

**Entwicklung von Konzepten
für eine zukunftsfähige Siedlungs- und Verkehrsplanung
im Kathmandu-Tal**

Vom Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen
der Universität Hannover
zur Erlangung des Grades eines

DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Dr.-Ing.

genehmigte Dissertation

von

Ranjan Nath Pant (M.Sc.)

geboren am 18.09.1968 in Kathmandu, Nepal

2005 Hannover

Referent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Friedrich, Universität Hannover

Korreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefer, Universität Hannover

Tag der Promotion: 24.01.2005

Kurzfassung

Kathmandu, die Hauptstadt Nepals, ist eine der am schnellsten wachsenden Städte in Südasien. 1990 erhielt Nepal eine demokratische Verfassung. Seitdem hat die neue Wirtschaftspolitik der Regierung große Veränderungen für das Land gebracht. Die wirtschaftliche Entwicklung Nepals hängt stark von der im Land verfügbaren Energie ab. Im Jahr 2011 wird die erzeugte Energie Schätzungen zufolge bei 3.872 MW liegen; das entspricht mehr als dem Zehnfachen des heutigen Standes. Die positive Wirtschaftsentwicklung hat eine große Wirkung auf die Motorisierung im Kathmandu-Tal, welche bis zu 15 % pro Jahr beträgt.

Eine steigende Motorisierung hat vielfältige Auswirkungen auf das Kathmandu-Tal. Jeden Tag bilden sich in den Hauptverkehrszeiten immer mehrere Staus. Die Zahl der Verkehrsunfälle ist in den letzten Jahren rasant angestiegen. 1999 wurde in Nepal das erste Gesetz zur Kontrolle der Verkehrsemissionen erlassen. Die darin vorgeschriebenen Standards sind vergleichbar mit der Norm EURO 1 der EU, trotzdem entsprechen ca. 25 % der Fahrzeuge nicht diesem Standard. Im Jahr 1999/2000 sind die Verkehrsemissionen von CO, NO_x, und HC auf ca. 70.000, 6.200 bzw. 1250 Tonnen gestiegen. Seit langem warnt die WHO, dass die Luftqualität im Kathmandu-Tal eine der schlechtesten der Welt sei. Die Auswirkungen der Luftverschmutzung sind besonders auffällig im Gesundheitsbereich und bei den zahlreichen historischen Gebäuden.

Bis 1981 lag die Einwohnerzahl des Kathmandu-Tales unter 800.000. In 2001 erreichte die Zahl bereits ca. 1,5 Mio. Durch den Anstieg der Einwohnerzahl sind auch neue Siedlungsgebiete entstanden. Betrug die bebaute Fläche im Kathmandu-Tal 1984 noch 3.100 ha, so war im Jahr 2000 schon etwa die dreifache Fläche bebaut. Das lokale Gesetz zur Selbstverwaltungsregelung von 2056 (1999) hat den Dorf- und Stadtentwicklungskomitees sehr große Einflussmöglichkeiten auf die Infrastrukturentwicklung der Dörfer und Städte gegeben. Ein Problem dabei ist, dass überall ohne Rücksicht auf die notwendige Infrastruktur gebaut wird. Damit verschlechtern sich die Chancen für eine zukünftige Entwicklung der Infrastruktur.

In dieser Arbeit werden vier verschiedene Szenarien als mögliche Lösung für ein nachhaltiges Verkehrssystem im Kathmandu-Tal vorgeschlagen. Die Szenarien werden miteinander und mit dem Prognosenullfall verglichen. Nur durch eine Verschärfung der Verkehrsemissionsgesetze, selbst bei stark zunehmendem Verkehr, können die Emissionen bis zum Jahr 2020 um über 50% reduziert werden. Mit Anpassung des ÖPNV-Systems nach europäischem Standard kann das Wachstum der Motorisierung verlangsamt werden. Eine bessere Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle für das gesamte Kathmandu-Tal kann durch eine Zentrale Einrichtung erreicht werden.

Schlagwörter: Siedlungsplanung, Verkehrsplanung, Kathmandu

Abstract

Kathmandu, the capital of Nepal, is one of the fastest growing cities in south Asia. Since Nepal became a democracy in 1990, the government has launched a new economic policy, which made big changes in the country. Economical development of a country like Nepal strongly depends upon the energy available in the country. By the year 2011 Nepal is going to produce about 3,872 MW of energy, mainly from hydro-electric power, which is more than ten times the energy available now. The economical development has a big impact on the motorization of the country, especially the Kathmandu Valley, where the growth rate of motor vehicles is about 15 % per year.

The fast growth of motor vehicles has a large impact on the Kathmandu Valley. There are always traffic jams in peak hours. Every year the number of accidents increases. More motor vehicles mean more emission, and for the first time, in December 1999, laws (NVMES, 2056) for the control of vehicle emission have been issued. The specifications of the emission control laws are similar to the EURO 1 of EU. But about 25 % of motor vehicles do not meet this standard. In 1999/2000 the vehicle emissions of CO, NO_x, and HC were approximately 70,000, 6,200 and 1,250 tons respectively. WHO is warning that the air pollution in the Kathmandu Valley is one of the worst conditions in the world. This air pollution damages both historic buildings and public health.

Up to 1981 the population of the Kathmandu Valley was less than 800,000, but in 2001 it reached 1.5 million. So, to meet this requirement, land covered by urban area increased very quickly. The land covered by the urban area was about 3,100 ha in 1984, but the heavily developing city area has increased the covered urban area more than three times by 2000. The Local Self-Governance Regulation Act, 2056 (1999) has given significant power to Village Development Committees and Municipalities for the infrastructure development of villages and cities respectively. But as villagers are constructing without taking any necessary measures in infrastructure development, the chances of better infrastructure development in future is very low.

In this work, four different scenarios are developed as possible solutions to the sustainable traffic development of Kathmandu Valley. These scenarios are then compared to each other and also to the future situation without any of these measures. The best infrastructure planning, development and control can only be achieved through a Central Coordinating Organisation for the whole valley. Only through tight controls of vehicle emissions, even with fast increasing motor vehicles, about 50% of total emission can be reduced up to year 2020. Very slow growth rate of motor vehicles can be obtained only by improving the public transport systems, as in industrialised nations.

Key words: Urban planning, traffic planning, Kathmandu

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis	V
1	Entwicklung der Stadt	1
1.1	Einführung	1
1.2	Entwicklung einer Stadt in Südasien	1
1.3	Die städtebauliche Entwicklung des Kathmandu-Tales	2
1.4	Problemstellung und Ziel	4
1.5	Vorgehensweise	7
2	Bewertungsmethoden und Zielbaum	11
2.1	Bewertungsmethoden	11
2.2	Grundmodell der Nutzwertanalyse	12
3	Verkehrssituation im Kathmandu-Tal	21
3.1	Kraftfahrzeugbestand	21
3.2	Reisegeschwindigkeiten	23
3.3	Die Situation des nicht motorisierten Verkehrs	26
3.3.1	Fußgänger	26
3.3.2	Radfahrer	28
3.4	Verkehrsbelastungen auf den Hauptstrecken	28
3.5	Öffentliche Verkehrsmittel	29
3.5.1	Art und Anzahl der Fahrzeuge des ÖPNV	30
3.5.2	Die Linien des ÖPNV	32
3.6	Staus im Kathmandu-Tal	34
3.7	Straßen	35
3.7.1	Länge der Straßen	35
3.7.2	Kapazität der Straßen	36
3.8	Verkehrsmanagement und Durchführung	37
3.8.1	Arbeitsplan	37
3.8.2	Training	38
3.8.3	Verkehrsinformation und Schulungen	38
4	Unfälle und Verkehrsverstöße	39
4.1	Unfallanalyse	39
4.2	Verkehrsverstöße	42

5	Stadt- und Verkehrsentwicklungsplanung im Kathmandu-Tal	45
5.1	Zuständigkeiten	46
5.2	Gesetze und Regelungen zur Bebauung	47
5.3	Verwendung der bestehenden Infrastruktur	48
5.4	Entwicklung der Flächennutzung und des Grundstücksmarktes	51
5.5	Einwohnerzahl Kathmandus	57
6	Energieverbrauch und Umwelt	61
6.1	Energieverbrauch	61
6.2	Energieverbrauch im Verkehrsbereich	63
6.3	Kraftstoffpreise	65
6.4	Emissionsquellen	66
6.4.1	Industrie	67
6.4.2	Haushalte	67
6.4.3	Verkehrswesen	67
6.5	Emissionsregelung	68
6.6	Verkehrsemission	70
6.7	Luftqualität im Kathmandu-Tal	70
6.8	Nebel und Smog im Kathmandu-Tal	72
6.9	Lärm	73
6.10	Auswirkung der Luftverschmutzung	74
7	Verkehrsablauf im Kathmandu-Tal	75
7.1	Verkehrsmodelle	75
7.2	Verkehrszonen	75
7.3	Verkehrserzeugung, -verteilung und -umlegung	77
8	Entwicklung des Kathmandu-Tales bis 2020	83
8.1	Entwicklungstendenz	83
8.2	Einwohner in 2020	85
8.3	Fahrzeugzahlen und Belastungen ohne Maßnahmen (Szenario 0)	88
8.4	Problemanalyse	97
9	Planungsüberlegungen	103
9.1	Bau neuer Schnellverbindungsstraßen	103
9.2	Verbesserung der bestehenden Straßenqualität	105
9.3	Neue Parkräume	106
9.4	Neues Parksystem	108

9.5	Sicherheiten	109
9.6	ÖPNV-Konzepte	109
9.6.1	Kontrolle und Betrieb des ÖPNV-Systems	111
9.6.2	ÖPNV-Netz und Verbindungen	111
9.6.3	Art und Qualität der Fahrzeuge im ÖPNV	113
9.6.4	ÖPNV-Zonen und gestaffelte Fahrkosten	113
9.7	MIV-Konzepte	114
9.7.1	MIV-orientierte Planung	114
9.7.2	Nicht MIV-orientierte Planung	115
9.8	Einrichtung für Planung und Entwicklung der gesamten Infrastruktur	116
9.9	Neue Emissionsgesetze	118
10	Szenarien	123
10.1	Szenario 1 (S1)	123
10.2	Szenario 2 (S2)	124
10.3	Szenario 3 (S3)	125
10.4	Szenario 4 (S4)	126
10.5	Entwicklung der Motorisierung	128
11	Auswirkungen und Bewertungen	131
11.1	Entwicklung der Motorisierung in verschiedenen Szenarien	131
11.2	Verkehrsbelastung in verschiedenen Szenarien	132
11.3	Verkehrsgeschwindigkeit	137
11.4	Fahrzeiten	138
11.5	Energieverbrauch	140
11.6	Emission	140
11.7	Verkehrssicherheit	143
11.8	ÖPNV	144
11.9	Besetzungsgrad der Fahrzeuge	144
11.10	Parken	144
11.11	Infrastrukturplanung und Stadtentwicklungen	145
11.12	Wirtschaftlichkeit	145
11.13	Bewertung der Szenarien nach Punkte-Skala	146

12	Zusammenfassung und Empfehlungen	149
12.1	Zusammenfassung	149
12.2	Empfehlungen	150
12.2.1	Kurzfristig umsetzbare Empfehlungen	151
12.2.2	Langfristig umsetzbare Empfehlungen	146
13	Literaturverzeichnis	153
14	Abbildungsverzeichnis	159
15	Tabellenverzeichnis	163
Anhang	165

Abkürzungsverzeichnis

<i>CCC</i>	Contact Co-ordination Centre
<i>CO</i>	Kohlenmonoxid
<i>CO₂</i>	Kohlendioxid
<i>DOHUD</i>	Department of Urban Development & Building
<i>DOR</i>	Department of Road
<i>DOTM</i>	Department of Transport Management
<i>HC</i>	Kohlenwasserstoff
<i>HMG Nepal</i>	His Majesty's Government of Nepal
<i>IUCN</i>	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Nepal)
<i>IVÖV</i>	Internationaler Verband für Öffentliches Verkehrswesen
<i>KMC</i>	Kathmandu Metropolitan City
<i>KPT</i>	Kathmandu Public Transportation
<i>KTA</i>	Kathmandu Transportation Authority
<i>KTEK</i>	Kathmandu-Tal Entwicklungskomitee
<i>KTM</i>	Kathmandu
<i>KVTDC</i>	Kathmandu Valley Town Development Committee
<i>KVTP</i>	Kathmandu Valley Traffic Police
<i>MIV</i>	Motorisierter Individualverkehr
<i>MOF</i>	Ministry of Finance
<i>MOLTM</i>	Ministry of Labour & Transport Management
<i>MOPE</i>	Ministry of Population & Environment
<i>Mtoe</i>	Million ton oil equivalent
<i>NEA</i>	Nepal Electricity Authority
<i>NOC</i>	Nepal Oil Cooperation
<i>NO_x</i>	Stickoxide
<i>ÖPNV</i>	Öffentlicher Personennahverkehr
<i>PM</i>	Partikel
<i>S0</i>	Prognosenullfall bzw. Szenario 0
<i>S1</i>	Szenario 1
<i>S2</i>	Szenario 2
<i>S3</i>	Szenario 3
<i>S4</i>	Szenario 4
<i>UNEP</i>	United Nations Environmental Program
<i>UN-HABITAT</i>	United Nations Human Settlements Program
<i>WCV, Nepal</i>	The World Conservation Union, Nepal

1 Entwicklung der Stadt

1.1 Einführung

Wegen der sogenannten Globalisierung wächst die Industrie und Wirtschaft in Schwellenländern. Auch die Investitionen steigen jährlich in diesen Ländern. Obwohl immer noch tiefe Gräben zwischen den Industrie- und den Schwellenländern vorhanden sind, nimmt die Wirtschaftsentwicklung in der Dritten Welt sehr stark zu.

Das rasante Wirtschaftswachstum in den Schwellenländern hat nicht nur zu einem höheren Lebensstandard der Bevölkerung geführt, sondern es hat auch die Gesichter der Städte massiv verändert. Das wird besonders an den enorm gestiegenen Einwohnerzahlen der Städte deutlich. Ein Grund hierfür ist auch, dass durch die erhöhte Kaufkraft immer mehr motorisierte Fahrzeuge angeschafft werden können und somit die Mobilität und Flexibilität bei der Wahl des Arbeitsplatzes gestiegen ist. Das vorhandene Verkehrssystem bzw. Straßennetz kann mit dieser Entwicklung nicht Schritt halten und wird ohne entsprechende Maßnahmen in absehbarer Zukunft zusammenbrechen.

Eigentlich sollten die Städte in Zukunft an die geänderten Bedürfnisse angepasst sein, damit auch ein Leben in der Stadt für die Einwohner angenehm und attraktiv ist. Die Stadt kann man auch mit gesunden Menschen vergleichen: Alle Teile (Organe) arbeiten reibungslos zusammen. Da die Planung bzw. Entwicklung einer Stadt nicht mit Naturwissenschaft vergleichbar ist, kann keine 100-prozentige Zufriedenheit, aber mit bestimmten Planungen ein höheres Niveau erreicht werden.

Schon seit dem Altertum war die Planung und Entwicklung einer Stadt übliche Praxis. Damals diente sie weniger zur Optimierung des Verkehrs als vielmehr zur Verbesserung der Handelsaktivitäten bzw. der Verteidigung. Heute liegen die Schwerpunkte bei der Planung eher bei der Infrastruktur, Umwelt, Mobilität, dem störungsfreien Verkehrsfluss und der Wirtschaftlichkeit.

1.2 Entwicklung einer Stadt in Südasien

Im Altertum wurden die Städte und Dörfer im südasiatischen Raum immer nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten geplant. Solche Grundregeln und Theorien für die Stadtplanungen sind in alter Literatur wie Rig Veda, Athar Veda, Aajur Veda, Shilpa Shastra oder Niti Shastra zu finden. Stadtplaner war im Altertum ein sehr angesehener Beruf. Die meisten Städte bildeten im Altertum ein kleines Königreich. Im Kathmandu-Tal gab es insgesamt vier solcher kleinen Königreiche, nämlich Kathmandu, Patan, Bhaktapur und Kirtipur.

Die Städte wurden grundsätzlich am Ufer eines Flusses gegründet, um die Wasserversorgung der Einwohner zu sichern. In einer typischen südasiatischen Stadt findet man einen Marktplatz, enge Straßen, öffentliche Gebäude, Tempel mit Übernachtungsmöglichkeiten für Reisende, einen Königspalast, Wohngebiete und öffentliche Trinkwasserstellen.

1.3 Die städtebauliche Entwicklung des Kathmandu-Tales

Durch verschiedene Kriege in historischer Zeit wurde das Kathmandu-Tal wiederholt zerstört und wieder aufgebaut. Die erste erkennbare Dynastie entstand im 5. Jahrhundert n. Chr. und wurde von den Gopalas gegründet. Danach fand die weitere Entwicklung des Kathmandu-Tales unter verschiedenen Dynastien statt. Bedeutsam für die Geschichte des Tales wurde das 14. Jahrhundert. Die erste Hälfte ist gekennzeichnet durch fortgesetzte Raubzüge in das Tal durch Könige aus dem Westen. Die Heiligtümer blieben stets unberührt, da diese Eindringlinge der gleichen Religion angehörten. Anders der Raubzug des islamischen Herrschers Shams Udin Ilyas von Bengalen, der im Jahre 1349/50 in das Tal einfiel und sowohl die Städte wie auch die Heiligtümer in Schutt und Asche legte. Auf dieses Ereignis wird es allgemein zurückgeführt, dass im Kathmandu-Tal kein einziges Gebäude existiert, das vor dem 14. Jahrhundert entstanden ist [53].

Der große Reorganisator des Tales wurde König Jayasthiti Malla (1382 – 1395), der zwar nur etwa ein Jahrzehnt regierte, aber die gesamte Struktur des Tales auf eine bis ins 18. Jahrhundert hinein gültige neue Basis stellte und die chaotischen Zustände, die vor seiner Regierung bestanden hatten, beenden konnte. Für die Entwicklung der Stadt hat die damalige Kultur der Newar eine sehr große Rolle gespielt. Sie hat Siedlungen hervorgebracht, die in vielem den Charakter mittelalterlicher europäischer Stadtanlagen tragen. Sie haben enge Straßen, die beidseitig mit mehrgeschossigen Wohnhäusern besetzt sind, deren oft reich geschmückte Fassaden eine geschlossene Straßenfront bilden. Das untere Geschoss dient Handelszwecken oder als Werkstatt, die oberen Geschosse werden zum Wohnen genutzt. Die Küche befindet sich im Dach, wobei der Rauch durch die Ritzen der Dachziegeln entweicht; ein Schornstein wurde nicht entwickelt. Meist haben die Häuser einen Hof als eigentliches Zentrum, der in gleicher Höhe umbaut ist wie die Straßenfront [53].

Die Knotenpunkte der Straßen weiten sich oft zu kleinen Plätzen aus, auf denen sich Brunnenanlagen und Miniaturschreine mit Kultbildern befinden, die für das tägliche Leben der Bevölkerung vielfach mehr Bedeutung haben als großartige Tempelanlagen. Gerade die Brunnen stellen eine hohe technische Leistung dar, denn sie werden durch kilometerlange Wasserleitungen gespeist. Für Abwässer wurde eine Kanalisation gebaut, die überdeckt neben der Gasse herläuft.

Für die Stadtkerne des Kathmandu-Tales (Kathmandu und Patan) treffen heute diese Aspekte immer noch mehr oder weniger zu, nur die Brunnen und die Kanalisation sind in der Regel vollständig vernachlässigt und werden nur noch sehr selten genutzt.

Das Kathmandu-Tal war auch immer ein großes Handelszentrum. Für die Gestalt der drei Städte Kathmandu, Patan und Bhaktapur wurde der Verlauf alter Handelswege, die zum Teil aus den Stadtplänen heute noch ersichtlich sind, bestimmend. Die heutige Nord-Süd-Achse in Kathmandu und Ost-West-Achse in Patan, die die beiden zusammengewachsenen Stadtteile miteinander verbinden und durchlaufen, sind ehemals wichtige Handelswege. Diese Straßen bilden das Rückgrat der Stadtanlage des Kathmandu-Tales.

Das heutige Stadtbild Kathmandus wird bestimmt durch eine Folge von parallel in nordsüdlicher Richtung verlaufenden Straßen, die von solchen in westöstlicher Richtung geschnitten werden. Dieses System ergibt ein verhältnismäßig klares Raster, das sich den landschaftlichen Gegebenheiten, nämlich dem Verlauf des Höhenrückens entlang des Flusses Bishnumati, anpasst. Die Handelsstraße schneidet das Straßensystem diagonal. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass das Rastersystem jüngeren Datums ist als der Verlauf der Handelsstraße und das Resultat einer vereinheitlichenden Stadtplanung ist, die im Verlaufe vieler Jahrhunderte erfolgte.

Der Ausbau Kathmandus zu einer nach europäischen Vorstellungen geformten modernen Hauptstadt erfolgte seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Man verließ den dicht besiedelten Bereich der Altstadt und errichtete im Osten, entlang des heutigen Kantipath, eine Fassade, bestehend aus einer Folge von Palästen, Schulen, Krankenhäusern und Kasernenbauten. Diese Straße verläuft von Norden nach Süden und folgt weitgehend der Linie der ehemaligen Stadtmauer entlang einer bis dahin unbebauten Hochfläche, die mehr und mehr den Charakter einer platzartig umbauten Paradefläche annahm.

Nach 1900 entstanden in der Umgebung von Kathmandu und Patan eine Fülle von zum Teil riesigen Palästen, die für Mitglieder der Rana-Familie errichtet wurden und heute meist Regierungszwecken dienen.

Die meisten Palastanlagen allerdings fielen bereits beim Erdbeben von 1934 wieder zusammen. Aufgrund der Zerstörungen durch dieses Erdbeben bot sich auch die Gelegenheit, die New Road in die Stadt hineinzubrechen und so eine Verbindung vom alten Palastbezirk nach Kantipath zu schaffen, die bis heute als Hauptstraße dient [53].

1.4 Problemstellung und Ziel

Das Kathmandu-Tal ist in drei Distrikte unterteilt: Kathmandu, Patan und Bhaktapur. Kathmandu ist nicht nur die Hauptstadt Nepals, sondern auch das Haupthandelszentrum des Landes. Aufgrund der zahlreichen zum Weltkulturerbe gehörenden Tempel ist Kathmandu auch als Stadt der Tempel bekannt.

Im Kathmandu-Tal gab es viele kleine Dörfer, die heute wegen der Ausdehnung Kathmandus in der Stadt aufgegangen sind. Die Stadtteile Balaju, Buddha, Sanepa usw. sind jetzt nicht mehr kleine Dörfer, sondern Teile der Stadt Kathmandu. Das Stadtgebiet konzentrierte sich bis etwa 1990 auf den Bereich innerhalb der Ring Road, einem ca. 26 km langen Cityring. In den vergangenen 13 Jahren hat sich die Situation grundlegend geändert. Innerhalb der Ring Road gibt es mittlerweile weder genug bebaubaren Grund noch ausreichend Grünflächen. Deshalb wird immer mehr außerhalb der Ring Road gebaut, wobei keine Rücksicht auf Naturschutz genommen wird.

Stadtentwicklung

Aufgrund von fehlenden Bebauungsplänen leidet Kathmandu schon heute unter vielfältigen Problemen. Der Besitz eines Grundstücks allein reicht aus, um dieses bebauen zu können. Das hat zur Folge, dass unkontrolliert und planlos Gebäude errichtet werden. Durch die planlose Bebauung sind neue Siedlungsgebiete entstanden, die nicht an die Infrastruktur angebunden sind.

Verkehrsentwicklung

Heutzutage gibt es im Kathmandu-Tal viele Veränderungen, besonders in den Bereichen technologische Entwicklung, Wirtschaft, Motorisierung, Lebensstandard usw. Die Grundlagen, wie die Entwicklung der Infrastruktur, Verkehrsplanung, Umfeld usw., haben sich nicht sehr stark verändert. Aufgrund der Motorisierung ist das Gesicht des alten Kathmandus nicht mehr erkennbar. Vor mehr als 80 Jahren hatte die Rana-Regierung das Straßennetz aufgebaut. Die meisten Straßen waren nur für Pferdekutschen gedacht. Solche engen Straßen wurden später nur asphaltiert. Das heißt, die meisten Straßen können heute nicht mehr dem Verkehr in beiden Richtungen dienen.

Motorisierter Individualverkehr

Die Einwohnerzahl der Stadt hat in den letzten 30 Jahren um mehr als das Doppelte zugenommen. Auf der Suche nach Arbeit und Wohlstand ziehen Tausende von Menschen von den Dörfern in das Kathmandu-Tal. Die Einwohnerzahl liegt heute bei knapp 1,5 Mio. Für 87 % der Bevölkerung der Region besteht die Möglichkeit zur Nutzung von Verkehrsmitteln. Die schnell wachsende Wirtschaft

Kathmandu führt gleichzeitig zu einem proportionalen Anstieg des Verkehrsaufkommens, wodurch sich auch die Verkehrssituation immer mehr verschlechtert. Das Wachstum des Pkw- und Motorradbestands liegt hier bei bis zu 15 % jährlich. Ein schlechtes Straßennetz und zunehmender Straßenverkehr sind die Ursachen dafür, dass sich jeden Tag in der historischen Stadt Kathmandu mehrere kilometerlange Staus bilden [28]. Bis 1990 wurden mehr als 90 % Pkws und 60 % Motorräder aus Japan und europäischen Ländern importiert. Deswegen waren die Preise für nepalesische Verhältnisse sehr hoch. Nur wenige Menschen konnten sich solche Autos oder Motorräder leisten. Im Kathmandu-Tal wurden die Busse und Minibusse, die aus Indien bzw. aus Deutschland importiert worden waren, als normale Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs verwendet. Wegen der Globalisierung und des Technologie-Transfers produzieren aber seit den 90er Jahren mehr als 25 Autofabriken in Indien, zusammen mit der japanischen und europäischen Automobilindustrie, technisch verbesserte und billigere Autos und Motorräder. Mehr und mehr Einwohner Kathmandus können sich deswegen nun solche Autos leisten. Das kann man auch schon auf den Straßen der Hauptstadt erkennen [33].

Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Auch der öffentliche Personennahverkehr ist nicht geregelt. Jeder, der ein geeignetes Transportmittel besitzt, kann dieses auch als öffentliches Verkehrsmittel einsetzen und damit Personen befördern. Es gibt keine bestimmten Linien, Routen oder Haltestellen. Aus diesem Grund werden lukrative Routen bevorzugt, da sie die meisten Erträge bringen. Alle anderen Routen werden, wenn überhaupt, nur unzureichend bedient. Nach 18 Uhr fahren die Busse des ÖPNV nur noch sehr selten und unregelmäßig. Das hat zur Folge, dass viele Privatpersonen versuchen, sich eigene Fahrzeuge anzuschaffen, wodurch die Anzahl der Beförderungsmittel in Privatbesitz rapide zunimmt. Viele Probleme im Kathmandu-Tal werden aufgrund von fehlenden Umweltkontrollen hervorgerufen. Durch die besondere geographische Lage können die Emissionen nicht aus dem Tal entweichen. Eine Reinigung der Luft erfolgt ausschließlich durch Regenfälle. Deswegen leidet das Tal unter saurem Regen.

1969 gab es erstmals eine Untersuchung „Der physikalische Entwicklungsplan für das Kathmandu-Tal“ [34]. Die Empfehlungen bezogen sich auf die Bereiche:

1. Wirtschaft
2. Ausbildung
3. Industrie, Import/Export
4. Einsparungen durch Nutzung der vorhandenen Ressourcen
5. Familienplanung
6. Investment und Entwicklung in den Bergregionen des Tales
7. Entwicklungsprogramme für die Gemeinden

Diese Empfehlungen wurden in den vierten 5-Jahresplan (1970-75) aufgenommen, aber nicht umgesetzt.

Durch den historischen Mangel an Planung, Maßnahmen und Umsetzung leidet das Tal an vielfältigen Verkehrsproblemen. Um verschiedene Mängel zu beseitigen, werden zwingend neue und spezifische Planungen und Maßnahmen benötigt, damit die Menschen in Zukunft schnell und sicher ihr Ziel erreichen können.

Ziel

Wegen der schwachen Regelungen und der unzureichenden Verkehrsplanung verschlechtert sich die Situation im Kathmandu-Tal stetig. Zur Kontrolle des wachsenden Verkehrs und dessen Auswirkungen ist unbedingt eine bessere Planung erforderlich. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Verkehrssituation, das Umfeld sowie die Raum- und Bauplanung im Kathmandu-Tal zu analysieren, die zukünftige Situation zu prognostizieren und die Mängel zu analysieren. Danach werden neue Maßnahmen entwickelt. Die Maßnahmen werden bewertet und schließlich Empfehlungen ausgesprochen.

Um die gesamten Probleme und Mängel bzw. Maßnahmen zu treffen, wird hier das gesamte Ziel zuerst in die folgenden vier Zielfelder geteilt:

- Verkehr
- Infrastrukturplanung und Entwicklung
- Umfeld
- Wirtschaftlichkeit

Die Verkehrsqualität eines Straßenraumes wird wesentlich von der Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer, der Güte des Verkehrsablaufes und der Erschließung für Verkehrsarten bestimmt.

Besondere Bedeutungen für die Verkehrssicherheit im Kathmandu-Tal haben die Art der Fahrzeuge und deren unterschiedliche Geschwindigkeiten sowie die Fußgänger und Straßenüberquerungen.

Die erwünschten Qualitäten des Verkehrsablaufes ergeben sich durch Abwägung aus der Verbindungsfunktion der für alle Verkehrsarten abgeleiteten Zielgrößen, der Reise- bzw. Beförderungsgeschwindigkeit mit den sonstigen Entwurfsvorgaben und den Anforderungen aus dem Gebietstyp, den Umfeldnutzungen und der straßenräumlichen Situation. Der öffentliche Personennahverkehr soll so gestaltet sein, dass möglichst viele Menschen damit einfach und besser

fahren können. Nicht motorisierter Verkehr soll mehr Sicherheit und Möglichkeit auf Straßenraum bekommen. Dafür müssen die heutigen Verkehrsgesetze und –abläufe überprüft und Empfehlungen für neue Maßnahmen erarbeitet werden. Der Bedarf für Parkplätze und Parksysteme für den motorisierten Individualverkehr muss ermittelt und geeignete Maßnahmen ergriffen werden [63].

Die Umfeldqualität der Straßenräume wird maßgeblich durch die Verkehrsemissionen bestimmt. Hier werden die heutige Verkehrsemission und deren Auswirkungen analysiert. Die künftige Verkehrsemission wird prognostiziert, neue Maßnahmen für die Verringerung werden entwickelt und Empfehlungen ausgesprochen.

In der Raum- und Bauplanung sollen die Bedürfnisse von Anwohnern und Straßenraumnutzern berücksichtigt werden. In Verfolgung dieser Ziele geht es vor allem darum, durch einprägsame ortstypische Merkmale die Orientierung im Quartier zu unterstützen sowie die historischen Achsen, Wegebeziehungen und Ausprägungen einzelner Gestaltelemente zu bewahren und die Geschichte ablesbar zu machen. Hier werden das bestehende Straßennetz analysiert und mögliche Entwicklungskonzepte empfohlen.

Die Konzepte, die umgesetzt werden, sollen auch möglichst wirtschaftlich lohnend sein. Hier wird Wirtschaftlichkeit nicht nur auf Kosten und Flächeneinsparung beschränkt, sondern sie berücksichtigt auch Verkehrsablauf, Fahrzeit usw.

1.5 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise dieser Arbeit wird in vier Abschnitte geteilt: Der erste Teil konzentriert sich auf die Literatur- und Zustandsanalyse des Kathmandu-Tales. In diesem Teil werden die Literatur und Daten, die aus Nepal beschafft worden sind, in Hinsicht auf Verkehr, Umfeld und Straßenraumgestalt analysiert. In der Zustandsanalyse werden zuerst die vorhandenen Verkehrsdaten vorgestellt. Die Verkehrszahlen, -dichte und -geschwindigkeit auf verschiedenen Hauptstrecken werden dargestellt. Die Situation des nichtmotorisierten Verkehrs, wie Radfahrer und Fußgänger, wird vorgestellt. Danach wird der Zustand des ÖPNV analysiert, besonders die Anzahl und Arten der Fahrzeuge, Routen, Haltestellen, Service usw.

Gesetze und Regelungen für Bebauung und Zuständigkeit werden dargestellt. Die vorhandene Infrastruktur und deren Verwendung, besonders Oberleitungsbusse, Zentraler Busbahnhof, Parkplätze usw. werden ebenso analysiert. Es werden Faktoren, die auf die Entwicklung eines Siedlungsgebietes Einfluss haben, ausgewertet.

Anschließend wird die Situation des Umfeldes im Kathmandu-Tal dargestellt. Der Energieverbrauch im Verkehrsbereich von verschiedenen Fahrzeugarten wird aufgezeigt. Danach werden die Emissionen und deren Auswirkungen sowie die entsprechenden Gesetze für Grenzwerte untersucht.

Der zweite Abschnitt der Arbeit befasst sich mit der Entwicklung von Zielen und Bewertungsmethoden und der Entwicklung des Kathmandu-Tales ohne Maßnahmen. Das gesamte Ziel wird in verschiedene Zielfelder bzw. Ziele unterteilt. Die Zielkriterien werden gewichtet, und Bewertungskriterien werden festgelegt. Diese Bewertungskriterien werden mit Hilfe der kardinalen Bewertungsmethode (Punkteskala) bewertet. Um künftige Situationen im Kathmandu-Tal zu prognostizieren, wird die Wirtschaftsentwicklung des Landes als Basis angenommen. In dieser Arbeit werden verschiedene Anhaltspunkte, die sich auf das Wirtschaftswachstum auswirken können, analysiert. Die künftige Entwicklung des Motorisierungsgrades wird mit Hilfe von nichtlinearer Regression berechnet. Die Entwicklung des Verkehrs und dessen Wirkungen werden untersucht, und Mängel werden festgelegt und dargestellt.

Der dritte Abschnitt der Arbeit befasst sich mit der Entwicklung von Maßnahmen und Planfällen, deren Auswirkungen und Bewertungen. Es werden verschiedene Planungsüberlegungen dargestellt. Die Maßnahmen werden in verschiedenen Szenarien eingesetzt und deren Auswirkungen mit Hilfe der Wertnutzanalyse bewertet.

Im letzten Abschnitt werden mit Hilfe der Bewertungen aus dem dritten Abschnitt die Empfehlungen ausgesprochen.

Das Vorgehen orientiert sich somit am Ablauf des Planungsprozesses, der einen formalisierten Rahmen für die ganzheitliche Betrachtung von Planungsaufgaben darstellt [Quelle FGSV].

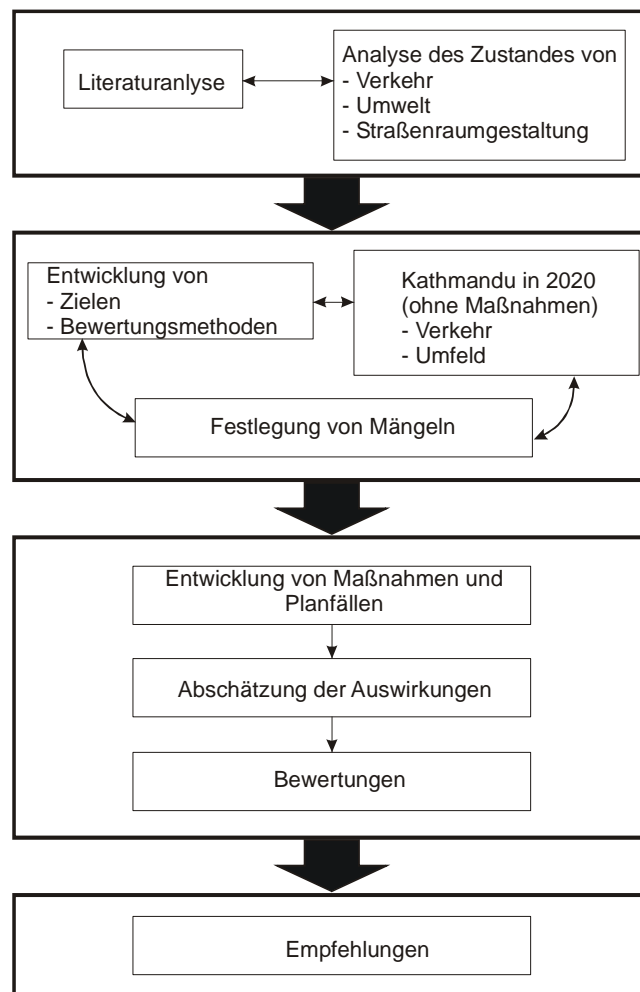


Bild 1.1: Vorgehensweise

2 Bewertungsmethoden und Zielbaum

2.1 Bewertungsmethoden

Bewertungsmethoden sind für die Entscheidung im Planungsprozess hilfreich. Bei der Bewertung wird dazu ein Vergleich zwischen

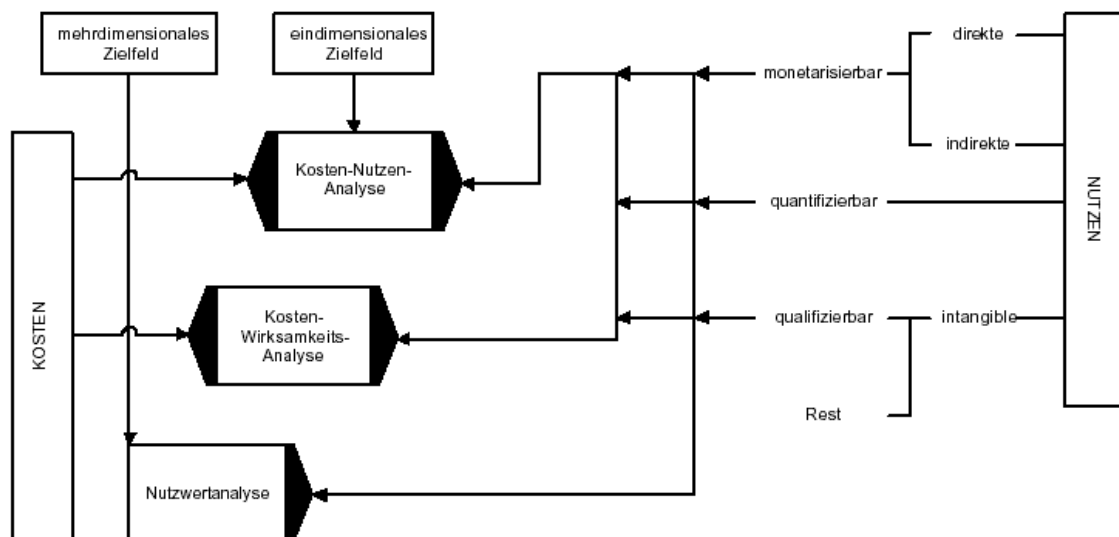
1. dem Zustand ohne Maßnahme und dem Zustand mit Maßnahme oder
2. unterschiedlichen Zuständen mit Maßnahmen untereinander im Hinblick auf die Erreichbarkeit der Ziele

durchgeführt [44].

Es gibt verschiedene Methoden:

1. Nicht formalisierte Verfahren
2. Teilformalisierte Verfahren und
3. Formalisierte Verfahren

In dieser Arbeit werden nur formalisierte Verfahren verwendet, und zwar Nutzwertanalysen (NWA).



Quelle: [44]

Bild 2.1: Kategorisierung der Nutzen-Kosten-Untersuchungen

In der Kosten-Nutzen-Analyse wird vorausgesetzt, dass alle wesentlichen Ziele direkt in Geldeinheiten messbar sind oder in Geldeinheiten transformiert werden können.

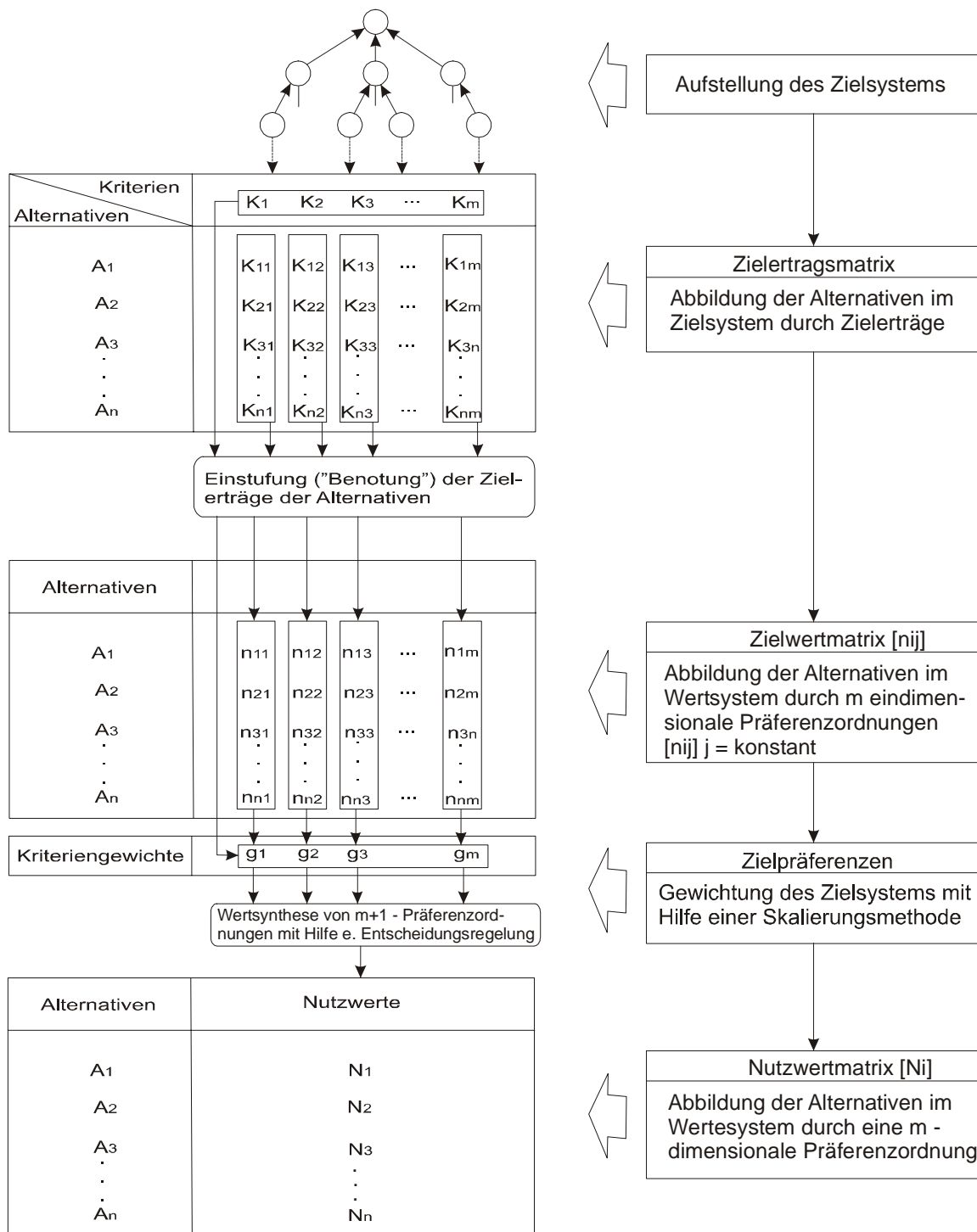
Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse geht von dem Ansatz aus, dass alle Kosten explizit erfasst werden und der Nutzen in einem besonderen Bewertungsverfahren über Nutzwerte ermittelt wird. Hier werden sich aus der Gegenüberstellung der Nutzwerte und der Kosten die Kosten-Wirksamkeiten ergeben.

Bei komplexen Vorhaben, wie hier bei den multidimensionalen Zielkonzepten für das Kathmandu-Tal, sind die monetären Voraussetzungen der Kosten-Nutzen-Analyse für das Zielsystem in der Regel nicht situationsgerecht.

Bei den multidimensionalen Zielkonzepten wird eine Nutzwertanalyse verwendet. Mit Hilfe der Nutzwertanalyse können komplexe Alternativen entsprechend der Präferenzen des Entscheidungsträgers bzgl. eines mehrdimensionalen Zielsystems geordnet werden. Die Ermittlung dieser Ordnung erfolgt auf der Grundlage eines gewichteten Zielsystems durch eindimensionale Präferenzurteile oder Zielwertfunktionen und deren entscheidungslogische Verknüpfung zu Nutzwerten der miteinander verglichenen Alternativen [42].

2.2 Grundmodell der Nutzwertanalyse

Das Grundmodell der Nutzwertanalyse zur schrittweisen Transformation von Zielerträgen in einem zusammenfassenden Nutzwert zeigt das Bild 2.2. Die Modellbildung der Nutzwertanalyse für diese Arbeit wird in den folgenden Schritten erläutert.



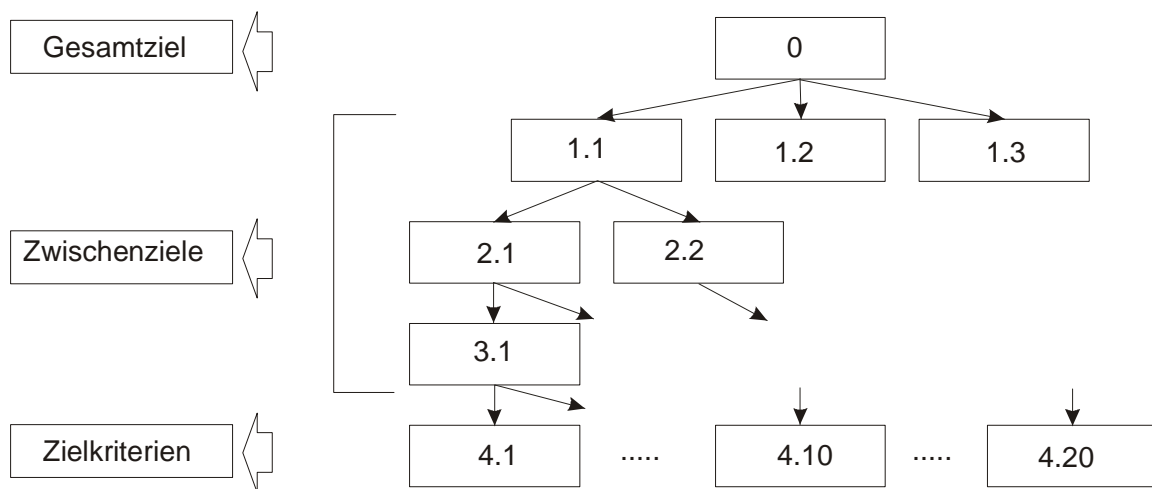
Quelle: [42]

Bild 2.2: Allgemeine Ablauflogik einer Nutzwertanalyse

Prinzip des Zielbaumverfahrens

Alle angestrebten Projektwirkungen bzw. Projekteigenschaften werden in einem Zielsystem geordnet dargestellt. Das erfolgt mit Hilfe des so genannten Zielbaumverfahrens, das zu einem hierarchisch strukturierten Zielsystem führt. An der Spitze der Zielhierarchie steht das Gesamtziel, das sachlich über mehrere Stufen definitorisch in Zwischen- bzw. Unterziele verzweigt und damit konkretisiert wird. Die Ziele auf der Basis der Zielhierarchie (Endpunkte von Zielketten) definieren die Kriterien zum bewertenden Vergleich von Alternativen. Sie werden im Bild 2.2 „Zielkriterien“ K_j genannt [42].

Das hierarchisch strukturierte Zielsystem dient zunächst zum systematischen Aufsuchen und zur Festlegung bewertungsrelevanter Wirkungsdimensionen (Zielkriterien und Indikatoren), die als inhaltlicher Vergleichsmaßstab für die Gegenüberstellung der Alternativen verwendet werden sollen. Darüber hinaus dient das Zielsystem jedoch auch – nach der Ermittlung der Zielderträge der Alternativen und deren eindimensionaler Bewertung – als logische Struktur der Informationsverdichtung bei der schrittweisen Zusammenfassung der Zielwerte zum Nutzwert [42].



Quelle: [42]

Bild 2.3: Prinzip des Zielbaumverfahrens

Das gesamte Ziel wird in dieser Arbeit zuerst in die folgenden vier verschiedenen Zielfelder geteilt:

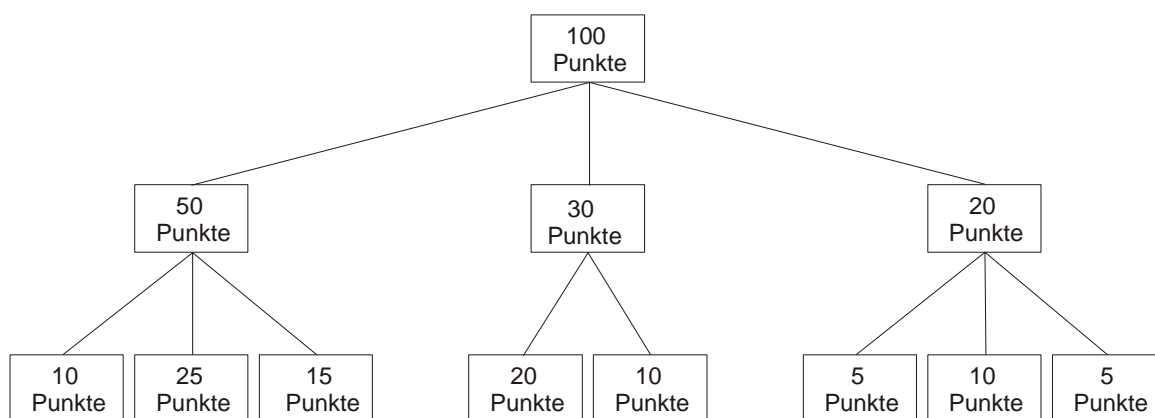
- Verkehr
- Umfeld
- Infrastrukturplanung und Entwicklung
- Wirtschaftlichkeit

Als Zielkriterien für das Zielfeld *Verkehr* sind die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und motorisierter Individualverkehr (MIV) angenommen. Diese werden in verschiedene Bewertungskriterien unterteilt. Die Zielkriterien für das Zielfeld *Infrastrukturplanung und Entwicklung* sind die Bauregelungen, Geh- und Radwege und Raumbildung. Für das Zielfeld *Umfeld* sind die Zielkriterien hauptsächlich der Energieverbrauch und die Emissionen. Diese werden mit Hilfe von Bewertungskriterien wie Energieverbrauch ohne umweltfreundliche Energien und Luftverunreinigung bewertet. Die Zielkriterien für das Zielfeld *Wirtschaftlichkeit* sind die Investitionen und die Reisekosten. Sie werden mit Hilfe von vergleichbaren Geldeinheiten bewertet. Das gesamte Ziel, das Zwischenziel sowie die Zielkriterien, Bewertungskriterien und Beschreibungsgrößen sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Gewichtung des Zielsystems

Da die Ziele in einem Zielsystem gewöhnlich von unterschiedlicher relativer Wichtigkeit für den Entscheidungsträger sind und im Hinblick auf ihre Erfüllung im Aufwand konkurrieren, müssen sie gewichtet werden.

Diese Gewichtung ist der erste Bewertungsschritt, durch den der Entscheidungsträger seine Zielpräferenzen ausdrückt. Praktisch erfolgt die Gewichtung gewöhnlich dadurch, dass jeweils 100 Prozentpunkte auf die Ziele je Zielverzweigung im Zielbaum verteilt werden, d. h. es werden die sogenannten Knotengewichte zugeordnet. Diese kennzeichnen das relative Gewicht eines Zieles, bezogen auf das unmittelbar vorgelagerte Oberziel. Das relative Gewicht eines Zieles, bezogen auf das Gesamtziel an der Spitze des Zielbaumes (sogenanntes Stufengewicht), kann dann aus den direkt geschätzten Knotengewichten errechnet werden.



Quelle: [42]

Bild 2.4: Errechnung der Systemrelevanzen oder Stufengewichte durch Verteilung der 100 Punkte des Gesamtzieles

In dieser Arbeit wird zuerst das Gesamtziel mit 100 Punkten gewichtet. Das Gewicht der Zielkriterien wird durch Verteilung des Gesamtzielgewichtes von 100 Punkten geschätzt. Bei der Gewichtung der Zielfelder werden Verkehr und Umwelt an erster Stelle angenommen. Das Zielfeld *Verkehr* ist für das Kathmandu-Tal sehr wichtig und wird mit 54 Punkten gewichtet. Das Zielfeld *Umfeld* wurde mit 20 Punkten an zweiter Stelle und die Zielfelder *Wirtschaftlichkeit* sowie *Infrastrukturplanung und Entwicklung* mit 15 bzw. 11 Punkten gewichtet. Die Verteilung der Gewichtung des Zielsystems ist in Tab. 2.1 dargestellt.

Die folgende Tabelle zeigt die Ziel- und Bewertungskriterien.

	SG	SG	Zielkriterien	SG	Bewertungskriterien	Beschreibungsgrößen	Messgrößen und Einheiten	
Verkehr	8	Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer	Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer	4	Unfallgeschehen	Unfallmöglichkeiten	Unfallmöglichkeiten (Qualität)	
	32	Gute Qualität des Verkehrsablaufs	ÖPNV	4	Risikoverhältnisse	Kfz-Versicherung	Kfz-Versicherung (Qualität)	
				4	Art der ÖPNV-Fahrzeuge	Qualität des Fahrzeuges	Qualität des Fahrzeuges	
				4	System des ÖPNV	Organisation	Organisation (Qualität)	
				4	ÖPNV-Netz	Anschlüsse	Anschlüsse (Qualität)	
				4	Beförderungsqualität	Mittlere Reisegeschwindigkeit (km/h)	Mittlere Reisegeschwindigkeit (km/h)	
	5		Bedienungshäufigkeit	Takt	Takt			
	5		Umsteigequalität	Park-and-Ride-Möglichkeiten	Qualität von Park & Ride	Qualität von Park & Ride		
	6		Kraftfahrzeugverkehr	mittlere Reisegeschwindigkeit (km/h)	mittlere Reisegeschwindigkeit (km/h)	mittlere Reisegeschwindigkeit (km/h)		
	7	Parksystem	Parksystem	4	Parkmöglichkeiten	Verfügbarkeit der Parkplätze	Anzahl der Parkplätze im und ums Zentrum	
4	Besetzungsgrad der Fahrzeuge	Besetzungsgrad der Fahrzeuge	4	Parkregelungen	Zeit- und Gebühneregelungen	Zeitorientierte Parksysteme (Qualität)		
Infrastrukturplanung und Entwicklung	3	Entwicklung der Motorisierung	Entwicklung der Motorisierung	4	Besatzungsanzahl und Verkehrszusammensetzung	Fahrgäste / Fahrzeug	Fahrgäste / Fahrzeug (Anzahl)	
	4	Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	3	Anzahl der Fahrzeuge	Anzahl der Fahrzeuge bis 2020	Anzahl der Fahrzeuge	
	4	Geh- und Radwege	Geh- und Radwege	4	Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	Entwicklungsplanung und Kontrolle	Einführung eines Flächennutzungsplanes (Qualität)	
	3	Anmut und Schönheit	Raumbildung, Maßstäblichkeit und Proportionen	4	Trennung der Fußgänger und Radfahrer	Straßen mit Geh- und/oder Radwegen	Straßen mit Geh- und/oder Radwegen (Qualität)	
	4	Energieverbrauch im Transportwesen	Energieverbrauch im Transportwesen	3	Natur- und Erholungsgebiet	Gebiete innerhalb der Ring Road	Gebiete innerhalb der Ring Road (Qualität)	
	16	Geringere Emissionsbelastung	Geringere Emissionsbelastung	4	Energieverbrauch nach Abzug der umweltfreundlichen Energien	Energieverbrauch nach Abzug der umweltfreundlichen Energien	Energieverbrauch (Mtoe)	
	7	Investitionen	Investitionen	8	Luftverunreinigung CO, NOx, HC	Entwicklung der Verkehrsemissionen bis 2020	Verkehrsemissionen total bis 2020 in t	
	8	Reisekosten	Reisekosten	8	Investitionskosten	Verkehrsemissionen im Jahr 2020	Verkehrsemissionen im Jahr 2020 in t	
	Wirtschaftlichkeit	7	Investitionen	Investitionen	7	Investitionskosten	Kosten	Kosten (Nepalesische Rupee)
		8	Reisekosten	Reisekosten	8	Kosten für total gefahrene Kilometer und Stunden	Kosten	Kosten (Nepalesische Rupee)

SG = Stufen-Gewicht

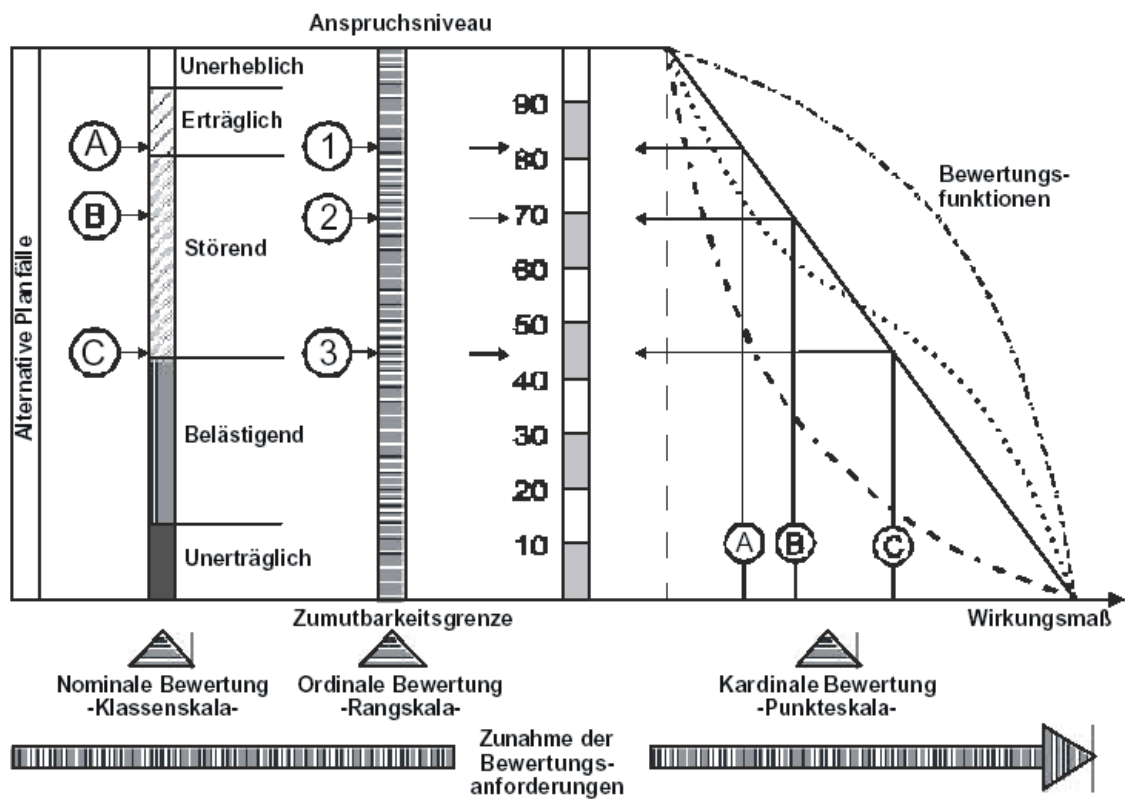
Tab. 2.1: Zielkriterien mit geschätztem Gewicht und Bewertungskriterien

Bestimmung der Zielerträge

Die konkrete Wirkung der Alternative A_i bezüglich der einzelnen Zielkriterien des Zielsystems ist zu ermitteln, d.h. die so genannten Zielerträge k_{ij} sind zu bestimmen. Hierbei handelt es sich um eine systemanalytische Aufgabe, in der spezielle fachliche Berechnungs-, Prognose- oder Schätzmethoden zur Anwendung kommen können.

Einstufung der Alternativen

Die vergleichende Einstufung der Alternativen ist der Bewertungsschritt bei der Nutzwertanalyse. Um die Indikatorwerte mit den erwünschten Anspruchsniveaus vergleichen zu können, ist die Umrechnung in Auslastungs-, Beeinflussungs- oder Zielerreichungsgrade notwendig. Eine solche Umrechnung wird als Skalierung bezeichnet.



Quelle: [44]

Bild 2.5: Skalierungsmethoden

In dieser Arbeit wurden für verschiedene Zielkriterien unterschiedliche Bewertungsfunktionen gewählt. Die Skalierung wurde entweder mit der quantitativen oder mit der qualitativen Methode bewertet. Die Ziele, die mit Zahlen verglichen werden können, werden mit einem quantitativen

Maßstab bewertet. Die Ziele, die nicht mit Zahlen verglichen werden können, werden mit einem qualitativen Maßstab bewertet. Ziele, wie Reisegeschwindigkeit, Fahrzeugzahlen, Emissionen usw. werden mit der quantitativen Methode mit Hilfe einer linearen Bewertungsfunktion beurteilt. In der qualitativen Methode werden die Stufen-Bewertungsfunktionen angenommen. In der qualitativen Bewertungsfunktion wird in 4 Stufen unterteilt, nämlich sehr gut, gut, befriedigend und schlecht mit einer Zielerreichung von 100 %, 60 %, 30 % und 0 %. Die verschiedenen Skalierungen der Zielkriterien sind in Anhang IV dargestellt. Zur Berechnung der Teilnutzungswerte jedes Zielkriteriums in einem Szenario wird das Stufengewicht mit dem erreichten Teilnutzwert multipliziert.

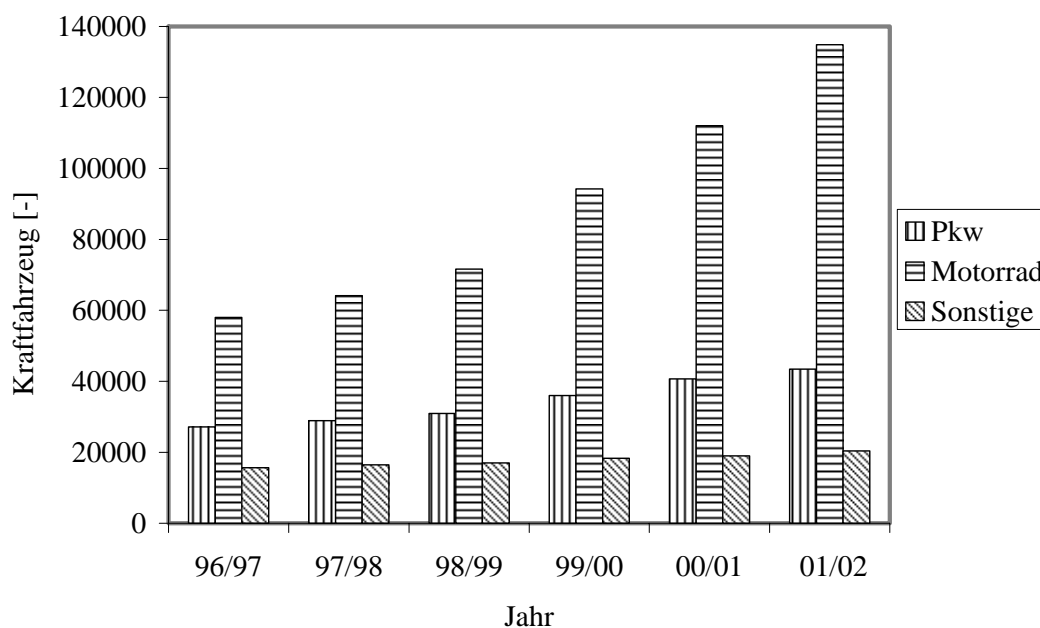
3 Verkehrssituation im Kathmandu-Tal

3.1 Kraftfahrzeugbestand

Die Verkehrsmittel, die in der Bagmati-Region, einer der 14 Verwaltungszonen Nepals, zugelassen sind, werden überwiegend nur im Kathmandu-Tal gefahren. Daneben gibt es den Fernverkehr (Busse) und den Güterverkehr (Lkws). Diese Fahrzeuge sind meistens in den Regionen Narayani und Lumbini zugelassen und werden auch im Kathmandu-Tal gefahren.

Die Zunahme der Kraftfahrzeuge, die in der Region Bagmati zugelassen sind, liegt pro Jahr bei etwa 9,1 %. Die Zunahme der Motorräder ist im Verhältnis zu anderen motorisierten Verkehrsmitteln sehr hoch, sie betrug über 30 % im Jahr 1999/2000 und ca. 20 % im Jahr 2000/2001 bzw. 2001/2002 [28].

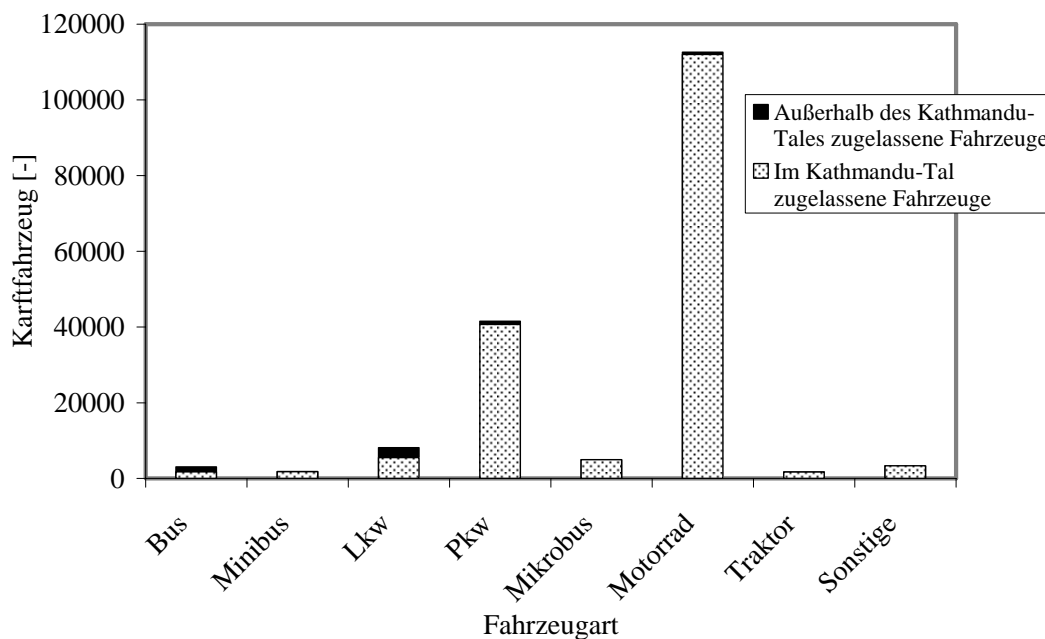
Im Kathmandu-Tal werden jedes Jahr ca. 50.000 Motorräder verkauft. Rikschas und Handkarren (Thela) dürfen nur auf einer begrenzten Anzahl von Straßen gefahren werden [28]. Das folgende Bild zeigt die Entwicklung der zugelassenen Kraftfahrzeuge im Kathmandu-Tal seit 1995/96.



Quelle: [64]

Bild 3.1: Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes nach Fahrzeugarten im Kathmandu-Tal

Viele Kraftfahrzeuge, die in Kathmandu fahren, sind hier nicht zugelassen. Besonders Busse und Lkws, die nicht in Kathmandu zugelassen sind, haben einen sehr großen Anteil. Das folgende Bild 3.2 zeigt die gesamte Anzahl der Fahrzeuge, die in Kathmandu zugelassen sind, und die tatsächliche Anzahl der Fahrzeuge, die in Kathmandu ohne dortige Zulassung gefahren werden.

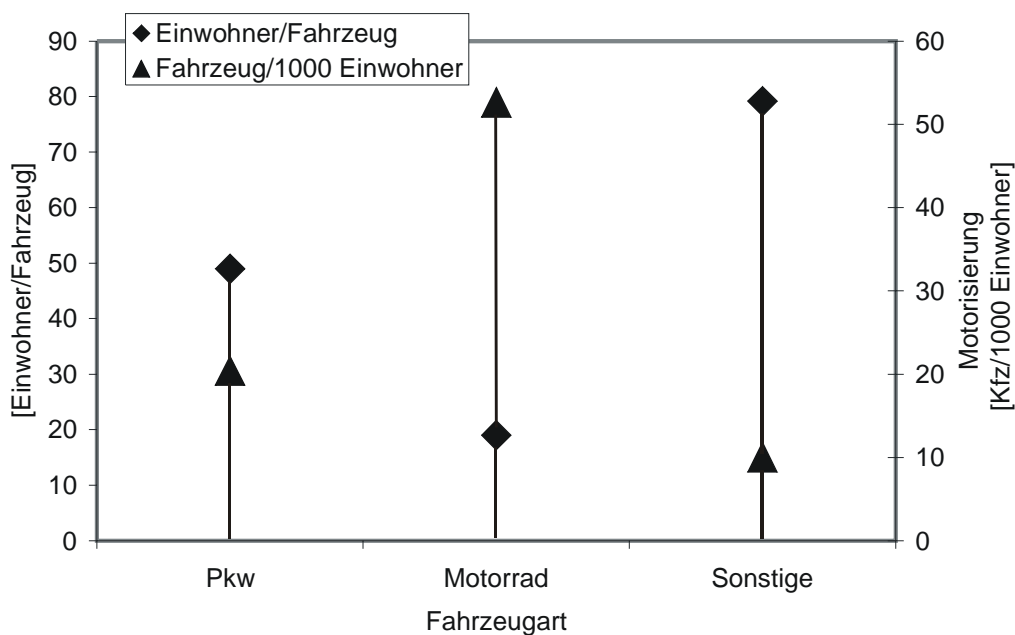


Quelle: KVTP

Bild 3.2: Anteil der von außen kommenden Fahrzeuge am Verkehr in Kathmandu

Viele Bewohner Kathmandus benutzen die Fahrzeuge, die außerhalb der Region zugelassen sind. Wenn wir nur die in der Bagmati-Region gemeldeten Verkehrsmittel berücksichtigen, dann sind das pro 1000 Einwohner 20 Pkws und 53 Motorräder. Das Bild 3.3 zeigt die Verkehrsmittel pro Einwohner im Kathmandu-Tal.

Wenn alle in der Bagmati-Region zugelassenen motorisierten Verkehrsmittel auf einmal auf die Straßen kommen würden, so bedeutete dies, gemessen an dem vorhandenen Straßennetz in Kathmandu, dass alle Straßen mit 2 und 4 Fahrstreifen voll wären und sich auf Straßen mit einem Fahrstreifen ein Stau von 50 km Länge bilden würde [28].



Quelle: [28]

Bild 3.3: Verkehrsmittel pro Einwohner im Kathmandu-Tal

3.2 Reisegeschwindigkeiten

Im Kathmandu-Tal gibt es verschiedene Fahrzeugarten, die sehr unterschiedlich hohe Geschwindigkeiten erreichen. Die Straßen werden von allen Fahrzeugarten gleichzeitig genutzt, da es keine getrennten Fahrstreifen gibt. Bei geringem Verkehrsaufkommen, trockenen Straßen und ausreichend vorhandenem Tageslicht würde von 85 % der Verkehrsmittel maximal folgende Geschwindigkeit erreicht [28]:

- Bus 60 km/h
- Lkw 60 km/h
- Minibus 60 km/h
- Pkw 70 km/h
- Motorrad 60 km/h
- Fahrrad 7 km/h
- Traktor 15 km/h

Ab 6 Uhr morgens ist es jedoch nicht mehr möglich, auf den Hauptstraßen 50 km/h zu fahren. Die durchschnittliche Geschwindigkeit liegt auf den Hauptstraßen innerhalb der Ring Road von 6 bis 8 Uhr bei ca. 25 km/h und von 8 bis 10 Uhr unter 20 km/h. Die Durchschnittsgeschwindigkeit für die Hauptstrecken wurde in drei unterschiedlichen Untersuchungen ermittelt [28].

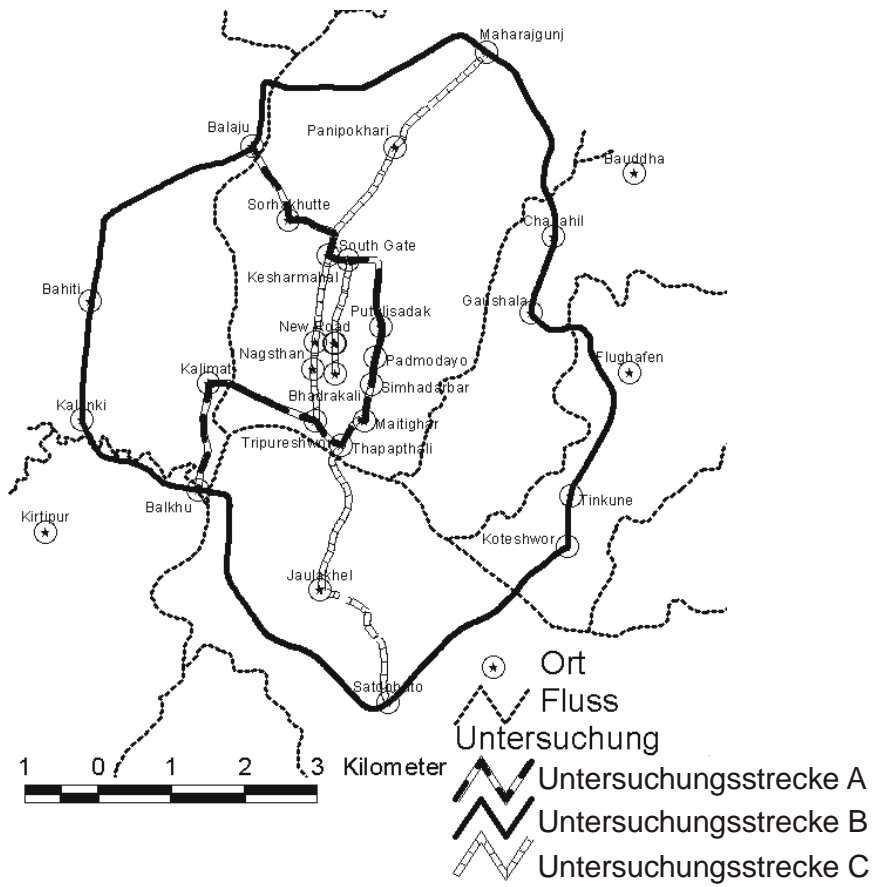


Bild 3.4: Untersuchte Strecken

Die folgenden Bilder zeigen die Durchschnittsgeschwindigkeit in den Untersuchungsabschnitten.

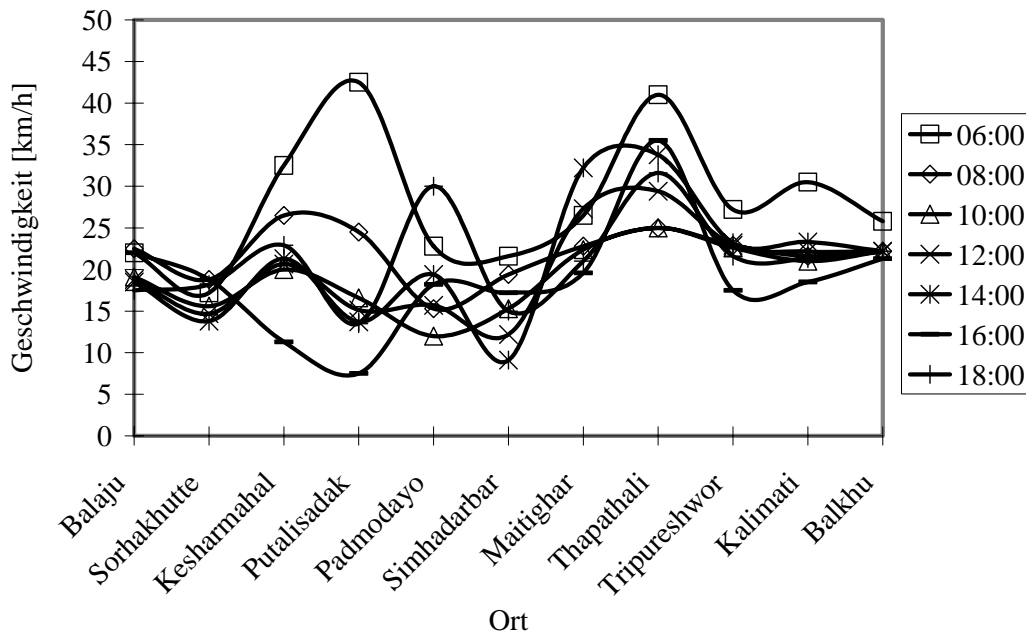


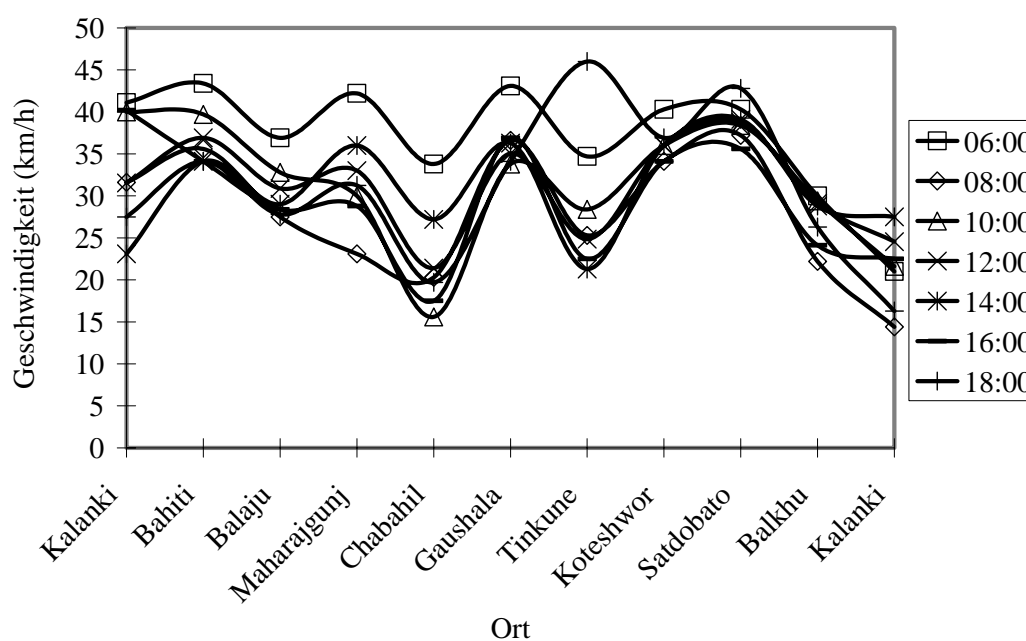
Bild 3.5: Durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit zwischen Balaju und Balkhu (A)

Quelle: [28]

Das Bild zeigt starke Schwankungen der Geschwindigkeit, abhängig von Zeit und Ort. Die Geschwindigkeit von Balaju in Richtung Sorhakhutte bleibt relativ gering und konstant, sie beträgt ca. 18 bis 22 km/h. Die Hauptursache für die geringe Geschwindigkeit auf dieser Strecke ist darin zu sehen, dass dies die kürzeste Verbindung vom Industriegebiet Balaju zum Zentrum ist. In Putalisadak und Simhadarbar gibt es sehr starke zeitabhängige Schwankungen. Früh morgens liegt der Durchschnitt hier bei über 43 km/h, er verringert sich aber im Laufe des Tages auf 7 km/h. Der Grund hierfür ist Staubildung durch hohes Verkehrsaufkommen. Zwischen Balaju und Balkhu wird mit 19,2 km/h bzw. 18,5 km/h um 10 Uhr bzw. um 16 Uhr die niedrigste Geschwindigkeit erreicht. Der Tagesdurchschnitt liegt hier bei 21,5 km/h.

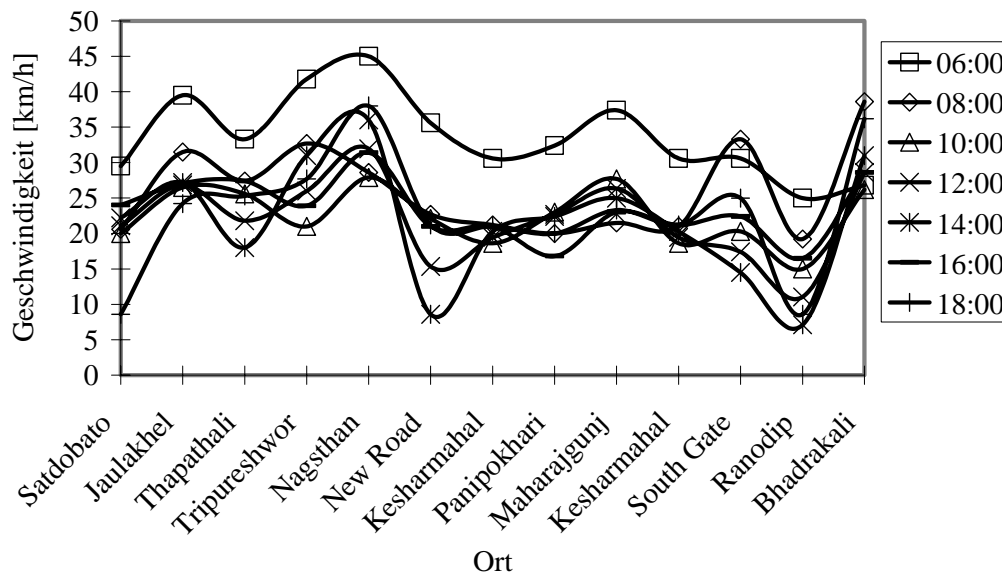
Das folgende Bild 3.6 zeigt die Verkehrssituation auf der Ring Road. Auf der gesamten Ring Road bleibt die Geschwindigkeit relativ hoch, nur in Kalanki und Chabahil verringert sie sich. Wegen der sehr hohen Einwohnerdichte in der Umgebung von Chabahil bleibt das Verkehrsaufkommen den ganzen Tag über relativ hoch, hier erreicht man im Berufsverkehr um 10 Uhr gerade noch 15 km/h.

Kalanki ist bis jetzt die einzige Möglichkeit, das Kathmandu-Tal in Richtung Tarai (Süden) zu verlassen, was auch hier ein konstant hohes Verkehrsaufkommen zur Folge hat. Der Anteil des Schwerlastverkehrs, wie Busse und Lkws, ist dadurch sehr hoch. So erreichen bzw. verlassen morgens und abends mehr als 75 % der Busse das Kathmandu-Tal. Deswegen sind die Belastungen zu diesen Tageszeiten sehr hoch.



Quelle: [28]

Bild 3.6: Durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Ring Road (B)



Quelle: [28]

Bild 3.7: Durchschnittliche Geschwindigkeit von Satdobato nach Bhadrakali (C)

Das Bild zeigt, dass diese Strecke ähnliche Eigenschaften aufweist wie die Untersuchungsstrecke A.

3.3 Die Situation des nicht motorisierten Verkehrs

Im Jahr 1991 lag der Anteil von Wegen, die im Kathmandu-Tal zu Fuß zurückgelegt wurden, bei 53,1 %. Die Zahl ist bis 2000 auf 32,4 % bzw. bis 2002 auf 31,5 % gesunken. Gleiches gilt für Fahrräder, deren Anteil 1991 bei einer durchschnittlichen Verkehrszusammensetzung mehr als ein Drittel betrug. Diese Zahl ist nun auf knapp über 16 % gesunken. Dagegen ist die Anzahl der Motorräder im gleichen Zeitraum dramatisch gestiegen [28].

3.3.1 Fußgänger

Im Kathmandu-Tal haben nicht alle Straßen separate Gehwege. Mehr als 10 % der Hauptstraßen und 40 % der Nebenstraßen haben keine Fußgängerüberwege. Die Straßen vom Zentrum bis New Baneshwor, bis Patan oder bis Kalimati über Bhadrakali, Simhadarbar und Maitighar haben Fußgängerüberwege. Die Hauptstraße vom Zentrum nach Gaushala hat von Krishnapauroti bis Gaushala nur teilweise Fußgängerüberwege. Hier fehlen auf vielen Teilstücken die Fußgängerüberwege von Naxsal bis Chabahil. Auf der Ring Road wurden bisher auch nur in einigen Bereichen Fußgängerüberwege geschaffen [32].

Das Zentrum und dessen Umgebung wurden immer möglichst günstig für den MIV gestaltet. In der letzten Zeit sind hier auch Fußgängerüberwege geschaffen worden.

Auf dem folgenden Bild sieht man einen für das Zentrum Kathmandus typischen Fußgängerüberweg.



Bild 3.8: Typischer Fußgängerüberweg im Zentrum Kathmandus

Die Brücken in Jamal werden täglich von mehr als 30.000 Fußgängern benutzt. Die folgenden Bilder zeigen die Überquerungen an den Kreuzungen in Jamal.



Bild 3.9: Überquerungen in Jamal

Die Fußgängerbrücken im Zentrum werden immer mehr genutzt. Solche Brücken bringen aber auch Nachteile mit sich, da aufgrund der Bauhöhe der Zugang zum Zentrum für große Fahrzeuge eingeschränkt wird. Außerdem sind die Brücken nicht bzw. schlecht geeignet für bestimmte Gruppen, wie Behinderte, Mütter mit Kinderwagen und ältere Menschen.

3.3.2 Radfahrer

In Kathmandu wurde bis zum Jahr 2000 nicht an Radwege gedacht. Die Radfahrer müssen zusammen mit dem anderen Verkehr auf den Straßen fahren. Das hatte zur Folge, dass in der letzten Zeit die Zahl der Radfahrer drastisch gesunken ist. Nun wurde im Jahr 2001 erstmalig für das Kathmandu-Tal ein separater Radweg geplant. Dieser Radweg ist ca. 3,5 km lang und führt von Maitighar über New Baneshwor bis zur Ring Road [KMC].

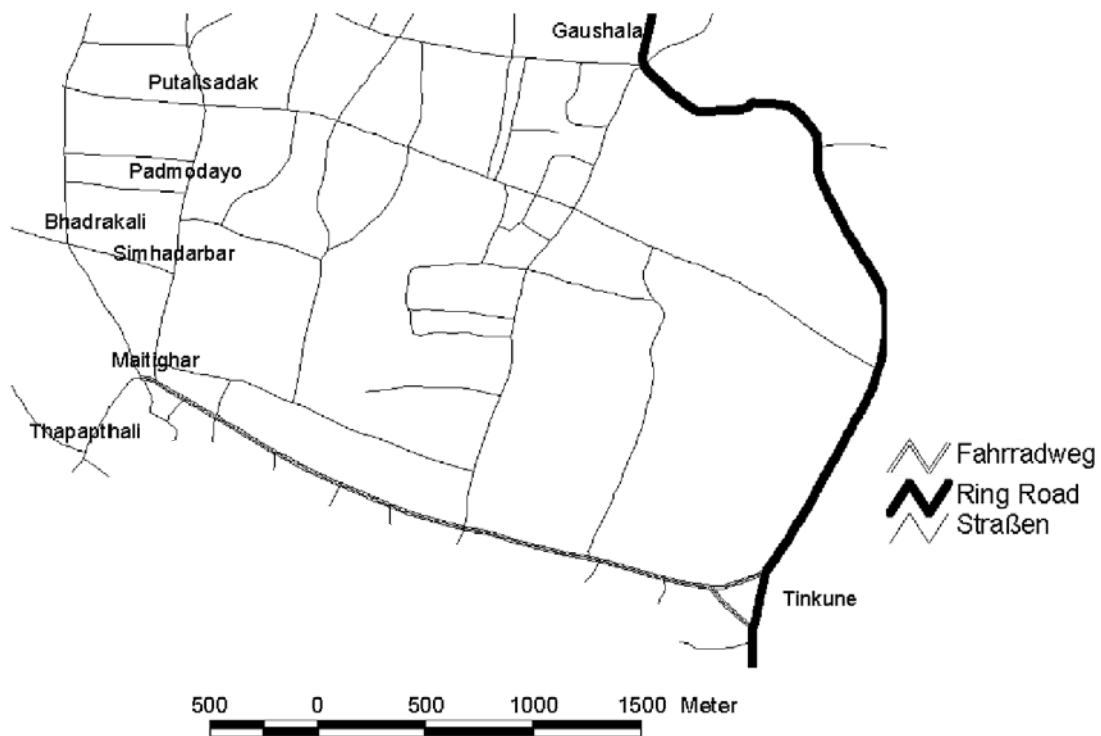


Bild 3.10: Geplanter Fahrradweg in Kathmandu

3.4 Verkehrsbelastungen auf den Hauptstrecken

Im Kathmandu-Tal sind die Thapathali-Brücke, Kantipath und Mahankalsthan die Hauptverkehrskreuzungen. Im Ring-Road-Bereich weist die Kreuzung in Chabahil (Mitra Park) eine hohe Verkehrsbelastung auf. Die folgende Tabelle zeigt die Querschnittszählung des Verkehrs an den Hauptverkehrskreuzungen im Jahr 2000.

Ort	Richtung	Vormittag (9 bis 11 Uhr)	Mittag (12 bis 14 Uhr)	Abend (16 bis 18 Uhr)
Putalisadak	Süd	1.785	1.577	1.750
	Nord	1.766	1.337	1.927
Thapathali	Süd	2.469	2.185	3.213
	Nord	2.662	2.095	3.196
Mahankalsthan	Nord	3.367	3.283	3.947
Tripureshwor	West	1.073	1.089	1.556
	Ost	2.133	1.729	2.455
Mitra Park	Süd	1.152	597	997
	Nord	1.672	2.664	2.542
Kalanki (Ring Road)	Süd	760	397	592
	Nord	648	337	581
Royal Palace (West Gate)	Süd	1.969	1.726	1.143
	Nord	1.707	1.513	1.854

Quelle: [28]

Tab. 3.1: Verkehrsbelastung auf Hauptverkehrsstraßen im Jahr 2000 in Pkw-E/Stunde

3.5 Öffentliche Verkehrsmittel

Die Sicherheit des Fahrzeugbestandes des ÖPNV ist nicht besonders hoch. Die meisten Minibusse und Busse sind mehr als 20 Jahr alt und in einem sehr schlechten technischen Zustand. Es sollen aber immer mehr Menschen damit transportiert werden. So sind die meisten Minibusse bzw. Busse immer überfüllt, die Menschen hängen sogar an den Türen. Deswegen sind die Türen dieser Fahrzeuge nur selten geschlossen, wodurch ein sehr hohes Risiko für die Fahrgäste besteht. Da außerdem viele Straßen im Kathmandu-Tal ein sehr starkes Gefälle aufweisen, sind diese alten und technisch mangelhaften Minibusse und Busse nicht verkehrssicher. Aus diesem Grunde nimmt das Vertrauen in den ÖPNV stetig ab. Da das Gesetz den Kauf von Fahrzeugen nicht beschränkt, nimmt auch die Zahl der privaten motorisierten Verkehrsmittel, im besonderen die Zahl der Motorräder und Pkws, rasant zu.

Die öffentlichen Verkehrsmittel in staatlicher Hand sind in einem sehr schlechten Zustand. Der Staat macht mit den Oberleitungsbussen und dem Sajha-Bus-Service jedes Jahr einen beträchtlichen Verlust. Auch bei der als Konkurrenz zu betrachtenden großen Anzahl von privat betriebenen Fahrzeugen des ÖPNV ist der Zustand eher schlecht. Durch unzureichende Planung und Service

können deshalb auch die meisten privaten Betreiber nicht genug Gewinn erzielen. Das ist der Grund dafür, dass keine besseren Fahrzeuge angeschafft werden können, was die Situation zusätzlich verschlechtert. Es sind derzeit auch keine weiteren privaten Investitionen in den ÖPNV in Sicht.

3.5.1 Art und Anzahl der Fahrzeuge des ÖPNV

Die Zahl der Fahrzeuge im ÖPNV ist in den letzten zehn Jahren nur für einige Fahrzeugarten gestiegen. Der Anstieg bei Bussen bzw. Minibussen war im Vergleich zu den kleineren Fahrzeugarten eher gering. Busse bzw. Minibusse waren bis Ende der 80er Jahre die hauptsächlich eingesetzten Fahrzeugarten im ÖPNV. Ein Minibus oder Bus befördert in der Regel 30 bzw. 45 Fahrgäste. Viele Menschen stehen bzw. hängen an den Türen dieser Fahrzeuge. Das ist der Grund dafür, dass Busse sowie Minibusse als unbequemes Transportmittel angesehen werden. Die Menschen wollen deshalb möglichst diese Art von Fahrzeug meiden. Etwa Anfang der 90er Jahre wurden kleinere Fahrzeugarten wie Mikrobus und Tempo eingeführt. Ein Mikrobus ist ein kleiner Bus mit 12 Sitzplätzen. Ein Tempo ist ein kleines Fahrzeug mit drei Rädern, mit dem je nach Bauart 8-12 Personen befördert werden können. Die Fahrzeuge warten meistens an den Endhaltestellen oder auch irgendwo auf der Fahrstrecke auf Fahrgäste, bis sie voll sind. Hier haben die kleineren Fahrzeuge den Vorteil, dass sie aufgrund der geringeren Anzahl von Sitzplätzen schneller gefüllt sind und somit geringere Wartezeiten haben als die größeren Busse. Das ist auch der Grund für die Beliebtheit der Minibusse und Tempos.



Bild 3.11: Tempo

Die folgende Tabelle 3.2 zeigt die Anzahl der Fahrzeuge des ÖPNV für kürzere Fahrten in verschiedenen Jahren.

ÖPNV	bis Juni/Juli 1987	bis Juni/Juli 1991	bis Aug/Sept. 2000
Bus	63	128	330
Minibus	420	630	926
Mikrobus			345
Taxi	1.510	1.857	5.817
Tempo	621	1.805	1.798
Tempo (Benzin)			702
Tempo (Gas)			369
Tempo (Batterie)			607

Quelle: [28]

Tab. 3.2: ÖPNV für kürzere Fahrten

Die benzinbetriebenen Tempos sind vergleichbar mit Taxis, da sie ihre Fahrstrecke den Wünschen der Kunden anpassen. Da es sich um eine kleinere Art von Tempos handelt, können diese maximal drei Fahrgäste transportieren.



Quelle: DHUD, HMG Nepal

Bild 3.12: Fahrgäste im ÖPNV

3.5.2 Die Linien des ÖPNV

Im Kathmandu-Tal gibt es ÖPNV nur als Halbdurchmesserlinien. Die Endhaltestellen sämtlicher Linien befinden sich im Zentrum, besonders in der Umgebung von Tudikhel, und zwar vor dem Hauptsitz der Royal Nepal Airlines Cooperation (RNAC) in Nagsthan sowie in Shahidgate, Jamal und Ratnapark und am alten Busbahnhof.

Das Bild 3.13 zeigt eine dieser Endhaltestellen für Mikrobusse bzw. Tempos entlang der Hauptstraße.



Bild 3.13: Endhaltestellen für Mikrobusse bzw. Tempos entlang der Hauptstraße (vor dem RNAC)

Das Bild 3.14 zeigt die Situation am alten Busbahnhof.



Bild 3.14: Alter Busbahnhof direkt am Zentrum

Im Jahr 2000 gab es täglich ca. 3.800 Abfahrten vom alten Busbahnhof in alle Richtungen, und noch einmal genauso viele kamen auch von außerhalb an. Dazu kamen zusätzlich ca. 520 Abfahrten, die am Sano Bus Park abfuhren bzw. ankamen [28].

Im Jahr 2000 war der Tempo das am meisten benutzte ÖPNV im Kathmandu-Tal. Im Jahr 2000 fuhren ca. 1.710 Tempos täglich vom bzw. zum Zentrum. Der größte Anteil der Fahrten lag in der Zeit von 6 bis 18 Uhr.

Das folgende Bild 3.15 zeigt die Fahrtrouten der Tempos bzw. der Mikrobusse im Kathmandu-Tal.

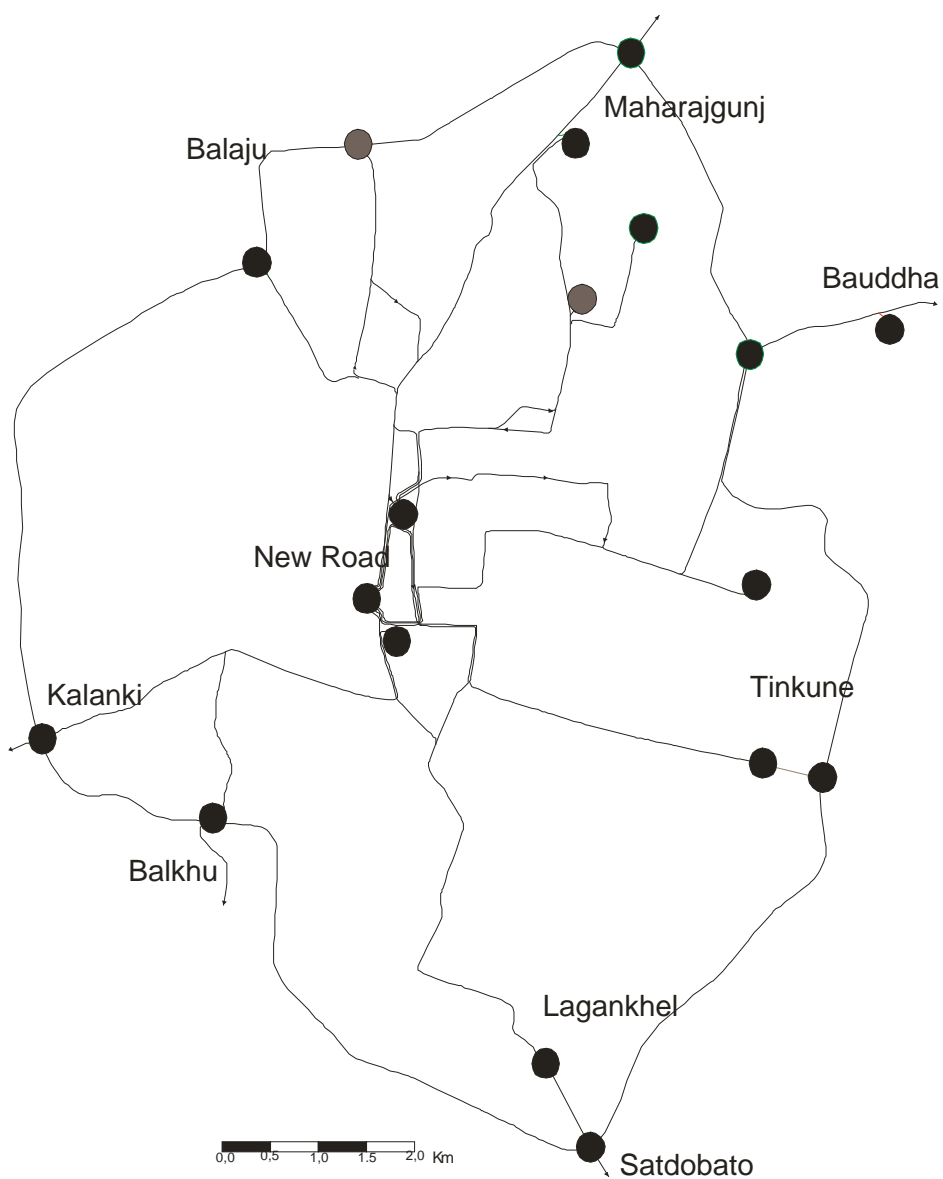


Bild 3.15: Fahrtrouten von Tempos bzw. Mikrobussen

3.6 Staus im Kathmandu-Tal

Im Kathmandu-Tal kommt es besonders zu den Hauptverkehrszeiten in den Morgen- und Abendstunden sehr häufig zu Staus. Die durchschnittliche Wartezeit beträgt im Zentrum und Umgebung, besonders von Simhadarbar Gate über Putalisadak, South Gate, Kesharmahal, Lazimpat bis Panipokhari, eine Strecke von ca. 4,2 km, bis zu 60 Minuten täglich. In Bereichen von Baudha über Chabahil, Old Baneshwor bis Dhobikholapul, eine Strecke von 3,7 km, beträgt die Wartezeit ca. 30 Min. Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrs liegt in diesem Bereich bei unter 10 km/h [KVTP].

Die folgenden Bilder zeigen typische Staus in Kathmandu.

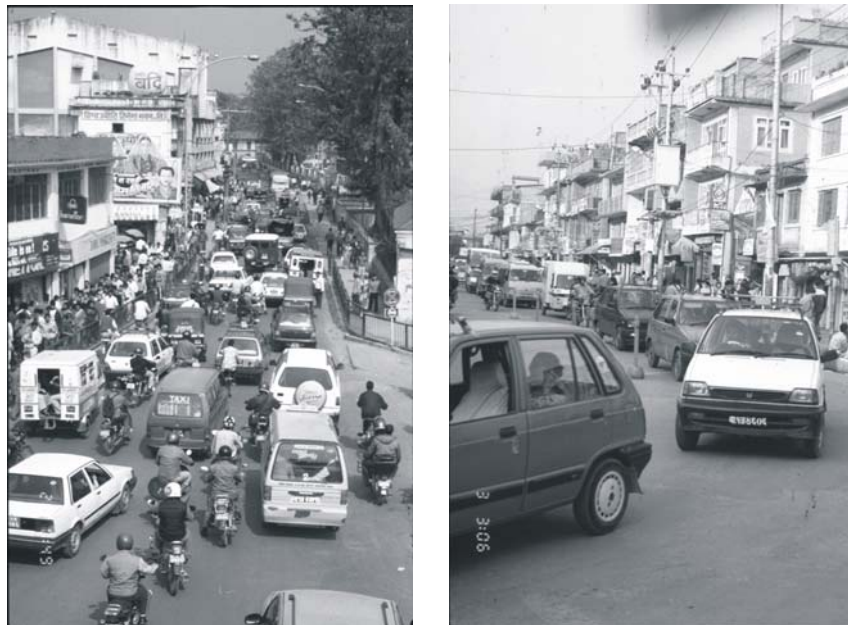
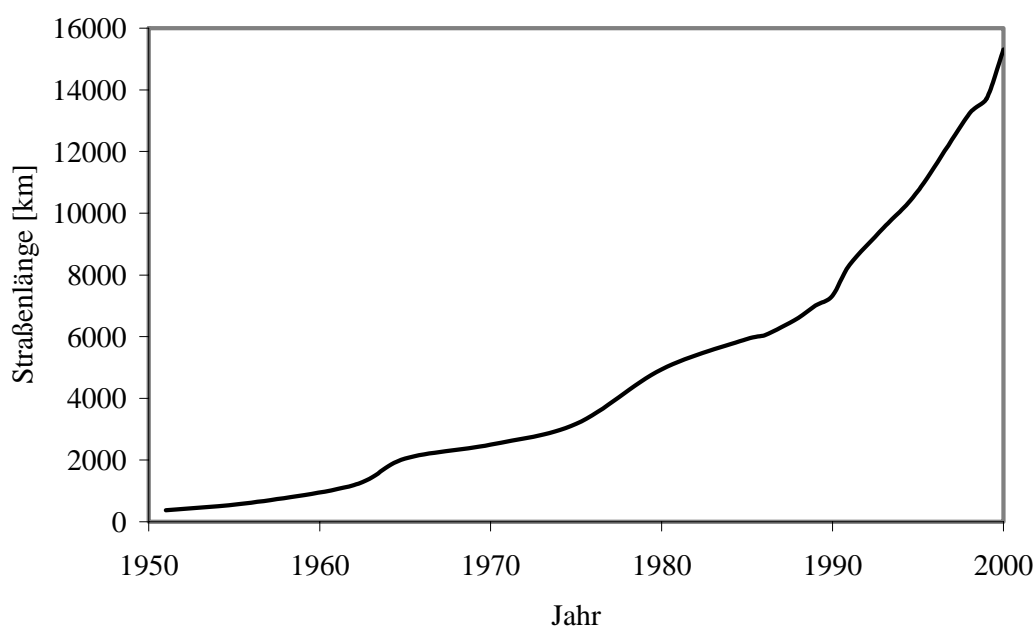


Bild 3.16: Verkehrsstaus in Kathmandu

3.7 Straßen

3.7.1 Länge der Straßen

Seit 1990 steht der Straßenbau in Nepal an der ersten Stelle in der Entwicklung. Bis zum Jahr 2000 gab es Straßen mit einer Länge von ca. 15.000 km. Das Bild 3.17 zeigt die Entwicklung der Gesamtstraßenlänge in Nepal seit 1951.



Quelle: DOR, HMG Nepal

Bild 3.17: Entwicklung der Gesamtstraßenlänge in Nepal

Die folgende Tabelle zeigt die Länge des Straßennetzes in km nach der Anzahl der Fahrstreifen in Kathmandu in 2000.

Distrikt	1 Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen	Gesamt
Kathmandu	358	97	10	465
Patan	167	33	2	202
Bhaktapur	35	38	0	73
Gesamt	560	168	12	740

Quelle: MOLTM, HMG Nepal

Tab. 3.3: Länge des Straßennetzes in km nach der Anzahl der Fahrstreifen

Die folgende Tabelle zeigt die Länge des Straßennetzes in km nach der Art der Straßen in Kathmandu in 2000.

Distrikt	Nationale Schnellstraße	Bundesschnellstraße	Distriktstraße	Stadtstraße	Gesamt
Kathmandu	21	60	52	332	465
Patan	0	28	34	140	202
Bhaktapur	15	23	31	4	73
Gesamt	36	111	117	476	740

Quelle: MOLTM, HMG Nepal

Tab. 3.4: Länge des Straßennetzes in km nach der Art der Straßen

3.7.2 Kapazität der Straßen

Entsprechend der nepalesischen Straßenrichtlinien (Nepal Sadak Mapdanda 2045/1988) liegt die theoretische Kapazität des Verkehrs auf asphaltierten Straßen in Kathmandu bei ca. 532.320 Pkw-E/Stunde. Aber das Verkehrsaufkommen auf jeder Straße ist unterschiedlich. In Ramshahpath, wo es je Richtung 2 Fahrstreifen gibt, liegt das Verkehrsaufkommen z.B. bei ca. 2.250 Pkw-E/Stunde, wobei die Parallelstraße in Anamnagar nicht einmal 700 Pkw-E/Stunde erreicht [28].

Es gibt viele Gründe, die verhindern, dass die theoretische Kapazität der Straße erreicht wird. Die theoretische Kapazität von Kantipath z.B. liegt bei ca. 4.000 Pkw-E pro Stunde und Richtung. Da die Fahrzeuge des ÖPNV halten, wo sie wollen, und die meisten Fahrgäste auf der Straße ein- oder aussteigen, Fahrzeuge häufig die falsche Spur benutzen und viele Fußgänger die Straßen nicht an den dafür vorgesehenen Stellen überqueren, wird die tatsächliche Kapazität stark verringert. Diese liegt dadurch bei weniger als 2.950 Pkw-E/Stunde. Deswegen gibt es morgens und abends sehr lange Staus, obwohl das Verkehrsaufkommen weit unter der theoretischen Kapazität liegt [28].



Bild 3.18: Verkaufsstellen entlang einer Straße

3.8 Verkehrsmanagement und Durchführung

Die Verkehrspolizei (Traffic Police) ist eine Abteilung der Nepalesischen Polizei (Nepal Police). Der Verkehr in den Bezirken von Gajuri im Westen bis Bhaktapur im Osten liegt unter der Verantwortung der Verkehrspolizei Kathmandu (Valley Traffic Police).

3.8.1 Arbeitsplan

Bei der Verkehrspolizei gibt es viele Stationen, die zuständig sind für Management und Kontrolle des Verkehrs. In der Stadt gibt es ca. 18 Stationen, die für 50 Hauptverkehrsknoten zuständig sind und die sich 24 Stunden, 16 Stunden bzw. 12 Stunden pro Tag um das Verkehrsmanagement kümmern.

Jeder Verkehrspolizist arbeitet ca. 12 bis 14 Stunden pro Tag für das Management und die Kontrolle des Verkehrs.

Die Verkehrspolizisten sind hauptsächlich mit folgenden Arbeiten beschäftigt:

- Einsatz in der Hauptverkehrszeit
- Mobiler Einsatz
- Motorrad-Einsatz
- Allgemeine Kontrollen

- Unfallorte besichtigen
- Management des öffentlichen Personennahverkehrs
- Zeitkontrolle des Fernverkehrs
- Polizei an den Schnellstraßen
- Management der VIP- Personenfahrten
- Verkehrsplanung zu Fest- und Feiertagen

3.8.2 Training

Es gibt verschiedene Arten von Training und notwendigen Arbeiten für die Verkehrspolizei. Für alle Dienstgrade gibt es zweimal pro Jahr ein Training für Verkehrsmanagement und Controlling. Die Inspektoren und hohen Offiziere werden für das Training meistens ins Ausland geschickt.

3.8.3 Verkehrsinformation und Schulungen

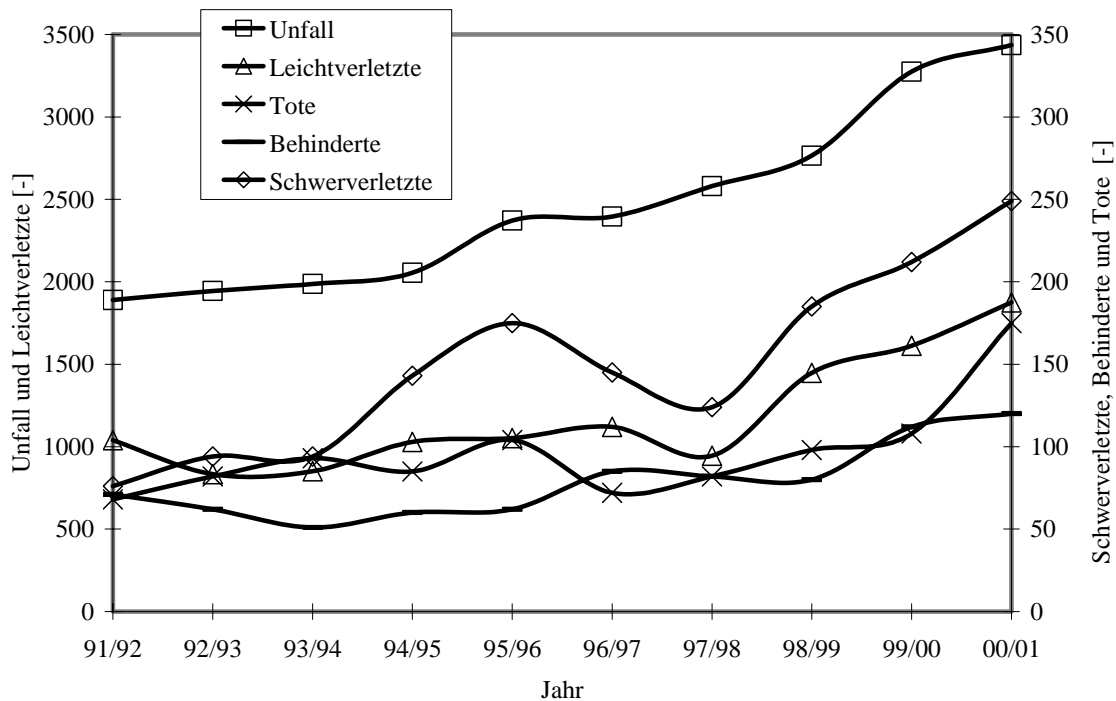
Um Unfälle zu vermeiden und Verkehrsmanagement und Controlling zu erleichtern, sind viele Informationen notwendig. Deswegen gibt es viele Veranstaltungen, um solche Informationen zu verbreiten.

- Bevor jemand einen Führerschein in Kathmandu bekommt, muss er am Verkehrsunterricht teilnehmen.
- Für Lkw-Fahrer und Taxifahrer gibt es den Unterricht von Zeit zu Zeit auf der Straße (on the spot training).
- Bei Missachtung der Verkehrsregeln muss der Fahrer an einer einstündigen Nachschulung auf dem Revier teilnehmen.
- Die Polizei führt Verkehrsunterricht an den Schulen durch.
- Informationen zum Verkehr werden im Radio und TV ausgestrahlt.

4 Unfälle und Verkehrsverstöße

4.1 Unfallanalyse

In Kathmandu gab es bis 1985 relativ wenige Autos. Deswegen gab es auch relativ wenige Unfälle. Infolge der wachsenden Verkehrszahlen sind die Unfälle in den letzten 10 Jahren dramatisch angestiegen, wie das folgende Bild 4.1 zeigt.



Quelle: KVTP

Bild 4.1: Unfallzahlen im Kathmandu-Tal

Von 1991/92 bis 1993/94 gab es eine relativ konstante Zahl von Verkehrsunfällen bzw. deren Auswirkungen. Die Unfallzahlen lagen bei ca. 2000/Jahr. Nach 1995, einem der schlimmsten Jahre, wurden viele verschiedene Maßnahmen eingeführt, aber die Zahl der Unfälle sowie der Sach- und Personenschäden sind, nach einem leichten Rückgang 1997/98, weiter gestiegen. Die Unfallzahlen lagen im Jahr 1999/2000 und 2000/01 bei über 3200 bzw. über 3400 Unfällen pro Jahr. Die Unfallzahlen, die hier angegeben worden sind, sind nur die bei der Polizei gemeldeten Unfälle. Daneben hat auch die Zahl der Verkehrsdelikte dramatisch zugenommen. Von 1991/92 bis 1993/94 sind die Unfallzahlen jährlich um ca. 3,5 % gestiegen, in 1995/96 sogar um mehr als 15 % im Vergleich zum Vorjahr. In diesem Jahr wurden mehr neue Autos zugelassen als jemals zuvor. Das hat im folgenden Jahr zu einem Rekord von Verkehrsdelikten geführt [38].

Wegen mangelnder Information ist es nicht möglich, die Unfallrate zu ermitteln. Mit Hilfe von VISUM wurden für das Kathmandu-Tal 1.659,7 Mio. gefahrene Kilometer für das Jahr 2000 (Kapital 7) ermittelt. Dadurch lag die Unfallrate im Jahr 2000 bei 2,07 pro Mio. gefahrenen km. Die Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS) in Deutschland schlägt eine Obergrenze von 1,72 Unfällen pro Mio. gefahrenen km auf 1 Fahrstreifen je Richtung für die Innerortsstraßen mit geschlossener Bebauung sowie Behinderungen durch Knotenpunkteinflüsse und ruhenden Verkehr vor. Die Eigenschaften solcher Straßen sind vergleichbar mit den Straßen im Kathmandu-Tal. Die Unfallrate im Kathmandu-Tal zeigt deswegen einen schlechten Zustand der Verkehrssicherheit. Zur Ermittlung der Unfalldichte wird die Gesamt-Straßenlänge Kathmandus im Jahr 2000 betrachtet. Das Bild 4.2 zeigt eine deutlich gestiegene Unfalldichte in den letzten 10 Jahren.

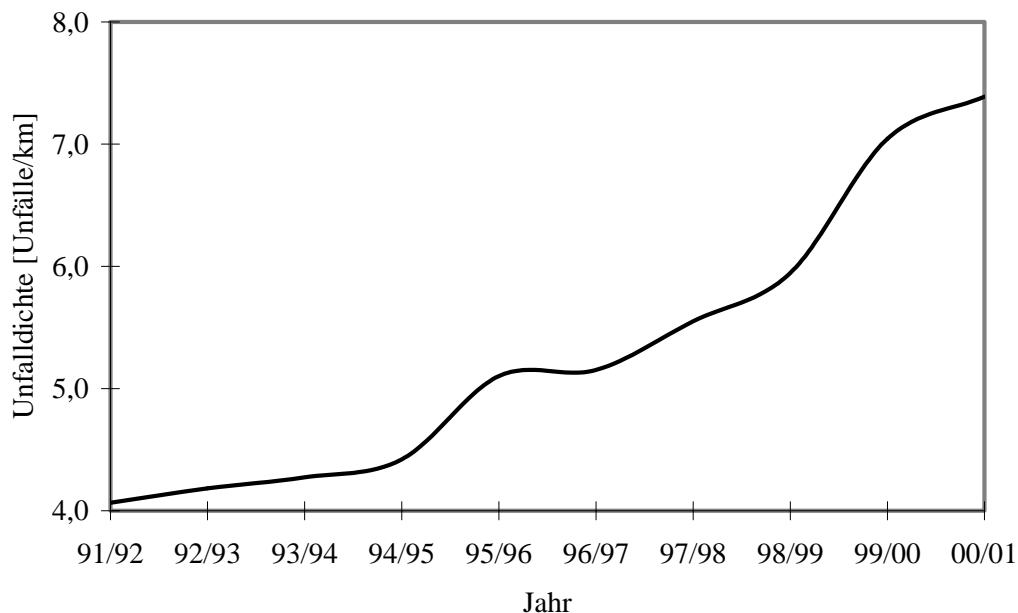
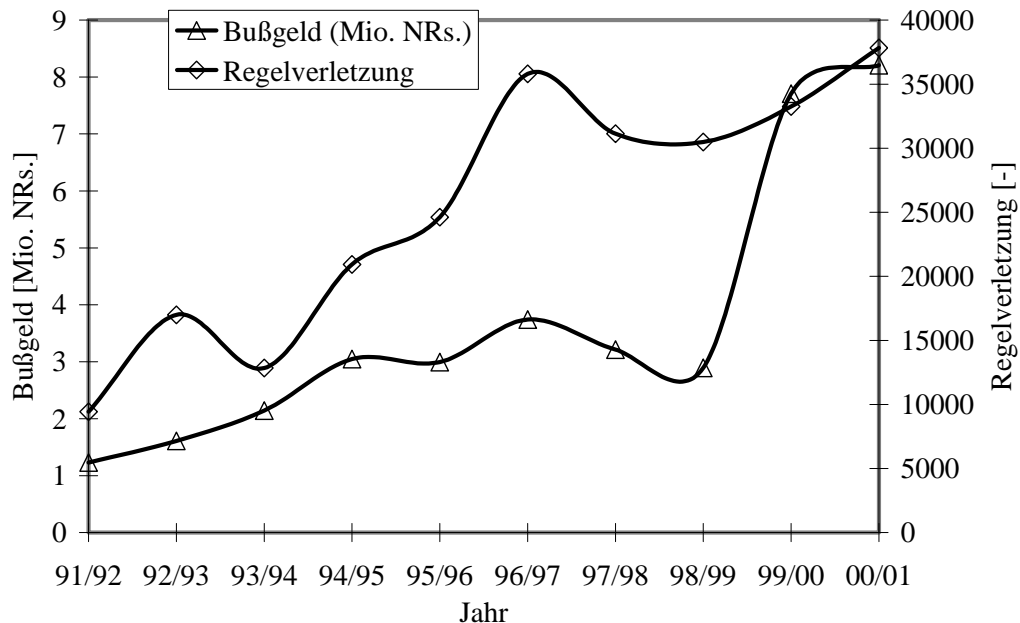


Bild 4.2: Unfalldichte

Heute gibt es wegen der Verkehrsunfälle durchschnittlich alle 6 Tage ca. 3 Tote, 2 Behinderte, 4 Schwerverletzte und 31 Leichtverletzte. Da nicht alle Unfälle erfasst werden, dürfte die tatsächliche Zahl weit höher liegen. Kathmandu Valley Traffic Police vermutet, dass in Kathmandu 8 % der Behinderten, 12 % der Schwerverletzten und 31 % der Leichtverletzten auf nicht gemeldete Unfälle zurückzuführen sind. Der Grund dafür ist, dass die meisten Unfallschäden privat geregelt werden. Die Geschädigten haben in Nepal wegen der schwachen Regelungen und sehr langer behördlicher Bearbeitungszeit kaum eine Chance auf angemessene Entschädigung. Es gibt kein Gesundheitsversicherungssystem, deshalb müssen die Geschädigten für die medizinische Versorgung selbst aufkommen. Wird ein Unfall nicht bei der Polizei

gemeldet, so ist die einzige Möglichkeit für eine medizinische Versorgung nach dem Unfall eine private Einigung mit dem Unfallgegner.

Das folgende Bild 4.3 zeigt die Verkehrsverstöße der vergangenen 10 Jahre.



Quelle: KVTP

Bild 4.3: Verkehrsverstöße

Die Sicherheit auf den Straßen Kathmandus ist sehr gering. Die meisten Straßen sind autoorientiert angelegt und bieten Fußgängern und Radfahrern sehr wenig Sicherheit. Die Verkehrspolizei ist zuständig für die Einhaltung der Verkehrsregeln. Jeden Tag werden durchschnittlich 104 Fahrer wegen Verkehrsdelikten bestraft. Die Kathmandu Valley Traffic Police schätzt, dass mehr als 45 – 55 % der Verkehrsdelikte nicht erfasst werden.

In 1999/00 wurden ca. 176 % mehr Bußgelder verhängt als im Vorjahr. Die Stadt Kathmandu hat in 2000/01 täglich Bußgelder in Höhe von ca. 22.500 NRs. verhängt, das entspricht ca. 6,5 % mehr als in 1999/00 [39].

Ca. 40 % der Unfälle werden durch Fußgänger beim Überqueren der Straße verursacht [KVTP]. Andere Ursachen waren überhöhte Geschwindigkeit, Alkohol am Steuer und Missachtung von Verkehrsregeln und -signalen. Nicht nur die motorisierten Verkehrsteilnehmer tragen die Verantwortung für die Unfälle, sondern im gleichen Maße auch die Fußgänger.

4.2 Verkehrsverstöße

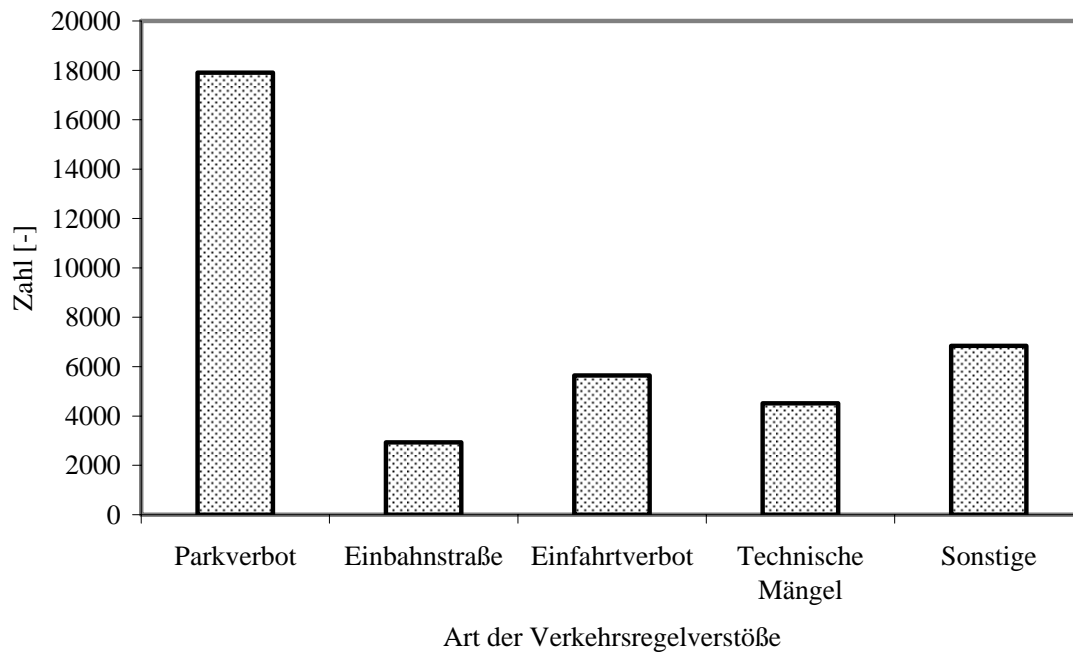
Die Missachtung der Verkehrsregeln durch die Verkehrsteilnehmer hat in der letzten Zeit stark zugenommen. In der grafischen Darstellung Bild 4.4 sind die Delikte mit Alkohol am Steuer eher gering, sie sind aber die Hauptursache für Verkehrsunfälle. Alkoholkontrollen werden nur an Wochenenden und an Feiertagen durchgeführt. Deswegen schätzt die Polizei, dass die tatsächlichen Zahlen alkoholisierter Fahrer 4-mal höher liegen als der dargestellte Wert.

Beschreibung	Lkw	Mini-Lkw	Bus	Minibus	Pkw	Tempo	Motorrad
Parkverbot	1.026	981	2.909	932	7.158	2.181	2.723
Einbahnstraße	8	41	0	17	527	123	2.215
Einfahrtverbot	120	447	117	146	1.392	22	3.397
Missachtung von Rotlicht	3	6	17	18	436	74	549
Zulässiges Gesamtgewicht	479	403	1734	197	583	8	139
Alkohol	3	12	6	2	288	10	1.879
Technische Mängel	198	208	218	183	1.416	224	2.070
Total	1.836	2.096	4.999	1.494	11.798	2.642	12.972

Quelle: KVTP

Tab. 4.1: Verkehrsregelverstöße 2000/01

Das Parkverbot im Zentrum wird meistens missachtet. Im Zentrum stehen nicht genug Parkplätze zur Verfügung. Bisal Bazar ist im Zentrum der einzige öffentliche unterirdische Parkplatz mit ca. 150 Parkplätzen. Ansonsten haben im Zentrum die meisten kleineren Supermärkte zwischen 5 und 20 Privatparkplätze. Aus diesem Grund parken die meisten Motorräder und Pkw entlang der Straßen. Die Missachtung von Parkverboten macht allein 40 % der Verstöße aus.



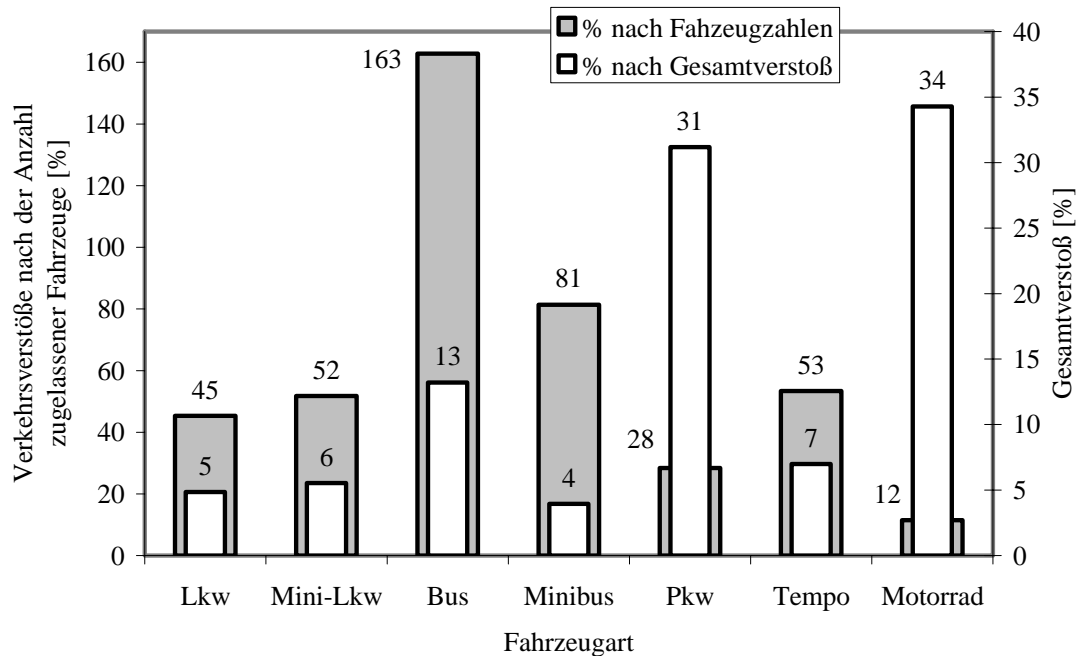
Quelle: KVTP

Bild 4.4: Verkehrsregelverstöße in 2000/01

Für die Missachtung von Einbahnstraßenregelungen und Einfahrtverboten für bestimmte Fahrzeuge liegt der Anteil bei mehr als 20 %. Die meisten Motorradfahrer missachten die Einbahnstraßenregelung in den Nebenstraßen. Damit sollen lange Wegstrecken vermieden bzw. abgekürzt werden.

Wenn man nur mit Unfallzahlen rechnet, dann liegen bei den gesamten Verkehrsregelverstößen die Motorräder und Pkws mit 34 % bzw. 31 % an der Spitze. Danach folgen Busse und Tempo mit 13 % und 7 %

Das folgende Bild 4.5 zeigt die Regelmissachtungen der Verkehrsteilnehmer nach Verkehrsarten.



Quelle: KVTP

Bild 4.5: Verkehrsverstöße nach der Anzahl zugelassener Fahrzeuge

Aber wenn man mit den Fahrzeugzahlen rechnet, die im Kathmandu-Tal zugelassen sind, dann ergeben sich bei Motorrädern und Pkws nur ca. 12 % bzw. 28 %. D.h., im Jahre 1999/2000 hat in Kathmandu jedes 9. Motorrad und jeder 3. Pkw die Verkehrsregeln verletzt. Die Zahlen für Busse und Minibusse sehen dagegen anders aus. Werden die Zahlen von Bussen und Minibussen zugrunde gelegt, so ergibt das ca. 163 % bzw. 81 %. D.h., 1999/2000 hat jeder Bus mindestens 1,5 und jeder Minibus etwa einmal gegen die Verkehrsregeln verstoßen. Weiter hat jedes zweite Tempo sowie jeder zweite Lkw gegen die Verkehrsregeln verstoßen.

5 Stadt- und Verkehrsentwicklungsplanung im Kathmandu-Tal

Wegen der besonderen geographischen Lage ist nur etwa die Hälfte der Fläche des Kathmandu-Tales (ca. 34.000 ha) zur Bebauung geeignet bzw. für die Stadtentwicklung interessant. Wald und Grünflächen im Kathmandu-Tal befinden sich meistens auf umliegenden Hügeln und Bergen, welche der Stadt gehören. Die restlichen Flächen werden von Privatleuten in unterschiedlicher Weise genutzt. Die Folgende Tabelle zeigt die Flächennutzung im Kathmandu-Tal.

Flächennutzung	1984 ¹		1994 ¹		2000 ²	
	Fläche (ha)	%	Fläche (ha)	%	Fläche (ha)	%
Stadt	3.096	4,8	8.378	13,1	9.193	13,8
Landwirtschaft	40.950	64,0	33.308	52,1	27.570	41,4
Wald- und Grünflächen	19.439	30,4	20.945	32,7	20.677	31,0
Fluss	479	0,7	583	0,9	496	0,7
Flughafen, Seen usw.	k.A.		336	0,5	310	0,5
Ungenutzte Flächen	k.A.		414	0,6	k.A.	
Ländliche Gebiete	k.A.		k.A.		8.404	12,6
Total	63.964	100,0	63.964	100,0	66.650	100,0

Quelle: 1 :IUCN 1995; 2: KVTDC 2000

Tab. 5.1: Flächennutzung im Kathmandu-Tal

Die Tabelle 5.1 zeigt die Änderung der Flächennutzung im Kathmandu-Tal seit 1984. Die gesamte Fläche des Kathmandu-Tales wurde in den Jahren 1984 und 1994 von der „International Union for Conservation for Nature and Natural Resources, Nepal (IUCN)“ auf 63.964 ha festgelegt. Im Jahr 2000 wurde vom „Kathmandu Valley Town Development Committee“ die gesamte Fläche auf 66.650 ha festgelegt. Hier sieht man, wie sich der Flächenanspruch für die Stadtbebauung entwickelt hat. Waren es 1984 noch 3.100 ha, so lag die Zahl im Jahr 2000 bei ca. der dreifachen Fläche. Das hat direkte Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Flächen, die sich von 40.950 ha in 1984 auf nur noch 27.570 ha im Jahr 2000 verringerten.

5.1 Zuständigkeiten

Im Kathmandu-Tal gibt es viele verschiedene Einrichtungen, die für die Entwicklung, Planung und Kontrolle zuständig sind. Bis 1990 gab es eine zentrale Kontrolle durch Behörden. Nach der Demokratisierung des Landes im Jahr 1990 bekam die neue Stadtverwaltung mehr Verantwortung. Institutionen aus dem Zentralisierten System, wie Distriktbehörden und verschiedene Komitees, bestehen immer noch und haben ähnliche Aufgaben wie die Stadterwaltung.

Das folgende Bild 5.1 zeigt die Zuständigkeiten.

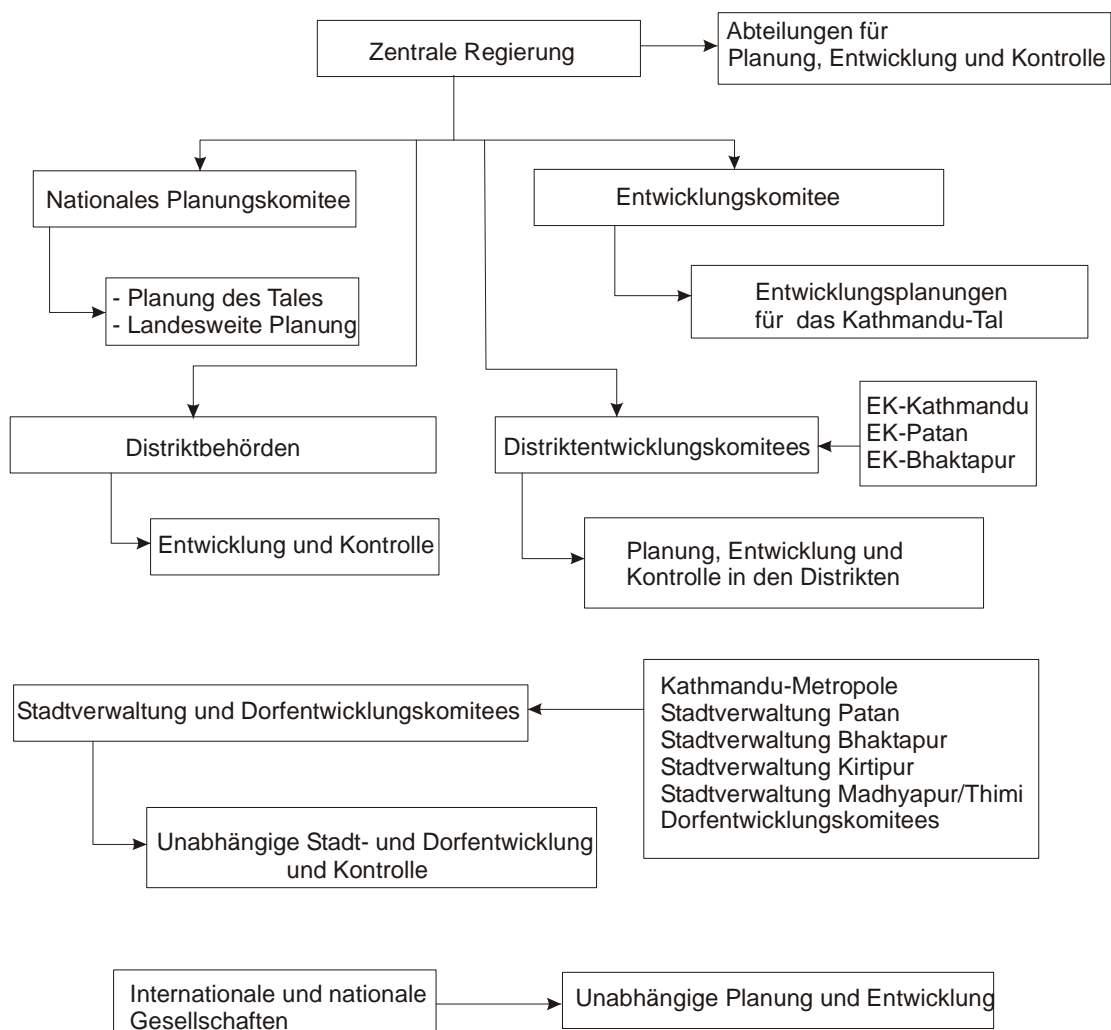


Bild 5.1: Zuständigkeiten für Entwicklung, Planung und Kontrolle

Die zentrale Regierung hat eigene Abteilungen, die für die Entwicklung und Planung des Kathmandu-Tales zuständig sind. Die Planungen und Entwicklungen werden unabhängig von anderen Einrichtungen entwickelt und durchgeführt. An solchen Planungen werden andere Einrichtungen nicht

beteiligt. Die Umsetzung bedarf keiner Zustimmung von anderen Einrichtungen, obwohl diese auch für die Entwicklung und Planung des Kathmandu-Tales zuständig sind. Das hat oft zur Folge, dass sich die Baukosten durch unkoordinierte Planung verdoppeln. Es werden z.B. Straßen gebaut, bevor die Kanalisation angeschlossen ist.

5.2 Gesetze und Regelungen zur Bebauung

Das Gesetz zur lokalen Selbstverwaltungsregelung von 2056 (1999) hat den Dorfentwicklungskomitees sehr großen Einfluss auf die Infrastrukturentwicklung eines Dorfes gegeben. Die Zusammenfassung von Abs. 49 für Dorfentwicklungs- und Abs. 149 für Stadtentwicklungskomitees ergab Folgendes:

Für die Konstruktion eines Wohnhauses, Geschäftshauses, von Straßen oder anderen Infrastrukturentwicklungen müssen folgende Kriterien erfüllt sein [29]:

- a. Privatleute oder Firmen, die auf dem Land Wohnhäuser bauen wollen, sollen einen Antrag mit Art, Größe, Länge, Breite, mit entsprechenden Gebühren und einem Grundbesitznachweis an den Vorsitzenden des Dorfentwicklungskomitees stellen. Für das Stadtentwicklungskomitee ist zusätzlich ein technischer Bericht erforderlich.
- b. Für andere Konstruktionen (z.B. Geschäftshäuser, Straßen) oder andere Infrastrukturkonstruktionen ist ein Antrag erforderlich, wie in Abs. 49 (a) beschrieben. Außerdem muss zusätzlich eine Beschreibung des Zweckes sowie ein technischer Bericht an das Dorfentwicklungskomitee eingereicht werden.
- c. Die Firmen oder Privatleute, die wie in (a) einen Antrag stellen, bekommen **sofort die Genehmigung**. Für Anträge, die wie in (b) gestellt werden, wird erst nach Überprüfung des technischen Berichtes die Genehmigung erteilt.
- d. Für andere Infrastrukturkonstruktionen, die vom Distrikt oder der Zentralen Regierung genehmigt sind, brauchen keine Genehmigungen vom Dorfentwicklungskomitee eingeholt zu werden.

Die Erteilung von Baugenehmigungen ist auch eine wichtige Einnahmequelle für die Stadtverwaltung bzw. für die Dorfentwicklungskomitees. Sie legen für ihre Gebiete die Gebühren und andere Kosten selber fest und wollen deswegen auf diese Einnahmen nicht verzichten.

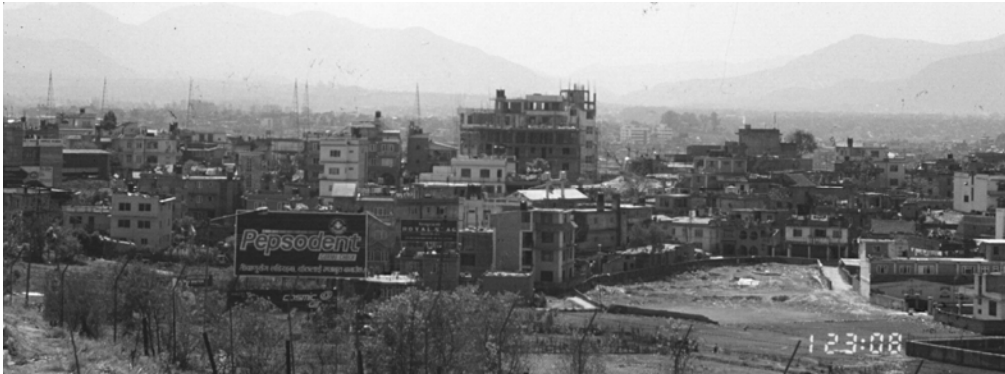


Bild 5.2: Unkontrollierte Bebauung im Kathmandu-Tal

Wegen der einfachen Baugesetze werden immer mehr Häuser außerhalb der Stadt gebaut. Wegen großem Mangel an technischen Experten auf dem Land entsprechen diese Häuser nicht dem technischen Standard. Die Dorfbewohner bauen ohne notwendige Infrastruktur. Damit verschlechtert sich die Chance der zukünftigen Entwicklung der Infrastruktur.

Der Grundbesitz in der Stadt kann nach Belieben genutzt werden, z.B. als Ackerland, Gewerbefläche oder als Bauland. Das hat auch hier einen Wildwuchs der Bebauung zur Folge. Es interessiert nicht, wo und wie gebaut wird und ob der Bau notwendige Voraussetzungen erfüllt oder ob das Grundstück erschlossen ist (Strom, Wasser, Telefon usw.). Sogar der Zugang zu einer Straße wird nicht berücksichtigt. Eine vernünftige Straßenplanung ist nicht ohne weiteres umsetzbar, da die Häuser meistens zu eng zusammenstehen und somit keine Flächen für Straßen zur Verfügung stehen. Solche Probleme gibt es in den neuen Siedlungsgebieten wie in Maitidevi, Kalopul, Sifal, Baneshwor, Maharajgunj, Chabahil, Kalimati, Chhauni und vielen Bezirken in Patan.

5.3 Verwendung der bestehenden Infrastruktur

Im Kathmandu-Tal wird die bestehende Infrastruktur nicht vollständig genutzt. Besonders der Betrieb der Oberleitungsbusse ist in letzter Zeit stark zurückgegangen. Es werden mehr und mehr mit Diesel betriebene Busse auf denselben Strecken eingesetzt. Das Oberleitungssystem für die elektrischen Busse ist im Besitz der Stadt, private Betreiber haben keinen Zugang zu diesem umweltfreundlichen System. Das führt zu Umweltproblemen durch die steigenden Emissionen.

Die folgenden Bilder zeigen Fahrzeuge des ÖPNV privater Betreiber auf Strecken, wo Oberleitungen vorhanden sind:

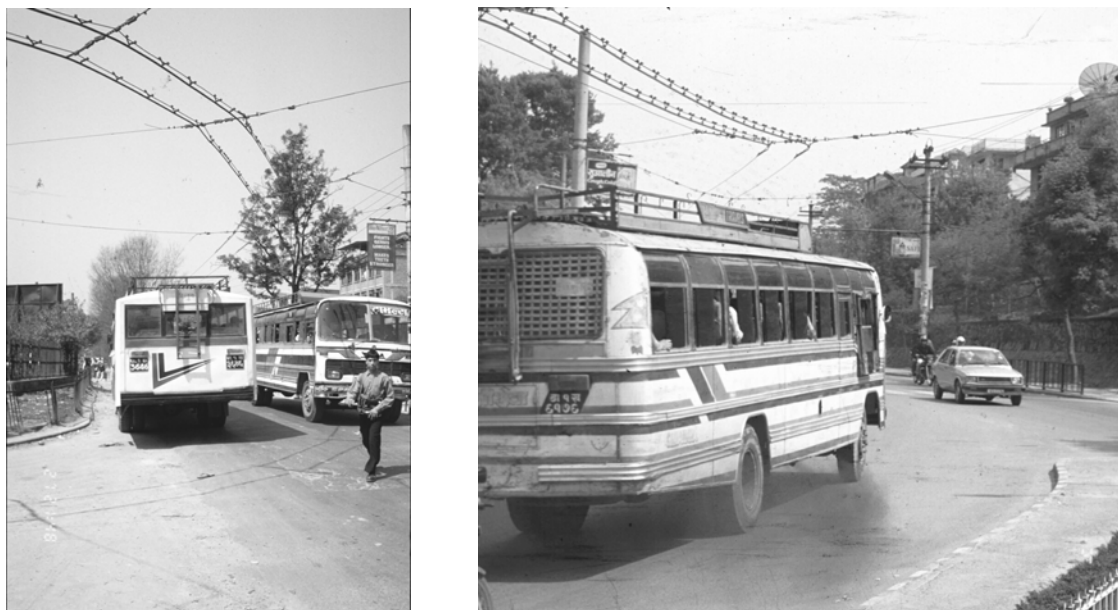


Bild 5.3: Privater ÖPNV auf Oberleitungstrecken

In Gangabu, nordwestlich der Stadt an der Ring Road, ist in den letzten Jahren ein neuer Zentraler Busbahnhof entstanden. Er wird jedoch aufgrund mangelnder Zubringer nicht wie geplant genutzt.



Bild 5.4: Zentraler Busbahnhof in Gangabu

Parkhäuser sind sehr selten in Kathmandu. Nur am Flughafen und an einigen wichtigen Orten sind bessere Parksysteme zu finden. Das folgende Bild 6.6 zeigt die Parkeinrichtung am Flughafen.



Bild 5.5: Parkeinrichtung am Flughafen

Der Großteil der Autofahrer parkt seine Fahrzeuge entlang der Straße. Dies führt zu Staus, wodurch der fließende Verkehr behindert wird. Das folgende Bild zeigt das typische Parken entlang der Straße.



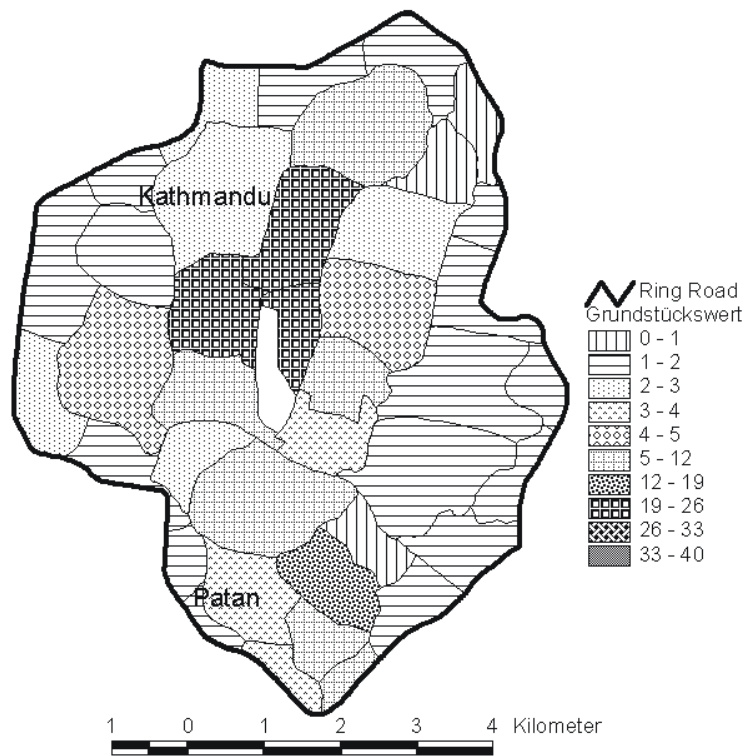
Bild 5.6: Typisches Parken entlang der Straße

5.4 Entwicklung der Flächennutzung und des Grundstücksmarktes

Die Gesetze in Nepal unterscheiden bisher nicht zwischen Bau- und Ackerland, was zur Folge hat, dass jeder selbst über die jeweilige Nutzung seines Grundstückes entscheidet. Eine Wohnung zu mieten, ist im Kathmandu-Tal sehr teuer. Der Besitz eines Grundstückes bzw. eines Hauses bedeutet Stolz sowie Ansehen. Aus diesem Grund versuchen immer mehr Menschen, ein Grundstück zu erwerben, um es dann bebauen zu können. Dabei werden Grundstücke innerhalb bzw. in untermittelbarer Nähe der Ring Road bevorzugt. Wegen der besonderen geografischen Lage ist es aber nicht immer möglich, solche Grundstücke zu bekommen. In den letzten Jahren war das der Hauptgrund für die rasant ansteigenden Grundstückspreise. Deswegen sind die Grundstückspreise und die Häufigkeit des Wiederverkaufs eines Grundstückes Indikatoren für die Entwicklung der Stadt bzw. für die Bildung neuer Siedlungsgebiete.

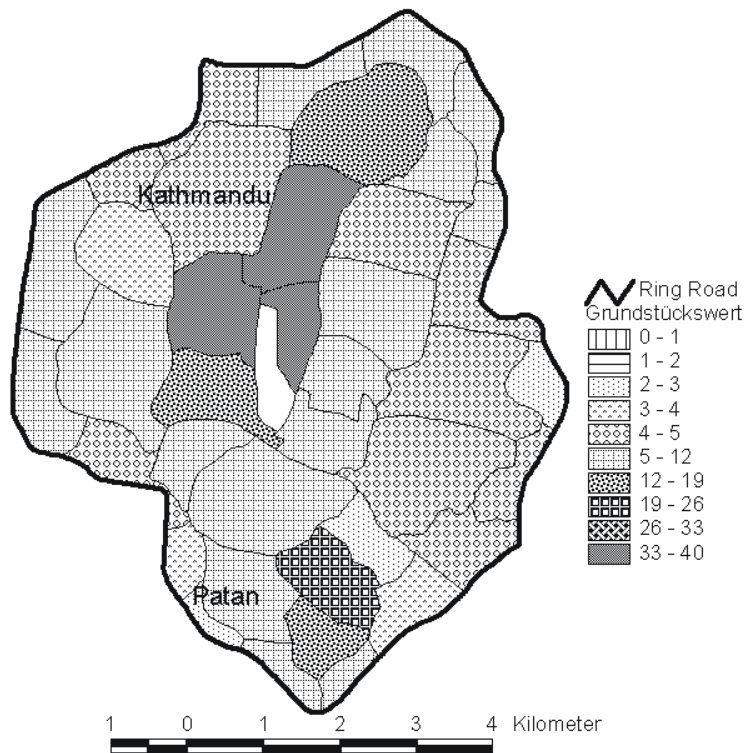
Die Siedlungsgebiete im Kathmandu-Tal haben sich sehr schnell ausgedehnt, im Norden in Richtung Budhanilkantha und Baudha, im Süden zwischen Nakkhu und Godabari und nach Osten Richtung Bhaktapur, und die Nachfrage nach Bauland steigt immer weiter. Die folgenden Grafiken zeigen, wie sich die Grundstückswerte im Kathmandu-Tal entwickelt haben.

Die ersten zwei Bilder zeigen die Werte bis zur Ring Road in Mio. NRs./Ropani (1 Ropani = ca. 508 qm). Der Grundstückswert lag 1991 bei ca. 0,8 Mio. NRs./Ropani im Bereich der Ring Road und bei ca. 24,5 Mio. NRs./Ropani im Bereich des Zentrums. Diese Werte sind bis 2001 sehr stark angestiegen. Sie lagen bei mindestens ca. 3 Mio. NRs./Ropani im Bereich Ring Road und max. 37 Mio. NRs./Ropani im Bereich des Zentrums. Das bedeutet eine Verteuerung der Grundstücke innerhalb der Ring Road um das Drei- bis Fünffache in diesen zehn Jahren. In dieser Zeit wurde die Stadt zuerst nach Norden und Süden, danach in Richtung Osten erweitert.



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

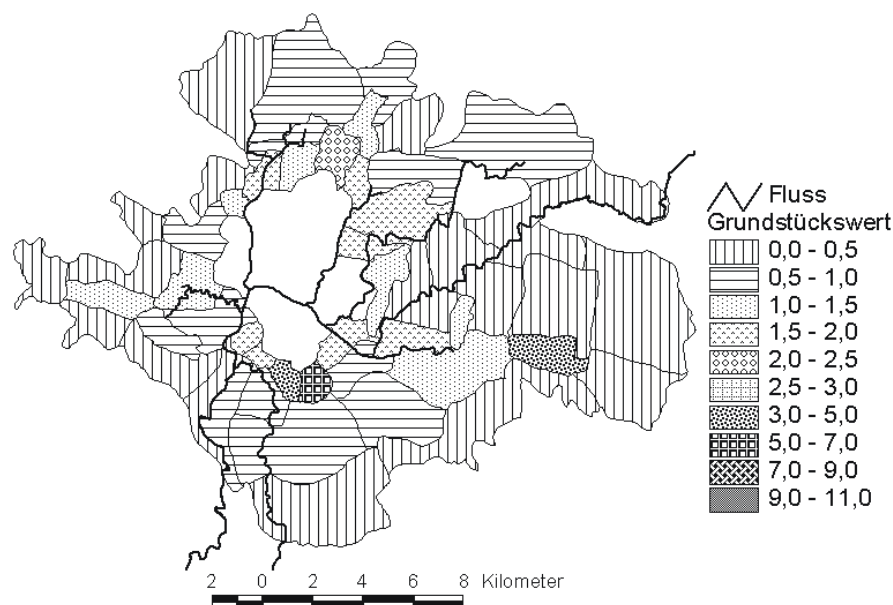
Bild 5.7: Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) bis zur Ring Road 1991



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

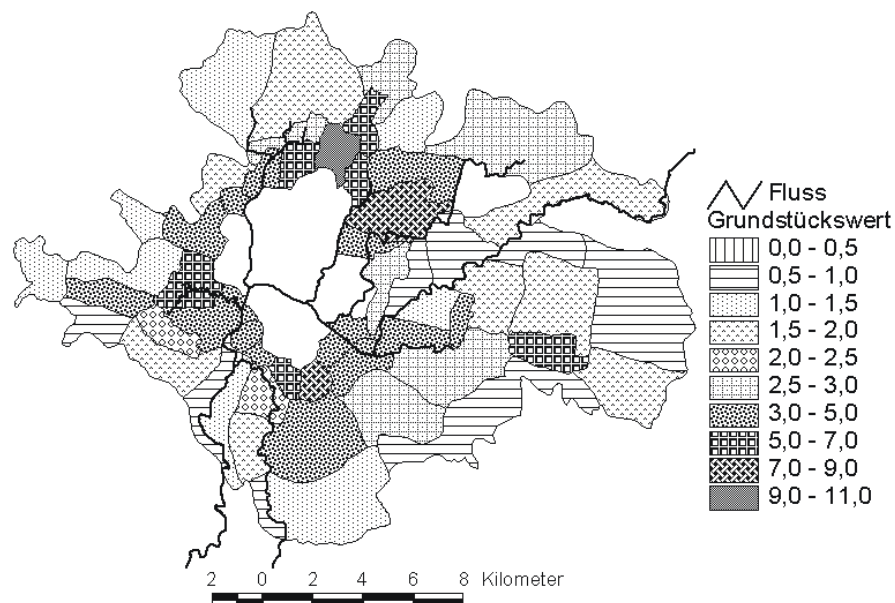
Bild 5.8: Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) bis zur Ring Road 2001

Die auf den folgenden beiden Bildern dargestellte Entwicklung im Rest des Tales zeigt viele Parallelen, wobei die Preise für die Grundstücke hier im Vergleich eher gering sind. Deswegen sind seit 1995 in diesen Gebieten sehr schnell neue Siedlungen entstanden.



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.9: Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) im Bereich außerhalb der Ring Road 1991

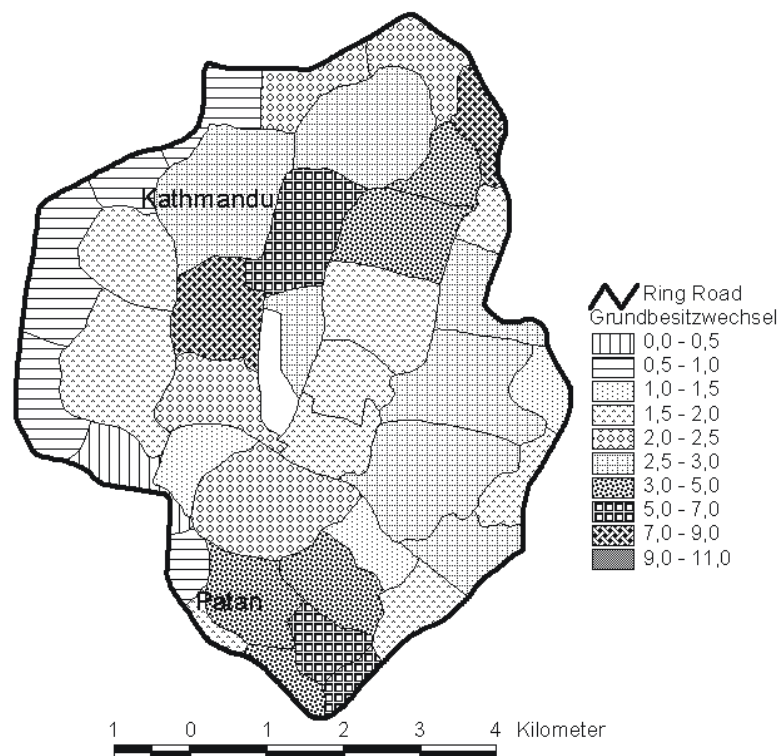


Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.10: Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) im Bereich außerhalb der Ring Road 2001

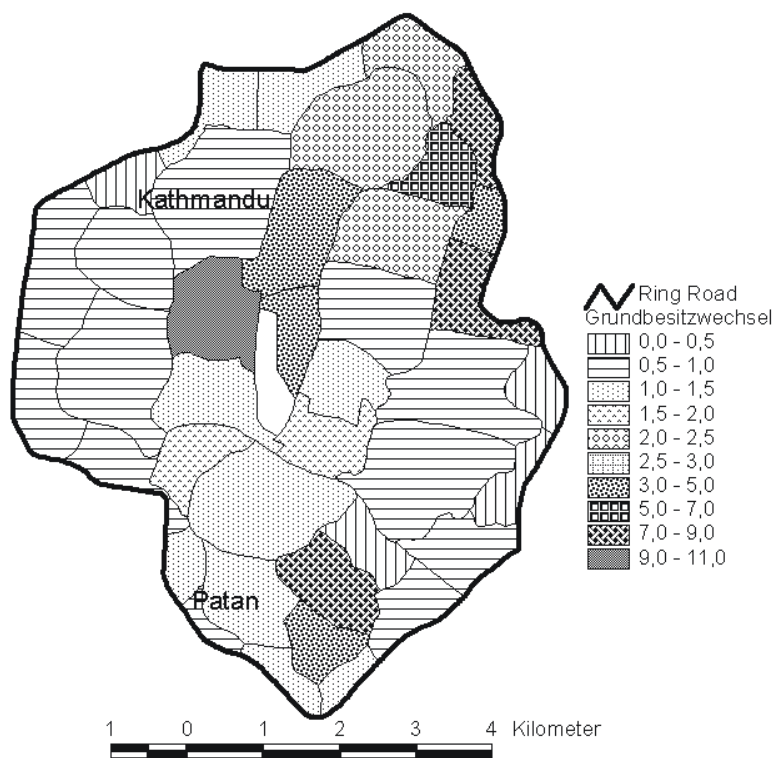
Der Kauf eines Grundstücks hat in Kathmandu in den meisten Fällen den Bau eines Hauses zur Folge. Aus diesem Grund ist auch der Kauf bzw. Verkauf von Grundstücken die Hauptursache für die Entwicklung der Einwohnerdichte.

Die ersten drei der folgenden Bilder 5.11, 5.12 und 5.13 zeigen die durchschnittlichen Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha bis zur Ring Road im Zeitraum von 1985-90, 1990-95 und 1995-2001. Der Kauf bzw. Verkauf innerhalb der Ring Road ist bis 1995 deutlich gestiegen, danach sind diese bis 2001 wieder deutlich gesunken. Das zeigt, dass innerhalb der Ring Road seit 1995 deutlich weniger Baugrund für das wachsende Kathmandu zur Verfügung steht. Außerhalb der Ring Road zeichnet sich die gleiche Tendenz ab, aber die Anzahl der Bauvorhaben ist kontinuierlich gestiegen.



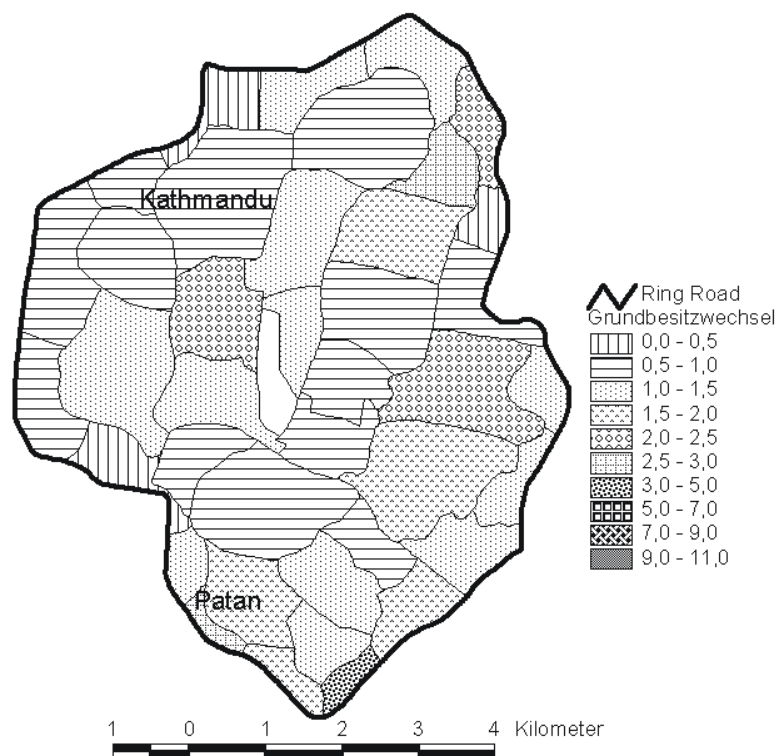
Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.11: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1985-1990 innerhalb der Ring Road



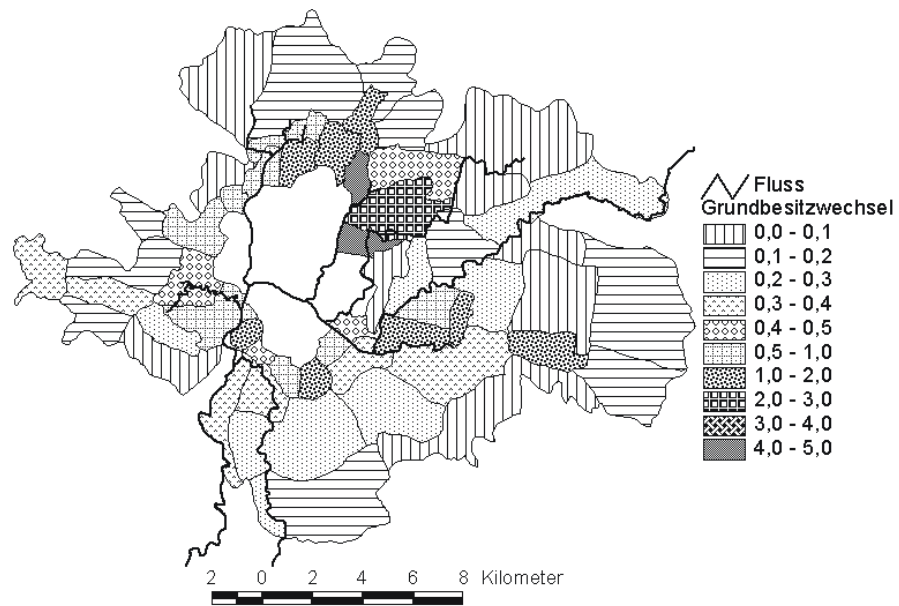
Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.12: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1990-1995 innerhalb der Ring Road



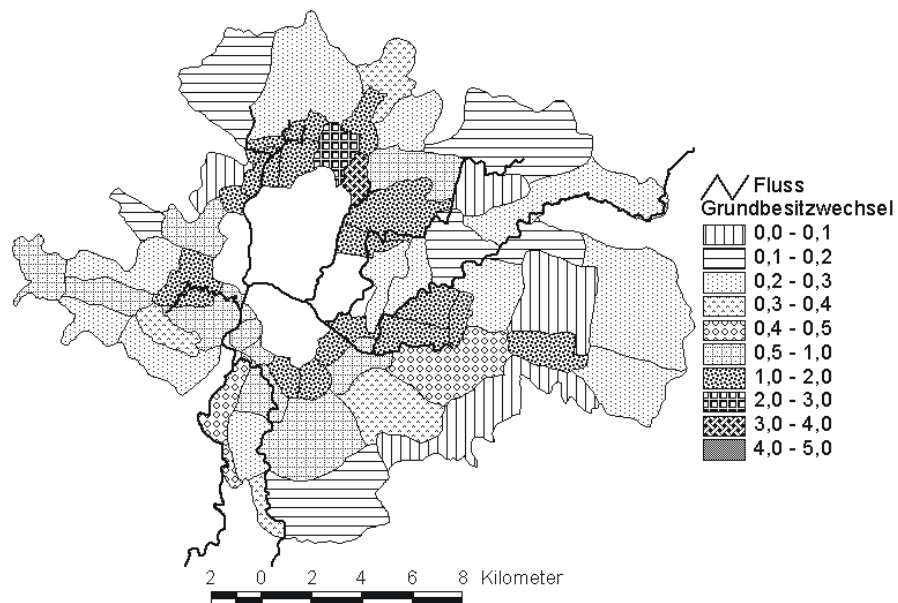
Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.13: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1995-2001 innerhalb der Ring Road



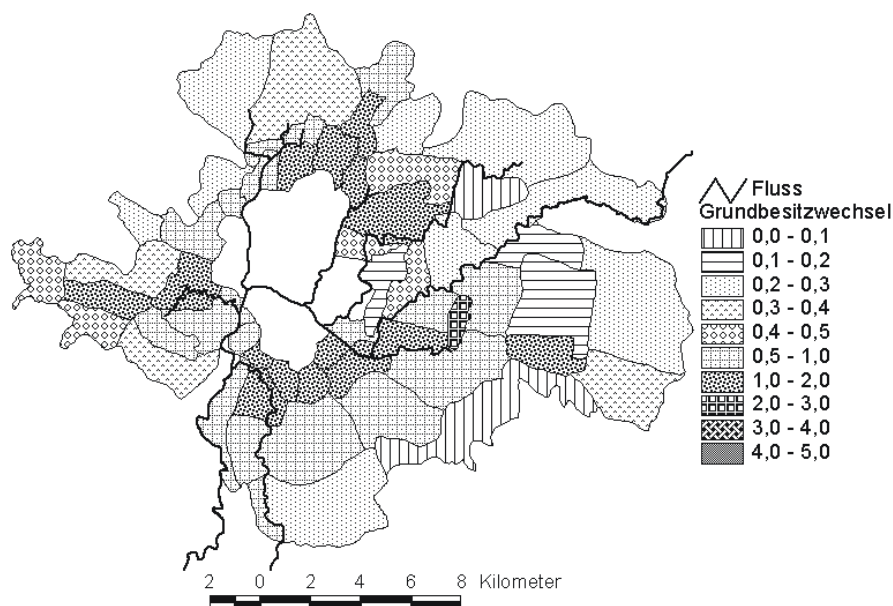
Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.14: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1985-1990 außerhalb der Ring Road



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.15: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1990-1995 außerhalb der Ring Road



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.16: Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1995-2001 außerhalb der Ring Road

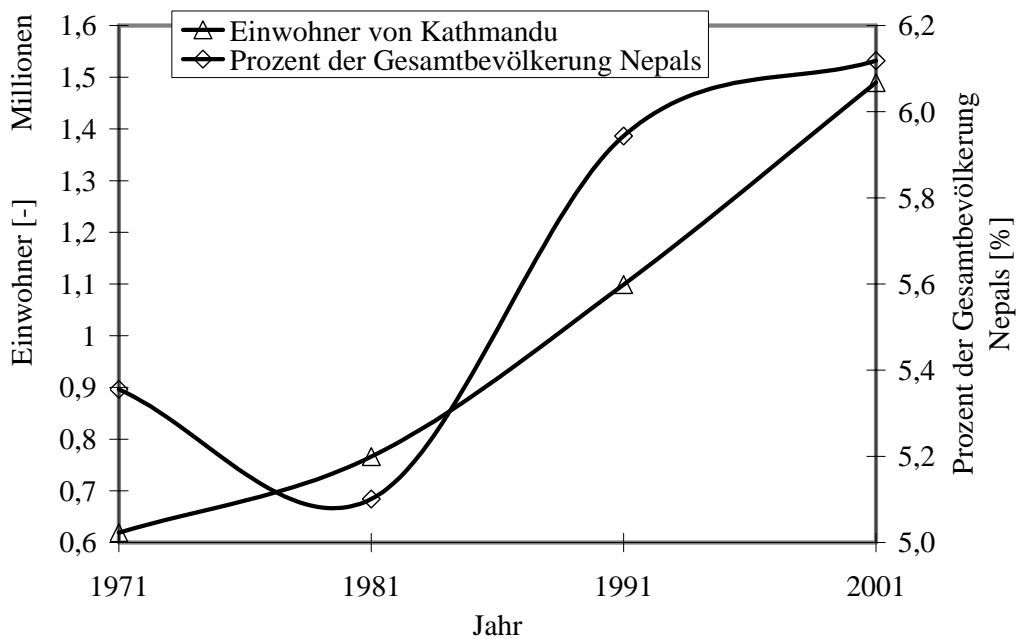
Der Kauf bzw. Verkauf von Grundstücken bedeutet in den meisten Fällen die Entstehung eines neuen Siedlungsgebietes und dadurch auch ein Anstieg der Einwohnerdichte.

5.5 Einwohnerzahl Kathmandus

Die Einwohnerzahl von Kathmandu hat sich in den letzten Jahrzehnten sehr verändert. Natürlich ist Kathmandu nicht nur die Hauptstadt Nepals, sondern auch das größte Handelszentrum des Landes. Die Zuwanderungsrate aus den ländlichen Regionen nach Kathmandu ist sehr hoch.

Bis 1981 lag die Einwohnerzahl des Kathmandu-Tales unter 800.000. Nach 1985 erreichte die Zahl über 1 Mio., und sie steigt immer noch sehr schnell an. In 2001 waren es bereits ca. 1,5 Mio., was einem Anteil von ca. 6,4 % an der gesamten Bevölkerung des Landes entspricht.

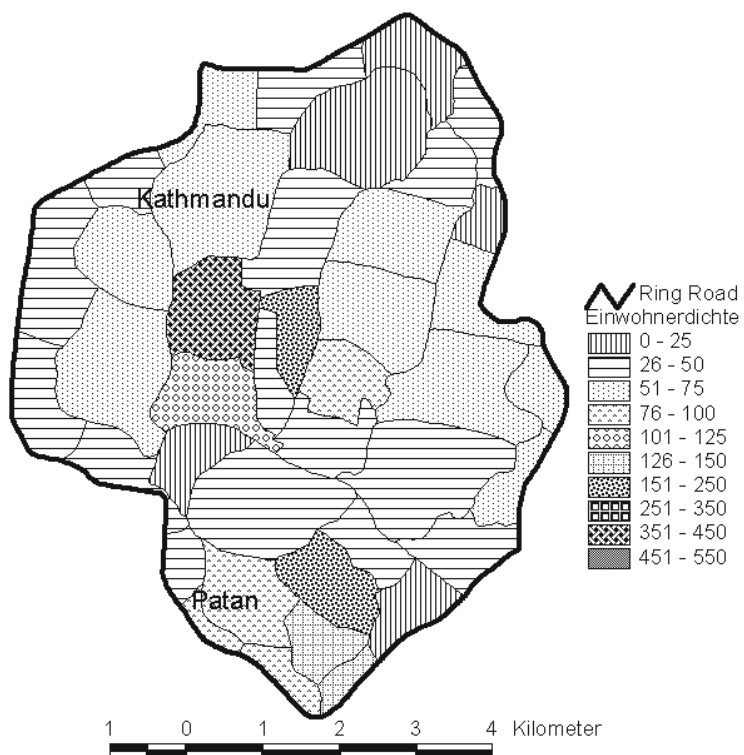
Das folgende Bild zeigt die Entwicklung der Einwohnerzahl Kathmandus.



Quelle: MOPE, HMG Nepal

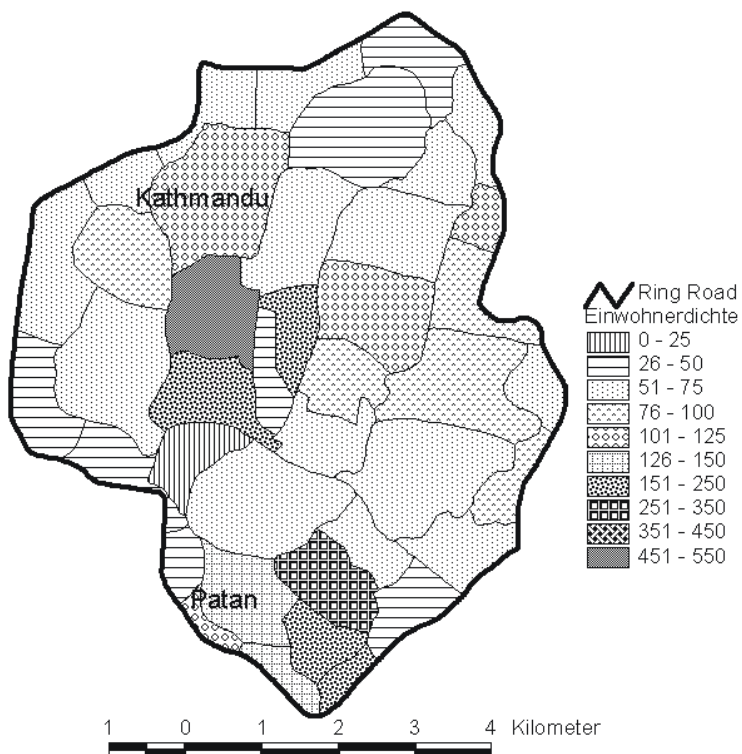
Bild 5.17: Einwohner Kathmandus

Die Einwohnerdichte im Kathmandu-Tal, besonders innerhalb der Ring Road, hat in den letzten 20 Jahren dramatisch zugenommen. Die folgenden Bilder zeigen die Einwohnerdichte in Kathmandu.



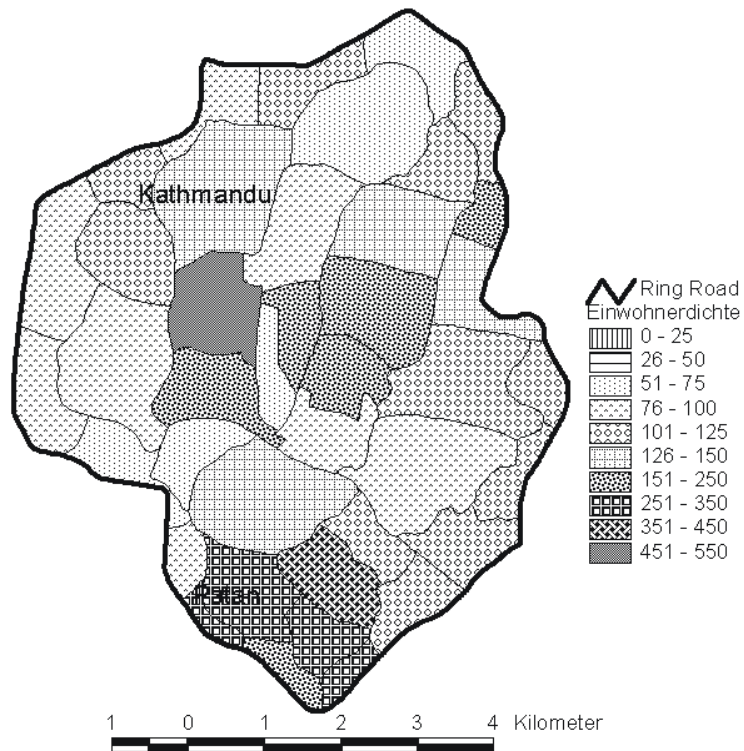
Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.18: Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 1981



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.19: Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 1991



Quelle: DOHUD, HMG Nepal

Bild 5.20: Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 2001

Der Grundbesitzwechsel und die Einwohnerdichte stehen in engem Zusammenhang. Von Anfang der 80er bis Mitte der 90er Jahre fand innerhalb der Ring Road ein reger Handel mit Grundstücken statt. Aus den Bildern oben ist zu erkennen, wie sich die Einwohnerdichte innerhalb der Ring Road bis zum Ende der 90er Jahre verändert hat. Die Einwohnerdichte hat im Zentrum und dessen Umgebung bis heute sehr stark zugenommen. Im Zentrum von Kathmandu liegt die Einwohnerdichte bei mehr als 540 Personen pro ha. Im Zentrum von Patan liegt die Einwohnerdichte bei ca. 440 Personen pro ha bzw. in der Umgebung bei ca. 350 Personen pro ha.

6 Energieverbrauch und Umwelt

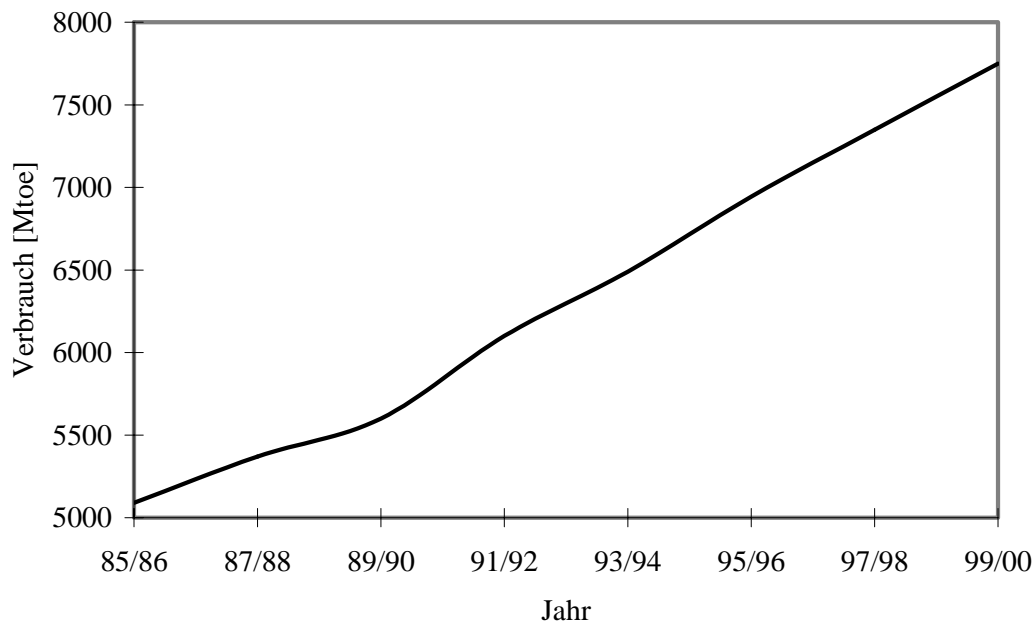
6.1 Energieverbrauch

In 1985/86 und 1999/00 betrug der totale Energieverbrauch in Nepal 5.090 Mtoe bzw. 7.750 Mtoe. Das zeigt, dass der Energieverbrauch jedes Jahr durchschnittlich um über 2,5 % zunimmt. Die tatsächliche Nachfrage nach Strom übersteigt aber die vorhandenen Kapazitäten. Die folgende Tabelle und das Bild zeigen den Energieverbrauch und die Arten der Energie.

Jahr	Verbrauch	Kohle	Erdöl	Gas	Wasserkraft	Bioenergie
	(Mtoe)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1985 / 86	5.090	0,19	3,21	0,02	0,39	96,19
1986 / 87	5.360	1,02	3,67	0,04	0,53	94,74
1987 / 88	5.370	0,92	3,46	0,05	0,51	95,06
1988 / 89	5.500	0,81	3,69	0,05	0,52	94,93
1989 / 90	5.600	0,13	4,30	0,06	0,79	94,72
1990 / 91	5.800	0,82	4,26	0,08	0,85	93,99
1991 / 92	6.100	0,88	6,25	0,11	0,90	91,86
1992 / 93	6.300	1,04	5,96	0,14	0,89	91,97
1993 / 94	6.490	0,94	5,96	0,13	0,91	92,06
1994 / 95	6.680	0,99	6,19	0,15	0,99	91,68
1995 / 96	6.944	1,02	7,16	0,31	1,03	90,48
1996 / 97	7.112	2,25	7,45	0,35	1,08	88,87
1997 / 98	7.350	2,37	8,08	0,45	1,11	87,99
1998 / 99	7.560	2,49	9,06	0,46	1,14	86,85
1999 / 00	7.750	2,62	10,10	0,47	1,17	85,64

Quelle: UNEP; [21]

Tab. 6.1: Energieverbrauch in Nepal



Quelle: UNEP;[21]

Bild 6.1: Energieverbrauch in Nepal

Hier ist deutlich zu sehen, dass der Energieverbrauch jedes Jahr sehr stark zunimmt, und zwar von 5.090 Mtoe in 1985/86 bis zu einer Höhe von 7.750 Mtoe in 1999/00. Die Luftverschmutzung ist in Nepal sehr hoch, besonders im Kathmandu-Tal, wo die verschmutzte Luft nicht entweichen kann. Die geographischen Eigenschaften Kathmandus sind für die Abgase sehr ungünstig. Kathmandu ist ein Tal, das an allen Seiten von hohen Bergen umgeben ist. Die Abgase sind meistens schwerer als Luft und können nicht einfach über die Gebirge aus dem Tal entweichen. Dadurch verschlechtert sich mit jedem Tag die Luftqualität. Vor allem bei den ersten Regenfällen im Frühjahr finden gefährliche chemische Reaktionen statt, wodurch saurer Regen entsteht. Das ist ein Grund dafür, dass die Lebensqualität stetig sinkt.

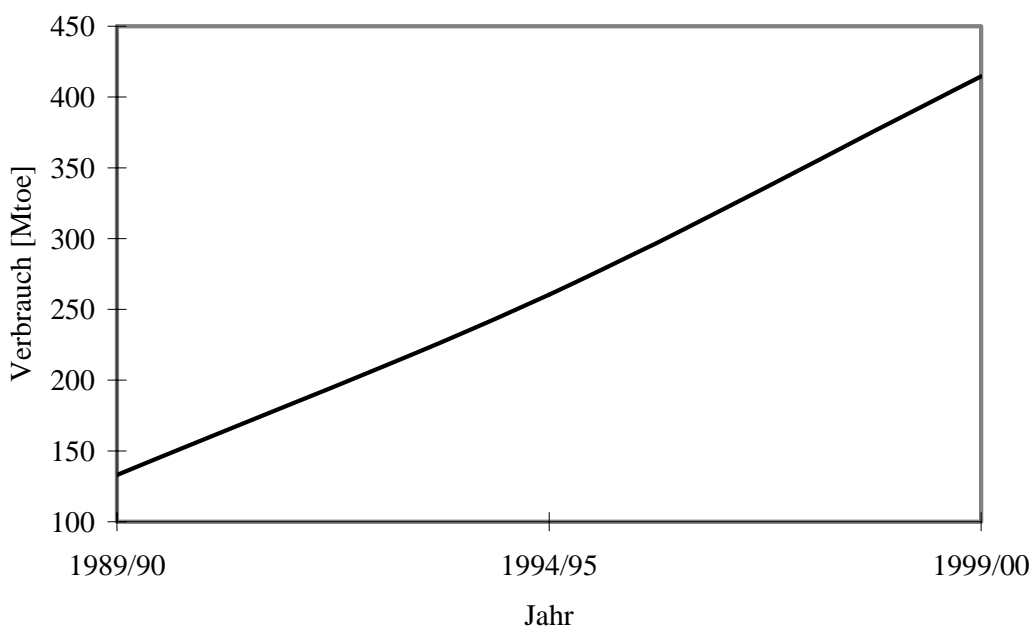
In Nepal wird meistens Bioenergie benutzt. Die Bioenergie besteht aus Feuerholz, übrig gebliebenen Bauprodukten und Mist von Tieren. Diese haben eine sehr empfindliche Wirkung auf die Umwelt. Im Jahre 1985 wurde über 95 % der Energie aus Bioenergie gewonnen. Die Nutzung der Bioenergie nimmt jedes Jahr ab, der gesamte Wert lag im Jahre 2000 aber immer noch über 85 % des totalen Energieverbrauches. Für die Bioenergie holzen die Menschen in Nepal jedes Jahr mehrere Millionen Bäume ab. Dadurch erfährt das Klima in Nepal eine starke Veränderung. Die Schwankungen der Temperatur sind jedes Jahr sehr hoch. Viele Berge sind nun ohne Bäume und aufgrund dessen instabil geworden. Dies ist die Hauptursache für immer häufiger auftretende Naturkatastrophen, wie Erdbeben und Überschwemmungen in der Regenzeit (Monsun).

Die Nutzung von Erdöl ist viel geringer als die der Bioenergie, aber sie hat wesentliche Bedeutung im Verkehr. Im Jahre 1985 betrug der Erdölverbrauch nur 3,21 % des gesamten Energieverbrauchs. Aber das Verkehrsaufkommen und die Bevölkerungszahl nehmen jedes Jahr zu, was ein stetiges Wachstum der Städte zur Folge hat. Deswegen hat auch der Erdölverbrauch stark zugenommen. Im Jahre 2000 lag der Wert bei etwa 10,10 % des gesamten Energieverbrauchs. Das sind etwa 782,75 Mtoe.

Im Kathmandu-Tal hat der Energieverbrauch ganz andere Indikatoren als im übrigen Nepal. Hier liegt der Verbrauch der Bioenergie deutlich unter 15 %, während der Energieverbrauch des Erdöls bei mehr als 50 % liegt. Der Großteil der Energie wird in Haushalten und im Transportwesen verbraucht.

6.2 Energieverbrauch im Verkehrsbereich

In Nepal hat der Transportsektor in den Jahren 1989/90 133,0 Mtoe Energie verbraucht. Die Werte liegen bei 260,5 Mtoe im Jahre 1994/95 bzw. bei 372,8 Mtoe im Jahre 1998/99. Das zeigt deutlich, dass der Energieverbrauch im Transportbereich jedes Jahr um durchschnittlich 18 % steigt. Das folgende Bild zeigt die graphische Darstellung des totalen Energieverbrauches im Transportbereich von 1988/89 bis 1999/2000.



Quelle: UNEP, MOPE, HMG Nepal

Bild 6.2: Energieverbrauch Nepals im Verkehrsbereich

1994/95 gab es erstmalig eine Untersuchung über den Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrsarten. Für 99 % der Fernreisenden in Nepal steht nur ein einziges Verkehrsmittel zur Verfügung, und zwar der Bus. Deswegen liegt und lag der Energieverbrauch durch Busse an erster

Stelle. Die folgende Tabelle zeigt den Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrsarten im Jahre 1994/95.

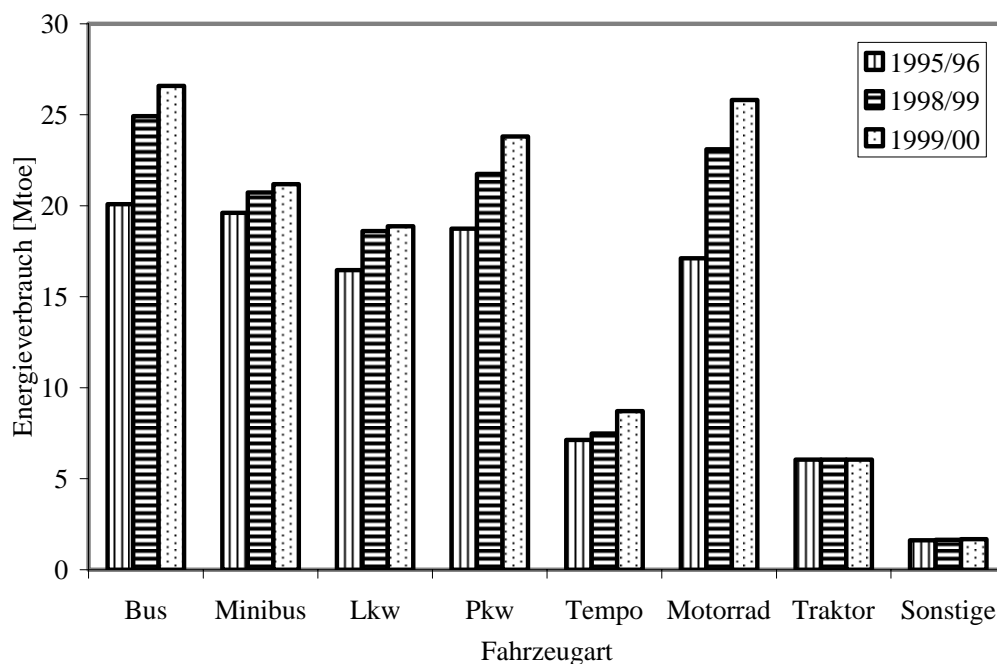
Fahrzeugart	Energieverbrauch (Mtoe)	Fahrzeugzahl	Energieverbrauch pro Fahrzeug (Ktoe)
Motorrad	19,6	71.518	0,274
Pkw (Benzin)	12,8	31.073	0,412
Pkw (Diesel)	9,7	3.453	2,809
Tempo (Benzin)	2,7	2.440	1,107
Tempo (Diesel)	6,2	2.440	2,542
Lkw (Diesel)	50,7	14.855	3,413
Bus (Diesel)	90,5	5.984	15,124
Minibus (Diesel)	28,6	2.183	13,101
Traktor (Diesel)	39,7	10.974	3,618
Zug (Kohle) (nicht genau zugeordnet)	5,0		

Quelle: UNEP

Tab. 6.2: Energieverbrauch Nepals in 1994/95

Im Kathmandu-Tal sind die Tempos eine sehr beliebte Art des ÖPNV. Seit Mitte der 90er Jahre gibt es neben benzin- auch dieselbetriebene Tempos. Die benzinbetriebenen Tempos sind vergleichbar mit Taxis, da sie auch bis zu 3 Fahrgäste befördern können. Die mit Diesel betriebenen Tempos werden als kleine ÖPNV-Fahrzeuge eingesetzt. Sie können bis max. 11 Fahrgäste befördern. Mit diesen Fahrzeugen werden auch Ziele bedient, die sehr weit außerhalb der Ring Road liegen, z.B. Budhanilkantha, Jorpati, Sanothimi und Gurju Dhara. Da die Fahrtkosten für Diesel-Tempos deutlich geringer als für Benzin-Tempos sind, werden sie immer häufiger eingesetzt, wodurch der Energieverbrauch höher liegt als bei Benzin-Tempos.

Das Bild zeigt deutlich, dass der Energieverbrauch in Nepal durch Busse bei über 90 Mtoe liegt. Danach folgen die Lkws mit über 50 Mtoe. Die Busse und Lkws des Fernverkehrs haben eine sehr geringe Wirkung auf die Luftverschmutzung in Kathmandu, auch wenn ihre Fahrten im Kathmandu-Tal enden. Den größten Teil der Luftverschmutzung verursachen lokale Verkehrsmittel.



Quelle: UNEP, MOPE, HMG Nepal

Bild 6.3: Energieverbrauch der verschiedenen Fahrzeugarten im Kathmandu-Tal

Bild 6.3 zeigt die Fahrzeugarten, die für die Luftverschmutzung im Kathmandu-Tal verantwortlich sind. Minibus, Motorrad, Pkw und Tempo haben einen geringeren Energieverbrauch als Bus und Lkw. Immer mehr Menschen benutzen kleine, billigere und einfachere Fahrzeuge. Bis 1995/96 war der Energieverbrauch durch Pkws höher als durch Motorräder. Im Jahre 1998/99 hat sich das geändert; der Energieverbrauch der Motorräder ist nun größer als der der Pkws. Die Menschen benutzen mehr und mehr Motorräder. Das Motorrad ist ein sehr praktisches Fahrzeug, besonders, weil es viele kleine und enge Straßen in Kathmandu gibt, die oft gar nicht für Pkws zugänglich sind.

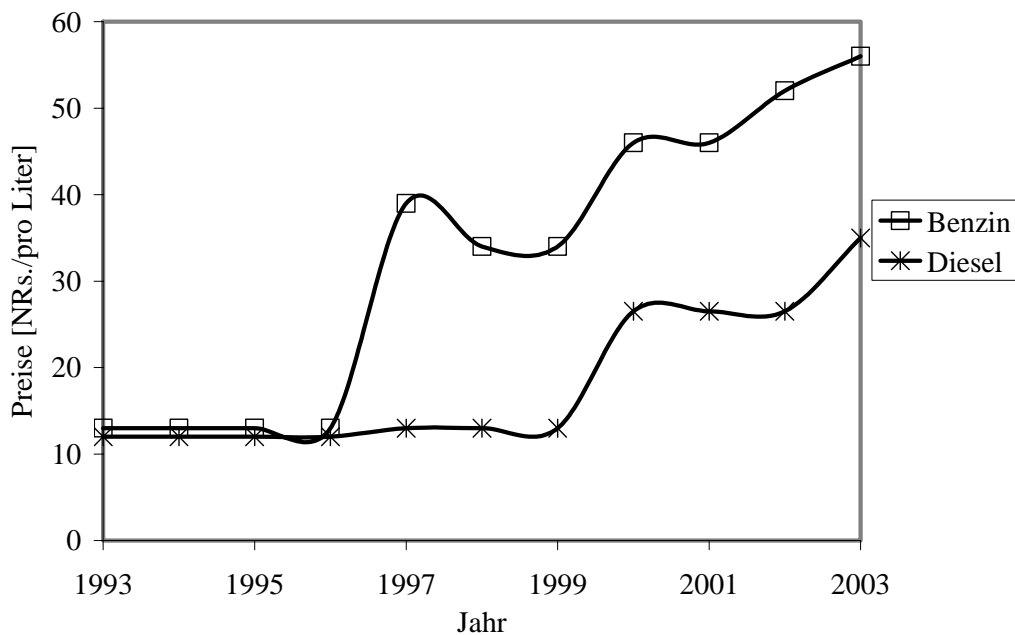
Der Energieverbrauch in Kathmandu steigt mit zunehmendem Verkehr. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Fahrzeug nimmt aber jedes Jahr ab. Wegen der steigenden Verkehrszahlen nimmt die gefahrene Strecke pro Fahrzeug und Jahr immer mehr ab, weil immer mehr Menschen eigene Fahrzeuge benutzen.

6.3 Kraftstoffpreise

Nepal hat kein eigenes Erdöl, deshalb muss es aus dem Ausland importiert werden. Die Nepal Oil Corporation (NOC) ist eine Regierungsorganisation und besitzt als solche die einzige Lizenz für den Import von Erdöl. In 1999/2000 wurde Erdöl im Wert von ca. 18,68 Milliarden NRs. importiert. Das entspricht einem Anstieg von 4,2 % zum Vorjahr. Der Verlust der Nepal Oil Corporation beträgt jedes

Jahr mehrere Millionen NRs. Schlechtes Management der NOC und die offene Grenze zu Indien sind die Hauptursache für den Verlust, da das subventionierte Erdöl wegen der schwachen Kontrollen von Nepal nach Indien transportiert wird. Allein durch den Preisunterschied zu Indien entstand im Jahr 1999/2000 ein Defizit von ca. 700 Millionen NRs. (1 EURO = 66,58 nepalesische Rupie NRs. Januar 2000).

Obwohl der Rohölpreis auf dem internationalen Markt von 50 US\$ pro Barrel in den 80er Jahren bis auf 12 US\$ pro Barrel im Jahr 2000 gesunken ist, ist der Preis für Benzin und Diesel in Nepal kontinuierlich gestiegen. Von 1993 bis 1996 lagen die Preise für Benzin und Diesel bei 29 NRs. bzw. 12 NRs. pro Liter, aber im Jahr 2000 betrug der Preis für Benzin 47 NRs. bzw. für Diesel 26,50 NRs. Das ist eine Steigerung von 60,2 % des Benzinpreises bzw. 120,0 % des Dieselpreises, obwohl die nepalesische Rupie (NRs.) in dieser Zeit am internationalen Devisenmarkt nur 21,32 % an Wert verloren hat. Im Jahr 2003 lag der Preis für Benzin bzw. Diesel in Nepal bei NRs. 56 bzw. NRs. 38 pro Liter.



Quelle: NOC

Bild 6.4: Kraftstoffpreise

6.4 Emissionsquellen

Dies sind die hauptsächlichen Emissionsquellen in Kathmandu:

- Industrie
- Haushalte
- Verkehrswesen

6.4.1 Industrie

Viele verschiedene Industrien sind an der Luftverschmutzung im Kathmandu-Tal beteiligt. Hier sind eine Zementfabrik sowie viele Ziegeleien die industriellen Hauptverursacher für die Luftverschmutzung. Die Himal Cement, die einzige Zementfabrik im Kathmandu-Tal, ist eine sehr alte Fabrik mit veralteter Technik. Sie hatte im Jahre 1987 ein Emissionsniveau von ca. 5 bis 6 Tonnen Partikel in 6 Stunden. Das war ein Negativrekord in ganz Südasien [41].

Im Jahre 1998 gab es im Kathmandu-Tal ca. 150 Ziegeleien. Die Monate Oktober bis Mai sind die Hauptsaison für die Ziegelproduktion. In dieser Zeit ist die Rauchemission sehr hoch, und das Niveau der Luftverschmutzung erreicht dann einen Spitzenwert. Die meisten Ziegeleien arbeiten mit einer sehr veralteten Technik. Sie verwenden Kohle statt Strom und verfügen über keine Maßnahmen zum Umweltschutz, weswegen sie ein sehr hohes Niveau an Emissionen, wie Rauch, Asche und Ziegelstaub, direkt in die Luft abgeben. In Kathmandu hält mehr als 60 % der Industrie keine Umweltschutzmaßnahmen ein. Solche Industrien sind die Zementfabrik, Ziegeleien, Textilfabriken, Waschmittelfabriken, chemische Industrien usw. [41].

6.4.2 Haushalte

In Kathmandu benutzen viele Einwohner noch Bioenergien, d.h. hauptsächlich Feuerholz, zum Kochen und Heizen. Seit zehn Jahren nimmt die Zahl der Einwohner, die Gas zum Kochen verwenden, allerdings rasant zu. Besonders in den letzten drei Jahren hat sich der Anteil um ein Vielfaches erhöht. Gas ist umweltfreundlicher als Holz. Kochen mit Gas ist in Kathmandu jedoch nicht so einfach, da die Nachfrage sehr hoch ist, aber nicht genug Gas zur Verfügung steht.

6.4.3 Verkehrswesen

Die Luftverschmutzung durch den Verkehr ist ein sehr komplexer Zusammenhang von Treibstoffeigenschaften, Verbrennung des Treibstoffs, Reaktion mit anderen Gasen und der atmosphärischen Kondition. Zu der hohen Luftverschmutzung tragen diese Faktoren mit bei:

- Der Verkehr nimmt schnell zu.
- Viele Fahrzeuge sind mehr als 15 Jahr alt.
- Viele Fahrzeuge werden wenig gepflegt und repariert und haben keine Katalysatoren.
- Die Straßen in Kathmandu sind sehr eng, was jeden Tag erneut zu Staus führt, wodurch noch mehr Abgase entstehen.

6.5 Emissionsregelung

Bis Mitte der 90er Jahre gab es in Kathmandu praktisch keine Kontrolle der Emissionen. Das überraschend schnelle Anwachsen des Verkehrs und der unkontrollierte Ausstoß von Emissionen führte zu großen Umweltproblemen.

Im Dezember 1999 wurde in Kathmandu das erste Gesetz zur Kontrolle der Verkehrsemissionen erlassen (Nepal Vehicle Mass Emission Standards, 2056). Die Standards in diesem Gesetz entsprechen der EU-Norm EURO 1. Das Gesetz galt zunächst nur für private Kraftfahrzeuge und den ÖPNV. Seit dem 19. Februar 2000 gilt das Gesetz für alle Verkehrsmittel, also z.B. auch für staatliche und von Diplomaten genutzte Fahrzeuge. Außerdem wurde innerhalb des Kathmandu-Tales der Verkauf von Fahrzeugen verboten, die mehr als 20 Jahre alt sind.

Die folgende Tabelle zeigt die Grenzwerte für Emissionen im Kathmandu-Tal.

	Start		Warm		
	CO	HC + NO _x	CO	Verdampfungs- emission	PM
Otto-PKW (g/km)	3,16	1,13	max. 3,5 % mehr Volumen als beim Start	2 g/test	
bis 3,5 t (RM in kg)					
RM < 1250 (g/km)	3,16	1,13			
1250 < 1700 (g/km)	6,00	1,60			
RM > 1700 (g/km)	8,00	2,00			
Motorräder (g/km)	2,40	2,40			
Tempo (g/km)	4,80	2,40			2 g/test
Diesel-Pkw (g/km)	3,16	1,13			0,18
Lkw (g/kwh)	4,90	HC 1,1; NO _x 9			0,68 für 85 kw; 0,4 für > 85 kw

(RM: Referenzmaß, ohne Passagiere oder Güter, voller Tank und mit allen Werkzeugen)

Quelle:[20]

Tab. 6.3: Grenzwerte für Emissionen im Kathmandu-Tal (2056)

Im Kathmandu-Tal werden seitdem ständig die Verkehrsemissionen kontrolliert. Derzeit können ca. 75 % der Fahrzeuge diesen Standard erfüllen.

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse einer Emissionskontrolle im Zeitraum von 1996 bis 2001:

Besitzer	Anzahl Fahrzeuge	Durchgefallen	
		Anzahl	Prozent
Regierung	10.767	2.791	25,9
Semi - Regierung	4.429	1.313	29,6
Privat	92.045	20.165	21,9
Diplomaten	8.071	1.543	19,1
Mietwagen	80.121	19.302	24,1
Touristen	7.096	1.445	20,4
Gesamt	202.529	46.559	23,0

Quelle: KVTP

Tab. 6.4: Emissionskontrolle

Die Fahrzeugkennzeichen werden in Nepal nach folgenden Benutzergruppen gegliedert:

- Regierung: Fahrzeuge von Behörden
- Semi-Regierung: regierungseigene Industrien und Gesellschaften
- Privat: Nutzung durch Privatleute
- Diplomaten: Botschaften und ausländische Organisationen
- Mietwagen: Nutzung als Taxi, ÖPNV
- Touristen: Fahrzeuge zur Beförderung von Touristen

Fahrzeugart	Anzahl Fahrzeuge	Durchgefallen	
		Anzahl	Prozent
Pkw	157.042	32.329	20,6
Tempo	26.606	7.060	26,5
Bus	14.207	4.579	32,2
Lkw	4.663	2.588	55,5
Sonstige	11	3	27,3

Quelle: KVTP

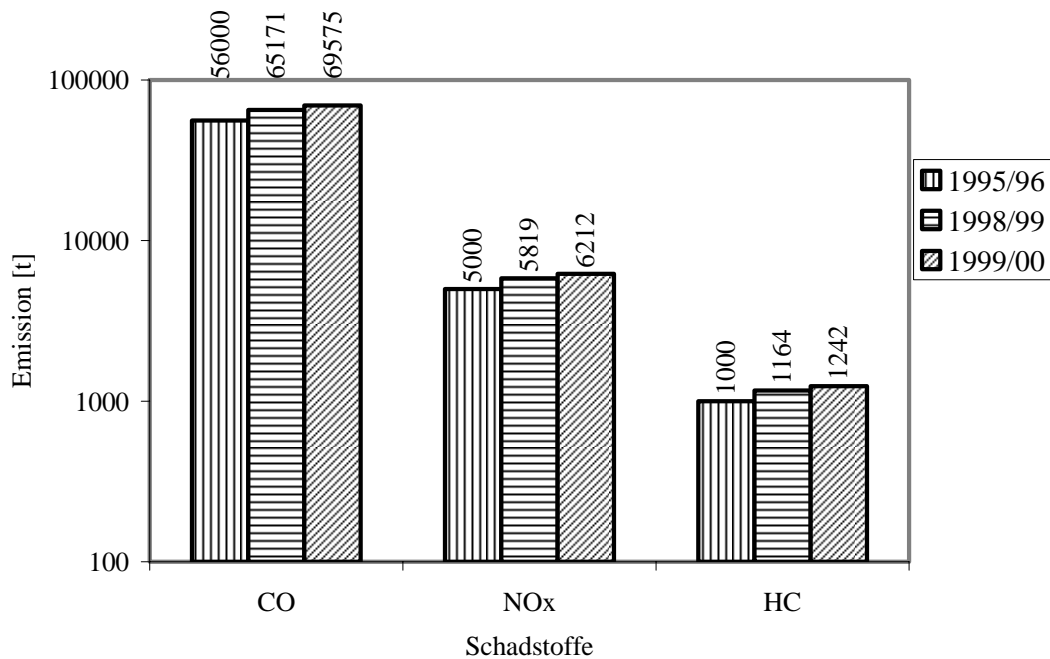
Tab. 6.5: Emissionskontrollen bei verschiedenen Fahrzeugarten

Die obere Tabelle zeigt die Ergebnisse von Emissionskontrollen bei verschiedenen Fahrzeugarten. Jeder 2. Lkw bzw. jeder 3. Bus überschreitet die Emissionsgrenzwerte.

6.6 Verkehrsemission

Wegen der sehr schnell wachsenden Wirtschaft in Kathmandu steigt das Einkommen und damit die Motorisierung. Diese wiederum bewirkt den Anstieg der Luftverschmutzung.

Das folgende Bild zeigt die Verkehrsemission in Kathmandu:



Quelle: MOPE, HMG Nepal

Bild 6.5: Emission im Kathmandu-Tal

6.7 Luftqualität im Kathmandu-Tal

Es gibt eine Reihe von Empfehlungswerten und Maßstäben für die Luftqualität von der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Daran wird deutlich, wie schlecht die Luftqualität im Kathmandu-Tal ist. Die WHO weist darauf hin, dass ihre Empfehlungswerte nur Richtwerte sind. Diese Werte geben nur eine Empfehlung, was nicht bedeutet, dass sie gesundheitlich unbedenklich sind. Die folgende Tabelle zeigt die Luftqualität an verschiedenen Orten im Kathmandu-Tal.

	Schwebstaub (TSP)		Schwebstaub (PM 10)		NO _x		SO ₂	
	24 Std.	8 Std.	24 Std.	8 Std.	24 Std.	8 Std.	24 Std.	8 Std.
Durchschnitt								
Empfehlung WHO		120	50	70	100		125	
Geschäftliche Gebiete								
Hohe Belastung								
Singha Darbar	303	532	142	144	37	45	49	72
Hauptpost	380	682	137	157	11	24	37	33
Mittlere Belastung								
Ratna Park	187	300	67	74	32	27	18	19
Lainchaur	228	367	103	100	19	25	17	38
Kalimati	391	734	135	154	19	35	77	71
Wohngebiete								
Maharajgunj	191	93	72	49	12	15	19	13
Nayabaneshwor	200	50	113	31	13	14	25	62
Jaya Bageshwori	228	341	112	116	49	38	29	119
Industriegebiete								
Balaju	108	109	40	40	15	17	31	34
Chovar	430		166				57	

Quelle: WHO's AQG1987,1999, [1]; [60]

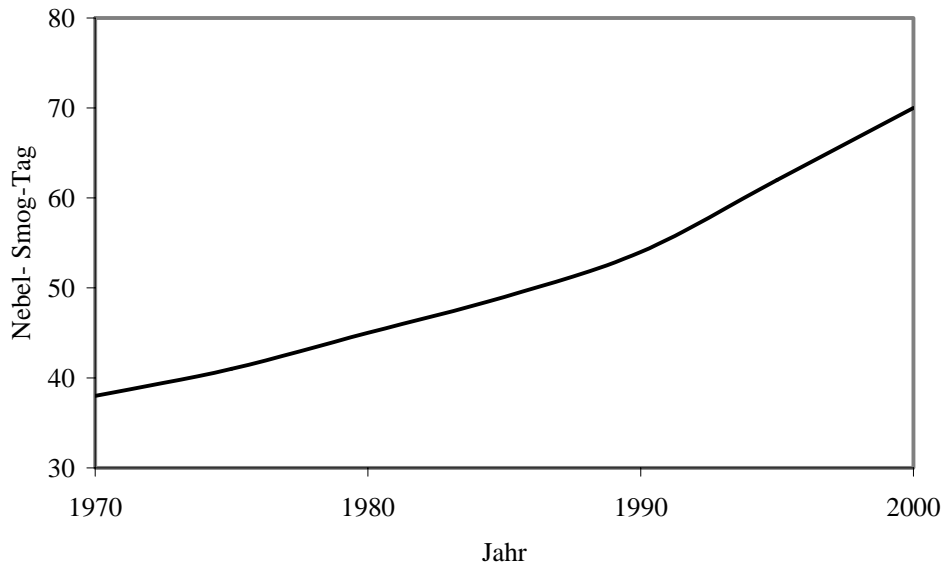
Tab. 6.6: Luftqualität an verschiedenen Orten im Kathmandu-Tal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Die WHO warnt, dass die Luftqualität im Kathmandu-Tal eine der schlechtesten der Welt ist. Hier lag die SO₂-Konzentration von September bis Dezember 1993 sogar in Wohngebieten bei einem Wert von ca. 273 bis 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und an Hauptstraßen bei 310 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bis 875 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, was hauptsächlich auf die Verkehrsbelastung zurückzuführen ist.

Das Hauptproblem im Kathmandu-Tal ist die hohe Konzentration von Schwebstaub. In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die 24stündigen Durchschnittswerte von PM₁₀ je nach Ort von 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bis 495 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Die Durchschnittswerte liegen bei 225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Zentrum, 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Umgebung des Zentrums und 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ außerhalb der Ring Road. Die Konzentration von Schwebstaub (TSP) liegt abhängig vom Ort zwischen 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und 572 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Durchschnittswert liegt im Zentrum bei 379 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in der Umgebung des Zentrums bei 214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und außerhalb der Ring Road bei 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Werte liegen weit über dem, was die WHO empfohlen hat. Die empfohlenen Werte liegen für Schwebstaub (TSP) bei 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für Schwebstaub (PM₁₀) bei 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die obere Tabelle zeigt, dass nur die Werte für die SO₂ und NO_x der Empfehlung der WHO entsprechen.

6.8 Nebel und Smog im Kathmandu-Tal

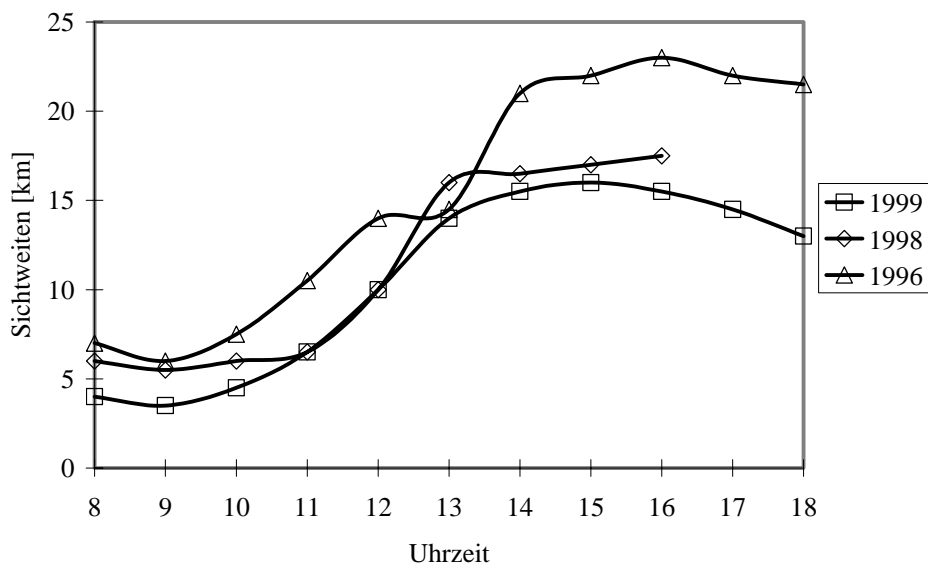
Das Niveau der Luftverschmutzung ist in Kathmandu um ein Vielfaches höher als das WHO-Standard-Niveau. Da Kathmandu in einem Tal liegt, können die Abgase nicht entweichen. Besonders im Winter, wenn es sehr lange nicht regnet und es sehr kalt ist, bilden sich Smog und Nebel gleichzeitig. Die Tage, an denen so etwas vorkommt, haben in den letzten Jahren immer mehr zugenommen.



Quelle: [60];[41];WCU, Nepal

Bild 6.6: Nebel- und Smog-Tage im Kathmandu-Tal

Nebel hat direkten Einfluss auf die Sichtweite. Das folgende Bild 6.7 zeigt die Sichtweiten im Monat Februar.



Quelle: [60]

Bild 6.7: Sichtweiten im Februar

Wegen der sehr schlechten Luftqualität hat die Weltbank durch ein „Metropolitan Environmental Improvement Program (MEIP)“ Maßnahmen vorgeschlagen, wie Umwelt-Unterricht an den Schulen, „clean diesel“ bzw. bessere Qualität des Diesels (unter 2 % Schwefel-Inhalt), Bleifrei-Benzin usw.

6.9 Lärm

Im Kathmandu-Tal herrscht eine hohe Lärmbelastung durch den täglichen Verkehr, die unter anderem dadurch zustande kommt, dass in der Stadt jeder Fahrer durchschnittlich einmal in 7 Minuten hupt [KVTP]. Eine neue Studie von Pardhananga und Regmi [68] hat gezeigt, dass die durchschnittliche Lärmbelastung im Kathmandu-Tal zwischen 79 dB und 112 dB liegt. Dieser Wert ist höher als in indischen Großstädten. Die folgende Tabelle zeigt die dB-Werte im Kathmandu-Tal.

Ort	dB	Ortseigenschaften
Trichandra Campus	80 - 90	Hochschule
Amrit Science Campus	75 - 85	Hochschule und Wohngebiet
Ratna Park	72 - 91	Endhaltestelle (Busse)
Bir Hospital	85 - 100	Krankenhaus
Teku	85 - 100	Handelszentrum
Jochen	82 - 100	Handelszentrum
Lazimpat	80 - 98	Markt und Wohngebiet
Putalisadak	82 - 98	Wohngebiet
Ashan	73 - 80	Markt

Quelle: [1]

Tab. 6.7: Lärm im Kathmandu-Tal an verschiedenen Orten

Die folgende Tabelle zeigt die Lärmbelastung im Verhältnis zur Verkehrsbelastung.

Stadtteile/Straßen	dB
Straßen mit hoher Verkehrsbelastung	78,97
Straßen mit geringer Verkehrsbelastung	75,21
Öffentliche Orte	69,67
Wohngebiete und Handelszentren	74,52

Quelle: [21]

Tab. 6.8: Lärmbelastung im Verhältnis zur Verkehrsbelastung

6.10 Auswirkung der Luftverschmutzung

Im Kathmandu-Tal sind die Auswirkungen der Luftverschmutzung besonders auffällig im Gesundheitsbereich und bei den zahlreichen historischen Gebäuden.

In Kathmandu wird nur verbleites Benzin verwendet. Die Qualität des Treibstoffes in Nepal ist sehr schlecht. Hier beträgt der Bleianteil im Benzin ca. 0,42 g/l bis 0,82 g /l. Das ist eine der höchsten Konzentrationen in der Welt [41]. Der Schwerlastverkehr (Busse, Lkws) verwendet jedoch Diesel als Treibstoff. Hohe Konzentrationen von Schwefel und andere Bestandteile im Treibstoff führen zu Gesundheitsschäden, wenn sie als Emission in die Atmosphäre gelangen.

Wegen schlechter Luftqualität erhöht sich die Anfälligkeit für Haut-, Atemwegs- und Herzerkrankungen. Die Wirkungen der Luftverschmutzung im Kathmandu-Tal verursachen einen jährlichen Gesundheitsschaden von bereits mehr als 210 Millionen NRs. Die Weltbank hat bestätigt, dass dies für den gesamten südasiatischen Raum zutrifft [60,61].

Es wird vermutet, dass der IQ der Kinder geringer wird, Krankheiten wie Bluthochdruck zunehmen und ein großes Risiko für ungeborene Kinder besteht. Viele Forschungen haben gezeigt, dass eine Zunahme der Bleikonzentration im Blut der Kinder von 10µg/dl auf 20 µg/dl zu einer Abnahme des IQ von 1 bis 2 Punkten führt. Die hohe Konzentration des Schwefels im Diesel hat direkt oder indirekt negative Auswirkungen auf die Umwelt. Diesel besteht normalerweise zu 0,1 bis 0,5 % aus Schwefel. In Nepal liegt der gemessene Wert jedoch bei ca. 1,0 %; das ist die höchste Konzentration weltweit. In Europa und den USA liegen die Werte noch nicht einmal bei 0,05 % [41].

Kathmandu ist wegen der vielen historischen Gebäude und Zehntausenden von Tempeln auch als „Stadt der Tempel“ bekannt. Die historischen Gebäude und Tempel sind das kulturelle Erbe Kathmandus. Bei den meisten historischen Gebäuden wurde traditionell Holz als Baumaterial verwendet. Verschiedene Schadstoffe in der Luft, wie Schwefeloxid und Stickstoff, reagieren mit Wasser, wodurch Säure entsteht. Durch diese Säure werden jeden Tag die historisch sehr wertvollen Holzschnitzereien sowie marmornen und metallischen Ausstattungen der Gebäude und Tempel geschädigt. Diese Schädigung gefährdet nicht nur das kulturelle Erbe Kathmandus, sondern auch den Stolz der Einwohner. Zudem hat dies auch eine negative Wirkung auf die Wirtschaft, da der Tourismus in Kathmandu eine sehr große Rolle spielt.

7 Verkehrsablauf im Kathmandu-Tal

7.1 Verkehrsmodelle

Für das Kathmandu-Tal ist für die weitere Erarbeitung der Verkehrsmaßnahmen zuerst die Ermittlung von Verkehrsgrößen sehr wichtig. Diese Größen zu ermitteln, ist ein Ziel von Verkehrsmodellen. Dadurch wird nicht nur der Zustand, sondern auch die Prognose von Verkehrsbelastungen einzelner Verkehrnetzelemente (Querschnitte, Strecken, Knoten usw.) innerhalb eines Zeitraume ermittelt, z.B. die Verkehrsbelastung an einer Straße pro Tag. Solche Informationen bilden die Grundlage für die Dimensionierung der Kapazitäten der Verkehrsnetze und Reisegeschwindigkeiten, und sei liefern nähere Informationen zur Realisierungswürdigkeit von geplanten Maßnahmen und zur Berechnung der Folgewirkungen.

Zur Bildung von Modellen wird das Kathmandu-Tal in verschiedene Verkehrszonen eingeteilt. Danach wird zur Ermittlung der Streckenbelastung das folgende Teilmodell durchgeführt:

- Verkehrserzeugung
- Verkehrsverteilung und
- Verkehrsumlegung

7.2 Verkehrszonen

Das Kathmandu-Tal ist in administrativer Hinsicht in verschiedene Bezirke (Wards) und Dorfentwicklungskomitees unterteilt. Die geographische Lage spielt auch eine sehr wichtige Rolle beim Verkehrsaufkommen Kathmandus. Deswegen wird in dieser Arbeit je nach Bezirk oder geographischer Lage ein passendes Gebiet als Grundlage für die Gliederung der Verkehrszonen angenommen. Das Kathmandu-Tal ist in 80 verschiedene Verkehrszonen eingeteilt, und zwar in 40 Verkehrszonen vom Zentrum bis zum Einflussbereich der Ring Road und in 40 Verkehrszonen vom Einflussbereich der Ring Road aus ins Umland.

Das folgende Bild zeigt die Einteilung der Verkehrszonen im Kathmandu-Tal.

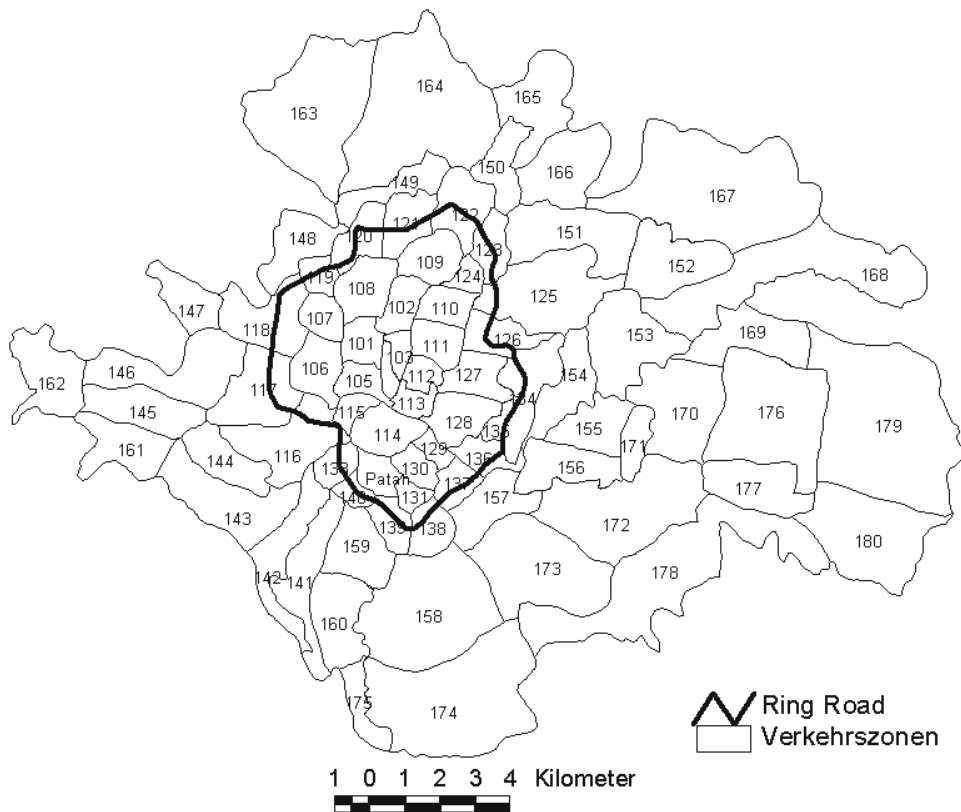


Bild 7.1: Verkehrszonen im Kathmandu-Tal

In dieser Arbeit wird mit Hilfe der Analyse-Software Arc-View zuerst eine digitale Karte des Kathmandu-Tales erstellt. Es gab bisher keine digitale Karte für das Kathmandu-Tal, aber im internationalen GIS-System sind für das Kathmandu-Tal drei Hauptstraßen mit Kreuzung zu erkennen. Mit diesem Straßenverlauf als Basis wurde eine Karte vom Kathmandu-Tal in Arc-View erstellt. In dieser Karte werden die Merkmale (Attribute) wie Straßen, Flüsse, Einwohnerzahlen, Arbeitsplätze, Schulen und Grundstückswerte sowie alle Koordinaten des Kathmandu-Tales erfasst. Die mit Arc-View erstellten Dateien können in Zukunft weiterhin zur schnellen Bearbeitung in verschiedenen Aufgabenstellungen genutzt werden.

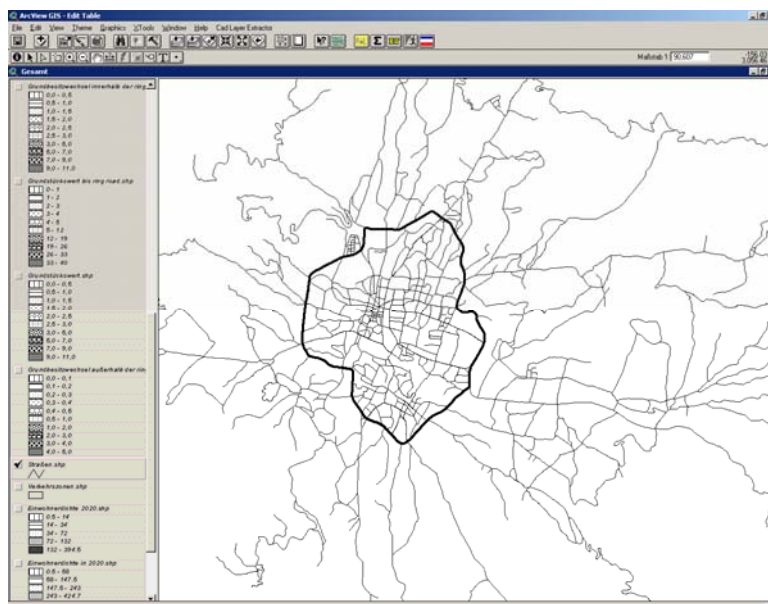


Bild 7.2: Bearbeitung von Attributen in Arc-View

7.3 Verkehrserzeugung, -verteilung und -umlegung

Für die Ermittlung der Verkehrserzeugung wird das Raumaggregatmodell verwendet, in dem das Verkehrsaufkommen einer Verkehrszelle mit Hilfe der Regressionsanalyse auf der Basis von Strukturgrößen wie Einwohner, Beschäftigte usw. ermittelt wurde. Der Quellverkehr wird über den linearen Zusammenhang bestimmt.

$$Q_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_mx_m \quad (\text{Gl. 7.1})$$

mit

Q_i = Quellverkehr der Verkehrszelle i

x_{ik} = Strukturgröße k der Verkehrszelle i (z.B. Anzahl der Einwohner, Beschäftigten usw.)

a_0 = Konstantes Glied

a_k = Regressionskoeffizient

Das Modell kann anhand empirischer Werte für die Verkehrsgrößen Q_i ($i = 1, 2, 3 \dots n$) und die Strukturgrößen x_{i1}, \dots, x_{im} , die in die Regressionsrechnung einbezogen werden, „geeicht“ werden. Die Zahl n der Verkehrszellen muss dabei größer sein als die Zahl m der Regressionskoeffizienten.

Die Regressionsanalyse liefert dann für Schätzwerte für das konstante Glied a_0 die Regressionskoeffizienten a_1, \dots, a_n sowie die Standardabweichung s des Verkehrsaufkommens Q_i .

Der Regressionskoeffizient a_k stellt die spezifische Wirkung der Strukturgröße x_k auf das Verkehrsaufkommen dar und kann als das spezifische Verkehrsaufkommen einer Einheit der entsprechenden Strukturgröße, z.B. Einwohner, aufgefasst werden.

Zur Ermittlung der Quellverkehrsaufkommen wird die Gleichung in Form des Verkehrserzeugungsmodells von KESSEL weiter verwendet [44].

$$Q = f_{a1} \times a_{1q} \text{Anzahl}_{\text{Erwerbspersonen}} + f_{a2} \times a_{2q} \text{Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a3} \times a_{3q} \text{Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a4} \times a_{4q} \text{Anzahl}_{\text{Schüler}} + f_{a5} \times a_{5q} \text{Anzahl}_{\text{Beschäftigte}} + f_{a6} \times a_{6q} \text{Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a7} \times a_{7q} \text{Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a8} \times a_{8q} \text{Anzahl}_{\text{Schulplätze}} + f_{a9} \times a_{9q} \text{Anzahl}_{\text{Beschäftigte}} + f_{a10} \times a_{10q} \text{Anzahl}_{\text{Einwohner}} \quad (\text{Gl. 7.2})$$

$$Z = Q \quad (\text{Gl.7.3})$$

mit

a_n = Mobilitätsfaktor unterschiedlicher soziodemographischer Gruppen, Werte aus der Tabelle nach KESSEL [Anhang II]

f_{an} = stündliche Anteilssätze des Tagesverkehrs, Werte aus der Tabelle nach KESSEL [Anhang II]

Die Berechnung des Quell- Zielverkehrs ist in Anhang II zu sehen. Die Berechnung des Quellverkehrs umfasst das Gebiet vom Zentrum bis zum Einflussbereich der Ring Road.

Als Verkehrsverteilungsmodell wird hier ein Gravitationsmodell verwendet. Zur Ermittlung der Fahrten in diesem Modell wird folgende Gleichung verwendet:

$$F_{ij} = Q_{ij} \cdot \frac{Z_j \cdot f(w_{ij})}{\sum_{j=1}^n Z_j \cdot f(w_{ij})} \quad (\text{Gl. 7.4})$$

mit

F_{ij} = Fahrten je Zeiteinheit zwischen den Gebieten (Verkehrsbezirken) i und j

Q_i = Quellverkehr

Z_j = Zielverkehr

$f(w_{ij}) = w_{ij}^{-\alpha}$, Leitwertfunktion zwischen den Gebieten

w_{ij} = Entfernung zwischen den Gebieten (Verkehrsbezirken) i und j

und

$\alpha = 2,4$

Für die Berechnung der Verkehrsverteilung wird zuerst eine Widerstandsmatrix benötigt. Als Widerstand zwischen den Bezirken werden die Entfernungen herangezogen. Dafür werden mit Hilfe von Arc-View die Entfernungen bzw. Luftlinien zwischen den Bezirken ermittelt und eine

Widerstandsmatrix erstellt. Für die Verkehrsverteilung der Verkehrszonen, die sehr weit von der Ring Road entfernt sind und für die keine der benötigten Daten vorliegen, werden Schätzwerte angenommen. Zur Ermittlung der Schätzwerte wurden die Fahrzeuge erfasst, die von diesen Verkehrszonen nach innerhalb bzw. außerhalb der Ring Road fahren. Die so gewonnenen Zahlen wurden dann entsprechend der Einwohnerzahl der einzelnen Verkehrszonen aufgeteilt. Die Berechnung der Verkehrsverteilung zwischen zwei Verkehrszonen, die außerhalb des Einflussbereiches der Ring Road liegen, wurde in der Zustandsanalyse nicht berücksichtigt. Für die Verkehrsaufteilung bzw. -umlegung werden in dieser Arbeit folgende Kriterien eingesetzt:

1. Eine konstante Prozentzahl von Fußgängern in allen Verkehrszonen.
2. Personen pro Fahrzeug auf allen Strecken und Richtungen bleiben konstant.
3. Die Auswahl des Verkehrsmittels wird nicht nach ÖPNV und MIV, sondern nach Fahrzeugarten, wie Fahrrad, Motorrad, Pkw, Tempo bzw. Mikrobus, Bus, Lkw und Fußgänger, betrachtet.
4. Multilernverfahren, d.h., den Fahrern sind alternative Routen zum Fahrziel bekannt.

Die durchschnittliche Verkehrszusammensetzung auf den Hauptstraßen wird hier als Grundlage für die Verkehrsaufteilung verwendet. Die Auswahl der Fahrzeuge wird je nach Verkehrszusammensetzung getroffen. Hierfür wurde die folgende Gleichung für die Berechnung der Verkehrsaufteilung erstellt:

$$F_{ij}^m = F_{ij} \cdot \frac{ZS^m}{\sum_k (ZS_k \times BG_k)} \quad (\text{Gl. 7.5})$$

mit

F_{ij}^m = Anzahl der Fahrzeugarten von Verkehrszone i nach j

F_{ij} = Fahrten von Verkehrszone i nach j

ZS_k = Prozent der Fahrzeugart in der Verkehrszusammensetzung

BG_k = Besetzungsgrad

Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittliche Verkehrszusammensetzung und den durchschnittlichen Besetzungsgrad im Kathmandu-Tal [28].

	Fahrrad	Motorrad	PKW	Bus	LKW	Mikrobus	Total
ZS in Prozent	16,1	45,1	29,5	2,7	0,3	6,3	100
BG	1,0	1,3	2,6	18,0	2,0	5,5	
ZS × BG	16,1	58,63	76,7	48,6	0,6	34,65	235,28

Tab. 7.1: Verkehrszusammensetzung und Besetzungsgrad

Rechenbeispiel

Die Fahrten vom Bezirk 101 zum Bezirk 120 betragen 3596,4 pro Tag. Davon werden 31,5 % zu Fuß erledigt. Die Anzahl der Pkw-Fahrten ist dann:

$$F_{101-112}^{pkw} = 3596,4 \times 0,685 \times \frac{29,5}{235,28} = 308,8 Pkw/Tag$$

Für die Verkehrsumlegung wird in dieser Arbeit eine Software namens VISUM [69] verwendet. In dieser Arbeit wurden die Straßennetze und Verkehrszonen aus Arc-View als Eingabe-Dateien in VISUM verwendet. Als Verkehrsmittel wurden Fahrrad, Motorrad, Pkw, Lkw, Bus und Mikrobuss eingegeben. Für die Fahrtenmatrix jeder Fahrzeugart wurden die Werte verwendet, die mit den oben genannten Methoden errechnet wurden. Eine Pkw-E bedeutet, es werden 2 Fahrräder oder Motorräder als 1 Pkw-E angenommen. Lkw und Bus werden als 2 Pkw-E angenommen.



Bild 7.3: Verkehrsbelastung (Pkw-E/Tag) für das Kathmandu-Tal

Die Hauptbelastungen im Kathmandu-Tal liegen im Zentrum sowie Richtung Baudha, Bhaktapur, Patan und Universität. Die höchste Verkehrsbelastung beträgt in der Einbahnstraße Mahankalsthan ca. 27.500 Pkw-E/Tag. Die Belastung Richtung Bhaktapur liegt je Richtung bei knapp über 10.000 Pkw-E/Tag. Als Höchstbelastung in der Hauptverkehrszeit werden 10 % der Tagesverkehrsbelastung angenommen. Zwischen der Höchstbelastung und dem gezählten Wert auf Hauptstrecken wurde eine Korrelation durchgeführt.

Das folgende Bild zeigt die Korrelation zwischen der gerechneten und der gezählten Verkehrsbelastung auf den Hauptstrecken.

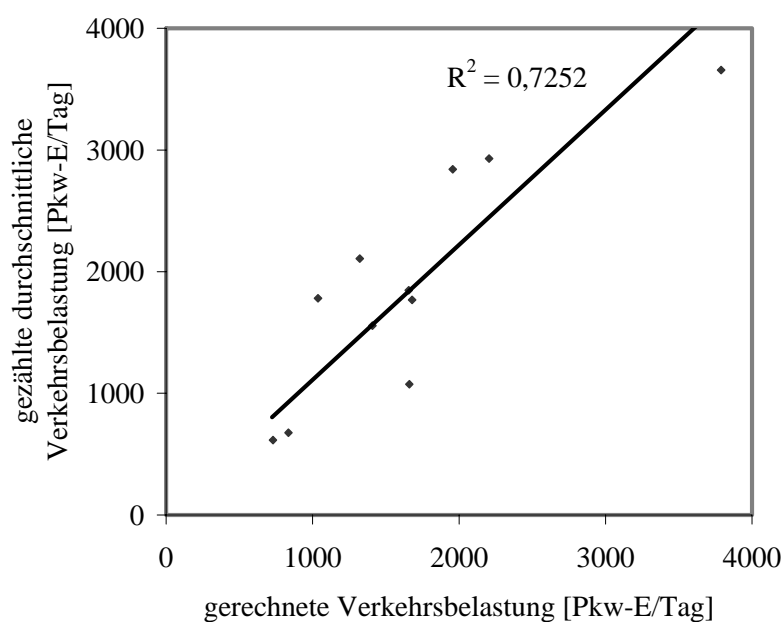


Bild 7.4: Korrelation zwischen gerechneter und gezählter Verkehrsbelastung

Das Bild zeigt einen guten Korrelationskoeffizienten von 0,725.

8 Entwicklung des Kathmandu-Tales bis 2020

8.1 Entwicklungstendenz

Die neue Wirtschaftspolitik der Regierung hat große Veränderungen für das Land zur Folge. Die Neuordnung der Wirtschaft, Privatisierung und generelles Wachstum der Geldwirtschaft haben eine große Wirkung auf die Motorisierung im Kathmandu-Tal. Es gibt eine sehr enge Beziehung zwischen Einkommen und Motorisierung, was wiederum Auswirkungen auf den Anstieg der Luftverschmutzung hat.

Die Wirtschaftsentwicklung der asiatischen Länder insgesamt liegt über dem Weltdurchschnitt. 1999 lag die Wirtschaftsentwicklung der asiatischen Staaten bei 6,1 %, die Wirtschaftsentwicklung weltweit aber nur bei 3,5 %. Im Nachbarland China lag diese bei 7,1 %, in den südasiatischen Ländern Indien, Bangladesch und Pakistan bei 6,6 %, 5,2 % bzw. 4,3 %. Im Jahr 2000 lag sie in China, Indien, Bangladesch und Pakistan bei 8,0 %, 6,4 %, 4,5 % bzw. 4,4 % und im Jahr 2001 bei 7,0 %, 5,6 %, 4,5 % bzw. 4,4 % [31].

Diese Wirtschaftsentwicklung hat auch auf Nepal direkt Auswirkungen. In der Vergangenheit gab es hier eine sehr positive Wirtschaftsentwicklung. 1984/85 und 1999/2000 lag diese bei 5,8 % bzw. 6,4 % [31] und wurde für 2000/2001 auf ca. 8 % geschätzt, wobei aber aufgrund verschiedener Faktoren nur 3,5 % erreicht werden konnten [66]. Die Investitionen sind 1999/2000 um ca. 32 % gestiegen, 2000/01 allerdings nur um 13,7 % [31].

In Nepal gibt es eine hohe Arbeitslosigkeit, aber die genauen Zahlen sind unbekannt. Die Globalisierung hat auf Nepal sehr große Auswirkungen. Im Jahr 2000/01 bekamen ca. 694 ausländische Unternehmen eine Genehmigung zur Ansiedlung. Sie haben ein Gesamtvolumen an Projektkosten von ca. 71.234,6 Mio. NRs. Allein in diesen Firmen stehen ca. 81.536 Arbeitsplätze zur Verfügung, wobei sich die meisten davon in und um Kathmandu befinden [31].

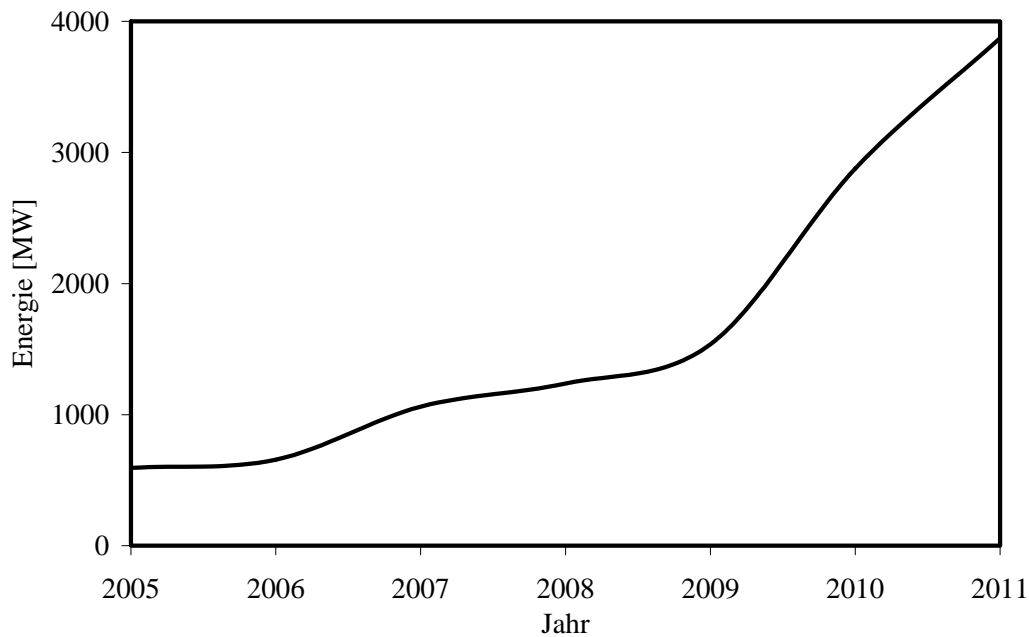
Nepal produziert zu einem Großteil umweltfreundlichen Strom. Nur rund 12,94 % des gesamten Stromes wird nicht von Wasserkraft erzeugt. Ca. 83.000 MW Strom können in Nepal durch Wasserkraft wirtschaftlich erzeugt werden [20]. Bis 1999/2000 gab es insgesamt eine Kapazität von 378,5 MW, was einer maximalen Kapazität von 316 MWh entspricht. Das sind ca. 0,38 % der gesamten wirtschaftlich erzeugbaren Kapazität. 2000/01 lag die Kapazität bei 341 MWh, aber die Nachfrage war in der Spitzenstunde 408 MWh, dies entspricht einem Defizit von 67 MWh. Bis 2005 wird der Strombedarf in den Spitzenstunden voraussichtlich bis auf ca. 571 MWh gestiegen sein, die Stromerzeugung jedoch bei ca. 593,9 MWh liegen, was einen Überschuss von 22,9 MWh bedeutet [31].

Die folgende Tabelle zeigt die geplante Stromerzeugung durch Wasserkraft.

Jahr	Projekt	Kapazität (MW)	durchschnittliche Energieproduktion/Jahr (GWh)
2005	Middle Marsyangdi	70	393
2005	Chameliya	30	195
2006	Kulekhani 3	42	49
2006	Nyadi	20	127
2007	Rahughat	27	165
2007	Kabeli A	30	164
2007	Likhu 4	44	271
2007	Thulo Dhunga	24,7	202
2007	Upper Marsyangdi 3	70	409
2007	Khimti 2	27	157
2007	Bhudi Ganga	20	106
2007	Tamur Mewa	101	489
2007	Upper Modi A	42	285
2007	Lower Modi	19	123
2008	Andhi Khola	176	547
2009	Upper Karnali	300	2.133
2010	Arun 3	402	3.046
2010	Lower Arun	308	2.427
2010	Tamakoshi 3	330	1.466
2010	Dudh Koshi 1	300	1.702
2011	Upper Arun	335	2.734
2011	Kali Gandaki 2	660	2.910

Quelle: [62]

Tab. 8.1: Geplante Stromerzeugung durch Wasserkraft in Nepal bis 2011



Quelle: [62]

Bild 8.1: Geplante Stromerzeugung durch Wasserkraft in Nepal bis 2011

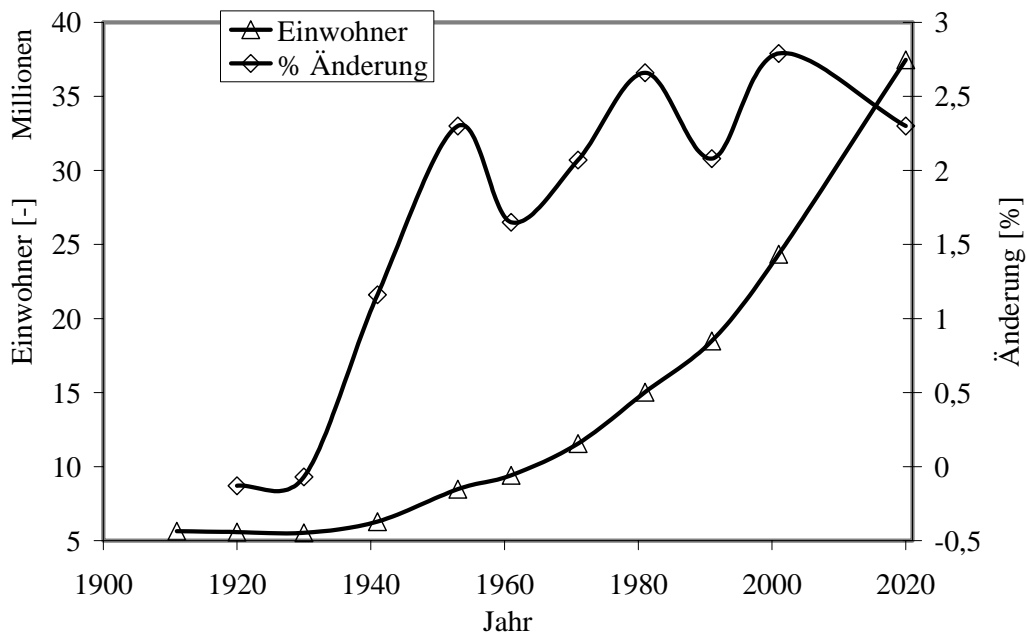
Die wirtschaftliche Entwicklung von Nepal hängt stark von der verfügbaren Stromenergie des Landes ab. Im Jahr 2011 wird die erzeugte Stromenergie bei 3.872 MW liegen, davon entfallen 99,17 % auf die Wasserkraft. Das entspricht mehr als dem Zehnfachen des heutigen Standes.

Aufgrund der Tatsache, dass in Nepal viele billige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen und das Potential zur Gewinnung umweltfreundlicher Energien sehr groß ist, hat das Land gute Chancen, ein hohes Wirtschaftswachstum zu erreichen.

Es gibt verschiedene Meinungen zur Wirtschaftsentwicklung. Optimistische Prognosen liegen bei einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 8,5 % bis 2010, danach kann es wegen deutlicher Entwicklung der Wasserkraft bis auf 12 % steigen. Da die allgemeine politische Situation in Nepal zur Zeit eher labil ist, gehen andere Expertenmeinungen in eine andere Richtung. Hier wird mit einem wesentlich geringeren Wachstum von jährlich ca. 3 % bis 4 % bis 2020 gerechnet. Für die weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit wird ein mittleres Wachstum von durchschnittlich 6 % jährlich angenommen.

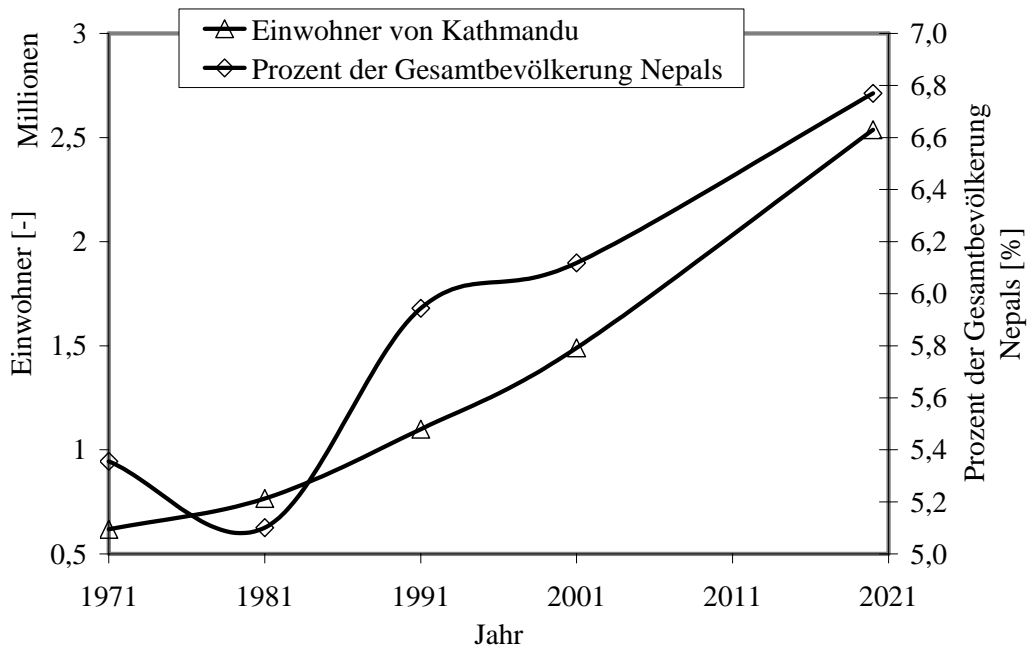
8.2 Einwohner in 2020

Die Experten rechnen mit einer sehr schnell wachsenden Bevölkerung. Das Bevölkerungswachstum lag in den 90er Jahren bei ca. 2,1 % und ist mit 2,7 % in 2001 deutlich gestiegen. Die Einwohnerzahl von Nepal wird bis 2020 bei ca. 37,5 Mio. liegen. Trotz wachsender Wirtschaft und Infrastruktur im ganzen Land wird die Zuwanderung in die Städte etwa gleich bleiben. Die Einwohnerzahl in den drei Distrikten im Kathmandu-Tal wird in 2020 bei ca. 2,5 Mio. liegen, das sind etwa 6,77 % der gesamten Bevölkerung des Landes.



Quelle: [10]; [12]; [20]; UN-HBITAT

Bild 8.2: Geschätzte Einwohnerzahl Nepals



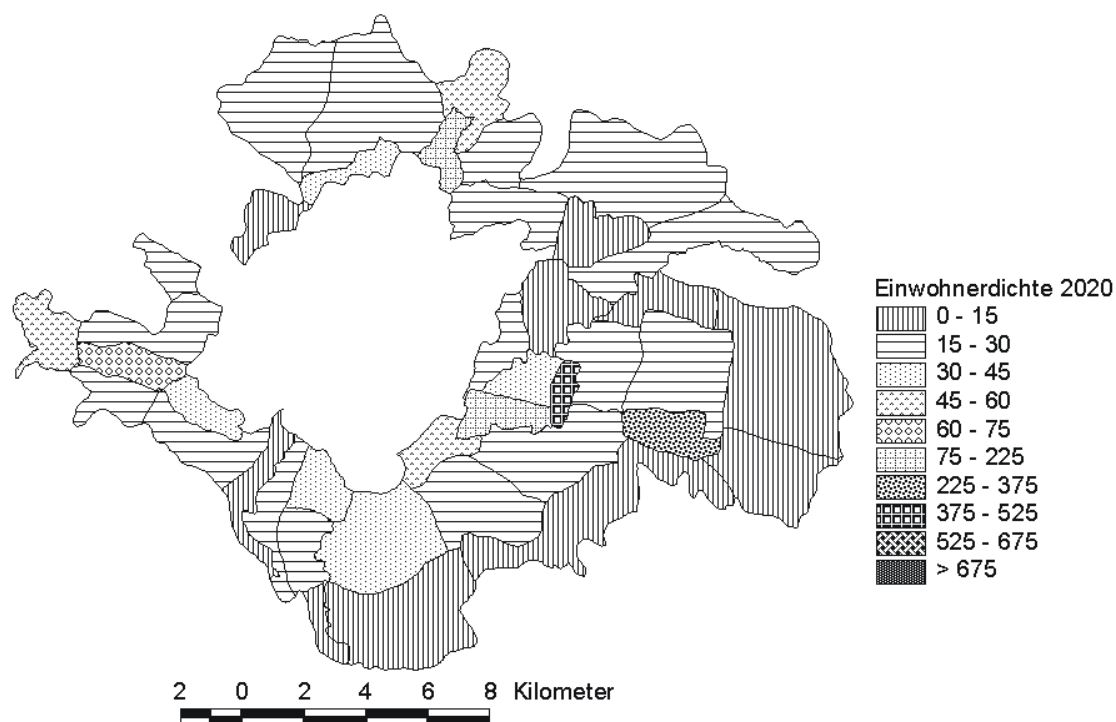
Quelle: [1]; MOPE, HMG Nepal

Bild 8.3: Geschätzte Einwohnerzahl von Kathmandu im Jahr 2020

Einwohnerdichte bis 2020

In dieser Arbeit wird ein Wachstum in alle Richtungen angenommen, wie es dem heutigen Stand entspricht. Die Siedlungen werden der wachsenden Einwohnerzahl angepasst. Es wird mit einem

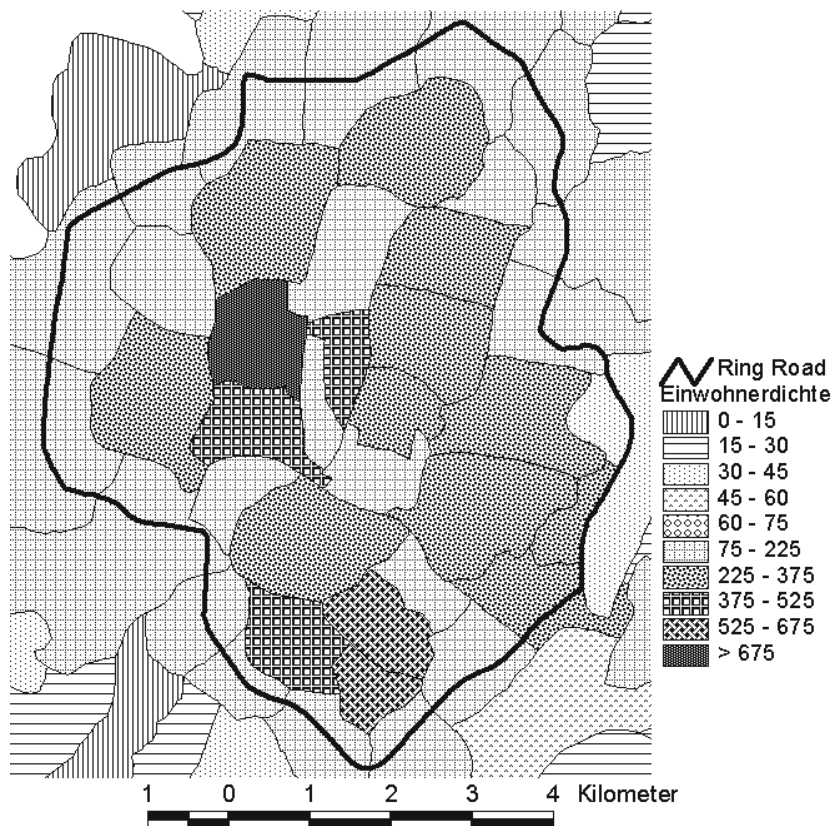
zentrierten Wachstum der Einwohnerzahl gerechnet, was bedeutet, dass die Bevölkerung im Zentrum stärker zunimmt als in den Außenbezirken.



Quelle: KMC; Weltbank; MOPE, HMG Nepal

Bild 8.4: Geschätzte Einwohnerdichte pro ha in den Außenbezirken im Jahr 2020

Die Bilder 8.4 und 8.5 zeigen die Einwohnerdichte im Kathmandu-Tal in 2020. Für das gesamte Kathmandu-Tal wird die Einwohnerdichte von 21,7 Einwohnern/ha in 2000 auf 38 Einwohner/ha in 2020 steigen. In einigen Teilen des Zentrums wird die Einwohnerdichte bei mehr als 700 Einwohnern/ha liegen. In der Umgebung des Zentrums, wie in Tripureshwor bis Kalimati und im Bereich Thamel und Putalisadak, wird die Einwohnerdichte sehr stark zunehmen. Dies trifft auch auf den Bereich zwischen Gyaneshwor und Bisalnager zu, wo die Einwohnerdichte auf 200 Einwohner/ha steigen wird. Im Zentrum von Patan wird die Einwohnerdichte den gleichen Stand erreichen wie im Zentrum Kathmandus. Im Bereich zwischen Patan und Kathmandu, wie Kupondol und Pulchowk, wird die Einwohnerzahl ebenfalls sehr ansteigen. In den restlichen Gebieten innerhalb der Ring Road wird sich die Zunahme der Einwohner hauptsächlich entlang der Hauptstraßen vom Zentrum nach Bhaktapur, Ghorpati, Budhanilkantha, Thankot, Kirtipur und Godabari bemerkbar machen. Die Einwohnerdichte wird mit zunehmender Entfernung vom Zentrum langsamer ansteigen. Ausnahmen wird es nur Richtung Bhaktapur geben. Das obere Bild zeigt die sehr hohe Einwohnerdichte von Kathmandu bis Bhaktapur. Die historische Stadt Bhaktapur ist schon sehr dicht besiedelt, und die Einwohnerzahl wird bis 2020 auf 146.000 ansteigen. Von Kathmandu in Richtung Bhaktapur liegt das am dichtesten bebaute Gebiet außerhalb der Ring Road



Quelle: KMC; Weltbank; MOPE, HMG Nepal

Bild 8.5: Geschätzte Einwohnerdichte pro ha im Zentrum im Jahr 2020

8.3 Fahrzeugzahlen und Belastungen ohne Maßnahmen (Szenario 0)

Das Vertrauen in den ÖPNV ist sehr gering. Sollte sich die heutige Situation nicht ändern, so wird der Anteil der privaten Verkehrsmittel drastisch zunehmen. Der heutige Trend zeigt eine rasante Zunahme der Motorräder. Durch steigende Einkommen werden in Zukunft immer mehr Pkws als Motorräder angeschafft, was eine noch dramatischere Veränderung der Situation zur Folge hat.

Für die Berechnung der künftigen Verkehrsentwicklung wird in dieser Arbeit die nichtlineare Regression verwendet. Hierfür wird die folgende Gleichung benutzt [66]:

$$y = \frac{w}{1 + a \cdot e^{-b \cdot x}} \quad (\text{Gl. 8.1})$$

mit einer linearen Gleichung:

$$y^* = a^* + b^* \cdot x^* \quad (\text{Gl. 8.2})$$

und Transformationen:

$$y^* = \ln\left(\frac{w}{y} - 1\right), \quad x^* = x \quad (\text{Gl. 8.3})$$

und

$$a^* = \ln a, \quad b^* = -b, \quad a = e^{a^*} \quad (\text{Gl. 8.4})$$

mit

y = Anzahl der Fahrzeuge

w = Sättigungswert

a, b = Parameter

x = Zeit

Die gerechnete Fahrzeugzahl wird mit Hilfe des Standardschätzfehlers beurteilt. Der Standardschätzfehler ist:

$$S_{yX_1, \dots, X_k} = \sqrt{\frac{1}{n-k} \cdot \sum (y_i - \hat{y})^2} \quad (\text{Gl. 8.5})$$

k ist in diesem Fall die Anzahl der Parameter der nichtlinearen Funktion.

Der Parameter b^* ist abhängig von der Summe der quadratischen Abweichung S_{xx}^* und Kovarianz S_{xy}^* .

Die Summe der quadratischen Abweichung S_{xx}^* und Kovarianz S_{xy}^* und der Parameter b^* werden mit Hilfe folgender Gleichungen berechnet:

$$S_{xx}^* = \sum x_i^{*2} - \frac{1}{n} \left(\sum x_i^* \right)^2 \quad (\text{Gl. 8.6})$$

$$S_{xy}^* = \sum x_i^* \cdot y_i^* - \frac{1}{n} \left(\sum x_i^* \right) \cdot \left(\sum y_i^* \right) \quad (\text{Gl. 8.7})$$

und

$$b^* = \frac{S_{xy}^*}{S_{xx}^*} \quad (\text{Gl. 8.8})$$

Der Parameter a^* ist abhängig von den arithmetischen Mittelwerten \bar{x}^* und \bar{y}^* und dem Parameter b^* .

Die Werte \bar{x}^* , \bar{y}^* und der Parameter a^* werden mit Hilfe folgender Gleichungen berechnet:

$$\bar{x}^* = \frac{1}{n} \sum x_i^* \quad (\text{Gl. 8.9})$$

$$\bar{y}^* = \frac{1}{n} \sum y_i^* \quad (\text{Gl. 8.10})$$

und

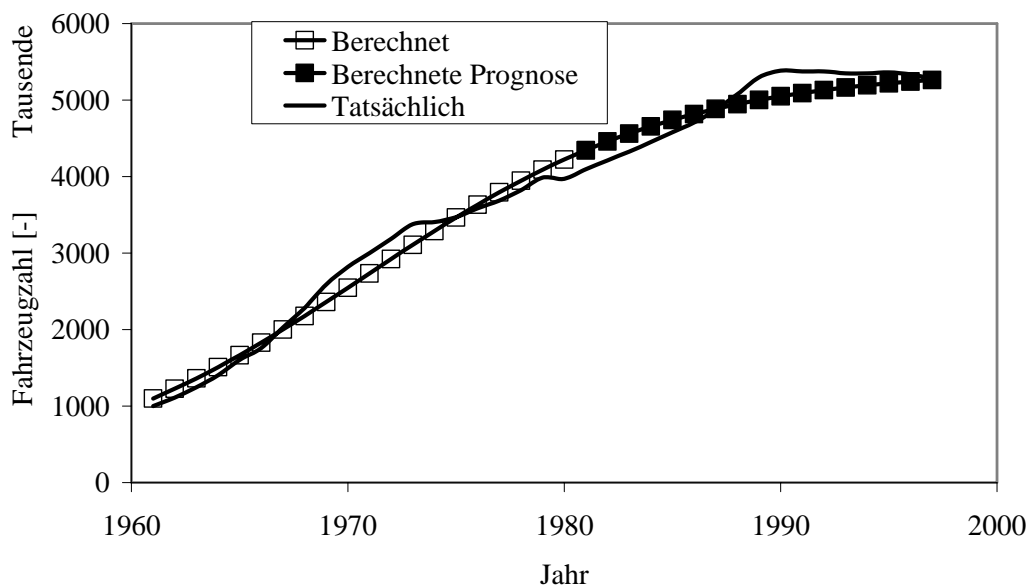
$$a^* = \bar{y}^* - b^* \cdot \bar{x}^* \quad (\text{Gl. 8.11})$$

Um die Validierung der oben genannten Funktion zur Entwicklung der Motorisierung zu prüfen, wird in dieser Arbeit die Entwicklung der Motorisierung in Tokio als Basis angenommen. Dafür werden

anhand des Beispiels Tokio die Werte der historischen Entwicklung der Motorisierung mit den rechnerisch ermittelten Werten verglichen.

Zuerst wird eine Funktion für die Entwicklung der Motorisierung von 1961 bis 1980 mit Hilfe der nichtlinearen Regressionsmethode ermittelt. Anhand dieser ermittelten Funktion wird die weitere Entwicklung der Motorisierung in Tokio bis 1997 prognostiziert [Anhang III]. Danach wird die rechnerisch prognostizierte und tatsächlich entwickelte Motorisierung verglichen.

Das folgende Bild 8.6 zeigt die tatsächliche und die rechnerische Entwicklung der Motorisierung.



[Quelle: Statistics Division, Bureau of General Affairs, TMG; "Population of Tokyo (estimates)" und "Tokyo's Economic Calculation"]

Bild 8.6: Entwicklung der Motorisierung in Tokio

Das Bild 8.6 zeigt, dass die prognostizierte und die tatsächliche Entwicklung der Motorisierung sehr dicht zusammen liegen. Das bedeutet, dass die nichtlineare Funktion für die Ermittlung der künftigen Entwicklung der Motorisierung gut geeignet ist.

Mit Hilfe der bisherigen Entwicklung der Fahrzeuganzahl von 1996 bis 2001 und o. g. Formeln werden folgende Parameter, Gleichungen und Standardschätzfehler errechnet.

Fahrzeugart	a	b	Gleichung	S_{YX}
Bus/Minibus	1,5051	0,1762	$y = \frac{6300}{1 + 1,5051 \cdot e^{-0,1762 \cdot (x-1996)}}$	129,2
Lkw	1,2978	0,1345	$y = \frac{10000}{1 + 1,2978 \cdot e^{-0,1345 \cdot (x-1996)}}$	211,7
Pkw	8,4855	0,1168	$y = \frac{250000}{1 + 8,4855 \cdot e^{-0,1168 \cdot (x-1996)}}$	1025,4
Mikrobus	0,6116	0,2517	$y = \frac{6000}{1 + 0,6116 \cdot e^{-0,2517 \cdot (x-1996)}}$	128,4
Motorrad	3,7334	0,2785	$y = \frac{250000}{1 + 3,7334 \cdot e^{-0,2785 \cdot (x-1996)}}$	5508,4

Tab. 8.2: Gleichungen für die Fahrzeugentwicklung

Mit Hilfe der o. g. Gleichungen wird die Entwicklung der Motorisierung im Kathmandu-Tal errechnet.

Die folgenden Bilder zeigen die Stabilisierung des Wachstums von Motorrädern nach 2010. Die Zahl der privaten Pkws wird dagegen weiter zunehmen, wobei der Anteil des ÖPNV immer langsamer zunimmt.

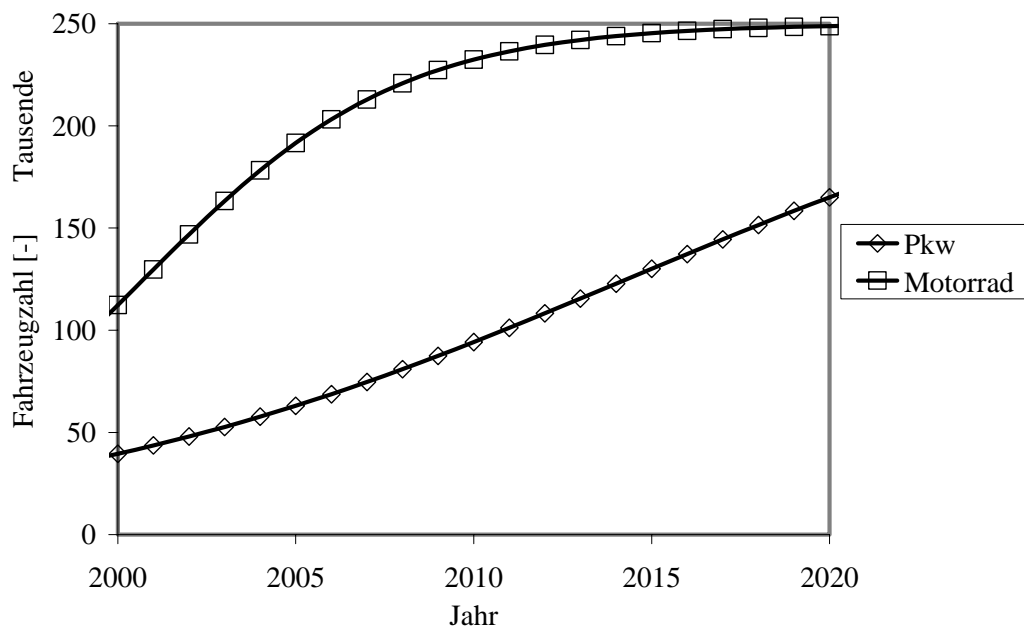


Bild 8.7: Geschätzte Fahrzeugzahlen (Pkw, Motorrad) bis zum Jahr 2020

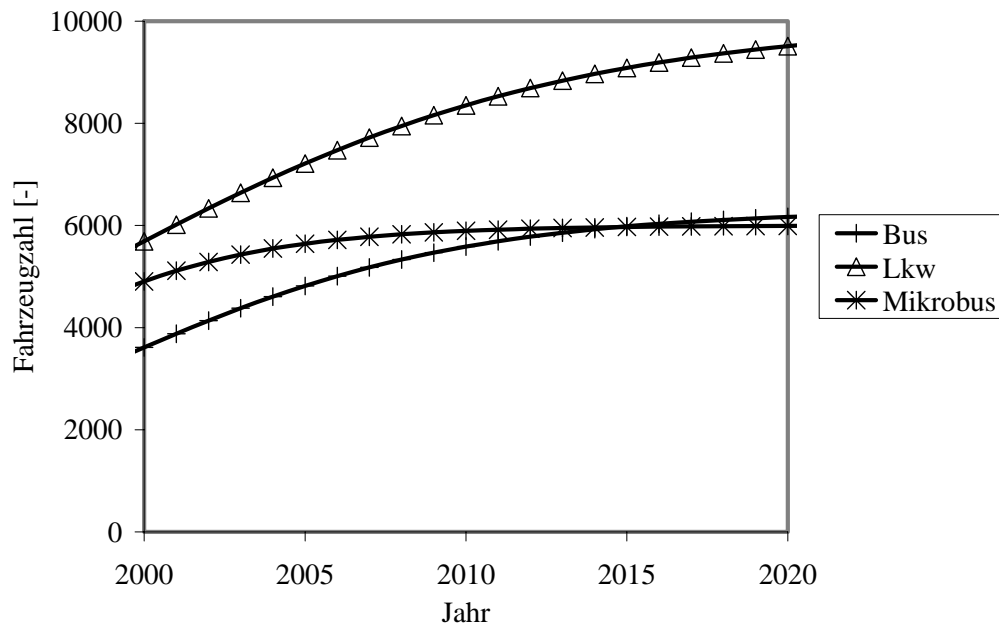


Bild 8.8: Geschätzte Fahrzeugzahlen (Bus, Lkw und Mikrobus) bis zum Jahr 2020

Wenn die Verkehrszahlen weiter so zunehmen wie heute, werden in 2020 folgende Werte erreicht:

Verkehrsart	Anzahl in 2020
Bus	6.165
Lkw	9.511
Pkw	165.073
Tempo/Mikro	5.991
Motorrad	248.838

Tab. 8.3: Geschätzte Verkehrszahlen bis zum Jahr 2020

Um die Verkehrserzeugung in 2020 zu prognostizieren, wird das Kathmandu-Tal in 80 Verkehrszonen (Kapital 7) aufgeteilt. Zur Ermittlung der verschiedenen Strukturgrößen werden folgende Annahmen getroffen:

- 35 % Einwohner sind Schüler bzw. Auszubildende.
- Die Schüler gehen in dem Verkehrsbezirk zur Schule, in dem sie wohnen. D.h. Anzahl der Schüler = Anzahl der Schulplätze.
- Die Anzahl der Erwerbspersonen wird vom Stadtzentrum bis in die Außenbezirke linear von 35 % bis 20 % abfallen. Ausnahmen sind hier Bhaktapur, Patan Zentrum, Madyapur und Kirtipur, wo ähnliche Eigenschaften wie in Kathmandus Zentrum bestehen.
- Die Arbeitsplätze werden proportional mit der Einwohnerzahl steigen.

Es wird das in Kapitel 7 erläuterte Verkehrserzeugungsmodell nach KESSEL verwendet, um den Ziel- und Quellverkehr zu ermitteln. Für die Bestimmung der Verkehrsverteilung wird das in Kapitel 7 dargestellte Gravitationsmodell verwendet. Zur Ermittlung der Fahrten in diesem Modell wird die folgende Gleichung verwendet:

$$F_{ij} = Q_{ij} \cdot \frac{Z_j \cdot f(w_{ij})}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Z_j \cdot f(w_{ij})} \quad (\text{Gl. 8.12})$$

mit

F_{ij} = Fahrten je Zeiteinheit zwischen den Gebieten (Verkehrsbezirken) i und j

Q_i = Quellverkehr

Z_j = Zielverkehr

$f(w_{ij}) = w_{ij}^{-\alpha}$, Entfernungsfunktion zwischen den Gebieten

w_{ij} = Entfernung zwischen den Gebieten (Verkehrsbezirken) i und j

und

$\alpha = 2,4$

Bhaktapur liegt ca. 10 km entfernt vom Zentrum Kathmandu. Für das Aufkommen des Ziel- und Quellverkehrs von und nach Bhaktapur wurden dieselben Werte verwendet.

Wie in Kapitel 7 beschrieben, wird mit Hilfe der Verkehrszusammensetzung ein Modal-Split vorgenommen. Infolge rasant steigender Einwohnerzahlen wird der Anteil des ÖPNV an der Verkehrszusammensetzung stark gestiegen sein. Zur Berechnung des Anteils der Fahrzeugarten an der Verkehrszusammensetzung in 2020 werden die Entwicklungstendenzen der Einwohner- und Fahrzeugzahlen, der Wirtschaft sowie der Verkehrszusammensetzung von 1991 bis 2000 angenommen.

Mit den prognostizierten Fahrzeugzahlen wird eine neue Verkehrszusammensetzung entwickelt. Die Verkehrszusammensetzung innerhalb der Ring Road und in den Außenbezirken wird den heutigen Proportionen angepasst. Die folgende Tabelle zeigt die angenommene Verkehrszusammensetzung in 2020.

8.4 Problemanalyse

Die Probleme wurden hier hauptsächlich nach folgenden Aspekten analysiert:

- Verkehr
- Infrastrukturplanung und Entwicklung
- Umwelt

Verkehr

In Nepal selber werden nur sehr wenige Fahrzeuge produziert. Bisher sind ca. 98 % aller Verkehrsmittel aus dem Ausland importiert. Der Einfuhrzoll hierfür beträgt heute ca. 100 %. Infolge der Globalisierung werden in den Nachbarländern Indien und China sehr günstig Pkws produziert, so dass sich immer mehr Menschen ein privates Verkehrsmittel leisten können. Mangelnde Regelungen bzw. Kontrollen, niedrige Jahresgebühren für Kraftfahrzeugsteuern und fehlende Versicherungspflicht sind für viele ein Anreiz zur Anschaffung eines Fahrzeuges.

Die gravierenden Probleme in Kathmandu sind der Mangel an Strategien und Entwicklung des MIV und ÖPNV und dessen Verkehrsmanagement:

1. Schnell wachsender motorisierter MIV
2. Langsam wachsender ÖPNV
3. Schlechtes Verkehrsmanagement
4. Abnehmende Zahl der nicht motorisierten Verkehrsmittel
5. Schlechte Verkehrsregelung

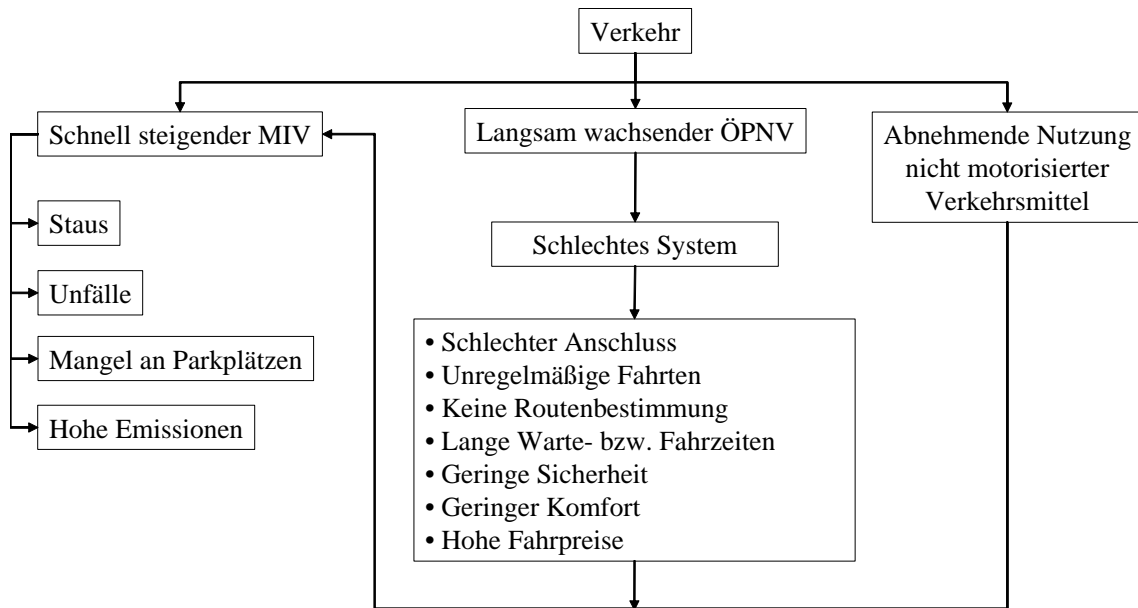


Bild 8.12: Ursachen für Verkehrsprobleme

Die Verkehrsbelastung in 2020 beträgt auf den Hauptstraßen in der Umgebung von Tudikhel, New Road und Bhadrakali ca. 47.000 Pkw-E/Tag. Mit 10 % der Tagesbelastung als Hauptverkehrsbelastung sind es ca. 4.700 Pkw-E/h. Die Straßen haben 4 Fahrstreifen, das bedeutet eine Belastung von 1.175 Pkw-E/Streifen und Stunde. Die Auslastung auf der Ring Road in Chabahil und Koteswor in Richtung Bhaktapur sieht ähnlich aus. Das zeigt deutlich die Sättigung der Auslastungen auf den Hauptstraßen. Hier gibt es schon heute Staus, obwohl die Verkehrsbelastung geringer ist als für 2020 angenommen.

Das Parken im Zentrum ist nur in wenigen Bereichen organisiert. Da es einen Mangel an Parkplätzen gibt, werden Fahrzeuge wild abgestellt, was eine Ursache für viele Staus ist. Wenn die Parkverstöße proportional zu den Verkehrszahlen steigen, dann werden in 2020 voraussichtlich ca. 55.000 Fahrer pro Jahr mit Bußgeldern belegt. Da die heutigen Zahlen nicht sehr aussagekräftig sind, kann diese Zahl in 2020 aber auch wesentlich höher liegen.

In 2020 wird die Verkehrszahl um das 3fache höher liegen als heute. Entsprechend wird auch die Unfallrate ein Vielfaches des heutigen Wertes erreichen. Die Zahl der schweren Unfälle mit Fahrerflucht liegt aufgrund der nicht vorhandenen Versicherungspflicht bei mehr als 50 %. Sollten nicht schnell Maßnahmen dagegen ergriffen werden, dann wird dieser Wert jedes Jahr weiter ansteigen.

Das Vertrauen in den ÖPNV wird ständig geringer, wodurch die Fahrgastzahlen nur sehr langsam steigen. An ein neues modernes System für den ÖPNV wurde bisher nicht gedacht. Da die Linien des ÖPNV privat betrieben werden und es kein Gesetz zur Regelung der Arbeitszeiten gibt, sitzen die meisten Fahrer von morgens um 6 Uhr bis abends 18 Uhr ununterbrochen am Steuer. Das führt dazu, dass die Fahrer in den Abendstunden häufig übermüdet sind und nach 18 Uhr nicht mehr fahren wollen, obwohl es sich gerade dann wirtschaftlich lohnen würde. Die meisten Fahrer des ÖPNV besitzen eigene Fahrzeuge. Sie glauben, dass sich die Anstellung eines Fahrers wirtschaftlich nicht lohnt, weil die Einnahmen nicht nachvollziehbar sind. Die fehlende Kfz-Versicherung hat den großen Nachteil, dass die Autofahrer für die Unfallschäden selber aufkommen müssen. Die Fahrzeugbesitzer befürchten, dass angestellte Fahrer rücksichtsloser fahren und so mehr Unfälle verursachen. Die dadurch entstehenden Kosten übersteigen die zusätzlichen Einnahmen und führen somit zu Verlusten.

Die Verkehrszahlen für 2020 zeigen ebenfalls eine sehr geringe Zahl von verfügbarem ÖPNV im Kathmandu-Tal. Viele kleine Fahrzeuge des ÖPNV bedeuten auch eine höhere Staurate. Eine gleichmäßige Aufteilung der Fahrstrecken des ÖPNV gibt es nicht, da vorzugsweise die wirtschaftlichen Routen bedient werden.

Infrastrukturplanung und Entwicklung

Die Gesetzeslage im Kathmandu-Tal hat auch eine wichtige Bedeutung für die Raumentwicklung des Tales. Ohne Änderung der veralteten Gesetze wird die ohnehin schon schlechte Situation der gesamten Stadt nicht zu retten sein. Der Bau eines Hauses ist aufgrund der Gesetze außerhalb der Ring Road wesentlich einfacher als innerhalb.

Folgende Mängel wurden in der Infrastrukturplanung und Entwicklung für das Tal festgestellt:

1. Keine Gesetze für Flächennutzung.
2. Keine Koordination zwischen Siedlungsentwicklung und Entwicklung der Infrastruktur.
3. In bestehenden Siedlungsgebieten ist oft kein freier Zugang zu Grundstücken möglich.
4. Innerhalb der Ring Road steht nur sehr wenig freier Raum für weitere Entwicklungen zur Verfügung.
5. Ungeplante und nicht integrierte Bebauung sorgen außerhalb der Ring Road für dieselben Probleme.
6. Schlechte Regulierung und schwache Überwachung der Entwicklungsaktivitäten.
7. Die Entwicklung der Fläche wird offensichtlich von Agenten und Immobilienhändlern kontrolliert, deshalb wurden sie bisher auch nicht durch Normen bzw. Standards erfasst.
8. Keine Koordination der verschiedenen Entwicklungseinrichtungen.

9. Zu kleine und dadurch schwache Gliederung der Zuständigkeitsbereiche für Stadtentwicklung und Management.
10. Schnell wachsende Industriegebiete durch fehlende Regelung und Kontrolle.
11. Sehr oft werden Bauvorschriften und Planungsregelungen wegen mangelnder Kontrolle nicht eingehalten [KMC].
12. Entwicklung und Nutzung dienen häufig nur dem eigenen Interesse.
13. Anwohner werden am Prozess der Entwicklungsplanung nicht beteiligt.
14. Aufgrund der besonderen geographischen Lage ist nur eine begrenzte Fläche für die Bebauung nutzbar.

Umfeld

Der Energieverbrauch ist abhängig von den gefahrenen Kilometern. Mit Hilfe von VISUM werden die Belastungen und Streckenlängen zwischen den Bezirken ermittelt. Mit diesen Daten wird die Verkehrsleistung in km/a errechnet. Die gesamte Verkehrsleistung und der entsprechende Energieverbrauch im Jahr 2000 werden hier als Basis angenommen. Mit Hilfe dieser Basis wird der benötigte Energieverbrauch für gefahrene km/Jahr in 2020 geschätzt. Im Jahr 2000 gab es ca. 500 Mio. km/a und 133 Mtoe Energieverbrauch, im Jahr 2020 werden es ca. 1.603 Mio. km/a sein. Das folgende Bild zeigt den Energieverbrauch im Kathmandu-Tal bis 2020.

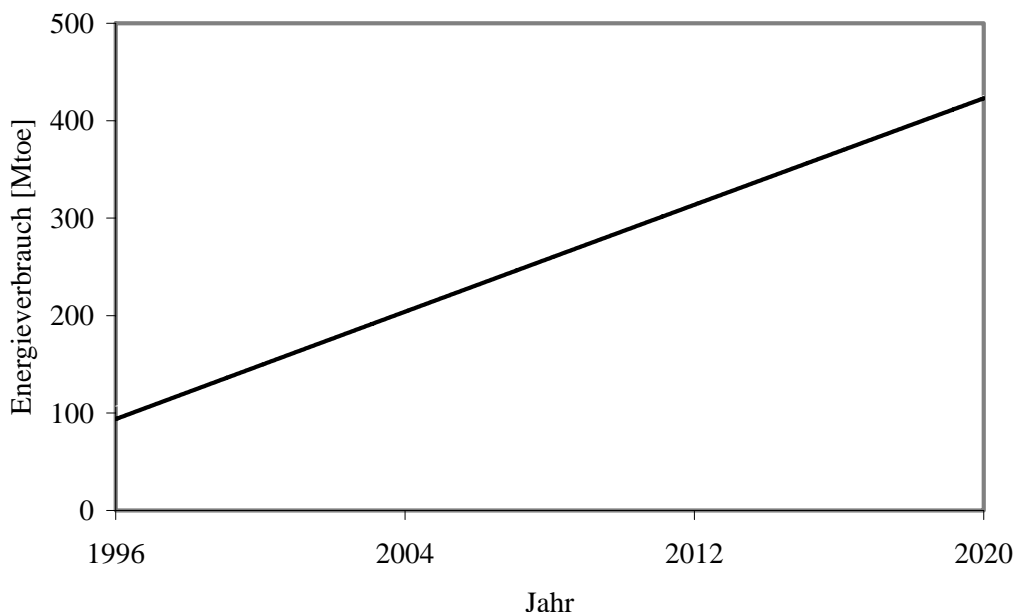


Bild 8.13: Energieverbrauch in Kathmandu bis zum Jahr 2020 für das Transportwesen

Der Energieverbrauch motorisierter Verkehrsmittel wird im Jahr 2020 bei ca. 426 Mtoe liegen.

Die Folgen dieses enormen Verbrauchs sind:

1. Schnell steigende Emissionen
2. Schlechtere Qualität der Luft
3. Anstieg von Atemwegserkrankungen
4. Anstieg von saurem Regen
5. Rückgang von Naturflächen

Die Emissionen im Kathmandu-Tal werden proportional zum Energieverbrauch steigen. In dieser Arbeit werden die Emissionen und der Energieverbrauch bis 2000 als Basis genommen. Mit Hilfe des geschätzten Energieverbrauchs bis 2020 und passenden logarithmischen Trendlinien werden die Emissionen bis 2020 geschätzt. Das folgende Bild zeigt die Emissionen im Kathmandu-Tal bis 2020.

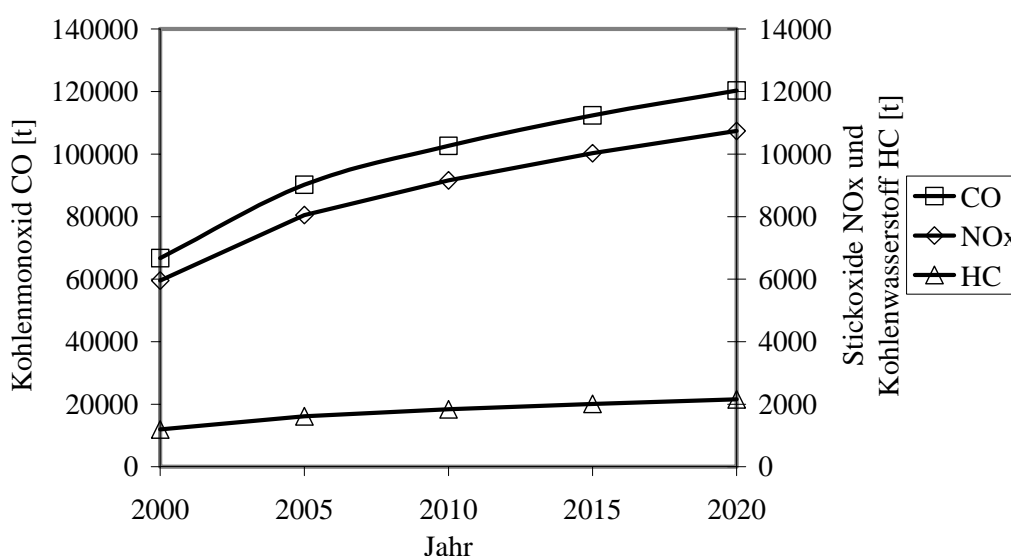


Bild 8.14: Geschätzte Emissionen in Kathmandu bis zum Jahr 2020

Mit steigender Emission wird sich die Umweltsituation in Kathmandu stark verändern. Die Tage mit Smognebel werden abhängig von den Emissionen steigen. Es wird eine logarithmische Funktion für die Beziehung zwischen den Gesamtemissionen und den Nebeltagen der letzten Jahre hergestellt, welche einen Korrelationskoeffizienten R^2 von 0,98 ergibt. Mit Hilfe dieser Relation werden die Nebeltage bis 2020 geschätzt. Das folgende Bild zeigt die veränderte Situation in Kathmandu bis 2020.

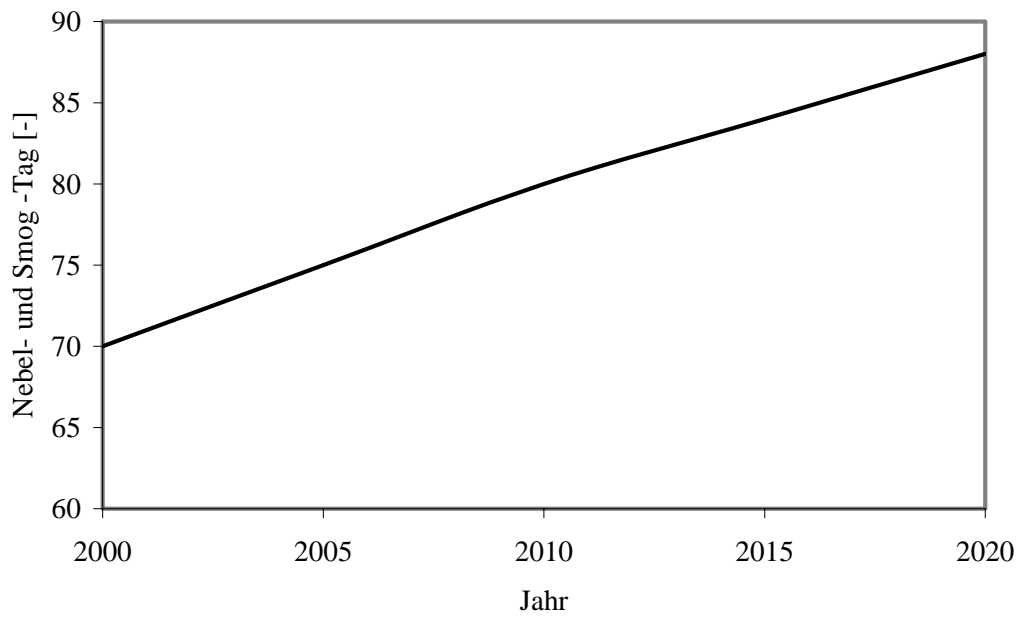


Bild 8.15: Nebel- und Smog-Tage im Kathmandu-Tal bis zum Jahr 2020

Der konstante Anstieg der Tage mit Nebel steht in direktem Zusammenhang mit der zunehmenden Luftverschmutzung.

9 Planungsüberlegungen

Es sind verschiedene Varianten für die künftigen Planungen für das Kathmandu-Tal möglich. Es gibt drei Hauptschwerpunkte bei den Entwicklungskonzepten: Verkehrs- und Infrastrukturplanung sowie Umwelt. Daneben spielen die besondere geographische Lage und die Wirtschaft eine große Rolle. Jede Planungsvariante hat Vor- und Nachteile. Die Wirkung der Planung soll so sein, dass zukünftig auftretende Probleme möglichst im Vorfeld erkannt bzw. vermieden werden. Besonders für Schwellenländer wie Nepal ist es sehr wichtig, dass Lösungen auch praktisch umsetzbar sind. Die Planung und die Technik von Industrieländern haben in Schwellenländern nicht immer Erfolg.

9.1 Bau neuer Schnellverbindungsstraßen

Trotz steigender Motorisierung ist es notwendig, eine Entlastung des bestehenden Hauptstraßennetzes zu erreichen. Die Straßen vom Zentrum in Richtung Bhaktapur, Thankot, Bauddha und Balaju sind die am meisten belasteten. Fahrzeuge von außerhalb des Kathmandu-Tales kommen hauptsächlich über Bhaktapur im Osten und Thankot im Westen in die Stadt. Auch auf lokaler Ebene sind die Hauptverkehrsziele innerhalb der Ring Road Chabahil bzw. Bauddha, Patan und Balaju. Um dieses Verkehrsaufkommen von den bestehenden Hauptstraßen umzuleiten, werden Schnellverbindungsstraßen benötigt.

Die Schnellverbindungsstraßen sollen auch die zwei nebeneinander liegenden Stadtzentren von Kathmandu und Patan gut bedienen können. Deswegen wird in dieser Arbeit an einen tangentialen Straßenverlauf gedacht. Die Schnellverbindungsstraßen innerhalb der Ring Road werden meistens entlang der Flüsse geplant und enden an der Ring Road. Die Straße entlang des Flusses Bishnumati ist westlich tangential zum Zentrum Kathmandus. Die Schnellverbindungsstraße von Bhaktapur entlang des Flusses Bagmati wird nördlich tangential zum Zentrum Patans führen. Eine Anbindung zum Zentrum Kathmandus wird zwischen Maitighar und Naghsthan entstehen. Die geplanten Schnellverbindungsstraßen haben je Richtung 2 Fahrstreifen.

Dies sind die geplanten Schnellverbindungsstraßen:

- a. Die Verbindungsstraße A verläuft von Bhaktapur über Patan bis Kathmandu Zentrum. Die Länge dieser Straße beträgt von Bhaktapur bis zur Ring Road 7,13 km und von der Ring Road bis zur Kreuzung X1 2,04 km. Die Länge zwischen den Kreuzungen X1 und X2 beträgt 0,67 km. Die Länge der Schnellverbindungsstraße Z von der Kreuzung X2 bis zum Zentrum beträgt 1,47 km.

- b. Die Verbindungsstraße B verläuft von Chabahil bis zur Kreuzung X1. Die Länge dieser Straße beträgt 5,02 km.
- c. Die Verbindungsstraße C führt von Balaju über die Kreuzung X3 bis zur Kreuzung X2. Die Länge der Verbindungsstraße C bis zur Kreuzung X3 beträgt 4,34 km und zwischen den Kreuzungen X2 und X3 2,0 km.
- d. Die Verbindungsstraßen D und E verlaufen von Kalanki bzw. von Balkhu bis zur Kreuzung X3. Die Länge der Verbindungsstraßen D und E beträgt 2,23 km bzw. 0,68 km.

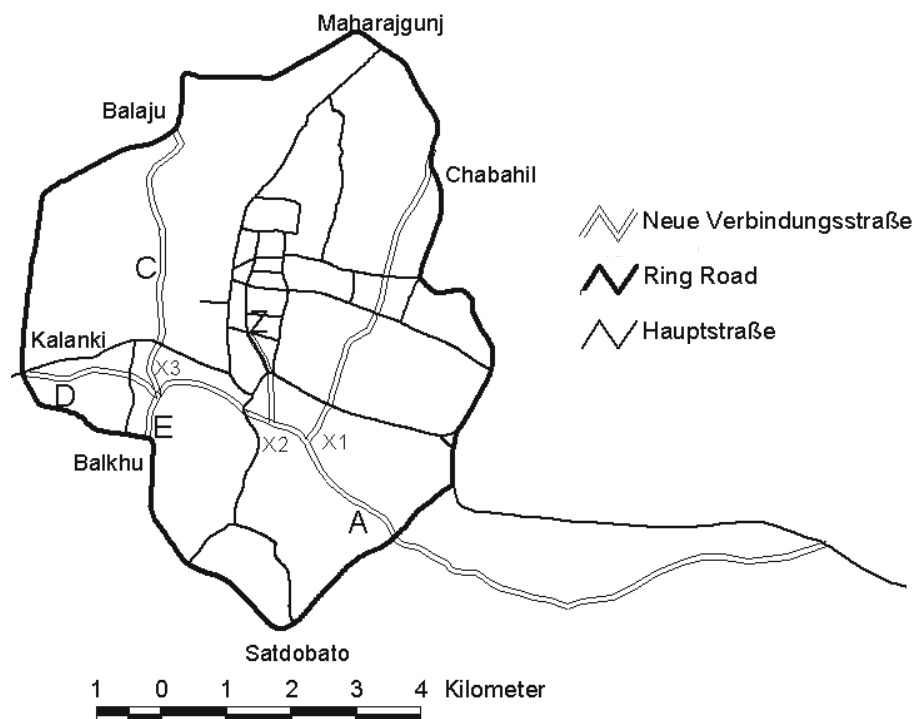


Bild 9.1: Neue Schnellverkehrsstraßen

Die Schnellverbindungsstraße A wird das Verkehrsaufkommen aus Richtung Patan und Bhaktapur ins Zentrum sehr gut aufnehmen. Der Verkehr ins Zentrum aus Richtung Nordosten (Baudha, Chabahil usw.) wird von der Schnellverbindungsstraße B und aus Richtung Nordwesten (Balaju, Lazimpat, Maharajgunj usw.) von der Schnellverbindungsstraße C aufgenommen. Das Verkehrsaufkommen von Westen und von außerhalb Kathmandus wird über die Schnellverbindungsstraße D ins Zentrum kommen. Die Schnellverbindungsstraße E dient dem Verkehrsaufkommen aus den südwestlichen Siedlungen, z. B. Kirtipur, und von der Tribhuvan Universität, der größten Universität Nepals.

9.2 Verbesserung der bestehenden Straßenqualität

Die Straßenqualität im Kathmandu-Tal ist in verschiedenen Aspekten zu verbessern. Folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Straßenqualität werden vorgeschlagen:

- a. Straßenmarkierungen, Lichtsignalanlagen und wegweisende Beschilderung
- b. Getrennte Fahrstreifen für nicht motorisierte Fahrzeuge
- c. Fußgängerüberwege bzw. -brücken

Die Straßen im Kathmandu-Tal sind nur selten mit Fahrbahnmarkierungen versehen. Die Straßen sollten möglichst gut markiert sein, besonders im Bereich des Zentrums, wo das Fahrverhalten sehr chaotisch und rücksichtslos ist. Mit Ausnahme der Kreuzung Thapathali wird an allen Kreuzungen im Kathmandu-Tal der Verkehr von Polizisten geregelt. Die Verkehrsregelung aller Kreuzungen wird auf Lichtsignalanlagen umgestellt. Die Verkehrsbeschilderung wird verbessert, besonders im Zentrum, wo Schilder für Parkhäuser bzw. Parkplätze sowie die Fahrtrichtungen zu den verschiedenen Stadtteilen kaum vorhanden sind.

Der nicht motorisierte Verkehr erhält möglichst an allen Straßen eigene Fahrstreifen. In Kathmandu sind bereits Straßen mit sehr breiten Gehwegen vorhanden. Hier könnten durch eine einfache Teilung mit einer Markierung sehr schnell und kostengünstig Radwege geschaffen werden.



Bild 9.2: Straße mit sehr breitem Gehweg

Die Straßen, bei denen keine Gehwege vorhanden sind, werden umgebaut bzw. nachgerüstet. Neue Straßen erhalten bereits beim Bau getrennte Geh- und Radwege.

Die Straßen mit besonders hohem Verkehrsaufkommen werden mit besseren Fußgängerüberwegen bzw. Fußgängerbrücken ausgestattet. Die im Zentrum bereits vorhandenen drei Fußgängerbrücken sind gut ausgelastet, und es werden immer mehr Fußgängerbrücken benötigt, um das hohe Verkehrsaufkommen zu bewältigen. Die geplanten vier Fußgängerbrücken im Zentrum sind an den Kreuzungen Thapathali, Tripureshwar, Putalisadak und Ratnapark vorgesehen. In der Umgebung sind fünf Fußgängerbrücken an den Kreuzungen Chabahil, Old Baneshwar, New Baneshwar, Kupondol und Kalimati geplant. Das folgende Bild 9.3 zeigt die vorhandenen und geplanten Fußgängerbrücken im Kathmandu-Tal.

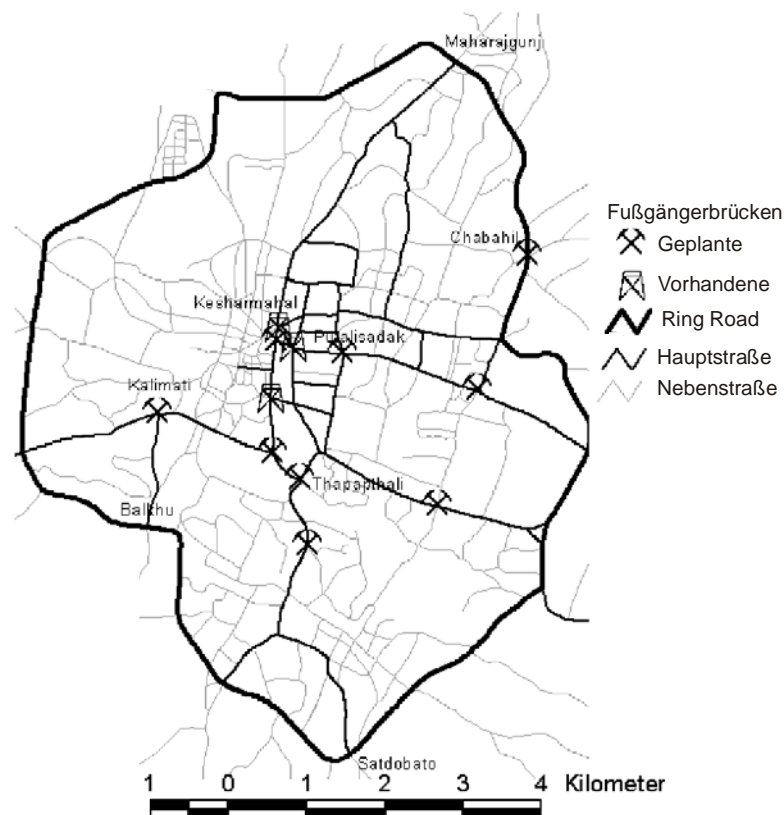


Bild 9.3: Fußgängerbrücken im Kathmandu-Tal

9.3 Neue Parkräume

Im Zentrum gibt es sehr wenige Parkplätze. Die zur Verfügung stehenden Einrichtungen bieten 5-20 Parkplätze. Der Supermarkt Bisal Bazar bildet hier mit seinen ca. 150 unterirdischen Parkplätzen eine Ausnahme. Nach Schätzungen der Kathmandu Valley Traffic Police liegt der Bedarf in und um das Zentrum bei ca. 5000 Parkplätzen.

In dieser Arbeit werden freie Flächen aufgezeigt, die für die Entwicklung und Erweiterung des Parkraumes geeignet sind:

- Entlang der Ring Road gibt es mindestens 25 Flächen, an denen gute Parkplätze geschaffen werden können.
- Durch die Schaffung von Parkhäusern in Tudikhel, besonders im Bereich Tripureshwar, wird die Nachfrage an Parkplätzen gedeckt. Die neu geplanten Schnellverbindungsstraßen werden in Tudikhel enden, so dass die Parkhäuser sehr verkehrsgünstig gelegen wären.
- Die Schnellverbindungsstraße von Balaju nach Balkhu verläuft entlang des Zentrums bzw. des Bishnumati-Flusses. Entlang dieser Strecke befinden sich neun Flächen, die für einen Ausbau als Parkplatz geeignet sind. Insgesamt könnten hier bis zu 1.200 Parkplätze entstehen.

Das folgende Bild zeigt die möglichen Parkplätze entlang der neuen Schnellstraße und der Ring Road.

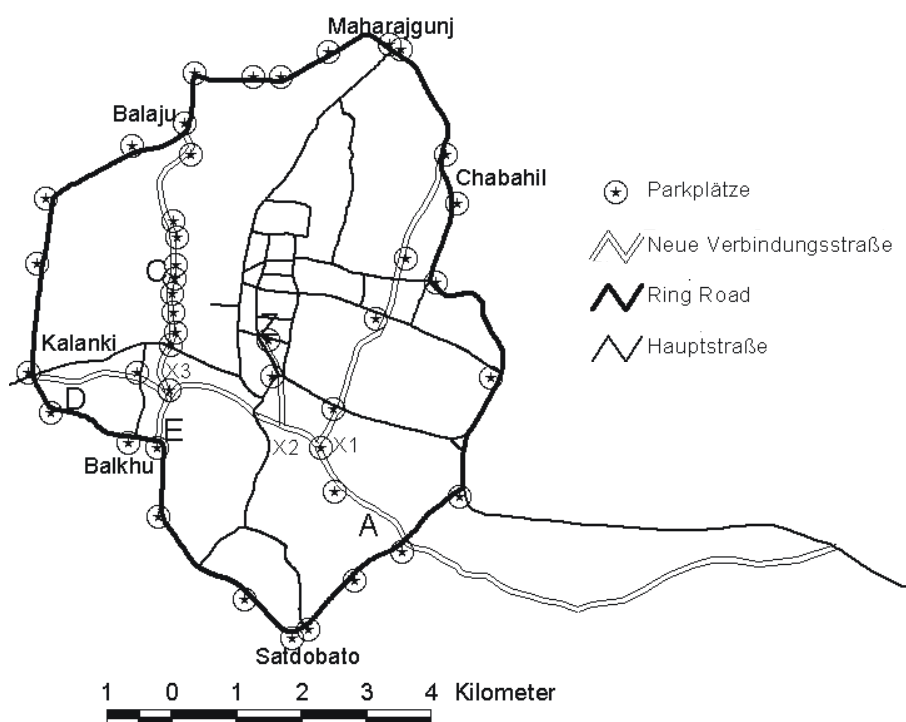


Bild 9.4: Mögliche Parkplätze entlang der Ring Road und der Umgehungsstraßen

9.4 Neues Parksystem

In der Umgebung des Zentrums sollen ausreichend Parkplätze geschaffen werden. Für den Bau der Parkplätze sollen Privatinvestoren gesucht werden. Die Investoren werden am Betrieb sowie an den Einnahmen aus den Parkgebühren beteiligt. Die Parkgebühren werden von der Stadt festgelegt.

An den Haltestellen des ÖPNV entlang bzw. außerhalb der Ring Road sollen Park-and-Ride-Systeme geschaffen werden. In den Parkgebühren sind die Kosten für den ÖPNV bereits enthalten, am Wochenende sogar für die ganze Familie.

Die Parkgebühren werden abhängig von der Entfernung zum Stadtzentrum bzw. nach Haupt- und Nebenzeiten gestaffelt. Bis zur Ring Road wird ein zeitabhängiger Tarif berechnet, außerhalb der Ring Road ein Pauschaltarif.

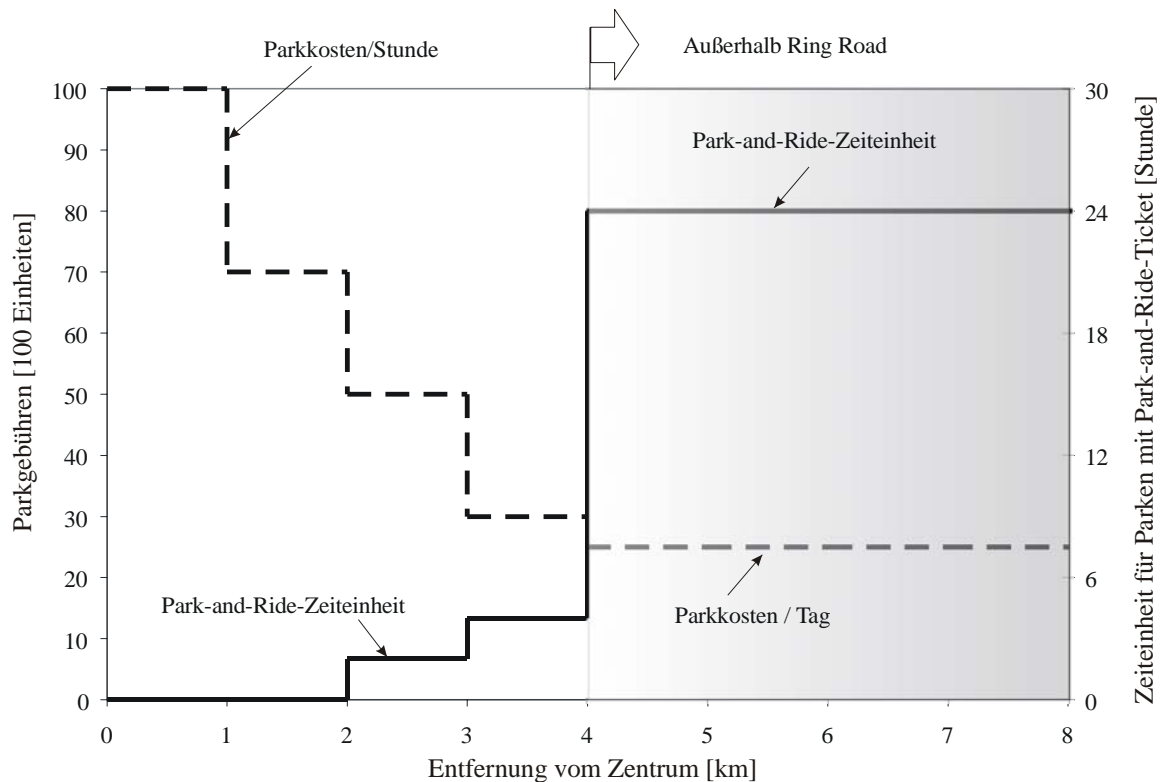


Bild 9.5: Neue Parktariffierung

Das Bild 9.5 zeigt das neue Parksystem mit Gebühren. Die Parkgebühr in 1 bis 2 km Entfernung vom Zentrum beträgt 30 % weniger als im Zentrum. In 2 bis 3 km Entfernung vom Zentrum beträgt die Parkgebühr 50 % weniger als im Zentrum, zusätzlich erhält man eine Fahrkarte für den ÖPNV, die 2

Stunden gültig ist. Die Parkgebühren außerhalb der Ring Road betragen nur noch 25 % im Vergleich zum Zentrum, und man erhält außerdem eine Tageskarte für den ÖPNV.

9.5 Sicherheiten

Im Kathmandu-Tal gibt es drei Hauptansatzpunkte für die Verbesserung der Verkehrssicherheit:

1. Technische Sicherheit des Fahrzeuges
2. Sicherheit der Fahrgäste
3. Kfz-Versicherung und verantwortungsvolles Verhalten nach einem Unfall

Nicht verkehrstaugliche Fahrzeuge werden durch intensive Kontrollen an der Teilnahme am Straßenverkehr gehindert. Es wird eine jährliche technische Pflichtuntersuchung für alle motorisierten Fahrzeuge eingeführt, welche durch einen Aufkleber am Fahrzeug (z. B. auf dem Kennzeichen oder in der Windschutzscheibe) dokumentiert wird. Durch diese Maßnahmen werden die Unfälle reduziert, die auf technische Mängel zurückzuführen sind.

Die Anzahl der Fahrgäste darf die von den Herstellern angegebene maximale Anzahl nicht überschreiten. Besonders im ÖPNV ist darauf zu achten, dass die maximale Anzahl der Fahrgäste nicht überschritten wird. Die Mitnahme von Personen auf dem Dach des Fahrzeuges sowie das Fahren mit geöffneten Türen wird untersagt. Ein Verstoß hat den Entzug der Fahrerlaubnis zur Folge.

Aufgrund von fehlenden Kfz-Versicherungen flüchten viele Fahrer nach einem Unfall, da die Kosten selbst übernommen werden müssen. Deshalb ist es dringend notwendig, schnellstmöglich ein Kfz-Versicherungssystem einzuführen, um das finanzielle Risiko nach einem Unfall zu minimieren.

9.6 ÖPNV-Konzepte

Das neue System für Fahrten ins Zentrum wird mit besseren Verbindungen und Anbindungen eingerichtet. Die Rahmenbedingungen und Parkgebühren werden so organisiert, dass die Nutzung des ÖPNV im Vergleich zum individuellen Verkehrsmittel attraktiver wird.

Bild 9.6 zeigt, wie das System funktioniert. Bei Nutzung des MIV müssen immer erst eine Parkmöglichkeit gesucht und hohe Parkgebühren gezahlt werden. Wählt man die Möglichkeit, am Stadtrand zu parken, so kann man von dort kostengünstig und direkt mit dem ÖPNV ins Zentrum gelangen.

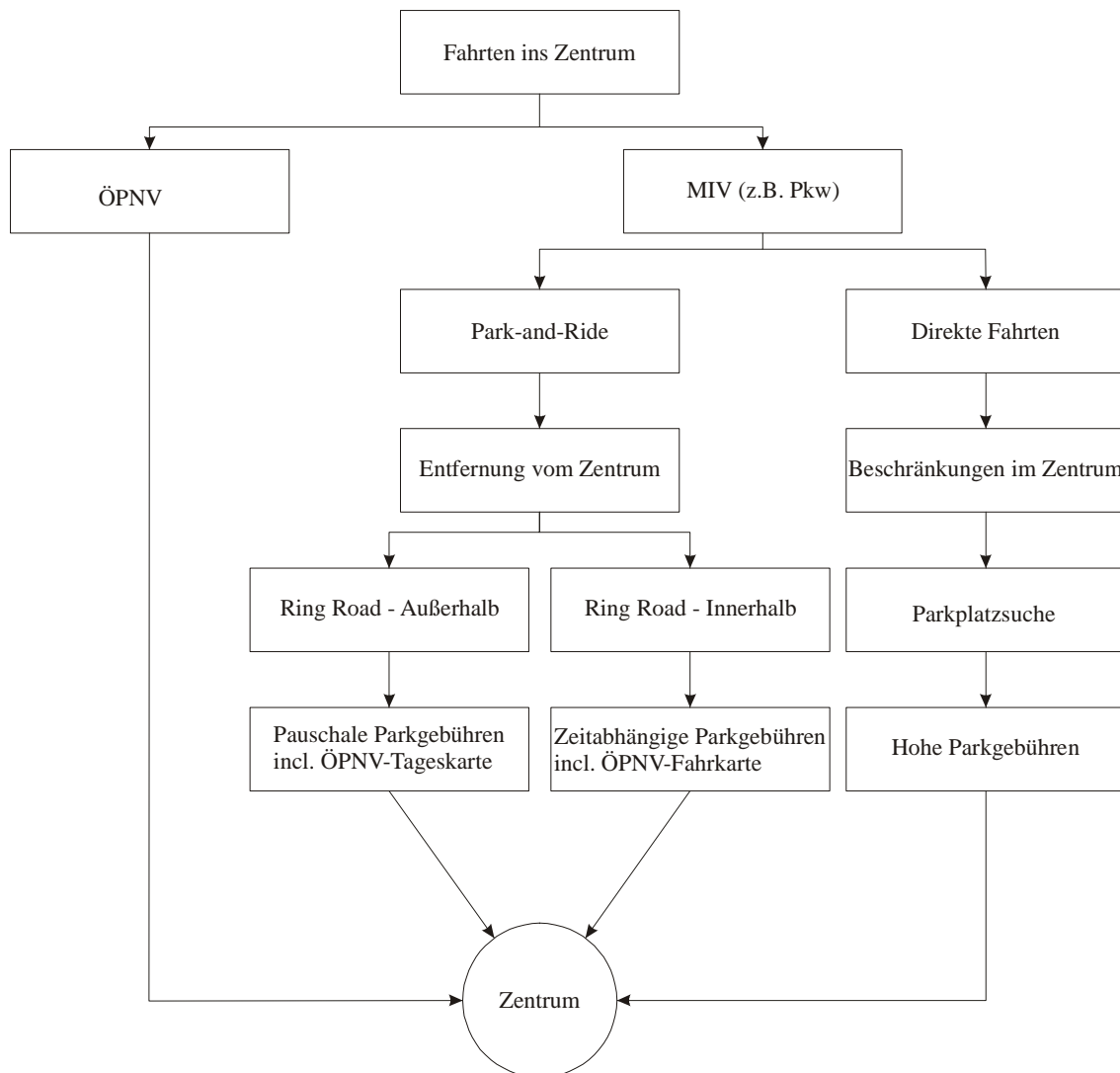


Bild 9.6: Fahrten ins Zentrum

Die Fahrten ins Zentrum sind für Pkw nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich, z.B. muss eine Mindestanzahl an Insassen eingehalten werden. Der ÖPNV ist hiervon ausgenommen und kann ohne Einschränkung ins Zentrum fahren.

Der ÖPNV soll möglichst flexibel und kundenorientiert sein. Im Folgenden werden die Planungsüberlegungen für das ÖPNV-System erläutert.

9.6.1 Kontrolle und Betrieb des ÖPNV-Systems

Für die Entwicklung des ÖPNV-Systems werden drei Alternativen angenommen:

- a. freie Entwicklung des ÖPNV-Systems
- b. umstrukturiertes ÖPNV-System
- c. komplett neu strukturiertes ÖPNV-System

Bei einer freien Entwicklung des ÖPNV-Systems passt sich der ÖPNV automatisch den Veränderungen der Nachfrage an. Diese Anpassung wird nicht durch eine Behörde oder Institution kontrolliert oder koordiniert, so dass sich jeder Betreiber die wirtschaftlichste Route für sein Fahrzeug aussuchen kann. Die Stadt gibt nur die Haltestellen für den ÖPNV vor.

Im umstrukturierten ÖPNV-System wird das System in zwei Teile geteilt. Auf der einen Seite wird eine zentrale Behörde „Kathmandu Public Transportation (KPT)“ für die Planung und Kontrolle des ÖPNV-Systems geschaffen. Den anderen Teil stellen die Betreiber dar, welche die Fahrzeuge im ÖPNV einsetzen. Die KPT wird für die Festlegung der Rahmenbedingungen und die Verteilung der Routen für das ÖPNV-System des gesamten Kathmandu-Tales zuständig sein. Es wird weiterhin kleine ÖPNV-Betreiber geben, die nach vorgegebenen Rahmenbedingungen und Routen ihre geeigneten Fahrzeuge als ÖPNV einsetzen.

Das komplett neu strukturierte ÖPNV-System entspricht dem ÖPNV-System in entwickelten Ländern. In diesem System wird eine Einrichtung „Kathmandu Transportation Authority (KTA)“ für den ÖPNV geschaffen, welche die Planung und den Einsatz für das gesamte Kathmandu-Tal organisiert. KTA besteht aus Experten, den Vertretern der Regierung und aller Stadtverwaltungen (Kathmandu, Patan, Bhaktapur, Madyapur, Kirtipur) sowie der Dorfentwicklungskomitees.

9.6.2 ÖPNV-Netz und Verbindungen

Das ÖPNV-System soll mit Durchmesserlinien eingerichtet werden. Anstelle von Endhaltestellen sollen im Zentrum nur noch Haltestellen angeboten werden. Dadurch werden keine großen Flächen für Parkmöglichkeiten für den ÖPNV mehr benötigt. Solche Linienplanungen sollen an die Strukturgrößen, z.B. Einwohnerzahlen, angepasst werden. Orte wie Bhaktapur, Patan, Balkhu, Kirtipur, Kalanki, Balaju, Maharajgunj, Budhanilkantha, Chabahil, Jorpati, Old Baneshwor und New Baneshwor bieten sich aufgrund der hohen Nachfrage als Hauptverbindungen an. Daneben sollen auch neue Siedlungsgebiete je nach Entwicklung an das Netz des ÖPNV angeschlossen werden.

Im Folgenden werden einige mögliche Verbindungen aufgezeigt:

1. Bhaktapur - Budhanilkantha via Tinkune, Thapathali, Kathmandu-Zentrum, Lazimpat, Maharajgunj
2. Bhaktapur - Balaju via Patan-Zentrum, Thapathali, Kathmandu-Zentrum, Jamal, Nayabazar
3. Shakhu / Sundarigal - Kirtipur via Baudha, Baneshwor, Kathmandu-Zentrum, Kalimati, Balkhu
4. Shakhu / Sundarigal - Thankot via Baudha, Baneshwor, Kathmandu-Zentrum, Kalimati, Kalanki
5. Eine Ringlinie entlang der Ring Road

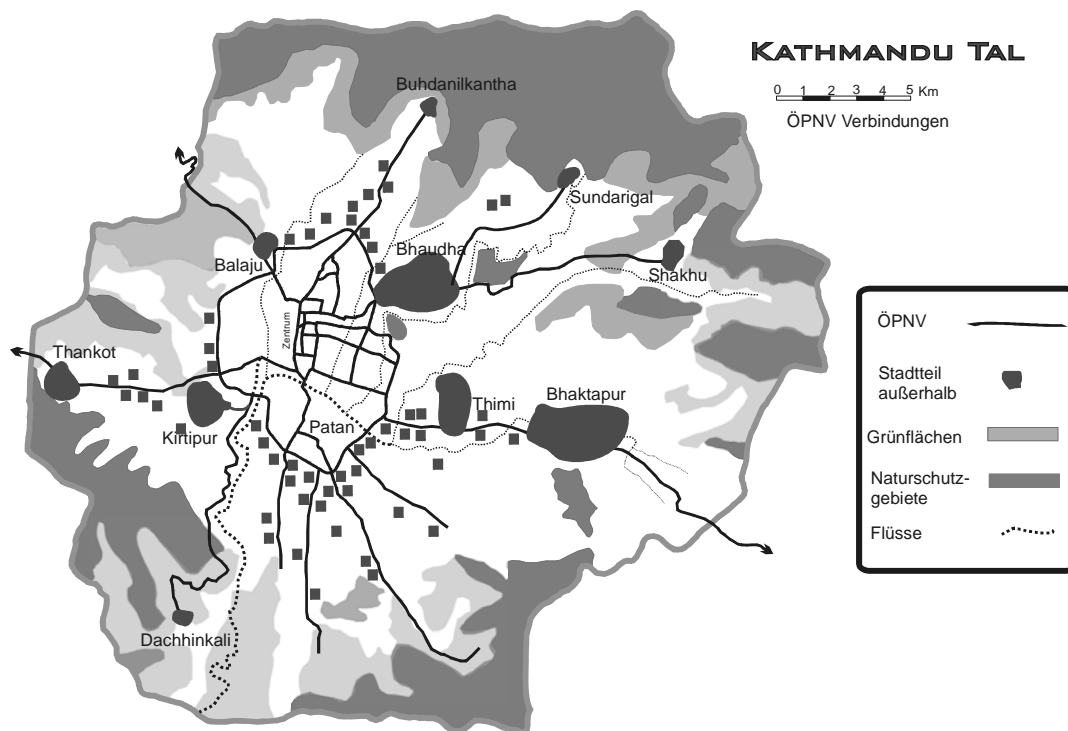


Bild 9.7: ÖPNV-Anbindungen

Die Fahrpläne sollen nach Bedarf den Tageszeiten angepasst werden, da in den Hauptzeiten mehr Nachfrage besteht als in den Nebenzeiten. Dadurch wird eine gleichmäßigere Auslastung des ÖPNV erreicht und die Fahrzeiten bis in die Abendstunden ausgeweitet.

9.6.3 Art und Qualität der Fahrzeuge im ÖPNV

Die Art und Qualität der Fahrzeuge soll im Kathmandu-Tal der veränderten Situation angepasst werden. Die Fahrzeugart soll je nach Betrieb und Kontrolle des ÖPNV-Systems zwei unterschiedliche Aspekte erfüllen:

- a. Gliederung der Fahrzeuggröße nach Entfernung und Lage des Zieles
- b. Oberleitungsbussystem

Wenn der Betrieb des ÖPNV-Systems von kleinen Betreibern weitergeführt wird, sollte die Fahrzeuggröße nach Entfernung und Lage des Zieles gegliedert werden. Innerhalb der Ring Road werden demnach kleinere Fahrzeuge, wie Mikrobusse, eingesetzt, da diese sehr gut für die engen Straßen im Zentrum geeignet sind. Dagegen kommen für Fahrziele außerhalb der Ring Road wie Bhaktapur, Thankot, Budhanilkantha, Sundarijal, Shakhu größere Fahrzeuge zum Einsatz, also Busse oder Minibusse.

Unterliegen der Betrieb und die Kontrolle des ÖPNV-Systems der KTA, so wird nicht nur auf die Fahrzeuggröße, sondern auch auf umweltfreundliche Aspekte beim Einsatz der Fahrzeuge geachtet. Für diese Aspekte wird zunächst das Oberleitungsbussystem bis zur Ring Road stark ausgebaut. Die vorhandene Strecke von Bhaktapur nach Thapathali wird bis Balaju erweitert (9.6.2 Verbindung 2). Als nächstes wird eine Oberleitungsringleine auf der Ring Road geschaffen. Im weiteren Ausbau wird das Oberleitungsbussystem von Jorpati nach Thankot bzw. nach Kirtipur fortgeführt (9.2.2 Teilverbindung 4).

9.6.4 ÖPNV-Zonen und gestaffelte Fahrkosten

Das Kathmandu-Tal wird in 4 Zonen aufgeteilt. Die Fahrkosten des neuen Systems werden nicht mehr beim Ein- oder Aussteigen bezahlt, sondern richten sich nach Zonen und Zeit. Dadurch wird ein Umsteigen innerhalb einer bestimmten Zeit ohne zusätzliche Kosten ermöglicht. Die Tickets werden in verschiedenen Varianten angeboten: Tages-, Wochen-, Monats-, Schüler- und Seniorenkarten sowie Job- und Kurzstreckentickets. Dazu kommt das Park-and-Ride-Ticket. Die einzelnen Zonen werden wie im folgenden Bild zu erkennen aufgeteilt:

- Zone 1 - Zentrum
- Zone 2 - bis zur Ring Road
- Zone 3 – Umland
- Zone 4 – Region

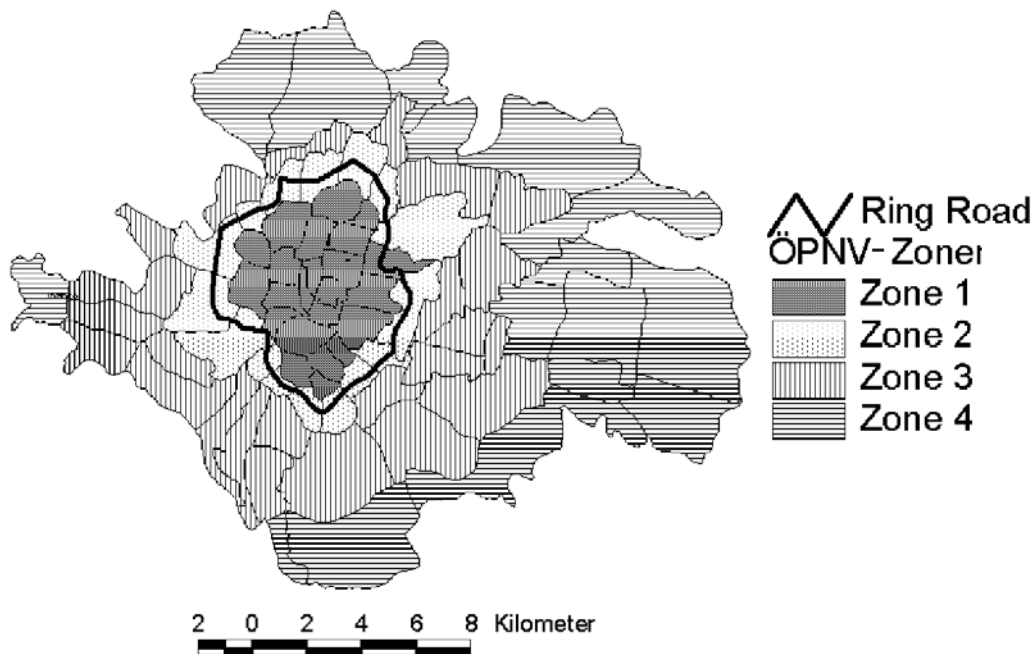


Bild 9.8: Aufteilung der Zonen des ÖPNV

9.7 MIV-Konzepte

Im Folgenden sind die Planungsüberlegungen für die Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs dargestellt.

9.7.1 MIV-orientierte Planung

In der MIV-orientierten Planung wird, wie in den USA, an einer Empfehlung für die Anschaffung privater Verkehrsmittel gearbeitet. Die Regierung wird günstige Rahmenbedingungen für den Import von Fahrzeugen schaffen, z.B. durch Reduzierung der Einfuhrzölle von heute über 100 % auf 10 % bis 2005. Die Kontrollen für den Schadstoffausstoß werden verstärkt, was eine Reduzierung der Emissionen zur Folge hat. Die Verbindung zum Zentrum wird ausgebaut, und es werden mehr Parkräume bereitgestellt.

9.7.2 Nicht MIV-orientierte Planung

Dies sind die Planungsüberlegungen für die nicht MIV-orientierte Entwicklung:

- a. Importzoll und Kfz-Steuer
- b. Begrenzung der Fahrzeuge pro Haushalt
- c. Einführung von umweltfreundlichen Fahrzeugen
- d. Begrenzung der Fahrgäste pro Fahrzeug in Richtung Zentrum
- e. Zufahrtsbeschränkungen zum Zentrum

Beim nicht MIV-orientierten System werden die Rahmenbedingungen so geregelt, dass die Entwicklung des MIV möglichst minimiert wird. Die Importzölle für normale Fahrzeuge bleiben unverändert, und die Kfz-Steuer wird stark erhöht.

Die Anzahl der Fahrzeuge pro Haushalt wird begrenzt. Jeder Haushalt kann ein motorisiertes Fahrzeug besitzen. Die Anschaffung weiterer Fahrzeuge wird gestaffelt besteuert, abhängig von der Anzahl der zusätzlichen Fahrzeuge. Die maximale Anzahl der Fahrzeuge soll die maximale Anzahl der Erwachsenen pro Haushalt nicht überschreiten.

Die Anschaffung eines umweltfreundlichen Fahrzeuges wird begünstigt. Importzölle und Kfz-Steuern werden nicht wie heute pauschal erhoben, sondern nach Fahrzeugart, -technik und -größe gestaffelt. Haushalte, die nur ein Fahrzeug besitzen, welches auch umweltfreundlich ist und nicht mit fossilen Energieträgern betrieben wird, werden von Importzoll und Kfz-Steuer bis zu 7 Jahre befreit.

Zur Minimierung des Verkehrsaufkommens im Zentrum wird eine Mindestanzahl von 2 Personen pro Pkw für die Fahrt ins Zentrum festgelegt. Bild 9.9 zeigt die Straßen, auf denen eine Mindestanzahl von Personen pro Fahrzeug festgelegt wird.

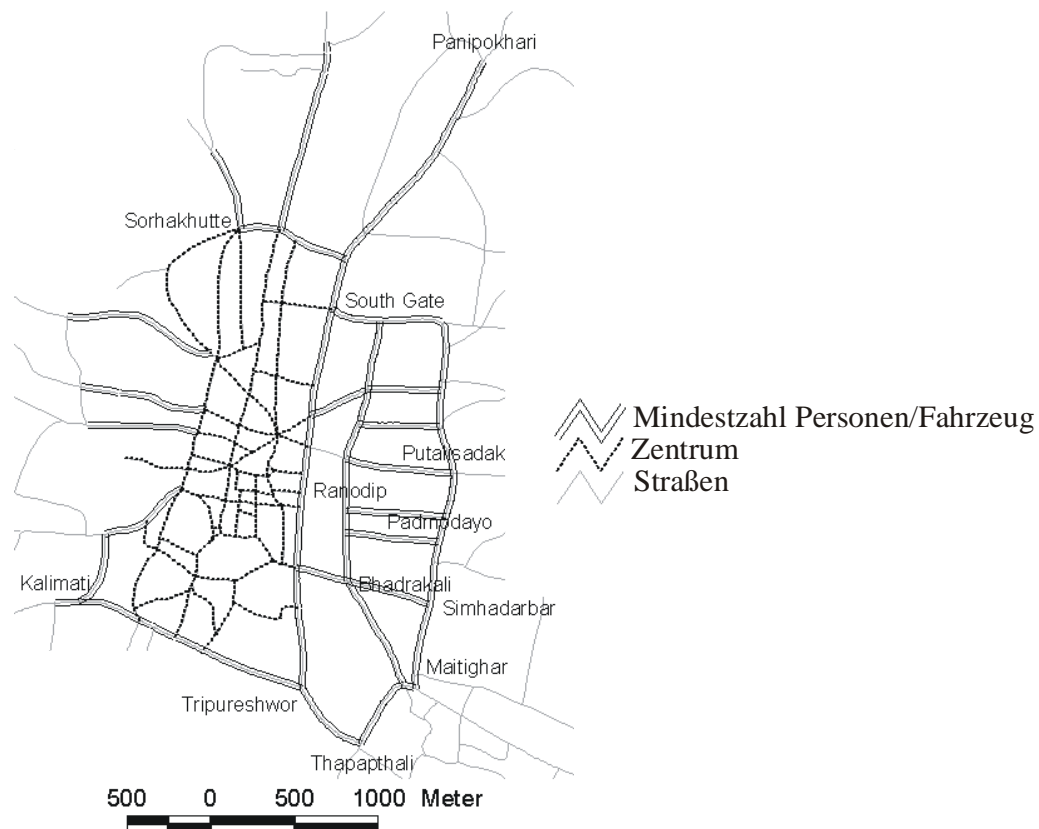


Bild 9.9: Straßen mit vorgeschriebener Personenzahl/Fahrzeug

Das Gebiet, in dem die Anzahl der Personen/Fahrzeug bei Fahrten ins Zentrum vorgeschrieben ist, beginnt im Süden in Thapathali bzw. Maitighar, im Osten in Padmodayo bzw. Putalisadak und im Norden in South Gate bzw. Panipokhari sowie im Westen mit dem Überqueren des Bishnumati-Flusses.

9.8 Einrichtung für Planung und Entwicklung der gesamten Infrastruktur

Die Nationale Planungskommission ist in Nepal zuständig für die nationalen Planungen. Mit der Entwicklungsplanung wird Nepal in fünf Entwicklungsregionen unterteilt. Sie erstellt einen 5-Jahres-Entwicklungsplan für Nepal bzw. die fünf Entwicklungsregionen. Der 9. Entwicklungsplan (1997-2002) der Kommission beschreibt in Kapitel 9.2 die Flächenutzungsplanung. Die Hauptstrategie ist eine Klassifizierung der Flächen entsprechend der Nutzung nach Ackerbau, Forst-, Wohn-, Stadt- und Gewerbegebieten. Da es keine Koordination zwischen den einzelnen Entwicklungseinrichtungen gibt, werden die Planungen der Kommission auf unterer Ebene nicht mehr weitergeführt.

Gerade für das Kathmandu-Tal gibt es mehrere Entwicklungseinrichtungen, die nicht koordiniert sind. In dieser Arbeit wird eine Einrichtung vorgeschlagen, im Folgenden „Kathmandu-Tal Entwicklungskomitee“ (KTEK) genannt, welche die Planung, Koordination und Umsetzung der Infrastruktur für das gesamte Kathmandu-Tal übernimmt.

Dieses Komitee besteht aus drei Abteilungen:

- a. Expertenkommission
- b. Entscheidungen
- c. Umsetzung und Controlling

Die Experten sind die permanenten Mitarbeiter des KTEK aus verschiedenen Fachgebieten, die für die Planung der Infrastruktur nach Bedarf zuständig sind.

Das Entscheidungskomitee besteht zu 30 % aus den Vertretern der umliegenden Dorfentwicklungskomitees, 40 % aus den Vertretern der Metropolen Kathmandu, Patan, Bhaktapur, Madyapur und Kirtipur sowie zu 30 % aus Vertretern der zentralen Regierung. Dieses Komitee wird über Planungen und Regelungen der Experten entscheiden.

Die Abteilung Umsetzung und Controlling ist den Städte- bzw. Dorfkomitees übergeordnet und überwacht die Umsetzung der Entscheidungen des Komitees.

Das KTEK wird besonders für die Entwicklung des Flächennutzungsplanes, der Infrastruktur, Besiedlung sowie Bauregelungen und deren Kontrolle zuständig sein. Zu den Aufgaben des KTEK gehört auch die Entwicklungsplanung für die historischen Wohngebiete, Denkmalschutz sowie die Schaffung von Natur- und Erholungsgebieten entlang der Flüsse und im Bereich der Tempel.

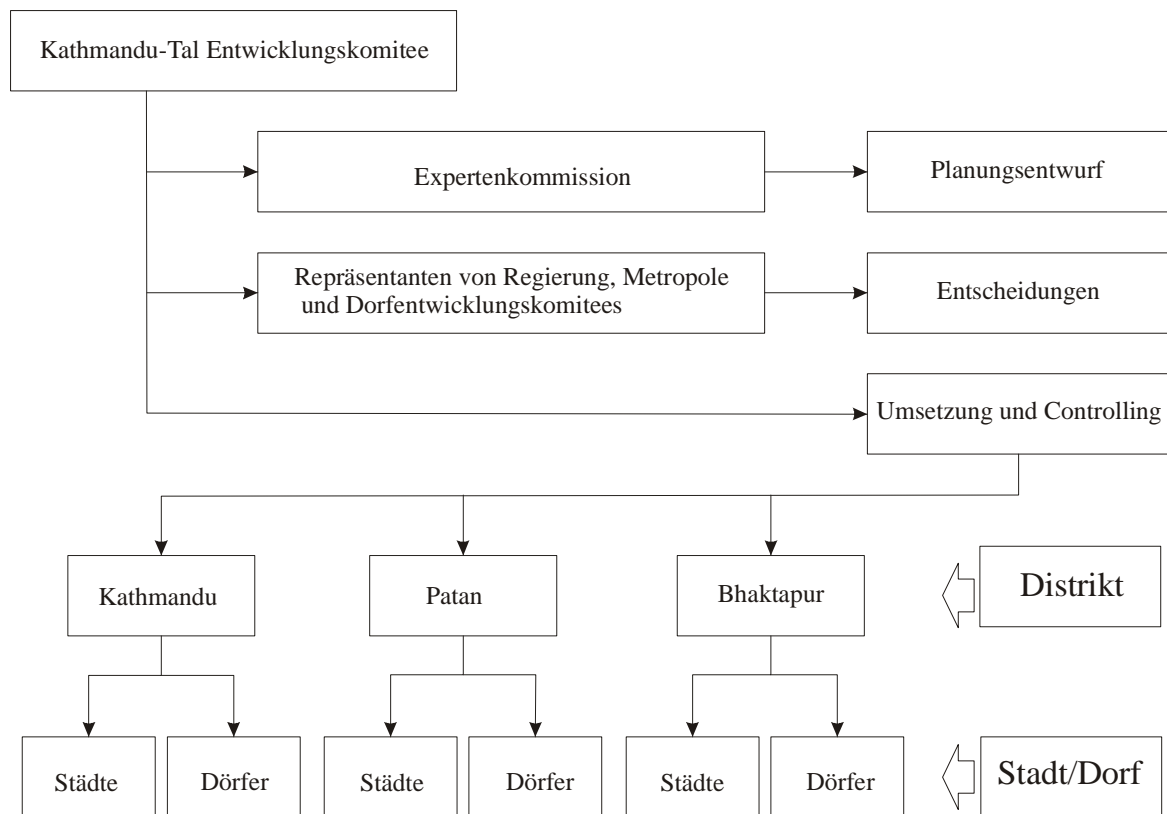


Bild 9.10: Kathmandu-Tal Entwicklungskomitee Einrichtung, Planung und Controlling

9.9 Neue Emissionsgesetze

Verkehrsemissionsgesetze gibt es erst seit 1999; die darin festgelegten Grenzwerte sind vergleichbar mit der EU-Norm EURO 1. Die folgenden Tabellen zeigen die Grenzwerte der EU-Länder.

NEFZ-Emission	HC+NO _x	NO _x	HC	CO	Partikel
Otto-Pkw (in g/km)					
EURO 1	1,13			3,16	
EURO 2	0,50			2,20	
EURO 3		0,15	0,20	2,30	
EURO 4		0,08	0,10	1,00	
Diesel-Pkw (in g/km)					
EURO 1	1,13			3,16	0,18
EURO 2	0,70 / 0,90			1,00	0,08 / 0,10
EURO 3	0,56	0,50		0,64	0,05
EURO 4	0,30	0,25		0,50	0,03

Quelle: HBEFA

Tab. 9.1: Grenzwerte für Otto- und Diesel-Pkws; Neue europäische Fahrzyklen

Mit der Einführung solcher Emissionsgrenzwerte könnte ein Großteil der Verkehrsemissionen beseitigt werden.

Die folgenden Tabellen zeigen die Änderungsfaktoren für Otto- und Diesel-Pkws gegenüber dem heutigen Zustand.

	EURO 2	EURO 3	EURO 4
CO Start	-25 %	-55 %	-80 %
CO warm IOS, AOS	-10 %	-30 %	-50 %
CO warm BAB	-10 %	-20 %	-30 %
HC Start	-20 %	-70 %	-80 %
HC warm IOS, AOS	-10 %	-40 %	-60 %
HC warm BAB	-10 %	-30 %	-50 %
NOx Start	-40 %	-70 %	-80 %
NOx warm IOS, AOS	-40 %	-70 %	-80 %
NOx warm BAB	-40 %	-60 %	-70 %

Quelle: HBEFA

Tab. 9.2: Änderungsfaktoren Otto-Pkws zu EURO 1

	EURO 2	EURO 3	EURO 4
CO Start	-20 %	-30 %	-40 %
CO warm	-30 %	-40 %	-50 %
HC Start	-20 %	-30 %	-40 %
HC warm	-30 %	-40 %	-50 %
NOx Start	-10 %	-20 %	-40 %
NOx warm	-20 %	-40 %	-60 %
Partikel Start	-15 %	-40 %	-65 %
Partikel warm	-25 %	-50 %	-75 %

Quelle: HBEFA

Tab. 9.3: Änderungsfaktoren Diesel-Pkws zu EURO 1

Da Motorräder einen sehr großen Anteil am Gesamtverkehr in Kathmandu haben, wären Gesetze nach den neuen EU-Konzepten die beste Lösung.

Die folgende Tabelle zeigt die EU-Grenzwerte in g/km für Krafträder.

	Fahrzyklus	CO	HC	NOx
97/24/EG (EU 1, ab 1999)				
2-Takt	ECE 40	8	4	0,1
4-Takt	ECE 40	13	3	0,3
Vorschlag D (EU 2, ab 2005)				
2-Takt	NEFZ	3	1	0,3
4-Takt	NEFZ	3	1	0,3

Quelle: HBEFA

Tab. 9.4: EU-Grenzwerte in g/km für Krafträder

Die Einführung neuer Konzepte zur Emissionsregelung könnte eine erhebliche Reduzierung des Schadstoffausstoßes bedeuten.

Die folgende Tabelle zeigt die Änderungsfaktoren für Krafträder nach EU-Konzepten.

Neues Konzept		EU 2
Bezugskonzept		EU 1
4-Takt	CO	-75 %
4-Takt	HC	-45 %
4-Takt	NOx	-20 %
2-Takt	CO	-70 %
2-Takt	HC	-80 %
2-Takt	NOx	100 %

Quelle: HBEFA

Tab. 9.5: Änderungsfaktoren für Krafträder

Die Zahl der neu zugelassenen Fahrzeuge nimmt pro Jahr um 9 % zu. Die Zahl der Neuzulassungen lag 1996/97 bei ca. 100.800 und ist bis 2001/02 auf ca. 198.700 gestiegen. Das bedeutet, dass mehr als die Hälfte der Fahrzeuge weniger als 6 Jahre alt ist. Geht man davon aus, dass pro Jahr ca. 3 % der Fahrzeuge aus Altersgründen stillgelegt werden, so bleiben im Kathmandu-Tal bis 2012 nur Fahrzeuge, die ab 1996 zugelassen wurden. Die Prognosewerte für die Entwicklung der Motorisierung werden von Kapitel 8 übernommen. Der Anteil der Fahrzeuge, die zwischen 2002 und 2012 zugelassen werden, beträgt ca. 71 %. Hier bietet sich eine gute Möglichkeit, einen besseren technischen Standard für die Fahrzeuge einzuführen. Ein Großteil der aus Indien importierten

Fahrzeuge entspricht bereits japanischen bzw. europäischen Normen, was eine stufenweise Einführung von Emissionsstandards, vergleichbar mit der EURO-Norm, vereinfachen würde.

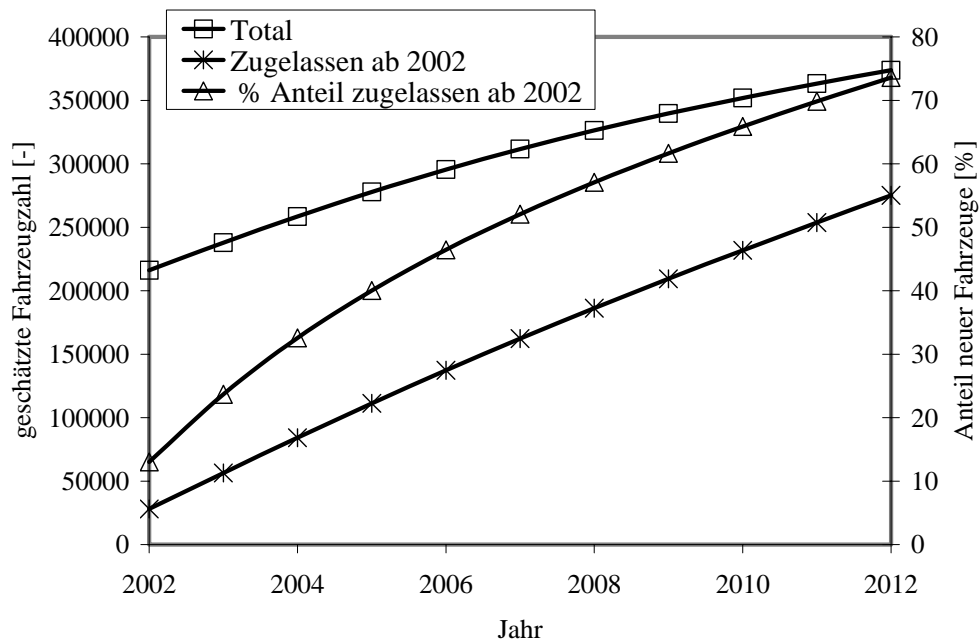


Bild 9.11: Anteil neuer Fahrzeuge im Kathmandu-Tal

10 Szenarien

Die verschiedenen Planungsüberlegungen für das Kathmandu-Tal werden abhängig von unterschiedlichen Zielsetzungen in verschiedenen Szenarien dargestellt.

10.1 Szenario 1 (S1)

In diesem Szenario wird ein MIV-orientiertes System bevorzugt. Die wesentlichen Grundlagen dafür sind:

1. Optimale Bedingungen für den MIV
2. Freie Entwicklung des ÖPNV
3. Stärkere Kontrolle der Verkehrsemissionen

Dieses Szenario entspricht der MIV-orientierten Planung (9.7.1). Es werden Gesetze für bessere Emissionskontrollen der Fahrzeuge, vergleichbar mit dem Standard in europäischen Ländern, eingeführt.

Für die Verwirklichung dieses Szenarios müssen viele städtebauliche Aspekte berücksichtigt werden. Hierfür sind der Bau neuer Schnellstraßen sowie eine Verbreiterung der vorhandenen Hauptstraßen notwendig. Außerdem werden neue Parkräume geschaffen.

Es wird ein neuer Qualitätsstandard für den ÖPNV definiert. Die Regierung wird entsprechend dieser Definition neue Rahmenbedingungen für die Anschaffung von Fahrzeugen des ÖPNV erarbeiten und die Haltestellen festlegen.

Die vorgesehenen Maßnahmen in diesem Szenario sind:

1. Reduzierung der Einfuhrzölle bis 2005 auf 40 % und bis 2010 auf 10 %
2. Bessere Voraussetzungen für die Zulassung (Technik und Qualität)
3. Einführung eines Versicherungssystems für Kraftfahrzeuge bis 2005
4. Schaffung von möglichst viel Parkraum
 - in Tudikhel (am Stadion)
 - entlang des Bishnumati und
 - entlang der Ring Road
5. Einführung eines neuen Parksystems
6. Vergünstigung bzw. Zuschüsse beim Import von Fahrzeugen für den ÖPNV

7. Kleinere ÖPNV-Betreiber und freie Wahl der Strecken für den ÖPNV
8. Bau neuer Schnellstraßen entlang des Bishnumati, Dhobi Khola und Bagmati (9.1. a, b, c und d)
9. Verbesserung der Qualität der bestehenden Straßen
10. Regelung der Verkehrsemissionen nach europäischem Standard mit Verzögerung von 3 bis 6 Jahren, d.h. sofortige Einführung von EURO 2, ab 2005 EURO 3 und ab 2010 EURO 4

10.2 Szenario 2 (S2)

In diesem Szenario wird ein ÖPNV-orientiertes System bevorzugt. Die wesentlichen Grundlagen dafür sind:

1. Kontrollierte Entwicklung des MIV
2. Optimale Bedingungen für den ÖPNV
3. Optimale Kontrolle der Verkehrsemissionen

Die Entwicklung des MIV wird verstärkt kontrolliert. Das ÖPNV-System soll dem europäischen Standard angepasst werden. Wegen der besonderen geographischen Lage ist ein Schienenverkehr für Kathmandu wirtschaftlich nicht realisierbar, deswegen sind andere Arten des ÖPNV notwendig. Kathmandu Transportation Authority (KTA) wird die Planung und den Einsatz des ÖPNV für das gesamte Kathmandu-Tal organisieren. Dadurch wird eine Optimierung von Service und Betrieb erreicht. Es wird ein ausreichendes Angebot an Park-and-ride-Möglichkeiten bereitgestellt.

Die vorgesehenen Maßnahmen in diesem Szenario sind:

1. Stärkere Kontrolle für den Import privater Verkehrsmittel
2. Bessere Voraussetzungen für die Zulassung (Technik und Qualität)
3. Regelungen beim Besitz von mehreren Fahrzeugen pro Familie
4. Festlegung einer minimalen Anzahl von 2 Personen pro Fahrzeug bei Fahrten ins Zentrum
5. Beschränkungen für den MIV im Zentrum
6. Einführung eines Versicherungssystems für Kraftfahrzeuge bis 2007
7. Schaffung von Parkraum in Tudikhel und entlang der Ring Road
8. Schaffung ausreichender Park-and-Ride-Möglichkeiten
9. Optimierung der Parkgebühren mit kombinierter ÖPNV-Fahrkarte
10. Aufteilung des Kathmandu-Tales in verschiedene ÖPNV-Zonen

11. Schaffung von Durchmesserlinien durch das Zentrum und einer Ringlinie entlang der Ring Road
12. Ausbau des Oberleitungsbussystems bis 2015
13. KTA für die Organisation und den Betrieb des ÖPNV (Einführung bis 2007)
14. Verbesserung der Qualität der bestehenden Straßen
15. Regelung der Verkehrsemissionen nach europäischem Standard mit Verzögerung von 5 bis 8 Jahren, d.h. sofortige Einführung der EURO 2, ab 2008 EURO 3 und ab 2014 EURO 4

10.3 Szenario 3 (S3)

In diesem Szenario wird ein an der Umwelt sowie an der Infrastrukturplanung und Entwicklung orientiertes System bevorzugt, das auch die Umarbeitung der Szenarien 1 und 2 mit einschließt. Die wesentlichen Grundlagen dafür sind:

1. Relative Kontrolle des MIV
2. Besseres ÖPNV-System
3. Optimierte Organisationsstrukturen für die Infrastrukturplanung und Entwicklung
4. Umweltorientiertes Verkehrssystem

Die Regelungen zur Zulassung von Fahrzeugen werden verschärft. Das vorhandene ÖPNV-System wird von Grund auf neu strukturiert. Es wird weiterhin viele kleine Betreiber geben. Für die Festlegung der Rahmenbedingungen und die Verteilung der Routen für das gesamte Kathmandu-Tal wird Kathmandu Public Transportation (KPT) zuständig sein.

Für die Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle für das gesamte Kathmandu-Tal wird das KTEK zuständig sein. Diese Einrichtung wird die bestehenden Landnutzungsrechte überprüfen und Empfehlungen aussprechen bzw. geeignete Maßnahmen ergreifen. Die lokalen Einrichtungen werden unter der Aufsicht dieser zentralen Stelle weitergeführt. Es werden Anreize für die Anschaffung von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln geschaffen.

Die vorgesehenen Maßnahmen in diesem Szenario sind:

1. MIV wie in Szenario 2 (Zulassung, mehrere Pkws pro Familie, mindestens 2 Fahrgäste pro Pkw in Richtung Zentrum, Beschränkungen im Zentrum usw.)
2. Einführung eines Versicherungssystems für Kraftfahrzeuge bis 2005

3. Einführung kleinerer Fahrzeuge mit geringerem Verbrauch bzw. Schaffung von Anreizen für den Kauf umweltfreundlicher Fahrzeuge (z.B. mit Strom oder Luftdruck betrieben)
4. Schaffung von Rad- und Gehwegen
5. Regelung der Verkehrsemissionen nach europäischem Standard mit Verzögerung von 3 bis 6 Jahren, d.h. sofortige Einführung von EURO 2, ab 2005 EURO 3 und ab 2010 EURO 4
6. Schaffung von Parkraum in Tudikhel und entlang der Ring Road
7. Schaffung ausreichender Park-and-Ride-Möglichkeiten
8. Optimierung der Parkgebühren mit kombinierter ÖPNV-Fahrkarte
9. KPT für die Festlegung der Rahmenbedingungen und Verteilung der Routen auf die kleinen Betreiber des ÖPNV
10. Schaffung von Durchmesserlinien durch das Zentrum und einer Ringlinie entlang der Ring Road
11. Bau der Schnellstraße von Kathmandu über Patan nach Bhaktapur
12. KTEK für die gesamte Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle

10.4 Szenario 4 (S4)

In diesem Szenario werden die Konzepte der Szenarien 1, 2 und 3 zu einem neuen System umgearbeitet. Die wesentlichen Grundlagen dafür sind:

1. Relative Kontrolle des MIV
2. ÖPNV-orientiertes System
3. Umweltorientiertes Verkehrssystem
4. Optimierte Infrastrukturplanung und Entwicklung

Es wird eine Optimierung für die Qualität der Verkehrsmittel festgelegt. Die Kosten für den MIV werden steigen. Das ÖPNV-System wird wie in Szenario 2 entwickelt. Das Zentrum wird nur für den ÖPNV zugänglich sein. Es werden Möglichkeiten für nicht motorisierte Fahrzeuge nach Umweltgesichtspunkten geschaffen. Die Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle wird Szenario 3 entsprechen.

Die vorgesehenen Maßnahmen in diesem Szenario sind:

1. MIV wie in Szenario 3 (Zulassung, mehrere Pkws pro Familie, Mindestanzahl der Fahrgäste pro Pkw in Richtung Zentrum, Beschränkungen im Zentrum usw.)
2. Einführung eines Versicherungssystems für Kraftfahrzeuge bis 2005

3. Schaffung von Parkraum entlang der Ring Road und in der Umgebung des Zentrums (in Tudikhel bis 2007 und bei Bedarf entlang des Bishnumati)
4. Schaffung ausreichender Park-and-Ride-Möglichkeiten
5. Optimierung der Parkgebühren mit kombinierter ÖPNV-Fahrkarte
6. KTA für die Organisation und den Betrieb des ÖPNV (Einführung bis 2007)
7. KTEK für die gesamte Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle
8. Regelung der Verkehrsemissionen nach europäischem Standard mit Verzögerung von 4 bis 7 Jahren, d.h. sofort Einführung von EURO 2, ab 2007 EURO 3 und ab 2012 EURO 4

Die folgende Tabelle zeigt die Maßnahmen in den verschiedenen Szenarien:

Maßnahmen	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
9.1 Bau neuer Schnellverbindungsstraßen				
a. Verbindungsstraße A	X		X	
b. Verbindungsstraße B	X			
c. Verbindungsstraße C	X			
d. Verbindungsstraßen D und E	X			
9.2 Verbesserung der bestehenden Straßenqualität				
a. Straßenmarkierungen, Lichtsignalanlagen und wegweisende Beschilderung	X	X	X	X
b. Getrennte Fahrsteifen für nicht motorisierte Fahrzeuge			X	X
c. Fußgängerüberwege bzw. -brücken	X			X
9.3 Neue Parkräume				
a. entlang der Ring Road	X	X	X	X
b. in Tudikhel	X	X	X	X
c. entlang des Bishnumati-Flusses	X			X
9.4 Neues Parksystem	X	X	X	X
9.5 Sicherheiten				
a. Technische Sicherheit des Fahrzeuges	X	X	X	X
b. Sicherheit der Fahrgäste		X		X
c. Kfz-Versicherung und verantwortungsvolles Verhalten nach einem Unfall	Ab 2005	Ab 2007	Ab 2005	Ab 2005
9.6 ÖPNV-Konzepte				
9.6.1 Kontrolle und Betrieb des ÖPNV-Systems				
a. Freie Entwicklung des ÖPNV-Systems	X			
b. Umstrukturiertes ÖPNV-System			X	
c. Komplett neu strukturiertes ÖPNV-System		X		X
9.6.2 ÖPNV-Netz und Verbindungen		X	X	X

9.6.3 Art und Qualität der Fahrzeuge im ÖPNV				
a. Gliederung der Fahrzeuggröße nach Entfernung und Lage des Zieles	X		X	
b. Oberleitungsbussystem		X		X
9.6.4 ÖPNV-Zonen und gestaffelte Fahrkosten		X	X	X
9.7 MIV-Konzepte				
9.7.1 MIV-orientierte Planung	X			
9.7.2 nicht MIV-orientierte Planung				
a. Importzoll und Kfz-Steuer		X		
b. Begrenzung der Fahrzeuge pro Haushalt		X	X	X
c. Einführung von umweltfreundlichen Fahrzeugen		X	X	X
d. Begrenzung der Fahrgäste pro Fahrzeug in Richtung Zentrum		X	X	X
e. Zufahrtsbeschränkungen zum Zentrum		X		X
9.8 Eine Einrichtung für Planung und Entwicklung der gesamten Infrastruktur			X	X
9.9 Neue Emissionsgesetze				
EURO 2	Sofort	Sofort	Sofort	Sofort
EURO 3	2005	2008	2005	2007
EURO 4	2010	2014	2010	2012

Tab. 10.1: Maßnahmen in den verschiedenen Szenarien

10.5 Entwicklung der Motorisierung

Szenario 1 ist ein MIV-orientiertes System, in dem die Anschaffung von privaten Kraftfahrzeugen Priorität hat. Der Bau der verschiedenen Schnellverbindungsstraßen und neuer Parkräume hat starken Einfluss auf die Fahrzeugentwicklung. Die freie Entwicklung des ÖPNV-Systems baut kein Vertrauen in den ÖPNV auf, was das MIV-System noch attraktiver macht. Die verschärfte Emissionsregelung wird die Entwicklung der Motorisierung stark beeinflussen. Insgesamt wird die Entwicklung der Pkws um bis zu 40 % und die der Motorräder um bis zu 20 % gegenüber Szenario 0 steigen. Die kleinen Betreiber des ÖPNV schaffen nur noch kleinere Fahrzeuge an, was zu einer Reduzierung von 10 % bei Bussen, aber zu einem Zuwachs von 20 % bei Mikrobussen gegenüber Szenario 0 führt.

Szenario 2 ist ein ÖPNV-orientiertes System, in dem ÖPNV bevorzugt wird. Durch die Schaffung von besseren Park-and-Ride-Möglichkeiten, neuen Parkregelungen und komfortableren ÖPNV-Fahrzeugen wird der ÖPNV besser angenommen. Insgesamt wird die Entwicklung der Busse und Mikrobusse jeweils um bis zu 40 % gegenüber Szenario 0 steigen. Die Anschaffung von Pkws und

Motorrädern wird erschwert, Fahrten ins Zentrum werden eingeschränkt, es stehen nur begrenzte Parkmöglichkeiten im Zentrum zur Verfügung, und es werden keine Schnellverbindungsstraßen gebaut. Das wird zu einem langsameren Anwachsen der Fahrzeugzahlen im MIV führen, was zu einer Reduzierung von 40 % bei Pkws bzw. 30 % bei Motorrädern gegenüber Szenario 0 führt.

In Szenario 3 werden einige Schnellverbindungsstraßen gebaut, was für den MIV sehr günstig ist. Die Anschaffung von Fahrzeugen wird aber durch die verschärften Emissionsregelungen stark kontrolliert, was zu einer Reduzierung von 20 % bei Pkws bzw. 10 % bei Motorrädern gegenüber Szenario 0 führt. Das bestehende ÖPNV-System wird umstrukturiert und sowohl für die kleineren Betreiber als auch für die Fahrgäste angepasst, was das Vertrauen in den ÖPNV stärkt. Insgesamt wird die Entwicklung der Busse und Mikrobusse um bis zu 30 % steigen.

Szenario 4 ist eine Mischung aus den Szenarien 2 und 3. Es werden neue Parkräume und Fußgängerbrücken geschaffen, was sich günstig auf den MIV auswirkt. Die Anschaffung von Fahrzeugen wird aber durch die verschärften Emissionsregelungen stark kontrolliert und es werden keine Schnellverbindungsstraßen gebaut, was zu einer Reduzierung von 30 % bei Pkws bzw. 20 % bei Motorrädern gegenüber Szenario 0 führt. Durch die Schaffung von besseren Park-and-Ride-Möglichkeiten, neuen Parkregelungen und komfortableren ÖPNV-Fahrzeugen wird der ÖPNV besser angenommen. Insgesamt wird die Zunahme der Busse und Mikrobusse jeweils um bis zu 40 % gegenüber Szenario 0 steigen. Die einzelnen Auswirkungen der Maßnahmen in verschiedenen Szenarien auf die Entwicklung der Motorisierung sind in Anhang III dargestellt. Das folgende Bild zeigt die Abweichung der Entwicklung der Motorisierung von Szenario 0 in den verschiedenen Szenarien im Jahr 2020.

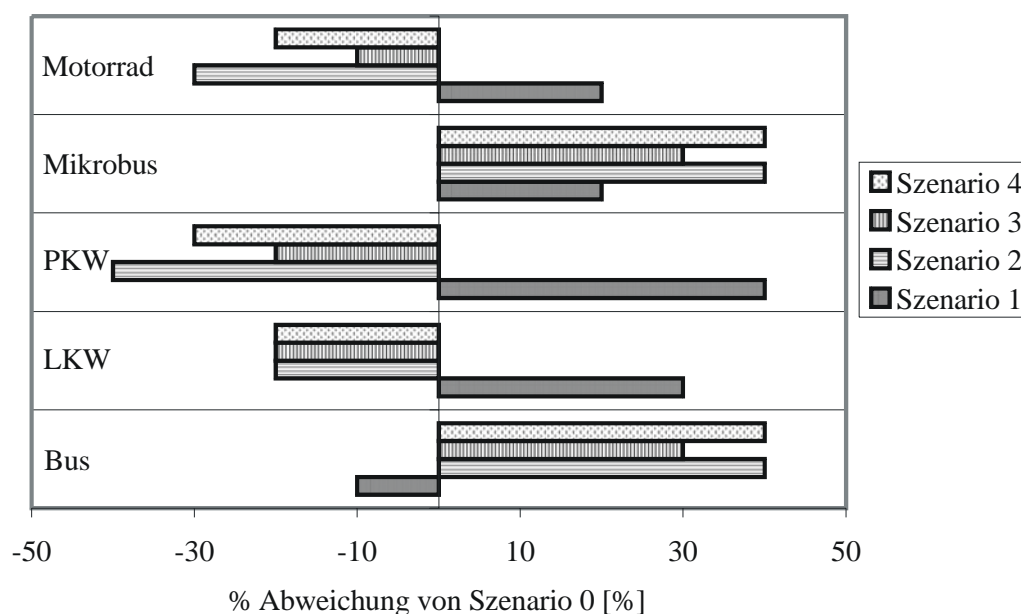


Bild 10.1: Abweichung der Fahrzeugzahl in % von Szenario 0

Zur Berechnung der zukünftigen Verkehrsumlegung werden in dieser Arbeit die heutigen Fahrzeugzahlen und deren Anteil an der Verkehrszusammensetzung als Basis angenommen. Für jedes Szenario wird die zukünftige Verkehrszusammensetzung mit Hilfe dieser Basis und geschätzter Fahrzeugzahlen berechnet. Das folgende Bild zeigt die geschätzte Verkehrszusammensetzung in den verschiedenen Szenarien.

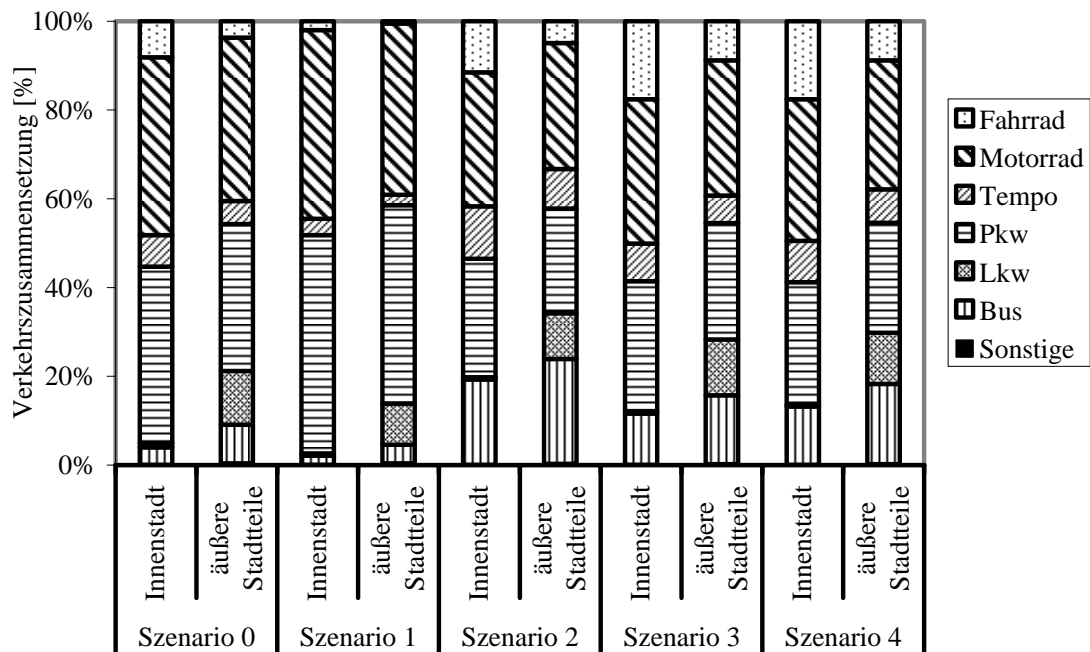


Bild 10.2: Geschätzte Verkehrszusammensetzung in den verschiedenen Szenarien

Bild 10.2 zeigt die Verkehrszusammensetzung im Innenstadtbereich und den äußeren Stadtteilen. Die Prozentzahlen von Pkws und Motorrädern sind in allen Szenarien sehr hoch. Aber Szenario 2 bzw. 4 zeigt einen höheren Anteil am Bus- bzw. ÖPNV-System. In Szenario 3 und 4 sind die Zahlen der nicht motorisierten Verkehrsmittel, wie Fahrräder, relativ hoch.

11 Auswirkungen und Bewertungen

11.1 Entwicklung der Motorisierung in verschiedenen Szenarien

Die Fahrzeugzahlen in Szenario 1 werden sehr stark steigen, während es in Szenario 2, 3 und 4 geringere Zahlen geben wird.

Bild 11.1 zeigt die Fahrzeugzahlen in Kathmandu bis 2020 in verschiedenen Szenarien.

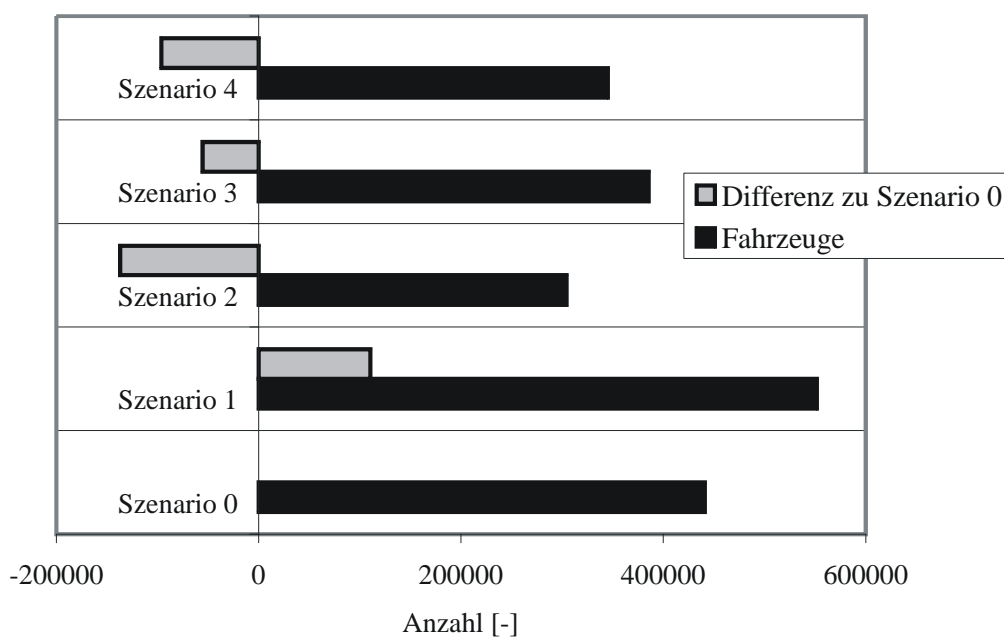


Bild 11.1: Fahrzeugzahlen in verschiedenen Szenarien

In dieser Arbeit wird die Differenz der einzelnen Szenarien zu Szenario 0 dargestellt, welches als Basis angenommen wird. Szenario 2 zeigt sehr viel geringere Fahrzeugzahlen, da es ein sehr stark ÖPNV-orientiertes System ist. Szenario 1 ist ein MIV-orientiertes System, deswegen nehmen die Fahrzeugzahlen in diesem System sehr stark zu.

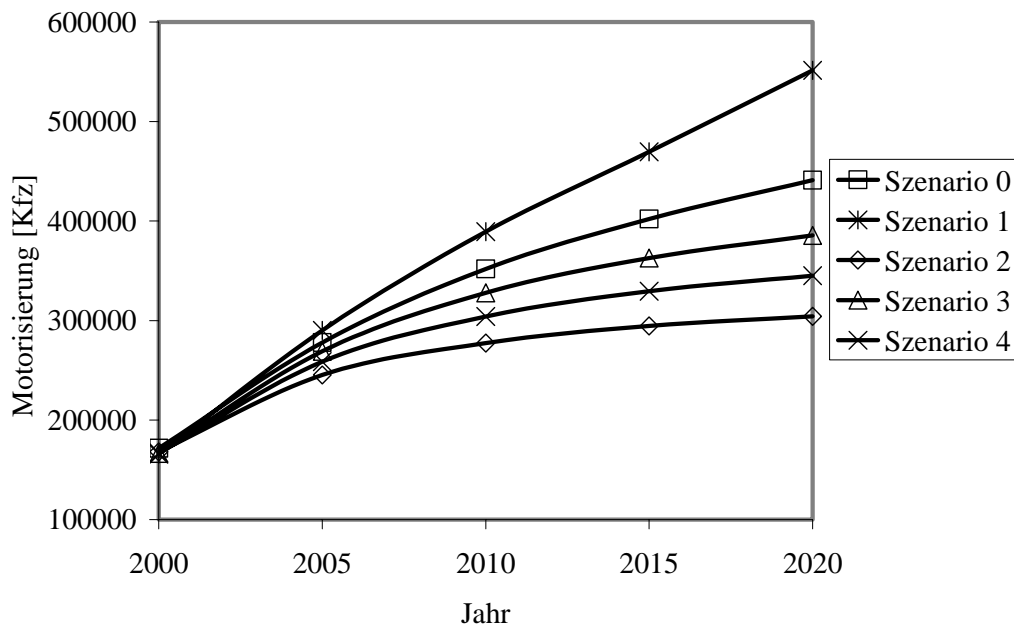


Bild 11.2: Entwicklung der Motorisierung in verschiedenen Szenarien

In den Szenarien 2, 3 und 4 werden sich die Verkehrszahlen nach 2007 relativ langsam entwickeln. Besonders in Szenario 2 wird es wegen der Einführung des ÖPNV-orientierten Systems eine langsamer ansteigende Entwicklung von privaten Verkehrsmitteln geben.

In den Szenarien 1, 3 und 4 wird angenommen, dass ab 2005 eine Kfz-Haftpflichtversicherung eingeführt wird, in Szenario 2 aber erst im Jahr 2007. Da die Fahrzeugzahlen in Szenario 2 sehr viel langsamer zunehmen als in den anderen drei Szenarien, kann eine spätere Einführung einer Kfz-Haftpflichtversicherung in Kauf genommen werden. Solch eine Pflichtversicherung könnte die Fälle von Fahrerflucht im Kathmandu-Tal, nach Ansicht der Kathmandu Valley Traffic Police (KVTP), um bis zu 80 % reduzieren.

11.2 Verkehrsbelastung in verschiedenen Szenarien

Zur Ermittlung der verschiedenen Strukturgrößen, wie Schüler, Arbeitsplätze, und Erwerbspersonen, wird in dieser Arbeit von den gleichen Annahmen ausgegangen wie in Kapitel 8.3, d. h. die Fahrtmatrix von Szenario 0 wird in den anderen Szenarien weiter verwendet. In allen Szenarien wird mit Hilfe der Fahrzeugentwicklung und verschiedener angenommener Maßnahmen die Verkehrszusammensetzung geschätzt.

Die folgende Tabelle zeigt die geschätzte Verkehrszusammensetzung in 2020 in den verschiedenen Szenarien.

Szenario 1		Fahrrad	Motorrad	Pkw	Bus	Lkw	Mikro	Σ
ZS	Innen	2,0	42,5	49,2	2,0	0,6	3,7	
	Außen	0,5	38,7	44,8	4,2	9,4	2,4	
BG	Insassen	1,0	1,1	2,1	21,0	2,0	5,5	
Innen	ZS x BG	2,0	46,8	103,3	42,0	1,2	20,4	215,7
Außen	ZS x BG	0,5	42,6	94,1	88,2	18,8	13,2	257,4
Szenario 2								
ZS	Innen	11,5	30,2	26,7	19,2	0,6	11,8	
	Außen	4,9	28,4	23,6	23,6	10,6	8,9	
BG	BG	1,0	1,2	2,3	32,0	2,0	8,0	
Innen	ZS x BG	11,5	36,2	61,4	614,4	1,2	94,4	819,1
Außen	ZS x BG	4,9	34,1	54,3	755,2	21,2	71,2	940,9
Szenario 3								
ZS	Innen	17,6	32,5	29,3	11,5	0,6	8,5	
	Außen	8,8	30,5	26,2	15,5	12,8	6,2	
BG	BG	1,0	1,2	2,4	25,0	2,0	7,0	
Innen	ZS x BG	17,6	39,0	70,3	287,5	1,2	59,5	475,1
Außen	ZS x BG	8,8	36,6	62,9	387,5	25,6	43,4	564,8
Szenario 4								
ZS	Innen	17,6	31,9	27,5	13,1	0,6	9,3	
	Außen	8,8	29,1	24,8	18,1	11,7	7,5	
BG	BG	1,0	1,2	2,4	28,0	2,0	7,0	
Innen	ZS x BG	17,6	38,3	66,0	366,8	1,2	65,1	555,0
Außen	ZS x BG	8,8	34,9	59,5	506,8	723,4	52,5	685,9

ZS = Verkehrszusammensetzung [%], BG = Besetzungsgrad [Person/Fahrzeug]

Tab. 11.1: Geschätzte Verkehrszusammensetzung in den verschiedenen Szenarien

Die Fahrtmatrizen der verschiedenen Fahrzeugarten werden wie in Kapitel 7.2 berechnet. Die berechneten Fahrtmatrizen wurden als Eingabe-Dateien in VISUM importiert. Die Verkehrsumlegung wird mit Hilfe der Software VISUM errechnet.

In den verschiedenen Szenarien wird es zu sehr unterschiedlichen Verkehrsbelastungen kommen. In Szenario 1 und 3 wird mit einer Schnellstraße zum Zentrum gerechnet.

Das Bild 11.3 für Szenario 1 zeigt eine sehr hohe Belastung im Zentrum, von Kupondol in Richtung Patan, in Kalimati, Tinkune, auf der Ring Road, in Richtung Bhaktapur und Baudha sowie im Bereich Tribhuvan-Universität. Die wachsenden Verkehrszahlen und die unveränderte Situation führen zu einer deutlichen Zunahme des Verkehrs auf allen Strecken im Kathmandu-Tal.



Bild 11.3: Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 1

Obwohl die Fahrzeugzahl rasant gestiegen sein wird, verteilt sich durch den Bau der Schnellstraße die Verkehrsbelastung auf den Hauptstrecken gleichmäßig. Auf der Einbahnstraße an der Hauptpost im Zentrum wird es eine hohe tägliche Belastung von bis zu 50.000 Pkw-Einheiten/Richtung geben. Das bedeutet eine Belastung von 1250 Pkw-E/Stunde und Fahrstreifen in der Hauptverkehrszeit auf bestehenden vier Fahrstreifen. In Tudikhel wird es ca. 30.000 Pkw-Einheiten/Richtung geben und eine sehr unterschiedliche Belastung auf der Ring Road, von über 45.000 Pkw-Einheiten/Richtung in Chabahil und von über 16.000 Pkw-Einheiten/Richtung in Balaju. Die Belastung in Richtung Kirtipur wird auf bis zu 21.000 Pkw-Einheiten/Richtung steigen. Die höchste Tagesbelastung außerhalb der Ring Road wird in Richtung Bhaktapur mit über 37.000 Pkw-Einheiten/Richtung erreicht.

Die Maßnahmen im Straßenbau zeigen eine sehr deutliche Reduzierung der Verkehrsbelastung auf allen Strecken. Das Konzept dieses Szenarios ist mehr MIV. Dadurch werden die Verkehrszahlen stärker steigen als in Szenario 0, aber durch den Bau von Schnellstraßen wird die Belastung auf den Hauptstrecken um bis zu 20 % reduziert.



Bild 11.4: Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 2

Im Gegensatz zu den anderen Szenarien findet in Szenario 2 eine höhere Reduzierung der Verkehrsbelastung statt. Das führt im Zentrum und seiner Umgebung zu einer Verkehrsbelastung von 12.000 bis 18.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung. Auf den meisten Teilstrecken der Ring Road wird diese Zahl sogar zu unter 10.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung führen. Die Strecke von Kathmandu nach Bhaktapur wird mit ca. 20.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung die Hauptbelastung bewältigen müssen.

In Szenario 3 ist durch den Bau der Schnellstraße von Kathmandu über Patan nach Bhaktapur eine relativ geringe Belastung zu erwarten. Dadurch kommt es im Zentrum zu einer Verkehrsbelastung von 16.000 bis 26.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung. Auf der Ring Road wird auf den Teilstrecken in Chabahil und Balaju eine Belastung von ca. 29.000 bzw. 12.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung erreicht. Die Strecke von Kathmandu nach Bhaktapur wird mit ca. 24.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung die Hauptbelastung bewältigen müssen.

Das folgende Bild zeigt die Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 3.



Bild 11.5: Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 3



Bild 11.6: Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 4

In Szenario 4 kommt es im Zentrum zu einer Verkehrsbelastung von 16.000 bis 21.500 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung. Auf der Ring Road wird auf den Teilstrecken in Chabahil und Balaju eine Belastung von ca. 24.000 bzw. 11.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung erreicht. Die Strecke von Kathmandu nach Bhaktapur wird mit ca. 25.000 Pkw-Einheiten pro Tag und Richtung die Hauptbelastung bewältigen müssen.

11.3 Verkehrsgeschwindigkeit

Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist hauptsächlich abhängig von den Netzbelastungen. Das folgende Bild zeigt die Durchschnittsgeschwindigkeit der Pkws in den verschiedenen Szenarien, ermittelt aus VISUM.

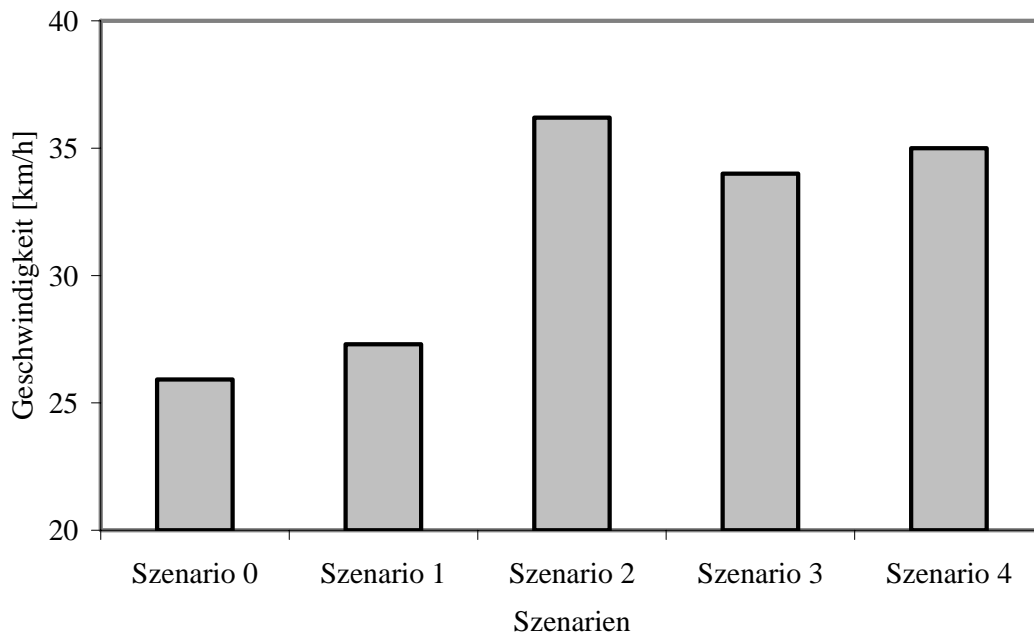


Bild 11.7: Durchschnittsgeschwindigkeit in den verschiedenen Szenarien

Die Verkehrsgeschwindigkeit in Szenario 0 bzw. Szenario 1 liegt deutlich unter 30 km/h. Im Vergleich dazu liegt der Wert in den Szenarien 2, 3 und 4 über 30 km/h. Für den ÖPNV wurde die Durchschnittsgeschwindigkeit für Busse durch Visum errechnet. Diese Werte liegen in den Szenarien 1, 2, 3 und 4 bei 23,8 km/h, 33,6 km/h, 31,8 km/h bzw. 32,3 km/h.

11.4 Fahrzeiten

Mit Hilfe von VISUM werden die Fahrzeiten der verschiedenen Fahrzeugarten pro Szenario ermittelt. Das folgende Bild zeigt die Gesamt-Fahrzeiten pro Szenario sowie die Differenz zu Szenario 0.

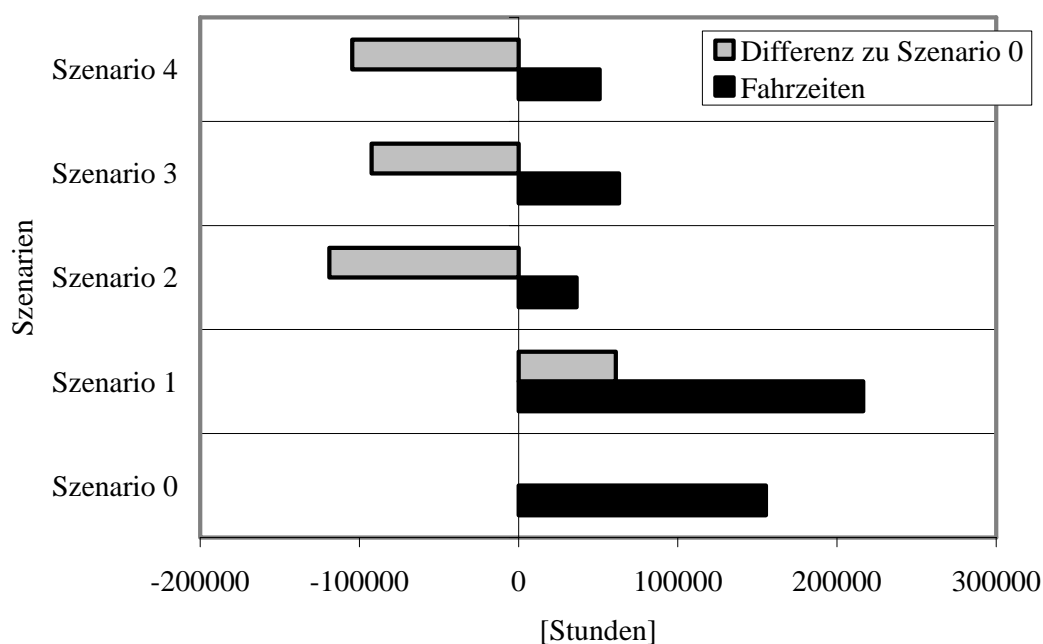


Bild 11.8: Gesamt-Fahrzeiten

Wegen der zunehmenden Fahrzeugzahl in Szenario 1 wird auch die Gesamt-Fahrzeit steigen. In anderen Szenarien wird es deutlich weniger sein.

Mit Hilfe von VISUM wird für jedes Szenario die Verkehrsleistung (Pkw-E-km/a) in Pkw-Einheiten ermittelt. Das folgende Bild zeigt die Verkehrsleistung (Pkw-E-km/a) und die Differenz zu Szenario 0.

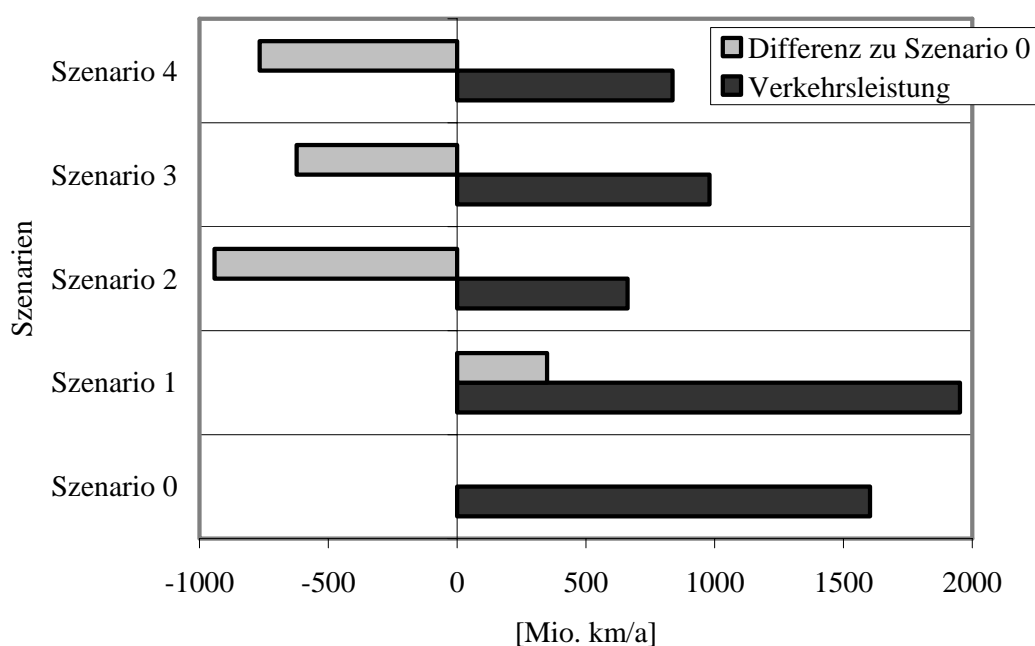


Bild 11.9: Verkehrsleistung

11.5 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch in jedem Szenario wird, wie in Szenario 0, mit Hilfe der gesamten gefahrenen Kilometer pro Jahr berechnet. Mit zunehmender Verkehrsleistung steigt auch der Energieverbrauch. Bild 11.10 zeigt den Energieverbrauch des Verkehrs im Kathmandu-Tal.

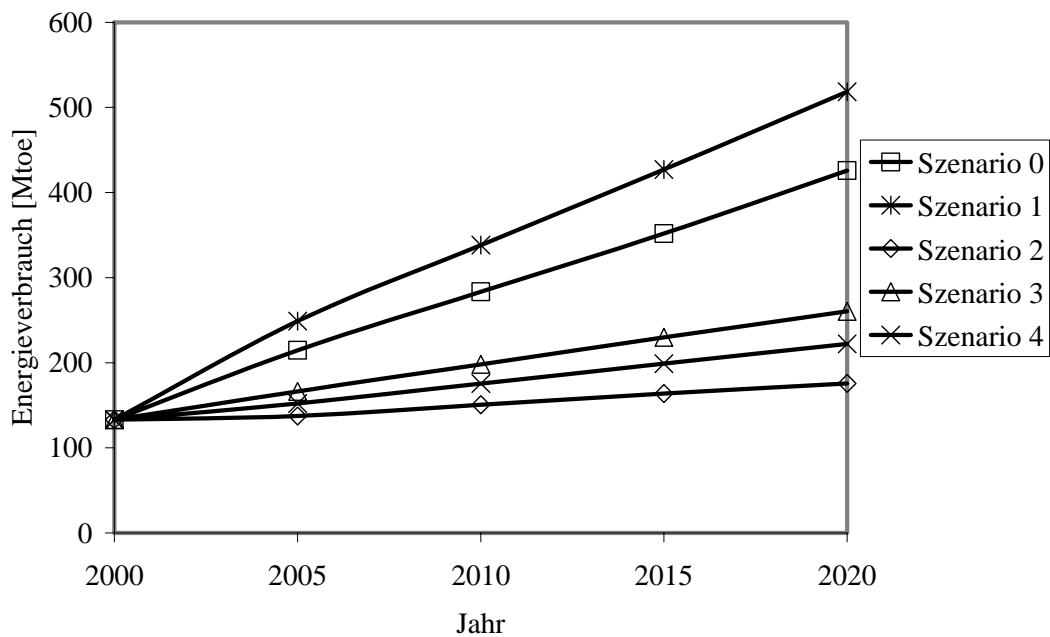


Bild 11.10: Geschätzter Energieverbrauch im Kathmandu-Tal in verschiedenen Szenarien

Wegen des MIV-orientierten Verkehrssystems wird es in Szenario 1 eine deutliche Steigerung des Energieverbrauchs geben. Dagegen wird es in Szenario 2 einen eher geringeren Energieverbrauch im Verkehrswesen geben. Mit einer besseren Planung für die nicht motorisierten Verkehrsmittel wird auch in Szenario 3 und 4 ein relativ geringer Energieverbrauch erreicht.

11.6 Emission

Emissionsgesetze werden im Kathmandu-Tal in Zukunft eine sehr große Rolle spielen. Selbstverständlich wird wie in Szenario 0 die Emission abhängig vom Gesamt-Energieverbrauch berechnet. Die Einführung von Grenzwerten wird zu einer deutlichen Reduzierung der Emissionen führen. In verschiedenen Szenarien werden Regelungen zur Verkehrsemission nach europäischem Standard mit einer Verzögerung von 3 bis 8 Jahren eingeführt. Das bedeutet 10 % bis 80 % Reduzierung der Emission gegenüber den heutigen Regelungen. In Szenario 2 werden durch den Ausbau des Oberleitungsbussystems ca. 35 % der gesamten durch Busse gefahrenen Kilometer als emissionsfrei geschätzt. In Szenario 3 wird durch die Schaffung von Anreizen für den Kauf

umweltfreundlicher Verkehrsmittel (z.B. betrieben mit Batterie, Strom, Luftdruck) die Anzahl der gesamten gefahrenen Kilometer für Pkw und Tempo auf ca. 25 % bzw. 40 % emissionsfrei geschätzt. In Szenario 4 werden, wie in Szenario 2, ca. 35 % der gesamten durch Busse und, wie in Szenario 3, ca. 25 % und 40 % der durch Pkw bzw. Tempo gefahrenen Kilometer als emissionsfrei geschätzt. Es wird geschätzt, dass die o. g. Prozentzahlen in einer linearen Entwicklung bis zum Jahr 2015 erreicht werden. Diese Änderungen der prozentualen Werte haben große Auswirkungen in Szenario 2, 3 und 4. Das folgende Bild zeigt den Energieverbrauch ohne die umweltfreundlichen Energien.

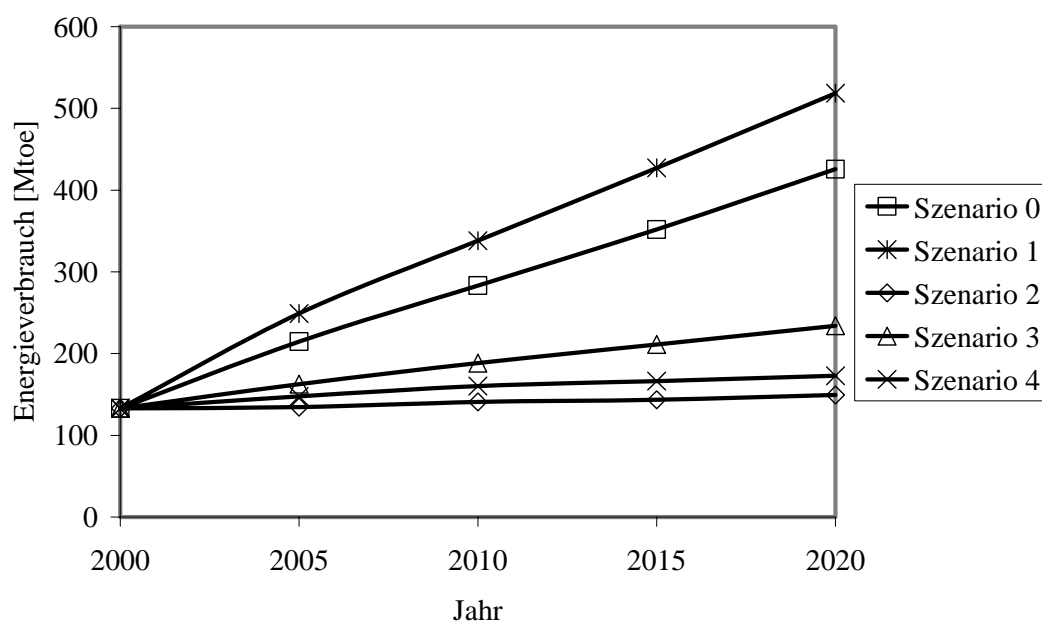


Bild 11.11: Energieverbrauch ohne die umweltfreundlichen Energien

Zur Ermittlung der Änderungsfaktoren für die Emissionen gegenüber dem heutigen Zustand werden zuerst 70 % Pkw als Benziner und 30 % als Diesel angenommen. Der Änderungsfaktor entspricht den Durchschnittswerten aus Kalt- und Warmstart (IOS, AOS) aus Tabelle 9.3 und 9.4.

Die folgende Tabelle zeigt die Änderungsfaktoren.

	EURO 2	EURO 3	EURO 4
Co	-19,75 %	-40,25 %	-59,00 %
HC	-18,00 %	-49,00 %	-62,50 %
NOx	-32,50 %	-58,00 %	-71,00 %

Tab. 11.2: Änderungsfaktoren zu EURO 1

Die folgenden Bilder zeigen die geschätzten Emissionen in den einzelnen Szenarien:

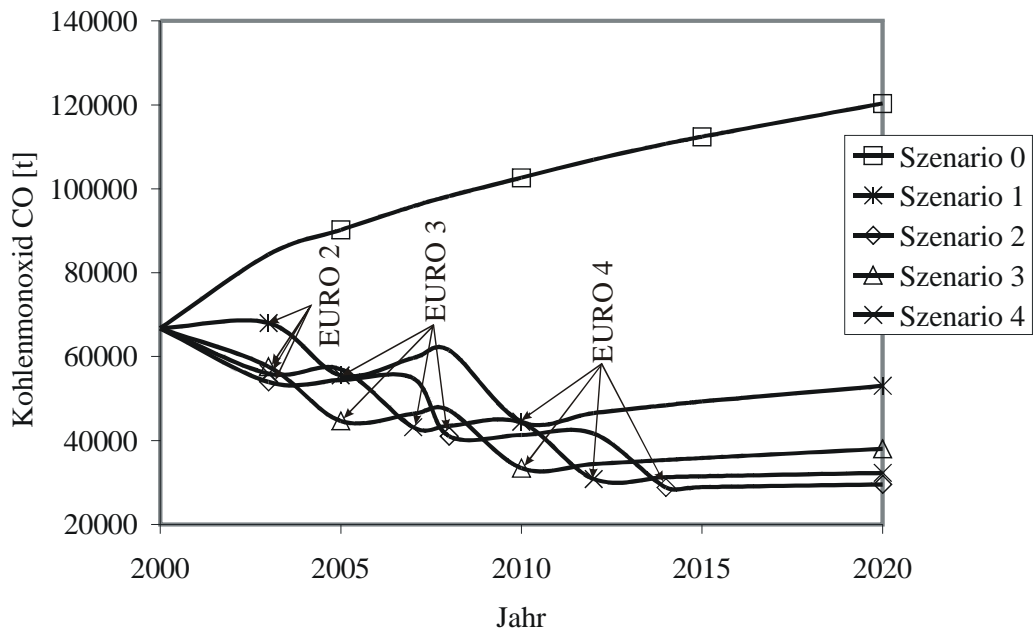


Bild 11.12: Geschätzte Verkehrsemission von Kohlenmonoxid im Kathmandu-Tal

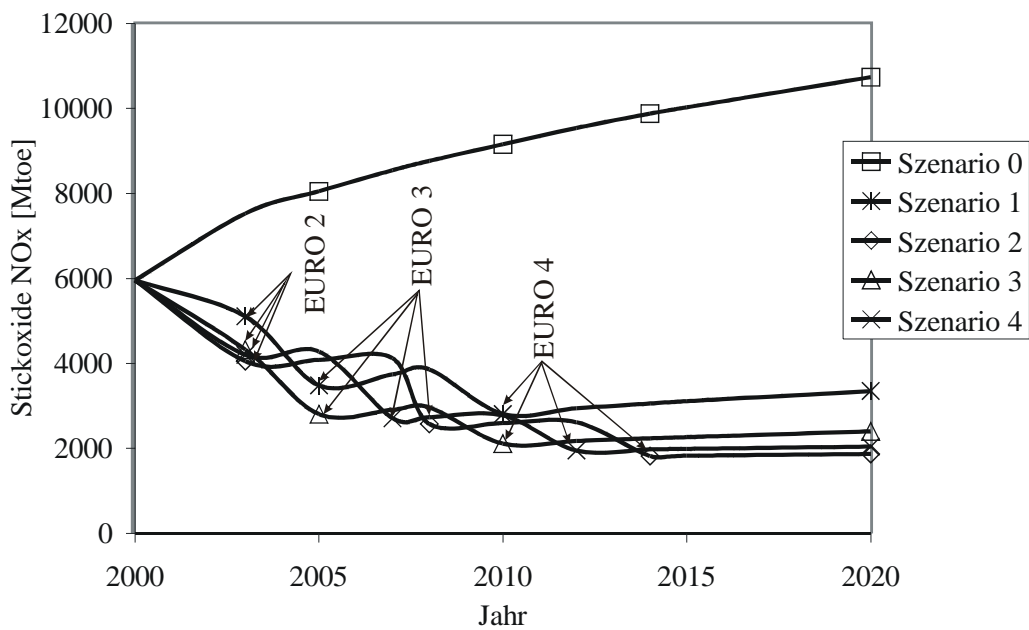


Bild 11.13: Geschätzte Verkehrsemission von Stickoxide im Kathmandu-Tal

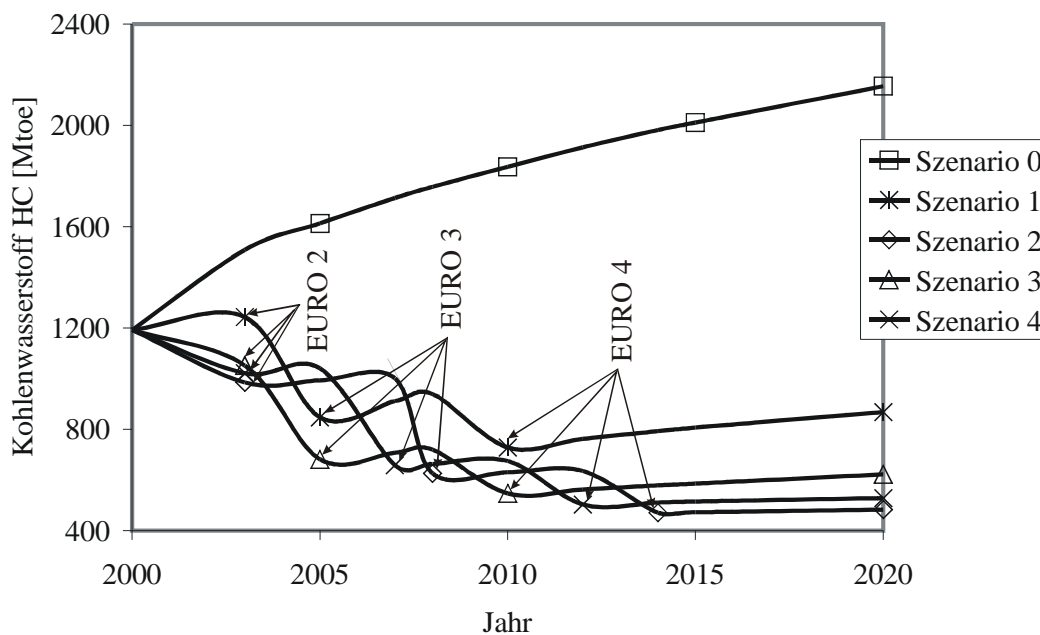


Bild 11.14: Geschätzte Verkehrsemission von Kohlenwasserstoff im Kathmandu-Tal

Im Vergleich zu Szenario 0 wird es bis zum Jahr 2020 in allen Szenarien einen relativ geringen Emissionsausstoß geben. Die stark zunehmenden Verkehrszahlen in Szenario 1 werden aufgrund schärferer Emissionsgrenzwerte und durch bessere Kontrollen zu deren Einhaltung zu einem sehr guten Ergebnis führen.

11.7 Verkehrssicherheit

Im Kathmandu-Tal werden die meisten Unfälle durch Fußgänger verursacht. Deshalb ist die Trennung von motorisiertem und nicht motorisiertem Verkehr zur Verringerung der Unfallzahlen sehr wichtig. Solche Maßnahmen zur Trennung werden in Szenario 1 nicht flächendeckend getroffen. Eine weitere wichtige Maßnahme wäre die Einführung einer Kfz-Versicherung. Die Zahl der Unfallopfer wird gesenkt, da sich durch eine Versicherung das finanzielle Risiko für den Verursacher minimiert. Auch werden Unfälle früher gemeldet, so dass den Opfern in jeder Hinsicht schneller geholfen werden kann. In Szenario 1, 3 und 4 ist die Einführung einer Kfz-Versicherung ab 2005 vorgesehen, was einer Bewertung „sehr gut“ entspricht. Für Szenario 2 ist diese Einführung ab 2007 angedacht, was einer Bewertung „gut“ entspricht. In Szenario 2 wird durch die Beschränkung des MIV im Zentrum und ein geringes Wachstum der Fahrzeugzahlen eine Verringerung der Unfallzahlen erreicht, was einer Bewertung „befriedigend“ entspricht. In Szenario 3 und 4 wird die Verkehrssicherheit durch die Trennung von Geh- und Radwegen noch weiter erhöht.

11.8 ÖPNV

Für die Bewertung des ÖPNV wurden in dieser Arbeit überwiegend qualitative Analysen erstellt. In Szenario 1 wird trotz Vergünstigungen und Zuschüssen für den Import von Fahrzeugen für den ÖPNV nur eine befriedigende Qualität des Fahrzeugbestandes erreicht. Das Ergebnis sind eine schlechte Organisation sowie befriedigende Anschlussmöglichkeiten und Bedienungshäufigkeit. Die Umsteigequalität leidet durch mangelnde Koordination zwischen den zahlreichen Betreibern. Die Bedingungen in Szenario 2 dagegen sind für den ÖPNV optimal, da Organisation und Betrieb durch eine zentrale Einrichtung durchgeführt werden. Für ein Land wie Nepal bietet dies eine sehr gute Möglichkeit für die Schaffung eines qualitativ hochwertigen ÖPNV-Systems.

In Szenario 3 werden die Rahmenbedingungen und die Verteilung der Routen auf die Betreiber durch eine Einrichtung koordiniert. Auf Basis des bestehenden Systems kann hier mit geringen Investitionen ein gut organisierter ÖPNV geschaffen werden. Im Szenario 4 entspricht das ÖPNV-System dem von Szenario 2, dadurch entsteht ein qualitativ sehr hochwertiges System.

11.9 Besetzungsgrad der Fahrzeuge

In dieser Arbeit wird der Besetzungsgrad der Fahrzeuge mit einer Kennzahl bewertet, die einer kumulativen Summe von % der Fahrzeugzahl an der Verkehrszusammensetzung X Besetzungszahl in jedem Szenario entspricht. Der Wert für Szenario 0 beträgt 299. Die durchschnittliche kumulative Summe liegt in den Szenarien 1, 2, 3 und 4 bei 237, 880, 520 bzw. 620, welche qualitativ als schlecht, sehr gut, befriedigend bzw. gut eingestuft worden sind.

11.10 Parken

In Szenario 1 gibt es ein Parkhaus mit 4000 Stellplätzen in Tudikhel und verschiedene Parkplätze entlang des Bishnumati-Flusses. Das bedeutet ideale Bedingungen für das Parken im Zentrum. Die Kosten für das Parken werden durch eine Zeit- und Gebührenregelung gestaltet.

In Szenario 2 werden die bestehenden Parkräume um das Zentrum optimiert. Es entstehen Park-and-Ride-Möglichkeiten außerhalb des Zentrums. Bei Inanspruchnahme des Park-and-Ride-Systems werden günstige Tarife für die Nutzung des ÖPNV angeboten. Das bedeutet, in diesem Szenario wird im Zentrum nur eine geringe Anzahl an Parkplätzen zur Verfügung stehen.

In Szenario 3 entsteht für die Fahrer, die über die Schnellstraße ins Zentrum fahren, ein sehr großer Parkplatz in Tudikhel. Das Parken wird hier durch einen zeitabhängigen Tarif geregelt. Wie in Szenario 2 wird auch hier in Verbindung mit dem ÖPNV ein Park-and-Ride-System angeboten.

Szenario 4 entspricht Szenario 1, zusätzlich wird aber ein Park-and-Ride-System angeboten wie in Szenario 2. Durch die Kombination von Park-and-Ride und der Schaffung von neuem Parkraum wird ein sehr gutes Parksystem entstehen.

11.11 Infrastrukturplanung und Stadtentwicklungen

In Szenario 1 werden Schnellstraßen gebaut, die nur für den motorisierten Verkehr gedacht sind. Der nicht motorisierte Verkehr wird in diesem Szenario nicht berücksichtigt. Die Szenarien 2 und 4 sehen vor, den motorisierten Verkehr im Zentrum stark einzuschränken, somit wird der nicht motorisierte Verkehr automatisch zunehmen. In den Szenarien 3 und 4 wird durch die Entstehung von separaten Verkehrswegen die Situation für den nicht motorisierten Verkehr stark verbessert. Durch eine stark steigende Motorisierung in Szenario 1 werden sich Industrie und auch Wohngebiete automatisch nach außerhalb der Ring Road verlagern. Die Stadtentwicklung für die neu entstehenden Gebiete kann durch Planung auf lokaler Ebene gut kontrolliert werden. Durch eine massive Kontrolle des MIV wird es in Szenario 2 zu einer langsameren Verlagerung nach außerhalb kommen. Die Planungskontrolle auf lokaler Ebene innerhalb der Ring Road kann deshalb nur zu befriedigenden Ergebnissen führen. In Szenario 3 und 4 wird es durch KTEK eine sehr gut organisierte, koordinierte Stadtentwicklung geben.

Bei gleichbleibender bzw. steigender Motorisierung, wie in Szenario 1, kann ohne zusätzliche Gesetze das Verschwinden von Natur- und Erholungsgebieten nicht verhindert werden. Die langsam wachsende Anzahl der Verkehrsmittel, wie in Szenario 2, führt auch nur zu einem befriedigenden Ergebnis beim Erhalt von Natur und Erholungsgebieten. In den Szenarien 3 und 4 werden durch eine organisierte Entwicklungsplanung für historische Stadtteile, Denkmalschutz und schärfere Kontrollen bestehende Natur- und Erholungsgebiete geschützt.

11.12 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit wurde in dieser Arbeit in Abhängigkeit von einzelnen Maßnahmen und deren Auswirkungen beurteilt. Im ersten Teil wurden die Gesamtinvestitionen und im zweiten Teil die Kostendifferenz zu Szenario 0 für die gesamten gefahrenen Kilometer als Referenz angenommen.

Es werden mögliche Investitionen für den Bau von Parkraum, Schnellstraßen und im Bereich ÖPNV als Grundlage angenommen. Die Kosten für Baumaßnahmen sind aufgrund von niedrigen Material-

und Arbeitskosten sehr gering. Nach Angaben des Department of Road in Kathmandu liegen die Baukosten für eine 7 m breite Straße pro Kilometer unter 1 Million Euro. Die geplanten Parkhäuser können von privaten Investoren errichtet und bewirtschaftet werden. Solche Möglichkeiten waren bisher im Kathmandu-Tal für andere Bauvorhaben sehr beliebt und verbreitet. In dieser Arbeit wird ein qualitatives Maß an Investitionskosten angenommen. Szenario 1 erfordert eine Vielzahl von Investitionen für Schnellstraßen und Parkräume. In Szenario 2 wird das vorhandene Straßennetz modernisiert, ein Park-and-Ride-System geschaffen, und das ÖPNV-System wird reorganisiert und erweitert, was hohe Investitionen erfordert. In Szenario 3 werden der Bau der Schnellstraße Kathmandu - Bhaktapur über Patan und das geplante Parkhaus in Tudikhel ebenfalls hohe Investitionen verursachen, welche aber gegenüber Szenario 1 deutlich geringer sind. Die Kosten für die Umgestaltung des ÖPNV-Systems können hier aufgrund der geringen Höhe vernachlässigt werden. Wie in Szenario 2 werden auch in Szenario 4 die erforderlichen Investitionen sehr hoch liegen. Hier wird das bestehende Straßennetz modernisiert, Parkräume und Park-and-Ride-Systeme geschaffen sowie das ÖPNV-System reorganisiert.

Die Differenz der gesamten Fahrtkosten (Wegekosten und Betriebskosten) zu Szenario 0 wird in einen Geldwert umgerechnet. Zur Ermittlung der Wegekosten wird von einem monatlichen Durchschnittseinkommen von 6.000 NRs ausgegangen. Daraus ergibt sich ein Stundenlohn von 37,5 NRs. Dadurch müssen in den Szenarien 1, 2, 3 und 4 jährlich ca. 836 Millionen NRs zusätzlich bzw. 1636, 1263 und 1429 Millionen NRs. weniger als in Szenario 0 aufgebracht werden. Die Betriebskosten pro km betragen für Motorrad, Pkw, Lkw, Bus und Mikro 3.80, 5.10, 5.90, 5.90 bzw. 5.41 NRs. Dadurch entstehen jährlich in Szenario 1, 2, 3 und 4 Betriebskosten von ca. 2291 Millionen NRs zusätzlich bzw. 5085, 3514 und 3428 Million NRs weniger als in Szenario 0. Die Differenz der gesamten jährlichen Fahrtkosten liegt in Szenario 1, 2 3 und 4 bei 3127 Millionen NRs zusätzlich bzw. 6721, 4777 und 4857 Millionen NRs. weniger als in Szenario 0. In qualitativer Hinsicht ergibt sich so eine Bewertung von „schlecht“ für Szenario 1, „sehr gut“ für Szenario 2 und „gut“ für Szenario 3 und 4.

Die einzelnen Bewertungen der Ziele in den Szenarien werden im Anhang IV dargestellt.

11.13 Bewertung der Szenarien nach Punkte-Skala

Die nach den einzelnen Zielkriterien und Stufen-Gewichtungen erreichten Zielwerte werden in einer Punkte-Skala dargestellt. Anhang IV zeigt die erreichten Zeitwerte und eine Wertsynthese. Die Zielerreichungen der Szenarien, die in der Wertsynthese errechnet wurden, sind in dem folgenden Bild dargestellt.

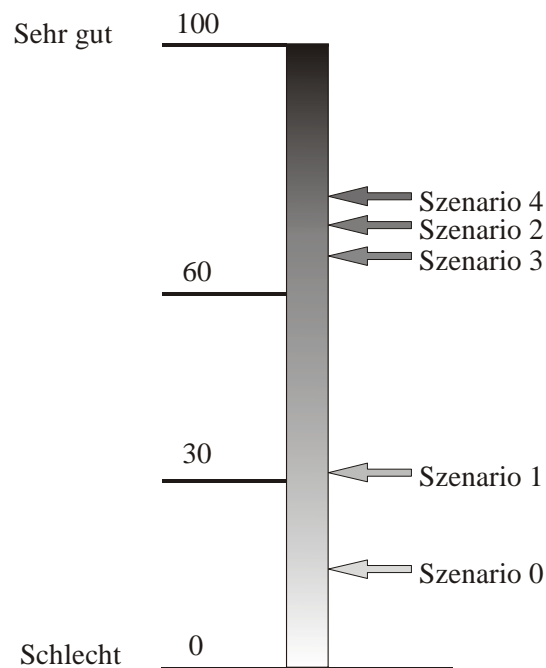


Bild 11.15: Bewertung der Szenarien nach Punkte-Skala

Die Bewertung zeigt, dass die Szenarien 2, 3 und 4 in einem guten Bereich liegen. Szenario 0 erreicht gerade mal ca. 16 % des Zieles, was die Notwendigkeit eines nachhaltigen Verkehrssystems für das Kathmandu-Tal deutlich macht. Szenario 1 hat sehr stark zunehmenden Verkehr, was in einem Land wie Nepal langfristig zu gravierenden Problemen führen wird. Eine einseitige Entwicklung des MIV wird weder das Umfeld noch den Verkehrsablauf merklich verbessern. Durch dieses System wird nur etwa ein Drittel der gesetzten Ziele erreicht.

In Szenario 2 kann durch Förderung und intensiven Ausbau des ÖPNV ein sehr guter Verkehrsablauf erreicht werden. Als Folge werden auch Umweltprobleme reduziert. Dieses System ermöglicht eine Zielerreichung von ca. 71 %. Durch eine wirtschaftliche Modifizierung des bestehenden ÖPNV-Systems kann in Szenario 3 ein guter Verkehrsablauf erreicht werden. Mit diesem System liegt die Zielerreichung bei ca. zwei Drittel. Szenario 4 ist ein kombiniertes System aus Szenario 2 und 3, hier können ca. drei Viertel des Zielanspruches erreicht werden.

12 Zusammenfassung und Empfehlungen

12.1 Zusammenfassung

Eine Entwicklung der Wirtschaft bedeutet immer auch eine Entwicklung in allen Bereichen der Stadt. Deswegen kann und darf die Verkehrsentwicklung im Kathmandu-Tal nicht einfach vernachlässigt werden. In den aufgezeigten Szenarien wird dargestellt, wie eine mögliche Lösung für das Kathmandu-Tal aussehen könnte.

Szenario 0 hat gezeigt, dass es bei einer unkontrollierten Entwicklung der Stadt zu einer sehr starken Konzentration der Einwohnerdichte im Zentrum kommen wird. Die neu entstehenden Siedlungsgebiete werden nicht mehr die gewohnte Lebensqualität erfüllen. Durch den drastischen Anstieg der Verkehrszahlen wird es zu immer mehr Staus kommen. Ohne entsprechende Maßnahmen zum Emissionsausstoß wird sich die Luftqualität sehr stark verschlechtern.

In Szenario 1 wird ein MIV-orientiertes System aufgezeigt, welches verdeutlicht, dass durch eine Verschärfung der Emissionsgesetze die gesamten Verkehrsemissionen, selbst bei stark zunehmendem Verkehr, bis zum Jahr 2020 um über 50% reduziert werden können.

Obwohl die heutige Bevölkerung ein MIV-orientiertes System favorisiert, ist dieses nicht unbedingt die optimale Lösung für das Kathmandu-Tal und sollte deshalb möglichst vermieden werden. In einem solchen System ist eine permanente Erweiterung und Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur notwendig. Das ist aber im Kathmandu-Tal aufgrund der besonderen geographischen und historischen Gegebenheiten nur begrenzt möglich.

Das in Szenario 2 dargestellte ÖPNV-orientierte System zeigt für die Zukunft eine sehr gute Entwicklung des Verkehrsaufkommens. Da die Kaufkraft des Einzelnen mit der Wirtschaftsentwicklung steigt, kann der Wunsch nach einem eigenen motorisierten Verkehrsmittel nicht einfach aufgehalten werden. Man kann dieses Bedürfnis aber durch die rechtzeitige Schaffung eines gut organisierten und funktionierenden ÖPNV-Systems beeinflussen.

Szenario 3 ist eine sehr gute und wirtschaftliche Lösung für ein ÖPNV-System im Kathmandu-Tal. Dieses System könnte sofort umgesetzt werden. Durch diese Lösung könnte der Service des bestehenden ÖPNV schnell verbessert werden. Für eine langfristige Lösung sollte jedoch eine zentrale Einrichtung für Betrieb, Koordination und Organisation des ÖPNV geschaffen werden. Das System in Szenario 3 wäre ideal als Übergangslösung, bis eben diese zentrale Einrichtung installiert wäre. Eine für das gesamte Kathmandu-Tal zuständige Einrichtung für die Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle wäre für die Stadt von großem Vorteil.

In Szenario 4 übernimmt eine zentrale Organisation den Betrieb und die Organisation des gesamten ÖPNV. Dadurch wird eine zukünftige umweltfreundliche Umsetzung des ÖPNV-Systems ohne Schwierigkeiten möglich gemacht. Die Schaffung von Geh- und Radwegen könnte zu einer Entlastung der gesamten Verkehrssituation beitragen.

Für das Kathmandu-Tal bietet sich dieses geradezu an, da sich über 60 % der Ziele in einer Entfernung von unter 4 km befinden, was eine ideale Entfernung für die Nutzung von nicht motorisierten Verkehrsmitteln darstellt.

In Kathmandu sind bereits Straßen mit sehr breiten Bürgersteigen vorhanden. Hier könnten durch eine einfache Teilung mit einer Markierung sehr schnell und kostengünstig Fahrradwege geschaffen werden.

Im Zentrum von Kathmandu stehen kaum noch Flächen zur Verfügung, auf denen gebaut werden kann. Deshalb sollte die Bebauung im Zentrum ohne weitere Untersuchungen mit sofortiger Wirkung eingestellt werden. Es ist umgehend ein Flächennutzungsplan für den Bereich bis zur Ring Road notwendig, um eine weitere unkontrollierte Bebauung zu verhindern.

12.2 Empfehlungen

Die Empfehlungen müssen auf der Grundlage der Gegebenheiten des Tales angepasst werden. Am sinnvollsten für das Kathmandu-Tal sind die Szenarien 3 und 4. Sie können aber nicht sofort in allen Punkten umgesetzt werden. Deshalb wurden die Empfehlungen in zwei Kategorien geteilt:

- Kurzfristig umsetzbare Empfehlungen
- Langfristig umsetzbare Empfehlungen

12.2.1 Kurzfristig umsetzbare Empfehlungen

Es ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

1. Eine freiwillige Kfz-Versicherung ab 2005 und eine Kfz-Pflichtversicherung ab 2007
2. Kathmandu Public Transportation (KPT) für die Festlegung der Rahmenbedingungen, die Verteilung der Routen und Kontrolle für das ÖPNV-System
3. Einführung der Durchmesserlinien und einer Ringlinie auf der Ring Road

4. Reduzierung der Einfuhrzölle für den Import von bestimmten Arten von Fahrzeugen des ÖPNV
5. Änderung der Voraussetzungen für Neuzulassungen, Zuschüsse für umweltfreundliche Fahrzeuge
6. Koordination zwischen kleinen Betreibern zur Optimierung der Umsteigequalität und Fahrpreise
7. Reaktivierung der vorhandenen Infrastruktur des Oberleitungsbussystems von Kathmandu nach Bhaktapur
8. Einführung einer Parkordnung
9. Empfehlung kleinerer Fahrzeuge für den MIV
10. Reduzierung der Einfuhrzölle und der Kfz-Steuer für umweltfreundlichen MIV
11. Teilweise Beschränkung des MIV im Zentrum, differenziert nach Tag und Zeit
12. Verbesserung der Emissionskontrolle durch sofortige Einführung von EURO 2
13. Wo räumlich möglich, sofortige Schaffung von Fahrradwegen
14. Straßenneubau nur in Verbindung mit Rad- und Gehwegen
15. Einsetzung einer KTEK für die gesamte Infrastrukturplanung, Entwicklung und Kontrolle
16. Flächennutzungsplan bis zur Ring Road

12.2.1 Langfristig umsetzbare Empfehlungen

Es ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

1. Mehr Fußgängerbrücken oder Unterführungen an den Hauptstraßen, besonders im Zentrum
2. Bau der Schnellstraße von Kathmandu (Tudikhel) über Patan nach Bhaktapur
3. Ablösung der Polizei zur Regelung des Verkehrs an Knotenpunkten durch Installation moderner Lichtsignalanlagen
4. Vergünstigung für umweltfreundliche Verkehrsmittel (Batterie, Oberleitung, Druckluft usw.)
5. Festlegung der Mindestanzahl von Fahrgästen pro Pkw in Richtung Zentrum
6. Bau von Parkhäusern in Tudikhel mit guter Anbindung zur Schnellstraße
7. Bau von Parkplätzen auf ungenutzten öffentlichen Flächen
8. Einführung eines Park-and-Ride-Systems
9. Umstellung des ÖPNV-Systems der K-Empfehlung und Schaffung von Kathmandu Transportation Authority (KTA) für die Planung und den Einsatz bis 2010
10. Einführung sowie Erweiterung umweltfreundlicher ÖPNV-Systeme, z.B. Oberleitungsbusse im Zentrum und auf der Ring Road

11. Anpassung der Emissionsgesetze an den Standard der Industrieländer bis 2012
12. Kathmandu-Tal Entwicklungskomitee (KTEK) für die Planung, Entwicklung, Koordination, Umsetzung bzw. Kontrolle für das gesamte Kathmandu-Tal
13. Entwicklung eines Flächennutzungsplanes für das Tal
14. Bessere und geplante Infrastrukturentwicklung für neue Wohngebiete

Für eine Stadt wie Kathmandu sind ein konstant wachsender Verkehr und steigende Mobilität keine Ausnahme. Eine nachhaltige Verkehrsentwicklung kann aber nur erreicht werden, wenn das Vertrauen in den ÖPNV steigt. Dadurch wird diese Art von Verkehrsmittel mehr genutzt und so der Verkehr entlastet.

Zur Verbesserung der Umweltsituation sollten dem europäischen Standard vergleichbare Verkehrsemissionsgesetze geschaffen werden. Damit im Kathmandu-Tal auch in Zukunft der Wohlstand der Menschen durch erhöhte Mobilität erhalten bleibt bzw. wachsen kann, ist die Schaffung einer Einrichtung für die Planung, Entwicklung und Kontrolle der Infrastruktur für das Kathmandu-Tal dringend notwendig.

13 Literaturverzeichnis

- [1] Kathmandu Metropolitan City / The World Bank
City Development Strategy and City Assistance Programme Kathmandu Metropolitan City
Kathmandu 2001
- [2] Kathmandu Metropolitan City
Ward Profile
Kathmandu 2058 (2001)
- [3] National Planning Commission Secretariat Nepal
Vikas; A Journal of Development, Volume 8
Kathmandu 1986
- [4] National Planning Commission Secretariat Nepal
Vikas; A Journal of Development, Volume 9
Kathmandu 1988
- [5] National Planning Commission Secretariat Nepal
Vikas; A Journal of Development, Volume 17
Kathmandu 1998
- [6] National Planning Commission Secretariat Nepal
Vikas; A Journal of Development, Volume 20
Kathmandu 2000
- [7] National Planning Commission, HMG Nepal
The Eighth Plan (1992-1997)
Kathmandu 1992
- [8] National Planning Commission, HMG Nepal
The Ninth Plan (1997-2002)
Kathmandu 1998
- [9] National Planning Commission, HMG Nepal
National Seminar on Social Statistics
Kathmandu 1989
- [10] National Planning Commission Secretariat Nepal
Statistical Yearbook of Nepal 1989
Kathmandu 1989
- [11] National Planning Commission, HMG Nepal
Nepal Agriculture Perspective Plan (Final Report)
Kathmandu 1995
- [12] National Planning Commission Secretariat Nepal
Population of Nepal 1981 Census
Kathmandu 1982
- [13] National Planning Commission Secretariat Nepal
Statistical Pocket Book Nepal 1994
Kathmandu 1994

- [14] National Planning Commission Secretariat Nepal
Statistical Pocket Book Nepal 1998
Kathmandu 1998
- [15] National Planning Commission Secretariat Nepal
Statistical Pocket Book Nepal 2000
Kathmandu 2000
- [16] National Planning Commission Secretariat Nepal
Nepalese Economy, a Graphical Presentation
Kathmandu 1998
- [17] Rangwala, S.C.
Town Planning
Anand 1994
- [18] Ministry of Industry, HMG Nepal
Foreign Investment Opportunities
Kathmandu 1999
- [19] UNEP
Report on Emission Sources and Estimates (Section 1) 2001
- [20] Ministry of Population and Environment, HMG Nepal
The State of the Environment Report
Kathmandu 2000
- [21] Ministry of Population and Environment, HMG Nepal
The State of the Environment Report
Kathmandu 2001
- [22] Ministry of Population and Environment, HMG Nepal
Nepal Vehicle Mass Emission Standard, 2056 (1999)
NVMES 2056 (1999)
- [23] Dr. Thapa, Shyam
Population Growth in Nepal: The Challenges Ahead
Report published in The National Newsmagazine "Spotlight"
Kathmandu 2001
- [24] Dr. Joshi, Jibgar
Housing and Urban Development in Nepal
Kathmandu 1991
- [25] WCU
Report on Air Pollution In The Kathmandu Valley, 1998
- [26] Ministry of Housing and Physical Planning, HMG Nepal
National Shelter Policy
Kathmandu 1996
- [27] Ministry of Housing and Physical Planning, HMG Nepal
A Report on Nagar Vikas Parichyatmak Gosthi
Kathmandu 1997

-
- [28] Ministry of Labour & Transport Management, HMG Nepal
Report: Kathmandu Upattekaka Sadakharuko Dharana Chhemata Anurup Prabhakari Sabari
Sanchalan
Kathmandu 2057 (2000)
- [29] Ministry of Law, Justice and Parliamentary Affairs, HMG Nepal
Local Self-Governance Regulation, 1999
Kathmandu 2000
- [30] Ministry of Economic Planning, HMG Nepal
The Economic Affairs Report
Kathmandu 1963
- [31] Ministry of Finance, HMG Nepal
A Report on Overview of National Economic Performance
Kathmandu 2002
- [32] Department of Roads, HMG Nepal
Nepal Road Statistics NRS – 1998
Kathmandu 1998
- [33] Department of Housing and Urban Development
Preparation Report of Kathmandu Urban Development Project (Volume 1, 2, 3 and Mapping)
Kathmandu 1992
- [34] Department of Housing and Physical Planning
The Physical Development Plan for the Kathmandu Valley
Kathmandu 1969
- [35] Department of Housing and Urban Development
Kathmandu Valley Urban Development Plans and Programmes
Executive summary of strategy plan
Kathmandu 1991
- [36] Centre for Research Team
Development Atlas of Nepal
Kathmandu 1988
- [37] Town Development Fund
An Annual Publication: The Urban Trend
Kathmandu 1997
- [38] Kathmandu Valley Traffic Police
Comparatively Statistical Record of Accident, Offence & Royalty of Valley (Tables)
Kathmandu 2001
- [39] Kathmandu Valley Traffic Police
Major Traffic Rule Violation on Kathmandu Valley (Tables)
Kathmandu 2001
- [40] Ranjit, S. (Police officer, Kathmandu Valley Traffic Police)
Report: Traffic Management and Role of Traffic Police
Kathmandu 2000

- [41] The Asian E-Development Community
Report on Air Pollution in the Kathmandu Valley; 2000
- [42] Hessisches Landesamt für Straßenbau (Herausgeber)
Grundlagen zur Bewertung und zum „Verkehrsentwicklungsplan der Verkehrsuntersuchung Rhein-Main“
Wiesbaden 1980
- [43] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
Köln 2001
- [44] Institut für Verkehrswirtschaft Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover
Umdruck „Verkehrs-, Stadt- und Regionalplanung II“
Hannover 2002
- [45] INFRAS
Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Vision 1.2
Umweltbundesamt Berlin 1999
- [46] Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)
Stadtentwicklungspolitik in Deutschland
1999
- [47] Bundesministerium für Verkehr
Lärmschutz im Verkehr
1993
- [48] Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover
Probleme und Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung der Mobilität in
Schwellenländern
Hannover 1999
- [49] Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Universität Wien
Seminar: Beiträge zu einer ökologische und sozial verträglichen Verkehrsplanung
Wien 1991
- [50] D. Ellinghaus, B. Schlag, J. Steinbrecher
Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr (Heft 80)
Bundesanstalt für Straßenwesen (Herausgeber)
Bremerhaven 1990
- [51] Machledt-Michael, S.
Fahrtenkettenmodell für den städtischen und regionalen Wirtschaftsverkehr; 2000
- [52] Bunzel, Hinzen, Ohligschläfer
Umweltschutz in der Bebauungsplanung
Herausgegeben vom Umweltbundesamt
Wiesbaden 1997
- [53] W. Ulrich
Nepal
Köln 1992
- [54] Brenner, G. J.
Mobilität weltweit; 2002

-
- [55] Himalayan Map House
Around Kathmandu Valley
Kathmandu 2000
- [56] Survey Department, HMG Nepal
Map of Kathmandu
Kathmandu 1998
- [57] Chandra Lal Singh
Latest Kathmandu-Patan City Map
Kathmandu 2000
- [58] TTK Pharma Limited
A TTK Guide Kathmandu (Map)
Chennai 1998
- [59] P. Keshab
Uncertain Future
Article published in The National Newsmagazine "Spotlight"
Kathmandu 2001
- [60] Sapkota Balkrishna
Suspended Matter in the Urban Air of Kathmandu Valley
(Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities (BAQ 2002)
Kathmandu/Hong Kong 2002
- [61] URBAIR
Urban Air Quality Management Strategy, Kathmandu Valley Report; 1996
- [62] Nepal Electricity Authority
Corporate Development Plan
Kathmandu 2000
- [63] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Arbeitsgruppe Straßenentwurf)
Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen
Köln 1993
- [64] Department of Transport Management, HMG Nepal
Vehicle Registration Number up to 2001 (Table)
Kathmandu 2002
- [65] Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
Stadtentwicklungspolitik in Deutschland
Auf dem Weg zur nachhaltigen städtischen Entwicklung
1999
- [66] Asian Development Bank
Nepal's Economic Growth to decline in 2002 with Possible Recovery in 2003
Asian Development Outlook, Manila 2002
- [67] Dr.-Ing. R. Herz, Dr.-Ing. habil. H.G. Schichter, Dip.-Ing. W. Siegener
Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner
Düsseldorf 1992
- [68] Noise pollution high in Kathmandu
Article published in The Sunday Post 16.03.2003

- [69] PTV
Analyse und Planung von Verkehrsnetzen Buch I und II
Benutzerhandbuch VISUM Version 6.20, 1998

- [70] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsplanung
Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS),
Ausgabe 1997

14 Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1:	Vorgehensweise	9
Bild 2.1:	Kategorisierung der Nutzen–Kosten–Untersuchungen	11
Bild 2.2:	Allgemeine Ablauflogik einer Nutzwertanalyse	13
Bild 2.3:	Prinzip des Zielbaumverfahrens	14
Bild 2.4:	Errechnung der Systemrelevanzen oder Stufengewichte durch Verteilung der 100 Punkte des Gesamtzieles	15
Bild 2.5:	Skalierungsmethoden	18
Bild 3.1:	Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes nach Fahrzeugarten im Kathmandu-Tal	21
Bild 3.2:	Anteil der von außen kommenden Fahrzeuge am Verkehr in Kathmandu	22
Bild 3.3:	Verkehrsmittel pro Einwohner im Kathmandu-Tal	23
Bild 3.4:	Untersuchte Strecken	24
Bild 3.5:	Durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit zwischen Balaju und Balkhu (A)	24
Bild 3.6:	Durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Ring Road (B)	25
Bild 3.7:	Durchschnittliche Geschwindigkeit von Satdobato nach Bhadrakali (C)	26
Bild 3.8:	Typischer Fußgängerüberweg im Zentrum Kathmandus	27
Bild 3.9:	Überquerungen in Jamal	27
Bild 3.10:	Geplanter Fahrradweg in Kathmandu	28
Bild 3.11:	Tempo	30
Bild 3.12:	Fahrgäste im ÖPNV	31
Bild 3.13:	Endhaltestellen für Mikrobuse bzw. Tempo entlang der Hauptstraße (vor dem RNAC)	32
Bild 3.14:	Alter Busbahnhof direkt am Zentrum	32
Bild 3.15:	Fahrtrouten von Tempos bzw. Mikrobussen	33
Bild 3.16:	Verkehrsstaus in Kathmandu	34
Bild 3.17:	Entwicklung der Gesamtstraßenlänge in Nepal	35
Bild 3.18:	Verkaufsstellen entlang einer Straße	37
Bild 4.1:	Unfallzahlen im Kathmandu-Tal	39
Bild 4.2:	Unfalldichte	40
Bild 4.3:	Verkehrsverstöße	41
Bild 4.4:	Verkehrsregelverstöße in 2000/01	43
Bild 4.5:	Verkehrsverstöße nach der Anzahl zugelassener Fahrzeuge	44
Bild 5.1:	Zuständigkeiten für Entwicklung, Planung und Kontrolle	46
Bild 5.2:	Unkontrollierte Bebauung im Kathmandu-Tal	48
Bild 5.3:	Privater ÖPNV auf Oberleitungsstrecken	49

Bild 5.4:	Zentrale Busbahnhof in Gangabu	49
Bild 5.5:	Parkeinrichtung am Flughafen	50
Bild 5.6:	Typisches Parken entlang der Straße	50
Bild 5.7:	Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) bis zur Ring Road 1991	52
Bild 5.8:	Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) bis zur Ring Road 2001	52
Bild 5.9:	Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) im Bereich außerhalb der Ring Road 1991	53
Bild 5.10:	Grundstückswerte in Mio. NRs./Ropani (ca. 508 qm) im Bereich außerhalb der Ring Road 2001	53
Bild 5.11:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1985-1990 innerhalb der Ring Road	54
Bild 5.12:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1990-1995 innerhalb der Ring Road	55
Bild 5.13:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1995-2001 innerhalb der Ring Road	55
Bild 5.14:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1985-1990 außerhalb der Ring Road	56
Bild 5.15:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1990-1995 außerhalb der Ring Road	56
Bild 5.16:	Durchschnittliche Grundbesitzwechsel pro Jahr und ha 1995-2001 außerhalb der Ring Road	57
Bild 5.17:	Einwohner Kathmandus	58
Bild 5.18:	Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 1981	59
Bild 5.19:	Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 1991	59
Bild 5.20:	Einwohnerdichte pro ha bis zur Ring Road 2001	60
Bild 6.1:	Energieverbrauch in Nepal	62
Bild 6.2:	Energieverbrauch Nepals im Verkehrsbereich.....	63
Bild 6.3:	Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrsarten im Kathmandu-Tal	65
Bild 6.4:	Kraftstoffpreis	66
Bild 6.5:	Emission im Kathmandu-Tal	70
Bild 6.6:	Nebel- und Smog-Tage im Kathmandu-Tal	72
Bild 6.7:	Sichtweiten im Februar	72
Bild 7.1:	Verkehrszonen im Kathmandu-Tal	76
Bild 7.2:	Bearbeitung von Attributen in Arc-View	77
Bild 7.3:	Verkehrsbelastung (Pkw-E /Tag) für das Kathmandu-Tal	80
Bild 7.4:	Korrelation zwischen gerechneter und gezählter Verkehrsbelastung	81
Bild 8.1:	Geplante Stromerzeugung durch Wasserkraft in Nepal bis 2011	84

Bild 8.2:	Geschätzte Einwohnerzahl Nepals	86
Bild 8.3:	Geschätzte Einwohnerzahl von Kathmandu im Jahr 2020	86
Bild 8.4:	Geschätzte Einwohnerdichte pro ha in den Außenbezirken im Jahr 2020	87
Bild 8.5:	Geschätzte Einwohnerdichte pro ha im Zentrum im Jahr 2020	88
Bild 8.6:	Entwicklung der Motorisierung in Tokio	90
Bild 8.7:	Geschätzte Fahrzeugzahlen (Pkw, Motorrad) bis zum Jahr 2020	91
Bild 8.8:	Geschätzte Fahrzeugzahlen (Bus, Lkw und Mikrobus) bis zum Jahr 2020	92
Bild 8.9:	Verkehrsumlegung in der Innenstadt für 2020 in Pkw-Einheiten	94
Bild 8.10:	Verkehrsumlegung bis zur Ring Road für 2020 in Pkw-Einheiten	95
Bild 8.11:	Verkehrsumlegung in 2020 für das gesamte Kathmandu-Tal in Pkw-Einheiten	96
Bild 8.12:	Ursachen für Verkehrsprobleme	98
Bild 8.13:	Energieverbrauch in Kathmandu bis zum Jahr 2020 für das Transportwesen	100
Bild 8.14:	Geschätzte Emissionen in Kathmandu bis zum Jahr 2020	101
Bild 8.15:	Nebel- und Smog-Tage im Kathmandu-Tal bis zum Jahr 2020	102
Bild 9.1:	Neue Schnellverkehrsstraßen	104
Bild 9.2:	Straße mit sehr breitem Gehweg	105
Bild 9.3:	Fußgängerbrücken im Kathmandu-Tal	106
Bild 9.4:	Mögliche Parkplätze entlang der Ring Road und der Umgehungsstraßen	107
Bild 9.5:	Neue Parktariffierung	108
Bild 9.6:	Fahrten ins Zentrum	110
Bild 9.7:	ÖPNV-Anbindungen	112
Bild 9.8:	Aufteilung der Zonen des ÖPNV	114
Bild 9.9:	Straßen mit vorgeschriebener Personenzahl/Fahrzeug	116
Bild 9.10:	Kathmandu-Tal Entwicklungskomitee Einrichtung, Planung und Controlling	118
Bild 9.11:	Anteil neuer Fahrzeuge im Kathmandu-Tal	121
Bild 10.1:	Abweichung der Fahrzeugzahl in % von Szenario 0	129
Bild 10.2:	Geschätzte Verkehrszusammensetzung in den verschiedenen Szenarien	130
Bild 11.1:	Fahrzeugzahlen in verschiedenen Szenarien	131
Bild 11.2:	Entwicklung der Motorisierung in verschiedenen Szenarien	132
Bild 11.3:	Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 1	134
Bild 11.4:	Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 2	135
Bild 11.5:	Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 3	136
Bild 11.6:	Verkehrsbelastung in Kathmandu in Szenario 4	137
Bild 11.7:	Durchschnittsgeschwindigkeit in den verschiedenen Szenarien	138
Bild 11.8:	Gesamt-Fahrzeiten	139
Bild 11.9:	Verkehrsleistung	139
Bild 11.10:	Geschätzter Energieverbrauch im Kathmandu-Tal in verschiedenen Szenarien	140

Bild 11.11: Energieverbrauch ohne die umweltfreundlichen Energien	141
Bild 11.12: Geschätzte Verkehrsemission von Kohlenmonoxid im Kathmandu-Tal	142
Bild 11.13: Geschätzte Verkehrsemission von Stickoxide im Kathmandu-Tal	142
Bild 11.14: Geschätzte Verkehrsemission von Kohlenwasserstoff im Kathmandu-Tal	143
Bild 11.15: Bewertung der Szenarien nach Punkte-Skala	147

15 Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Zielkriterien mit geschätztem Gewicht und Bewertungskriterien	17
Tab. 3.1:	Verkehrsbelastung auf Hauptverkehrsstraßen im Jahr 2000 in Pkw-E/Stunde	29
Tab. 3.2:	ÖPNV für kürzere Fahrten	31
Tab. 3.3:	Länge des Straßennetzes in km nach der Anzahl der Fahrstreifen	35
Tab. 3.4:	Länge des Straßennetzes in km nach der Art der Straßen	36
Tab. 4.1:	Verkehrsregelverstöße 2000/01	42
Tab. 5.1:	Flächennutzung im Kathmandu-Tal	45
Tab. 6.1:	Energieverbrauch in Nepal	61
Tab. 6.2:	Energieverbrauch Nepals in 1994/95	64
Tab. 6.3:	Grenzwerte für Emissionen im Kathmandu-Tal (2056)	68
Tab. 6.4:	Emissionskontrolle	69
Tab. 6.5:	Emissionskontrollen bei verschiedenen Fahrzeugarten	69
Tab. 6.6:	Luftqualität an verschiedenen Orten im Kathmandu-Tal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	71
Tab. 6.7:	Lärm im Kathmandu-Tal an verschiedenen Orten	73
Tab. 6.8:	Lärmbelästigung im Verhältnis zur Verkehrsbelastung	73
Tab. 7.1:	Verkehrszusammensetzung und Besetzungsgrad	79
Tab. 8.1:	Geplante Stromerzeugung durch Wasserkraft in Nepal bis 2011	84
Tab. 8.2:	Gleichungen für die Fahrzeugentwicklung	91
Tab. 8.3:	Geschätzte Verkehrszahlen bis zum Jahr 2020	92
Tab. 8.4:	Geschätzte Verkehrszusammensetzung im Kathmandu-Tal	94
Tab. 9.1:	Grenzwerte für Otto- und Diesel-Pkws; Neue europäische Fahrzyklen	118
Tab. 9.2:	Änderungsfaktoren Otto-Pkws zu EURO 1	119
Tab. 9.3:	Änderungsfaktoren Diesel-Pkws zu EURO 1	119
Tab. 9.4:	EU-Grenzwerte in g/km für Krafträder	120
Tab. 9.5:	Änderungsfaktoren für Krafträder	120
Tab.10.1:	Maßnahmen in den verschiedenen Szenarien	127/128
Tab. 11.1:	Geschätzte Verkehrszusammensetzung in den verschiedenen Szenarien	133
Tab. 11.2:	Änderungsfaktoren zu EURO 1	141

Anhang I
ÖPNV-Linien im Kathmandu-Tal

Tab. I: Buslinien im ÖPNV

Tab. II: Anzahl der Fahrten/Tag von Tempos im ÖPNV

Der Betrieb von Mikrobussen ist neu. Bevor Mikrobusse eingesetzt wurden, gab es folgende ÖPNV-Linien (Busse) in Kathmandu in 2000.

Linien	Anfang	Ende	Fahrten/Tag
1	Alter Busbahnhof	Chabahil, Busbahnhof von Gangabu	265
2	Alter Busbahnhof	Jorpati	324
2	Alter Busbahnhof	Kapan	12
2	Alter Busbahnhof	Sundarijal	46
2	Alter Busbahnhof	Thali	46
2	Alter Busbahnhof	Mulpani	46
2	Alter Busbahnhof	Ring Road Region West	46
2	Alter Busbahnhof	Ring Road Region Nord	46
4	Alter Busbahnhof	Sankhu	33
5	Alter Busbahnhof	Budhanilkantha	180
6	Alter Busbahnhof	Jagate Bhaktapur	129
10	Alter Busbahnhof	Gamcha	84
11	Alter Busbahnhof	Panauti	112
12	Alter Busbahnhof	Dhulikhel	123
14	Alter Busbahnhof	Lagan	280
19	Alter Busbahnhof	Balaju, Busbahnhof von Gangabu	300
19	Alter Busbahnhof	Bhimdhunga	90
20	Alter Busbahnhof	Thankot	300
20	Alter Busbahnhof	Najdhunga	300
21	Alter Busbahnhof	Kirtipur	450
22	Alter Busbahnhof	Pharping	57
23	Alter Busbahnhof	Sorhakutte, Busbahnhof von Gangabu	280
23	Alter Busbahnhof	Samakhusi, Busbahnhof von Gangabu	84
26	Alter Busbahnhof	Patan	170
5	Budhanilkantha	Dandagau	4
7	Sano Bus Park	Kamal Binayak Bhaktapur	210
7	Sano Bus Park	Bhaktapur	114
7	Sano Bus Park	Nagarkot	22
7	Sano Bus Park	Biruwa	22
9	Sano Bus Park	via Thimi, Bhaktapur	120

9	Sano Bus Park	Duwakot	34
7	Lagankhel	Bhatapur	210
9	Lagankhel	via Thimi, Bhaktapur	168
14	Lagankhel	Godavari	10
14	Lagankhel	zur rechten Seite der Ring Road	168
14	Lagankhel	zur linken Seite der Ring Road	168
14	Lagankhel	Lubhu	42
14	Lagankhel	Lele	16
14	Lagankhel	Chapagau	48
14	Lagankhel	Bhunmati	39
7	Busbahnhof von Gangabu	Kamal Binayak Bhaktapur	210
24	Busbahnhof von Gangabu	Ranipauwa	13

Quelle: MOLTM, HMG Nepal

Tab. I: Buslinien im ÖPNV

Linien	Anfang	Ende	Fahrten/Tag
1	New Road Gate	Minbhawon	78
2	New Road Gate	Bauddha	156
2	New Road Gate	Mahankal	156
2	New Road Gate	Sinamangal	156
5	New Road Gate	Galphutar	84
5	New Road Gate	Maharajgunj	84
14	New Road Gate	Lagankhel	156
14	New Road Gate	Mangalbazar	168
14	New Road Gate	Yekantakuna	98
23	New Road Gate	Balaju	52
23	New Road Gate	Bamasthali	78
23	New Road Gate	Samakhushi	80
27	New Road Gate	Bisalnagar	78
14	Lagankhel	Naya Baneshwor	156
14	Lagankhel	Minbhawon	52
18	Lagankhel	Kalanki	78
19	Kalanki	Maharajgunj	156
20	Kalanki	Nagsthan	78
20	Nagsthan	Waphal	78
20	Nagsthan	Balkhu	78
28	Bauddha	West Gate	52
30	Chabahil	Teaching Hospital	116
30	Chabahil	Naya Baneshwor	84

Quelle: MOLTM, HMG Nepal

Tab. II: Anzahl der Fahrten/Tag von Tempos im ÖPNV

Anhang II

Mobilität im Kathmandu-Tal

- A:** Verkehrserzeugungsmodelle nach KESSEL
- Tab. I:** Mobilitätsfaktor
- Tab. II:** Stündliche Anteilssätze des Tagesverkehrs
- B:** Berechnung des heutigen Quell- und Zielverkehrsaufkommens
- Tab. III:** Quellverkehrsaufkommen
- Tab. IV:** Zielverkehrsaufkommen
- Tab. V:** Fahrtmatrix
- Tab. VI:** Quellverkehrsaufkommen in 2020
- Tab. VII:** Zielverkehrsaufkommen in 2020
- Tab. VIII:** Fahrtmatrix in 2020 (A)
- Tab. IX:** Fahrtmatrix in 2020 (B)
- Tab. X:** Fahrtmatrix in 2020 (C)

A: Verkehrserzeugungsmodelle nach KESSEL

$$Q = f_{a1} \times a_{1q} \text{ Anzahl}_{\text{Erwerbspersonen}} + f_{a2} \times a_{2q} \text{ Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a3} \times a_{3q} \text{ Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a4} \times a_{4q} \text{ Anzahl}_{\text{Schüler}} + f_{a5} \times a_{5q} \text{ Anzahl}_{\text{Beschäftigte}} + f_{a6} \times a_{6q} \text{ Anzahl}_{\text{Tertiärarbeitsplätze}} + f_{a7} \times a_{7q} \text{ Anzahl}_{\text{Einwohner}} + f_{a8} \times a_{8q} \text{ Anzahl}_{\text{Schulplätze}} + f_{a9} \times a_{9q} \text{ Anzahl}_{\text{Beschäftigte}} + f_{a10} \times a_{10q} \text{ Anzahl}_{\text{Einwohner}}$$

mit

a_n = Mobilitätsfaktor unterschiedlicher soziodemographischer Gruppen

f_{an} = stündliche Anteilssätze des Tagesverkehrs

Faktor	Gewicht	Einflussgröße
a_{1q}	0,65	Erwerbspersonen
a_{1z}	0,65	Arbeitsplätze
a_{2q}	0,45	Einwohner
a_{2z}	1,70	Tertiärarbeitsplätze
a_{3q}	0,15	Einwohner
a_{3z}	0,15	Einwohner
a_{4q}	0,80	Schüler
a_{4z}	0,80	Schulplätze
a_{5q}	0,62	Arbeitsplätze
a_{5z}	0,62	Erwerbspersonen
a_{6q}	1,80	Tertiärarbeitsplätze
a_{6z}	0,48	Einwohner
a_{7q}	0,15	Einwohner
a_{7z}	0,15	Einwohner
a_{8q}	0,60	Schulplätze
a_{8z}	0,60	Schüler
a_{9q}	0,50	Arbeitsplätze
a_{9z}	0,50	Arbeitsplätze
a_{10q}	0,08	Einwohner
a_{10z}	0,08	Einwohner

Tab. I: Mobilitätsfaktor

Uhrzeit	Stündliche Anteilssätze f_{an} in Prozent des Tages a_n									
	f_{a1}	f_{a2}	f_{a3}	f_{a4}	f_{a5}	f_{a6}	f_{a7}	f_{a8}	f_{a9}	f_{a10}
00-01										
01-02										
02-03										
03-04	1									
04-05	1									
05-06	8	1		1						
06-07	31	4	1	9					1	
07-08	34	10	3	64	1	2			6	2
08-09	7	10	5	11	1	3	1		6	4
09-10	2	9	3	3	1	3	1	1	9	4
10-11	1	7	3	1	1	6	2	2	9	5
11-12	1	5	2	2	1	9	2	6	9	5
12-13	2	4	2	2	5	6	2	18	8	6
13-14	5	6	4	2	5	6	1	47	6	5
14-15	3	9	6	1	5	4	1	7	8	4
15-16	1	8	7	1	6	6	2	2	10	5
16-17	1	8	6	1	25	10	5	3	10	9
17-18	1	9	10	1	28	15	9	3	8	14
18-19	1	5	13	1	11	13	14	2	5	13
19-20		3	19		4	6	14	2	3	11
20-21		1	13		2	3	10	1	1	6
21-22		1	2		2	3	13	3	1	4
22-23			1		2	2	16	1		2
23-24							9			1

Tab. II: Stündliche Anteilssätze des Tagesverkehrs

B Berechnung des heutigen Quell- und Zielverkehrsaufkommens

Die Fahrtmatrix wird mit Hilfe der Gravitationsmodelle bis zum Einflussbereich der Ring Road berechnet. Der Verkehrsbezirk 104 hat ein Stadion und ein paar Geschäfte. Hier ist das Verkehrsaufkommen nur selten sehr hoch. Aus diesem Grund wurde für den Normalfall der Verkehrsbezirk 104 mit dem Verkehrsbezirk 105 zusammen betrachtet.

Einflussgröße an	Erwerbspersonen	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Schüler	Beschäftigte	Tertiärarbeitsplätze	Einwohner	Schulplätze	Beschäftigte	Einwohner	Einwohner	Qi				
Fan %	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi	Qi				
Bezirke																	
101	29278	17128	83651	37267	12422	29278	23188	4146	7089	83651	9662	25146	14635	34548	17274	83651	6491
102	5436	3180	13589	6054	2018	4756	3767	649	1110	13589	1570	6769	3940	6489	3245	13589	1055
103	4469	2615	15896	7082	2361	5564	4406	4698	2855	15896	1836	8389	4882	4698	2349	15896	1234
104	1064	623	3548	1581	527	1242	984	548	333	3548	410	0	0	548	274	3548	275
105	5714	3343	28569	12727	28569	4242	9999	7919	5793	28569	3300	6479	3771	5793	2897	28569	2217
106	4026	2355	22369	9965	3322	7829	6201	5489	3335	22369	2584	3759	2188	5489	2745	22369	1736
107	2986	1747	16589	7390	16589	3463	5806	4598	2586	16589	1916	1625	946	2586	1293	16589	1287
108	6494	3799	36079	16073	36079	5358	12628	10001	5210	36079	4167	2896	1685	5210	2605	36079	2800
109	3892	2277	15569	6936	2312	5449	4316	4247	2580	15569	1798	4569	2659	4247	2124	15569	1208
110	6039	3533	21569	9609	21569	3203	7549	5979	2578	21569	2491	9967	5801	2578	1289	21569	1674
111	7997	4678	31987	14250	31987	4750	11195	8867	8489	31987	3694	21598	12570	8489	4245	31987	2482
112	4617	2701	15389	6856	2285	5386	4266	9782	5944	15389	1777	1358	790	9782	4891	15389	1194
113	1914	1120	9569	4263	9569	1421	3349	2653	3920	9569	1105	2789	1623	6452	3226	9569	743
114	11024	6449	36748	16371	36748	5457	12862	10187	5996	36748	4244	12896	7505	9869	4935	36748	2852
115	1407	823	4689	2089	4689	696	1641	1300	1296	4689	542	648	377	1296	648	4689	364
116	8013	4688	44517	19832	44517	6611	15581	12340	11569	44517	5142	23389	13612	11569	5785	44517	3455
117	4113	2406	22851	10180	22851	3393	7998	6334	2698	22851	2639	2369	1379	2698	1349	22851	1773
118	2481	1452	16542	7369	16542	2456	5790	4585	1563	16542	1911	589	343	1563	782	16542	1284
119	1519	889	7596	3384	7596	1128	2659	2106	1230	7596	877	7525	4380	1230	615	7596	589
120	4351	2545	14504	6462	14504	2154	5076	4021	11876	14504	1675	2369	1379	11876	5938	14504	1126
121	3390	1983	13560	6041	13560	2014	4746	3759	1796	13560	1566	526	306	1796	898	13560	1052
122	3321	1943	18452	8220	18452	2740	6458	5115	2145	18452	2131	3387	1971	2145	1073	18452	1432
123	1705	998	9473	4220	9473	1407	3316	2626	1526	9473	1094	1629	948	1526	763	9473	735
124	1935	1132	8796	3919	8796	1306	3079	2438	493	8796	1016	987	574	493	247	8796	683
125	4101	2399	22786	10151	22786	3384	7975	6316	5452	22786	2632	7589	4417	5452	2726	22786	1768
126	2515	1471	12574	5602	12574	1867	4401	3486	2589	12574	1452	2858	1663	2589	1295	12574	976
127	4714	2757	23568	10500	23568	3500	8249	6533	2413	23568	2722	5538	3223	2413	1207	23568	1829
128	5002	2926	25012	11143	25012	3714	8754	6933	3690	25012	2889	4972	2894	3690	1845	25012	1941
129	1351	790	7505	3343	7505	1114	2627	2080	436	7505	867	414	241	436	218	7505	582
130	11566	6766	52573	23421	52573	7807	18401	14573	6478	52573	6072	8967	5219	6478	3239	52573	4080
131	5212	3049	26061	11610	26061	3870	9121	7224	3896	26061	3010	5146	2995	3896	1948	26061	2022
132	7113	4161	35565	15844	35565	5281	12448	9859	3893	35565	4108	3498	2036	3893	1947	35565	2760
133	786	460	5241	2335	5241	778	1834	1453	496	5241	605	559	325	496	248	5241	407
134	1431	837	7952	3543	7952	1181	2783	2204	2963	7952	918	425	247	2963	1482	7952	617
135	1184	693	7896	3518	7896	1173	2764	2189	682	7896	912	459	267	682	341	7896	613
136	2389	1398	13273	5913	13273	1971	4646	3679	873	13273	1533	347	202	873	437	13273	1030
137	1564	915	7821	3484	7821	1161	2737	2168	493	7821	903	868	505	493	247	7821	607
138	3369	1971	16847	7505	16847	2502	5896	4670	4896	16847	1946	4578	2664	4896	2448	16847	1307
139	1923	1125	9614	4283	9614	1428	3365	2665	691	9614	1110	1241	722	691	346	9614	746
140	1122	657	7482	3333	7482	1111	2619	2074	576	7482	864	325	189	576	288	7482	581

Tab. III: Quellverkehrsaufkommen

Einfluss- große	Beschäftige	Tertiär- arbeitsplätze	Zi	Ein- wohner	Zi	Schul- plätze	Zi	Erwerbs- peronen	Zi	Ein- wohner	Zi	Ein- wohner	Zi	Schuler	Zi	Beschäftige	Zi	Ein- wohner	Zi
F an %	0,65		1,70		0,15	0,80			0,62	0,48		0,15		0,60		0,50		0,08	
Bezirke	90		99		99			98		95		77		97		100		97	
101	34548	20211	4146	6977	12422	25146	19916	29278	17789	83651	79469	83651	9662	29278	17040	34548	17274	83651	6491
102	6489	3796	649	1092	2018	6769	5361	5436	3303	13589	12910	13589	1570	4756	2768	6489	3245	13589	1055
103	4698	2748	470	791	15896	8389	6644	4469	2716	15896	15102	15896	1836	5564	3238	4698	2349	15896	1234
104	548	321	55	92	3548	527	0	1064	647	3548	3371	3548	410	1242	723	548	274	3548	275
105	5793	3389	579	975	28569	6479	5131	5714	3472	28569	27141	28569	3300	9999	5820	5793	2897	28569	2217
106	5489	3211	549	924	22369	3759	2977	4026	2446	22369	21251	22369	2584	7829	4557	5489	2745	22369	1736
107	2586	1513	259	435	16589	2463	1625	2986	1814	16589	15760	16589	1916	5806	3379	2586	1293	16589	1287
108	5210	3048	521	877	36079	5358	2896	6494	3946	36079	34276	36079	4167	12628	7349	5210	2605	36079	2800
109	4247	2484	425	715	15569	2312	4569	3892	2365	15569	14791	15569	1798	5449	3171	4247	2124	15569	1208
110	2578	1508	258	434	21569	3203	9967	6039	3669	21569	20491	21569	2491	7549	4394	2578	1289	21569	1674
111	8489	4966	849	1429	31987	4750	21598	7997	4859	31987	30388	31987	3694	11195	6516	8489	4245	31987	2482
112	9782	5722	978	1646	15389	2285	1358	4617	2805	15389	14620	15389	1777	5386	3135	9782	4891	15389	1194
113	6452	3774	645	1086	9569	1421	2789	1914	1163	9569	9091	9569	1105	3349	1949	6452	3226	9569	743
114	9869	5773	987	1661	36748	5457	12896	11024	6698	36748	34911	36748	4244	12862	7486	9869	4935	36748	2852
115	1296	758	130	218	4689	696	648	1407	855	4689	4455	4689	542	1641	955	1296	648	4689	364
116	11569	6768	1157	1947	44517	6611	23389	8013	4869	44517	42292	44517	5142	15581	9068	11569	5785	44517	3455
117	2698	1578	270	454	22851	3393	2369	4113	2499	22851	21709	22851	2639	7998	4655	2698	1349	22851	1773
118	1563	914	156	263	16542	2456	589	2481	1508	16542	15715	16542	1911	5790	3370	1563	782	16542	1284
119	1230	720	123	207	7596	1128	7525	5960	1519	7596	7217	7596	877	2659	1547	1230	615	7596	589
120	11876	6947	1188	1999	14504	2154	2369	1876	4351	14504	13779	14504	1675	5076	2954	11876	5938	14504	1126
121	1796	1051	180	302	13560	2014	526	3390	2060	13560	12882	13560	1566	4746	2762	1796	898	13560	1052
122	2145	1255	215	361	18452	2740	3387	3321	2018	18452	17530	18452	2131	6458	3759	2145	1073	18452	1432
123	1526	893	153	257	9473	1407	1629	1705	1036	9473	9000	9473	1094	3316	1930	1526	763	9473	735
124	493	288	49	83	8796	1306	987	1935	1176	8796	8357	8796	1016	3079	1792	493	247	8796	683
125	5452	3189	545	918	22786	3384	7589	4101	2492	22786	21647	22786	2632	7975	4642	5452	2726	22786	1768
126	2589	1515	259	436	12574	1867	2858	2515	1528	12574	11946	12574	1452	4401	2561	2589	1295	12574	976
127	2413	1412	241	406	23568	3500	5538	4714	2864	23568	22390	23568	2722	8249	4801	2413	1207	23568	1829
128	3690	2159	369	621	25012	3714	4972	5002	3039	25012	23762	25012	2889	8754	5095	3690	1845	25012	1941
129	436	255	44	73	7505	1114	414	1351	821	7505	7130	7505	867	2627	1529	436	218	7505	582
130	6478	3790	648	1090	52573	7807	8967	11566	7028	52573	49945	52573	6072	18401	10709	6478	3239	52573	4080
131	3896	2279	390	656	26061	3870	5146	5212	3167	26061	24758	26061	3010	9121	5309	3896	1948	26061	2022
132	3893	2277	389	655	35565	5281	3498	7713	4322	35565	33787	35565	4108	12448	7245	3893	1947	35565	2760
133	496	290	50	83	5241	778	559	786	478	5241	4979	5241	605	1834	1068	496	248	5241	407
134	2963	1733	296	499	7952	1181	425	1431	870	7952	7555	7952	918	2783	1620	2963	1482	7952	617
135	682	399	68	115	7996	1173	459	1184	720	7996	7502	7996	912	2764	1608	682	341	7996	613
136	873	511	87	147	13273	1971	347	2389	1452	13273	12610	13273	1533	4646	2704	873	437	13273	1030
137	493	288	49	83	7821	1161	868	1564	950	7821	7430	7821	903	2737	1593	493	247	7821	607
138	4896	2864	490	824	16847	2502	4578	3369	2047	16847	16005	16847	1946	5896	3432	4896	2448	16847	1307
139	691	404	69	116	9614	1428	1241	1923	1168	9614	9134	9614	1110	3365	1958	691	346	9614	746
140	576	337	58	97	7482	1111	325	1122	682	7482	7108	7482	864	2619	1524	576	288	7482	581

Tab. IV: Zielverkehrsaufkommen

Anhang III

Berechnung der Entwicklung der Motorisierung und Auswirkung der verschiedenen Maßnahmen

Tab. I: Tatsächliche und berechnete Fahrzeugzahl in Tokio

Tab. II: Auswirkung der verschiedenen Maßnahmen auf die Entwicklung des MIV und ÖPNV

Für die Berechnung der künftigen Entwicklung der Motorisierung wird die nichtlineare Regressionsmethode verwendet. Für die Validierung der Funktion wird die Entwicklung der Motorisierung in Japan als Basis angenommen. Die folgende Gleichung ist die ermittelte Funktion für die Entwicklung der Motorisierung in Japan mit Hilfe der nichtlinearen Regressionsmethode:

$$y = \frac{5400}{1 + 3,9089 \cdot e^{-0,1389 \cdot (x-1961)}}$$

mit einem Standardschätzfehler S_{YX} von 122

Jahre	Berechnet (in tausend)	Tatsächlich* (in tausend)
1961	1100	1000
1962	1227	1110
1963	1363	1245
1964	1510	1404
1965	1665	1605
1966	1829	1759
1967	2001	2027
1968	2179	2284
1969	2362	2590
1970	2548	2820
1971	2735	3000
1972	2922	3186
1973	3107	3377
1974	3288	3406
1975	3464	3470
1976	3633	3586
1977	3794	3688
1978	3946	3822
1979	4089	3988
1980	4222	3970
1981	4345	4096
1982	4458	4211
1983	4561	4325
1984	4655	4453
1985	4740	4580
1986	4816	4707
1987	4885	4872
1988	4946	5077
1989	5000	5297
1990	5049	5385
1991	5092	5375
1992	5130	5375
1993	5163	5349
1994	5193	5349
1995	5219	5361
1996	5242	5335
1997	5262	5278

[*Quelle: Statistics Division, Bureau of General Affairs, TMG; "Population of Tokyo (estimates)" und "Tokyo's Economic Calculation"]

Tab. I: Tatsächliche und berechnete Fahrzeugzahl in Tokio

Die Auswirkung der verschiedenen Maßnahmen für die Entwicklung des ÖPNV und MIV wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Maßnahme	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		Szenario 4	
	MIV	ÖPNV	MIV	ÖPNV	MIV	ÖPNV	MIV	ÖPNV
9.1.a	●	■			●	■		
9.1.b	●	■						
9.1.c	●	■						
9.1.d	●	■						
9.2.a	●	■	●	■	●	■	●	■
9.2.b					○	■	○	■
9.2.c	●	■					●	■
9.3.a	●	■	●	■	●	■	●	■
9.3.b	●	■	●	■	●	■	●	■
9.3.c	●	■					●	■
9.4	○	●	○	●	○	●	○	●
9.5.a	○	●	○	●	○	●	○	●
9.5.b			■	●			■	●
9.5.c	■	■	■	■	■	■	■	■
9.6.1.a	●	○						
9.6.1.b					■	●		
9.6.1.c			○	●			○	●
9.6.2			■	●	■	●	■	●
9.6.3.a	■	●			■	●		
9.6.3.b			■	●			■	●
9.6.4			○	●	○	●	○	●
9.7.1	●	○						
9.7.2.a			○	●				
9.7.2.b			○	●	○	●	○	●
9.7.2.c			○	●	○	●	○	●
9.7.2.d			○	●	○	●	○	●
9.7.2.e			○	●			○	●
9.8					■	■	■	■
9.9	○	○	○	○	○	○	○	○

● Positive Entwicklung ■ keine großen Auswirkungen ○ negative Entwicklung

Tab. II: Auswirkung der verschiedenen Maßnahmen auf die Entwicklung des MIV und ÖPNV

Anhang IV

Skalierung und Wertsynthese

- Bild I:** Qualitätsentsprechende Zielerreichung
- Bild II:** ÖPNV (Bus) mittlere Reisegeschwindigkeit
- Bild III:** MIV (Pkw) mittlere Reisegeschwindigkeit
- Bild IV:** Entwicklung der Motorisierung
- Bild V:** Energieverbrauch nach Abzug der umweltfreundlichen Energien
- Bild VI:** Gesamte Verkehrsemissionen bis 2020
- Bild VII:** Verkehrsemissionen im Jahr 2020
- Bild VIII:** Wertsynthese (A)
- Bild IX:** Wertsynthese (B)
- Bild X:** Wertsynthese (C)

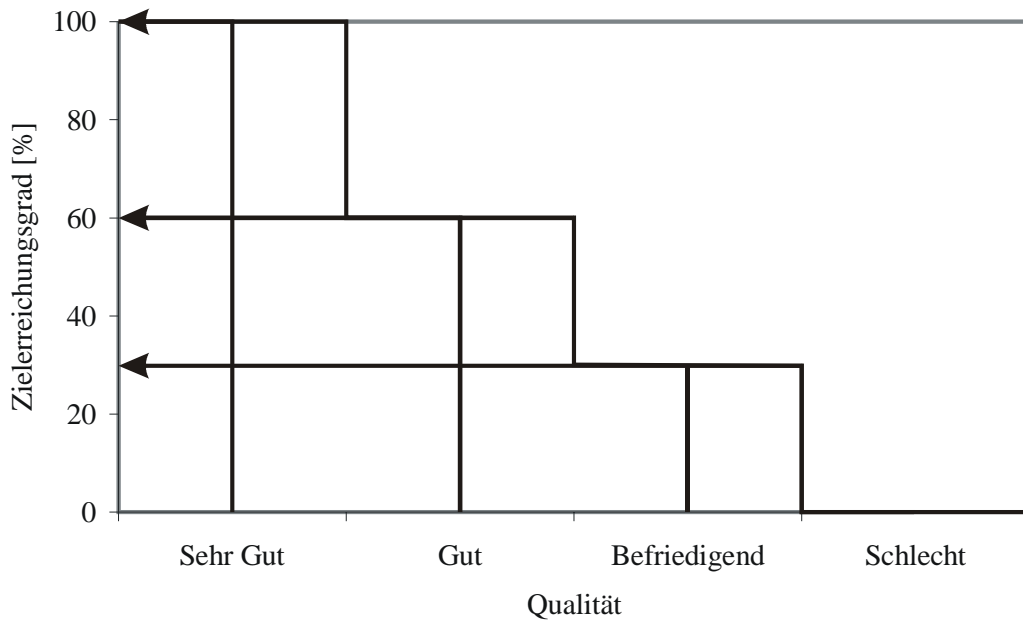


Bild I: Qualitätsentsprechende Zielerreichung

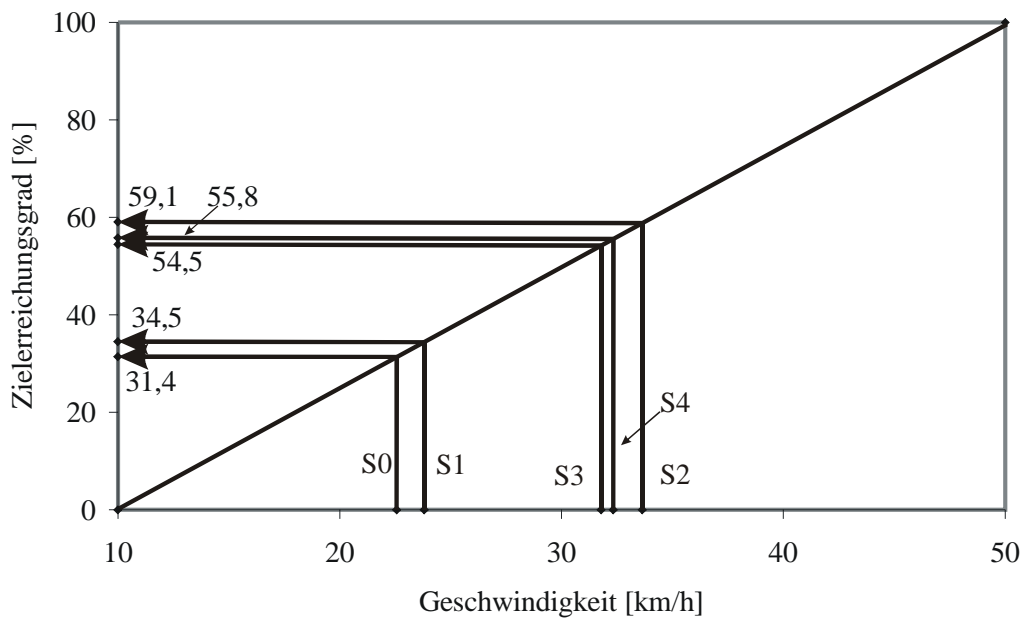


Bild II: ÖPNV (Bus) mittlere Reisegeschwindigkeit

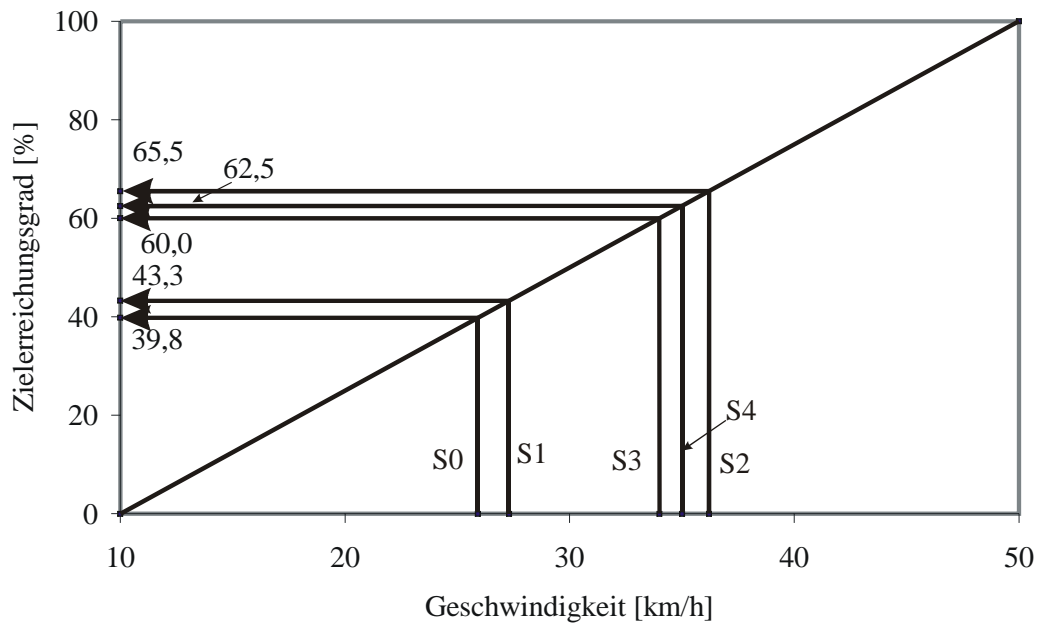


Bild III: MIV (Pkw) mittlere Reisegeschwindigkeit

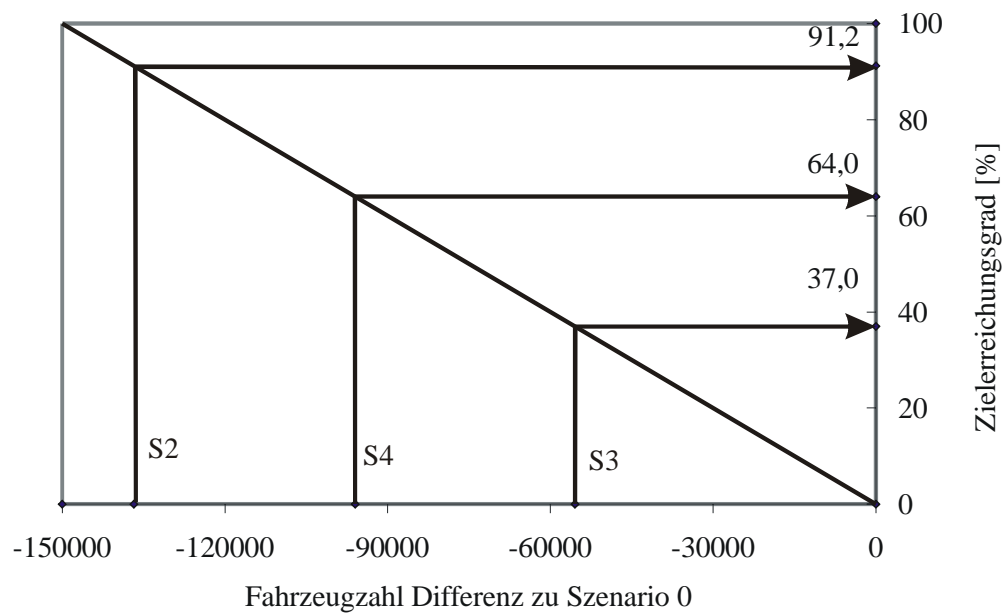


Bild IV: Entwicklung der Motorisierung

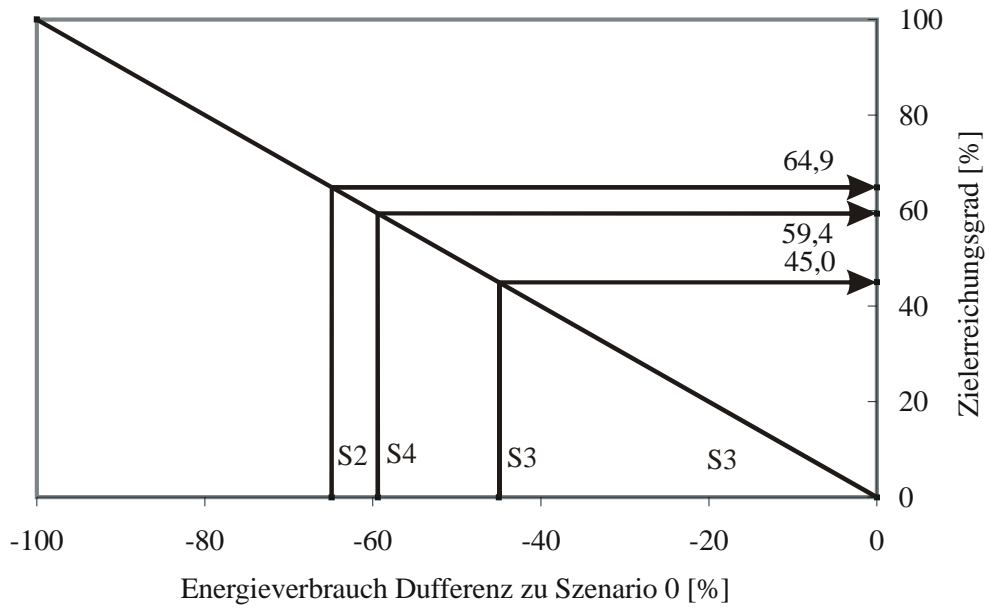


Bild V: Energieverbrauch nach Abzug der umweltfreundlichen Energien

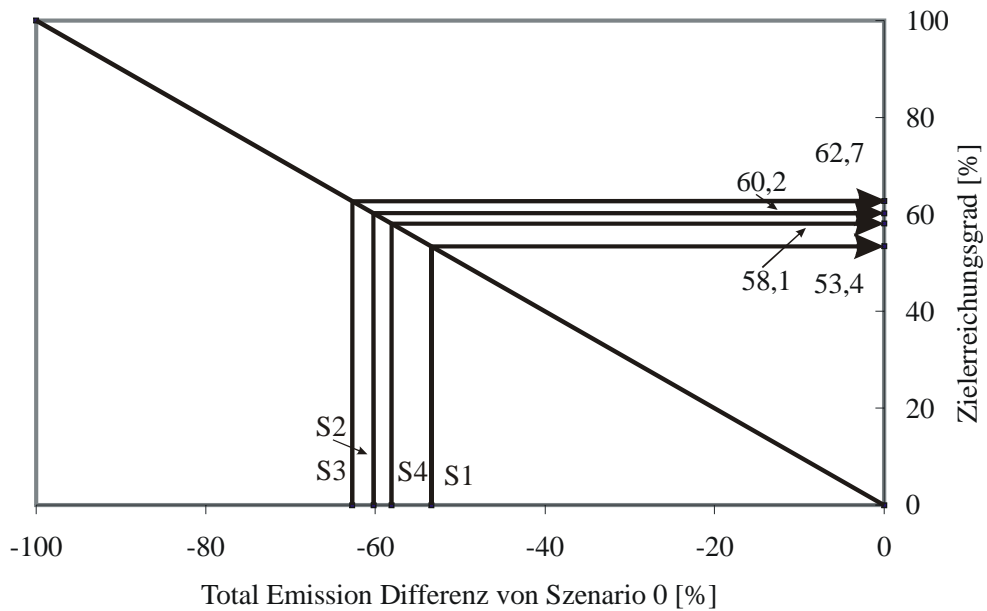


Bild VI: Gesamte Verkehrsemissionen bis 2020

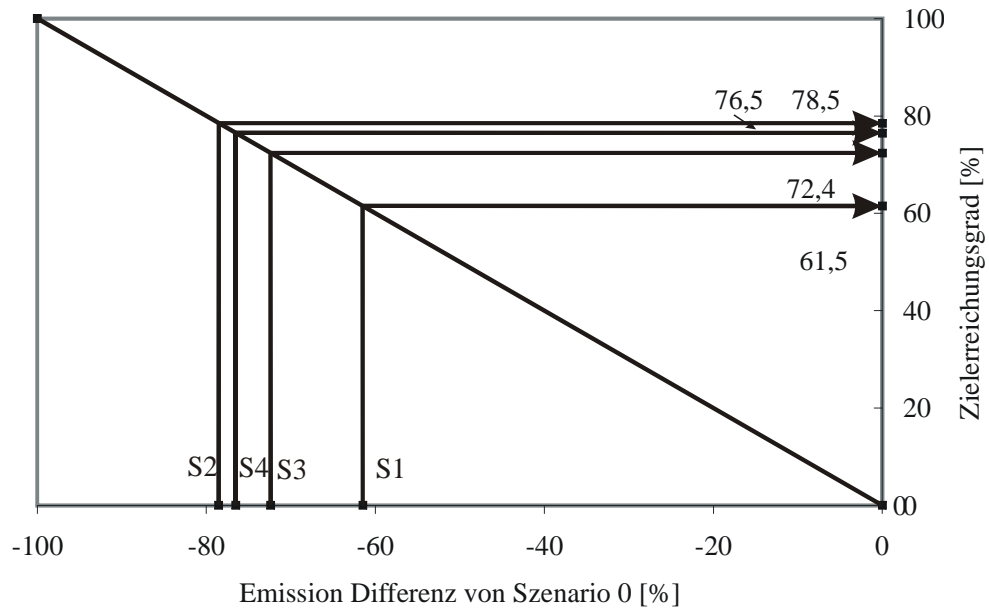


Bild VII: Verkehrsemissionen im Jahr 2020

Zielkriterien	Bewertungskriterien	Max.	S0		S1		S2		S3		S4	
			ZE	PS	ZE	PS	ZE	PS	ZE	PS	ZE	PS
Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer	Unfallgeschehen	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	1,2	100,0	4,0	100,0	4,0
	Risikoverhältnisse	4,0	0,0	0,0	100,0	4,0	60,0	2,4	100,0	4,0	100,0	4,0
ÖPNV	Art der ÖPNV-Fahrzeuge	4,0	30,0	1,2	30,0	1,2	100,0	4,0	60,0	2,4	100,0	4,0
	System des ÖPNV	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	4,0	60,0	2,4	100,0	4,0
	ÖPNV-Netz	4,0	30,0	1,2	30,0	1,2	100,0	4,0	60,0	2,4	100,0	4,0
	Beförderungsqualität	4,0	34,4	1,4	34,5	1,4	59,1	2,4	54,5	2,2	55,8	2,2
		5,0	30,0	1,5	30,0	1,5	100,0	5,0	60,0	3,0	100,0	5,0
Umsteigequalität	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	5,0	60,0	3,0	60,0	3,0	
Kraftfahrzeugverkehr	Reisezeit	6,0	39,8	2,4	43,3	2,6	65,5	3,9	60,0	3,6	52,5	3,2
Parksystem	Parkmöglichkeiten	4,0	0,0	0,0	100,0	4,0	30,0	1,2	60,0	2,4	100,0	4,0
	Parkregelungen	3,0	0,0	0,0	60,0	1,8	100,0	3,0	60,0	1,8	100,0	3,0
Besetzungsgrad der Fahrzeuge	Besatzungsanzahl und Verkehrszusammensetzung	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	4,0	30,0	1,2	60,0	2,4
Entwicklung der Motorisierung	Anzahl der Fahrzeuge	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,0	2,7	37,0	1,1	64,0	1,9
Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	4,0	30,0	1,2	60,0	2,4	30,0	1,2	100,0	4,0	100,0	4,0
Geh- und Radwege	Trennung der Fußgänger und Radfahrer	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	2,4	100,0	4,0	100,0	4,0
Raumbildung, Maßstäblichkeit und Proportionen	Natur- und Erholungsgebiet	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,9	100,0	3,0	100,0	3,0
Energieverbrauch im Transportwesen	Energieverbrauch nach Abzug der umweltfreundlichen Energien	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,9	2,6	45,0	1,8	59,4	2,4
Geringere Emissionsbelastung	Luftverunreinigung CO, NOx, HC	8,0	0,0	0,0	53,4	4,3	60,2	4,8	62,7	5,0	58,1	4,6
		8,0	0,0	0,0	61,5	4,9	78,5	6,3	72,4	5,8	76,5	6,1
Investitionen	Investitionskosten	7,0	100,0	7,0	30,0	2,1	30,0	2,1	60,0	4,2	30,0	2,1
Reisekosten	Kosten für total gefahrene Kilometer und Stunden	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	8,0	60,0	4,8	60,0	4,8

ZW = Zielwert, SG = Stufen-Gewicht, PS = Punkte-Skala, ZE = Zielerreichungsgrad

Bild VIII: Wertsynthese (A)

	S0	S1	S2	S3	S4	Max.	Zielkriterien
Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer	0,0	4,0	3,6	8,0	8,0	8,0	Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer
Gute Qualität des Verkehrsablaufs	5,3	5,3	24,4	15,4	22,2	26,0	ÖPNV
	2,4	2,6	3,9	3,6	3,2	6,0	Kraftfahrzeugverkehr
Parksystem	0,0	5,8	4,2	4,2	7,0	7,0	Parksystem
Besetzungsgrad der Fahrzeuge	0,0	0,0	4,0	1,2	2,4	4,0	Besetzungsgrad der Fahrzeuge
Entwicklung der Motorisierung	0,0	0,0	2,7	1,1	1,9	3,0	Entwicklung der Motorisierung
Raumentwicklungsplanung und Kontrolle	1,2	2,4	1,2	4,0	4,0	4,0	Raumentwicklungsplanung und Kontrolle
Geh- und Radwege	0,0	0,0	2,4	4,0	4,0	4,0	Geh- und Radwege
Anmut und Schönheit	0,0	0,0	0,9	3,0	3,0	3,0	Raumbildung, Maßstäblichkeit und Proportionen
Energieverbrauch im Transportwesen	0,0	0,0	2,6	1,8	2,4	4,0	Energieverbrauch im Transportwesen
Geringere Emissionsbelastung	0,0	9,2	11,1	10,8	10,8	16,0	Geringere Emissionsbelastung
Investitionen	7,0	2,1	2,1	4,2	2,1	7,0	Investitionen
Reisekosten	0,0	0,0	8,0	4,8	4,8	8,0	Reisekosten

Bild IX: Wertsynthese (B)

S0	S1	S2	S3	S4	Max.	Ziel	S0	S1	S2	S3	S4	Max.		S0	S1	S2	S3	S4	Max.		
15,9	31,4	71,1	66,1	75,7	100,0	nachhaltige Verkehrsplanung für Kathmandu-Tal	7,7	17,7	42,8	33,5	44,7	54,0	Verkehr	0,0	4,0	3,6	8,0	8,0	8,0		
																7,7	7,9	28,3	19,0	25,4	32,0
																0,0	5,8	4,2	4,2	7,0	7,0
																0,0	0,0	4,0	1,2	2,4	4,0
															0,0	0,0	2,7	1,1	1,9	3,0	
								1,2	2,4	4,5	11,0	11,0	11,0	Infrastruktur- planung und Entwicklung	1,2	2,4	1,2	4,0	4,0	4,0	
																0,0	0,0	2,4	4,0	4,0	4,0
																0,0	0,0	0,9	3,0	3,0	3,0
								0,0	9,2	13,7	12,6	13,1	20,0	Umfeld	0,0	0,0	2,6	1,8	2,4	4,0	
																0,0	9,2	11,1	10,8	10,8	16,0
								7,0	2,1	10,1	9,0	6,9	15,0	Wirtschaftlich- keit	7,0	2,1	2,1	4,2	2,1	7,0	
															0,0	0,0	8,0	4,8	4,8	8,0	

Bild X: Wertsynthese (C)

Lebenslauf

Angaben zur Personen:

Name: Ranjan Nath Pant
Adresse: Marthastraße 8
30519 Hannover
Telefon: 0511-8765872
Geburtsdatum: 18.09.1968
Geburtsort: Kathmandu, Nepal

Berufserfahrung:

Seit Juni-2001 Doktorand am Institut für Verkehrswirtschaft,
Straßenwesen und Städtebau der Universität Hannover
März 1996-Feb. 1997 Beratender Ingenieur
Xian Electric & Machinery Company (China) Nepal
Dez. 1993–März 1997 Ingenieur für Forschung
Contact Co-ordination Centre, Nepal

Schul- und Berufsbildung:

Okt. 1997- Jun. 2000 Magister Scientiarum für Geotechnik und Infrastruktur (M.Sc.)
Universität Hannover
Apr. 1997 – Sept. 1997 Deutsche Sprach (PNds)
Goethe Institute / Universität Bermen, Bremen
Nov. 1988-Dez. 1993 Bauingenieurwesen (B. Sc.)
Bangladesh Institute of Technology, Rajshahi, Bangladesch
Aug. 1985-Jul. 1987 Proficiency Certificate
Trichandra College, Tribhuwan University, Kathmandu, Nepal
Jul. 1985 Schulabgangszeugnis (S. L. C.)
Martyrs´ Memorial English Boarding High School,
Kathmandu, Nepal