktpotenziale wurden neben Flächenkonkurrenzen, insbesondere die Beeinflussung des Hochwasserabflusses, die Beeinflussung der Grundwasserqualität und -quantität sowie die Beeinflussung der Erholungs- und der Wohnqualität ermittelt. Betroffene Raumnutzungen können, je nach Ausprägung des Wirkfaktors, die Landwirtschaft selbst mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, der vorbeugende Hochwasserschutz, die Trinkwasserversorgung, der Naturschutz, die Erholung und auch die Siedlungsentwicklung inklusive der Infrastrukturen sein (vgl. Kapitel 5 bis 7).

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale innerhalb der Landwirtschaft

Konfliktpotenziale innerhalb der Landwirtschaft wurden in den Prozesskettenphasen der Biomasseproduktion und der Reststoffverwertung aufgrund von Flächenkonkurrenzen zwischen der Produktion von Biomasse für die energetische Nutzung, der Produktion von Biomasse für die stoffliche Nutzung und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion ermittelt (vgl. Kapitel 3 und 6).

Bei diesen Konfliktpotenzialen handelt es sich um Konkurrenzen, welche in direktem Zusammenhang mit ökonomischen Einflussfaktoren (Förderbedingungen, Agrarrohstoffpreise, Flächennachfrage bzw. -bedarf, Pachtpreise etc.) stehen. Die ausschließlich ökonomischen Wirkfaktoren und entsprechende Steuerungsmöglichkeiten waren nicht Untersuchungsgegenstand dieser Dissertation. Differenzierte Untersuchungen hierzu wurden am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB) im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte (z. B. SUNREG I) vorgenommen. Aus diesem Grund sei hierzu u. a. auf GRUNDMANN et al. (2009), KLAUSS et al. (2009) und SCHINDLER & LÜHRS (2009) verwiesen.

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz

Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz wurden im Zusammenhang mit der *Beeinflussung des Hochwasserabflusses* in mehreren Phasen der Biogas-Prozesskette identifiziert (vgl. Kapitel 3, 6 und 7). Wirkfaktoren sind die *Änderung der Nutzungsart*, der *Anbau abflusshemmender Kulturen* und *bauliche Anlagen* (siehe Tabelle 10-1).

Tabelle 10-1: Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserabfluss

Verursachender Nutzungsanspruch - Phasen der Biogas-Prozesskette	Wirkfaktor	Potenzielle Wirkungen	Konfliktpotenzial
Biomasseproduktion	Änderung der Nutzungsart	Umbruch von Grünland	Beeinflussung des Hochwasserabflusses
	Anbau abflusshemmender Kulturen (Bestandesentwicklung/ Wuchshöhe, Kulturarten/ Kulturartendiversität)	Abflusshindernisse in Überschwemmungsgebieten (ÜSG)	
Rohstoffbereitstellung	Bauliche Anlagen	Abflusshindernisse in ÜSG	
Umwandlung	Bauliche Anlagen	Abflusshindernisse in ÜSG	
Reststoffverwertung	Bauliche Anlagen	Abflusshindernisse in ÜSG	

Der schadfreie Hochwasserabfluss in Überschwemmungsgebieten kann im Rahmen der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion beeinflusst werden, wenn diese Gebiete als Ackerland genutzt und dort hochwachsende Biogaskulturarten, wie z. B. Mais oder Sonnenblume angebaut werden. Diese Kulturen können einen erheblichen Fließwiderstand darstellen, da sie dichte Bestände bilden und bei Hochwasser nicht umknicken (Hartlieb 2006: 38). Durch die so verminderte Abflussleistung steigt der Hochwasserpegel und der Hochwasserschutz der eingedeichten bzw. angrenzenden Gebiete wird entsprechend verringert (UBA 2006: 21; Haimerl & Kettler-Hardi 2007: 6).

In der Prozesskettenphase der Rohstoffbereitstellung stellen die Silierung der Biomasse in Form von Feldmieten und Fahrsilos sowie in der Prozesskettenphase der Umwandlung die Biogasanlage mit etlichen baulichen Komponenten weitere Abflusshindernisse in Überschwemmungsgebieten dar und entfalten entsprechend Konfliktpotenziale im Rahmen eines schadfreien Hochwasserabflusses.

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der Trinkwasserversorgung

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der Trinkwasserversorgung wurden im Zusammenhang mit der *Beeinflussung der Grundwasserqualität* oder der *Grundwasserquantität* in allen Phasen der Biogas-Prozesskette ermittelt (vgl. Kapitel 3, 6 und 7). Als Wirkfaktoren kommen in dem Zusammenhang die *Änderung der Nutzungsart*, die *Düngung*, der *Pflanzenschutz* und die *Bewässerung* sowie die *Rohstofflagerung*, der *Anlagenbetrieb* und die *Reststoffausbringung* zum Tragen (siehe Tabelle 10-2).

Tabelle 10-2: Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der Trinkwasserversorgung

Verursachender Nutzungsanspruch - Phasen der Biogas-Prozesskette	Wirkfaktor	Potenzielle Wirkungen	Konfliktpotenziale
Biomasseproduktion	Änderung der Nutzungsart	Umbruch von Grünland, Brachen etc.	Beeinflussung der Grundwasserqualität oder der Grundwasserquantität
	Düngung	Stoffliche Emissionen (Eintrag von Nährstoffen in das Grundwasser)	
	Pflanzenschutz	Stoffliche Emissionen (Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in das Grundwasser)	
	Bewässerung	Veränderung des Grundwasserspiegels bzw. Grundwasserdargebots	
Rohstoffbereitstellung	Rohstofflagerung	Stoffliche Emissionen (Eintrag von Säuren in das Grundwasser)	
Umwandlung	Anlagenbetrieb	Stoffliche Emissionen (Eintrag von Gärsäften etc. in das Grundwasser)	
Reststoffverwertung	Reststoffausbringung	Stoffliche Emissionen (Eintrag von Stoffen in das Grundwasser, Nährstoffüberschüsse etc.)	

In der Phase der Biomasseproduktion können bedingt durch Nutzungsänderungen, die Wahl der Kulturarten und Fruchtfolgeverschiebungen sowie durch eine im Zusammenhang mit dem Energiepflanzenanbau intensivierte Landbewirtschaftung Nährstoffe oder auch Pflanzenschutzmittel

in das Grundwasser eingetragen werden (Wiehe et al. 2010a: 31ff; Lindenblatt et al. 2007: 37f; DVGW 2006: 18; Bemann et al. 2004: 20). Über eine solche Beeinträchtigung der Grundwasserqualität wird das Konfliktpotenzial mit der Trinkwasserversorgung erhöht (vgl. Kapitel 6 und 7). Darüber hinaus können in den darauf folgenden Prozesskettenphasen weitere Einträge verschiedener wassergefährdender Stoffe die Grundwasserqualität beeinflussen, wenn diese nicht entsprechend aufgefangen, sachgemäß gelagert oder verwertet werden. Konfliktpotenziale entstehen so in der Prozesskettenphase der Rohstoffbereitstellung vor allem durch die Silierung der Biomasse. Besonders die Lagerung in Feldmieten birgt die Gefahr, dass Silagesickersäfte in das Grundwasser eingetragen werden (DVGW 2006: 18). Auch in der Phase der Umwandlung können verschiedene wassergefährdende Stoffe in das Grundwasser eingetragen werden. In der Prozesskettenphase der Reststoffverwertung können durch die Ausbringung der Gärreste gefährdende Stoffe in das Grundwasser gelangen. Für die Ausbringung der als Wirtschaftsdünger geltenden Gärreste müssen in einer Region ausreichend Flächen zur Verfügung stehen, damit es nicht zu Nährstoffüberschüssen kommt (Hartmann & Weiske 2002: 365). Werden zudem Gärreste nicht in Mengen und Zeiten bedarfsgerecht ausgebracht, können ebenso Nährstoffüberschüsse möglich sein und es besteht die Gefahr der Auswaschung in das Grundwasser (Wiehe et al. 2010a: 31ff; KTBL 2007: 172; DVGW 2008).

Darüber hinaus können Konfliktpotenziale mit der Trinkwasserversorgung durch die Beeinflussung der Grundwasserquantität in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion auftreten. Zur Sicherung der Erträge und der Qualität von Agrarrohstoffen werden Kulturen bei Trockenheit bzw. Wassermangel beregnet (vgl. Kapitel 3, 6 und 7). Vor allem in Gebieten mit potenzieller Wasserknappheit kann es dadurch zu Nutzungskonkurrenzen bzw. Konfliktpotenzialen mit der Trinkwasserversorgung kommen (Wiehe & Rode 2007: 111f; Nitsch et al. 2008: 40).

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit dem Naturschutz

Konfliktpotenziale mit dem Naturschutz wurden auf regionaler Ebene insbesondere in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion identifiziert (vgl. Kapitel 3 und 6). Die zunehmende Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produktionsflächen erhöht den Druck auf die aus Naturschutzsicht wertvollen Flächen (vgl. Wiehe et al. 2010a: 35ff, 77f; KTBL 2007: 172; Doyle et al. 2007: 531). Mit dem Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse geht eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung auf den bisherigen Ackerflächen sowie eine Ausweitung der Anbauflächen einher, sodass auch bislang nicht ackerbaulich genutzte Flächen, vor allem Grünland- und Brachflächen, in Kultur genommen werden (WBA 2007; Osterburg & Nitsch 2009: 2).

Die daraus resultierenden Auswirkungen auf Arten und Biotope sowie die spezifischen Ansprüche unterschiedlicher Arten können im regionalen Maßstab nicht verallgemeinert abgebildet werden. Die Konfliktpotenziale mit dem Naturschutz wurden daher im Rahmen dieser Dissertation aufgrund der sehr heterogenen Nutzungsansprüche bzw. Funktionen nicht intensiver betrachtet. Hier besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Insbesondere müssten vor dem Hintergrund der jeweils zu schützenden Art Wirkfaktoren für potenzielle Beeinträchtigungen durch den Biogaspfad auf einer kleinräumigeren Untersuchungsebene raumbezogen beleuchtet werden. Für eine erste ganzheitliche Bewertung der Auswirkungen auf Natur und Landschaft auf lokaler Ebene sowie entsprechende fachplanerische Möglichkeiten der Landschaftsplanung sei u. a. auf WIEHE et al. (2010a, b) bzw. WIEHE (2011) und im Zusammenhang der Auswirkungen auf die Tierwelt auf REICH & RÜTER (2011) und RÜHMKORF (2011) verwiesen.

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der landschaftsbezogenen Erholung

Konfliktpotenziale mit der Erholung wurden durch die *Beeinflussung der Erholungsqualität* bzw. der Erholungseignung der Landschaft ermittelt (vgl. 3, 6 und 7). Wirkfaktoren sind die *Bestandesentwicklung* und die *Kulturartendiversität*, der *Rohstofftransport* und die *Rohstofflagerung*, der *Anlagenbetrieb* mit den *Vergärungsprozessen* und den *baulichen Anlagen* sowie die *Reststofflagerung*, der *Reststofftransport* und die *Reststoffausbringung* (siehe Tabelle 10-3).

Tabelle 10-3: Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der landschaftsbezogenen Erholung

Verursachender Nutzungsanspruch - Phasen der Biogas-Prozesskette	Wirkfaktor	Potenzielle Wirkungen	Konfliktpotenzial
Biomasseproduktion	Bestandesentwicklung (Wuchshöhe, Blühaspekte)	Beeinflussung des Landschaftsbildes	Beeinflussung der Erholungsqualität
	Kulturartendiversität (Kulturartenanteile/-verhältnisse)	Beeinflussung des Landschaftsbildes	
Rohstoffbereitstellung	Rohstofftransport	Lärmemissionen (akustische Belastungen)	
	Rohstofflagerung	Geruchsemissionen (olfaktorische Belastungen)	
Umwandlung	Anlagenbetrieb	Lärmemissionen (akustische Belastungen)	
	Vergärungsprozess	Geruchsemissionen (olfaktorische Belastungen)	
	Bauliche Anlagen	Beeinflussung des Landschaftsbildes	
Reststoffverwertung	Reststofflagerung	Geruchsemissionen (olfaktorische Belastungen)	
	Reststofftransport	Lärmemissionen (akustische Belastungen)	
	Reststoffausbringung	Geruchsemissionen (olfaktorische Belastungen)	
		Lärmemissionen (akustische Belastungen)	

Für die landschaftsbezogene Erholung werden insbesondere Räume genutzt, die sich aufgrund ihres Landschaftsbildes (Eigenart, Vielfalt, Schönheit) auszeichnen (vgl. Kapitel 7 und 8). Im Verlauf der Biogas-Prozesskette ausgelöste Veränderungen des Landschaftsbildes entstehen vor allem in der Phase der Biomasseproduktion (Wiehe et al. 2010a: 37ff; Wiehe et al. 2009: 112). Konfliktpotenziale mit der Erholung werden in dem Zusammenhang durch die Dominanz einzelner hochwachsender Kulturarten ausgelöst. Zu einer überregionalen Vereinheitlichung des Landschaftsbildes kann es insbesondere durch hohe Flächenanteile an Mais kommen, da dieser als Hauptsubstrat in landwirtschaftlichen Biogasanlagen eingesetzt wird (Hartmann & Weiske 2002: 374; Lindenblatt et al. 2007: 38). Andererseits können bei Verwendung anderer bzw. neuer Energiepflanzenkulturen in einem Landschaftsraum auch positive Effekte für das bisherige Landschaftsbild erreicht werden (vgl. Ruschkowski & Wiehe 2008; Wiehe et al. 2009).

Weiteres Konfliktpotenzial im Zusammenhang mit der Beeinflussung des Landschaftsbildes kann von dezentralen Standorten der Biogasanlagen selbst und ihrer notwendigen Infrastruktur und damit durch die Zersiedelung der Landschaft ausgehen (vgl. LfL 2006; Jessel & Tobias 2002: 328).

Konfliktpotenziale im Zusammenhang mit der Beeinflussung des Landschaftsbildes und der Erholungsqualität sind jedoch abhängig von der jeweiligen regional typischen Landschaft und stets unter Berücksichtigung dieser zu betrachten.

Neben der Beeinflussung des Landschaftsbildes kann die Erholungsqualität in fast allen Phasen der Prozesskette durch Geruchs- und Schall- bzw. Lärmemissionen beeinträchtigt werden (vgl. Kapitel 6 und 7). Diese Konfliktpotenziale wurden im Rahmen dieser Dissertation nicht weiter betrachtet, da die Wirkfaktoren weniger im Rahmen der Raumplanung oder der Fachplanungen als vielmehr im Rahmen der jeweiligen Baugenehmigung bzw. nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), Technischen Anleitungen (TA), Richtlinien etc. reglementiert werden.

Wirkungszusammenhänge und Konfliktpotenziale mit der Siedlung

Konfliktpotenziale mit der Raumnutzung Siedlung wurden in fast allen Phasen der Biogas-Prozesskette durch die *Beeinflussung der Wohnqualität* identifiziert (vgl. Kapitel 6). Sie ergeben sich insbesondere durch die räumliche Nähe von Biogasanlagen zu Siedlungsgebieten, vor allem zu Wohngebieten (vgl. Eipper 2006: 177). Dabei handelt es sich um Konfliktpotenziale im Zusammenhang mit Lärm- oder Geruchsemissionen.

Auch das Konfliktpotenzial Beeinflussung der Wohnqualität durch Geruchs- und Lärmemissionen wurde im Rahmen dieser Dissertation nicht näher betrachtet. Wie bei dem Konfliktpotenzial mit der landschaftsbezogenen Erholung dargestellt liegt der Grund hierfür darin, dass diese Wirkfaktoren selbst weniger durch die Raumplanung oder die Fachplanungen als vielmehr im Rahmen der jeweiligen Baugenehmigung bzw. nach BImSchG, Technischen Anleitungen, Richtlinien etc. geregelt werden.

Konfliktbereiche in den niedersächsischen Modellregionen

Die vorangehend dargestellten Konfliktpotenziale sind potenzielle raumrelevante Auswirkungen der Biogas-Prozesskette auf andere Raumnutzungen. Die Beurteilung der einzelnen Wirkfaktoren kann letztlich nur im räumlichen Zusammenhang erfolgen und ist abhängig von den jeweiligen Empfindlichkeiten, den regionsspezifischen naturräumlichen Gegebenheiten sowie insbesondere den vorhandenen Raumnutzungen (vgl. Kapitel 6).

Vor diesem Hintergrund wurden die Konfliktpotenziale zwischen der Biogas-Prozesskette und den Raumnutzungen vorbeugender Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und landschaftsbezogene Erholung anhand von Wirkungsbereichen vorhandener Biogasanlagen und Konfliktbereichen mit diesen Raumnutzungen in den Modellregionen räumlich konkretisiert (vgl. Kapitel 1). Der Wirkungsbereich ist der Bereich, in dem allgemein mit Auswirkungen zu rechnen ist. Er lässt sich über den Einzugsbereich einer Biogasanlage abbilden. Der Wirkungsbereich ist somit abhängig vom Standort und der Leistung einer Anlage und konzentriert sich aus transport-ökonomischen Gründen im näheren Umkreis. Konfliktbereiche befinden sich dort, wo sich die Wirkungsbereiche einer Biogasanlage mit den für andere Raumnutzungen bedeutsamen Gebietskategorien überlagern (vgl. Kapitel 4, 5 und 6).

Die Wirk- und Konfliktbereiche variieren entsprechend deutlich in Abhängigkeit von der Anzahl und der Leistung der Biogasanlagen und deren jeweiligem Standort sowie den vorhandenen Raumnutzungen in der jeweiligen Modellregion (vgl. Kapitel 6 und 7). Die Landkreise Celle und Soltau-Fallingb., in denen die Ackerflächen mit jeweils knapp 30 % der Landkreisfläche deut-

lich unter dem niedersächsischen Durchschnitt von etwa 50 % liegen, verzeichnen mit 40-50 % deutlich größere Wirkbereiche⁴ als die Landkreise Hildesheim (Wirkbereiche 14 %) und Emsland (Wirkbereiche ca. 25 %), in denen die Ackerflächen jeweils fast 60 % der Landkreisfläche einnehmen. Obwohl die Biomasseproduktion für Biogas dementsprechend große Anteile der Ackerflächen in den Modellregionen beansprucht, fallen die räumlichen Konfliktbereiche mit anderen Raumnutzungen eher gering aus (vgl. Kapitel 6 und Tabellen 6-7, 6-11, 6-12 sowie 6-19)

Insgesamt wurden, prozentual betrachtet, flächenmäßig die größten Konfliktbereiche mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz in den Überschwemmungsgebieten ermittelt. Wenngleich die hochwasserschutzrelevanten Flächen in den Landkreisen Hildesheim und Celle jeweils nur geringe Flächen beanspruchen, weisen sie gleichzeitig größere Konfliktbereiche auf. Dies liegt daran, dass im Vergleich zu anderen Raumnutzungen die Überschwemmungsgebiete zum Großteil landwirtschaftlich genutzt werden und die Nutzungsansprüche in diesen Bereichen bisher kaum entflochten wurden. Im Landkreis Soltau-Fallingb., in dem für die Erholung über 60 % der Landkreisfläche beansprucht werden, sind entsprechend auch die räumlichen Konfliktbereiche für diese Raumnutzung am größten. Im Landkreis Emsland werden im Vergleich der Modellregionen die meisten Biogasanlagen betrieben, insgesamt wurden hier ähnlich große Konfliktbereiche für alle untersuchten Raumnutzungen identifiziert (vgl. Kapitel 6 und Tabellen 6-7, 6-11, 6-12 sowie 6-19).

Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auf regionaler Ebene entlang der Biogas-Prozesskette regionalbedeutsame Wirkfaktoren unterschiedliche Wirkungszusammenhänge bedingen und daraus abgeleitet Konfliktpotenziale mit anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen existieren. Raum- und fachplanerisch relevante Konfliktpotenziale sind aufgrund

- der Beeinflussung des Hochwasserabflusses,
- der Beeinflussung der Grundwasserqualität und -quantität und
- der Beeinflussung der Erholungsqualität gegeben.

Davon betroffene Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen sind insbesondere:

- der vorbeugende Hochwasserschutz,
- die Trinkwasserversorgung und
- die landschaftsbezogene Erholung.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen in den Modellregionen, dass die Konfliktpotenziale und -bereiche in einer Region von der Dichte der Biogasanlagen, deren Leistung und dem jeweiligen Standort sowie insbesondere den vorhandenen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen abhängig sind und entsprechend dieser Faktoren in der jeweiligen Region variieren. Im Sinne einer raumverträglichen Biogasnutzung leitet sich daraus ein planerischer Koordinierungsbedarf ab. Prinzipiell können konkurrierende Nutzungsansprüche und Schutzinteressen zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen durch die Regionalplanung, aber auch die entsprechenden Fachplanungen koordiniert werden. Diese Möglichkeiten werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

⁴ Der Wirkbereich wird bezogen auf die Ackerflächen des jeweiligen Landkreises errechnet.

10.1.2 Koordinierungsmöglichkeiten zur Lösung bzw. Minimierung der Konfliktpotenziale

Untersuchungsfrage 2:

Welche Möglichkeiten bieten die formellen gebietsbezogenen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette bzw. den Konfliktpotenzialen zur Koordinierung, Sicherung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasproduktion und wie werden diese in der Praxis genutzt?

Räumliche Planung ist notwendig, um Konflikten zu entgegnen und Synergieeffekte zu erschließen (Fürst & Scholles 2008: 70). Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen, die Fläche und/oder natürliche Ressourcen in Anspruch nehmen, werden zur Entflechtung konkurrierender Nutzungsansprüche durch die Raumplanung und die raumwirksamen Fachplanungen mit unterschiedlichen Instrumenten der Flächenvorsorge gesteuert bzw. koordiniert (vgl. Turowski 2005: 895f f; Runkel 2005: 281 ff).

Um die vorhandenen Biogaspotenziale im Sinne einer nachhaltigen Energieversorgung und Regionalentwicklung raumverträglich zu erschließen, müssen konkurrierende Flächen- und Nutzungsansprüche frühzeitig erkannt und gelöst werden. Für entsprechende Untersuchungen der formellen Koordinierungsmöglichkeiten zum Umgang mit den Konfliktpotenzialen wurden Checklisten mit Standards zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen entwickelt. Anhand derer wurden die gebietsbezogenen Instrumente der Regionalplanung (Regionale Raumordnungsprogramme - RROP) und der raumwirksamen Fachplanungen (Schutzgebietsverordnungen) in den Modellregionen überprüft (vgl. Kapitel 6 und 7).

Sowohl die Raumplanung als auch die raumwirksamen Fachplanungen bieten auf regionaler Ebene formelle gebietsbezogene Instrumente, um einigen der vorangehend dargelegten Konfliktpotenziale zwischen der Biogas-Prozesskette als Teil der Energieversorgung und den Raumnutzungen vorbeugender Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und landschaftsbezogene Erholung zu entgegnen (vgl. Tabelle 10-4; vgl. Kapitel 6, 7 und 8).

Tabelle 10-4: Gesellschaftliche Raumnutzungen und formelle, regional bedeutsame Schutzgebiete bzw. Gebietskategorien zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen in Niedersachsen

Raumnutzung	Nutzungsansprüche und Schutzinteressen	Gesetzliche und planerische Grundlagen (Regionale Ebene)	Flächenvorsorge/Flächensicherung (Regional bedeutsame Schutzgebiete bzw. Gebietskategorien der Raumnutzungen)
Energieversorgung	Bereitstellung von Energie und Sicherung der Energieversorgung	§ 2 Abs. 2 Nr. 4, 6 ROG, § 2 Nr. 8 NROG, BauGB, LROP, RROP	Vorranggebiete, Eignungsgebiete (Zeichnerische Festlegungen zu Windenergie, Bioenergieanlagen etc.)
Vorbeugender Hochwasserschutz	Sicherung und Wiederherstellung der natürlichen Überschwemmungsgebiete zur Sicherung eines schadfreien Hochwasserabflusses	§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG, § 8 Abs. 5 Nr. 2d ROG, § 3 Abs.2 Nr.2b NROG, § 246a BauGB, LROP, RROP	Vorranggebiete für Hochwasserschutz
		§ 6 Abs. 1 Nr. 6 WHG, §§ 72-81 WHG, NWG, Gefahren- und Risikokarten, Risikomanagementpläne, Überschwemmungsgebietsverordnungen	Überschwemmungsgebiete (§§ 76-78 WHG bzw. §§ 115-116 NWG)
Trinkwasserversorgung	Sicherung und Bereitstellung der Trinkwasserversorgung in ausreichender Menge und Qualität	§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG, § 8 Abs. 5 Nr. 2c ROG, § 2 Nr. 10 NROG, § 3 Abs.2 Nr. 2b NROG, LROP, RROP	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Trinkwassergewinnung bzw. Wasserversorgung
		§ 6 Abs. 1 Nr. 4 WHG, §§ 50-53 WHG, §§ 88-94 NWG, Wasserschutzgebietsverordnungen, Schutzbestimmungen - SchuVO, Maßnahmenprogramme, Bewirtschaftungspläne	Wasserschutzgebiete (§§ 51-52 WHG bzw. § 91 NWG)
Landschaftsbezogene Erholung	Sicherung und Erhaltung der Landschaft bzw. von Flächen für die Erholung	§ 2 Abs. 2 Nr. 14 ROG, § 3 Abs. 2 Nr. 2a NROG, LROP, RROP	Vorranggebiete und Vorbehaltsgebiete für Erholung
		§ 1 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG, § 1 Abs. 1 Nr. 4 NNatG, Landschaftsprogramme, Landschaftsrahmenpläne, LSG-Verordnungen	Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG bzw. § 26 NNatG), Naturparks (§ 27 BNatSchG bzw. § 34 NNatG)

10.1.2.1 Koordinierungsmöglichkeiten für die Biogas-Prozesskette

In Deutschland gibt es derzeit keine räumliche Fachplanung für den Energiesektor. Gesetzliche Grundlagen zur Planung der Energieversorgung bilden das Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG) und das Raumordnungsgesetz (ROG) bzw. in Niedersachsen das niedersächsische Gesetz über Raumordnung und Landesplanung (NROG). Die Versorgung der Bevölkerung mit Energie wird vornehmlich durch die Energieversorgungsunternehmen geplant (Gust 2005: 207ff). Konkrete räumliche Festlegungen für raumbedeutsame Vorhaben und Maßnahmen im Bereich Energie erfolgen derzeit über die Raumplanung, insbesondere die Landes- und Regionalplanung. Sie beschränkt sich auf die Sicherung von Standorten und Trassen für die Energiegewinnung und -verteilung (vgl. LROP 2008, Abschn. 4.2, Ziff. 01, Satz 3; Ziff. 03, 04).

So sind die raumplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten der neuen Raumnutzung im Wesentlichen auf die Prozesskettenphase der Umwandlung, also die Biogasanlage, beschränkt. Handlungsmöglichkeiten bestehen auf regionaler Ebene durch die überörtliche Regionalplanung und insbesondere auf kommunaler Ebene über die Bauleitplanung bzw. die Anlagengenehmigung (vgl. Kapitel 6, 7 und 9).

Auf **kommunaler Ebene** ist eine Steuerung von nach BauGB privilegierten Biogasanlagen durch die Darstellung und Ausweisung von dafür bestimmten Eignungsgebieten im Flächennutzungsplan möglich (§ 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB; Röhnert 2006: 76; Fennert 2007). In Niedersachsen wurden im Rahmen von Flächennutzungsplänen bereits entsprechende Eignungsgebiete⁵ ausgewiesen und damit Anlagen an anderer Stelle im Plangebiet ausgeschlossen (vgl. Buhr et al. 2010: 150 bzw. Kapitel 6). Diese harte Steuerung privilegierter Biogasanlagen über die Ausweisung von Eignungsgebieten ist jedoch nicht generell erforderlich, da in Niedersachsen die Biogasproduktion je nach standörtlichen Gegebenheiten und landwirtschaftlichen Produktionsbereichen sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Vielmehr sollte die Notwendigkeit eines solchen planerischen Vorgehens entsprechend der regionalen Biogaspotenziale überprüft und im gegebenen Fall daran ausgerichtet werden.

In Regionen mit hohen regionalen Biogaspotenzialen ist der kommunale Planungsmaßstab ggf. nicht ausreichend um Flächen- und Nutzungskonkurrenzen sowohl der Anlagen untereinander als auch mit anderen Raumnutzungen entgegenzuwirken. Auf **regionaler Ebene** könnte in dem Zusammenhang die Regionalplanung formell steuernd eingreifen, z. B. über Flächensicherung durch Instrumente wie Vorrang- oder Eignungsgebiete für die Anlagen. Neben diesen zeichnerischen Festlegungen sind auch textliche Festlegungen möglich, z. B. zu Ausschlussräumen/-kriterien etc. (vgl. Kapitel 6). Solche formellen Planungsansätze wie sie sich beispielsweise im Entwurf des Teilregionalplans Regenerative Energien (2007) vom Regionalverband Nordschwarzwald (Baden-Württemberg) finden, sind jedoch die Ausnahme. Ursprünglich sollten in dem Plan 14 Vorbehaltsgebiete für regionalbedeutsame Bioenergieanlagen ausgewiesen werden. Aufgrund von rechtlichen Beanstandungen durch die oberste Raumordnungsbehörde wurden diese nicht wei-

⁵ Entsprechende Darstellungen wurden beispielsweise im Flächennutzungsplan 2007 der Gemeinde Rethem (Aller) im Landkreis Soltau-Fallingb. als „Konzentrationszonen für Bioenergie Anlagen“ oder im Flächennutzungsplan 2007 der Stadt Rhinow im Landkreis Havelland als „Sondergebiet für Landwirtschaft und Biomasse“ benannt.

ter verfolgt. Häufiger wird versucht, die energetische Nutzung von Biomasse über informelle Ansätze in die Planung zu integrieren. In Niedersachsen wird im Landkreis Rotenburg (Wümme) informell, z. B. über die Koordinierung von Prozessen und Arbeitskreisen etc. positiv auf die Entwicklungen im Biogassektor, eingewirkt. Auch in der Region Hannover wird über eine Standort- bzw. Flächenplanung für nicht privilegierte Biogasanlagen ein informelles Vorgehen angestrebt (Buhr 2009). In dem informellen planerischen Konzept der Region Hannover wurden anhand von Positiv- und Negativkriterien Such-, Eignungs- und Ausschlussräume für zusätzliche Biogasanlagen als Grundlage für weitere Planungen und Abstimmungen ermittelt (vgl. BMVBS 2011: 71; BBSR 2010b).

Neben den raumbezogenen, standortsteuernden Instrumenten hat die Raumplanung die Möglichkeit über mengensteuernde Instrumente durch quantitative Zielvorgaben lenkend einzuwirken. Im Bereich Windenergie werden die planerischen Möglichkeiten über die Festlegung von Mengenzielen bereits eingesetzt (vgl. LROP Niedersachsen 2008). Über Mengenziele könnte der Anteil regenerativer Energien am Energieverbrauch festlegt oder die Fläche bestimmt werden, z. B. die für den Anbau energetisch nutzbarer Biomasse benötigt wird. Auch Mengenziele sind in diesem Zusammenhang in der Praxis jedoch noch nicht etabliert (Ludwig 2010; Einig 2008).

Abgesehen von den standort- bzw. mengensteuernden Instrumenten hat die Raumplanung kaum formelle planerische Koordinierungsmöglichkeiten (vgl. Kapitel 6 bis 9). Für die Prozesskettenphase der Biomasseproduktion bieten sich im Rahmen der flächengebundenen Landwirtschaft nur geringe planerische formelle Einflussmöglichkeiten, denn insbesondere für die Nutzung landwirtschaftlicher Produktionsflächen haben die Festlegungen der Raumplanung keine unmittelbare Bindungswirkung. Das gilt für alle landwirtschaftlichen Produktionszweige gleichermaßen, den Anbau von Biomasse für die energetische Nutzung, den Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln sowie für den Anbau von Biomasse für die stoffliche Nutzung. In den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RROP) können positiv planend geeignete Gebiete für die landwirtschaftliche Bodennutzung durch die Festlegung von Vorbehaltsgebieten für die Landwirtschaft gesichert werden. Vorbehaltsgebiete können nach LROP (1994, 2008) aufgrund einer hohen natürlichen Ertragskraft, einer hohen wirtschaftlichen Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit und zur Pflege der Kulturlandschaft bzw. besonderer Funktionen festgelegt werden. In diesen Gebieten wird der Landwirtschaft, im Rahmen der Biogas-Prozesskette z. B. der Biomasseproduktion, gegenüber konkurrierenden Nutzungsansprüchen besondere Bedeutung beigemessen.

10.1.2.2 Koordinierungsmöglichkeiten zur Sicherung der Belange anderer Raumnutzungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette

Neben den raumplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten für den Bereich Energie können die Konflikte zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumnutzungen indirekt auch über die raum- und fachplanerischen Möglichkeiten der Flächensicherung anderer Raumnutzungen koordiniert werden (vgl. Kapitel 6, 7, 8 und 9).

Die Nutzungsansprüche und Schutzinteressen verschiedener gesellschaftlicher Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen werden über eigene fachbezogene Planungen dargelegt und gesichert (vgl. Tabelle 10-4). Empfindliche Bereiche werden z. B. über gesonderte Pläne der Fachplanungen

(z. B. Landschaftsrahmenpläne etc.) dargestellt und können über entsprechende Schutzgebietsausweisungen (z. B. Landschaftsschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete) allgemeinverbindlich gegenüber negativen Wirkungen, auch den Auswirkungen entlang der Biogas-Prozesskette, gesichert werden.

Die Raumplanung bzw. Regionalplanung kann darüber hinaus überfachlich empfindliche Gebiete verschiedener Nutzungen im Sinne einer Negativplanung über die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten schützen (vgl. Tabelle 10-4). Vorranggebiete haben den Charakter von verbindlichen Zielen der Raumordnung und sind bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sowie Genehmigungen und Zulassungsverfahren zu beachten (§ 4 ROG). Vorbehaltsgebiete haben den Charakter von Grundsätzen der Raumordnung. Sie sind im Gegensatz zu Vorranggebieten noch nicht abgewogen, ihnen soll jedoch bei der Abwägung mit konkurrierenden Raumnutzungen besondere Bedeutung beigemessen werden.

Neben diesen zeichnerischen Festlegungen sind auch textliche Festlegungen zur Sicherung der Belange verschiedener Raumfunktionen und Raumnutzungen möglich. Auch textliche Festlegungen werden planerisch unterschiedlich gewichtet und ebenso wie zeichnerische Festlegungen gestuft in Ziele und Grundsätze der Raumordnung unterschieden.

Vorbeugender Hochwasserschutz

Für das Konfliktpotenzial *Beeinflussung des Hochwasserabflusses* im Zusammenhang mit der Biogas-Prozesskette stehen sowohl raum- als auch fachplanerische Koordinierungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Allgemeinverbindliche Regelungen zur Vermeidung von Abflusshindernissen durch die Biogas-Prozesskette oder andere beeinträchtigende Raumnutzungen sind durch die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten nach Wasserhaushaltsgesetz (§§ 76-78 WHG) bzw. nach dem niedersächsischen Wassergesetz (§§ 115-116 NWG) möglich. Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten mit Nutzungsaufgaben und -beschränkungen erfolgt rechtsverbindlich per Verordnung. Damit ist ein fachplanerisches Instrument zur Flächensicherung vorhanden, mit dem die Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette *Änderung der Nutzungsart* und *bauliche Anlagen* reglementiert werden, der Wirkfaktor *Anbau abflusshemmender Kulturen* bisher jedoch nicht.

Entsprechende fachliche Anforderungen können auch in Form von Zielen in die Planwerke der Raumordnung aufgenommen und so vor gegenläufigen Nutzungsansprüchen behördenverbindlich gegenüber nachfolgenden Planungen gesichert werden. Aufgabe des raumplanerischen Hochwasserschutzes ist die Sicherung und Wiederherstellung von Überschwemmungsbereichen (Janssen 2005: 451). Dementsprechend sollen Raumordnungspläne Festlegungen zur angestrebten Freiraumstruktur, wie u. a. zu Belangen des vorbeugenden Hochwasserschutzes, enthalten (§ 8 Abs. 5 Nr. 2d ROG; § 3 Abs. 2 Nr. 2b NROG). Zur Gewährleistung des vorbeugenden Hochwasserschutzes sieht das im Jahr 2008 novellierte niedersächsische Landesraumordnungsprogramm (LROP) vor, in den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RROP) Überschwemmungsgebiete als Vorranggebiete für Hochwasserschutz festzulegen. Auf kommunaler Ebene sind Überschwemmungsgebiete in die Flächennutzungspläne nachrichtlich zu übernehmen und zu vermerken (§ 246a BauGB).

Trinkwasserversorgung

Raum- und fachplanerische Koordinierungsmöglichkeiten stehen ebenso für die Konfliktpotenziale *Beeinflussung der Grundwasserqualität* und *Grundwasserquantität* zur Verfügung.

Grundsätzlich sind für alle relevanten Wirkfaktoren entlang der Biogas-Prozesskette über die Festsetzung von Wasserschutzgebieten mit der Formulierung besonderer Anforderungen in diesen Gebieten allgemeinverbindliche Regelungen zur Entflechtung der Konfliktpotenziale möglich (§§ 51-52 WHG; §§ 91-92 NWG). Darüber hinaus kann das Fachministerium nach § 92 NWG durch Verordnung auch Schutzbestimmungen für alle oder mehrere Wasserschutzgebiete in Niedersachsen treffen und so die Belange der Trinkwasserversorgung vor den negativen Auswirkungen entlang der Biogas-Prozesskette schützen.

Im Rahmen der Regionalplanung können über die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Trinkwassergewinnung Grundwasservorkommen vor beeinträchtigenden Nutzungen behördenverbindlich gesichert werden (§ 3 Abs. 3 Nr. 2b NROG). Die Sicherung empfindlicher Bereiche über Wasserschutzgebiete bietet im Vergleich einen allgemeinverbindlichen, wirksameren Schutz gegenüber allen negativen Auswirkungen entlang der Biogas-Prozesskette.

Landschaftsbezogene Erholung

Für das Konfliktpotenzial *Beeinflussung der Erholungsqualität* einer Landschaft im Rahmen der Biogas-Prozesskette stehen kaum Koordinierungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Zwar bestehen Koordinierungsmöglichkeiten im Rahmen der Flächensicherung für Erholungsansprüche fachrechtlich nach § 26 BNatSchG bzw. § 26 NNatG insbesondere durch die Schutzgebietskategorie der Landschaftsschutzgebiete (LSG), jedoch sind LSG Teil des gebietsbezogenen Naturschutzes und haben eine weniger hohe Schutzwirkung als andere Schutzgebietskategorien, wie z. B. Naturschutzgebiete (NSG) oder Nationalparks. In einem LSG können per Verordnung alle Handlungen verboten bzw. nur beschränkt zulässig sein, die den Charakter des Gebiets verändern oder dem besonderen Schutzzweck zuwiderlaufen und dabei insbesondere das Landschaftsbild beeinträchtigen. Da die ordnungsgemäße Landwirtschaft in LSG in der Regel zugelassen ist, werden in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion die Wirkfaktoren *Bestandesentwicklung* einer Kulturart und die *Kulturartendiversität* der landwirtschaftlichen (Biogas-) Produktion in LSG-Verordnungen nicht reglementiert. Koordinierungsmöglichkeiten ergeben sich dafür nur indirekt über ein Verbot von Grünlandumbruch.

Zur Sicherung der landschaftsbezogenen Erholung können im Rahmen der Raumordnung sowohl Vorranggebiete für ruhige Erholung in Natur und Landschaft als auch Vorbehaltsgebiete für Erholung in den RROP festgelegt werden (NROG). Diese Festlegungen entfalten jedoch insbesondere gegenüber der landwirtschaftlichen Flächennutzung keine Bindungswirkung und eignen sich somit nicht zur Sicherung der Erholungsqualität einer Landschaft gegenüber dem wesentlichen Wirkfaktor *Kulturartendiversität* der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion.

10.1.2.3 Analyse der Planungspraxis zur Koordinierung der Konfliktpotenziale in den niedersächsischen Modellregionen

Die Untersuchungen zu den Wirkungszusammenhängen und Konfliktpotenzialen mit anderen Raumnutzungen haben gezeigt, dass es vor allem auf regionaler Ebene einer interdisziplinären und vorausschauenden Planung bedarf, die alle Phasen der Biogas-Prozesskette berücksichtigt. Die vorhandenen gebietsbezogenen Instrumente der Raumplanung und der raumwirksamen Fachplanungen bieten grundlegend planerische Koordinierungsmöglichkeiten für die Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz und der Trinkwasserversorgung, weniger aber für das Konfliktpotenzial mit der landschaftsbezogenen Erholung.

Zur Überprüfung der Koordinierungsmöglichkeiten und -defizite wurde die Praxis der formellen planerischen Koordinierung durch die Regionalplanung und die raumwirksamen Fachplanungen in den niedersächsischen Modellregionen untersucht (vgl. Kapitel 6 und 7). Um die vorhandenen Regelungen in den Planungsinstrumenten messbar bzw. operationalisierbar zu machen, wurden entsprechend der jeweiligen Konfliktpotenziale auf der Basis von Literaturrecherchen und Expertenwissen Checklisten mit schutz- bzw. vorsorgeorientierten Standards für die Raumnutzungen vorbeugender Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und landschaftsgebundene Erholung erarbeitet. Anhand dieser Checklisten wurden die formellen raumbezogenen Pläne und Verordnungen in Bezug auf den bisherigen Umgang mit den Konfliktpotenzialen bzw. Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette ausgewertet und daraus planerische (Umsetzungs-)Defizite abgeleitet.

Im Rahmen der Untersuchung der Planungspraxis musste auf eine Analyse der jeweiligen Fachpläne verzichtet werden, da sie nicht aktuell oder in Bearbeitung bzw. nicht verfügbar waren. Die jeweiligen Hochwasserschutzpläne, wasserwirtschaftlichen Rahmenpläne bzw. Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne sowie Landschaftsrahmenpläne in den Modellregionen befanden bzw. befinden sich zum Großteil in Bearbeitung. Der Fokus der Untersuchungen lag daher auf den regionalen Planwerken der Raumplanung sowie den regionalbedeutsamen gesetzlichen Schutzgebieten bzw. Schutzgebietsverordnungen der jeweiligen Fachplanung. Betrachtet wurden somit die Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) sowie die Überschwemmungsgebietsverordnungen, die Wasserschutzgebietsverordnungen und die Landschaftsschutzgebietsverordnungen der Modellregionen aus den Landkreisen Hildesheim, Celle und Soltau-Fallingb. (jetzt Heidekreis) sowie Emsland.

Die Auswertung der jeweiligen Regelungen ergab für alle untersuchten Modellregionen ein sehr ausgeglichenes Bild (vgl. Kapitel 6 und 7). Die RROP der Modellregionen enthalten zur räumlichen Planung der Energieversorgung kaum konkrete Aussagen oder Zielvorgaben für den Umgang mit erneuerbaren Energien, ausgenommen der Windenergie. Auch die formellen flächenbezogenen Instrumente der Regionalplanung werden zur Regelung von Konfliktpotenzialen zwischen der Biogas-Prozesskette und den anderen Raumnutzungen in den Modellregionen bisher wenig konkret. Regelungen zu den identifizierten Konfliktpotenzialen finden sich in den untersuchten Regionen bisher vor allem in den Schutzgebietsverordnungen. Insgesamt befinden sich unzureichende Regelungen für alle Konfliktpotenziale bzw. planerische Umsetzungsdefizite in allen Modellregionen eher in älteren Verordnungen.

Vorbeugender Hochwasserschutz

Für den vorbeugenden Hochwasserschutz werden über die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten mit der Formulierung von Nutzungseinschränkungen in den Verordnungen in allen untersuchten Regionen die wesentlichen Wirkfaktoren, die einen schadfreien Hochwasserabfluss beeinflussen können, reglementiert (vgl. Tabelle 10-5). Defizite weisen die Überschwemmungsgebietsverordnungen lediglich für die Prozesskettenphase der Biomasseproduktion auf. Der Anbau von hochwachsenden, standfesten Kulturen, welcher ebenso ein Abflusshindernis darstellen kann, wird bisher nicht berücksichtigt bzw. reglementiert.

Tabelle 10-5: Ergebnisse zur Reglementierung der Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette in Bezug auf Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz

Wirkfaktoren	Indikatoren	RROP (n = 4)			ÜSG- Verordnungen (n = 11)		
		ausreichend berücksichtigt/ geregelt	unzureichend berücksichtigt/ geregelt	nicht berücksichtigt/ geregelt	ausreichend berücksichtigt/ geregelt	unzureichend berücksichtigt/ geregelt	nicht berücksichtigt/ geregelt
Biomasseproduktion							
Änderung der Nutzungsart	Umbruch von Grünland	2	2	-	10	-	1
Bestandesentwicklung	Anbau abflusshemmender Kulturarten	-	3	1	-	-	11
Rohstoffbereitstellung							
Rohstofflagerung	Gebäude bzw. bauliche Anlagen	3	1	-	10	-	1
	Lagerung von Stoffen	2	2	-	10	-	1
Umwandlung							
Biogasanlage	Gebäude bzw. bauliche Anlagen	3	1	-	10	-	1
Reststoffverwertung							
Reststofflagerung	Gebäude bzw. bauliche Anlagen	3	1	-	10	-	1
Gärrestausbringung	Lagerung von Stoffen	2	2	-	10	-	1
		Anzahl der Plan-/Regelwerke mit entsprechenden Inhalten					

Trinkwasserversorgung

Die Festsetzung von Wasserschutzgebieten und deren Schutzgebietsverordnungen mit möglichen Nutzungseinschränkungen bieten Koordinierungsmöglichkeiten zur Sicherung der Belange der Trinkwasserversorgung gegenüber den Wirkungen des Biogaspfades, vorausgesetzt die Wirkfaktoren sind ausreichend reglementiert (vgl. Tabelle 10-6). Während z. B. die Wirkfaktoren *Düngung*, *Pflanzenschutz* oder *Gebäude* bzw. *bauliche Anlagen* häufig berücksichtigt werden, finden sich Defizite in allen betrachteten Modellregionen in der Reglementierung der Wirkfaktoren in der Prozesskettenphase der Reststoffverwertung.

Tabelle 10-6: Ergebnisse zur Reglementierung der Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette in Bezug auf Konfliktpotenziale mit der Trinkwasserversorgung

Wirkfaktoren	Indikatoren	RROP (n = 4)			WSG- Verordnungen (n = 31)		
		ausreichend berücksichtigt/gerregelt	unzureichend berücksichtigt/gerregelt	nicht berücksichtigt/gerregelt	ausreichend berücksichtigt/gerregelt	unzureichend berücksichtigt/gerregelt	nicht berücksichtigt/gerregelt
Biomasseproduktion							
Änderung der Nutzungsart	Umbruch von Grünland oder Dauerbrachen	-	4	-	31	-	-
	Bodenbedeckung bzw. Bewirtschaftung	-	-	4	7	-	24
Düngung	Bedarfsgerechte, sachgem. Düngemittelanwendung	2	2	-	29	-	2
	Sachgemäße Lagerung von Düngemitteln	2	2	-	31	-	-
Pflanzenschutz	Bedarfsgerechte, sachgemäße Anwendung von PSM	1	3	-	26	4	1
	Sachgemäße Lagerung von PSM	2	2	-	31	-	-
Bewässerung	Wasserentnahmen und Bewässerungsmaßnahmen	4	-	-	28	2	1
Rohstoffbereitstellung							
Rohstofflagerung	Sachgemäße Lagerung von Rohstoffen/Substraten	2	2	-	24	6	1
Umwandlung							
Biogasanlage	Gebäude bzw. bauliche Anlagen	2	2	-	1	1	29
Reststoffverwertung							
Reststofflagerung	Sachgemäße Lagerung von Gärresten	1	3	-	1	1	29
Reststoffausbringung	Bedarfsgerechte Ausbringung von Gärresten	-	4	-	2	1	28
		Anzahl der Plan-/Regelwerke mit entsprechenden Inhalten					

Landschaftsbezogene Erholung

Während die Konfliktpotenziale mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz und der Trinkwasserversorgung in den meisten Punkten gut über entsprechende Verordnungen geregelt werden, befinden sich kaum Regelungen zu den Konfliktpotenzialen mit der landschaftsbezogenen Erholung in entsprechenden Landschaftsschutzgebietsverordnungen (vgl. Tabelle 10-7). Die Landschaftsschutzgebietsverordnungen in den untersuchten Modellregionen bieten insgesamt bisher keinen ausreichenden Schutz gegenüber einer möglichen Veränderung des Landschaftsbildes durch die landwirtschaftliche Biogasproduktion. Zwar werden die baulichen Anlagen größtenteils berücksichtigt, Veränderungen des Landschaftsbildes durch die Biomasseproduktion auf landwirtschaftlichen Ackerflächen jedoch nicht.

Tabelle 10-7: Ergebnisse zur Reglementierung der Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette in Bezug auf Konfliktpotenziale mit der landschaftsbezogenen Erholung

Wirkfaktoren	Indikatoren	RROP (n = 4)			LSG- Verordnungen (n = 54)		
		ausreichend berücksichtigt/geregt	unzureichend berücksichtigt/geregt	nicht berücksichtigt/geregt	ausreichend berücksichtigt/geregt	unzureichend berücksichtigt/geregt	nicht berücksichtigt/geregt
Biomasseproduktion							
Änderung der Nutzungsart	Veränderungen des Landschaftsbildes	-	4	-	33	21	-
Kulturartendiversität	Kulturartenanteile	-	-	4	-	1	53
Umwandlung							
Biogasanlage	Gebäude bzw. bauliche Anlagen	2	1	1	52	-	2
		Anzahl der Plan-/Regelwerke mit entsprechenden Inhalten					

Fazit

Die Untersuchungen im Zeitraum 2006 bis 2009 haben gezeigt, dass für den Großteil der Konfliktpotenziale zwischen der energetischen Nutzung von Biomasse entlang der Biogas-Prozesskette und den anderen Raumnutzungen formelle planerische Koordinierungsmöglichkeiten vorhanden sind (vgl. Kapitel 6, 7, 8 und 9). Sowohl die Regionalplanung als auch die raumwirksamen Fachplanungen bieten bereits planerische Koordinierungsmöglichkeiten für die Konfliktpotenziale, weisen aber gleichzeitig auch Koordinierungsdefizite und somit Optimierungspotenziale auf. So muss vor allem die Ausgestaltung der verschiedenen formellen Planungsinstrumente in Teilbereichen noch den durch die Biogasentwicklung bedingten Veränderungen und den neuen Konfliktpotenzialen angepasst werden.

10.1.3 Planerische Perspektiven zur Koordinierung und Entwicklung einer raumverträglichen Biogasnutzung

Untersuchungsfrage 3:

Welche Optimierungs- und Gestaltungspotenziale lassen sich hinsichtlich der Konfliktpotenziale für die formellen Instrumente der Regionalplanung und der raumwirksamen Fachplanungen für eine raumverträgliche Koordinierung und Entwicklung der Biogas-Prozesskette ableiten?

Eine raumverträgliche, erneuerbare Energieversorgung sollte auf regionaler Ebene planerisch entwickelt und gesichert sowie mit den Nutzungsansprüchen und Schutzinteressen anderer gesellschaftlicher Raumnutzungen in Einklang gebracht werden. Insgesamt sollte die räumliche Koordinierung entsprechend der regionalen Heterogenität im räumlichen Zusammenhang, für jede Region spezifisch, ausgestaltet werden. Planerische Vorgaben zur Sicherung von Entwicklungsmöglichkeiten bestimmter Nutzungsansprüche sollten dabei insgesamt nicht nur reaktiv, sondern vor dem Hintergrund von Entwicklungsmöglichkeiten der energetischen Nutzung von Biomasse und Biogas sowie anderer Raumnutzungsansprüche, planerisch aktiv erarbeitet werden.

Für die Konfliktpotenziale zwischen der Biogas-Prozesskette und den anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen verfügen die Regionalplanung wie auch die raumwirksamen Fachplanungen über einige formelle Koordinierungsmöglichkeiten, weisen aber auch deutliche Defizite auf. Aufgrund dessen muss die Ausgestaltung der Überschwemmungsgebietsverordnungen, der Wasserschutzgebietsverordnungen und der Landschaftsschutzgebietsverordnungen sowie der RROP noch entsprechend der Konfliktpotenziale und insbesondere der Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette angepasst werden.

Raumwirksame Fachplanungen

Für einzelne Wirkfaktoren sind planerische Optimierungspotenziale zur Sicherung der Nutzungsansprüche und Schutzinteressen anderer Raumnutzungen insbesondere über die Modifizierung der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen gegeben.

Die Instrumente des **vorbeugenden Hochwasserschutzes** greifen bereits weitgehend. Im Rahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes werden natürliche Überschwemmungsgebiete als Ausgleichsraum bei Hochwasserereignissen gesichert. Eine landwirtschaftliche Bodennutzung ist in diesen Gebieten grundsätzlich möglich. Vor dem Hintergrund erscheint es notwendig, in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion den Anbau abflusshemmender Kulturen in den Überschwemmungsgebietsverordnungen zu reglementieren. In einer Allgemeinverfügung zum Bayerischen Wassergesetz wurde beispielsweise der Anbau abflusshemmender Kulturen in manchen Gebieten untersagt, um einen schadfreien Hochwasserabfluss zu sichern (vgl. Haimerl & Kettler-Hardi 2007; Allgemeinverfügung zum Bayerischen Wassergesetz vom 20.04.2007).

Die Untersuchungen haben auch Regelungsdefizite und Optimierungspotenziale im Rahmen der Sicherung der Grundwasserqualität für die **Trinkwasserversorgung** aufgezeigt. Viele Wasser-

schutzgebiete wurden seit ihrer Ausweisung durch umweltpolitische und nutzungsbedingte Veränderungen mit neuen potenziellen Gefährdungen konfrontiert. Im Zusammenhang mit der Biogas-Prozesskette fehlte es insbesondere in der Phase der Reststoffverwertung an Vorgaben zum Umgang mit den Gärresten aus Biogasanlagen. Zum Schutz der Grundwasserqualität war im Rahmen der Untersuchungen in den Modellregionen eine entsprechende Anpassung der Wasserschutzgebietsverordnungen als notwendig identifiziert worden. Diese Defizite wurden mittlerweile mit dem Inkrafttreten der neuen niedersächsischen Schutzverordnung Ende des Jahres 2009 behoben. Das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz wurde mit § 92 Abs. 1 des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG) ermächtigt, durch Verordnung Schutzbestimmungen für alle oder mehrere Schutzgebiete festzusetzen. Demgemäß wurden mit der „Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten“ (SchuVO 2009) landeseinheitliche Bestimmungen insbesondere im landwirtschaftlichen Bereich für alle festgesetzten oder durch vorläufige Anordnung gesicherten Wasserschutzgebiete geschaffen (NMU 2012).

Die umfangreichsten Regelungsdefizite bestehen für die Konfliktpotenziale mit der **landschaftsbezogenen Erholung** im Zusammenhang mit dem Landschaftsbild bzw. der Erholungsqualität. Die deutlichsten Veränderungen des Landschaftsbildes und damit der Erholungsqualität entstehen in der Prozesskettenphase der Biomasseproduktion durch eine Dominanz bestimmter Kulturarten. Um einer überregionalen Vereinheitlichung des Landschaftsbildes durch bestimmte Kulturarten entgegenzuwirken, wurden keine formellen planungsrechtlichen Koordinierungsmöglichkeiten angewandt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die ordnungsgemäße landwirtschaftliche Bodennutzung in Landschaftsschutzgebieten allgemein zugelassen ist. Da der Anbau von Energiepflanzen in aller Regel nach der guten fachlichen Praxis durchgeführt wird und damit ordnungsgemäß ist, bleiben somit kaum Koordinierungsmöglichkeiten für das Konfliktpotenzial Beeinflussung der Erholungsqualität.

Lediglich indirekt kann der Dominanz bestimmter Kulturarten planerisch entgegengewirkt werden. So könnte in Landschaftsschutzgebieten untersagt werden, Grünland in andere Nutzungen überführen (vgl. z. B. LSG-Verordnungen im Landkreis Soltau-Fallingb. Steinförthsbach 1992, Lehrdetal 1992, Oberes Böhmetal 1995 und im Landkreis Emsland: Wildes Moor 1989, Buschwießen 1991), wie z. B. die Umwandlung in Ackerfläche für die Produktion von Biomasse.

Regionalplanung

Die Abstimmung und Koordinierung der raum- und ressourcenbezogenen Nutzungskonkurrenzen zwischen der Biogas-Prozesskette und anderen Raumnutzungen ist für eine raumverträgliche und nachhaltige Energieversorgung auf regionaler Ebene von entscheidender Bedeutung. Obwohl die Entwicklungen im Biogassektor weit vorangeschritten sind und sich Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen abzeichnen, finden sich diese in der räumlichen Gesamtplanung bzw. der Regionalplanung bisher nur wenig konkret wieder.

Prinzipiell halten auch die formellen Instrumente der Regionalplanung Optimierungs- bzw. Gestaltungspotenziale für eine raumverträgliche Biogasproduktion bereit. Zwar ist es im Vergleich zu den raumbezogenen Ausweisungen der Fachplanungen weniger möglich einzelne Wirkfaktoren der gesamten Biogas-Prozesskette zu reglementieren, jedoch bietet die überfachliche Regionalplanung generellere, übergeordnete Koordinierungsmöglichkeiten sowohl über zeichnerische als auch textliche Festlegungen. Insgesamt sind die regionalplanerischen Koordinierungsmöglichkeiten aber anlagenbezogen und beschränken sich damit im Wesentlichen auf die Prozessketten-

phase der Umwandlung, also die Biogasanlage. Die weiteren Phasen der Biogas-Prozesskette bleiben weitgehend unberücksichtigt, denn für die Nutzung landwirtschaftlicher Produktionsflächen haben die Festlegungen der Raumplanung keine unmittelbare Bindungswirkung.

Grundlegend sollten im Sinne einer nachhaltigen Regionalentwicklung die regionsspezifischen Biomasse-/Biogaspotenziale ermittelt und darauf aufbauend Biogas-Prozessketten im Einklang mit anderen Raumnutzungen regional entwickelt bzw. ausgebaut werden. Die Regionalplanung hat die Möglichkeit konkurrierende Nutzungsansprüche über zeichnerische und textliche Festlegungen zu entflechten. So können sowohl die Belange anderer gesellschaftlicher Raumnutzungen gesichert, als auch die Biogas-Prozesskette raumverträglich koordiniert werden. Während die Koordinierung der Belange anderer Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen über entsprechende Festlegungen in den RROP seit Jahren umgesetzt wird und sich bewährt hat, wird die Produktion von Biomasse/Biogas, wenn überhaupt, nur selten thematisiert.

Für eine raumverträgliche Koordinierung der Biogas-Prozesskette hat die Regionalplanung neben den sehr kontrovers diskutierten, harten Steuerungsmöglichkeiten über **zeichnerische Festlegungen** in Form von Vorrang- bzw. Eignungsgebieten für entsprechende Biomasse-/Biogasanlagen (vgl. Kapitel 10.1.2.1) die Möglichkeit über unterschiedliche **textliche Festlegungen** planerisch zu agieren.

So wäre entsprechend der regionalspezifischen Potenziale positiv planend die Vorgabe von regionalen Mengenzielen für die energetische Biomassenutzung oder die Biogasproduktion als Grundsätze der Raumordnung möglich, wie beispielsweise für die Windenergie bereits genutzt (vgl. z. B. RROP Region Hannover 2005). Mengenziele könnten z. B. für Anteile erneuerbarer Energien bzw. einzelner erneuerbarer Energieträger an der gesamten Energieproduktion oder für verfügbare energetisch nutzbare Biomassepotenziale bzw. Ackerflächen in einer Region unter Berücksichtigung einschränkender Faktoren bzw. konkurrierender Belange ermittelt und eingesetzt werden.

Sofern es die spezifischen Konfliktpotenziale in einer Region erfordern, könnte eine direkte räumliche Koordinierung auch über textliche Festlegungen zu Positiv- und Negativkriterien erfolgen. Diese bieten offenere und flexiblere Koordinierungsmöglichkeiten als beispielsweise die oben genannten Vorrang- oder Eignungsgebiete für entsprechende Anlagen.

Vor dem Hintergrund der Konfliktpotenziale könnten negativ steuernd empfindliche Bereiche, wie z. B. Vorranggebiete für Natur und Landschaft, Vorranggebiete für Hochwasserschutz, Naturschutzgebiete etc. textlich als Ausschlussgebiete für Biogasanlagen festgelegt werden (vgl. RROP Landkreis Emsland 2010). Darüber hinaus könnten auch über Positivkriterien in Form von textlichen Festlegungen Gunststandorte für Biogasanlagen definiert werden. Geeignete Bereiche für Biogasanlagen könnten z. B. Industrie- und Gewerbestandorte sein oder auch über die Nähe zu Wärmeabnehmern, Gaseinspeisepunkten etc. präzisiert werden (vgl. Verband Region Stuttgart 2009; Buhr 2009).

Fazit

Optimierungs- und Gestaltungspotenziale zur Sicherung der Belange anderer Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen gegenüber den Wirkungen der Biogas-Prozesskette sind durch die raumwirksamen Fachplanungen über die Anpassung der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen gegeben. Zum Teil sind die planerischen Vorgaben bereits entsprechend der ermittelten Defizite angepasst worden (vgl. z. B. SchuVO 2009).

Auch im Rahmen der Regionalplanung sollten die Planwerke entsprechend der Konfliktpotenziale ausgestaltet werden. Während Vorrang- oder Eignungsgebiete für Biogasanlagen aufgrund der benötigten Ackerflächen und landwirtschaftlichen, betrieblichen Hintergründe schwierig umsetzbar sind, erscheinen insbesondere textliche Festlegungen mit Gunst- und Ausschlusskriterien für Biogasanlagen zielführender, offener und flexibler.

Weitere Gestaltungsoptionen, die über das formelle Instrumentarium hinausgehen, werden im Rahmen des folgenden Kapitels beleuchtet.

10.2 Diskussion der Ergebnisse im Kontext aktueller Entwicklungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass trotz vielfältiger Konfliktpotenziale mit anderen Raumnutzungen eine umfassende räumliche Planung, die alle Phasen der Biogas-Prozesskette berücksichtigt noch am Anfang steht. Ein entsprechendes formelles Instrumentarium ist prinzipiell vorhanden, kommt bisher jedoch nur teilweise zum Einsatz. Während die vorhandenen formellen fachrechtlichen Koordinierungsmöglichkeiten über Schutzgebietskategorien, z. B. im Zusammenhang mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz und der Trinkwasserversorgung nach WHG und NWG bereits weitgehend greifen und entsprechende Umsetzungsdefizite erkannt und behoben wurden (vgl. z. B. SchuVO 2009), werden die formellen Koordinierungsmöglichkeiten einer umfassenden übergeordneten Planung durch die Raumplanung auf regionaler Ebene bisher wenig genutzt.

Beiträge aus der aktuellen Forschung und Planungspraxis

Seit Abschluss der Untersuchungen im Forschungsprojekt SUNREG II im September 2009 wurden verschiedene Forschungsergebnisse veröffentlicht und Teilergebnisse bestätigt.

So haben MÜLLER et al. 2010⁶ den Untersuchungsansatz der prozesskettenbezogenen Betrachtungsweise (vgl. Buhr et al. 2006; Kanning et al. 2009) aufgegriffen und sind hinsichtlich der planerischen Steuerbarkeit verschiedener „Technologieketten“ ebenso zu dem Ergebnis gekommen, dass die Regionalplanung geeignet ist eine Vielzahl der ökologischen Auswirkungen der Bioenergiebereitstellung zu minimieren (vgl. BMVBS 2010: 79). Zusammenfassend werden die erneuerbaren Energien als Zukunftsaufgabe der Regionalplanung gesehen und vor dem Hintergrund steigender raumwirksamer Ansprüche durch die erneuerbaren Energien der Regionalplan als wichtigstes Steuerungsinstrument bezeichnet (vgl. BfN & BBSR 2011: 36; BMVBS 2011: 20).

Dem entgegen wurde im Rahmen der Untersuchungen zur bisherigen Planungspraxis in dieser Dissertation festgestellt, dass weder das niedersächsische Landesraumordnungsprogramm (LROP) noch die Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) der niedersächsischen Modellregionen zur räumlichen Planung der Energieversorgung konkrete Aussagen oder Zielvorgaben zum Umgang mit erneuerbaren Energien enthalten, ausgenommen zur Windenergie. Das mag damit zusammenhängen, dass die RROP der Modellregionen bereits vor der Novellierung des EEG und der damit verbundenen sprunghaften Entwicklung der Biogasproduktion in Kraft getreten bzw. erarbeitet worden sind. Erst in den letzten fünf Jahren gab es erste Versuche die Planung der energetischen Nutzung von Biomasse und Biogasanlagen in die räumliche Planung zu integrieren. Dabei sind formelle Planungsansätze wie beispielsweise vom Regionalverband Nordschwarzwald jedoch die Ausnahme. Ziel des entsprechenden Teilregionalplans Regenerative Energien (2007) war es, den Anteil an dezentraler erneuerbarer Energieversorgung (Biomasse/Biogas, Geothermie, Solarenergie (Photovoltaik), Wasserkraft und Windkraft) für die Region Nordschwarzwald zu erhöhen. Im Entwurf des Teilregionalplans sollten anfänglich 14 Vorbehaltsgebiete für regional-

⁶ Die entsprechenden Untersuchungen fanden im Rahmen des Verbundprojektes „Globale und regionale räumliche Verteilung von Biomassepotenzialen - Status-quo und Möglichkeiten der Präzisierung“ (Laufzeit: Januar 2009 - Dezember 2010) am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF) statt. In dem Projekt wurden neun „Technologieketten“ der energetischen Biomassenutzung abgegrenzt und betrachtet (vgl. BMVBS 2010).

bedeutsame Bioenergieanlagen ausgewiesen werden. Diese wurden jedoch aufgrund von Beanstandungen mit rechtlichen Begründungen durch die oberste Raumordnungsbehörde nicht weiter verfolgt (vgl. BBSR 2010c).

Auch EINIG (2011) legt die Kapazitäten der Regionalplanung zur Steuerung der Nutzung von Biomasse dar und bestätigt die Ergebnisse, dass vielmehr die räumliche Steuerung der Anlagen als der Anbau der benötigten Biomasse in den Kompetenzbereich der Regionalplanung fallen. Anstatt über zeichnerische Festlegungen entsprechender Gebietskategorien für Biomasse-/Biogas werden zur Steuerung der Bioenergie in Regionalplänen vorwiegend textliche Festlegungen genutzt (Einig 2011: 372). Im Regionalplan der Region Stuttgart (2010) sind beispielsweise erstmals Themen wie Biogas, Biomasse und Energiepflanzen in Form von Grundsätzen der Raumordnung eingebracht worden: „Standorte für Biogas- und Biomasseanlagen sind im Zusammenhang mit Land- und Forstwirtschaftlichen Betrieben zu fördern, um einen Beitrag zum Ausbau regenerativer Energien in der Region Stuttgart zu leisten. Großflächige industrielle Anlagen ab 0,5 MW sind in Gewerbe-/ Industriegebieten bzw. in entsprechenden Sondergebieten unterzubringen. Anbau und Nutzung nachwachsender Rohstoffe zum Zweck der Energiegewinnung sind im geeigneten Umfang und unter Berücksichtigung der naturräumlichen und landeskulturellen Voraussetzungen zu fördern. Großflächige Monostrukturen sind zu vermeiden“ (Verband Region Stuttgart 2010: 281).

Ein innovatives Beispiel der Integration der energetischen Nutzung von Biomasse in die räumliche Planung stellt das neue „Regionale Raumordnungsprogramm des Landkreises Emsland 2010“⁷ dar. In der untersuchten Modellregion hat man auf den weiter wachsenden Biogastrend planerisch reagiert und über textliche Festlegungen Ausschlussgebiete für den Bau von Biomasseanlagen als Ziele der Raumordnung definiert. So wurden Standorte für Biomasseanlagen in Vorranggebieten für Natur und Landschaft, Waldflächen und Vorbehaltsgebieten für Wald sowie Vorranggebieten für Hochwasserschutz ausgeschlossen (Landkreis Emsland 2011: 39).

Die Praktikabilität und damit der Vorzug textlicher Festlegungen vor zeichnerischen Festlegungen wird auch in einer Analyse von Regionalplänen vor dem Hintergrund regionalplanerischer Steuerungsansätze für erneuerbare Energien an der TU Dortmund nachgewiesen. So wurden in ca. 40 % der dort untersuchten Regionalpläne textliche Festlegungen und in nur 1 % zeichnerische Festlegungen zum Thema Bioenergie identifiziert (vgl. Tebbe & Winter 2010).

Insgesamt bieten die formellen Instrumente der Raumplanung damit durchaus einige Koordinierungsmöglichkeiten für die Biogasproduktion. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die raumordnerischen Festlegungen im Wesentlichen nur den Standort einer Anlage beeinflussen können, die zugehörige landwirtschaftliche Flächennutzung, also die Anbauflächen für die benötigte Biomasse, die sich aus transport-ökonomischen Gründen in der Regel im näheren Umkreis der Biogasanlage konzentrieren, jedoch weniger. In dem Zusammenhang sind auch Mengenziele als textliche Festlegungen keine planerische Möglichkeit, mit der die Anbauflächen selbst koordiniert werden könnten, da vielmehr positiv planend Ausbauziele formuliert werden. Darüber hinaus bieten auch Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete für die Biomasseproduktion keine planerischen Möglichkeiten, denn der Anbau von Biomasse für die Biogasproduktion unterscheidet sich in den Wirkfaktoren nur marginal vom Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln (Wiehe 2011). Vor dem Hintergrund ist die landwirtschaftliche Flächennutzung kaum gesondert nach den jeweiligen Produk-

⁷ verabschiedet am 17. Januar 2011

tionsbereichen (Nahrungs- und Futtermittel und nachwachsende Rohstoffe) zu betrachten, sofern keine unterschiedlichen Wirkungen von ihnen ausgehen (vgl. BfN & BBSR 2011: 38; Wiehe 2011; SRU 2007: Tz. 69).

Verzahnung von formellen und informellen Planungsansätzen

Eine Planung allein auf Grundlage des formellen Instrumentariums ist dementsprechend nicht umfassend und für die Gestaltung der Energiewende allein noch nicht zielführend. Auch wenn eine formelle regionale Raumordnung zur Abstimmung konkurrierender Nutzungsansprüche unverzichtbar ist, können die formellen Steuerungs- und Ordnungsinstrumente oftmals den neuen Herausforderungen nicht zeitnah und aktiv gestaltend angepasst werden (BMVBS 2011: 20). Aus dem gleichen Grund haben in anderen Kontexten ergänzend informelle Ansätze in der Regionalplanung seit den 1980/1990er-Jahren Einzug gehalten (Danielzyk & Knieling 2011: 478, 486). Informelle Instrumente sind im Vergleich flexibler, umsetzungsorientierter und bieten themenbezogene Gestaltungsmöglichkeiten (Danielzyk 2005: 468).

Für die Planung und den Ausbau einer raumverträglichen Energieversorgung sind ebenso die regionalspezifischen Energiepotenziale von besonderer Relevanz (vgl. Hänel 1999: 71). Die Produktion von Energie aus erneuerbaren Energieträgern findet zumeist großräumig und dezentral in den Regionen statt und berührt entsprechend deutlich mehr Akteure als die herkömmliche fossile Energieproduktion. Auch diese könnten insbesondere über flankierende kooperative Ansätze in die Planung einbezogen werden (Steinkraus et al. 2010; Einig 2011: 384f).

So ist die Festlegung entsprechender Vorrang- oder Eignungsgebiete, wie sie beispielsweise für die Windenergie etabliert ist, selbst unter Berücksichtigung der regionalen Biogaspotenziale und betroffener Akteure schwierig. Anstatt entsprechende Anlagen im Raum zu konzentrieren geht es vielmehr darum diese raumverträglich anzusiedeln bzw. zu verteilen (Einig 2011: 385). Häufiger wird deshalb auch in der Planungspraxis versucht, die energetische Nutzung von Biomasse über kooperative Planungsansätze zu integrieren, so z. B. über die Innovations- und Kooperationsinitiative Bioenergie im Landkreis Rotenburg/Wümme, die Energieoffensive im Landkreis Northeim oder in der Region Aktiv Wendland-Elbetal in den Landkreisen Lüchow-Dannenberg und Lüneburg (vgl. Steinkraus et al. 2010). Auch die Region Hannover hat beispielsweise ein Positionspapier zur Nutzung von Biomasse veröffentlicht (Region Hannover 2006) und eine informelle Konzeption zu einer „Standort- bzw. Flächenplanung für nicht privilegierte Biogasanlagen“ erarbeiten lassen (Buhr 2009). In der Standortplanung wurden anhand von Positiv- und Negativkriterien Suchräume für weitere Biogasanlagen ermittelt, um innerhalb konfliktarmer Teilräume neue Projekte anzustoßen. Das Konzept soll als Grundlage für weitere Planungen und Abstimmungen dienen (Region Hannover 2010: 33; BMVBS 2011: 71; BBSR 2010b).

Wie in KANNING et al. (2009) dargestellt (vgl. Kapitel 5), werden derzeit insbesondere (regionale) Energiekonzepte als vielversprechende Ansätze für den raumverträglichen Ausbau und die Integration der erneuerbaren Energien in die räumliche Planung bewertet (vgl. BMVBS 2011; BfN & BBSR 2011: 36, 38; Einig 2011: 384f; Kanning 2011: 208). Auch die LANDESREGIERUNG NIEDERSACHSEN betont die Bedeutung von regionalen Konzepten zum Ausbau der erneuerbaren Energien (vgl. Land Niedersachsen 2012). Im Landesraumordnungsprogramm (LROP 2008) wird regionalen Energieversorgungskonzepten die Funktion als planerische Grundlage für eine zukünftige nachhaltige Energieversorgung zugeschrieben. Als informelles Instrument dient ein regionales Energiekonzept zur mittel- und langfristigen Energieplanung in einer Region und kann entsprechend

der Vielfalt der Problem- und Aufgabenstellungen, der zu beteiligten und betroffenen Akteure sowie der Handlungsmöglichkeiten sehr unterschiedlich ausgestaltet sein (vgl. Zawichowski & Rakovsky 2009: 1; Blanke-Jung et al. 1990: 9). Regionale Energiekonzepte sollten dabei umfassend alle relevanten Energieträger in einer Region berücksichtigen sowie raumbedeutsame und nicht raumbedeutsame Maßnahmen und Planungen zur Energieversorgung in enger Abstimmung mit der formellen Regionalplanung behandeln (vgl. Kanning et al. 2009 bzw. Kapitel 5; BMVBS 2011; BfN & BBSR 2011: 38). Formelle und informelle Instrumente lassen sich über die unterschiedlichen Inhalte wie Flächenbedarfe, Raumbezug und Raumwirksamkeit zusammenführen. Über die Verknüpfung von in informellen Instrumenten ermittelten Flächenbedarfen, die meist ohne eindeutigen Flächenbezug sind, mit den Flächensicherungsmöglichkeiten des Regionalplanes für bestehende Raumnutzungen und deren Entwicklungspotenziale, ergeben sich Gestaltungsoptionen für einen raumverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien (vgl. BMVBS 2011: 14, 22).

Der Raumordnung bzw. insbesondere der Regionalplanung kommt dabei eine zentrale Bedeutung und Mittlerposition zu. Sie kann insbesondere auf der regionalen Ebene als überörtlich vernetzender und moderierender Akteur fungieren (Kanning et al. 2009; BMVBS 2011: 13). Aus diesem Grund bietet die Raumplanung als überfachliche Institution Koordinierungspotenziale für eine nachhaltige Energieversorgung auch im Rahmen von informellen Planungsansätzen.

Verzahnung der Planungsebenen

Entsprechend müssten die energiepolitischen Zielvorgaben der europäischen und nationalen Ebene über die Länderebene bis auf die regionale Ebene herunter gebrochen werden, denn im Wesentlichen findet die Energieproduktion auf Basis erneuerbarer Energieträger vor Ort in den Regionen statt, sodass die politischen Vorgaben vor allem hier zum Tragen kommen.

Neben dem Bund⁸ haben bereits viele Bundesländer reagiert und Energiekonzepte auch auf Landesebene erarbeitet. Das Bundesland Niedersachsen beispielsweise hat zu Beginn dieses Jahres als ersten Baustein eines Energie- und Klimaprogramms sein Energiekonzept verabschiedet (vgl. Land Niedersachsen 2012). In dem energiepolitischen Konzept sieht die niedersächsische Landesregierung vor bis zum Jahr 2020 25 % des niedersächsischen Endenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien zu decken. Die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen geht weiter und sorgt mit ihrem Klimaschutzgesetz⁹ und einem Klimaschutzplan für eine gesetzliche Verankerung der Klimaschutzziele in Nordrhein-Westfalen und gibt dem insgesamt einen institutionellen Rahmen. Im Klimaschutzplan sollen die im Entwurf des Klimaschutzgesetzes verankerten Klimaschutzziele¹⁰ zeitlich, sektoral und regional über geeignete Maßnahmen und Strategien konkretisiert werden. Er soll noch im Jahr 2012 vom Landtag beschlossen und danach alle fünf Jahre fortge-

⁸ Das Energiekonzept des Bundes wurde nach dem Atomunfall von Fukushima (März 2011) durch ein Energiepaket ergänzt, das die Rolle der Kernkraft neu bewertet. Das Energiepaket ersetzt die Darstellungen zur Kernenergie aus dem Energiekonzept vom 28. September 2010 durch den Beschluss des Bundeskabinetts zur Änderung des Atomgesetzes und wurde am 6. Juni 2011 beschlossen (vgl. BMWi & BMU 2011).

⁹ Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen - Entwurf der Landesregierung. 10.10.2011

¹⁰ Zu den im Entwurf des Klimaschutzgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen geführten Zielen zählen die Verringerung der Treibhausgasemissionen, die Steigerung des Ressourcenschutzes, der Ressourcen- und Energieeffizienz, die Energieeinsparung und der Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie die Begrenzung der negativen Folgen des Klimawandels (vgl. Land Nordrhein-Westfalen 2011a, b).

schrieben werden (vgl. Land Nordrhein-Westfalen 2011a). Darüber hinaus sollen die räumlichen Erfordernisse des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel nach § 4 des Klimaschutzgesetzes als Ziele und Grundsätze der Raumordnung in den Raumordnungsplänen der Landes- und der Regionalplanung festgelegt werden. Entsprechend der Aussagen des LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2011b) kann die Raumordnung so einen maßgeblichen Beitrag leisten, klimaschutzrelevante und im Hinblick auf erneuerbare Energien relevante Belange, die in Konkurrenz mit anderen Raumnutzungsansprüchen stehen, zur Geltung zu bringen. Auch der WISSENSCHAFTLICHE BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTFRAGEN (WBGU) plädiert dafür, solche energiepolitischen bzw. gesetzlichen Ziele zum Klimaschutz und dem Ausbau der erneuerbaren Energien als Ziele der Raumordnung zu integrieren. Damit würden die Belange einer nachhaltigen Energieversorgung dargelegt, die auf planerischer Ebene zu berücksichtigen wären (vgl. WBGU 2011: 248). Die entsprechenden Ziele können nur gemeinsam mit bzw. in den Regionen umgesetzt werden.

Wie vorstehend skizziert ist die Erarbeitung und Umsetzung regionaler Energiekonzepte bereits weiter vorangeschritten als der Einsatz formeller Planungsinstrumente. Entscheidend hierfür ist ein entsprechender Planungsauftrag der übergeordneten Ebene(n) (vgl. BMVBS 2011). So unterstützt z. B. das Land Brandenburg zur Umsetzung seiner „Energiestrategie 2020“ seine regionalen Planungsgemeinschaften¹¹ bei der Erstellung regionaler Energiekonzepte finanziell sowie inhaltlich und hat ihnen dazu einen entsprechenden Leitfaden an die Hand gegeben. Alle fünf Regionen des Bundeslandes sind damit über die geplanten einheitlichen regionalen Energiekonzepte vereint, sodass flächendeckend energiepolitische Akzente gesetzt werden können (vgl. Land Brandenburg 2011a, b).

Auch Rheinland-Pfalz hat früh einen Planungsauftrag an die Regionen erteilt. So hat das regionale Energiekonzept der Planungsgemeinschaft Region Trier heute Vorbildcharakter. Es wurde bereits im Jahr 2001 vor dem Hintergrund landesplanerischer Vorgaben des Bundeslandes Rheinland-Pfalz an die Regionalplanung, Festlegungen zum Thema Energie auf der Grundlage von Energiekonzepten zu entwickeln, unter breiter Akteursbeteiligung erarbeitet und im Jahr 2010 fortgeschrieben (vgl. Wiehe et al. 2010b bzw. Kapitel 9; Planungsgemeinschaft Region Trier 2010; BMVBS 2011: 40ff; LEP Rheinland-Pfalz 2008).

Fachplanungen als Informations- und Entscheidungsgrundlagen

Während die Raumplanung so vor allem koordinierende und die raumwirksamen Fachplanungen sichernde planerische Funktionen übernehmen, können letztere darüber hinaus für eine raumverträgliche Planung der Energieversorgung Daten zu fachspezifischen Empfindlichkeiten und damit wichtige Entscheidungsgrundlagen liefern (vgl. Kanning 2011: 211f; Wiehe 2011; SRU 2007). Vor allem die Landschaftsplanung und die wasserwirtschaftliche Planung können über die Darstellung und Ausweisung empfindlicher Gebiete sowie die Formulierung von entsprechend angepassten Nutzungsstrategien wichtige Informationen zur Verfügung stellen.

Die wasserwirtschaftliche Fachplanung hat bereits Anpassungen zur Regulierung einiger Wirkfaktoren der Biogas-Prozesskette vor allem in den Schutzgebietsverordnungen vorgenommen (vgl. Kapitel 6). Die im Rahmen der vorliegenden Dissertation identifizierten Defizite in den Regelun-

¹¹ Das sind die Regionen Prignitz-Oberhavel, Havelland-Fläming, Lausitz-Spreewald, Oderland-Spree und Uckermark-Barnim (Land Brandenburg 2011).

gen der Wasserschutzgebietsverordnungen wurden auch in der Planungspraxis erkannt und behoben.

Vor allem die Landschaftsplanung hält umweltmedien- bzw. schutzgutübergreifend fundierte und breitgefächerte Daten über die Empfindlichkeiten des Naturhaushaltes bereit. Neben den räumlichen Darstellungen in ihren Planwerken könnte die Landschaftsplanung Gestaltungsmöglichkeiten aufzeigen, z. B. zu optimierten Bewirtschaftungsformen oder Standorten und dies nicht nur für die Bioenergie, sondern für alle erneuerbaren Energien (vgl. Wiehe et al. 2010b: 243ff bzw. Kapitel 9; Wiehe 2011; BfN & BBSR 2011: 39f). Dazu müssten die Planwerke der Landschaftsplanung fortgeschrieben und um Inhalte entsprechend aktueller Entwicklungen und Problemstellungen mit dem Energiesektor angepasst werden (Wiehe 2011: 36f, BMVBS 2010: 87f, BfN & BBSR 2011: 37). Derzeit werden erste Planwerke der Landschaftsplanung fortgeschrieben und modular Themen zu erneuerbaren Energien aufgenommen. Planungen zum Landschaftsplan der Vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft Rheinfelden-Schwörstadt (VVG) enthalten Darstellungen zur Eignung von Natur und Landschaft für den Anbau bestimmter energetisch nutzbarer Kulturarten, wie z. B. Mais, und leiten Eignungs-, Problem- und Ausschlussgebiete ab (vgl. VVG Rheinfelden-Schwörstadt 2010).

Verzahnung mit ökonomischen Instrumenten

Während die vorangehend beschriebenen Instrumente der Raumplanung und der Fachplanungen vor allem für die flächenbezogene Feinsteuerung eine bedeutende Rolle spielen, sind für die Grobsteuerung die ökonomischen Instrumente von Bedeutung. Über ökonomische Instrumente wie insbesondere das EEG werden Anreize für die Umsetzung von Projekten und Maßnahmen gesetzt. Daneben bieten sie auch Möglichkeiten zur Verankerung von Umweltstandards (vgl. Wiehe et al. 2010b: 250 bzw. Kapitel 9; Kanning 2005: 224ff; SRU 2002: Tz. 144ff). Durch eine angepasste und räumlich differenzierte Steuerung des Ausbaus der erneuerbaren Energien könnten natur- und raumunverträgliche Entwicklungen verhindert werden. Dazu sind jedoch auch die finanziellen Instrumente, insbesondere das EEG, entsprechend auszugestalten (BfN & BBSR 2011: 37). Ebenso sind dafür auch hier die Belange der Raumordnung entsprechend zu integrieren und zu stärken, z. B. über Raumordnungsklauseln (Einig 2011: 385).

Insgesamt betrachtet ist im Zusammenhang mit der energetischen Nutzung von Biomasse für die Biogasproduktion eine Integration der ökonomisch ausgerichteten Nutzungsansprüche der Landwirtschaft in die Planwerke der Regionalplanung wie sie im Rahmen der Ergebnisse dieser Dissertation beschrieben wurde schwierig, da unabhängig von den standörtlichen Gegebenheiten die jeweiligen Förderungen (EEG; EU-Agrarförderungen etc.) oftmals die Rentabilität einer Biogasanlage bestimmen (vgl. BfN & BBSR 2011: 36, 38). Insbesondere die finanziellen Rahmenbedingungen gesetzlicher Förderungen beeinflussen die Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien maßgeblich. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist das wichtigste Instrument für einen dynamischen Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland (vgl. BfN & BBSR 2011: 38). Es trat im April 2000 in Kraft. Vor allem seine Novellierung im Jahr 2004 mit den gestiegenen Vergütungssätzen für die energetische Nutzung von Biomasse im Strombereich, führte zu einer starken Zunahme an Biogasanlagen mit der energetischen Verwertung von landwirtschaftlich produzierter Biomasse. Auch die Novellierung im Jahr 2009 mit der Einführung des Güllebonus gab der Entwicklung weiteren Vorschub, der auch negative Auswirkungen nach sich zog. Mit der aktuellen Novellierung, die zum 1. Januar 2012 in Kraft trat, wird versucht Überför-

derungen und ökologische Fehlanreize zu korrigieren, um den Belangen des Umwelt- und des Naturschutzes gerecht zu werden sowie den Nutzungskonkurrenzen innerhalb der Landwirtschaft entgegenzuwirken. Dazu wurde der Einsatz von Mais und Getreidekorn auf 60 % der eingesetzten Masse begrenzt. Darüber hinaus wurden Mindestanforderungen festgelegt, die eine Wärmenutzung von 60 % oder einen Gülleeinsatz von 60 % oder eine Stromdirektvermarktung fordern (BMU 2011).

Fazit

Eine umfassende Abstimmung und Koordinierung der raum- und ressourcenbezogenen Nutzungskonkurrenzen ist für eine nachhaltige, regionale Energieversorgung von entscheidender Bedeutung. Zwar wurden im Rahmen dieser Dissertation verschiedene formelle raum- und fachplanerische Koordinierungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit den Konfliktpotenzialen aufgezeigt, es bleibt jedoch abschließend festzuhalten, dass diese für eine umfassende Planung der gesamten Biogas-Prozesskette und der gesamten erneuerbaren Energieversorgung allein nicht ausreichend sind. Die energetische Nutzung von Biomasse ist nur ein Teil zum Ausbau der erneuerbaren Energien und sollte nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit den anderen erneuerbaren Energieträgern in der jeweiligen Region und darüber hinaus mit den ökologischen, politischen, rechtlichen und planerischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen betrachtet werden. In dem Zusammenhang sind für eine nachhaltige, regionale Energieversorgung entsprechend der regionsspezifischen Potenziale die formellen und die informellen Instrumente der Raum- und Fachplanungen sowie die jeweiligen Förderungen aufeinander abgestimmt einzusetzen (vgl. Kapitel 5). Eine entsprechend angepasste Umsetzung steckt jedoch noch in den Kinderschuhen.

10.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Biogas als erneuerbarer Energieträger leistet einen wesentlichen Beitrag zu einer unabhängigen, dezentralen Energieversorgung und zu den Klimaschutzziele der Bundesregierung. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation konnten entlang der gesamten Biogas-Prozesskette vielfältige Konfliktpotenziale mit anderen Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen aufgezeigt werden. Dabei beeinflusst eine hohe Anzahl verschiedenster Wirkfaktoren unterschiedlichste Raumfunktionen und Raumnutzungen. Vor dem Hintergrund trägt die vorliegende Arbeit zur raumverträglichen Gestaltung der Biogas-Prozesskette bei. Anhand der im Rahmen dieser Dissertation konzipierten Checklisten werden auf der Wirkseite die potenziellen Wirkfaktoren und die für die Empfindlichkeitsseite planungsrelevanten Schutzinteressen und Nutzungsansprüche der Raumfunktionen bzw. Raumnutzungen kombiniert abgebildet. Die Checklisten für die Raumnutzungen Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und Erholung sind generell übertragbar und bieten darüber hinaus zusätzliche Einsatzmöglichkeiten. Sie können neben der Überprüfung von Instrumenten zum bisherigen planerischen Umgang mit den Konfliktpotenzialen und dem Aufzeigen von planerischen Defiziten auch prospektiv zur Abstimmung der konkurrierenden Nutzungsansprüche bzw. der inhaltlichen Ausgestaltung von planerischen Konzepten im Bereich Biogas genutzt werden.

Um die vorhandenen Biogaspotenziale im Sinne einer nachhaltigen, dezentralen Energieversorgung und Regionalentwicklung langfristig raumverträglich zu erschließen, sollten die vorhandenen formellen und informellen Instrumente der Raumplanung und aller relevanten Fachplanungen im Zusammenspiel mit den ökonomischen Instrumenten entsprechend der regionsspezifischen Potenziale und Planungsinhalte genutzt werden. Planerische Vorgaben sollten dabei nicht reaktiv, sondern vor dem Hintergrund von Entwicklungsmöglichkeiten der energetischen Nutzung von Biomasse sowie anderer Raumnutzungen planerisch aktiv und entsprechend der regionsspezifischen Gegebenheiten optimiert eingesetzt werden. Darüber hinaus sollte eine umfassende Planung mittel- und langfristig alle Möglichkeiten der Energieversorgung, fossile und alle erneuerbaren Energieträger, ganzheitlich berücksichtigen.

Die planerischen Ansätze stehen jedoch hinter den technischen Entwicklungen zurück. Dass für einen raumverträglichen Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse jedoch auch planerische Aspekte sowie insbesondere Koordinierungs- und Informationsdefizite beseitigt werden müssen, scheint jedoch trotz lang bekannter Konflikte erst langsam ins Blickfeld zu rücken. So werden die anhaltende Aktualität und der Bedarf einer raumverträglichen Planung der erneuerbaren Energieversorgung durch neue Forschungsaktivitäten bestätigt. Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) fördert seit Dezember 2011 ein Forschungsprojekt, das ein praxisgerechtes Berechnungsmodell zur Bestimmung der regionalen Flächenpotenziale der verschiedenen erneuerbaren Energieträger entwickelt. Es soll Raumanprüche und Raumwirkungen der einzelnen erneuerbaren Energien in Abhängigkeit von den naturräumlichen Potenzialen sowie den politischen, rechtlichen und planerischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen und so einen Beitrag zur Planung einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Denn über die regionalen Flächenpotenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien können Konflikte mit anderen Raumnutzungen vermieden und so jeder Raum entsprechend seiner Möglichkeiten optimal genutzt und entwickelt werden (vgl. BBSR 2012).

Darüber hinaus hat die Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) im März des Jahres 2012 den Arbeitskreis „Räumliche Politik und Planung für die Energiewende: Zwischen Regionalisierung und Rekommunalisierung?“ ins Leben gerufen. Ziel des Arbeitskreises ist eine Analyse der veränderten Aufgaben und institutionellen Kontexte der räumlichen Planung in der Energieversorgung und -nutzung. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus verschiedenen Regionen in Deutschland und europäischen Nachbarländern sollen Empfehlungen für die räumliche Politik und Planung erarbeitet werden (ARL 2011).

Eine raumverträgliche Koordinierung einer nachhaltigen, erneuerbaren Energieversorgung befindet sich noch am Anfang. Für einen Ausbau der erneuerbaren Energien entsprechend der Ziele der Bundesregierung müssen die vorhandenen Ansätze und Koordinierungsmöglichkeiten konsequent miteinander verknüpft und dynamisch weiterentwickelt werden. Zeigten bisherige Untersuchungen hauptsächlich Fehlentwicklungen und Defizite auf, gilt es nun verstärkt Koordinierungsansätze auch in die Planungspraxis zu überführen. Besondere Funktionen kommen hier auf regionaler Ebene der Regionalplanung und der umweltmedienübergreifenden Landschaftsplanung zu, die es künftig weiter auszugestalten gilt.

Literatur und Internet

ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung), 2000: Nachhaltigkeitsprinzip in der Regionalplanung - Handreichung zur Operationalisierung. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL, Band 212, 227 S., Hannover.

ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung), 2011: Call for Membership, ARL-Arbeitskreis „Räumliche Politik und Planung für die Energiewende: Zwischen Regionalisierung und Rekommunalisierung?“. 3 S., Hannover.

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung), 2010a: Genügend Raum für den Ausbau erneuerbarer Energien? BBSR-Berichte KOMPAKT 13/2010, 15 S., Bonn.

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2010b: Modellvorhaben Region Hannover. Steckbrief der Region Hannover. 2 S. http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21684/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/EinbindungEnergiekonzepte/MORO__H.html zuletzt aufgerufen am 02.01.2012

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2010c: Modellvorhaben Region Nordschwarzwald. Steckbrief der Region Nordschwarzwald. 2 S. http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21684/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/EinbindungEnergiekonzepte/MORO__NSW.html zuletzt aufgerufen am 02.01.2012

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)), 2012: Räumlich differenzierte Flächenpotentiale für erneuerbare Energien in Deutschland. http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21268/BBSR/DE/FP/ReFo/Raumordnung/2011/RaemlichDifferenzierteFlaechenpotentiale/01__Start.html zuletzt aufgerufen am 05.01.2012

Bemann, A.; Reinhardt, G.; Rode, M.; Scheurlen, K.; Schmidt, C.; Tiele, M.; Werner, A. & Wettstein, C., 2004: Wirkfaktoren der energetischen Nutzung von Biomasse. In: Reinhardt, G. & Scheurlen, K.: Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger. S. 11-45, Heidelberg.

BfN (Bundesamt für Naturschutz) & BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; Hrsg.), 2011: Kulturlandschaft gestalten! Zum zukünftigen Umgang mit Transformationsprozessen in der Raum- und Landschaftsplanung. 55 S., Bonn.

Blanke-Jung, V.; Coenen, J.; Giegrich, J.; Mergner, R.; Michael, K. & Napierala, E., 1990: Kommunale Energieversorgung, Energiekonzepte, Nah- und Fernwärme, energetische Nutzung von Abfall. 160 S., Köln.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Kl III 1), 2011: Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) („EEG 2012“) Informationen und häufig gestellte Fragen zur Novelle. 18 S., Berlin.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Hrsg.), 2010: Raumverträgliche Bioenergiebereitstellung – Steuerungsmöglichkeiten durch die Regionalplanung. BMVBS-Online-Publikation Nr. 29/2010, 147 S., Berlin.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 2011: Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung. Ergebnisse der MORO-Studie "Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung". 84 S., Berlin.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technik) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 2011: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28. September 2010. Stand: Oktober 2011, 32 S., Berlin.

Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Kanning, H. & Rode, M., 2006: Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassennutzung. UVP-report 20 (4), S. 168-173, Hamm.

- Buhr, N., 2009: Standort- bzw. Flächenplanung für nicht privilegierte Biogasanlagen in der Region Hannover. Arbeitspaket „Bioenergie“ im MORO-Projekt „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung“. 19 S., unveröffentlicht.
- Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 91-156, Stuttgart.
- Danielzyk, R., 2005: Informelle Planung. In: ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung): Handwörterbuch der Raumordnung. S. 465-469, Hannover.
- Danielzyk, R. & Knieling, J., 2011: Informelle Planung. In: ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung): Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung. S. 473-498, Hannover.
- Doyle, U., Vohland, K., Rock, J., Schümann, K. & Ristow, M., 2007: Nachwachsende Rohstoffe - Eine Einschätzung aus Sicht des Naturschutzes. *Natur und Landschaft* (12) 2007, S. 529-535, Bonn.
- DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.), 2006: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete - Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. Technische Regel, Arbeitsblatt W 101, 19 S., Bonn.
- DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.), 2008: Position des DVGW zum Thema „Energiepflanzenproduktion und Einsatz von Gärrückständen aus Biogasanlagen aus Sicht des Gewässerschutzes“. 4 S., Bonn.
- Einig, K., 2008: Zur Steuerbarkeit des Biomasseanbaus durch die Regionalplanung. Präsentation zum Vortrag im Rahmen der DBFZ-Veranstaltung „Energie aus Biomasse – Aufgaben für die Raumplanung?“ am 17. November 2008, Leipzig.
- Einig, K., 2011: Kapazität der Regionalplanung zur Steuerung der Produktion und Nutzung von Biomasse. In: BBRS: Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5/6.2011, S. 369-389, Bonn.
- Eipper, C., 2006: Umweltaspekte von Biogasanlagen. UVP-report 2006 (4), S. 174-177, Hamm.
- Fennert, A., 2007: Ist die energetische Nutzung von Biomasse durch die Regionalplanung steuerbar? Erfahrungen aus der regionalen Praxis. Präsentation Leipzig 13.12.2007.
- Fürst, D. & Scholles, F., 2008: Das System der räumlichen Planung in Deutschland. In: Fürst, D. & Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, S. 70-99, Dortmund.
- Grundmann, P.; Klauss, H. & Schindler, M., 2009: Modellanwendung zur ökonomischen Bewertung von Biomassepfaden. In: Forschungskoooperation der Länder Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und der Volkswagen AG: Länderkooperation „Biomasse für SunFuel“ – Ergebnisse. Projektlaufzeit Juli 2004 – Juni 2009. S. 21-33, Wolfsburg.
- Gust, D., 2005: Energiepolitik. In: ARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. S. 207-213, Hannover.
- Haimerl, G. & Kettler-Hardi, 2007: SUMAD (Sustainable Use and Management of Alluvial Plains in Diked River Areas) - Leitfaden für eine nachhaltige Vorlandbewirtschaftung. 37 S., München.
- Hänel, M., 1999: Regionale Energiekonzepte: Möglicher Einstieg in eine nachhaltige Energieversorgung? Akademische Abhandlungen zur Raum- und Umweltforschung, 140 S., Berlin.
- Hartlieb, A., 2006: Modellversuche zur Rauzigkeit durch- bzw. überströmter Maisfelder. In: *Wasserwirtschaft* 3/2006, S. 38-40.
- Hartmann, H. & Weiske, A., 2002: Rohstoffproduktion (Anbau). In: Hartmann, H. & Kaltschmitt, M. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger - eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. S. 359-378, Münster.

- Janssen, G., 2005: Hochwasserschutz. In: ARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. S. 451-456, Hannover.
- Jessel, B. & Tobias, K., 2002: Ökologisch orientierte Planung - Eine Einführung in Theorien, Daten und Methoden. 470 S., Stuttgart.
- Kanning, H., 2005: Brücken zwischen Ökologie und Ökonomie – Umweltplanerisches und ökonomisches Wissen für ein nachhaltiges regionales Wirtschaften. 278 S., München.
- Kanning, H.; Buhr, N. & Steinkraus, K., 2009: Erneuerbare Energien — Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 2/2009, Heft 2, 67. Jahrgang, S. 142-156.
- Kanning, H., 2011: Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum – Naturräumliche Auswirkungen und planerische Perspektiven für ein regionales (Energie)Ressourcenmanagement. In: Tietz, H.-P. & Hühner, T.: Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für die Ver- und Entsorgungssysteme. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL Band 235, S. 191-217, Hannover.
- Klauss, H.; Grundmann, P. & Schindler, M., 2009. Änderung der Landnutzung und Biomasseverfügbarkeit als Folge steigender Erdölpreise, Agrarpreise oder verstärkter Bioenergieproduktion. In: Berichte über Landwirtschaft, Heft 3, Band 87, S. 444-475.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 2007: Faustzahlen Biogas. 179 S., Darmstadt.
- Land Brandenburg, Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten, 2011a: Leitfaden zur Erstellung Regionaler Energiekonzepte. 6 S.
- Land Brandenburg, Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten, 2011b: Land unterstützt Erarbeitung regionaler Energiekonzepte - Übergabe der Zuwendungsbescheide an die Regionalen Planungsgemeinschaften. Pressemitteilung vom 17.01.2011. <http://www.mwe.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.237521.de> zuletzt aufgerufen am 09.02.2012
- Land Hessen, 2010: Bericht des Energie-Forums Hessen 2020 - Ziele und Eckpunkte des Hessischen Energiekonzepts für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Nachhaltigkeitsstrategie Hessen, 73 S., Wiesbaden.
- Land Niedersachsen, 2012: Das Energiekonzept des Landes Niedersachsen - Verlässlich, umweltfreundlich, klimaverträglich und bezahlbar – Energiepolitik für morgen. 105 S., 25.01.2012.
- Land Nordrhein-Westfalen, 2011a: Eckpunkte für den Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen <http://www.umwelt.nrw.de/klima/klimaschutzgesetz-nrw/index.php> zuletzt aufgerufen am 02.02.2012.
- Land Nordrhein-Westfalen, 2011b: Das NRW-Klimaschutzgesetz – Fragen und Antworten. 8 S. <http://www.umwelt.nrw.de/klima/klimaschutzgesetz-nrw/index.php> zuletzt aufgerufen am 02.02.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft), 2006: Biogastechnologie zur umweltverträglichen Flüssigmistverwertung und Energiegewinnung in Wasserschutzgebieten. 248 S., Freising.
- Lindenblatt, C.; Wendland, M.; Reitberger, F.; Müller, C.; Lebhun, M.; Bachmaier, H. & Gehling, R., 2007: Umweltauswirkungen. In: LfU (Bayrisches Landesamt für Umwelt) (Hrsg.): Biogashandbuch Bayern - Materialienband. Kap. 1.6, 41 S., Augsburg.
- Ludwig, G., 2010: Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung der Biomasseproduktion durch die Regionalplanung. In: Das Deutsche Verwaltungsblatt, DVBl 2010 Ausgabe 15 vom 01.08.2010, S. 944-950, Köln.

Müller, K.; Matzdorf, B.; Gaasch, N.; Klöckner; Möller, I.; Starick, A.; Brandes, J.; Bunzel, K., Pätz, C.; Parker, N.; Wacker, A., 2010: Raumverträgliche Bioenergiebereitstellung - Steuerungsmöglichkeiten durch die Regionalplanung. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) Hrsg., BMVBS-Online-Publikation Nr. 29/2010, Dezember 2010, 127 S., Berlin.

Nitsch, H.; Osterburg, B.; Buttlar, C. v. & Buttlar, H. B. v., 2008: Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 3/2008, 128 S., Braunschweig.

NMU (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz), 2012: Wasserschutzgebiete. http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=2571&article_id=9086&psmand=10 zuletzt aufgerufen am 23.01.2012

Osterburg, B & H. Nitsch, 2009: Die europäische Agrarpolitik anpassen. Ökologisches Wirtschaften (1) 2009, S. 23-24, München.

Planungsgemeinschaft Region Trier, 2010: Fortschreibung des Regionalen Energiekonzeptes 2010. Heft 29 Materialien und Informationen, 113 S., Trier.

Region Hannover, 2006: Positionspapier der Region Hannover zur Nutzung von Biomasse. http://www.hannover.de/de/umwelt_bauen/umwelt/energie_klimaschutz/rhklima/biomasse.html bzw. http://www.hannover.de/de/umwelt_bauen/umwelt/energie_klimaschutz/rhklima/biompos.html zuletzt aufgerufen am 09.02.2012

Region Hannover, 2010: Jahresbericht 2009. Raumordnung und Regionalplanung in der Region Hannover Heft Nr. 124, Beiträge zur regionalen Entwicklung, 47 S., Hannover.

Reich, M. & Rüter, S. (Hrsg.), 2011: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. Umwelt und Raum, Band 2. Schriftenreihe des Instituts für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover. 244 S., Göttingen.

Röhnert, P., 2006: Biomasseanlagen im Spannungsfeld zwischen baurechtlicher Privilegierung und Bauleitplanung. In: BBR (Hrsg.): Bioenergie - Zukunft für ländliche Räume. Informationen zur Raumentwicklung 1/2, S. 67-80, Bonn.

Rühmkorf, H., 2011: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus zur Biogaserzeugung auf Landschaftsstruktur und Avifauna. Dissertation, 54 S., Hannover.

Runkel, P., 2005: Raumwirksame Fachplanungen. In: ARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. S. 281-289, Hannover.

Ruschkowski, E. v. & Wiehe, J., 2008: Balancing Bioenergy Production and Nature Conservation in Germany: Potential Synergies and Challenges. In: Yearbook of Socioeconomics in Agriculture. Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie, Zürich.

Schindler, M. & Lührs, T., 2009: Ökonomische Beurteilung des Anbaupotenzials für Biomasse in drei ausgewählten Regionen Niedersachsens. In: Forschungskoooperation der Länder Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und der Volkswagen AG: Länderkooperation „Biomasse für SunFuel“ - Ergebnisse. Projektlaufzeit Juli 2004 - Juni 2009. S. 13-20, Wolfsburg.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen), 2002: Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Sondergutachten, 212 S., Berlin.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen), 2007: Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, 124 S., Berlin.

Steinkraus, K.; Wolf, U.; Lahner, M.; Kanning, H. & Rode, M., 2010: Akteursanalyse. In: Rode, M. & Kanning, H.: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 157-240, Stuttgart.

- Tebbe, A. & Winter, J. C., 2010: Regionalplanerische Steuerungsansätze für den Ausbau erneuerbarer Energien: Betrachtung der Region Hannover und Nordschwarzwald: Diplomarbeit an der TU Dortmund.
- Turowski, G., 2005: Raumplanung (Gesamtplanung). In: ARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. S. 893-898, Hannover.
- UBA (Umweltbundesamt), 2006: Was sie über den vorbeugenden Hochwasserschutz wissen sollten. 46 S., Dessau.
- Verband Region Stuttgart, 2010: Regionalplan für die Region Stuttgart vom 22.07.2009. <http://www.region-stuttgart.org/vrs/main.jsp?navid=441> zuletzt aufgerufen am 06.02.2012
- VVG (Vereinbarte Verwaltungsgemeinschaft) Rheinfelden-Schwörstadt, 2010: Landschaftsplan VVG Rheinfelden-Schwörstadt – Eignung von Natur und Landschaft für den Maisanbau. Karte 10.4, September 2010. <http://www.rheinfelden.de/ceasy/modules/cms/main.php5?cPageId=303> zuletzt aufgerufen am 06.02.2012
- WBA (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik am BMELV), 2007: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung - Empfehlungen an die Politik. 255 S., Berlin.
- WBGU (Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltfragen), 2011: Welt im Wandel Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. 420 S., Berlin.
- Wiehe, J. & Rode, M., 2007: Auswirkungen des Anbaus von Pflanzen zur Energiegewinnung auf den Naturhaushalt und andere Raumnutzungen. In: Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 33, S. 101-113, München.
- Wiehe, J.; Ruschkowski, E. v.; Rode, M.; Kanning, H. & Haaren, C. v., 2009: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Landschaft am Beispiel des Maisanbaus für die Biogasproduktion in Niedersachsen. Naturschutz und Landschaftsplanung, 41 (4) S. 107-113, Stuttgart.
- Wiehe, J.; Rode, M. & Kanning, H., 2010a: Raumanalyse I – Auswirkungen auf Natur und Landschaft. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 21-90, Stuttgart.
- Wiehe, J.; Buhr, N.; Wolf, U.; Kanning, H. & Rode, M., 2010b: Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.), 2010: Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 241-251, Stuttgart.
- Wiehe, J., 2011: Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf Natur und Landschaft: Entwicklung und Anwendung einer Bewertungsmethode. 62 S., Hannover.
- Zawichowski, M. & Rakovsky, M., 2009: Regionale Energiekonzepte - Die Richtige Strategie zu einer nachhaltigen Energieversorgung? 6. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, 12 S., Wien.

Gesetze, Richtlinien und Verordnungen

- Allgemeinverfügung zum Bayrischen Wassergesetz vom 20.04.2007. Amtsblatt für den Landkreis Deggendorf. Nr. 05: 90.
- BauGB - Baugesetzbuch i.d.F. vom 23. September 2004 .Bundesgesetzblatt I: 2414.
- BImSchG (Bundes-Immissionsschutzgesetz) - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge i. d. F. vom 26. 9. 2002. Bundesgesetzblatt I: 3830.
- BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz) - Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege i.d.F. vom 25.03.2005. Bundesgesetzblatt I: 1193.

EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien i.d.F. vom 29.03.2000. Bundesgesetzblatt I: 305.

EEG 2004 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (EEG-Novelle 2004). Bundesgesetzblatt Teil I 2004, S. 1918.

EEG 2009 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (EEG-Novelle 2009). Bundesgesetzblatt Teil I 2008, S. 2074.

EEG 2012 (Erneuerbare-Energien-Gesetz) - Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EEG-Novelle 2012). Bundesgesetzblatt Teil I 2011, S. 1643.

EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) - Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich i.d.F. vom 18. August 2008. Bundesgesetzblatt I: 1658.

EnWG - Energiewirtschaftsgesetz - 2005 i.d.F. vom 25.10.2008. Bundesgesetzblatt I: 2101.

Niedersächsisches Gesetz über Raumordnung und Landesplanung (NROG) i.d.F. vom 07.06. 2007. Nds. Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 17: 223.

NNatG - Niedersächsisches Naturschutzgesetz i.d.F. vom 11.04.1994 .Nds. Gesetz- und Verordnungsblatt: 155.

NWG - Niedersächsisches Wassergesetz i.d.F. vom 25.07.2007. Nds. Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 23: 345.

ROG - Raumordnungsgesetz i.d.F. vom 22.12.2008. Bundesgesetzblatt I: 2986.

SchuVO - Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten i.d.F. vom 24.05.1995. Niedersächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt: 133.

SchuVO - Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten i.d.F. vom 09.11.2009. Niedersächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 25/2009: 431.

TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm. Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes Immissionsschutzgesetz vom 26.08.1998. Gemeinsame Ministerialblatt Nr. 26: 503.

TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz Vom 24.07.2002. Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 25: 511.

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes der Leine im Landkreis Hildesheim vom 10.04.2003

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes der Innerste im Landkreis Hildesheim vom 02.09.2004

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes der Lamme im Landkreis Hildesheim vom 04.10.2005

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes der Nette im Landkreis Hildesheim vom 04.10.2005

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes der Saale im Landkreis Hildesheim vom 25.09.2006

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebiets für die Wietze zwischen der Kreisgrenze Celle/ Hannover und der Mündung der Wietze in die Aller vom 17.06.1991

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebiets für die Lachte zwischen der Kreisgrenze Celle/ Gifhorn und der Mündung der Lachte in die Aller vom 14.12.1993

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebiets der Örtze vom Zusammenfluss mit der kleinen Örtze bis zur Mündung vom 01.02.2006

Verordnung über die Festsetzung des Überschwemmungsgebiets der Mittelaller von 1986

Verordnung der Bezirksregierung über die Festsetzung eines Überschwemmungsgebietes der Aller von Celle bis Thören 01.10.2002

Verordnung der Bezirksregierung über die Festsetzung eines Überschwemmungsgebietes der Aller von Thören bis Verden vom 30.04.2004

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlage Ortschaftslump der Stadt Hildesheim (1961)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Dehnsen (1985)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Benstorf in den Landkreisen Hameln-Pyrmont, Hannover und Hildesheim (1987)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Neuhof im Landkreis Hildesheim (1988)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Coppengrave im Landkreis Hildesheim (1996)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Liethgrund/ Eimsen im Landkreis Hildesheim (1997)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Rheden/ Brügggen im Landkreis Hildesheim (1997)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebiets Capellenhagen/ Fölziehausen in den Landkreisen Hildesheim, Hameln-Pyrmont und Holzminden (1998)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebiets Wormstal im Landkreis Hildesheim (2000)

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Wetteborn in den Landkreisen Hildesheim und Northeim (2003)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebiets zugunsten der Wassergewinnungsanlage Poppenburg der Stadtwerke Hildesheim AG (2006)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Sülze der Stadt Bergen vom 21. Dezember 1982

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Eschede des Wasserversorgungsverbandes im Landkreis Celle vom 8. November 1983

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Wietze des Wasserversorgungsverbandes im Landkreis Celle vom 16. November 1989

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Garßen vom 25.8.1981

Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes Fuhrberger Feld in den Landkreisen Hannover, Celle und Soltau-Fallingb. vom 1.2.1996

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Unterlüß vom 12. Juli 1999

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Winsen (Aller) vom 28.07.1997

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Bostel vom 29. April 1986

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes Weesen vom 23. Juli 2001

Änderung der Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Walsrode der Stadtwerke Walsrode (1983)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Düshorner Heide des Wasserversorgungsverbandes Landkreis Fallingb. (1989)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Schüttenbusch der Stadtwerke Soltau GmbH (1992)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Förderbrunnen 6, 7 und 8 der Stadtwerke Schneeverdingen GmbH in Schneeverdingen (1994)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Wietzendorf der Gemeinde Wietzendorf (1995)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Jarlingen der Gemeinde Bomlitz (1999)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerkes Surwold des Wasserbeschaffungsverbandes „Hümming“ (1980)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen (Brunnen I bis VIII) des Wasserwerkes Grumsmühlen des Wasserverbandes Lingener Land -Wasserschutzgebiet Grumsmühlen (2004)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerkes Stroot der Stadtwerke Lingen GmbH -Wasserschutzgebiet Stroot- (2007)

Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerkes Meppen/ Kossen-Tannen der Stadtwerke Meppen – Wasserschutzgebiet Meppen/ Kossen-Tannen (2008)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Landkreis Hildesheim-Marienburg (1) (1967)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Landkreis Hildesheim-Marienburg (2) (1967)

Verordnung zum Schutze der Umgebung der Bantelner Allee in der Gemarkung Banteln und Gronau (1969)

Verordnung zum Schutz des Landschaftsteils „Sehlder Bruch“ (1987)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Sieben Berge und Vorberge“ (1989)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Rottebach“ (1990)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Heberberg“ (1990)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Sackwald“ (1991)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Bodenabbau-Gebiet bei Heisede“ (1992)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Kapellenberg Ottbergen“ (1992)

Verordnung zum Schutz des Landschaftsteils „Nettetal“ (1993)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Gronauer Masch“ (1992)

Verordnung zum Schutz des Landschaftsteiles „Vorholzer Bergland“ (1996)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Osterwald“ (1998)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Hainberg“ (2002)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Kiesgrube Heisede“ (2003)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Selter“ (2004)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Finie“ (2005)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Landkreis Celle 1. Entenfang Boye bei Celle, 2. Örtzetal von Müden bis zur Mündung in die Aller

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Landkreis Celle 13. Behrenshop bei Altenhagen, 14. Weißes Moor bei Hustedt

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Bereich der Stadt und des Landkreises Celle: „Oberes Allertal“

Verordnung zum Schutze des Baum- und Strauchbestandes auf dem Weg von Groß-Hehlen nach Boye

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Landkreis Celle: „Lachtetal“

Verordnung des Landkreises Celle über das Landschaftsschutzgebiet „Südheide“

Verordnung der Stadt Celle über das Landschaftsschutzgebiet „Garßener Loh“

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemarkung Bispingen (1938)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen im Kreise Soltau (1941): LSG SFA 17: Borsteler Kühlen und Brunautal, LSG SFA 18: Ihl-Rihn und Lohmoor, LSG SFA 20: Der Barbusch und Voßberg, LSG SFA 22: Ahlfte-ner Flatt, LSG SFA 23: Riensheide, LSG SFA 24: Brock bei Leitzingen, LSG SFA 25: Umgebung des Höllenber-ges, LSG SFA 26: Höpener Heide und Höpener Berg, LSG SFA 27: Barlener Dünen und Wacholderheide, LSG SFA 28: Oeninger Bruch, LSG SFA 29: Heide am Poggenberg, LSG SFA 30 Wilde Berge und Umgebung

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemarkung Essel (1948)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemarkung Dorfmark (1950)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemarkung Oerbke (1950)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen „Der Reiherhorst“ (1957)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemeinde Uetzingen (1955)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemeinde Schwarmstedt

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemeinde Munster (1957)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemeinde Böhme (1974)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Kreuzförtsbach“ (1976)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Krelinger Heide“ (1976)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Böhmetal“ (1976)

Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Westenholzer und Esseler Bruch“ (1978)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Bomlitztal“ (1984)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Allernbachtal“ (1984)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Hahnenbachtal“ (1984)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Schwarzes Moor bei Zahrensen“ (1984)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Munster-Oerrel“ (1986)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Jordanbach“ (1988)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Vethbach“ (1988)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Jettebruch“ (1989)

Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Steinförthsbach“ (1992)

- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Lehrdetal“ (1992)
- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Warnautal“ (1994)
- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Oberes Böhmetal“ (1995)
- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Kiessee bei Bothmer“ (1998)
- Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen und Landschaftsbestandteilen im Kreise Meppen (1940):
LSG EL 1: „Viehweide Hamm“, LSG EL 4: „Sprakeler Wald“, LSG EL 5: „Berßener Lohe“, LSG EL 6: „Muhne“,
LSG EL 7: „Haseufer“, LSG EL 10: „Sandberge“
- Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen in der Gemeinde Lahn – Landschaftsteil „Wehrlager Lahn“
(1951)
- Verordnung zum Schutz von Landschaftsteilen im Kreise Meppen: „Helle“ (1954)
- Verordnung zum Schutze der Parkanlage „Bosquet“ (1954)
- Verordnung zum Schutze eines Landschaftsteils in der Gemeinde Spahn: „Lindenallee“ (1956)
- Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Barenberg“ (1969)
- Verordnung zum Schutze des Schlosses und der Waldanlagen „Clemenswerth“ (1969)
- Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Emsland“ (1981)
- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Bockholter Dose“ (1982)
- Verordnung zum Schutze von Landschaftsteilen: Landschaftsschutzgebiet „Wildes Moor“ (1989)
- Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Buschwiesen“ (1991)
- WHG (Wasserhaushaltsgesetz) - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts i.d.F. vom 19. 08.2002 Bundesgesetzblatt I: 3245.
- WHG (Wasserhaushaltsgesetz) - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts i.d.F. vom 31. 07.2009 Bundesgesetzblatt I: 2585.

Karten und Planwerke

- Flächennutzungsplan der Gemeinde Rethem (Aller) 2007 im Landkreis Soltau-Fallingb.ostel.
- Flächennutzungsplan der Stadt Rhinow 2007 im Landkreis Havelland.
- LEP Rheinland-Pfalz 2008: Landesentwicklungsprogramm (LEP IV).
- LGN (Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen) (Hrsg.), 2006: Auszug aus den Geobasisdaten 2006 (DLM 50), GEOSUM (Geo-Daten-Server der niedersächsischen Umweltverwaltung).
- LK Hildesheim, 1993: Landschaftsrahmenplan (LRP) Landkreis Hildesheim.
- LROP 1994: Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen.
- LROP 2008: Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen.
- NML (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung), 2008: Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP).
- Regionalplan Region Stuttgart 2009.
- Regionalverband Nordschwarzwald, 2007: Teilregionalplan Regenerative Energien. Biomasse/Biogas, Geothermie, Photovoltaik, Wasserkraft, Windkraft, Entwurf.
- RROP Celle 2005: Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) 2005 für den Landkreis Celle.

RROP Emsland 2001: Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) 2000 für den Landkreis Emsland.

RROP Emsland 2010: Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) 2010 für den Landkreis Emsland.

RROP Hildesheim 2001: Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) für den Landkreis Hildesheim.

RROP Region Hannover 2005: Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) für die Region Hannover 2005.

RROP Soltau-Fallingb. 2001: Regionales Raumordnungsprogramm 2000 (RROP) für den Landkreis Soltau-Fallingb.

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. Helga Kanning und Prof. Dr. Michael Rode in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

BUHR, N.; STEINKRAUS, K.; WIEHE, J.; KANNING, H. & RODE, M. (2006): Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassenutzung. In: UVP-report 20 (4), S. 168-173.

BUHR, N. & KANNING, H. (2008): Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit - Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen. In: Erneuerbare Energien, Ausgabe 6, Juni 2008, S. 76-77.

BUHR, N. & KANNING, H. (2008): Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien - Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven. In: PLANERIN 3/08, S. 23-24.

KANNING, H.; BUHR, N. & STEINKRAUS, K. (2009): Erneuerbare Energien — Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 2/2009, 67. Jahrgang, Heft 2, S. 142-156.

BUHR, N.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 91-156, Stuttgart.

BUHR, N.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Anhang zur Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, S. 58-76, Stuttgart.

WIEHE, J.; BUHR, N.; WOLF, U.; KANNING, H. & RODE, M. (2010): Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 241-251, Stuttgart.

BUHR, N.; WIEHE, J.; STEINKRAUS, K.; WOLF, U., RODE, M. & KANNING, H. (2010): Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 252-273, Stuttgart.

BUHR, N.; KANNING, H.; RODE, M.; WIEHE, J.; STEINKRAUS, K. & WOLF, U. (2012): Handlungsempfehlungen für eine natur- und raumverträgliche Optimierung der Biogaserzeugung. Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover & 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), 29 S., Hannover.

BUHR, N.; RODE, M. & KANNING, H. (2013): Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production. Angenommen (2012) bei: European Planning Studies, ca. 25 S.

Hannover, den 21. März 2012

Nina Buhr

Nachweis des individuellen Beitrags der Autorin

Artikel	Anteil/Bearbeitung Nina Buhr	Anteil/Bearbeitung der weiteren Autoren
Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Kanning, H. & Rode, M. (2006): Umwelt- und Raumverträglichkeit der energetischen Biomassennutzung. In: UVP-report 20 (4), S. 168-173.	- Konzeption des Artikels	- Ausarbeitung der weiteren Kapitel
	- Ausarbeitung des Kapitels Prozessketten der energetischen Biomassennutzung - Ausarbeitung des Kapitels Analyse der Umwelt- und Raumverträglichkeit energetischer Biomassepfade - Auswirkungen auf andere Raumnutzungen	
Buhr, N. & Kanning, H. (2008): Auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit - Das Forschungsprojekt SUNREG II untersucht die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf andere Raumnutzungsformen. In: Erneuerbare Energien, Ausgabe 6, Juni 2008, S. 76-77.	- Konzeption und Ausarbeitung des Textes	- Diskussion der Ergebnisse - Korrektur des Artikels
Buhr, N. & Kanning, H. (2008): Raumverträglichkeit Erneuerbarer Energien - Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Perspektiven. In: PLANERIN 3/08, S. 23-24.	- Konzeption und Ausarbeitung des Textes	- Diskussion der Ergebnisse - Korrektur des Artikels
Kanning, H.; Buhr, N. & Steinkraus, K. (2009): Erneuerbare Energien - Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 2/2009, Heft 2, 67. Jahrgang, S. 142-156.	- Konzeption des Artikels	- Ausarbeitung der weiteren Kapitel
	- Ausarbeitung des Kapitels Räumliche Auswirkungen und Akteure des Biogaspfades, insbesondere des methodischen Teils zur Stoffstrom- bzw. Prozesskettenanalyse und des Kapitels Wirkungsbeziehungen zwischen dem Biogaspfad und Raumnutzungen	
Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M. (2010): Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.) (2010): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 91-156, Stuttgart.	- Konzeption und Ausarbeitung des Textes	- Diskussion der Ergebnisse - Korrektur des Artikels
Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M. (2010): Anhang zur Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, S. 58-76, Stuttgart.	- Konzeption und Ausarbeitung des Textes	- Diskussion der Ergebnisse - Korrektur des Artikels

Artikel	Anteil/Bearbeitung Nina Buhr	Anteil/Bearbeitung der weiteren Autoren
<p>Buhr, N.; Kanning, H. & Rode, M. (2010): Anhang zur Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen.</p> <p>In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade - Anhang. CD-Beilage, S. 58-76, Stuttgart.</p>	<p>- Konzeption und Ausarbeitung des Textes</p>	<p>- Diskussion der Ergebnisse - Korrektur des Artikels</p>
<p>Buhr, N.; Wiehe, J.; Steinkraus, K.; Wolf, U., Rode, M. & Kanning, H. (2010): Handlungsempfehlungen für die natur- und raumverträgliche Optimierung des Biogas- und des BtL-Pfades.</p> <p>In: Rode, M. & Kanning, H. (Hrsg.) (2010): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 252-273, Stuttgart.</p> <p>und</p> <p>Buhr, N.; Kanning, H.; Rode, M.; Wiehe, J.; Steinkraus, K. & Wolf, U. (2012): Handlungsempfehlungen für eine natur- und raumverträgliche Optimierung der Biogaserzeugung. Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover und 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), 29 S., Hannover.</p>	<p>- Konzeption des Textes</p> <p>- Ausarbeitung der einleitenden Kapitel - Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Grundwasserqualität und -menge - Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Hochwasserabfluss - Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Arten und Biotope - Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Erholungsqualität (und Wohnqualität) - Ausarbeitung der Inhalte mit vorwiegend raumplanerischem Hintergrund</p>	<p>- Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Bodenerosion - Ausarbeitung des Kapitels Handlungsempfehlungen für den Wirkkomplex Bodenverdichtung - Ausarbeitung des Kapitels Akteure des Biogaspfades (Akteursmodell) - Ausarbeitung des Kapitels Erfolgskriterien zur regionalen Gestaltung natur- und raumverträglicher Biomassepfade - Ausarbeitung des Kapitels Konfliktmanagement im Handlungsfeld der energetischen Nutzung von Biomasse - Korrektur des Artikels</p>
<p>Wiehe, J.; Buhr, N.; Wolf, U., Kanning, H. & Rode, M. (2010): Planerische Koordinierung für einen natur- und raumverträglichen Ausbau energetischer Biomassepfade.</p> <p>In: Rode, M.W.; Kanning, H. (Hrsg.) (2010): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. S. 241-251, Stuttgart.</p>	<p>- Konzeption des Textes</p> <p>- Ausarbeitung des Kapitels Koordinierung durch die Raumplanung (Formelle Instrumente)</p>	<p>- Ausarbeitung der weiteren Kapitel</p>
<p>Buhr, N.; Rode, M. & Kanning, H. (2013): Effectiveness of planning instruments for minimizing spatial conflicts of biogas production. Angenommen bei: European Planning Studies, ca. 25 S.</p>	<p>- Konzeption und Ausarbeitung des Textes</p>	<p>- Ausarbeitung des einleitenden Kapitels - Diskussion der Ergebnisse und Korrektur des Artikels</p>

