

# **Die Bedeutung eines Grüngürtels für eine Megacity - Interdisziplinäre Stadtanalyse am Beispiel von Seoul (Republik Korea)**

The impact of a Green Belt on the urban development  
of a megacity: Interdisciplinary research on the example of Seoul  
(Republic of Korea)

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Dr. phil.

eingereicht von Conrad Philipp

geb. am 19.04.1983

in Jena

Vorgelegt der Fakultät für Geisteswissenschaften der  
Universität Duisburg-Essen

Tag der mündlichen Prüfung: 07.01.2014

1. Gutachter:

Professor Dr. Hans-Werner Wehling

2. Gutachter

Prof. J. A. Schmidt

Für meine Eltern

## **Vorwort**

Meine ersten Berührungspunkte mit Südkorea hatte ich im September 2004 nach einem Flug von Frankfurt nach Shanghai und einem mehrtägigen *stop* *over* in Seoul. Die Faszination an diesem ostasiatischen Land führte zu einer weiteren Reise im September 2005. Bei diesem zweiten Aufenthalt verbrachte ich zwei Wochen in Seoul und bereiste das Land für mehrere Wochen mit dem Fahrrad. Die mir zuteil gewordene Gastfreundschaft und die zahlreichen Erlebnisse sensibilisierten mich für die Kultur des Landes. Im Sommer 2007 erhielt ich einen weiteren Blickwinkel auf Südkorea. Als Praktikant bei der Deutsch-Koreanischen Handelskammer in Seoul arbeitete ich im Projektteam zur Organisation der 11. Asien-Pazifik-Konferenz. Während meines mehrmonatigen Aufenthaltes ins Seoul konnte ich direkte Informationen von Stadtplanern erhalten, eine intensive Literatursuche betreiben und zahlreiche themenrelevante Projekte vor Ort besichtigen. Ich beschäftigte mich in meiner Diplomarbeit mit Korea und reiste mehrfach als Gastredner nach Seoul. Von den so entstandenen vielfältigen Kontakten konnte ich beim Erstellen dieser Arbeit profitieren. Während meiner acht Reisen nach Seoul konnte ich zahlreiche Erkenntnisse gewinnen, die mir die Vorzüge und Nachteile einer pulsierenden Megacity offenbarten und zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

## Danksagung

Sowohl die Thematik dieser Arbeit als auch deren Durchführung wären ohne die Unterstützung zahlreicher Personen nicht denkbar gewesen. Es ist mir ein Bedürfnis, ihnen Dank zu sagen, allen voran dem Betreuer meiner Doktorarbeit, Herrn Prof. Dr. Hans-Werner Wehling, der mir durch seine persönliche und zuvorkommende Betreuung bei der Arbeit ein reges Interesse entgegenbrachte. Ohne ihn wäre die Realisierung dieser Arbeit in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen. Herrn Prof. Dr. J. Alexander Schmidt danke ich ebenfalls und in besonderem Maße für die Übernahme der Zweitbegutachtung und die vielen hilfreichen Diskussionen in den zurückliegenden Monaten.

Ebenso gebührt ein herzliches Dankeschön meinen Eltern, Gabriele und Gerd Philipp, die das Manuskript gelesen und mir mit kritischen Anmerkungen geholfen haben. Sie haben die Entstehung der Arbeit von Anfang an begleitet, mich immer vorbehaltlos unterstützt und ermöglichten es mir, überhaupt zu studieren.

Meinen Vater danke ich für die fachlichen Anleitungen und Hinweise, die notwendig waren, einen Algorithmus zur Berechnung der Oberflächentemperatur zu entwickeln.

Dabei unterstützte mich ebenfalls Christian Berger von der Universität Jena. Er arbeitet seit einigen Jahren am Lehrstuhl für Fernerkundung und ist vertraut mit Auswertungen von Satellitendaten.

Besonderen Dank gilt auch den Mitarbeitern der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Frau Rätke, Herr Zacharias und Herr Kunka, welche mir bei fachlichen Fragen bei den Schadstoff- und Schallpegelauswertungen behilflich waren und es mir ermöglichten, ihre Auswertesoftware für meine Daten zu nutzen.

Weiterhin waren mir die Anregungen, die mir Jakob Maercker zu den Datenauswertungen gab, sehr hilfreich.

Nicht zuletzt möchte ich all meinen Freunden und Bekannten danken, die mir immer wieder mit viel Geduld zuhörten und mir so die Möglichkeit gaben, meine vor Ort gemachten Erlebnisse zu verarbeiten.

Herr Prof. Jun von der koreanischen Chung-Ang University (Seoul ) und Herr Prof. Jae Ik Kim Keimyung University (Daegu) unterstützten mich in Seoul.

Den Kolleginnen und Kollegen von der JENA-GEOS® - Ingenieurbüro GmbH danke ich für die fachliche und logistische Unterstützung während meiner dreijährigen Promotionsphase.

### **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Doktorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel (einschließlich elektronischer Medien und Online-Quellen) benutzt habe.

Jena, den 18.10.2013  
Conrad Philipp

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	xi
Abkürzungsverzeichnis	xii
Terminologie und Definitionen	xiii
1. Einleitung	1
1.1 Situation	1
1.2 Bisherige Literaturuntersuchungen	2
1.3 Problemstellung und Hypothese	4
1.4 Forschung	6
Teil A theoretischer Teil	
2.    Wachstumsdynamik der Großstädte	7
2.1    Weltweit	7
2.2    Asien	9
2.3    Korea	10
2.4    Korea in der Weltwirtschaft	13
2.5    Metropolregion Seoul	16
2.5.1    Geographische Verortung	16
2.5.2    Fengshui als Grundkonzept für die Stadtgründung	20
2.5.3    Entwicklung von Seoul	27
2.5.3.1    Gründung bis zur monozentrischen Stadtstruktur	27
2.5.3.2    Von der monozentrischen zur polyzentrischen Stadt	31
2.6    Seoul als globale Metropole und Urbanisierungsbeispiel	37
3. Planungskonzepte	52
3.1 Koreanische Planungskonzepte	52
3.2 Seouler Planungskonzepte	53
3.3 Entwicklung des Grüngürtelkonzeptes	53
3.4 Grüngürtel von Korea	55
3.4.1    Allgemeine Kriterien	57
3.4.2    Landnutzung	60
3.4.3    Politische Aspekte	62
3.4.4    Konflikte der Grüngürtelreformen	65
3.4.5    Eigentumskonflikte	68
3.4.6    Town in Town	69
3.4.7    Grüngürtelkonzept von London	73
3.4.8    Grüngürtelkonzept von Tokio	77
3.5 Satellitenstädte (New Towns)	80
3.5.1    Entwicklung	82
3.5.2    Folgen der Suburbanisierung auf das Seouler Umland	85
3.5.2.1    Satellitenstadt: Bundang	86
3.5.2.2    Satellitenstadt: Ilsan	89

4. Umweltpolitische Aspekte	93
4.1 Stadtökologie	93
4.1.1 Begriffsabgrenzung	93
4.1.2 Geschichte der Stadtökologie	94
4.1.3 Stadtökologische Parameter	97
4.2 Umweltpolitik Korea	98
4.2.1 rechtliche Grundlagen	98
4.2.1.1 Grundgesetz für die Umweltpolitik (GUP) von Korea	100
4.2.1.2 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	102
4.2.1.3 Umweltpolitische NGOs	103
4.3 Umweltrichtlinien und der Flächennutzungsplan von Seoul	103
4.3.1 Umweltkonzepte	103
4.3.2 Flächennutzungsplan	106
4.4 Umweltmedien in Seoul	109
4.4.1 Boden	109
4.4.2 Abfall	111
4.4.3 Energie	113
4.4.4 Lärm	115
4.4.5 Luft und Klima	117
4.4.6 Gewässerschutz: fließende Gewässer	121
4.4.7 Gewässerschutz: stehende Gewässer	124
4.4.8 Trinkwasser	125
4.4.9 Vegetation	126
4.4.10 Palast- und Tempelanlagen	131
4.4.11 Umweltgerechtes Bauen	133
4.5 Biotopkartierung	134
4.5.1 Bedeutung	134
4.5.2 Vegetationstypen	135
4.5.3 Biotopverbund / Grüne Achsen	136
4.6 Umweltprojekte	138
4.6.1 National Park Namsan	138
4.6.2 Han-Fluss	142
4.6.3 Cheonggyecheon	145
4.6.4 Yongsan Park	150
4.6.5 Seoul Forest	152
5. Résumé Teil A	155

## Teil B Methodenentwicklung und Anwendung auf Seoul und den Grüngürtel

6. Voraussetzungen für Modellberechnungen	158
6.1 Einführung	158
6.2 Geländemodell	160
6.3 Gebäudemodell	161
6.4 Landnutzungskarte	162
6.4.1 Rekonstruktion von 10 Testgebieten	163
6.4.2 Rekonstruktion der Seoul Metropolitan Area	163
6.5 Straßennetz	165
6.6 Verkehrsdaten	165
6.7 Klima	169
6.8 Schadstoffdaten	170
6.9 Schallpegelmessungen	172
6.10 Thermische Luftbilder	173
6.11 Luftfeuchtigkeit	176
6.12 Testgebiete	176
6.12.1. Testgebiete für Lärm und Schadstoffe	176
6.12.2 Testgebiete für Oberflächentemperatur	182
7. Schadstoffe	185
7.1 Allgemeines	185
7.2 Datenerfassung	186
7.2.1 Grenzwerte	186
7.2.2 Referenzjahr	187
7.2.3 Auswahl der Messstationen	189
7.3 Beurteilung der Schadstoffsituation	190
7.3.1 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	190
7.3.2 Kohlenmonoxid (CO)	193
7.3.3 Feinstaub (PM-10)	194
7.3.4 Ozon	200
7.3.5 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	202
7.4 Hintergrundbelastung	205
7.5 Tagesganglinien des Verkehrs und der Schadstoffkonzentrationen	208
7.5.1 PKW- und NO <sub>2</sub> -Tagesganglinien	209
7.5.2 PKW- und FM-10 -Tagesganglinien	210
7.5.3 PKW- und O <sub>3</sub> -Tagesganglinien	211
7.6 Fazit	212



8. Lärm	214
8.1 Allgemeines	214
8.2 Kriterien zur Lärmerfassung	214
8.3 Schallpegelmodellierung mit LIMA	218
8.4 Auswertung	224
8.5 Fazit	227
9. Oberflächentemperatur	229
9.1. Einleitung	229
9.2. Praktisches	231
9.2.1. Sondenspezifik	231
9.2.2. Korrekturen	234
9.2.2.1. Emissionsgrad	234
9.2.2.2. Transmissionsgrad	235
9.2.3. Beispiel Testgebiet 10 (area X)	237
9.3.1. Globale Effekte	241
9.3.2. Lokale Effekte	244
9.4. Messungen 2000 bis 2012	247
9.5. Fazit	249
10. Résumé Teil B	250
11. Zusammenfassung	251
11.1 Rückblick	251
11.2 Ausblick	252
Literaturverzeichnis	256

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Verstädterungsgrad	8
Abb. 2: Urbanisierungsrate (in %) in Korea	10
Abb. 3: Absolutes Wachstum der Land- und Stadtbevölkerung von Südkorea	11
Abb. 4: Durchschnittliches Wachstum der Land- und Stadtbevölkerung von Südkorea	11
Abb. 5: Entwicklung der Bevölkerungsdichte der Seoul City	13
Abb. 6: Geographische Verortung von Ostasien	17
Abb. 7: Landnutzungskarte von Südkorea	18
Abb. 8: Grenzen des heutigen Seoul und seine Lage	23
Abb. 9: Topographische Karte von Seoul	24
Abb. 10: Topographische Karte von Seoul mit der Lage des Gyeongbokgung Palast	25
Abb. 11: Gyeongbokgung Palast (Königspalast)	26
Abb. 12: Dongdaemun (Osttor) während des Berufsverkehrs	27
Abb. 13: Gebietserweiterungen von Seoul (1394 - 2005)	31
Abb. 14: Straßenverkehrsnetz und die Urbanisierung in der SMA	32
Abb. 15: Blick vom Namsan auf die Altstadt der Seoul City	36
Abb. 16: Topographische Karte der Seoul City	36
Abb. 17: Seoul Metropolitan Area (SMA)	37
Abb. 18: Bevölkerungsentwicklung in Korea, Seoul City, SMA und Gyeonggi-Provinz	38
Abb. 19: 30 größten Städte der Welt	39
Abb. 20: Anteil der Seoul City und der Seoul Metropolitan Area (in %)	40
Abb. 21: Seoul City und die Stadtgründungen seit den 1970er Jahren	41
Abb. 22: Innere Verdichtung und äußere Expansion der Seoul Metropolitan Area	42
Abb. 23: Nutzer von Bus und Subway (je 1.000) in Seoul	43
Abb. 24: Modal-Split: Nutzungsanteile der Verkehrsmittel in Seoul (1985 bis 2005)	44
Abb. 25: CBD und die Sub-Center von Seoul	46
Abb. 26: Wohnhochhauskomplexe in der Seoul City	47
Abb. 27: Hauspreisindex für Seoul	48
Abb. 28: „Lotte Castle“	49
Abb. 29: Gini-Koeffizient und die Arbeitslosenquote	50
Abb. 30: Bevölkerungsanteil der Menschen in den OECD-Ländern über 65 Jahren	51
Abb. 31: Planungshierarchie in Korea	52
Abb. 32: Grüngürtel von Korea	56
Abb. 33: Stadtgebiet von Hanam	67
Abb. 34: Alt-Eunpyeong südlich des Bul-gwang	70
Abb. 35: Neu-Eunpyeong nördlich des Bul-gwang	70
Abb. 36: Eunpyeong nach seiner Fertigstellung	71
Abb. 37: Grüngürtelflächen in England	75
Abb. 38: Kanton Metropolitan Strukturplan	78
Abb. 39: Auswirkungen des Grüngürtels auf die Verdichtung der Seoul City und SMA	81
Abb. 40: Seoul City und ihre Satellitenstädte	83
Abb. 41: Seoul Metropolitan Area mit ihrem Grüngürtel und der Seoul City	86
Abb. 42: New Town Bundang	88
Abb. 43: Lakepark von Ilsan	91
Abb. 44: Städtische Ökosysteme	98
Abb. 45: Flächennutzungsplan der Seoul City 2005	108
Abb. 46: Versiegelungsgrad der Seoul City	110
Abb. 47: Abfallentwicklung der Seoul City	111

Abb. 48: Entwicklung der Abfallmenge in Korea	112
Abb. 49: Energieverbrauch in Korea	114
Abb. 50: Registrierte Fahrzeuge in der Seoul City	116
Abb. 51: Straßenausdehnung innerhalb der Seoul City	117
Abb. 52: Luftimmissionen in der Seoul City	120
Abb. 53: BOD- und TC-Belastungen des Han-Flusses und seiner Seitenarme	122
Abb. 54: Durchschnittlicher Wasserverbrauch in der Seoul City	125
Abb. 55: Grünflächendarstellung der Seoul City	128
Abb. 56: Grünfläche pro Einwohner in Quadratmeter in der Seoul City	129
Abb. 57: Seoul Plaza	130
Abb. 58: Kyungbok Palast	132
Abb. 59: Lage der Paläste und Tempel von Seoul	132
Abb. 60: Vegetationstypen der Seoul City	136
Abb. 61: Angestrebter Grünflächenverbund der Seoul City	137
Abb. 62: Namsan-Berg mit seinen drei Tunneln	139
Abb. 63: Wandern im Namsan-Park	140
Abb. 64: Fahrzeugvolumen durch die Namsan-Tunnel	141
Abb. 65: COR'EX-tower	144
Abb. 66: Grünstreifen und Sportanlagen am Han-Fluss	144
Abb. 67: Querschnitt des Cheonggyecheon-Projekt	147
Abb. 68: Cheonggyecheon vor und nach seiner Rekonstruktion	148
Abb. 69: Flanieren am Cheonggyecheon	149
Abb. 70: Letzte Überreste der ehemaligen Stadtautobahn	149
Abb. 71: Yongsan-Areal	152
Abb. 72: Intensive Nutzung des Seoul Forest	154
Abb. 73: Landnutzungskarte der Seoul City	155
Abb. 74: Nutzungsarten des Seouler Grüngürtels	156
Abb. 75: Schichtaufbau eines GIS (layer cake)	158
Abb. 76: Eingangparameter für die Modellierung: Lärm, Schadstoffe und Temperatur	159
Abb. 77: Verfügbare digitale Geländeinformationen	160
Abb. 78: Digitales Geländemodell der Seoul Metropolitan Area	161
Abb. 79: Rekonstruiertes Testgebiet	162
Abb. 80: Rekonstruktion von Waldflächen innerhalb der Seoul Metropolitan Area	164
Abb. 81: Übersichtdarstellung der Seoul City, Grüngürtel und dem Grüngürtel	164
Abb. 82: Straßennetz von Südkorea mit den offiziellen Verkehrsmessstationen	165
Abb. 83: Datenblatt der stündlichen Verkehrszählungen	166
Abb. 84: Gemittelte Verkehrsganglinien von Seoul und der Autobahn A4	168
Abb. 85: LKW-Anteil (in %) am DTV (daily traffic volume) für die Seoul City	168
Abb. 86: Durchschnittliche Temperaturen und Niederschlagsmengen von Seoul	169
Abb. 87: Export von Schadstoffmessdaten	171
Abb. 88: Übersicht der offiziellen Schallpegelmessstationen	172
Abb. 89: Thermalkarte (Band 6.1) des Landsat-7-Satelliten	173
Abb. 90: Wolkenfreie Landsat-7 Satellitenaufnahmen der Seoul City (1999 – 2012)	174
Abb. 91: Topographische Karte der Testgebiete in der Seoul-City	177
Abb. 92: Testgebiet 1: Dongdaemun	178
Abb. 93: Testgebiet 2: City Hall	179
Abb. 94: Testgebiet 3: Namsan Süd	180
Abb. 95: Gesamtübersicht der drei rekonstruierten Testgebiete	181
Abb. 96: Landnutzungskarte der Testgebiete 1 bis 5	183

Abb. 97: Landnutzungskarte der Testgebiete 6 bis 10	184
Abb. 98: Auswahl der Untersuchungsperiode	188
Abb. 99: Lage der 90 Schadstoffmessstationen innerhalb der SMA	189
Abb. 100: Ländliche und städtische Schadstoffmessstation	190
Abb. 101: Durchschnittliche SO <sub>2</sub> -Belastung (2008)	192
Abb. 102: Durchschnittliche CO-Belastung (2008)	194
Abb. 103: Durchschnittliche PM-10-Belastung (2008)	196
Abb. 104: Herkunftsgebiete des Yellow Dust	197
Abb. 105: Yellow Dust Ereignisse zwischen 2006 - 2010	198
Abb. 106: Yellow Dust Ereignis im April 2006	199
Abb. 107: Durchschnittliche O <sub>3</sub> -Belastung (2008)	201
Abb. 108: Durchschnittliche NO <sub>2</sub> -Belastung (2008)	204
Abb. 109: Mittlere Schadstoffbelastung der sieben ländlichen Stationen	205
Abb. 110: mittlere Schadstoffkonzentrationen (2008)	207
Abb. 111: Unterschied der Schadstoffbelastung Stadt – Land in %	208
Abb. 112: PKW- und NO <sub>2</sub> –Tagesganglinien	209
Abb. 113: PKW- und PM-10 –Tagesganglinien	210
Abb. 114: PKW- und O <sub>3</sub> –Tagesganglinien	211
Abb. 115: schematische Darstellung der Arbeitsschritte zur Schadstoffmodellierung	213
Abb. 116: Schallpegelmodellierung in der Seoul City	215
Abb. 117: offizielle Lärmmessungen [db(A)] Station 1 Area 1	216
Abb. 118: Schema der Schallpegelmodellierung	217
Abb. 119: Testgebiet 1: Lärmbelastung in dB (A)	219
Abb. 120: Testgebiet 2: Lärmbelastung in dB (A)	220
Abb. 121: Testgebiet 3: Lärmbelastung in dB (A)	221
Abb. 122: Messstation 2 in Area 3: Ganglinien der Schallpegel	223
Abb. 123: Messstation 5 in Area 3: Ganglinien der Schallpegel	223
Abb. 124: Lärmbelastung in dB (A)	225
Abb. 125: Lärmbelastung (dB) (A)	227
Abb. 126: Verteilung der Belastungsgrenzen (in %) für die Landnutzungsarten	228
Abb. 127: Graphische Darstellung: Plancksche Gleichung und Wiensche Verschiebung	230
Abb. 128: RSR von ETM+ Band 6	232
Abb. 129: TB als Funktion der spektralen Strahlungsdichte L am Sensor	233
Abb. 130: Maximale Unsicherheit $\pm \Delta TB$ wegen $\Delta DN = \pm 0,5$	233
Abb. 131: Höhenprofile der Ballonmessungen 2002	238
Abb. 132: Visuelle Satellitenaufnahme	239
Abb. 133: GIS-Statistik inkl. Verteilungsdichte: LST, area X, urban, 10.09.2002	239
Abb. 134: Mittelwerte und Standardabweichungen der LST für die einzelnen LCT	240
Abb. 135: Ganglinien der mittleren LCT-LST 2002 area X	241
Abb. 136: Landoberflächentemperatur für fünf Landsat-7-Aufnahmen (area 1)	242
Abb. 137: Landoberflächentemperatur für fünf Landsat-7-Aufnahmen (area 10)	243
Abb. 138: Ganglinien der mittleren LCT-LST 2002 über alle 10 Testgebiete	244
Abb. 139: Streifen konstanten Abstands vom Wald in die urbane Zone hinein, area X	245
Abb. 140: Streifen konstanten Abstands von der urbanen Zone in den Wald (area 1)	246
Abb. 141: Wirtktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet (area 1)	246
Abb. 142: Mittlere Temperaturen von urbanen Flächen und Wald	248
Abb. 143: Grüngürtel von Seoul	255

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Entwicklung des Wohnungsbestands in der Seoul City	35
Tab. 2: Fläche – Bevölkerung und Bevölkerungsdichte der SMA	38
Tab. 3: Businessdistrikte und ihre Mietpreise in der Seoul City	47
Tab. 4: 14 Grüngürtel von Korea	56
Tab. 5: Einwohneranzahl innerhalb der koreanischen Grüngürtel	61
Tab. 6: Übersicht der sieben größten koreanischen Grüngürtel	63
Tab. 7: Bebaubare Flächen von Seoul, Tokio und London	73
Tab. 8: Lage und Bevölkerungsanzahl der Seouler Satellitenstädte	84
Tab. 9: Aktionsziele der Seoul Agenda 21	105
Tab. 10: Flächennutzungsgruppen der Seoul City	108
Tab. 11: Mittlere Veränderung von Klimaparametern von Seoul im Vergleich zum Umland	118
Tab. 12: Schadstoffbelastung in sieben südkoreanischen Metropolen (2002)	118
Tab. 13: Errichtete Themenparks der 1970er und 1980er Jahre	127
Tab. 14: Grünflächenauflistung der Seoul City	128
Tab. 15: Palast- und Tempelanlagen von Seoul	131
Tab. 16: Verteilung der Flächennutzungsgruppen der Seoul City und des Grüngürtels	164
Tab. 17: Übersicht aller wolkenfreien Aufnahmen für das Untersuchungsgebiet der SMA	175
Tab. 18: Drei Testgebiete für Lärm und Schadstoffe	176
Tab. 19: Prozentuale Verteilung zugeordneter LCT der zehn Areas 2002	182
Tab. 20: Schadstoffquellen in Seoul	185
Tab. 21: Grenz- und Richtwerte für ausgewählte Schadstoffe	187
Tab. 22: SO <sub>2</sub> -Belastung in Seoul	191
Tab. 23: CO-Belastung in Seoul	193
Tab. 24: PM-10--Belastung in Seoul	195
Tab. 25: Yellow-Dust Ereignisse von 2006 – 2010	198
Tab. 26: O <sub>3</sub> -Belastung in Seoul	201
Tab. 27: N <sub>2</sub> -Belastung in Seoul	203
Tab. 28: Mittlere Schadstoffbelastungen an den 7 ländlichen und 83 urbanen Messstationen	206
Tab. 29: Unterschied zwischen DTV bei offiziellen Lärmmessungen und LIMA	216
Tab. 30: LIMA-Modellierung im Vergleich zu den offiziellen Schallpegelmessungen	222
Tab. 31: Fehlerquellen der Validierung	224
Tab. 32: Belastungsgrenzen für die Seoul City und den Grüngürtel	226
Tab. 33: Effektive Emissionsgrade der verwendeten Landbedeckungsklassen	235
Tab. 34: LCT-Verteilung von Testgebiet 10 (area X)	238
Tab. 35: Wirktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet, area X, 2002	245
Tab. 36: Wirktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet, area 1, 2002	246
Tab. 37: Effektive Emissionsgrade der für die SMA verwendeten Landbedeckungsklassen	247
Tab. 38: Regressionsparameter des zeitlichen Verlaufs der mittleren LCT-LST SMA 2000-2012	247
Tab. 39: Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen	250

## Abkürzungsverzeichnis

GB	Greenbelt (Grüngürtel)
BOD	biochemical oxygen demand
db(A)	Meßgröße des Schalldruckpegels
DRZ	Development Restriction Zone (Grüngürtel)
LLDC	Least Developed Countries
LDC	Less development countries
LCT	LCT (Lanutzungsklasse)
LST	Land surface type (Oberflächentemperatur)
LUT	Land use type (Landnutzungs-klasse)
MQ	Metropolisierungsquote
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ppm	parts per million
SC	Seoul City
SDI	Seoul Develeopment Institute
SMA	Seoul Metropolitan Area (Metropolregion Seoul)
SMG	Seoul Metroipoilitan Govenment (Stadtverwaltung von Seoul)
TC	total carbon
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TSP	Total Suspended Particles (Feinstaub)
VOC	volatile organic compounds (leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe)

## **Terminologie und Definitionen**

### **Abiotisch**

Als abiotisch werden alle Umweltfaktoren zusammengefasst, an denen Lebewesen nicht erkennbar beteiligt sind. Sie umfassen unter anderem Klima, Atmosphäre, Wasser, Wärme, Temperatur, Licht, Strömung, Salinität, Konzentration an Nährsalzen und anderen chemischen Stoffen.

### **Asienkrise**

Finanz- und Wirtschaftskrise in Asien, welche 1997/1998 zu einem massiven Einbruch der asiatischen Wirtschaft und zum Rückzug zahlreicher ausländischer Investitionen führte.

### **Biotisch**

Als biotisch werden Umweltfaktoren zusammengefasst, an denen Lebewesen erkennbar beteiligt sind. Sie ergeben sich aus den Wechselwirkungen zwischen einzelnen Arten innerhalb eines Ökosystems.

### **BIP (Bruttoinlandsprodukt) nominal**

Das nominale BIP gibt die Summe der inländischen Wertschöpfung bzw. der Wertschöpfung von Regionen in aktuellen Marktpreisen an. Dadurch ist das BIP abhängig von Veränderungen des Preisindex der betrachteten Volkswirtschaft.

### **BIP (Bruttoinlandsprodukt) real**

Um das BIP unabhängig von Veränderungen der Preise betrachten zu können, verwendet man das reale BIP, in dem alle Güter und Dienstleistungen zu den Preisen eines Basisjahres bewertet werden (BIP zu konstanten Preisen).

### **BOD = biochemical oxygen demand**

Der Biochemische Sauerstoffbedarf ist die Menge an Sauerstoff, die von Mikroorganismen benötigt wird, um die organische Substanz in einem Wasser aerob zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abzubauen. Wenn der BOD sehr hoch ist, besteht die Gefahr eines Sauerstoffmangels im Wasser, was ein Umkippen der Gewässer zur Folge haben würde.

### **Chaebol**

Koreanischer Begriff für ein großes Familienunternehmen, das meist aus verschiedenen Sparten besteht. Die Geschäftsführer der Chaebol begannen sich seit Beginn der 1990er Jahre auch in der Politik zu engagieren, sodass enge Verbindungen zwischen Wirtschaft und Politik existieren.

### **City Hall von Seoul**

Nordwestlich des Namsan und des Han Flusses gelegenes ältestes Stadtzentrum von Seoul.

### **Demographische Primacy**

Die demographische Primacy beschreibt einen hohen, in den Entwicklungsländern stark zunehmenden Anteil, der Bevölkerung einer oder weniger Metropolen an der Gesamtbevölkerung des Landes.

### **DRZ = Development Restriction Zone**

siehe Grüngürtel

### **Funktionale Primacy**

Unter funktionaler Primacy versteht man zusätzlich zur Bevölkerungskonzentration (demographische Primacy) eine ausgeprägte Position einer Stadt (zumeist die Hauptstadt) im politisch-administrativen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturell-wissenschaftlichen Bereich gegenüber anderen Zentren des Landes. Diese Überkonzentration zentralörtlicher Funktionen kommt besonders häufig in Megastädten (Megacities) von Entwicklungsländern vor.

### **Grüngürtel = Development Restriction Zone**

1.567 km<sup>2</sup> Bauverbotszone, die seit 1971 die Seoul City umgibt.

### **Hypolimnion**

Das Hypolimnion ist die untere, nur durch interne Wellen und deren Ausgleichsströmungen bewegte und bei 3,98 °C homogene, kalte Wasserschicht in einem geschichteten stehenden Gewässer.

### **Korea**

Bis zur Teilung der Halbinsel in die Volksrepublik Korea (Nordkorea) und Republik Korea (Südkorea) (1945/1948) stellte Korea ein einheitliches Staatsgebiet dar.

### **leap frog**

suburbane Baulanderschließung von der Seoul City über den Grüngürtel in die SMA

### **Least Developed Countries (LLDC)**

1971 sonderte die UN-Vollversammlung die Gruppe der am wenigsten entwickelten Länder aus der Großgruppe der LDC aus. Drei Indikatoren waren dabei ausschlaggebend: ein extrem niedriges Pro-Kopf-Einkommen, das schrittweise angehoben wurde. Ein Anteil der Industrieproduktion am



Bruttosozialprodukt (BSP) von weniger als 10 %, wobei sich die Industrieproduktion auf den verarbeitenden Sektor bezog und den extraktiven Sektor (Bergbau, Erdöl) ausschloss.

### **Less development countries (LDC)**

Der Begriff Least Developed Countries ist ein von den Vereinten Nationen definierter sozialökonomischer Status, den eine Gruppe von 50 besonders armen Ländern überall in der Welt besitzt. Diese am wenigsten entwickelten Länder der Welt werden oft auch als „Vierte Welt“ bezeichnet.

### **Megacity**

Laut einer Definition der Vereinten Nationen besitzt eine Megacity mindestens zehn Millionen Einwohner und eine Bevölkerungsdichte von mindestens 2.000 Einw./km<sup>2</sup>.

### **Metropole**

Eine Metropole besitzt laut UN-Definition mindestens eine Million Einwohner und eine Mindestdichte von 2.000 Einw./km<sup>2</sup>. Die Metropole ist der wirtschaftliche und demographische Schwerpunkt eines Landes. Die steigende Konzentration von administrativen, politischen, wirtschaftlichen und sozialen Einrichtungen wird wiederum als Metropolisierung bezeichnet.

### **Metropolierungsquote (MQ)**

Die Metropolierungsquote ist der Anteil der in den Metropolen lebenden Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung.

### **Metropolregion Seoul**

siehe SMA

### **new towns**

siehe Satellitenstädte

### **OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development**

Als Vorläuferorganisation der OECD wurde am 11. April 1948 von 18 europäischen Ländern die Organisation for European Economic Co-operation (OEEC) gegründet, um ein gemeinsames Konzept zum wirtschaftlichen Wiederaufbau und zur Zusammenarbeit zu erarbeiten und umzusetzen. Primäres Ziel war es, die europäischen Länder in den Entscheidungsprozess über die Verwendung der Gelder aus dem European Recovery Program (ERP - "Marshall-Plan") einzubinden. Die OEEC wurde im September 1961 in die OECD überführt. Die OECD ist keine supranationale (überstaatliche) Organisation, sondern hat eher den Charakter einer permanent tagenden Konferenz. Die Organisation ist strikt intergovernmental (zwischenstaatlich)

verfasst, ihre Beschlüsse sind völkerrechtlich bindend, in den Mitgliedstaaten aber nicht unmittelbar anwendbar. An ihrer Spitze steht der Rat, der in relativ kurzen Abständen tagt und in dem alle Mitglieder mit ihrem ständigen Vertreter repräsentiert sind. In der Regel einmal pro Jahr tagt der Rat auf Ministerienebene. Alle Entscheidungen und Empfehlungen bedürfen der Einstimmigkeit, jedoch besteht die Möglichkeit der Enthaltung; macht ein Land von dieser Möglichkeit Gebrauch, muss es die betreffende Empfehlung nicht anwenden. Die praktische Arbeit findet in Fachausschüssen und Arbeitsgruppen statt, in denen neben Regierungsvertretern auch unabhängige Experten vertreten sein können, die jedoch lediglich eine beratende Funktion einnehmen.

### **Ostasien**

Region in Asien, welche aus den folgenden Staaten gebildet wird: Japan, VR China, Taiwan und Südkorea.

### **Gyeonggi-Do Provinz**

Gyeonggi-do ist eine Provinz im Nordwesten von Südkorea, welche die Hauptstadt Südkorea Seoul umgibt. Seit 1946 ist die Provinz eine politisch eigenständige Einheit. Zusammen mit der seit 1981 ebenfalls eigenständigen Millionenstadt Incheon und der Seoul City bildet diese Region die Seoul Metropolitan Area (siehe SMA).

### **Republik Korea = Südkorea**

#### **Satellitenstädte (new towns)**

Eine Satellitenstadt ist eine Stadt, die im Umfeld einer größeren Stadt angesiedelt ist und in höheren zentralörtlichen Funktionen von dieser abhängig ist. Die Seouler Satellitenstädte wurden vom Reißbrett aus entworfen, besitzen einen hohen Grünflächenanteil, stellen eine gehobene Wohnform dar und dienen als Wohnstädte für Pendler in die Seoul City.

#### **SDI = Seoul Development Institute**

Das Seoul Development Institute ist ein Forschungsinstitut, gesponsert von der Seouler Stadtverwaltung, welches 1992 gegründet wurde. Es beschäftigt sich mit Problemen der Stadt Seoul in zahlreichen Bereichen wie Stadtverwaltung, Transport, Umwelt, Soziales, Kultur, Finanzen und Industrie.

#### **SC = Seoul City**

Verwaltungsbereich der Stadt Seoul mit einer Fläche von 605,30 km<sup>2</sup> (letztmalig vergrößert im Jahre 1963) und einer Bevölkerungsanzahl von rund zehn Millionen. Die Seoul City ist eng mit der Gyeonggi-Do-Provinz und der darin befindlichen Satellitenstädte (new towns) verbunden

**SMA = Seoul Metropolitan Area (Metropolregion Seoul)**

Weltweit zweit größte Agglomeration von Menschen (24,5 Millionen), welche die Seoul City, die Millionstadt Incheon und die Provinz Gyeonggi-do umfasst.

**SMG = Seoul Metropolitan Government (Stadtverwaltung von Seoul)****Suburbanisierungsprozess**

Durch die Verlagerung der Bevölkerung aus dem Kerngebiet in das Umland nimmt die Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahl im Umland (Seoul Metropolitan Area) stärker zu als im Stadtkerngebiet (Seoul City).

**Town in town**

Nach der Greenbelt Policy Reform (2000) ist es erlaubt, innerhalb des Seouler Grüngürtels bestehende Siedlungen (zumeist Dörfer) durch mehrstöckige Neubaukomplexe zu transformieren.

**Volksrepublik Korea = Nordkorea**

Im September 1945 wurde die koreanische Halbinsel entlang des 38ten Breitengrades in zwei Besatzungszonen unterteilt, welche 1948 zur Gründung der Volksrepublik Korea (Nordkorea) und zur Republik Korea (Südkorea) führten. Die beiden Bruderstaaten besitzen seit dem Koreakrieg (1950-1953) lediglich ein Waffenstillstandsabkommen jedoch keinen Friedensvertrag.

**WHO = Welthandelsorganisation (World Trade Organization = WTO)**

Die Welthandelsorganisation (gegründet am 15.04.1994 in Marrakesch) ist eine internationale Organisation mit Sitz in Genf, Schweiz, die sich mit der Regelung von Handels- und Wirtschaftsbeziehungen beschäftigt. Ziel der WTO ist der Abbau von Handelshemmnissen und somit die Liberalisierung des internationalen Handels mit dem weiterführenden Ziel des internationalen Freihandels. Den Kern dieser Anstrengungen bilden die WTO-Verträge, die durch die wichtigsten Handelsnationen ausgearbeitet und unterzeichnet wurden. Die gegenwärtigen Verträge sind das Resultat der so genannten Uruguay-Runde, in der der GATT-Vertrag überarbeitet wurde. Wirtschaftspolitisch verfolgt die WTO eine liberale Außenhandelspolitik, die mit Deregulierung und Privatisierung einhergeht.

# 1 Einleitung

## 1.1 Situation

Der asiatische Kulturraum erfährt in den letzten Jahren ein intensives Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem ostasiatischen Land Südkorea<sup>1</sup>. Das Potenzial von Südkorea wird oftmals unterschätzt und Vorstellungen über das Land der Morgenstille beschränken sich meistens nur auf den Grenzkonflikt zu seinem Bruderstaat Nordkorea.

Südkorea ist seiner geschichtlichen, wirtschaftlichen und demographischen Entwicklung einzigartig. Das 99.538 km<sup>2</sup> große Land besitzt 48,2 Millionen Einwohner (UN 2012<sup>1</sup>) und zählt zu den am dichtesten besiedelten und reichsten asiatischen Ländern. Mehr als die Hälfte der Südkoreaner lebt in der Hauptstadtregion Seoul, sogenannten Seoul Metropolitan Area (SMA) oder Metropolregion Seoul. Die SMA besteht aus der Seoul City, Incheon und der Gyeonggi-Provinz und bildet den demographischen und funktionalen Schwerpunkt des Landes. In dem Kernbereich von Seoul (Seoul City) mit einer Stadtfläche von 605 km<sup>2</sup> (kleiner als die Fläche von Berlin oder Hamburg) leben rund 10 Millionen Einwohner (UN 2012<sup>1</sup>). Im Gegensatz zur stark wachsenden Seoul Metropolitan Area stagniert die Bevölkerungsentwicklung der Seoul City seit einigen Jahren. Dies hängt mit einem hochgradigen Suburbanisierungsprozess zusammen. Um dieser Zersiedlung Einhalt zu gebieten, wurde bereits 1971 eine mehr als 240 km<sup>2</sup> große Bauverbotszone (engl. restricted development zone: RDZ) ringförmig um die Seoul City festgelegt. Üblicher ist heute der umgangssprachliche Begriff des Grüngürtels (engl. „Greenbelt“, kor. „Gaebal Jehan Guyuk“), der auch in dieser Arbeit verwendet wird.

Seit den 1990er Jahren wurden zahlreiche New Towns um die Seoul City (außerhalb des Grüngürtels) vom Reißbrett aus entworfen. Sie sind eng mit der Hauptstadt verknüpft und wurden zumeist als reine Wohnstädte konzipiert. Aufgrund zahlreicher Standortvorteile, wie guten Schulen und geringeren Umweltbelastungen, erfreuen sich die New Towns sehr großer Beliebtheit. Zwar strebt die Regierung seit einigen Jahren einen signifikanten Abbau der funktionalen und demographischen Primärstellung der Seoul City an, jedoch konnten bisher nur bedingt erfolgversprechende Lösungsansätze durchgeführt werden. Vielmehr führte der Urbanisierungsprozess zu einer Änderung der

---

<sup>1</sup> Der offizielle deutsche Name lautet Republik Korea, umgangssprachlich wird jedoch meistens von Südkorea gesprochen. Auf Koreanisch heißt das Land offiziell „Daehan Minguk“ (dt.: „Große Han-Republik“). Allgemein wird es in Südkorea jedoch mit seiner Kurzform „Hanguk“ („Han-Nation“) oder „Namhan“ („Süd-Han“) in Abgrenzung zu „Bukhan“ („Nord-Han“) genannt. In Nordkorea wird das Land „Nam-Chosön“ („Süd-Joseon“) in Abgrenzung zu „Puk-Chosön“ („Nord-Joseon“) genannt.

Baugesetze, nach denen es seit einigen Jahren erlaubt ist, mit gewissen Beschränkungen auch in dem Grüngürtel zu bauen.

Zusammen mit den sie umgebenden Satellitenstädten leben derzeit mehr als 23 Millionen Menschen (UN 2012<sup>1</sup>) in der Seoul Metropolitan Area. Dies verursacht unter anderem auch zahlreiche Umweltprobleme. Der Versiegelungsgrad ist extrem hoch und die städtischen Parkflächen sind gering.

Die Prämisse des schnellen Wachstums statt einer nachhaltigen Entwicklung galt über Jahrzehnte hinweg. Aufgrund dieser Umstände versucht die Stadtverwaltung von Seoul seit einigen Jahren, ihre Hauptstadt attraktiver zu gestalten. Die derzeitigen Umweltprojekte können nur als ein erster Ansatz auf dem richtigen Weg beurteilt werden. Es kann jedoch festgestellt werden, dass die örtlichen Behörden bestrebt sind, durch Planungen und Entwürfe die Großstadtregion nachhaltig aufzuwerten, um eine positive Entwicklung zu forcieren.

## 1.2 Literaturrecherche

Zahlreiche Studien thematisieren den koreanischen Grüngürtel und untersuchen dabei vordergründig ökonomische Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Seoul (BAE & JUN 2003, JUN & BAE 2000, KIM 2007<sup>1</sup>, HWANG 2003, JIN 2001, BAE & JUN 2003, JUN & BAE 2000 und BAE 1998). Eine sehr gute Übersicht zur Stadtentwicklung von Seoul bietet KIM & HAN (2012). YOKOHARI et al. (2000) und JUN & JINXING (2007) beschreiben detailliert die Grüngürtelkonzepte asiatischer Großstädte. Grüngürtelstudien zu europäischen Städten finden sich zudem in KÜHN (2003), AMATI UND YOKOHARI (2005) und BOVILL (2002). Im Rahmen dieser Arbeit sind die Forschungen von YANG & JINXING (2007) und NOWAK ET AL. (2002) bedeutend. Es wird der positive Effekt von Stadtwald auf urbane Agglomerationen beschrieben. Wald- und Grünflächen besitzen einen kühlenden Effekt auf die Stadt (YOO & KWAK & LEE 2008), reduzieren den Regenwasserabfluss (Yang et al. 2005, MCPHERSON ET AL. 1999 und FRANCISCO ET AL. 2009), minimieren die Bodenerosion (MCPHERSON ET AL. 1999), den Feinstaubgehalt (ESCOBEDO ET AL. 2008 und FRANCISCO ET AL. 2009) und verändern auf diesem Wege das städtische Mikroklima (BECKETT ET AL. 1998, MCPHERSON ET AL. 1999, SCOTT ET AL. 1998, NOWAK ET AL. 1998, NOWAK ET AL. 2006, SHARKEY & SINGSAAS 1995, FRANCISCO ET AL. 2009:10 UND KHAN & ABBASI 2000). Verschiedene Studien berechneten zudem die Höhe der Schadstoff senkenden Wirkung städtischer Wälder (YANG ET AL. 2005 in Beijing, NOWAK ET AL. 2006 IN LOS ANGELES, FREER -SMITH ET AL. 1997 in Großbritannien, BECKETT ET AL. 1998, POWE & WILLIS 2004, MCPHERSON ET AL. 1999, NOWAK ET AL. 2002 und FRANCISCO ET AL. 2009:109 in den USA). Städtische Wälder beeinflussen somit direkt und indirekt ökologische Prozesse, ökologische Qualität und das menschliche Wohlergehen in den Städten

(BECKETT ET AL. 1998, MCPHERSON ET AL. 1998, NOWAK ET AL. 2002, POWE & WILLIS 2004 und FRANCISCO ET AL. 2009:109).

Allerdings können städtische Wälder auch nachteilige Auswirkungen auf die Luftqualität haben, denn in Verbindung mit flüchtigen organischen Verbindungen kann schließlich Ozon gebildet werden. Was zu höheren Ozonkonzentrationen gegenüber dem urbanen Raum führt (FRANCISCO ET AL. 2009:109).

Städtische Vegetation spielt eine wichtige Rolle innerhalb des Stadtklimas (BARRADAS 1999), denn Wasser- und Grünflächen wirken als kühle Regionen innerhalb einer Stadt und schwächen damit die urban heat islands ab. Dieser Effekt wurde bereits in früheren Studien nachgewiesen (CHANDLER 1965 und HILLVI & ELIASSON & LINDQVIIST 1998) und auch durch zahlreiche aktuelle Veröffentlichungen bestätigt (YANG ET AL. 2005, HONJO ET AL. 2002, NARITA ET AL. 2002 und KIM ET AL. 2008:239). Die kühlende Wirkung ist am größten unter windstillen Bedingungen (nicht mehr als 5 bis 6 m/s, OKE 1989 und HILLVI & ELIASSON & LINDQVIIST 1998), während heißer Sommertage (OKE 1989, SPRONKEN-SMITH & OKE 1998 und KIM ET AL. 2008) und klarer Nächte (HILLVI & ELIASSON & LINDQVIIST 1998). Durch verschiedene Forschungen konnte nachgewiesen werden, dass der Temperaturunterschied zwischen Parks und der sie umgebenden Stadt zwischen 1 und 6,8 °C liegt. Die Höhe der Temperatur wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst: Größe des Parks, Verschattung des Parks durch Bäume, Bebauungsart und -dichte um den Park, das lokale Wetter (Luftaustauschbedingungen, Windgeschwindigkeit und Bewölkung), die Tageszeit und die klimatische Zone, in welcher sich der Park befindet (HILLVI & ELIASSON & LINDQVIIST 1998).

Temperaturanalysen, basierend auf Satellitendaten, sind in Abhängigkeit der Landnutzung umfangreich dokumentiert (CHEN ET AL. 2001, SCHOTT ET AL. 2001, VOGELMANN ET AL. 2001, WILSON ET AL. 2003, LI, ET AL. 2004, HUNG ET AL. 2006, ZHANG ET AL. 2006, STATHOPOULOU & CARTALIS 2007, MALLICK ET AL. 2008, ZHANG ET AL. 2008, BHANG & PARK 2009, SUN ET AL. 2010, BECHTEL 2012, KUMAR ET AL. 2012, DENG & WU 2013 und LAZZARINI ET AL. 2013).

Die Luftverschmutzung in Städten ist ein bedeutendes Umweltproblem, das sich auf die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden auswirkt. Dazu zählen chronische Krankheiten wie reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit, Husten, Atemwegsprobleme und Lungenschäden (ESKELAND 1997, SAMET ET AL. 2000, CHAMEIDES ET AL. 1988, KOZLOWSKI 1980, BECKETT ET AL. 1998, BAUER & KRUPA, 1990 und ROMERO ET AL. 1999).

Verschiedene Studien haben eindeutige Beweise erbracht, dass eine enge Beziehung zwischen den Abgasen des Straßenverkehrs und der Luftverschmutzung besteht (ROORDA-KNAPE ET AL. 1999; POTOGLIOU & KANAROGLOU 2005 und LAU ET AL., 2008). KIM & GULDMANN (2011) konnten nachweisen, dass Luftschadstoffe immer dann höher sind, wenn sich der

Untersuchungsstandort in der Nähe einer Straße befand und durch ein hohes Verkehrsvolumen gekennzeichnet war. Zudem konnte Kim & GULDMMANN (2011) bestätigen, dass eine signifikante Verbindung zwischen der Tagesganglinie des Verkehrs und der Tagesganglinie des Luftschadstoffes NO<sub>2</sub> besteht. Die Verbreitung von Luftschadstoffen durch den Autoverkehr wird laut Studien von FAIZ (1993), SMALL & KAZIMI (1995), MCHUGH ET AL. (1997) und LAU ET AL. (2008) durch metrologische Faktoren beeinflusst. Vertikale und horizontale Luftströmungen sind der wichtigste Einflussfaktor für den Transport und die Vermischung von städtischen Schadstoffen (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> und CO).

Lärm hat erhebliche negative Auswirkungen auf die Lebensqualität der Menschen, vor allem in den Städten, wird aber als Faktor für die Umweltbelastung seltener betrachtet. Häufigste Ursache für städtischen Lärm ist der Autoverkehr (KIM ET AL. 2012). Wenige Studien beschäftigten sich mit der Untersuchung von Straßenlärm und Luftqualität und ihre kombinierte Auswirkung auf die Umwelt (MARQUEZ & SMITH 1999, KLÆBOE ET AL. 2000, DE RIDDER ET AL. 2004, BORREGO ET AL. 2006, ALLEN AND ADAR 2011 und CAN ET AL. 2011). In diesen Studien wird eine Korrelation zwischen Schadstoffbelastung und hoher Dichte des Stadtverkehrs beschrieben, die gemeinsam mit dem Geruch von Abgas und hohem Staubanteil in der Luft wahrgenommen werden (FORSBERG ET AL. 1997 und KIM ET AL. 2012). Andere Autoren haben Verkehr, Lärm und Luftverschmutzung an Messstationen ausgewertet (MURPHY & KING 2010, RAHMANI ET AL. 2011 und KIM ET AL. 2012).

Durch die intensive Literaturrecherche wurde festgestellt, dass sich nur sehr wenige Studien mit der ökologischen Bedeutung des Seouler Grüngürtels beschäftigten.

Der Einfluss des Grüngürtels wird zumeist nur von einem ökonomischen Standpunkt aus beurteilt. Entsprechende Handlungsempfehlungen wurden nicht geäußert.

### 1.3 Problemstellung und Hypothese

Zahlreiche pull-Faktoren nach Ende des Koreakrieges (1950 - 1953) führten zu einer intensiven Migration in die Seoul City. Der Grüngürtel um die Seoul City sollte dem Wachstum der Stadt räumliche Grenzen setzen und deren unstrukturierte Zersiedelung verhindern. Da in dem Grüngürtel seit den 1970er Jahren jegliche Bebauung untersagt war, besitzt er einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der Seoul City und der gesamten Metropolregion von Seoul. Bereits in den 1980er Jahren war infolge der fortgesetzten Migration die Seoul City innerhalb des Grüngürtels fast vollständig erschlossen und dicht bebaut. Daraus resultierte ein Wohnungsmangel. Die Regierung errichtete daraufhin bis Mitte der 1990er Jahre mehrere Wohnstädte außerhalb des

Grüngürtels. Diese Satellitenstädte sind sehr eng mit der Seoul City verbunden. Die Entwicklung führte zu einer Suburbanisierung der Stadt, zahlreichen Pendlerbewegungen und intensiven Diskussionen über den Nutzen des Grüngürtels für die koreanische Hauptstadt. Der Grüngürtel besitzt jedoch auch ein hohes Potential an positiven stadtökologischen Einflüssen.

Diese ambivalente, teilweise sehr kontroverse Betrachtung des Grüngürtels in Seoul spiegelt sich auch in der koreanischen Forschung wider: In der Literatur wird der Grüngürtel um die Seoul City zumeist unter wirtschaftlichen oder stadtplanerischen Gesichtspunkten untersucht. Ökologische Bewertungen seines Einflusses wurden selten durchgeführt.

Zusammengefasst lesen sich die oben entwickelten Überlegungen zur nachfolgenden Forschung wie folgt:

1. Südkorea ist eine der dynamischsten Wirtschaftsregionen der Erde. Seit den 1950er Jahren entwickelte sich Südkorea innerhalb weniger Jahrzehnte vom Kriegsschauplatz zum Hightech-Land.
2. Die koreanische Hauptstadt Seoul ist ein bedeutendes Beispiel für eine megaurbane Stadtentwicklung, welche durch einen hochgradigen Suburbanisierungsprozess gekennzeichnet ist.
3. Um diese Entwicklungen nachhaltig zu steuern, wurde in den 1980er Jahren ein breiter Grüngürtel um den Bereich der Seoul City festgelegt, um hier eine weitere Zersiedlung und Bebauung zu verhindern.
4. Die Stadtverwaltung von Seoul und die Regierung haben seit den 1990er Jahren ein umfangreiches Stadterneuerungskonzept konzipiert, durch welches die Hauptstadt insgesamt eine nachhaltige Umwelt-Entwicklung erfährt.
5. Die wachsende Bedeutung der ökologischen Komponente und der damit verbundene aktuelle Bezug, vor allem aber auch gegen den Grüngürtel argumentierende Debatten sowie der geringe Anteil von ökologischen Themen unter den Seouler Grüngürtel-Publikationen, inspirierten zu dieser Forschungsarbeit. Hier soll vor allem das Ziel im Vordergrund stehen, die Ausbreitung von Schadstoffen und Lärm sowie die kühlende Wirkung des Grüngürtels für die Seoul City zu erfassen und zu bewerten. Damit werden neue Argumente für die Anlage und den Erhalt des Grüngürtels in Seoul entwickelt.
6. Es geht letztlich darum, die weltweit einmaligen breiten Grüngürtel einer Megacity bzw. Stadtregion zu analysieren, zu bewerten und daraus Schlüsse zu ziehen für die weitere Urbanisierung andernorts: Welchen Wert kann ein Grüngürtel für die nachhaltige Entwicklung einer Stadt haben?



Es werden hierbei zwei zentrale Arbeitshypothesen aufgestellt, die durch Literaturrecherche und Untersuchungen in dieser Arbeit geklärt werden sollen:

Der Grüngürtel um Seoul ist geeignet, die Suburbanisierung der Seoul City zu verhindern.

Der Grüngürtel um Seoul besitzt einen bedeutenden ökologischen Einfluss auf die Seoul City.

#### 1.4 Forschung

Diese Arbeit beschäftigt sich im Teil A mit der Entwicklung der Megacity Seoul, der Bedeutung ihres Grüngürtels und einer stadtökologischen Analyse des Untersuchungsraumes.

Ausgehend von der wirtschaftlichen Entwicklung weltweit wird in Kapitel 2 dieser Arbeit die Entwicklung von Asien und Seoul im geschichtlichen und geographischen Kontext betrachtet. Die Kriterien zur Stadtgründung werden erläutert und der dynamische Stadtentwicklungsprozess dargestellt.

Der Grüngürtel mit seinen stadtmorphologischen Veränderungen wird unter Einbeziehung der koreanischen und Seouler Planungskonzepte in Kapitel 3 ausführlich betrachtet. Die Gründung von Satellitenstädten und die damit verbundenen Probleme einer umweltverträglichen Stadtgestaltung werden aufgezeigt. In Kapitel 4 wird die Umweltpolitik von Korea und Seoul beschrieben und der Einfluss ausgewählter Parameter auf die Umwelt erörtert. Anschließend werden fünf stadtökologische Projekte innerhalb von Seoul vorgestellt. Damit sollen Belastungen, Potentiale und Chancen einer umweltverträglichen Stadtgestaltung aufgezeigt werden. Ökologische Betrachtungen sind die Grundlage für den Teil B dieser Arbeit. Der kontrovers diskutierte Grüngürtel von Seoul stellt aus verschiedensten Gründen ein interessantes Forschungsgebiet dar, nicht zuletzt auch, weil sich einige Defizite in der Argumentation zeigen. Deshalb wird im Teil B dieser Arbeit mit Hilfe von definierten Umweltparametern die ökologische Situation im Grüngürtel erfasst. Unter Zugrundelegung von frei zugänglichen Daten (Kap. 6) über die Schadstoffbelastung (Kap. 7), Lärmbelastung (Kap. 8) sowie die Oberflächentemperaturen der Stadt Seoul (Kap. 9) werden Methoden entwickelt und vorgestellt, umweltrelevante Faktoren der Seoul Metropolitan Area auszuwerten, um Rückschlüsse auf die ökologische Situation im Bereich des Grüngürtels und der Parkanlagen zu ziehen - um letztlich damit zu untermauern, dass der Grüngürtel in der Region Seoul eine wichtige stadtökologische Funktion hat. Abschließend wird ein Resümé des praktischen Teils gezogen (Kap. 10) und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gewährt (Kap. 11).

## 2 Wachstumsdynamik der Großstädte

### 2.1 Weltweit

Laut einer UN-Schätzung stieg die Gesamtbevölkerungszahl zwischen 1950 und 2012 von 2,5 Milliarden auf 7 Milliarden Menschen weltweit. Dies entspricht einer Vergrößerung auf das 2,8fache innerhalb von nur 60 Jahren (UN 2013 und UN 2012<sup>2</sup>). Auch die Anzahl der Stadtbewohner nimmt stetig zu. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, leben seit 2007 mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten (roter Punkt). 1950 waren es rund 29,4 % und 1985 etwa 41,2 %. Bis 2050 rechnen die Vereinten Nationen mit einem Anstieg auf mehr als 67,2 %.

Dieser Verstädterungsprozess kann auch anhand des regionalen Entwicklungsgrades spezifiziert werden. Abbildung 1 zeigt den Verstädterungsgrad von least developed countries (am wenigsten entwickelte Länder) inkl. China (2010: 28,1 % Verstädterungsgrad), less developed regions (wenig entwickelte Länder) (2010: 49,0 % Verstädterungsgrad) und more developed countries (Industriestaaten) (2010: 77,5 % Verstädterungsgrad) (UN 2012<sup>2</sup> und UN 2012<sup>3</sup>).

Seit der industriellen Revolution Anfang des 19. Jahrhunderts waren die more developed countries durch einen hohen Verstädterungsgrad charakterisiert und werden Prognosen der UN zufolge bis zum Jahre 2050 stetig ansteigen und eine Stadtbevölkerung von 85,9 % erreichen. Der Verstädterungsgrad in den least developed countries und less developed countries wird bis zum Jahre 2050 mit 49,8 % beziehungsweise 68,0 % deutlich zunehmen (UN 2012<sup>2</sup> und UN 2012<sup>3</sup>).

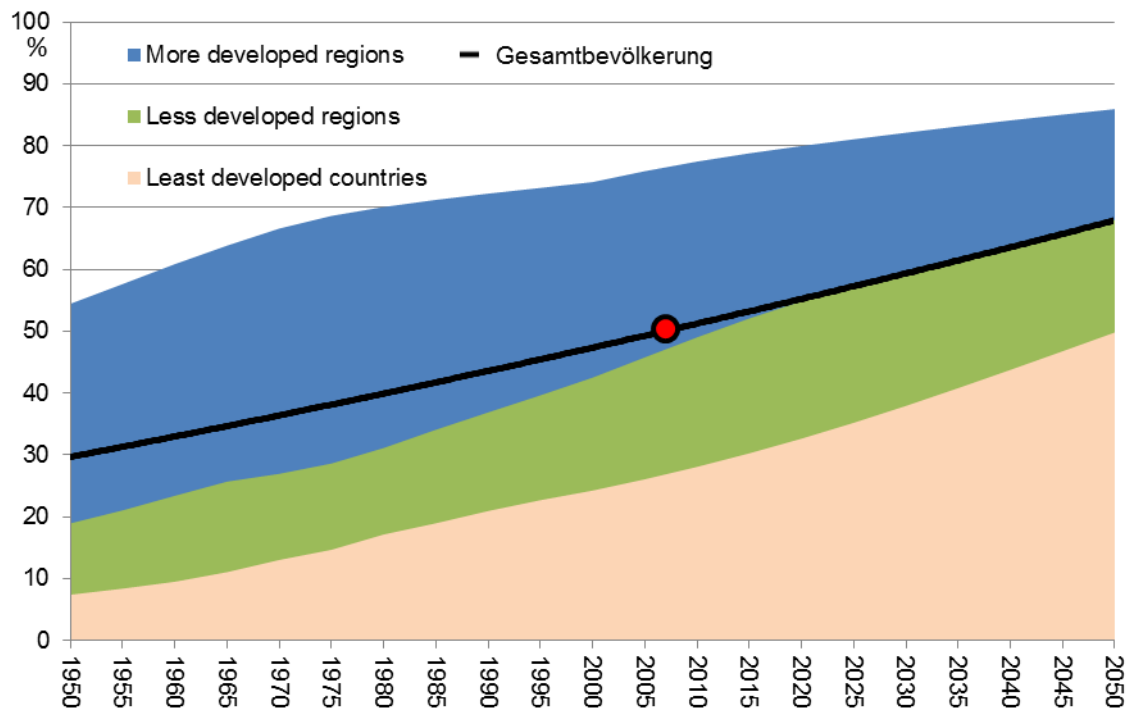


Abb. 1: Verstärterungsgrad von developed countries, less developed regions und more developed countries im Vergleich; seit 2007 (roter Punkt) beträgt der weltweite Urbanisierungsgrad mehr als 50 % (Quelle: selbst erstellt auf Grundlage von UN 2012<sup>2</sup> und UN 2012<sup>3</sup>).

Die Industrialisierung machte London 1801 zur weltweit ersten Millionenstadt. Es folgten weitere Orte in Europa, den USA und Japan, wobei es 1900 weltweit 20 Millionenstädte gab (BRONGER & STRELOW 1996:95). 1950 lebten 176 Millionen Menschen in 76 Millionenstädten. Im Jahre 2010 existierten dagegen bereits weltweit 450 Millionenstädte, in denen 1,38 Milliarden Menschen lebten (UN 2012<sup>4</sup>).

Doch die Entwicklungen liefen weltweit nicht uniform ab. 1900 befanden sich 18 der 20 Millionenstädte in Industriestaaten. Noch bis 1940 befanden sich die vier größten Städte allesamt in Industrieländern (New York, Tokio, London und Paris).

Aufgrund des größtenteils abgeschlossenen Industrialisierungsprozesses wuchsen die Metropolen der Industriestaaten in dem Zeitraum zwischen 1940 und 2010 nur noch um das 2,1fache (von 134,0 auf rund 275,2 Millionen) (UN 2012<sup>2</sup> und UN 2012<sup>3</sup>).

Ein anderes Bild zeigt die Betrachtung der Großstädte in den Entwicklungsländern. Bis 1900 lagen mit Kalkutta und Buenos Aires lediglich zwei Millionenstädte in Entwicklungsländern (BRONGER & STRELOW 1996:95-96). Erstmals 1955 erreichte Shanghai als Stadt aus einem Entwicklungsland mehr als fünf Millionen Einwohner (UN 2012<sup>4</sup>).

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges fand in den Metropolen der Entwicklungsländer jedoch eine bisher nicht bekannte Bevölkerungsexplosion statt. So vergrößerte sich von 1950 bis 2010 ihre Einwohneranzahl um das 17,6fache (von 42,8 auf 752,6 Millionen). Damit wuchsen die Städte der Entwicklungsländer signifikant schneller als die Metropolen der Industrieländer (UN 2012<sup>2</sup> und UN 2012<sup>3</sup>).

Diese Wachstumsdynamik in den Entwicklungsländern wird sich auch weiterhin dramatisch fortsetzen, denn verschiedene push- und pull-Faktoren begünstigen diesen Prozess. An oberster Stelle steht dabei der Wunsch nach Arbeit, sozialer Sicherheit und Wohlstand. Da sich die wirtschaftliche Dynamik der Entwicklungsländer zumeist auf die Hauptstädte oder Großstädte beschränkt, wird auch weiterhin eine Landflucht stattfinden. Dieser Prozess wird schon seit längerem beobachtet, erfährt aber erst in der Gegenwart eine dramatische Zunahme. Die ausufernde Megaurbanisierung erzeugt zahlreiche Probleme, denen die meisten Städte nicht gewachsen sind. Durch die Verdichtung von mehreren Tausend Menschen pro Quadratkilometer in einer Großstadt entsteht ein sehr komplexes Geflecht von sozialen und ökonomischen Problemstellungen sowie steigenden Umweltbelastungen. Wirtschaftliche und soziale Disparitäten, ausgedrückt in Elendsvierteln und steigender Kriminalität, sind sichtbare Zeichen dieser Entwicklung (GÄBE 2004:280). Urbanisierung erleichtert jedoch auch die globale Vernetzung und Interaktion, welche wiederum Fortschritt, Stabilität und wirtschaftliche Entwicklung hervorbringt. Letztlich stellt der Urbanisierungsprozess die Menschheit vor große Chancen, die jedoch mit hohen Risiken verbunden sind.

KOCH (2001: 8) schreibt dazu: „Die bisherige Stadtentwicklung hat für die Umwelt negative Wirkungen gehabt, die zu weitreichenden Veränderungen geführt haben. [...] Gerade unter dem Blickwinkel der weltweiten Verstädterung wird die Notwendigkeit einer Ökologisierung der Stadt deutlich.“

## 2.2 Asien

Ostasien besteht aus den Ländern China, Japan, Nordkorea, Südkorea, Macao, Mongolei und Taiwan. Es leben in dieser Region rund 23 % der Weltbevölkerung (UN 2012<sup>2</sup>). Seit einigen Jahrzehnten zählt Ostasien zu den dynamischsten Wirtschaftsregionen der Erde. Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen über die rasante Wirtschaftsentwicklung, den zunehmenden kulturellen Einfluss und die beeindruckenden Urbanisierungsprozesse. Bei diesen Beschreibungen wurden leider allzu oft die damit verbundenen ökologischen Belastungen nur peripher thematisiert.

Besonders eklatant sind die Umweltbelastungen in den chinesischen Metropolen. Seit einigen Jahren thematisiert die Zentralregierung, dass Umweltkatastrophen und hohe Umweltbelastungen zunehmend Kosten

verursachen und die Wirtschaftsentwicklung hemmen. Noch erscheint es für viele Chinesen unverständlich, dass sie ihre erst kürzlich erzielten Wachstumserfolge einer rigiden Umweltpolitik opfern sollen (CHUNMEI & ZHAOLAN 2010:1702).

Vorbildlich erscheint dagegen die Umweltpolitik in Japan, wo bereits 1969 ein Gesetz zur Verbesserung der Stadtluft ausgearbeitet wurde. Durch den wirtschaftlichen Aufstieg dieses Landes wurden seit den 1980er Jahren zunehmend Umweltprojekte thematisiert. 1997 wurde der „Priority Plan for a Resident-Friendly Tokyo“ und 1998 der „Action Plan for the Creation of an Eco-society“ durch die Stadtverwaltung vorgelegt. Beide Pläne beinhalten Regularien zur Verbesserung verschiedener stadtoökologischer Parameter (Recycling, Wasserverbesserung, Energieeinsparung, Verkehrsabbau und Umweltaufklärungskampagnen) (AOSHIMA 1999:xxi). Mit dem 3th Tokyo Metropolitan Long-Term Plan (1990 - 2000) wurden erstmals intensive Maßnahmen zur ökologischen Stadtverbesserung geplant (RUANO 1999:52), welche im aktuellen Long-Term Plan (2000 - 2010) erweitert und konkretisiert wurden (TMG 2013).

### 2.3 Korea

Im Gegensatz zu Japan und China sind die ökologischen Kenntnisse über Südkorea noch wesentlich unbekannter. Das war im Übrigen einer der Auslöser für die vorliegende Arbeit (BFAI 2008 & UN 2007). Das Land war bis vor einigen Jahrzehnten ein Agrarstaat. 1950 lebten 78,6 % der südkoreanischen Bevölkerung auf dem Land (Abb. 2 bis 4). Mit Beginn der Industrialisierung in den 1960er Jahren entstand eine gewaltige Binnenwanderung, sodass sich die ehemaligen Verhältnisse umgekehrt haben.

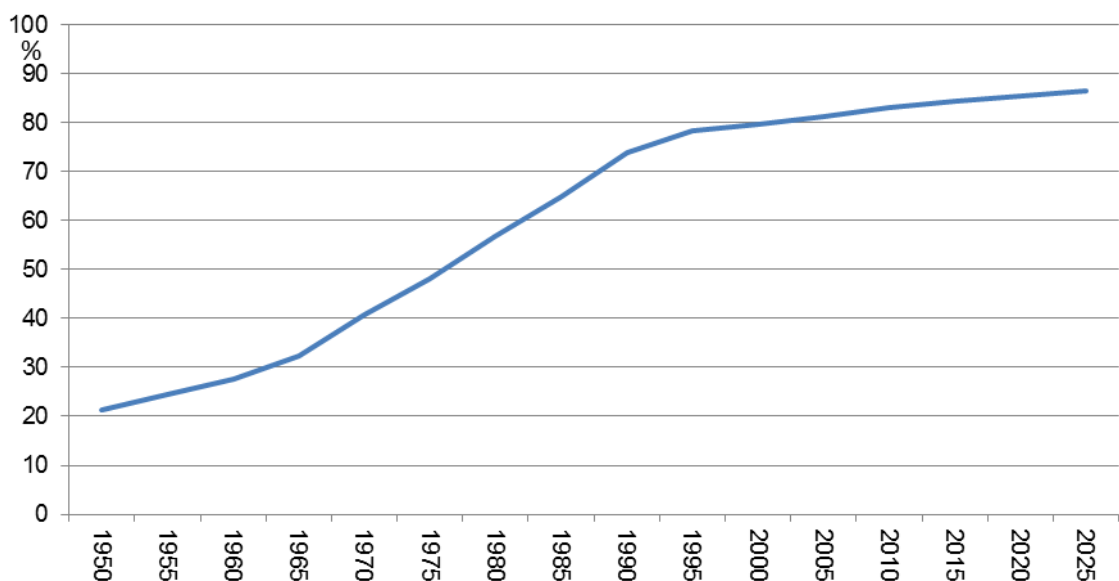


Abb. 2: Urbanisierungsrate (in %) in Korea (KOSIS 2013 und UN 2012<sup>1</sup>).

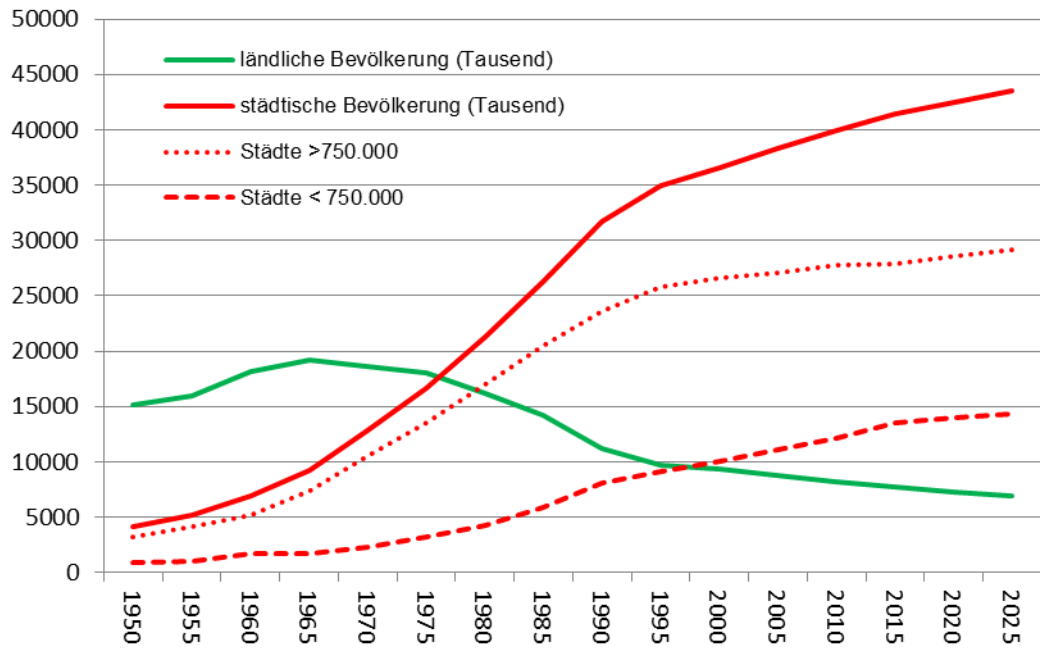


Abb. 3: Absolutes Wachstum der Land- und Stadtbevölkerung von Südkorea (1950-2025) (KOSIS 2013 und UN 2012<sup>1</sup>).

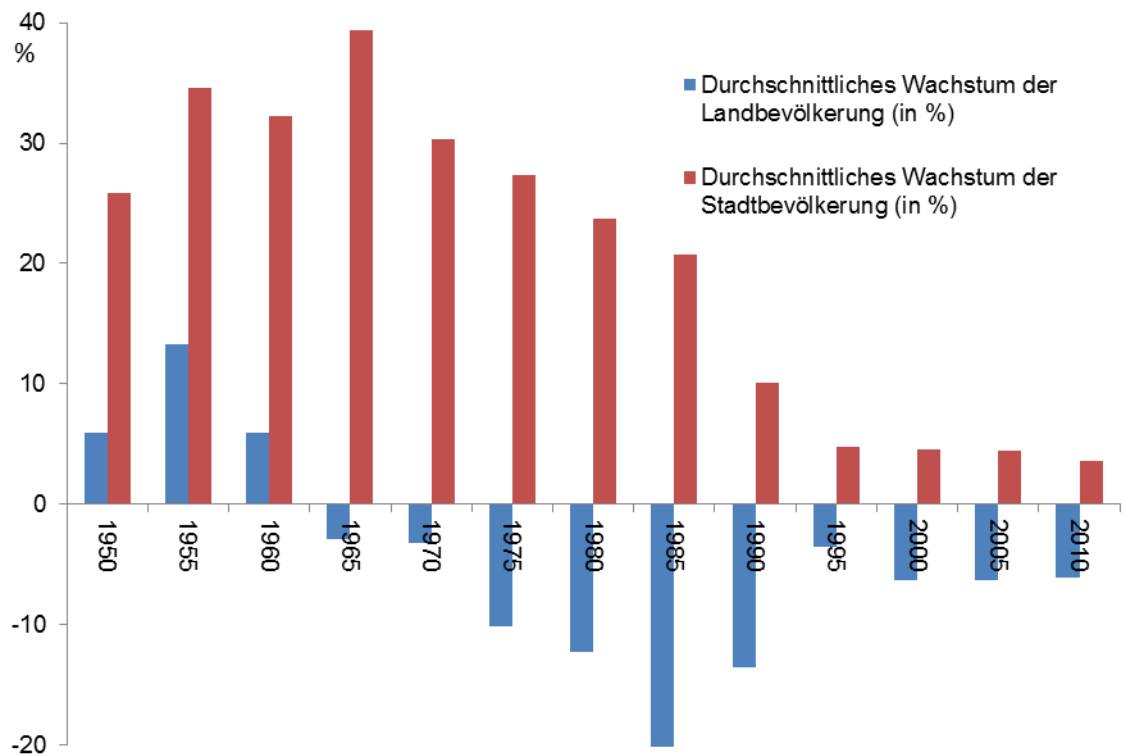


Abb. 4: Durchschnittliches Wachstum der Land- und Stadtbevölkerung von Südkorea (1950-2010) (KOSIS 2013 und UN 2012<sup>1</sup>).

So lebten im Jahre 2010 39,96 Mio. (82,9 %) der südkoreanischen Bevölkerung in Städten mit 750.000 Einwohnern (Abb. 2 bis 4) (UN 2012<sup>1</sup>).

Die Zentralisierung des Landes zog immer mehr Menschen und Investitionen in den Großraum Seoul. Die Bevölkerungsentwicklung der letzten Jahrzehnte ist durch Landflucht und Bevölkerungskonzentration geprägt. Mit 16.198 Einw./km<sup>2</sup> (Stand: 2010) besitzt die südkoreanische Hauptstadt eine sehr hohe Bevölkerungsdichte. 2010 lebten 9,8 Mio. Menschen in der Seoul City, was 20,3 % der südkoreanischen Bevölkerung auf 0,6 % der landesweiten Fläche bedeutet (UN 2012<sup>1</sup> und BAE & JUN 2003:375). Abbildung 5 verdeutlicht die Entwicklung der Bevölkerungsdichte Seouls seit 1911 bis zur Gegenwart. Mit Beginn der Kolonialisierung durch Japan und der erzwungenen Öffnung für den Außenhandel zogen mehr Menschen in die Hauptstadt Seoul. Die Bevölkerung nahm deutlich zu, aber aufgrund von Gebietserweiterungen im Jahre 1913, 1936 und 1949 (Abb. 5: 1, 2 und 4) verringerte sich die Bevölkerungsdichte. Sie stieg nach Ende des Zweiten Weltkrieges erneut deutlich an (3). Die geringste Bevölkerungsdichte hatte Seoul während des Koreakrieges (1950 - 1953). Nach Ende des Krieges stieg die Bevölkerungsdichte (5) erneut an. Die letzte und größte Gebietserweiterung (von 268 auf 605 km<sup>2</sup>) Anfang der 1970er Jahre führte erneut zu einem Abfall der Bevölkerungsdichte (6). Bis zu Beginn der 1990er Jahre wuchs die Bevölkerungsdichte stetig (7) an und erreichte ihren absoluten Höchststand mit 17.421 Einwohner / km<sup>2</sup> (8). Die gesamte Seoul City war somit erschlossen. Da die Stadtfläche nicht in den Grüngürtel erweitert werden konnte, stagnierte auch die Bevölkerung und somit die Bevölkerungsdichte. Bis zur Mitte der 1990er Jahre wurden mehrere Satellitenstädte um Seoul errichtet. Die als reine Wohnstädte konzipierten Satellitenstädte erfreuten sich einer hohen Beliebtheit unter der Bevölkerung (Kap. 3.5). Viele Millionen Koreaner bezogen Wohnungen in den Satellitenstädten um Seoul, sodass sich die Bevölkerungsanzahl in den letzten zwei Jahrzehnten erstmalig seit dem Koreakrieg verringerte. Im Zuge dessen verringerte sich auch die Bevölkerungsdichte. Sie lag im Jahre 2010 bei 16.117 Einwohner / km<sup>2</sup> (9) (UN 2012<sup>1</sup>).

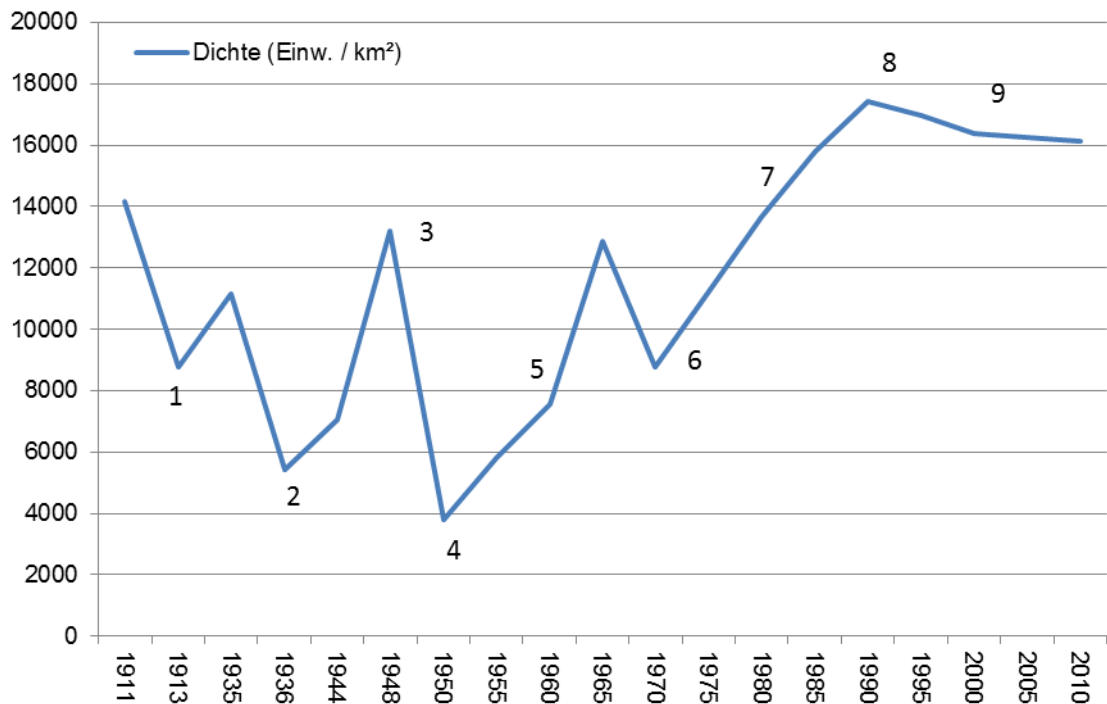


Abb. 5: Entwicklung der Bevölkerungsdichte der Seoul City mit neun markanten Ereignissen (Quelle: KOSIS 2013, UN 2012<sup>1</sup>, CHANG 1997:38 und UN 2007).

## 2.4 Korea in der Weltwirtschaft

In Ostasien werden rund 18 % der weltweiten Exporte und rund 15 % der globalen Importe abgewickelt (BUNDESAGENTUR FÜR AUßENWIRTSCHAFT 2008<sup>1</sup>). China, Taiwan, Japan und Südkorea demonstrieren eine überdurchschnittliche Wachstumsdynamik, die deutlich schneller abläuft als die industriellen Entwicklungsphasen von Europa und Nordamerika. Demzufolge kann diese Region aufgrund der derzeitigen Entwicklungen als dritte bedeutende Weltwirtschaftsregion neben Nordamerika und der EU bezeichnet werden.

Nach dem Ende des Koreakrieges (1950 bis 1953), welcher als erste militärische Auseinandersetzung des Kalten Krieges gilt, vollzog sich in Südkorea ein rasanter wirtschaftlicher Aufschwung (SINIGOJ 2007:87), der eine ebensolche Bevölkerungsentwicklung, Verstädterung und einen starken Metropolisierungsprozess bedeutete (KIM & HAN 2012:143).

Die beiden größten Probleme für Südkorea nach dem Ende des Koreakrieges waren die politische Instabilität und die Armut im Land. Durch die vorherrschende Korruption der Regierung wurde der Zustand noch verschlechtert. Im Jahre 1960 gab es eine große politische Bewegung, die als sogenannte „19. April Bewegung“ bekannt wurde und gegen die korrupte Rhee Seung Man Administration protestierte (CUMINGS 1997:344).



Trotz des nationalen Wunsches nach mehr Demokratie, setzte sich Park Chung Hee, Führer des Militärs, durch und inthronisierte sich 1961 zum neuen Präsidenten von Südkorea. Der nicht demokratisch gewählte Park hatte einen enormen Einfluss auf die verschiedenen Bereiche der koreanischen Gesellschaft einschließlich der Stadtplanung. Er legte großen Wert auf die Armutsbekämpfung in der Hoffnung, dass sein Militärputsch von der Bevölkerung akzeptiert werden würde. Die Stärkung der Exportwirtschaft war für ihn der wichtigste Aspekt zur Entwicklung der Wirtschaft von Korea. Korea hatte kein Kapital, keine Technologien und keine Ressourcen. Es besaß lediglich Millionen billige Arbeitskräfte. Aus diesem Grund wurde die Leichtindustrie (Schuhe, Kleidung und Textilien) zum wichtigsten Exportfaktor von Korea. Zudem wurden die Verhinderung des kommunistischen Einflusses und der Abbau absoluter Armut zum wichtigsten Ziel der Alliierten (KIM & HAN 2012:143). Seit dem Ende des Koreakrieges sind mehrere Tausend US-Soldaten im Zentrum von Seoul stationiert (USMK 2013) (Yongsan-Militärbasis, Kapitel 4.6.4). 1962 wurde die „Chosun Civil Area Planning Enactment“ durch den „Urban Planning Act“ ersetzt und beinhaltete den Aufbau von zahlreichen Fabriken zur wirtschaftlichen Entwicklung des Landes. Großinvestitionen und die steigende Anzahl von Arbeitsplätzen in Seoul erzeugten zahlreiche pull-Effekte für die verarmte Landbevölkerung (KIM & HAN 2012:143). Koreas rasanter Industrialisierungsprozess basierte auf niedrigen Löhnen und der Ausbeutung der Arbeitskräfte. So existierten damals keine geregelten Arbeitszeiten und schlechte Arbeitsbedingungen in fast allen Bereichen der arbeitsintensiven Leichtindustrie. Die unter den Angestellten formierten Proteste gegen die schlechten Arbeitsbedingungen führten auch zu dem Wunsch nach mehr Demokratie und der Einhaltung der allgemeingültigen Menschenrechte. Protestbewegungen wurden immer wieder von der Militärdiktatur unterdrückt (CUMINGS 1997:369).

Aufgrund des rasanten Wachstums von Seoul entstand auch eine Vielzahl von städtischen Problemen (Landverknappung, hohe Wohnungspreise und intensive Wohnraumspekulationen) (KIM & HAN 2012:143).

In den 1970er Jahren änderte die koreanische Regierung den Schwerpunkt ihrer Wirtschaftspolitik und fokussierte sich auf die arbeitsintensive Schwerindustrie. Es wurden dabei vorrangig Chemikalien, Stahl, Maschinen und Produkte für den Schiffbau exportiert (SHIN & TIMBERLAKE 2006:152). Eine Besonderheit der koreanischen Wirtschaft waren die von der Regierung mit niedrigen Zinsen geförderten Großkonglomerate (kor. Chaebol)<sup>2</sup>. Ohne die

---

<sup>2</sup> Chaebol (reiche Sippe) ist der koreanische Begriff für ein großes Familienunternehmen, das meist aus verschiedenen Sparten besteht. Die Geschäftsführer der Chaebol begannen sich seit Beginn der 1990er Jahre auch in der Politik zu engagieren, sodass eine enge Verbindung zwischen Wirtschaft und Politik existiert (KIM 1997:199-200).

Chaebol hätten finanzintensive Großprojekte bis in die heutige Zeit nicht realisiert werden können (FUJITA 2000:2202)

Die koreanischen Exporte vergrößerten sich von 100 Millionen Dollar im Jahre 1964 auf 1 Mrd. US-Dollar im Jahr 1977. In den 1980er Jahren wurde Südkorea für sein rasches Wirtschaftswachstum (neben Singapur, Taiwan und Hongkong) als asiatischer Tigerstaat bezeichnet (TURNER & KIM 2004:98).

In der Mitte der 1980er Jahre fielen auf die zehn größten Chaebols fast 70 % des landesweiten BIP (Bruttoinlandsprodukt) (KIM & HAN 2012:145). Die Investitionen in die Schwerindustrie und die chemische Industrie verstärkten die Macht und den Einfluss der Chaebols (SHIN & TIMBERLAKE 2006:152).

Die Firmenzentralen aller Chaebols befinden sich in Seoul (HILL & KIM 2000: 2171). Ihre Finanzstärke und räumliche Nähe ermöglichte es den Chaebols, eine enge Beziehung zu der Regierung aufzubauen (KIM 1997:24 und SHIN & TIMBERLAKE 2006:152). Seit den 1990er Jahren engagierten sich die Führer der Chaebols auch in der Politik. Viele hochrangige Manager der Chaebols bewarben sich auf Sitze in der Nationalversammlung oder den des Präsidenten (KIM 1997:199-200). Der Gründer der Chaebol Hyundai (Chung Chu Young) bewarb sich auf den Posten des Präsidenten im Jahre 1992. Sein Sohn besitzt einen Sitz in der Nationalversammlung. Der ehemalige Geschäftsführer der Hyundai Construction Corporation (Lee Myung-Bak) war der letzte Präsident von Korea (2008 - 2013, KIM & HAN 2012:145).

Der Großteil der koreanischen Schwerindustrie befindet sich entlang der Südostküste der koreanischen Halbinsel. Dort besteht eine ausreichende Wassertiefe für den Bau von Containerschiffen und in den Hochseehäfen konnte der landesweite Warenimport und Export organisiert werden (Shin & Ciccantell 2009:192).

Aufgrund von Landknappheit und der steigenden Bodenpreise verlagerten sich seit den 1980er Jahren die Industriebetriebe von der Seoul City in die Seoul Metropolitan Area (SHIN & TIMBERLAKE 2006:152). Die südkoreanische Regierung unterstützte ausländische Direktinvestitionen (ADI) als ein wichtiges Mittel, um Einkommen aus dem Ausland zu akquirieren.

Das nominale BSP (Wert aller in Korea produzierten Waren ohne Bereinigung der Inflation) pro Kopf stieg zwischen 1960 und 1994 um das 100fache und real um das 15fache (BRONGER & STRELOW 1996:25). Innerhalb von vier Jahrzehnten hatte sich Südkorea von einem Least Developed Country (LCD<sup>3</sup>) bis an die Schwelle zum Industrieland<sup>4</sup> und schließlich zum Industriestaat entwickelt. Dies kann als ein weltweit einmaliger Prozess beschrieben werden.

---

<sup>3</sup> LDC (Least Developed Countries) ist ein von den UN auferlegter sozialökonomischer Status, den eine Gruppe von besonders armen Ländern überall in der Welt besitzt (UN 2012<sup>1</sup>).

<sup>4</sup> Eine gute Übersicht über die Entwicklungen von 1963 bis 1983 in Südkorea bietet SERFAS, A. (1987): An der Schwelle zum Industrieland: Die wirtschaftliche Entwicklung Südkoreas 1963 bis 1983.

Beachtenswert ist, dass dieser Wachstumsprozess lediglich durch die Asienkrise 1997/1998 kurzzeitig unterbrochen wurde. Neben China und Japan avancierte Südkorea zu einem wirtschaftlich sehr bedeutenden Land im ostpazifischen Raum.

## 2.5 Metropolregion Seoul

### 2.5.1 Geographische Verortung

Die koreanische Halbinsel besitzt eine Nord-Süd-Erstreckung von 1100 km und eine Fläche von 221.154 km<sup>2</sup> (was etwa zwei Drittel der Fläche von Deutschland entspricht) (KOIS 2005:11). Das Land wird im Norden von China und Russland begrenzt. Im Nordwesten befindet sich die Korea Bay und im Südwesten das Gelbe Meer. Im Süden schließt sich die Koreastraße an und im Osten befindet sich das Japanische Meer, welches in Korea oft als Ostmeer bezeichnet wird. In diesen Gewässern befinden sich mehr als 3000 Inseln, von denen die meisten in der Koreastraße und der „Korea Bay“ anzutreffen sind (TAEHAN & KONGBOWON 2003:8-9). Die Breite des Landes zwischen West und Ost beträgt rund 300 Kilometer und die Länge in Nord-Süd Richtung beträgt rund 500 Kilometer (AHK 2007:19). Die kürzeste Verbindung zur chinesischen und japanischen Küste beträgt etwa 200 Kilometer (TAEHAN & KONGBOWON 2003:8-9). Aufgrund der besonderen Lage als Landbrücke besaß das Land eine Mittlerfunktion zwischen den westpazifischen Inselbögen und dem ostasiatischen Festlandblock (Abb. 6). Besonders prägend für die kulturelle und historische Entwicklung war der japanische und chinesische Einfluss (CHANG 1997:12).

Nach Ende des Zweiten Weltkrieges wurde die Halbinsel in die Demokratische Volksrepublik Korea (Nordkorea) und die Republik Korea (Südkorea) geteilt. Nordkorea besitzt eine Ausdehnung von 122.760 km<sup>2</sup> (55 %), Südkorea über 99.392 km<sup>2</sup> (45 %). Nordkorea wurde von den sowjetischen Streitkräften und Südkorea von den US-Streitkräften besetzt. Die 243 Kilometer lange Grenze wurde entlang des 38ten Breitengrades gezogen, sodass Südkorea auf dem Landweg nur über Nordkorea erreichbar ist. In der vorliegenden Arbeit beziehen sich die geographischen, geschichtlichen und wirtschaftlichen Ausführungen schwerpunktmäßig auf Südkorea (TAEHAN & KONGBOWON 2003:8-9).

Südkorea (Abb. 7) besitzt eine ausgeprägte Topographie, denn rund 70 % der Landfläche sind gebirgig. Die Gebiete im Süden und Westen des Landes sind flach und werden für den Reisanbau genutzt (AHK 2007:19). Die höchste Erhebung Südkoreas befindet sich auf der Insel Jeju-do, welche in der Koreastraße liegt. In dessen Zentrum befindet sich der erloschene Vulkan Hallasan (1950 m). Das Festland von Südkorea besitzt fünf Gebirgszüge, von denen der im Osten befindliche und in einer Nord-Süd-Verbindung verlaufende

Taebaek der größte ist. Im Südwesten des Taebaek-Gebirges schließt sich das Sobaek-Gebirge an. Der höchste Punkt dieses Gebirges ist der 1915 m hohe Jirisan, welcher zugleich Südkoreas höchster Berg auf dem Festland ist. Die Topographie des Landes begrenzt die für Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung in Frage kommenden Flächen (TAEHAN & KONGBOWON 2003:29-30).

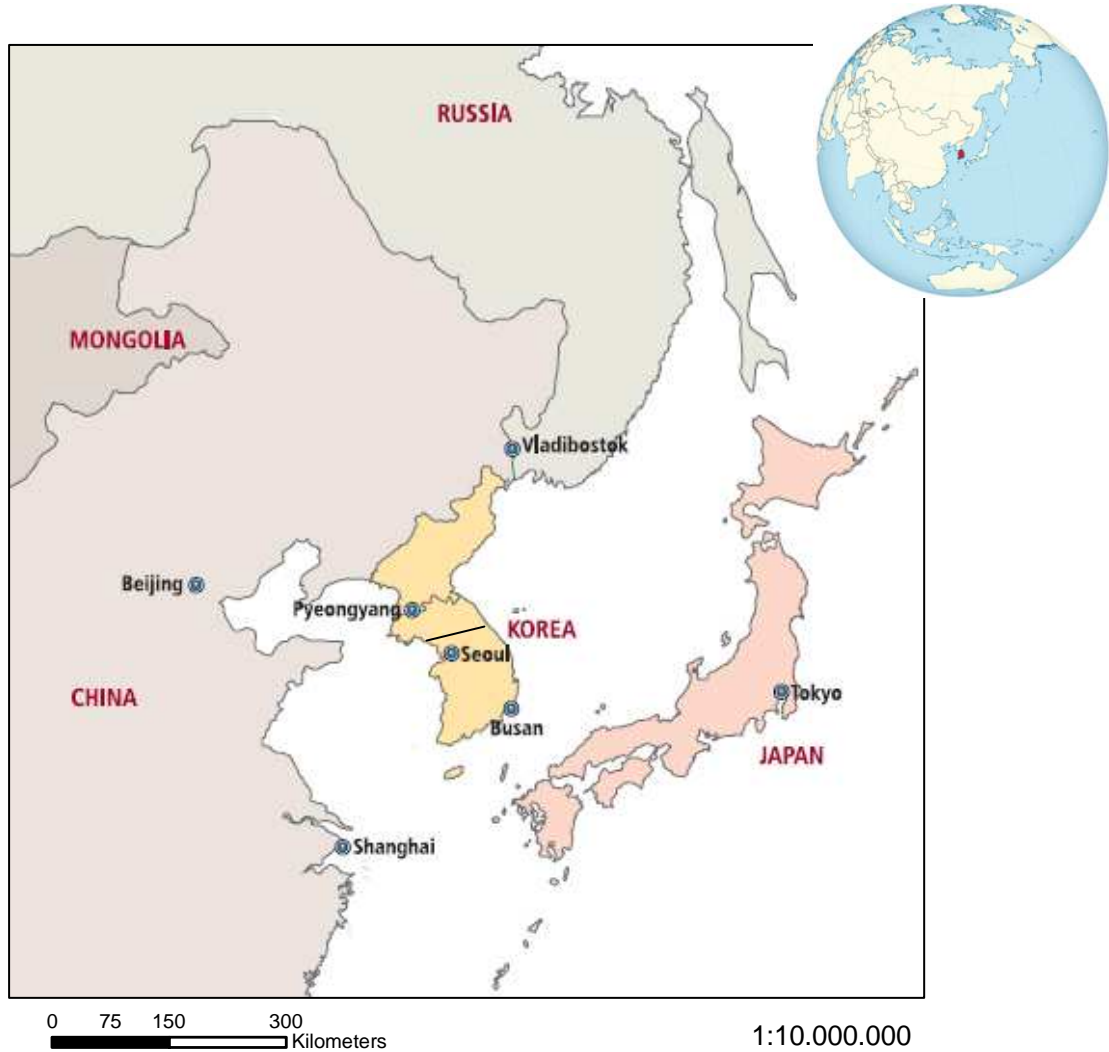


Abb. 6: Geographische Verortung von Ostasien (MLTM 2013).



Abb. 7: Landnutzungskarte von Südkorea (Quelle: zusammengestellt nach PARK ET. AL. 2003:15 & KTO 2007:1).

In Südkorea fließen vier Flüsse mit einer Länge von mehr als 200 Kilometern. Aufgrund von monsunbedingten Starkniederschlägen und Taifunen variieren die Flusspegel in den Sommermonaten sehr stark. In den letzten Jahrzehnten wurden jedoch zahlreiche Stauseeprojekte verwirklicht, die zur Stromerzeugung und Flutkontrolle dienen. Der längste Fluss des Landes ist der Nakdonggang mit 525 km Länge. Er entspringt im Taebaeksan und fließt in Richtung Süden und bei Busan ins Japanische Meer.

Der zweitlängste Fluss des Landes ist der Han-gang (514 km). Er ist bedeutend für die Hauptstadt des Landes, denn seine beiden Arme entspringen im Taebaeksan und vereinigen sich etwa 35 km vor der Stadt. Der Han fließt von Ost nach West durch die Stadt und mündet schließlich als Grenzfluss zu Nordkorea in das Gelbe Meer (TAEHAN & KONGBOWON 2003:29-30). Er versorgt nicht nur Seoul, sondern auch mehrere andere große Städte mit Trink- und Brauchwasser für die Landwirtschaft und Industrie.

Südkorea besitzt eine Küstenlänge von 2.413 Kilometern. Die Ostküste bietet zahlreiche Sandstrände und eine zerklüftete, teilweise steil aufsteigende Küstenlandschaft. Die Süd- und Westküste ist wesentlich unregelmäßiger geformt und besitzt zahlreiche vorgelagerte Inseln. Die größte Insel des Landes ist Jeju-do. Sie liegt 150 km südlich des Festlandes und besitzt eine Fläche von 1.845 km<sup>2</sup>. Die Gezeiten an Süd- und Westküste sind wesentlich ausgeprägter als an der Ostküste. An der Westküste - wo sich auch das weltweit zweitgrößte Wattenmeer befindet - kann der Tidenhub bis zu zehn Meter betragen, was die Hochseeschifffahrt deutlich erschwert. Demzufolge befinden sich die meisten Großhäfen des Landes an der Süd- und Ostküste.

Die koreanische Halbinsel besteht zu ungefähr zwei Dritteln aus präkambrischen metamorphen und granitischen Gesteinen, wobei beispielsweise Granitgneis sehr häufig anzutreffen ist. Obwohl die Verteilung sedimentärer Gesteine sehr begrenzt ist, dominiert Kalkstein in einigen Regionen. Im Gegensatz zum tektonisch aktiven Japan besitzt Südkorea eine stabile Landmasse ohne aktiven Vulkanismus und nur selten auftretende seismische Störungen. Seit der Zeitenwende bis zur Gegenwart wurden etwa 2000 mittlere und größere Erdstöße registriert, von denen 48 eine zerstörerische Wirkung hatten. Innerhalb der Halbinsel lassen sich jedoch Unterschiede erkennen. So ist Südkorea seismisch aktiver als Nordkorea und der Westen der Halbinsel ist wiederum aktiver als der Ostteil (TAEHAN & KONGBOWON 2003:29-30).

Südkorea liegt in einem Grenzbereich zwischen kontinental und subtropisch geprägtem Klima. Durch den topographischen Einfluss dominiert kontinentales Klima (SONG 1998:8). Es existierten vier ausgeprägte unterschiedliche Jahreszeiten. Im Vergleich zu Gebieten in Europa und den USA mit vergleichbarer nördlicher Breite sind die klimatischen Unterschiede zwischen

Sommer und Winter sehr groß. Der Winter (November bis März) ist kalt und wird primär von trockenen Luftmassen aus Nordwesten bestimmt. Die Windgeschwindigkeiten sind zwischen Dezember und Februar am stärksten. Januar ist der kälteste Monat in Seoul mit einer mittleren Temperatur um den Gefrierpunkt. Der Herbst (Mitte September bis Ende Oktober) und der Frühling (Ende März bis Mitte Juli) sind mild und sonnig.

In den Sommermonaten - zwischen Ende Juli und Anfang September - transportieren Südwinde humide und maritime Luft nach Südkorea. Mehr als die Hälfte der Niederschläge werden in den Sommermonaten verzeichnet und der vorherrschende Wind kommt aus Südost bis Südwest. Der August ist der wärmste Monat des Jahres in Seoul mit einer mittleren Temperatur von 24°C. In den Sommermonaten - zumeist ab Juni - wird Südkorea häufig von Taifunen heimgesucht. Wenn sich eine stationäre Front über dem Festland gebildet hat, treten Starkniederschläge auf, die verbunden mit Überschwemmungen und Stürmen häufig größere Personen- und Sachschäden verursachen (TAEHAN & KONGBOWON 2003:15-17). Obwohl Seoul vergleichsweise selten die Auswirkungen eines Taifuns erfährt, stellen die tropischen Wirbelstürme - neben Überschwemmungen - das größte Naturrisiko für die Hauptstadt dar (vgl. statistische Daten zu Naturgefahren: MUNICH RE 2005:75).

### 2.5.2 Fengshui als Grundkonzept für die Stadtgründung

Seoul wurde 1394 während der Chosön-Dynastie (1392 - 1910) im Zentrum des Landes gegründet und bildet seitdem das funktionale Zentrum von Korea (ENGELHARD 2004:258). Die Hauptstadt befindet sich in einem von Gebirgen eingesenkten Becken im Norden des Han-Unterlaufs, der die Stadt nach Westen durchfließt und in das Gelbe Meer mündet (DORMELS 2007:233). Zur Lokalisierung von Seoul wurden Feng Shui Methoden und konfuzianische Prinzipien hinsichtlich der Struktur und der Stadtplanungsstruktur von Seoul angewendet (KIM & HAN 2012:142). Im Folgenden werden diese Methoden vorgestellt und erläutert.

Gemäß der Fengshui-Theorie (koreanisch: Pungsu-jiri) ist es wichtig, dass verschiedene ökologische Verhältnisse (z. B. fruchtbarer Boden, frische Luft, sauberes Wasser, Wald) stimmig aufeinander wirken<sup>5</sup>. Es können hohe Energiewerte entstehen, wenn die ökologischen Verhältnisse optimal räumlich arrangiert und verbunden sind (Hong & Song & Wu 2007:225). Durch Beurteilung der Topographie und einer umfangreichen Landbewertung können

---

<sup>5</sup> Yin und Yang ist eine andere Bezeichnung, aber auch das Grundkonzept des Fengshui. Durch sie werden alle Phänomene der Abweichung und Ungleichmäßigkeit der natürlichen Topographie als Yin und Yang interpretiert. Die Erde, auf der die Menschen leben, wird als ein „Taikyoku“ betrachtet, das heißt eine in Yin und Yang geteilte Existenz. Während Yin „Senke“ und niedrig bedeutet, ist Yang „Erhebung“ und hoch. Durch eine Methode, die einen Ort nach Fengshui auswählt, müssen die „Yin“ und „Yang“ - Topographie miteinander in Harmonie stehen (TEMBATA & OKAZAKI 2011:96).

Orte mit einer optimalen Vitalität (beziehungsweise Lebensenergie, Energiefluss) (vgl. WATANABE, 1990; CHOI, 1991, 2000) identifiziert werden. Die Maximierung des Qi<sup>6</sup> ist das Ziel der Fengshui-Lehre. Qi hängt von aktiven Energie-, Stoff-, Teilchen- und Informationsflüssen ab sowie vom harmonischen Wechselspiel zwischen Bergen und Strömen (den beiden Elementen des Fengshui) (ZONNEVELD 1995:12 und HONG & SONG & WU 2007:225). Es spielen geophysikalische und morphologische Parameter für die Beurteilung einer Landschaft auf Basis der Feng-Shui-Technik eine entscheidende Rolle. Beispielsweise verkörpert eine von Bergen umgebene Landschaft eine kompakte und weniger fragmentierte Landschaft und dadurch positive Energie (HONG & SONG & WU 2007:225). Fengshui-basierte Stadtlandschaften in Korea sind deshalb in der Regel in Tälern anzutreffen, die von hohen Bergen umgeben sind (HONG & SONG & WU 2007:227).

Fengshui konnte sich zum Ende der Shilla-Dynastie (57 v. Chr. - 935 n. Chr.) etablieren und ist tief mit dem koreanischen Seon-Buddhismus (japanisch Zen-Buddhismus, chinesisch Chan-Buddhismus) verbunden.

Inmitten der politischen und sozialen Unruhen am Ende der Shilla-Dynastie (935 n. Chr.) gab es zwei ausschlaggebende Entwicklungen: das Anwachsen des Seon-Buddhismus im Gegensatz zum orthodoxen Buddhismus und der Aufschwung der aus niederen Aristokraten bestehenden intellektuellen Klasse. Der Seon-Buddhismus kam zuerst am Ende der Drei-Königreich-Periode (57 v. Chr. - 668 n. Chr.) auf, konnte sich aufgrund der Prosperität anderer orthodoxer Sekten zunächst nicht etablieren. Während der politisch geschwächten Shilla-Area (ab dem achten Jahrhundert n. Chr.) begann der Seon-Buddhismus mit Unterstützung lokaler Warlords zu wachsen. Im Gegensatz zur traditionell autoritären und antagonistischen Haltung des Buddhismus und aufgrund der Betonung des individuellen Intellektualismus gewann Seon leicht die Unterstützung lokaler Warlords und der gebildeter Personen.

Die Seon-Priester studierten Astrologie und Geographie. Fengshui wurde dabei die dominierende räumlich, geographische Denkweise dieser Epoche. Die Ideen des Seon in Verbindung mit der Technik des Fengshui stärkte de Einfluss der Anti-Shilla-Warlords (CHOI 1986:42).

Sowohl Seon-Priester als auch Fengshui-Experten bestanden darauf, dass Gyeongju, als Hauptstadt der Shilla-Dynastie, im Südosten der koreanischen Halbinsel schlecht lokalisiert sei und eine neue Hauptstadt nach Zentralkorea zu verlagern wäre. Mit dem Niedergang der Shilla-Dynastie im neunten

---

<sup>6</sup> Bei Fengshui versteht man die Erde als fingierten menschlichen Körper. „Ein Puls von Qi“ läuft im Untergrund entlang eines Drachenspulses, parallel zu „einem Meridian“ des menschlichen Körpers. Die Drachenhöhle, wo sich das Qi konzentriert, entspricht einem Akupunkturpunkt, der für die Anwendung von Akupunktur und Moxibustion im physikalischen Kanal notwendig ist. In früheren Zeiten betrachtete man die Erde als heiligen Körper, erfüllt von Leben (TEMBATA & OKAZAKI 2011:96).



Jahrhundert n. Chr. und dem Aufstieg des koreanischen Königreichs Goryeo wurden erstmals Fengshui-Techniken angewendet, um die Lage der neuen Hauptstadt zu verorten. Es wurde die Region um das heutige in Nordkorea befindliche Kaesŏng ausgewählt. Kaesŏng wurde daraufhin vom 10. bis zum Ende des 14. Jahrhunderts Hauptstadt der Goryeo-Dynastie (CHOI 1986:42).

Mit dem Fall der Goryeo-Dynastie 1392 betrachtete man die Lebensenergie der Fengshui-Landschaft der alten Hauptstadt Kaesŏng als verbraucht. Der Begründer der neuen Chosŏn-Dynastie (1392-1910) Tàejo Yi Song-gye (1302 - 1398) beauftragte auf der Suche nach einem geeigneten Ort für seine neue Hauptstadt die besten Fengshui-Experten des Landes. Wie in den Tàejo shillok (Annalen des Königs Tàejo) berichtet wird, war dies ein Regierungsunternehmen höchster Ordnung, da gemäß des Fengshui-Konzeptes die Wahl des vorteilhaftesten Ortes einen entscheidenden Effekt auf das Schicksal der neuen Dynastie und schließlich auch auf das des koreanischen Volkes für die nächsten Jahrhunderte (500 Jahre) haben sollte. Während der Chosun-Dynastie wurden auch konfuzianische Prinzipien auf die Struktur der Stadtplanung angewendet (KIM & HAN 2012:142)<sup>7</sup>.

In Korea gibt es traditionell drei präzise lokalisierbare Landschaften, die für eine Hauptstadt basierend auf der Feng-Shui-Technik besonders günstig sind: das Becken von Kaesŏng, das Becken von Seoul (Abb. 8) und das Becken auf der Südflanke des Gyeryongsan-Berges (135 km südlich von Seoul). Die Senke von Seoul und die Region am Gyeryongsan-Berg wurden für die Feng-shui-Experten der Chosŏn-Dynastie in die engere Wahl einbezogen. Erst nach 1394, nachdem die Fengshui-Eigenschaften beider Orte sorgfältig verglichen worden waren, wurde die endgültige Entscheidung getroffen. Obwohl schon Bauarbeiten an der Südflanke des Gyeryongsan-Berges begonnen hatten, wurde der König schließlich vom Vorzug des Seoul-Beckens überzeugt, wo er seine Hansong genannte Hauptstadt errichtete (CHOI 1986:43).

---

<sup>7</sup> Das Erbe der konfuzianischen Kultur blieb in der koreanischen Gesellschaft bis in die heutige Zeit präsent (CUMINGS 1997:300-301). Beispielsweise müssen Regierungsbeamte eine umfangreiche Aufnahmeprüfung leisten. Die Beamtenposition ist in Korea deshalb mit einem hohen Ansehen verbunden. Zudem besitzt Bildung allgemein einen hohen Stellenwert in der koreanischen Gesellschaft. Die angesehene Positionen eines Beamten und die allgemeinen Entwicklungen zu der Bildungsgesellschaft in Korea wurden maßgeblich durch die Regeln des Konfuzianismus beeinflusst (AMSDEN1989:219).

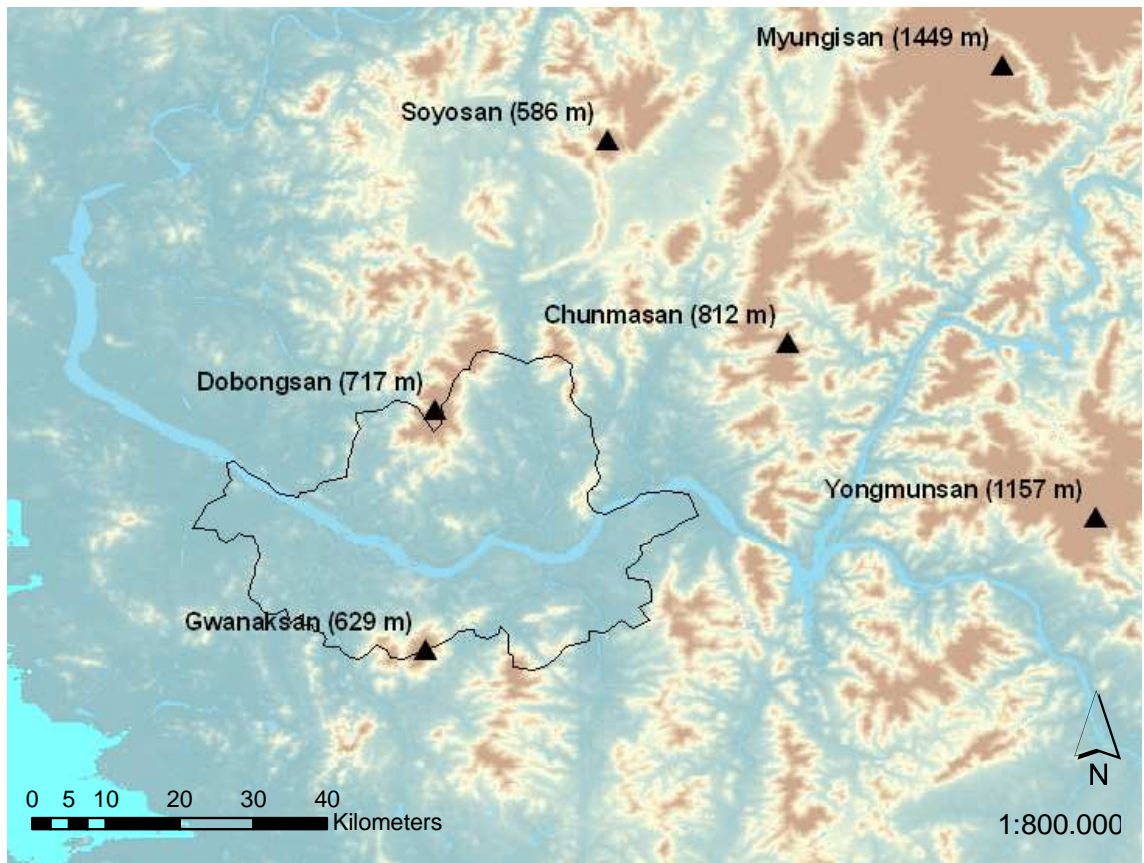


Abb. 8: Grenzen des heutigen Seoul und seine Lage in einem intramontanen Becken umgebenen von Bergen (Quelle: verändert nach SDI 2007:73 und SDI 2000:135).

Neben der Lage von Bergen und Flüssen muss sich laut Feng-Shui-Theorie der Königs-Palast im Zentrum der Hauptstadt befinden (CHOI 1986:44). Der Gyeongbokgung-Palast (Königspalast) war der größte und bedeutendste Palast während der Chosŏn-Dynastie (KIM & HAN 2012:142). Sein Name bedeutet „Palast der Leuchtenden Freude“ (OKAZAKI 2011:140) (Abb. 11) und befand sich im Zentrum des historischen Seouls (TEMBATA & OKAZAKI 2011:93). Er wurde 1394 errichtet und nach einem Brand im Jahre 1867 restauriert. Der Gyeongbokgung Palast (Abb. 9 [a1] und Abb. 10 [a1]), mit der für zeremonielle Zwecke wichtigen Geunjeongjeon Halle (Abb. 10, a1), war zugleich der größte der fünf Paläste, welcher in der Joseon Dynastie errichtet worden war. Laut idealer Feng-Shui-Auslegung befindet er sich günstig gelegen, denn er ist im Norden umgeben von den Bergen Bugaksan (342 m, m2) sowie Bukansan (836 m, m1) und im Osten von den Bergen Naksan (126 m, m3) und Yongmasan (348 m, m7). Die „zentrale Achse“ des Gyeongbokgung Palastes befindet sich auf einer Geraden mit dem Bukansan (Abb. 10), aber berührt nicht den höchsten Punkt des Berges. Dies wirkt sich laut der Fengshui-Theorie positiv auf die Lage der Stadt aus (TEMBATA & OKAZAKI 2011:93). Im Westen befinden sich die Berge Ansan (296 m, m8) und Inwangsan (338 m, m4). Im Süden befindet sich der Gwanaksan (629 m, m6) und der Namsan (265 m, m5). Der Namsan ist ein Tafelberg und besitzt eine Idealform in der Fengshui-

Landschaftsform. Südlich des Palastes schließt sich die administrative Residenzstadt an. Hier befindet sich zudem das historische Stadtgebiet. Der Cheonggyecheon-Fluss (Kap. 4.6.3) durchfließt das Stadtzentrum aus Nordwesten und mündet in den Han-Fluss, welcher südlich der historischen Altstadt verläuft und in das Gelbe Meer im Westen der koreanischen Halbinsel mündet (CHOI 1986:44, OKAZAKI 2011:140, TEMBATA & OKAZAKI 2011:92). Die Ost- und die Südwestseite des Seoul-Beckens ist offen. Es besteht daher keine vollständige Umrandung der Stadt durch Berge, was laut Feng-Shui-Theorie für einen guten Energiefluss (und unter klimatischer Sicht zu einer Luftaustauschwirkung) führt (KIM & HAN 2012:142).

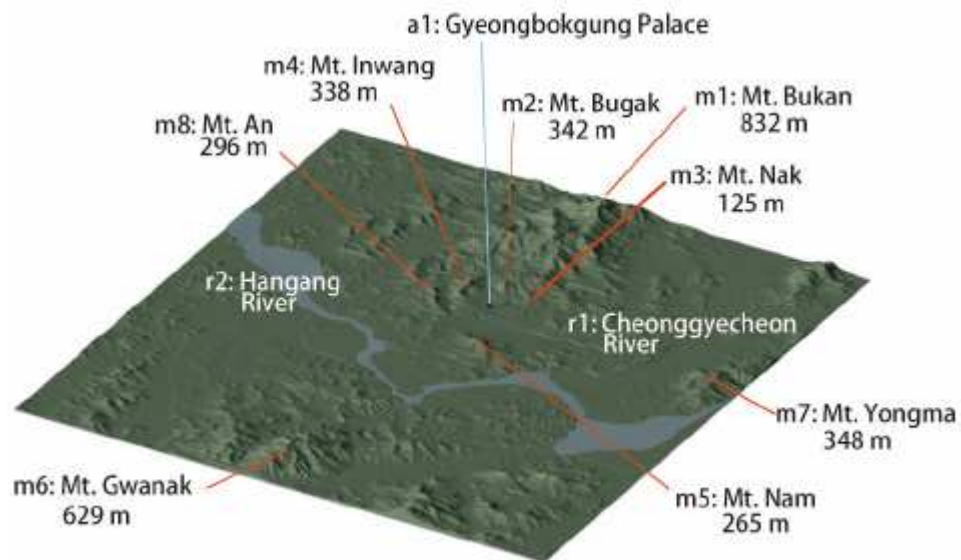


Abb. 9: Topographische Karte von Seoul. Der Gyeongbokgung Palace (a1) ist im Norden von Gebirgen umgeben und im Süden erstreckt sich der Han-Fluss (Quelle: TEMBATA & OKAZAKI 2011:93).

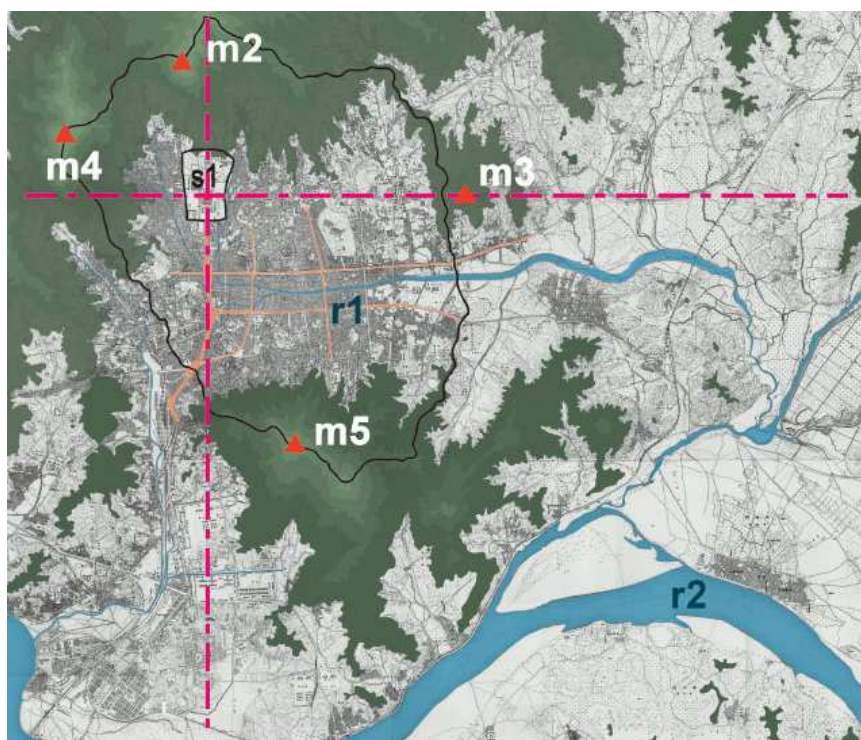
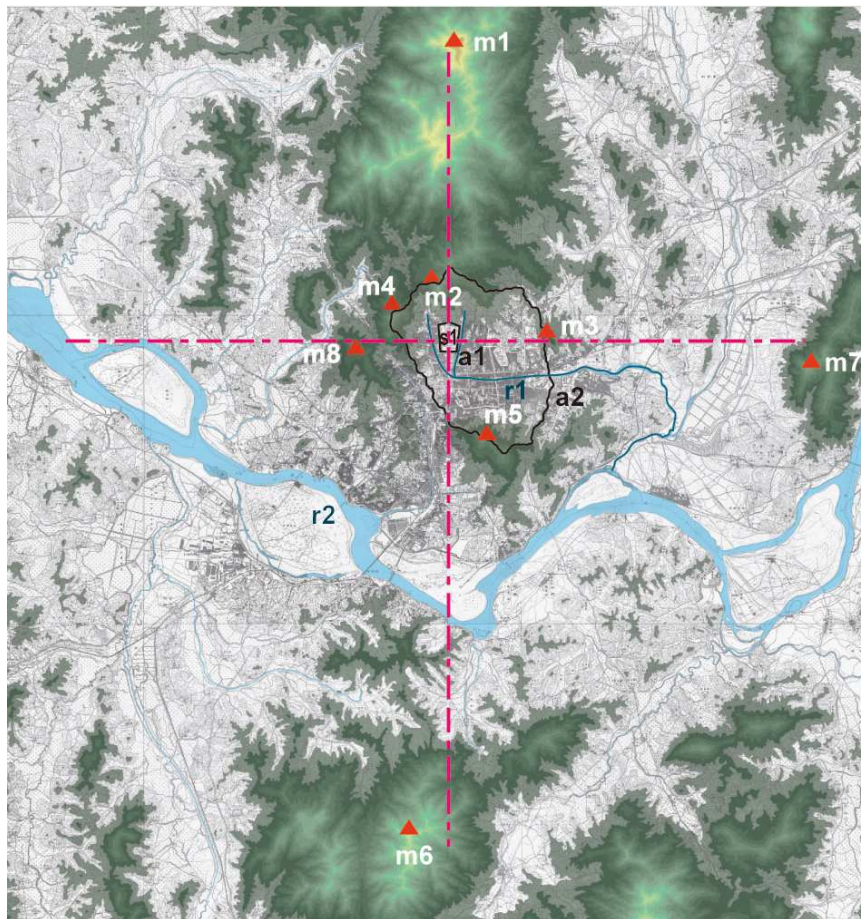


Abb. 10: Topographische Karte von Seoul mit der Lage der Geunjeongjeon Halle (s1), den markantesten umgebenen Bergen (m1 - m8), Gyeongbokgung Palast (a1), Stadtmauer (a2), dem Cheonggyecheon-Fluss (r1) und dem Han-Fluss (r2). Die roten Linien stehen für die für Feng-Shui bedeutenden horizontalen und vertikalen Achsen (Quelle: TEMBATA & OKAZAKI 2011:92).

Seoul besaß bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine Fläche von 20 km<sup>2</sup> (KIM & HAN 2012: 142) und war von einer 18 Kilometer langen Stadtmauer<sup>8</sup> umgeben<sup>9</sup> (TEMBATA & OKAZAKI 2011:92). An den Seiten der Stadtmauer (Abb. 10, a2) existierten vier große Tore. Noch heute befinden sich in Seoul rekonstruierte Versionen des Nam Dae Moon (des Großen Südosttores) und Dongdaemoon (des Großen Osttores, Abb. 12) (KIM & HAN 2012:142). Die Burgwälle und Straßen wurden entsprechend der Feng-Shui-Theorie nicht symmetrisch angelegt (CHOI 1986:44).



Abb. 11: Gyeongbokgung Palast (Königspalast) (Quelle: eigene Aufnahme 06.05.2013).

Das intramontane Becken von Seoul überzeugte außerdem durch geographische Standortgründe:

1. kreisförmige Bergkette, auf der eine Verteidigungsmauer effektiv errichtet werden konnte: Han-Fluss als natürlicher Stadtgraben und die Bergketten im Westen, Norden und Osten als natürlicher Burgwall
2. an der Biegung des Han-Flusses, wo Binnenwassertransport von den Süd-, Nord- und Westregionen günstig war
3. unmittelbare Nähe zum Gelben Meer bot ideale Voraussetzungen für die Versorgung mit Fisch
4. Funktionell bot der Han-Fluss eine gute Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete, so dass der Herrscher leicht Steuern einnehmen konnte
5. zentrale Lage zum Gesamtterritorium und darüber hinaus guter Zugriff von allen Regionen des Königreichs
6. Abschirmung gegen den kalten Nordwestwind (CHOI 1986:44)

<sup>8</sup> Die Stadtmauer wurde infolge der jap. Besatzung 1906 bis 1910 zerstört (SON 1985:203).

<sup>9</sup> Das Gebiet innerhalb der Stadtmauer wurde zum Central Business District (CBD) und das politische Zentrum des modernen Seoul's. Beispielsweise befindet sich das Büro des Präsidenten oder das Regierungsgebäude Cheongwadae (das Blaue Haus) hinter dem Gyeongbokgung Palast (CUMINGS 1997:126).



Abb. 12: Dongdaemun (Osttor) während des Berufsverkehrs (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 06.05.2013).

## 2.5.3 Entwicklung von Seoul

### 2.5.3.1 Gründung bis zur monozentrischen Stadtstruktur

Die ersten zehn Jahre nach der Gründung von Hanyang (neuzeitlich Seoul) als neue Hauptstadt von Korea waren durch die Unsicherheit über seinen Status gekennzeichnet. Es bestand eine Konkurrenz zwischen Seoul und der alten Hauptstadt Kaesöng der Goryeo-Dynastie (918 - 1392). 1405 konnte Seoul seinen Status als Hauptstadt bestätigen (KIM & HAN 2012:142).

Seouls Hauptaufgabe war größtenteils auf die Verwaltung beschränkt. Da Seoul eine reine Residenzstadt war, hatte es zur Folge, dass die Bevölkerungszahl über mehrere Jahrhunderte relativ geringen Schwankungen unterworfen war. Während seiner Gründung besaß Seoul 50.000 Einwohner und zu Beginn des 15. Jahrhunderts zählte es nicht mehr als 100.000 Einwohner. In den folgenden 500 Jahren schwankte die Anzahl der Bevölkerung lediglich zwischen 100.000 und 200.000 Einwohnern. Noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts lag die Stadt innerhalb des ursprünglichen Mauerrings aus dem Jahre 1396 (DEGE 2000:4).

Im 20. Jahrhundert vollzog sich jedoch ein rasanter Wandel von Seoul, der sich in fünf Abschnitte unterteilen lässt: Die erste Phase kann zwischen dem Ende des 19. Jahrhunderts bis 1910 benannt werden, in der Korea erstmals ausländische Einflüsse erfahren hatte. Der zweite Abschnitt beschreibt die

Kolonialherrschaft der Japaner bis 1945. Als dritter Abschnitt werden die Jahre 1945 bis 1960 bezeichnet, in denen der Koreakrieg stattfand und die Teilung des Landes vollzogen wurde. Von 1960 bis zur Mitte der 1980er (vierte Phase) entwickelte sich Seoul von einer Industriestadt hin zu einer globalen Handelsmetropole, als welche sie in der Gegenwart anzutreffen ist (fünfte Phase).

Die zweite Phase der Stadtentwicklung von Seoul wird durch die japanische Kolonialherrschaft zwischen 1910 bis 1945 geprägt. Obwohl Korea seine politische Neutralität erklärt hatte, besetzten japanische Streitkräfte 1910 das Land (KINDERMANN 2005:58). Noch im selben Jahr entzog Japan den Koreanern ihre völkerrechtliche Selbstständigkeit. 1905 folgte der Protektoratsvertrag, was zu der Annektierung der koreanischen Halbinsel 1910 führte (KÖLLNER & KERN 2005:43). Nach der Besetzung wurde Seoul in die Provinz Gyeonggi-do eingegliedert und verlor seinen administrativen Sonderstatus. Seouls Funktion änderte sich von einer Residenzstadt zu dem funktionellen und logistischen Zentrum des Kolonialherrschers Japans. Die Stadt war zudem Ausgangsbasis für die koloniale Erschließung Koreas. Außerdem konzentrierten sich zunehmend kommerzielle und industrielle Aktivitäten des Landes in Seoul. Laut LEE (2003:38) arbeiteten 1910 10 % der Bewohner Seouls als Industriebeschäftigte und bis 1937 war ihr Anteil auf 19 % gestiegen. Von 1917 bis 1937 vergrößerte sich auch die Anzahl der Fabriken von 318 auf 1002. Die Koreaner versuchten sich gegen die Japaner zur Wehr zu setzen und organisierten Demonstrationen und offene Widerstände, jedoch wurden diese immer wieder brutal niedergeschlagen (TAEHAN & KONGBOWON 2003:98-99). Zum blutigsten Volksaufstand kam es während der „Erste-März-Bewegung“ im Jahre 1919. Es folgte eine allgemein ernüchternde Stimmung der „repressiven Toleranz“ (AHK 2007:22). Spätestens nach dem Einfall Japans in die Mandschurei (1931) veränderte sich die koreanische Agrarwirtschaft zu einem dualen System aus Industrie und Landwirtschaft. Ab 1939 wurden spezielle Regionen zur Industrieansiedlung ausgewiesen, welche zu einer Etablierung von Industriezonen, beispielsweise zwischen Seoul und Incheon, führten. Damit expandierten erstmals Industriebetriebe bis zu den Stadtgrenzen Seouls und darüber hinaus. Es entstanden vor den alten Stadtmauern die ersten Vorstädte von Seoul. Die Japaner nutzten Seoul zudem als größten Absatzmarkt der koreanischen Halbinsel. Auf dem Höhepunkt der Kolonialherrschaft fanden die Konsumenten mehr japanische als koreanische Waren auf dem heimischen Markt. Unter der kolonialen Penetration verlagerte sich auch das Zentrum der Handelsfunktion innerhalb der Stadt und es entstanden zahlreiche moderne Märkte und Kaufhäuser. Auch der noch heute berühmte Markt am Namdaemun - dem Südtor der Stadt - wurde 1921 unter japanischer Kolonialherrschaft gegründet (DORMELS 2007:238-239).

Zwischen 1910 und 1944 wurden die ersten Gebietserweiterungen Seouls seit 1394 vollzogen, die zu einer Vergrößerung auf 136 km<sup>2</sup> führten (Abb. 13, oben links). 1911 lebten 278.000 Einwohner in Seoul, wobei der Ausländeranteil bei 14 % lag; 13 % von ihnen waren Japaner. 1933 hatte sich die Einwohnerzahl der Stadt bereits auf 395.000 erhöht. Der Ausländeranteil war auf 29 % gestiegen, von denen 28 % Japaner waren. Bis 1942 war Seoul zur Millionenstadt gewachsen (DORMELS 2007:238-239). Aufgrund verschiedener japanischer Stadtplanungseinheiten (erste Stadtplanungsverordnung 1934, Straßenausbauplan 1936, erster Flächennutzungsplan 1939) war es möglich, das Bevölkerungswachstum logistisch zu bewältigen. Beispielsweise wurde nun auch das südliche Han-Ufer durch eine neue Industrievorstadt planerisch erschlossen (DEGE 2000:5) (Abb. 13, oben rechts). Da die Japaner ab 1942 auch Koreaner für den Krieg eingezogen hatten (KÖLLNER & KERN 2005:46), ging die Einwohneranzahl Seouls bis 1945 auf 900.000 zurück. Die Kriegsverwüstungen hatten in der Stadt zu einer Wohnungsnotlage geführt, von denen etwa 40 % der Menschen in Seoul betroffen waren (DORMELS 2007:239).

Die dritte Phase der Stadtentwicklung von Seoul beginnt mit dem Ende der japanischen Kolonialherrschaft am 15.08.1945. Diese Entwicklung führte jedoch nicht in die erhoffte koreanische Unabhängigkeit (KÖLLNER & KERN 2005:47-48). Kurz nach der Kapitulation Japans hatte die Rote Armee die nördliche Halbinsel besetzt. Als Reaktion darauf besetzte die US-Armee wenige Tage später die koreanische Halbinsel südlich des 38ten Breitengrades und gründete die United States Army Military Government in Korea (USAMGIK) (AHK 2007:23). Die Alliierten hatten bereits 1943 in Kairo beschlossen, dass Korea erst zu „gegebener Zeit“ selbstständig werden solle. Im September 1945 wurde die Teilung der koreanischen Halbinsel vollzogen, nachdem sowjetische Truppen die Nordostküste Koreas erreicht hatten (KÖLLNER & KERN 2005:47-48). Zwar hatten sich die USA hauptsächlich mit der Zukunft Japans beschäftigt, jedoch wollten sie die gesamte Halbinsel nicht der Sowjetunion überlassen. Entlang von 38° nördlicher Breite wurde das Land in zwei Besatzungszonen unterteilt und somit seine Bevölkerung erneut entmündigt (SEIFERT 2007:46-47). Trotz der unsicheren Lage ihrer Heimat kamen viele Koreaner aus China und Japan zurück. Der Zweite Weltkrieg hatte zu einer Verarmung der ländlichen Bevölkerung geführt, welche daraufhin eine dramatische Entleerung des ländlichen Raums verursachte. Diese Landflucht führte zu einem starken Bevölkerungswachstum in Seoul. Ende 1946 besaß Seoul mehr als 1,26 Mio. Einwohner und das, obwohl mehr als 200.000 Japaner die Stadt verlassen hatten. 1947 lebten bereits 1,64 Mio. Menschen in Seoul (DORMELS 2007:240). In den folgenden Jahren wurde die Trennung der beiden koreanischen Staaten gefestigt. Differenzen über die Durchführung von Wahlen in Südkorea führten 1947 im UN-Sicherheitsrat zwischen den USA und der Sowjetunion zu



Spannungen. Als Ergebnis der Unstimmigkeiten wurden am 10. Mai 1948 lediglich in Südkorea freie Wahlen durchgeführt.<sup>10</sup> Nur wenige Wochen später (am 09.09.1948) wurde in Pjöngjang die Demokratische Volksrepublik Korea proklamiert. Die Trennung der Bruderstaaten war damit besiegelt (KÖLLNER & KERN 2005:48). Bis Mitte 1948 waren zahlreiche nordkoreanische Menschen nach Seoul geflüchtet, was dazu geführt hatte, dass die südkoreanische Hauptstadt bei der Volkszählung 1950 bereits 1,7 Mio. Einwohner hatte.

Von 1950 bis 1953 vollzog sich eines der düstersten Kapitel der koreanischen Geschichte: der Koreakrieg. Er wurde von Nordkorea begonnen und führte zum Eingreifen von UN-Truppen, welche für Südkorea kämpften. Daraufhin unterstützen China und die Sowjetunion Nordkorea. Infolge des dreijährigen Krieges starben mehrere Millionen Menschen (AHK 2007:23). Während der Kampfhandlungen verließ mehr als die Hälfte der Einwohner ihre Hauptstadt Seoul (SOHN 2003:240-241). Mehrfache Frontwechsel und wahllose Bombardierungen hatten zur Zerstörung von rund 55 000 der 190.000 Gebäude in Seoul geführt (KIM & HAN 2012:143).

Nach dem Ende des Krieges stieg die Bevölkerung Seouls an und erreichte 1954 wieder eine Million. Aufgrund der großen Binnenwanderung nach dem Ende des Krieges entstand eine prekäre Wohnungslage und eine bedrückende Überbevölkerung in Seoul (DORMELS 2007:241). Zudem fehlte es an Wohnungen, Arbeitsplätzen und Bauland (ENGELHARD 2004:260). Dies führte zum Bau vieler illegaler Wohnviertel, die sich überwiegend außerhalb des zerstörten Stadtkerns befanden. Dadurch kam es auch zu einer Veränderung der Wohnstandorte innerhalb Seouls. Bis 1947 lebten 30 % der Bevölkerung Seouls in zentralen Distrikten. 1952 wurden erstmals Raumplanungen von der südkoreanischen Regierung vorgenommen, die aufgrund der Kriegswirren zwar noch keine sofortigen Änderungen brachten, jedoch einen Rahmen für die späteren Stadtentwicklungen darstellten (DORMELS 2007:241).

Südkorea war mit seiner Hauptstadt Seoul bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts in einer selbstgewählten Isolation feudalstaatlich geprägt. Mit Beginn der japanischen Kolonialherrschaft 1910 und der erzwungenen Öffnung nach außen fand eine erste Industrialisierung in Südkorea, insbesondere in Seoul, statt. Es folgten die Teilung der koreanischen Halbinsel und der Krieg gegen Nordkorea.

Seit dem Beginn der 1960er Jahre findet in Südkorea eine rasante Entwicklung statt, die in Seoul zu einem sehr dynamischen Metropolisierungsprozess und später Suburbanisierungsprozess führte.

---

<sup>10</sup> In der ersten Verfassung von Südkorea wurde die „demokratische Republik“ als Staatsform festgelegt. In Wirklichkeit war es jedoch eine autoritäre Herrschaft, zumeist durch Militärs bzw. ehemalige Militärs.

### 2.5.3.2 Von der monozentrischen zur polyzentrischen Stadt

1963 wurden die letzten administrativen Gebietserweiterungen Seouls vollzogen (Abb. 13 und 14), welche zu einer Flächenausdehnung auf 605 km<sup>2</sup> führte. Die Einwohnerzahl Seouls hatte sich zwischen 1960 und 1985 von rund 2,5 Millionen auf etwa 9,6 Millionen vergrößert (LEE 2004:210). In dieser Zeit wurden große landwirtschaftliche und bewaldete Flächen zur Bebauung freigegeben. Damit begann die Phase der intensiven Bodenspekulationen und eine intensive Erweiterung der städtischen Flächen (CHANG 1997:39).

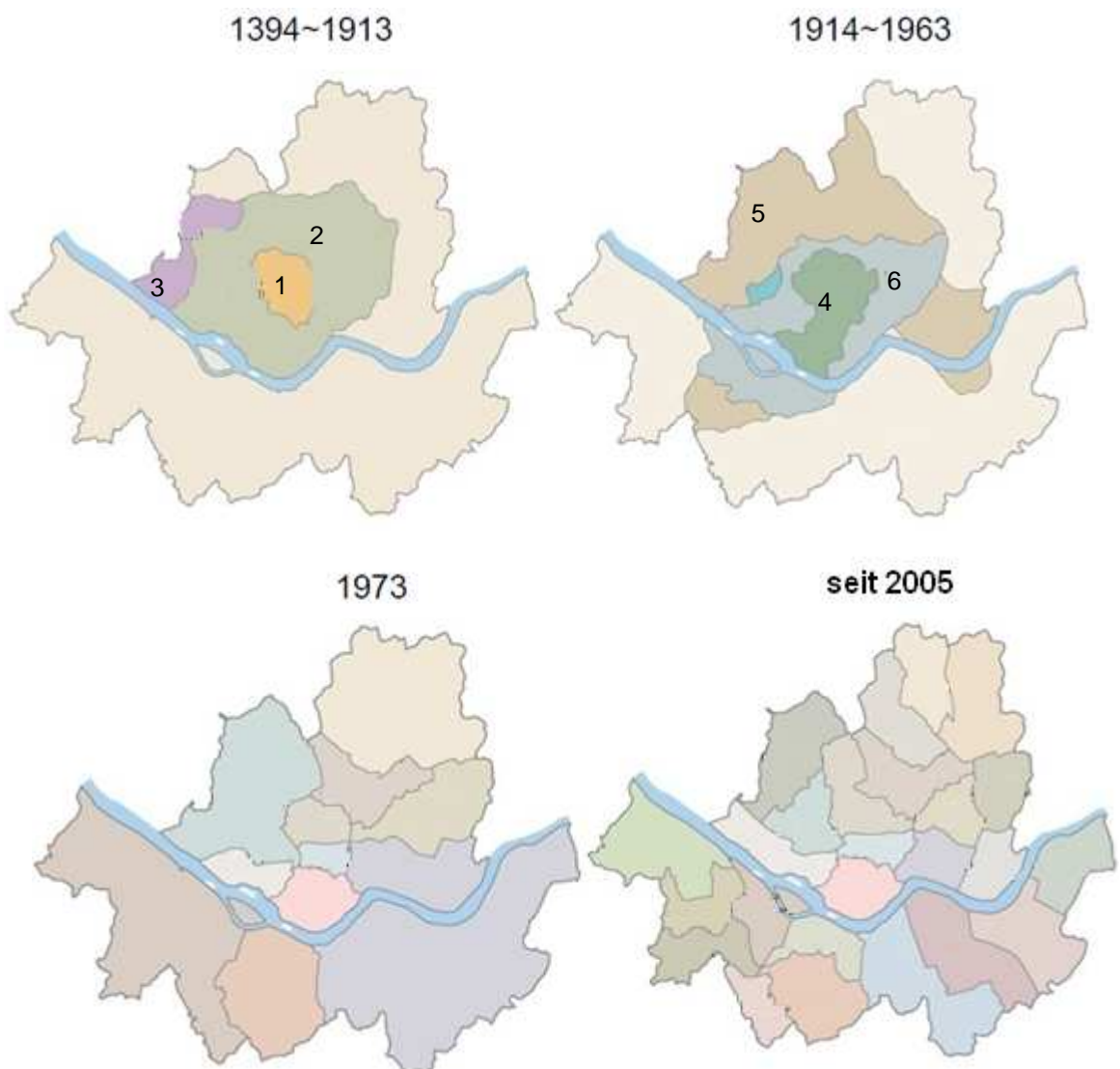


Abb. 13: Gebietserweiterungen von Seoul (1394 - 2005): oben links 1) Regierungsviertel 2) Stadtgrenze 1394 - 1911 3) Erweiterung der Stadtgrenze 1911; oben rechts 4) Erweiterung des Regierungsviertels 1914 5) Erweiterung der Stadtgrenze 1936 6) Erweiterung der Stadtgrenze 1949; unten links: Erweiterung der Stadtgrenze 1973 in 12 Stadtbezirke (Gu); unten rechts: seit 2005 ist Seoul in 25 Stadtbezirke (Gu) unterteilt (Quelle: verändert nach SDI 2009:15).

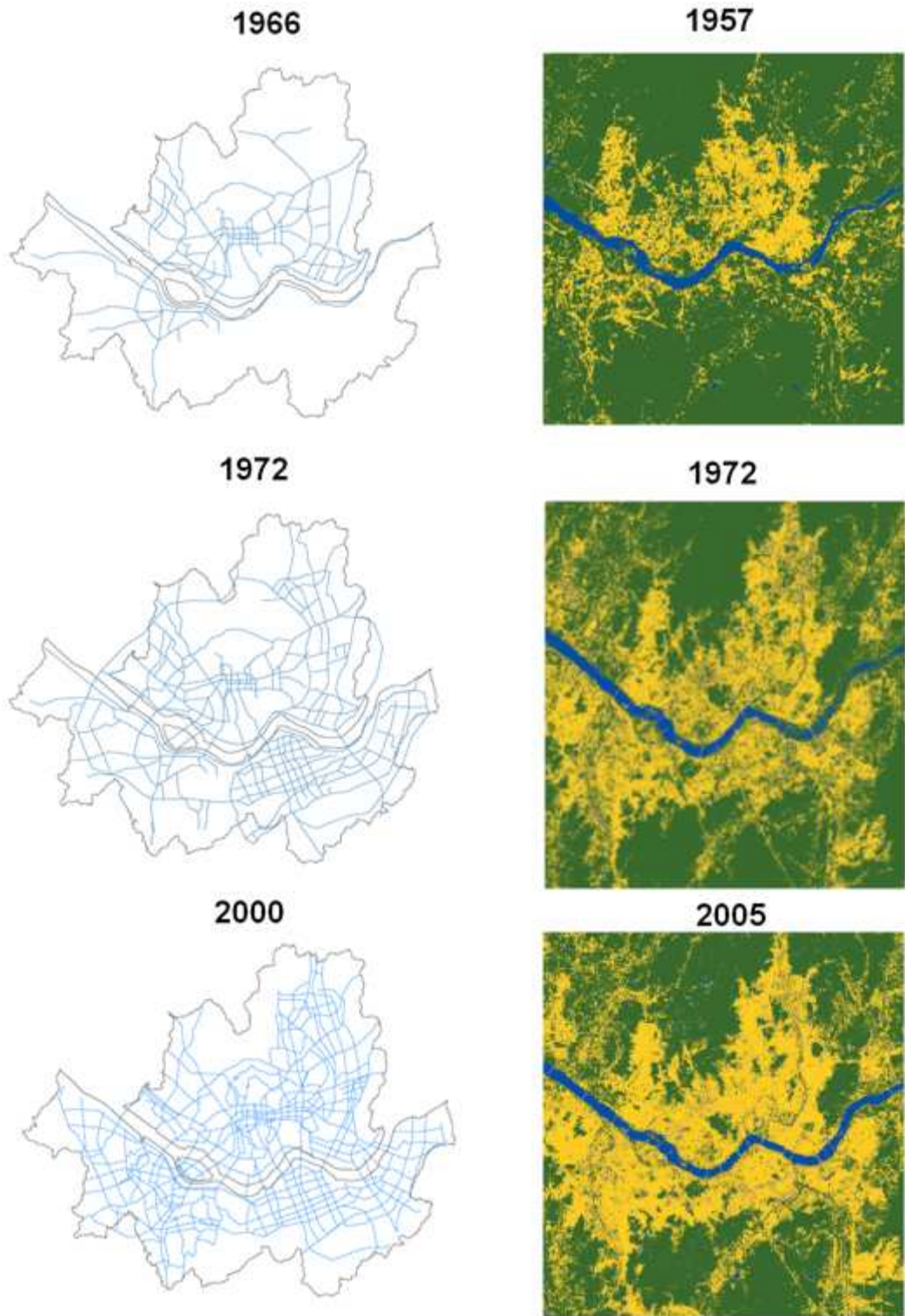


Abb. 14: Straßenverkehrsnetz und die Urbanisierung in der SMA (Quelle: SDI 2009:15).

Zwischen 1966 und 1970 traten 76 % der landesweiten Wanderungsbewegungen in Seoul auf (DEGE 2000:5). Der hohe Metropolisierungsprozess Seouls entsprach einem jährlichen Bevölkerungswachstum von 5,9 % und lag damit dreimal höher als der Landesdurchschnitt (LEE 2004:210). Von 1970 bis 1992 verdoppelte sich die Bevölkerung noch einmal auf fast elf Millionen Einwohner. Die Bevölkerungsdichte lag bei 17.421 Einw./km<sup>2</sup> (UN 2012<sup>1</sup>). 1992 verringerte sich die Bevölkerung Seouls durch den Bau von Satellitenstädten erstmals seit dem Zweiten Weltkrieg. In den letzten 15 Jahren stagnierte die Bevölkerung der Seoul City bei rund 10 Millionen Einwohnern. Das Bevölkerungswachstum der Seoul Metropolitan Area (SMA) (Incheon und die Seoul umgebene Provinz Gyeonggi-do) ist dagegen weiterhin ungebrochen (Abb. 17). Zwischen 1950 und 1988 stieg Seouls Anteil an der Gesamtbevölkerung von 8,5 % auf 24 %. Es wurden nationale Maßnahmen wie Familienplanungsprogramme und Maßnahmen zur Eindämmung von Einkommensunterschieden durchgeführt. Zudem wurden für Seoul verschiedene planerische Rahmenvorgaben vollzogen sowie die Gründung der Sattelitenstädte in den 1970er Jahren (Kap. 3.5). Außerdem wurden Zuzugsbeschränkungen für Seoul durch eine städtische Bürgersteuer und hohe Grund- und Grunderwerbssteuern gestärkt (ENGELHARD 2004:260-261).

Das Bevölkerungswachstum von Seoul und die gleichzeitige Entleerung des ländlichen Raums führten zu einer sehr heterogenen Verteilung und zu einer großen demographischen Primärstellung von Seoul. Diese demographische Primärstellung kann darauf zurückgeführt werden, dass Seoul bis heute die besten beruflichen Perspektiven bietet und die Konzentration von Ökonomie, Kultur und Verwaltung darstellt.

Neben der Bevölkerungsentwicklung lassen sich weitere Kriterien feststellen, welche strukturräumliche Analysen ermöglichen und die besondere Stellung von Seoul gegenüber dem Rest des Landes auszeichnet. Hierbei haben sich insbesondere demographische und funktionale Abgrenzungen als stichhaltig erwiesen (DEGE 2000:5).

Diese Entwicklungen führten zu einer großen Wohnungsnot in allen Distrikten der Stadt. Die Lage kann als prekär beschrieben werden, was unabdingbare Folgen für die Stadtplanung hatte. 1962 wurde erstmals in der Geschichte der Stadt ein Fünf-Jahres-Plan (1962-1967) entwickelt, nach dem nicht nur wirtschaftliche, sondern auch städtebauliche Veränderungen vollzogen werden sollten. Es wurde schneller und billiger Wohnraum durch den Bau von Hochhäusern geschaffen. Der City-Master-Plan von 1966 ermöglichte eine Entlastung der Altstadt und ein kontrolliertes Wachstum zweier Subzentren im Süden von Seoul durch den Abbau von zentralisierten Einrichtungen und einer Dezentralisation der Altstadt-Bevölkerung (ENGELHARD 2004:264).

Es wurden die Stadtgebiete Yongdong und Kangnam als neue Wirtschafts- und Entwicklungszentren ausgewiesen, welche die Altstadt von Seoul entlasten sollten. Das Yongdong-Gebiet (25 km<sup>2</sup>) wurde zum neuen Regierungs- und Medienzentrum (DORMELS 2007:242-243). Kangnam wurde Bürostandort privater Firmen und städtischer Dienstleistungen (DEGE 2000:6). Beispielsweise befindet sich in Kangnam das Korea Exhibition Center (KOEX), das World Trade Center, das Seoul Arts Center, das National Statistical Office und auch das mit 63 Stockwerken höchste Gebäude Südkoreas (Daechon Life Insurance Building) (ENGELHARD 2004:265). Zudem wurden zahlreiche Appartementkomplexe und einige High-Schools errichtet. Außerdem wurden das Gerichtsgebäude, die Nationalbibliothek und ein großer Busbahnhof hierher verlegt. Da sich dieses Gebiet südlich des Han-Flusses befindet (die Altstadt jedoch nördlich des Flusses liegt), konnte eine erfolgreiche Erschließung durch den Bau von Brücken vollzogen werden. Allein vier Brücken nach Kangnam wurden zwischen 1972 und 1979 errichtet (DORMELS 2007:242-243). In Kangnam und Yongdong wurden ausschließlich Wohnbereiche erbaut. Da sich die Arbeitsstätten jedoch in anderen Teilen Seouls befanden, erhöhte sich das städtische Verkehrsaufkommen signifikant durch die gestiegene Anzahl der Tagespendler. Die Folgen dieser einseitigen Siedlungspolitik sind noch heute bemerkbar (KIM & HAN 2012:145). Nach einer Phase eines unkontrollierten Stadtwachstums gelang es der Stadtverwaltung ab den 1960er Jahren sukzessive, die Siedlungsentwicklung und Infrastruktur wieder dem Bevölkerungswachstum anzupassen. Bis heute haben sich Kangnam und Yongdong durch die Eingliederung von Dienstleistungs- und Handelsfunktionen zu hochrangigen Subzentren mit Zentralfunktion entwickelt (ENGELHARD 2004:265). „Mit der Errichtung der Entlastungszentren, denen wiederum Stadtteilzentren zugeordnet sind, wandelte sich die traditionell monozentrische Struktur Seouls zu einer polyzentrischen“ (DEGE 2000:6). Bedeutend waren dabei der Ausbau und die Modernisierung des innerstädtischen Verkehrsnetzes, wodurch die neuen Zentren südlich des Han-Flusses angeschlossen wurden (ENGELHARD 2004:264). Ende der 1970er Jahre wurde eine weitere Dezentralisierung von Seoul durchgeführt, bei der viele Fabriken und Wohngebiete vom Stadtkern in die Vororte verlegt wurden (DEGE 2000:6). Dies hat natürlich signifikante Änderungen des innerstädtischen Verkehrsnetzes zur Folge. Erst Mitte der 1950er Jahre hatte die Stadt den Übergang von der Straßenbahn auf den Bus begonnen (bis 1968 waren alle Straßenbahnen verschwunden). Durch die gestiegene Anzahl von privaten PKWs, vor allem ab den 1970er Jahren, geriet jedoch auch das Bussystem an seine Grenzen. 1974 wurde dann die erste U-Bahn-Linie (Linie 1, Länge: 9,4 Kilometer, CHOE 2003:519) fertig gestellt. Es folgten Linie 2 (1984), Linie 3 und 4 (1985). Zusätzlich zu den 14 vom alten Zentrum ausstrahlenden Radialstraßen wurden drei Ringstraßen angelegt (DORMELS 2007:245). Dieser Ausbau des

öffentlichen Verkehrsnetzes ermöglichte die Umsetzung des Konzepts einer multizentrischen Stadtstruktur (ENGELHARD 2004:264).

Ab 1971 wurde ein 243 km<sup>2</sup> großer Grüngürtel um die Seoul City geschaffen, um die Ausuferung der städtischen Zersiedlung zu verhindern, die natürliche Umwelt zu schützen und eine gesunde Umgebung der Stadtbevölkerung zu gewährleisten (SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT 2008<sup>3</sup>). Eine bedeutende stadtmorphologische Nebenwirkung dieses Grüngürtels war eine Verknappung und Verteuerung des Baugrunds in Seoul City. 1980 hatte die Seoul City 5,4 Mio. Einwohner, von denen rund 85 % in Einfamilienhäusern lebte. Wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist, konnte seitdem ein Rückgang dieser Wohnungsform auf 64,5 % im Jahre 2000 verzeichnet werden. Gleichfalls stieg der Anteil von Hochhaus-Apartments von 5,2 % (1980) auf 22,1 % (2000) signifikant an (KWON & KIM 2001:156, Abb. 15 und 16).

Tab. 1: Entwicklung des Wohnungsbestands in der Seoul City (Quelle: KWON & KIM 2001:156)

	1980	1985	1990	2000
Einfamilienhäuser	85,6 %	81,2 %	77,5 %	64,5 %
Hochhaus-Apartment	5,2 %	6,9 %	10,2 %	22,1 %
Town houses / Reihenhäuser	3,7 %	5,7 %	7,3 %	7,9 %
Nichtwohngebäude & öffentliche Einrichtungen	5,5 %	6,2 %	5,0 %	5,5 %

Hochhaus-Apartmentkomplexe wurden wegen ihres großen Flächenbedarfs überwiegend nur auf bislang un bebauten Flächen errichtet, welche überwiegend im Süden und Osten der Stadt vorhanden waren und dort zu einem rasanten Bevölkerungswachstum führten. Lebten 1966 erst 17,8 % der Bevölkerung von Seoul südlich des Han-Flusses, so waren es 1998 bereits etwa 50 % (ENGELHARD 2004:260). Daraus resultierte ein rasant gestiegener Bodenpreis, der zur Folge hatte, dass der Boden teurer wurde als die Gebäude, die sich auf ihm befanden. Daraus folgten seit den 1970er Jahren schnelle Abriss- und Erneuerungsintervalle, von denen vor allem die relativ niedrigen Einfamilienhäuser der 1960er Jahre betroffen waren. Sie wurden in den 1990er Jahren durch aufwändige, mehrgeschossige private Wohnhäuser ersetzt. Seit Ende der 1990er Jahre wurden gewaltige, relativ luxuriöse 25-stöckige Apartmentkomplexe geschaffen, was damit zu einer völlig neuen Wohnform in Südkorea führte. Die Anlegung des Grüngürtels bewahrte Seoul vor einer weiteren Zersiedelung, führte jedoch zum Wachstum von Satellitenstädten (DEGE 2000:6-7).



Abb. 15: Blick vom Namsan auf die Altstadt der Seoul City (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 02.09.2005).

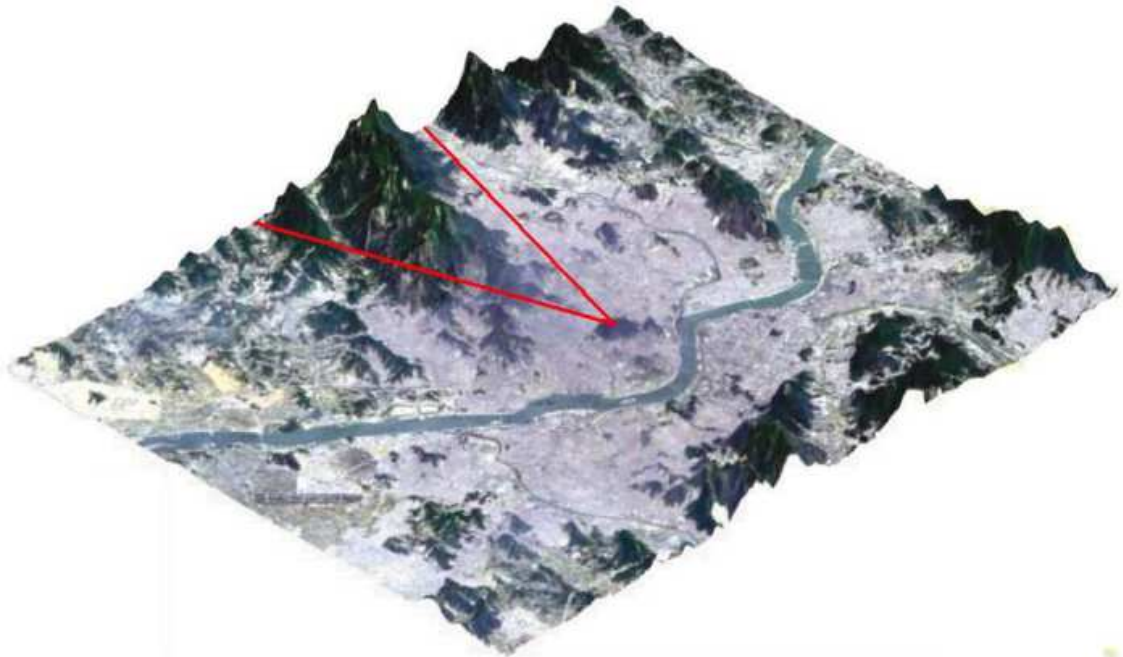


Abb. 16: Topographische Karte der Seoul City mit dem Standpunkt für Abbildung 15 und seinem nach Norden gerichteten Blick (auf Grundlage von SDI 2000:3).

## 2.6 Seoul als globale Metropole und Urbanisierungsbeispiel

Ab Mitte der 1980er Jahre kann in Seoul ein signifikanter Suburbanisierungsprozess verzeichnet werden. Seit 1992 ist die Bevölkerung im Hauptstadtdistrikt Seoul (auf Grundlage des 1973 festgelegten Territoriums) rückläufig. Diese Entwicklung kann auf den dynamischen Verdrängungswettbewerb, den Bau von Wohnstädten und die sinkende Lebensqualität in dem überfüllten Kerngebiet zurückgeführt werden (ENGELHARD 2004:262). So hatte Seoul Ende 1987 schon knapp zehn Millionen Einwohner, was bedeutet, dass auf 0,61 % der Landesfläche 23,5 % seiner Einwohner lebten. Die Bewohner Seouls siedelten sich zunehmend außerhalb des Anfang der 1970er Jahren angelegten Grüngürtels an, was schließlich zur Herausbildung der Hauptstadt-Großregion Seoul, der Seoul Metropolitan Area, führte (ENGELHARD 2004:276).

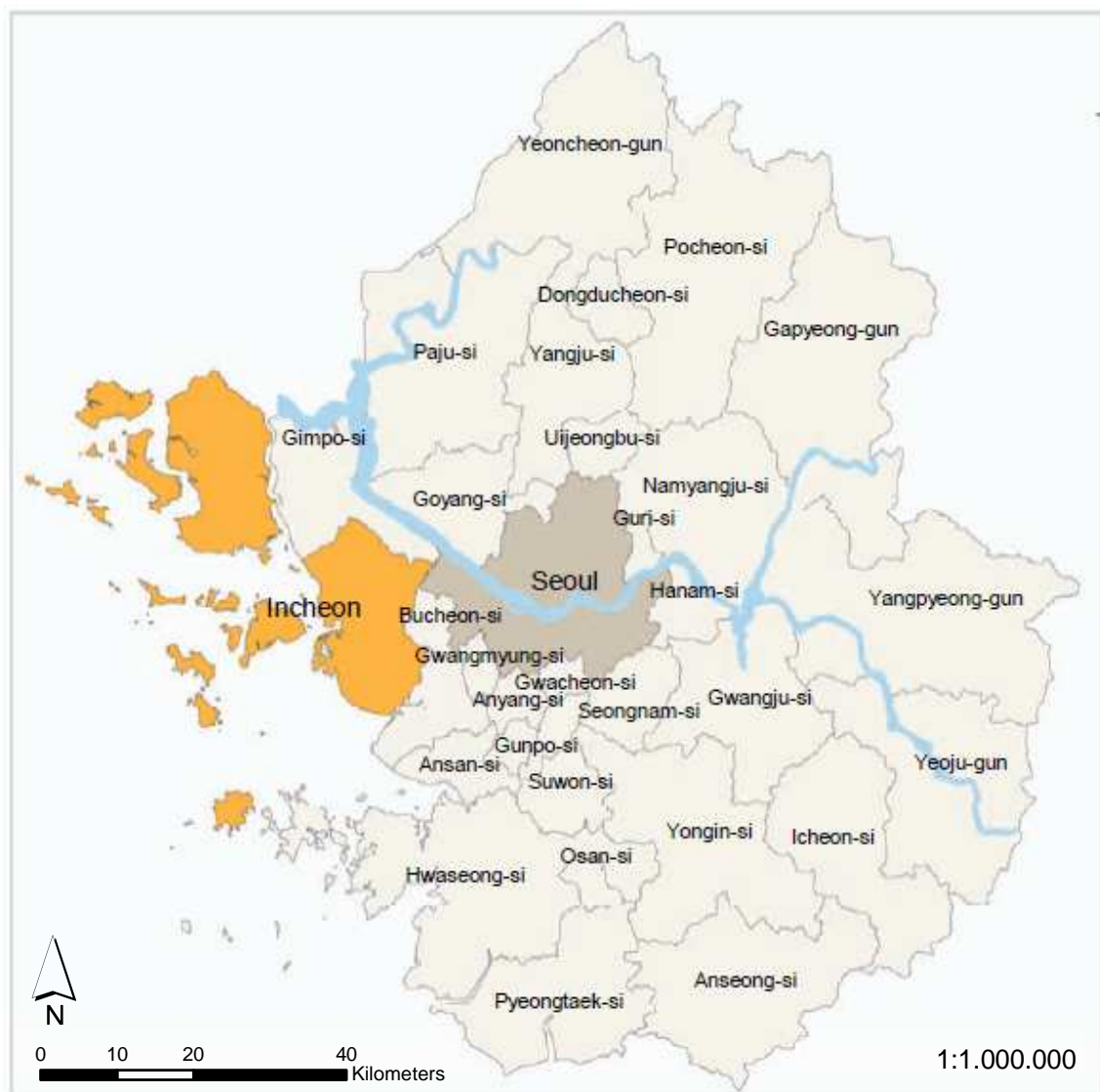


Abb. 17: Seoul Metropolitan Area (SMA): Seoul City (braun), Incheon (orange) und die Gyeonggi-Provinz (beige) (Quelle: SDI 2009:82).



Offiziell besteht die Metropolregion Seoul laut dem 4th Comprehensive National Territorial Plan aus der Seoul City, Incheon und die Seoul umgebene Gyeonggi-Provinz (Abb. 17 und Tab. 2) (MLTM 2013).

Tab. 2: Fläche - Bevölkerung und Bevölkerungsdichte (UN 2012<sup>1</sup> und Bae & Jun 2003:375)

	Fläche (km <sup>2</sup> )	Bevölkerungsanzahl (in Mio.)	Bevölkerungsdichte (Einw. / km <sup>2</sup> )
SMA	11.754	23,7	2.016
Gyeonggi-Provinz	10.136	11,3	1.115
Seoul City	605	9,8	16.198
Incheon	958	2,6	2.714
Korea	99.392	48,2	484

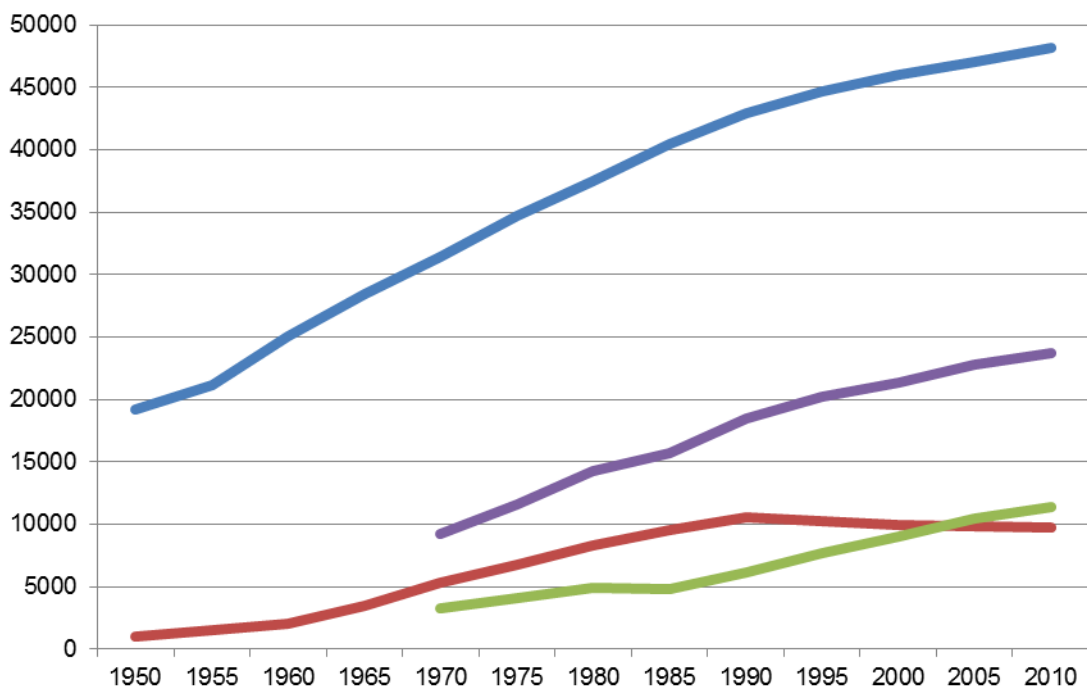


Abb. 18: Bevölkerungsentwicklung (in 10.000) in Korea (blau), Seoul City (rot), der SMA (lila) und der Gyeonggi-Provinz (grün) (KOSIS 2013 und UN 2012<sup>1</sup>).

Die Seoul City besitzt rund 10 Millionen Einwohner, was mehr als 20 % der landesweiten Bevölkerung entspricht (Tab. 2 und Abb. 18). Die Bevölkerungsdichte beträgt 16.198 Einwohner / km<sup>2</sup>. Dieses ist die höchste Bevölkerungsdichte von ganz Korea. Die Stadtfläche Seoul City beträgt 605 km<sup>2</sup>, wobei 237 km<sup>2</sup> aufgrund ihrer Topographie (Berge und Flüsse) nicht bebaut werden können (SMG<sup>2</sup> 2006:166). Die Seoul City besteht aus 25 Verwaltungsbezirken (Gu) und 525 Verwaltungsbereichen (Dong) (KIM & HAN 2012:143).

Laut UN (2012<sup>5</sup>) (Abb. 19) ist Seoul die 26. größte Stadt der Welt. Dieser Berechnung liegt aber nur die 605 km<sup>2</sup> Stadtfläche der Seoul City zu Grunde.

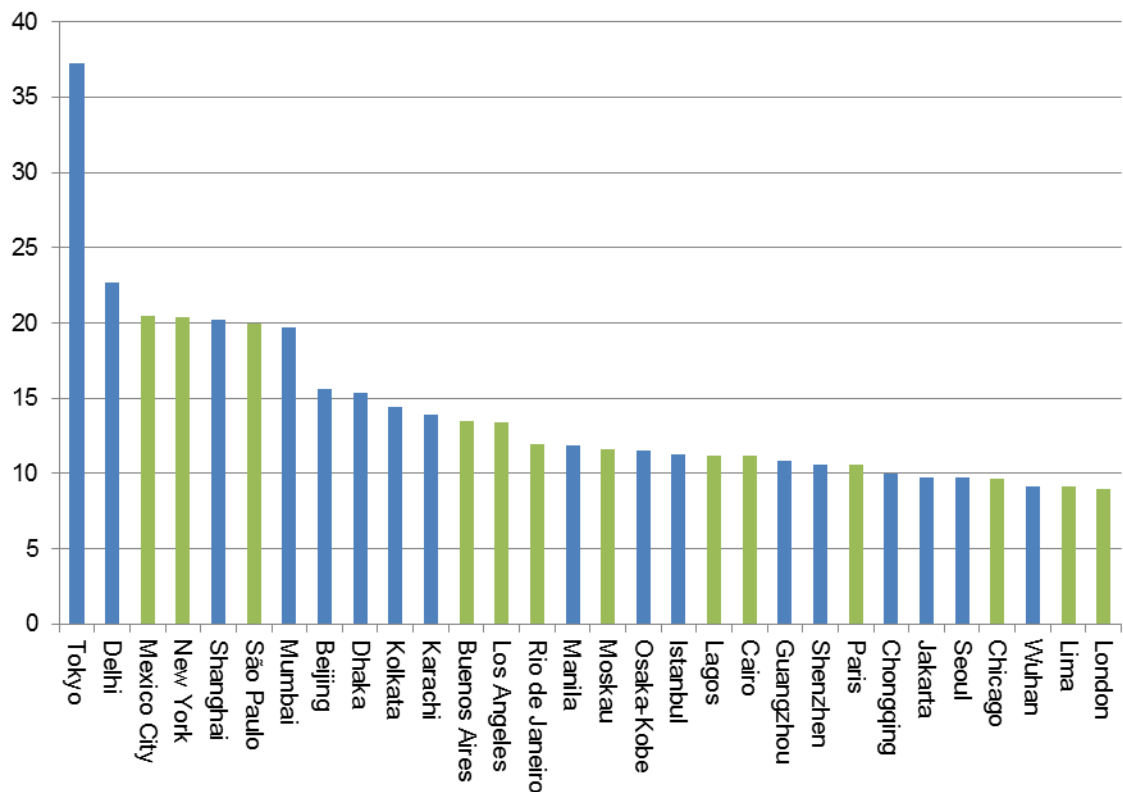


Abb. 19: 30 größten Städte der Welt (Angaben in Millionen Menschen, Stand: 2010): Alle blau markierten Städte befinden sich in Asien (UN 2012<sup>5</sup>).

Betrachtet man die Gesamtbevölkerung „Seoul Metropolitan Area“, dann ergibt sich eine Bevölkerungszahl von 23,7 Millionen Menschen (UN 2012<sup>1</sup>).

Die SMA besitzt eine Fläche von 11.745 km<sup>2</sup> und erstreckt sich über 11,8 % der Fläche von Südkorea. Innerhalb der SMA leben mehr als die Hälfte der koreanischen Bevölkerung (SDI 2009:82 und UN 2012<sup>1</sup>).

Die Bevölkerungsdichte der SMA ist mit 2.016 Einwohner / km<sup>2</sup> viermal höher als im landesweiten Durchschnitt (UN 2012<sup>1</sup>).

Erst in den 1970er Jahren konnte eine Vielzahl von politischen Maßnahmen eingeleitet werden, um das übermäßige Bevölkerungswachstum zu begrenzen. Zu ihnen zählte beispielsweise die Einführung einer Kopfsteuer für die Bewohner von Seoul (CHO 2002:14).

Allerdings hatten die verschiedensten Maßnahmen keinen signifikanten Effekt auf die Bevölkerungsentwicklung von Seoul. Das Bevölkerungswachstum in Seoul verringerte sich nicht, sondern stieg -im Verlauf der 1970er Jahre durch starke Geburtengänge und eine verbesserte medizinische Versorgung (CHO 2002:14).

Die SMA ist zudem die bedeutendste Wirtschaftsagglomeration von Korea. Wie Abb. 20 zu entnehmen ist, befanden sich im Jahre 2005 45,6 % (Seoul: 23,5 %)

der landesweiten Unternehmen und 49,6 % (Seoul: 26,0 %) der arbeitenden Bevölkerung von Korea innerhalb der SMA (OECD 2005:30).

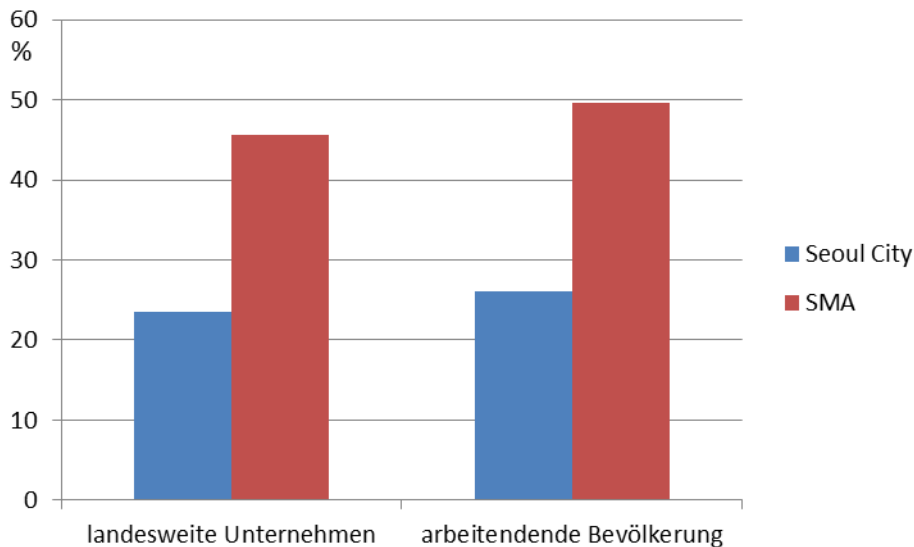


Abb. 20: Anteil der Seoul City und der Seoul Metropolitan Area (in %) an den landesweiten Unternehmen und der landesweit arbeitenden Bevölkerung für 2005 (Quelle: OECD 2005:30).

Seit den 1980er Jahren führten die an den Nahverkehr angeschlossenen Städte um die Seoul City zu einer großen Pendlerbewegung. Bedeutend war hierbei die 40 Kilometer westlich der Seoul City gelegene Metropole Incheon. Zudem bekamen in den 1980er Jahren viele Siedlungen um die Seoul City das Stadtrecht. Zu ihnen gehörten Kwangmyong (1981), Dongducheon (1981), Guri (1986), Sihung (1989), Gunpo (1989), Hanam (1989), Goyang (1991), Namyangju (1995) und Kimp'o (1996). Mitte der 1970er Jahre wurden die zwei Städte (New Towns) Ansan und Gwacheon vom Reißbrett aus errichtet.

Nach Kwacheon wurden Ministerien ausgelagert. Ansonsten war diese New Town als Wohnstadt konzipiert. Ansan sollte zum Zentrum der Wirtschaftsentwicklung werden. So erhielt diese New Town eine multifunktionale Ausrichtung durch Industriegebiete, Geschäftsbereiche und Wohnflächen. In Ansan befinden sich mehr als 1300 von der Seoul City ausgelagerte Betriebe der Automobil-, Textil- und Chemiebranche. Die 79,3 km<sup>2</sup> große Stadt besitzt 14,5 km<sup>2</sup> (19 %) Industriefläche, 18,8 km<sup>2</sup> (23 %) Wohnfläche, 2,3 km<sup>2</sup> (2,9 %) für Dienstleistungseinrichtungen und 43,4 km<sup>2</sup> (57,4 %) Grünfläche. Die bereits existierenden Siedlungen - Suwon, Bucheon und Songnam - wuchsen zu bedeutenden Satellitenstädten von Seoul und erreichten Mitte der 1990er Jahre Einwohnerzahlen von jeweils mehr als 500.000. Anfang der 1990er Jahre wurden fünf weitere New Towns (Ilsan, Bundang, Sanbon, Pyeongchon und Jungdong) als reine Wohnstädte zur Entlastung der Hauptstadt errichtet. Von 1992 bis 1999 siedelten sich zwei Millionen Menschen in diesen Städten an. Anders als in Europa und Nordamerika führte der Suburbanisierungsprozess in Seoul nicht zu einer

Ausformung weit ausgedehnter Siedlungen. Neben dem Flächen- und Bevölkerungsproblem Südkoreas liegt es bereits in den kulturellen Charakteristika begründet, dass Einfamilienhäuser mit Gärten als räumliche Emanzipation von einer südkoreanischen Familie nicht als notwendig erachtet werden. Demnach wurden die neu errichteten Wohnhauskomplexe und städtischen Reihenhäuser mit Verdichtungen von über 1000 Einw./km<sup>2</sup> entsprechend gut angenommen. Es existiert dabei eine scharfe Linie zwischen den Wohnhauskomplexen und dem bewaldeten oder agrarisch geprägten Umland. Von den Synergieeffekten Seouls profitierten auch die umliegenden Städte, was zu deutlichen Entwicklungsimpulsen führte (DORMELS 2007:245) (Abb. 21 und 22).

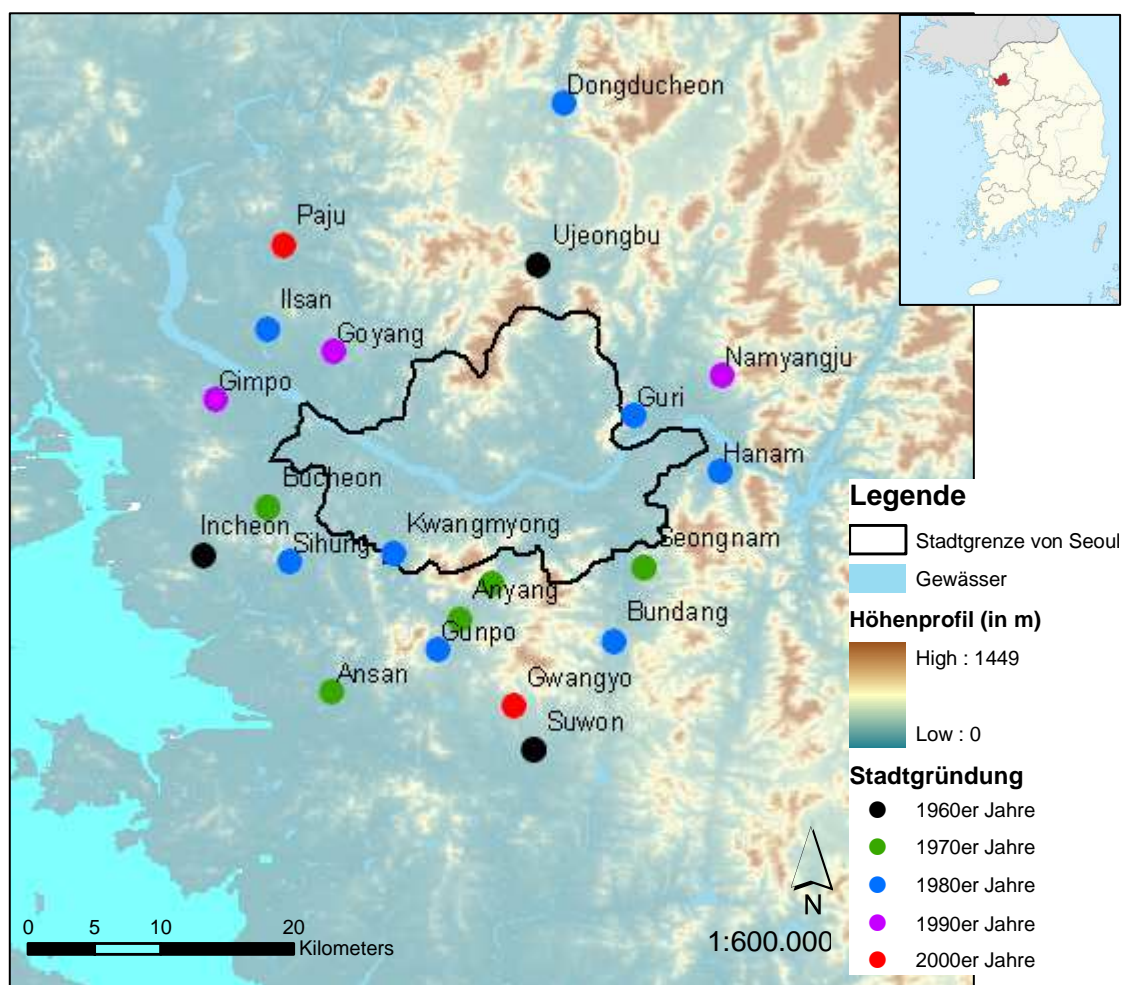


Abb. 21: Seoul City und die Stadtgründungen seit den 1970er Jahren (Quelle: verändert nach SDI 2007:73, KIM & CHOE 2011:46, DORMELS 2007:245 und SDI 2000:135).

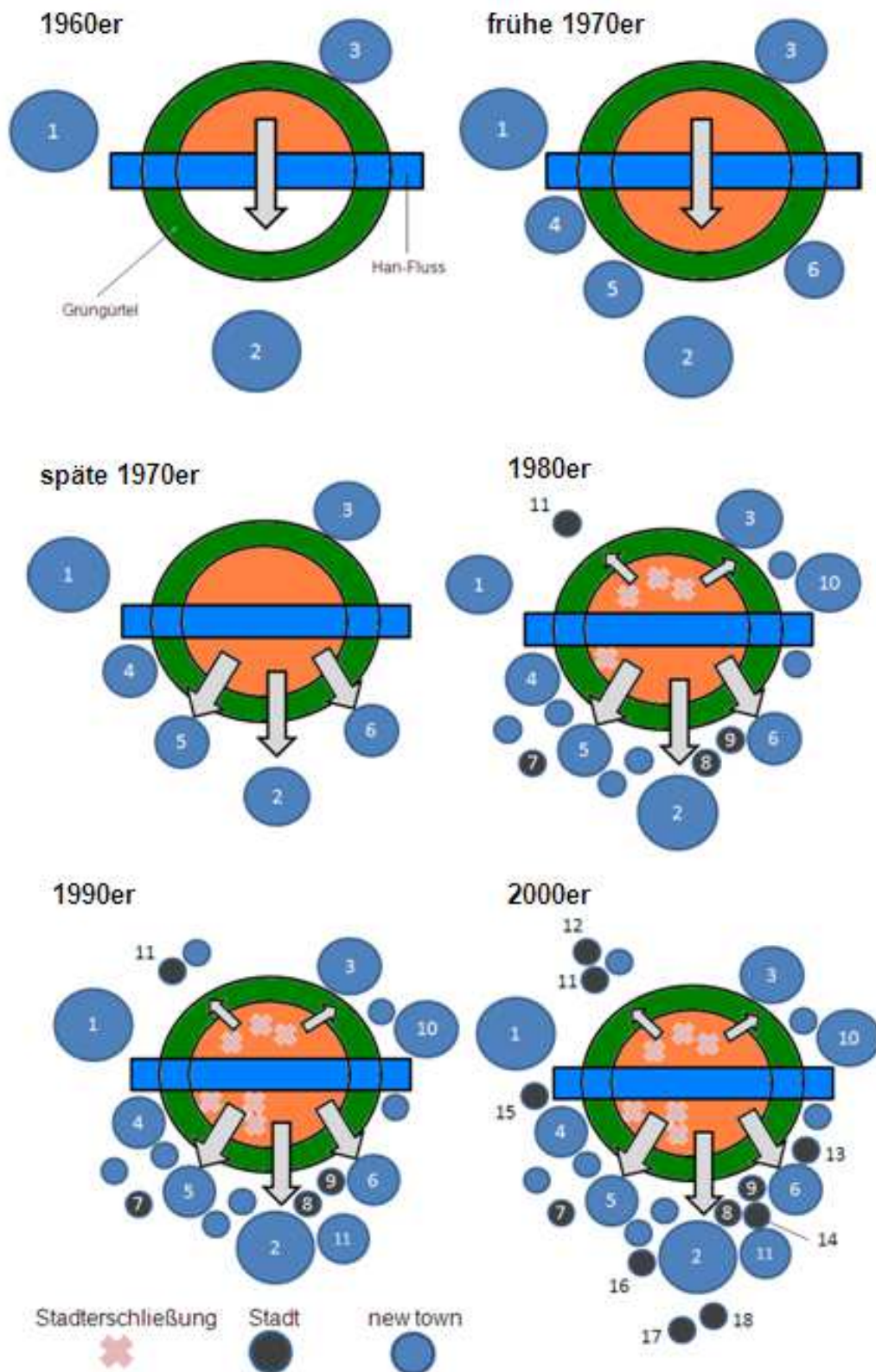


Abb. 22: Innere Verdichtung und äußere Expansion der Seoul Metropolitan Area. 1: Incheon 2: Suwon 3: Ujeongbu 4: Bucheon 5: Anyang 6: Seongnam 7: Ansan 8: Gwancheon 9: Bundang 10: Namyangju 11: Ilsan 12: Paju 13: Songpa 14: Pangyo 15: Gumdan 16: Gwangyo 17: Segyo 18: Donghan (Quelle: verändert nach KIM & CHOE 2011:46).

Die Pendelströme zwischen der Seoul City und dem Umland erzeugen neue Probleme. Die Anzahl der Beschäftigten in der Seoul City erhöhte sich von 1989 mit 3,59 Millionen auf mehr als 6 Millionen im Jahre 2000. Die steigende Anzahl der Transportmittel erzwang den Neubau von weiteren Verkehrsstraßen und verursacht seitdem steigende Umweltbelastungen (YELLOW SAND MONITORING 2008). Es gibt jedoch Entwicklungen, die der zunehmenden Umweltbelastung entgegen wirkt, beispielsweise der Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes, insbesondere des Seouler U-Bahn-Netzes.

Die preisgünstige U-Bahn von Seoul besitzt mit einer Nutzungsrate von 35 % den höchsten Stellenwert unter den Transportmitteln. Es folgen die Busse (28 %), Autos (19 %), Taxis (9 %) und sonstigen Transportmittel (9 %) (URBAN RAIL NET 2008).

Seit einigen Jahren muss jedoch ein Rückgang der Bus- und Taxibenutzung verzeichnet werden (Abb. 23 und 24). In den letzten Jahren befinden sich die Busse (trotz einer häufig anzutreffenden separaten Busspur), aufgrund der deutlich gestiegenen Anzahl von privaten PKWs, sehr oft im Stau, was ihre Attraktivität trotz des geringen Fahrpreises verringerte. Die Nutzung der U-Bahn und des privaten Autos stieg in den letzten Jahren hingegen deutlich an (SDI 2000:126). Der Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes erhöhte die Erreichbarkeit verschiedener Standorte innerhalb der Seoul City und jene mit dem Umland, was zu einer engeren Vernetzung mit den umliegenden Satellitenstädten führte.

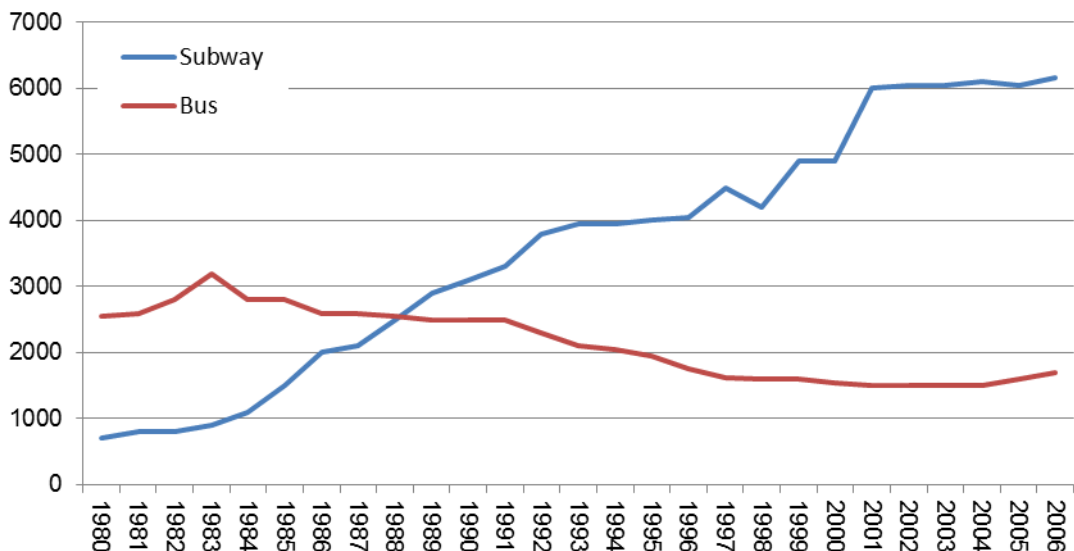


Abb. 23: Nutzer von Bus und Subway (je 1.000) in Seoul (Quelle: SDI 2007:140).

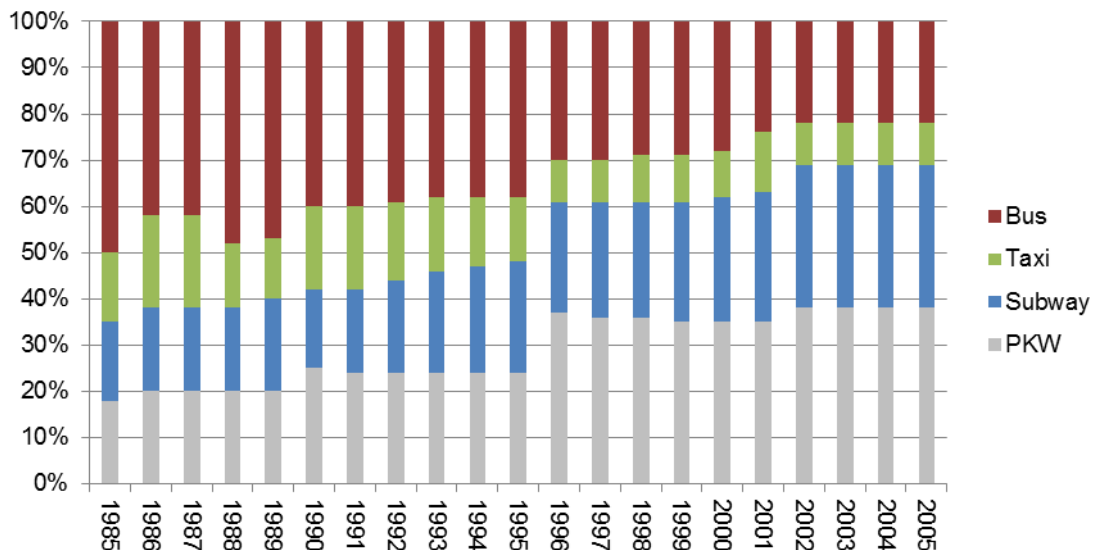


Abb. 24: Modal-Split: Nutzungsanteile der Verkehrsmittel in Seoul (1985 bis 2005) (Quelle: SDI 2007:140).

Es muss konstatiert werden, dass aufgrund der dynamischen Wirtschaftsentwicklung der Dekonzentrationsprozess nur zu einer geringen Entlastung der Seoul City führen konnte. Vielmehr expandierten die verbliebenen Funktionen und setzten somit den Verdrängungswettbewerb fort. So mussten größere Wohnkomplexe, kleine innerstädtische Gewerbe- und Industriebetriebe sowie untergeordnete Dienstleistungsfunktionen den hochrangigen Einrichtungen weichen. Trotz der Entlastungsversuche hat die Seoul City ihre funktional hochrangige Ausweitung verstärken können. Die traditionelle Hauptstadtfunktion Seouls wurde nicht abgebaut, sondern eher verstärkt. Die Kontaktvorteile in Seoul und die daraus resultierenden Synergieeffekte spielen hierbei eine entscheidende Rolle.

Infolge der Attraktivität von Seoul als Arbeits- und Wohnstandort konnte ein deutlicher Anstieg der Wohnraumpreise festgestellt werden. Als Gegenmaßnahme initiierte die Zentralregierung verschiedene Programme, welche die Lokalregierungen umsetzen mussten. Die fünf wichtigsten Punkte lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Erschließung von neuem Wohnraum in Form von Satellitenstädten um Seoul
- Festlegung von Regularien zur Preishöchstgrenze für neuen Wohnraum
- Landnutzungsregularien zur Beschränkung und Ausweitung von Wohnraumflächen (KIM & KIM 2000 in KIM & HAN 2012:146)
- erhöhte Steuern für überbewertete Wohnungen
- Errichtung von staatlich geförderten Mietwohnungen

Zwar kann seit 1990 eine Bevölkerungsstagnation der Seoul City konstatiert werden (Abb. 18), das Wachstum der Metropolregion Seoul - das heisst die Seoul umgebende Provinz Gyeonggi - ist jedoch spürbar. Zwischen 1990 und 2010 stieg die Bevölkerung in der Seoul umgebenden Gyeonggi-Provinz von 6,15 Millionen auf über 11 Millionen (Tab. 2), 60 % des Anstiegs entfallen auf Zuwanderer (UN 2012<sup>1</sup> und KIM & HAN 2012:143).

Die Überbevölkerung in Seoul erschwerte eine umfassende Versorgung durch die öffentlichen Einrichtungen (Krankenhäuser, Schulen, Straßen, Parkflächen). Im Jahre 1982 wurde der Capital Region Readjustment Act (CRRA) eingeführt. Ziel des Dezentralisierungsgesetzes (CRRA) war es, das Problem der Überbevölkerung in Seoul zu verringern. In dem CRRA sollten weitere pull-Faktoren nach Seoul reglementiert werden (KIM & KIM 2000:1161). So wurde zum Beispiel in der SMA der Neubau von Fabriken und Universitäten stark begrenzt (KIM & GALLENT, 1998 in KIM & HAN 2012:147). Dem Dezentralisierungskonzept folgend, wurden Ende der 1960er Jahre ergänzend zum CBD (Central Business District) von Seoul, der sich bei der City Hall befindet, zwei neue Subzentren Yeongdeungpo und Gangnam (Abb. 25) errichtet. Im Jahre 1968 wurde die 8,48 km<sup>2</sup> große Insel Yeoido (Subzentren Yeongdeungpo) durch den Bau von Apartments, Banken und Telekommunikationseinrichtungen erschlossen (Abb. 25 und 26) (KIM & HAN 2012:147). Gangnam wurde in den 1970er Jahren mit hochklassigen Wohn- und Geschäftsgebäuden bebaut. Zudem befinden sich in Gangnam gute Schulen und Universitäten. Noch immer gilt für den CBD eine maximale Höchstsbebauungsgrenze. Sie liegt bei 14 Etagen. Diese Reglementierung führte zu einer reduzierten Entwicklungsgeschwindigkeit des CBD. Umso intensiver wurden dagegen die Gebiete in Yeoido und Gangnam erschlossen (KIM & HAN 2012:147). Im Verlauf der 1990er Jahre entwickelten sich drei weitere Subzentren (Sangam, Yeongdeungpo und Cheongnyangri). Damit existieren derzeit ein CBD und fünf Subzentren. Sie erstrecken sich auf acht der 25 Stadtbezirke (Gu) der Seoul City.

Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, liegt der durchschnittliche Mietpreis pro Quadratmeter in allen acht Stadtbezirken (Gu) über dem Seouler Durchschnitt, zudem befinden sich die vier teuersten innerhalb der sechs Businessdistrikte. Abgesehen von Mapo zählen alle anderen sieben Gu zu den teuersten der Seoul City. Auch die Bevölkerungsdichte der sechs Businessdistrikte entspricht mit 14.244 Einw. / km<sup>2</sup> jenem der Seoul City (16.198 Einw. / km<sup>2</sup>) (KIM & HAN 2012:144).

Im Moment ist Gangnam der teuerste Stadtteil von Seoul. Er besitzt den dynamischsten Geschäftsbereich und das größte Entertainmentareal von ganz Seoul (Abb. 25). Die drei Gebiete (Gangnam, Yeoido und der CBD) erwirtschafteten zusammen rund 50 % von Seouls totalen BSP (Statistics



Korea, 2009). Im CBD befinden sich zahlreiche historisch bedeutende Gebiete und auch die Headquarters der meisten Chaebol<sup>11</sup> (z.B. Hyundai Construction) (KIM & HAN 2012:147). Es kann somit konstatiert werden, dass die Businessdistrikte eine Mischnutzung aus Wohn- und Geschäftsbereichen aufweisen. Sie stehen damit im Kontrast zu den als reinen Wohnstädten konzipierten New Towns rund um Seoul (Kapitel 3.5).

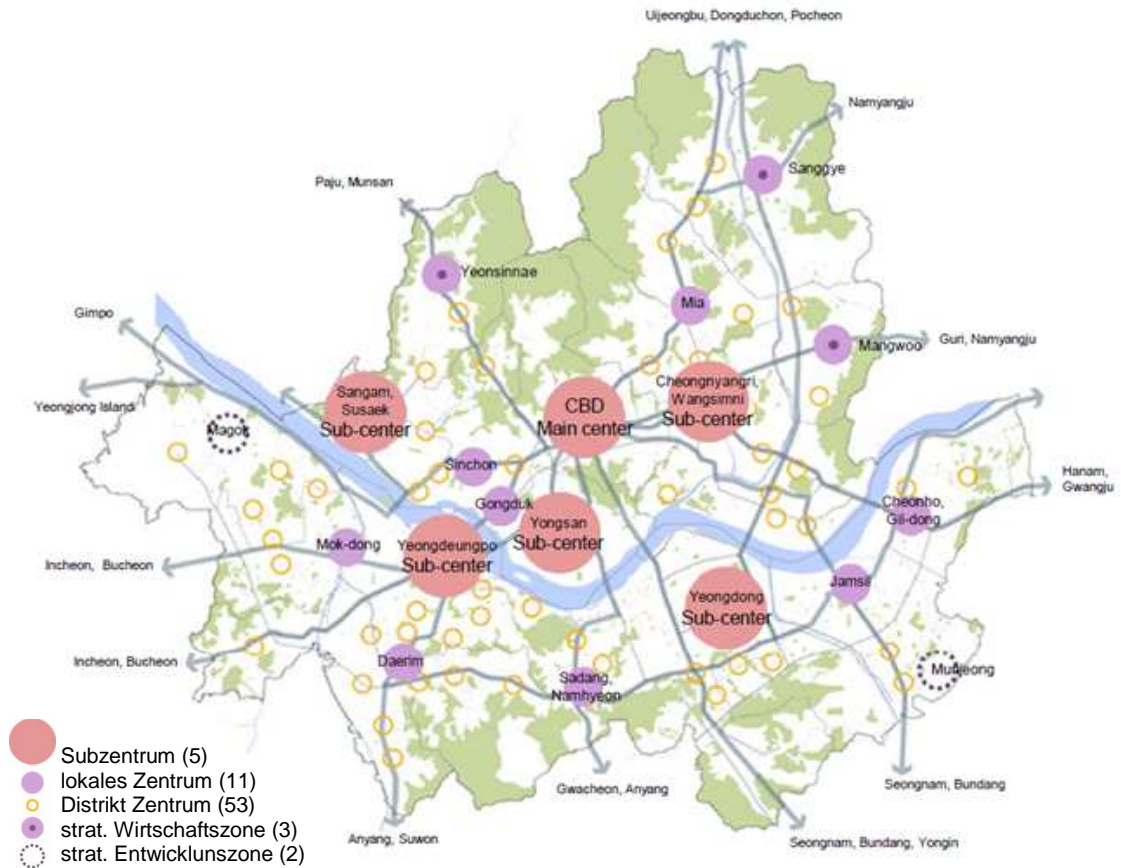


Abb. 24: CBD und die Sub-Center von Seoul (Quelle: SDI 2009:33).

<sup>11</sup> Neun der größten koreanischen Chaebol befinden sich in den drei wichtigsten Wirtschaftsbezirken der Seoul City. CBD: SK, Janwha und Samsung Life Insurance; Subcenter Gangnam: Korea Electric Power, Samsung Electronics, Ryun Dai Motor und Samsung C&T + Subcenter Yeongdeumgpo: LG, S-oil (KIM & HAN 2012:148).

Tab. 3: Businessdistrikte und ihre Mietpreise (Quelle: KIM & HAN 2012:148, UN 2012<sup>1</sup> BAE & JUN 2003:375)

Businessdistrikt	Stadtbezirk (gu)	Fläche (km <sup>2</sup> )	Einwohner	Bev. dichte (Einw. /km <sup>2</sup> )	durchschn. Mietpreis pro m <sup>2</sup>
CBD	Jung	9,96	130.044	13.057	330.732
Yeongdong	Gangnam	39,54	560.958	14.187	603.216
Seocho	Gangnam	47,00	405.969	8.638	622.950
Songpo	Gangnam	33,88	623.876	18.414	485.901
Sangam	Mapo	23,87	392.650	16.450	298.539
Yeongdeumgpo	Yeongdeumgpo	24,57	408.178	16.613	303.849
Yongsan	Yongsan	21,87	235.832	10.783	530.141
Cheongnyangri	Seongdong	16,85	333.535	19.794	302.894
Seoul		605,05	9.800.000	16.198	279.042

Durch den intensiven Urbanisierungsprozess seit den 1960er Jahren trat eine Wohnungsverknappung in Seoul auf. Die koreanische Zentralverwaltung reagierte mit dem Bau von neuen Hochhauswohnsiedlungen. Mapo - als erster Hochhauswohnkomplex in Seoul - wurde 1962 errichtet. Hochhauswohnkomplexe wurden zum dominierenden Baustil in Seoul (KIM & HAN 2012:146).



Abb. 26: Wohnhochhauskomplexe in der Seoul City (im Vordergrund befindet sich die Yongsei University und im Hintergrund der Namsan mit Fernsehturm (eigene Aufnahme vom 02.08.2011).

54,2 % aller Gebäude von Seoul waren im Jahre 2005 Wohnhochhäuser, im Jahre 2006 waren 76,5 % der Neubauten Hochhauskomplexe zum Wohnen (Ha 2010 in KIM & HAN 2012:146). Wie aus Abbildung 27 zu entnehmen ist, stiegen im Zuge der Bautätigkeit auch die Bodenpreise. Lediglich zweimal konnte ein Rückgang der Wohnraumpreise festgestellt werden. Zum einen zu Beginn der 1990er Jahre mit Fertigstellung der fünf großen New Towns um Seoul und während der Finanzkrise 1997/1998. Zwischen 1998 und 2008 hat sich der „Housing price index“ in Seoul mehr als verdoppelt (von 135 auf 290, KIM & HAN 2012:146).

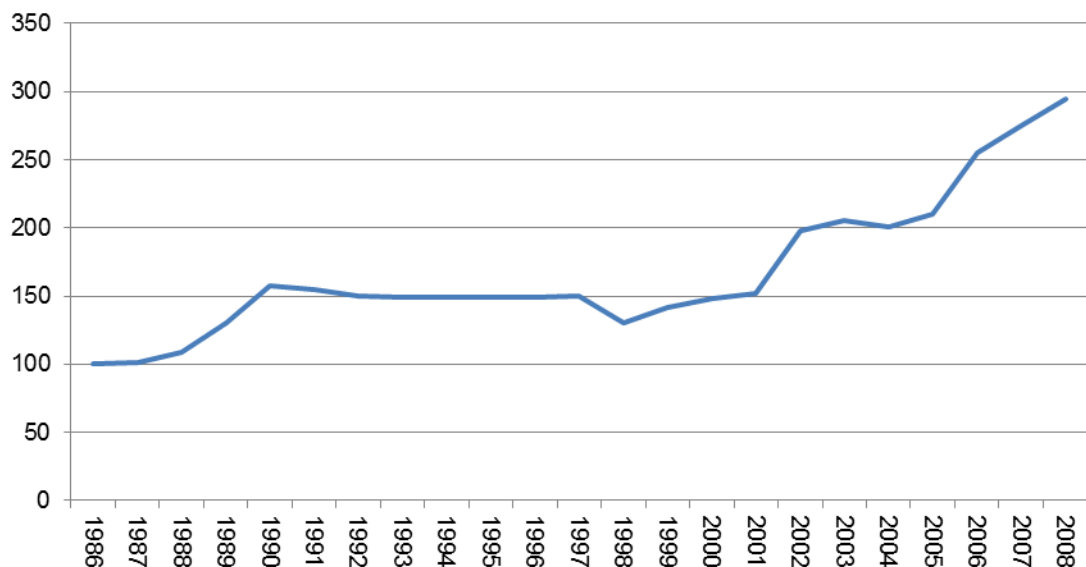


Abb. 27: Hauspreisindex für Seoul (1986 = 100) (KIM & HAN 2012:146).

Die Hochhausapartments besitzen die beste Wohnqualität und entsprechen den neuesten technischen Standards. Sie stellen die teuerste Wohnform in Seoul dar und es ist sehr attraktiv für die Koreaner, in einem Hochhausapartment zu wohnen. Für einkommensschwache Haushalte wird es jedoch immer ein Traum bleiben, in Hochhausapartments wohnen zu können. Im ersten Quartal 2013 wurde das „Lotte Castle“ (Abb. 28) fertig gestellt. Es liegt drei Kilometer östlich des Dongedmun Stadium und direkt am rekonstruierten Cheonggyecheon (Kap. 4.6.3). Es ist aktuell eines der teuersten Neubau-Wohnhochhauskomplexe von Seoul.



Abb. 25: „Lotte Castle“ als eines der teuersten Wohnhochhaus-Neubauten in Seoul im Jahre 2013 (Aufnahme vom 06.05.2013).

2006 wurde die „gross real estate tax“ eingeführt. Haushalte mit einem Immobilienbesitz von mehr als 600 Millionen Won (~41.000 €, Stand: September 2013) mussten eine entsprechende Vermögenssteuer zahlen (KIM & HUR & JANG 2008:1 in KIM & HAN 2012:146). Diese Maßnahmen der Regierung führten zu intensiven Diskussionen unter der Bevölkerung, veränderten die Landnutzung in und um Seoul und führten zu einem leapfrog über den Grüngürtel in die Seoul Metropolitan Area (Kap. 3.4) (JUN & HUR, 2001:153 und KIM & KIM 2000:1161 in KIM & HAN 2012:146).

Die koreanische Regierung initiierte Wohnraumprojekte, in welchen günstigere Wohnungen angemietet werden konnten, und sah sich von drei wesentlichen Kritikpunkten konfrontiert. Der Wohnstandard war geringer und prinzipiell ist es eher unüblich in Korea Wohnungen anzumieten<sup>12</sup> (HA 2007:117). Zudem befinden sich die staatlichen Mietwohnungen zumeist in unattraktiveren Gebieten von Seoul. Dies bedeutet, sie liegen weiter entfernt von gut bezahlten Arbeitsplätzen oder renommierten Ausbildungsstätten für die Kinder einer Familie (ein nicht zu unterschätzender Beweggrund für die Wahl einer Wohnung in Korea: finanzielle Unabhängigkeit der aufwachsenden Generation als Versorgungsabsicherung für die Zukunft).

---

<sup>12</sup> Durch Schilderungen von Koreanern konnte in Erfahrung gebracht werden, dass es in Korea weit verbreitet ist, Wohnraum zu kaufen. Eine Eigentumswohnung ist teuer und der Kauf einer entsprechenden Wohnung kann erst mit einem entsprechenden Einkommen realisiert werden. Dies führt dazu, dass die meisten jungen Koreaner bei Ihren Eltern wohnen, solange sie nicht finanziell unabhängig sind.

Die von der Seoul Metropolitan Government errichteten Apartments konnten auf Basis des koreanischen Leasingssystem "Cheonsei" für rund 20 % geringere Kosten, als vergleichbare privat errichtete Gebäude, angemietet werden (KIM & HAN 2012:146). Infolge der asiatischen Wirtschaftskrise 1997/1998 schrumpfte die Mittelklasse. Auf der anderen Seite wuchsen die obersten und untersten Schichten des Landes. Der ansteigende Gini-Koeffizient (statistisches Maß zur Darstellung von Ungleichverteilungen) in Abbildung 29 verdeutlicht diese Entwicklung (SHIN & TIMBERLAKE 2006:152 in KIM & HAN 2012:149). Der große Unterschied in der Einkommensverteilung<sup>13</sup> von Seoul und die verschiedenen Wohnraumtypen führten zu einer intensiven sozialen Polarisierung und Segregation (HA 2010:37).

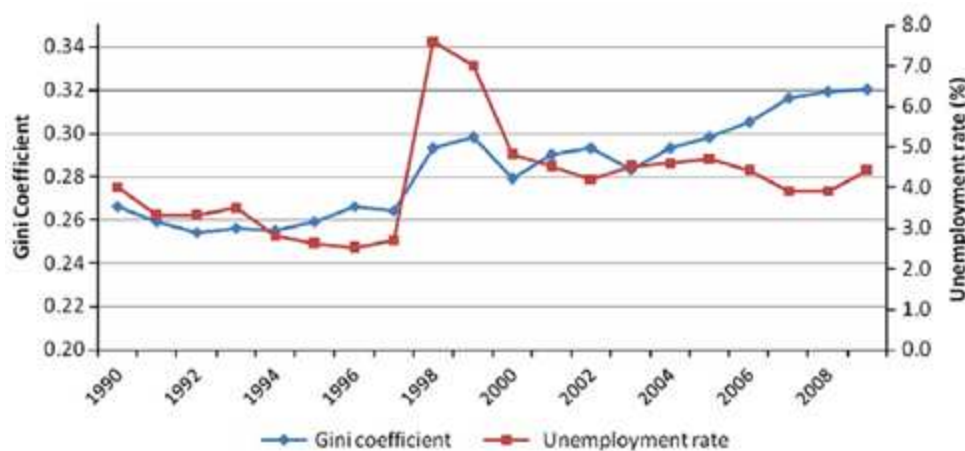


Abb. 26: Gini-Koeffizient und die Arbeitslosenquote in Korea (1990 - 2008) (Quelle: KIM & HAN 2012:149).

Ein weiteres Problem ist der demographische Wandel in Korea. Er wird wie in vielen Industrieländern zu einer Alterung der Bevölkerung führen. Die Geburtenrate lag im Jahr 2009 bei 1,19. Dies ist die niedrigste aller OECD-Länder. Die Anzahl der Personen über 65 Jahren nahm in den letzten Jahren deutlich zu (KIM & HAN 2012:153). Im Jahre 1991 lag ihr Anteil bei 3,62 %. 2011 waren es laut (SMG<sup>2</sup> 2006:327 in KIM & HAN 2012:153) bereits 6,36 %. Dieser Trend wird sich laut OECD (OECD 2012:8, Abb. 30) fortsetzen. Es wird erwartet, dass im Jahre 2050 der Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre mehr als 75 % des Bevölkerungsanteils von 20 bis 64 Jahren entspricht.

<sup>13</sup> Der Staat erließ Gesetze zur flexibleren Gestaltung des Arbeitsmarktes. Infolge der Deregulierung war es leichter geworden Beschäftigte zu entlassen. Daraus resultierte eine wachsende Anzahl von Arbeitslosen besonders unter den älteren Bürgern. Auf der anderen Seite konnten höhere Löhne gezahlt werden, was zu wachsenden Einkommensunterschieden führte (KIM & HAN 2012:149).

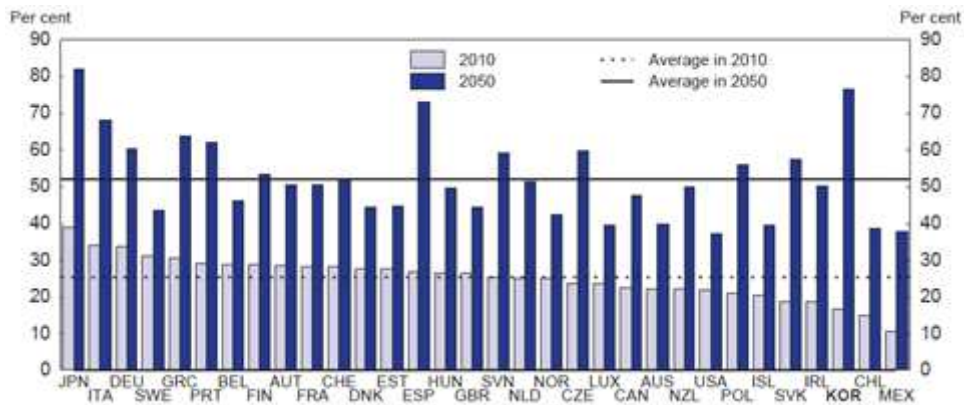


Abb. 30: Bevölkerungsanteil der Menschen in den OECD-Ländern über 65 Jahre im Verhältnis zur Bevölkerung zwischen 20 bis 64 Jahren (OECD 2012:8).

Es kann konstatiert werden, dass im Großraum Seoul die Bevölkerungskonzentration eine Reihe gravierender Probleme erzeugt hat. Die Belastungen von Boden, Stadtklima, Lärm und Wasser sind dabei besonders hoch. Sie übersteigen die ökologische Tragfähigkeit des Stadt-Ökosystems Seoul. Die hohen Umweltbelastungen durch Industrie, Verkehr und Haushalte werden durch die Lage der Stadt in einem von Bergen umgebenen Becken zusätzlich verstärkt (Abb. 15 und 16). Emissionen akkumulieren in der Seoul City und beeinflussen immer stärker das Leben der städtischen Bevölkerung. Dabei werden die menschliche Gesundheit, die Tier- sowie Pflanzenwelt und Sachgüter durch die immensen Umweltbelastungen gefährdet und schließlich könnte das gesamte Wirkungsgefüge, welches den Lebensraum des Menschen konstituiert, zerstört werden. Die täglichen Smogentwicklungen in Seoul, der stark verschmutzte Han-Fluss und die Belastungen des großflächig versiegelten Stadtbodens zeigen, dass die Bilanz des ökologischen Wirkungsgefüges bereits überzogen ist (CHANG 1997:4-5).

### 3 Planungskonzepte

#### 3.1 Koreanische Planungskonzepte

Das koreanische Planungssystem<sup>14</sup> ist streng hierarchisch gegliedert. Die Provinzialebenen werden basierend auf den Plänen der Zentralregierung organisiert. Der „National Land Plan“ ist der höchste koreanische Plan. Er wurde durch den „Broad Metropolitan Plan“ ergänzt, um die Entwicklung in zwei oder mehr benachbarten Städten zu koordinieren. Der „Capital Region Plan“ als „Broad Metropolitan Plan“ wurde seit 2007 systematisch auf die „Seoul Metropolitan Area“ angewendet.

Sowohl der „National Land Plan“ als auch der „Broad Metropolitan Plan“ werden von der koreanischen Regierung als „vision oriented“ bezeichnet (KIM & HAN 2012:150). Stadtpläne wurden für die lokale Ebene gegründet. Sie sind detaillierter und projektorientiert (Abb. 31).



Abb. 31: Planungshierarchie in Korea (KIM & HAN 2012:151).

Der „National Land Plan“ hat als ein wichtiges Element das Planungssystem von Korea geprägt. In dem 2003 ausgewiesenen Planungsgesetz konnte ein gleicher Standard für den städtischen und den ländlichen Raum definiert werden.<sup>15</sup> Im „National Land Plan and the Utilisation Act“ wurden der „basic urban plan“ und der „urban management plan“ definiert. Der „basic urban plan“ ist ein umfassender Plan, der die grundlegenden räumlichen Strukturen und die langfristigen Stadtentwicklungen beinhaltet. Er wird alle 20 Jahre neu aufgelegt

<sup>14</sup> Es wurden nicht die Originaltexte der Gesetze recherchiert, sondern es wurden englische und deutsche Übersetzungen der entsprechenden Veröffentlichungen verwendet.

<sup>15</sup> Zum Beispiel wurde ein Doppelstandard für die „floor area ratio“ (FAR) durch den National „Land Plan and Utilisation Act“ vereinheitlicht. Waldgebiete und landwirtschaftliche Flächen im ländlichen Raum erlaubten zuvor eine viel höhere FAR als jene in urbanen Gebieten. Höhere zulässige FAR ermöglichen eine intensivere Bebauung und damit einen höheren Bodenwert der Fläche (KIM & KIM, 2000:1162).

und wird im Wesentlichen durch das Ministry of Land, Transport and Marine Affairs und das „Seoul Development Institute“ (SDI) erarbeitet (SDI 2009:63). Der „District Unit Planning“ gilt als Basisplan von Seoul. Er wird durch das „Seoul Metropolitan Government“ und das „Ministry of Land, Transport and Marine Affairs“ (MLTMA) erarbeitet. Das „Seoul Urban Planning Committee“ prüft als letzte Instanz den städtischen Planungsentwurf, welcher den „District Unit Plan“ und den „Urban Management Plan“ beinhaltet (KIM & HAN 2012:150).

### 3.2 Seouler Planungskonzepte

Zonierungen sind ein wichtiges Planungsinstrument, um die Bauleitplanung von Seoul zu verwalten. Um die Landnutzungsplanung effizienter zu gestalten, wurde im Jahre 1934 erstmals der „City Planning Act of Joseon“ eingeführt. Seitdem werden die Landnutzungsarten nach vier Hauptklassen unterteilt: Wohngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete und Grünflächen. Jede Klasse wird noch einmal aufgeschlüsselt.

Allerdings ist der Flächennutzungsplan von Seoul nicht statisch, sondern unterliegt den - für eine Megacity typischen - rasanten urbanen Veränderungen. Auf diese dynamischen Umgestaltungen konnte das starre „Zonensystem“ nicht entsprechend reagieren (SDI 2009:63).

Die Stadtplanungshierarchie von Seoul basiert auf einem dreistufigen System. Die oberste Stufe bildet der „Urban Master Plan“ und beinhaltet langfristige Planungen. Im „Urban Management Plan“ sollen die Ziele des „Urban Master Plan“ auf regionaler und lokaler Ebene umgesetzt werden.

Der Urban Master Plan wird durch die Stadtregierung von Seoul entworfen, aber muss durch das staatliche MLTM (Ministry of Land, Transportation, and Maritime Affairs) geprüft werden. Der aktuelle „Urban Master Plan“ für Seoul stammt aus dem Jahre 2005 und heißt „2020 Seoul Master Plan“. Er beinhaltet Entwicklungsstrategien und Landnutzungskonzepte für die gesamte „Seoul Metropolitan Area“ sowie den Umgang mit den RDZ (Grüngürtelgebieten) um Seoul. Neben Umweltschutz thematisiert er die Wohnraumerschließung, Verkehr, Kommunikation, Wirtschaft, Industrie, Soziales und den Katastrophenschutz (SDI 2009:30).

### 3.3 Entwicklungen von Grüngürtelkonzepten

Die Thematisierung von idealen Mustern und Strukturen für die Anordnung von Städten haben in Europa eine mehr als einhundertjährige Tradition. K. Lynch beschrieb fünf Grundmuster für urbane Siedlungen: Zersiedelt, zerstreut, kompakt, stern- und ringförmig (Lynch, 1961 in KÜHN 2003: 20). Für jede dieser



Stadtstrukturen existieren historische Vorläufer, theoretische Modelle und praktische Anwendungen. Le Corbusiers's 'Radiant City' und Frank Lloyd Wright's 'Broadacre City' stellen zwei Extreme zwischen städtischer Verdichtung und Zersiedelung dar (WILLIAMS BURTON & JENKS 2001 in KÜHN 2003: 20). Im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsdebatte und der möglichst effektiven Nutzung der Fläche erlebt die "kompakte Stadt" eine Renaissance nicht nur unter Landschaftsplanern. Grüngürtel sollen dabei die Stadt von dem Hinterland trennen (in KÜHN 2003: 20). Bereits im 18. und 19. Jahrhundert wurden Grüngürtel um europäische Städte angelegt. Am Ende des 19. Jahrhunderts übertrug E. Howard die ring-konzentrierte Form der mittelalterlichen Städte auf die wachsenden Städte der Industrialisierung, ein Konzept, welches in seinem einflussreichen und populären Modell der Garden Cities (HOWARD 1946) beschrieben ist. Die idealtypischen Garden Cities bestehen aus einem streng begrenzten Kernbereich, welcher umgeben ist von Landwirtschafts- und Erholungsbereichen. Diese Zone definiert Howard als Grüngürtel. Der Grüngürtel basiert auf dem Regionalisierungskonzept, dessen Aufgabe es ist, die Stadt mit landwirtschaftlichen Produkten zu versorgen (KÜHN 2003: 21).

Insbesondere auf die Stadtplanungspolitik von Großbritannien hatte das Grüngürtelkonzept einen erheblichen Einfluss. Ausgehend von dem Greater London Plan wurden zahlreiche Greenbelts in mehreren britischen Metropolen etabliert. Auch in einer Vielzahl von anderen europäischen Metropolen (Wien, Barcelona, Budapest und Berlin) fanden Grüngürtel Anwendung in der Stadtplanung (KÜHN 2003: 20).

Es existiert seit Anbeginn der Grüngürtelpolitik eine kontroverse Haltung zwischen Existenz eines Grüngürtels und dem Wachstum der Städte. Die streng restriktive Haltung sah in dem Grüngürtel eine strikte Begrenzung des städtischen Wachstums. Eine liberalere Position sieht in grünen Flächen die Möglichkeit, städtische Strukturen klarer zu definieren und Erholungsräume zwischen den Stadtteilen zu schaffen (ELSON 1986 in KÜHN 2003: 21).

Urban sprawl (Zersiedelung der Landschaft) war bisher ein typisches Phänomen für die Städte in den USA oder Australien. Der in diesen Ländern übliche CBD (central business district oder Stadtkern) ist - relativ zur gesamten Stadtfläche - hoch verdichtet. In ihm befinden sich die städtischen Verwaltungen und öffentlichen Einrichtungen. Entsprechend der kulturellen und gesellschaftlichen Normen war es (z.B. in den USA oder Australien) üblich, ein Haus mit Garten zu besitzen. Der öffentliche Nahverkehr war nur unzureichend ausgebaut. Das Auto als privates Verkehrsmittel diente als Transportmedium, um diese in die Fläche expandierende Wohnform realisieren zu können (GIBERT 1993, ZHANG 2000 in JUN & JINXINGB 2007:287). In Entwicklungsländern vollzieht sich Suburbanisierung in Form eines vertikalen und horizontalen High-Density-

Wachstums. Hintergrund sind eine schnell wachsende Bevölkerungszunahme, die Wirtschaftsentwicklung eines Landes und die von den Städten ausgehenden pull-Faktoren. (KOJIMA , 1996; DENG & HUANG , 2003 und NEUMAN 2005 IN JUN & JINXINGB 2007:287). Trotz dieser Unterschiede erzeugt die Zersiedelung in den Entwicklungsländern ähnlich negative Effekte wie der urban sprawl in den Industrieländern (lange Pendlerbewegungen, Abhängigkeit vom eigenen PKW, steigende Umweltbelastungen durch höhere Schadstoffe in der Luft und im Wasser, wachsender Flächenverbrauch) (BENGSTON ET AL. 2005 in JUN & JINXINGB 2007:287). Es wurden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen, um die Zersiedelung der Landschaft zu steuern. Urban Containment gilt dabei als ein vielversprechender raumplanerischer Ansatz, wobei die Grüngürtelpolitik zu ihrer restriktivsten Form der Containment-Politik zählt (BENGSTON UND YOUN 2006:6 in JUN & JINXINGB 2007:287). Der Grüngürtel bildet eine physische Grenze um die Stadt, in der jegliche Bebauung untersagt oder stark eingeschränkt ist (JUN & JINXINGB 2007:287). Das Grüngürtelkonzept wurde zuerst von Ebenezer Howard (1902) in seinem Buch Garden Cities of Tomorrow thematisiert. Er regte an, grüne Zonen (bestehend aus Ackerland, Wäldern und anderen natürlichen Gebieten) zwischen den Städten auszuweisen. Die wichtigsten Faktoren, zum Anlegen der Grüngürtelzone, waren die Verhinderung einer Verschmelzung mehrerer Städte und der Gedanke des Umweltschutzes, d.h dadurch den Erhalt von Farmland, Wäldern und anderen natürlichen Umgebungen zu gewährleisten (JUN & JINXINGB 2007:287).

### 3.4 Grüngürtel von Korea

Die koreanische Regierung wollte nicht nur die Bevölkerungsentwicklung stabilisieren, sondern sie versuchte auch, die Stadtentwicklung nachhaltiger zu organisieren. Die erste raumplanerische Maßnahme mit einem nachhaltigen Effekt auf die Entwicklung der koreanischen Städte war die Ausweisung von restricted development zones (RDZ) im Jahre 1971. Ein RDZ-Gebiet wird als Grüngürtel bezeichnet, weil er sich wie ein Pufferbereich um eine Kernstadt legt.

Das koreanische Grüngürtel-Konzept wurde aus Großbritannien und Japan adaptiert. (BENGSTON & YOUN 2006:2). In Korea wurden zwischen 1971 - 1987 um Seoul und weiteren 13 südkoreanischen Städten Grüngürtel auf Grundlage des Town Planning Act (TPA) vom Januar 1971 angelegt (JUN & HUR 2001:151). Innerhalb dieser Gebiete ist jegliche Bebauung untersagt (Abb. 32 und Tab. 4). Derzeit stellen 5.397 km<sup>2</sup> der Landfläche Südkoreas RDZ-Gebiete dar (HWANG 2003:428), das entspricht 5,4 %. Korea besitzt damit nach Großbritannien die weltweit zweitgrößten Grüngürtelflächen (BAE & JUN 2003:375).

Tab. 4: 14 Grüngürtel von Korea (Quelle: JIN 2001:4)

Großstädte (> 1 Mio.)	Area (km <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Seoul Capital Region</b>	1566,80	29,00
<b>Busan</b>	597,10	11,00
<b>Daegu</b>	536,50	10,00
<b>Gwangju</b>	544,70	10,30
<b>Daejeon</b>	441,10	8,20
<b>Ulsan</b>	283,60	5,20
<b>Ma-Chang-Jin</b>	314,20	5,80
<b>Sub-Total</b>	4294,00	79,50

weitere Städte (< 1 Mio.)	Area (km <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Jeju</b>	82,60	1,50
<b>Chuncheon</b>	294,40	5,40
<b>Cheongju</b>	180,10	3,30
<b>Jeonju</b>	225,40	4,20
<b>Jinju</b>	203,00	3,80
<b>Tongyeong</b>	30,00	0,60
<b>Yeosu</b>	87,60	1,60
<b>Sub-Total</b>	1103,10	20,50

<b>Summe: Großstädte</b>	4294,00	79,50
<b>Summe: weitere Städte</b>	1103,10	20,50
<b>Gesamt</b>	<b>5397,10</b>	<b>100</b>

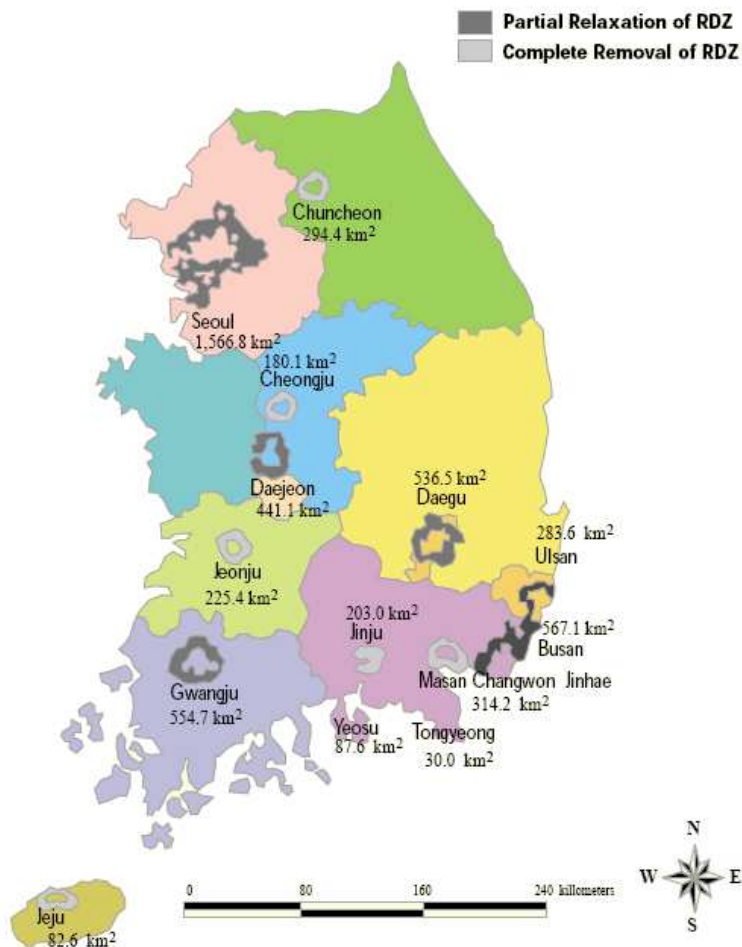


Abb. 32: Grüngürtel von Korea (Quelle: JIN 2001:4).

Der größte koreanische Grüngürtel befindet sich um die koreanische Hauptstadt (Stadtfläche: 605 km<sup>2</sup>). Der Grüngürtel besitzt mit einer Ausdehnung von 1.566,8 km<sup>2</sup> einen signifikanten Einfluss auf die Stadtentwicklung der Seoul City. Er begrenzt die Fläche der Seoul City und förderte die Suburbanisierung. Im Laufe der 1970er Jahre wurden diese Grüngürtel mehrfach erweitert. Für die koreanische Regierung wurde die Grüngürtelpolitik zum wesentlichsten, aber auch am intensivsten diskutierten Element der Landnutzungsplanung (BAE 1998:479). Seit mehr als 15 Jahren existiert ein großer Wunsch, die Grüngürtelbereiche zu verringern und die Gebiete zu erschließen. Zum besseren Verständnis der koreanischen Grüngürtelpolitik sollen diese Aspekte näher beschrieben werden.

### 3.4.1 Allgemeine Kriterien

Es können sechs Kriterien genannt werden, die dazu geführt haben, den Grüngürtel um Seoul anzulegen. Während der letzten vier Jahrzehnte änderte sich die relative Bedeutung der verschiedenen Beweggründe (BAE 1998:483).

Anfang der 1970er Jahre spielte der Grüngürtel für die nationale Sicherheit eine sehr bedeutende Rolle. Der Grüngürtel sollte als wichtiges Element zum besseren Schutz und der Kontrolle nordkoreanischer Grenzübertritten dienen. Da die City Hall von Seoul in Luftlinie nur rund 37 Kilometer von der innerkoreanischen Grenze (Demilitarized Zone; "DMZ") entfernt liegt, befanden sich Anfang der 1970er Jahre rund 40 % der südkoreanischen Bevölkerung in der Reichweite nordkoreanischer Artillerie (BENGSTON & YOUN 2006:4-5). Durch den Grüngürtel wurden die besiedelten Flächen um Seoul begrenzt und die Seoul City konnte besser kontrolliert und überwacht werden. Infolge der New Town policy (Kapitel 3.5) setzte sich in den 1980er Jahren die Landerschließung weiter nach Norden fort. In den letzten beiden Jahrzehnten wurde die Satellitenstadt Ilsan, nur 22 Kilometer von der innerkoreanischen Grenze entfernt, errichtet (BAE 1998:483). Das Argument des Schutzes der nationalen Sicherheit bleibt bestehen, solange keine Wiedervereinigung oder zumindest ein stabiler Friedensvertrag mit Nordkorea geschlossen werden kann.

Ein zweiter Grund für die Ausweisung des Grüngürtels in seiner frühen Phase war es, illegal errichtete Slums zu beseitigen. Slums, inner- und außerhalb der Seoul City, wurden infolge von Wohnungsknappheit nach dem Ende des Koreakrieges (1953) durch die zahlreichen Zuzügler nach Seoul errichtet. HA (2007:117 in KIM & HAN 2012:149) ermittelte, dass sich in den 1960er und 1970er Jahren rund 20 bis 30 % der Gebäude von Seoul in Slums befanden.

Der dritte Grund war die Verhinderung von Suburbanisierung. Dieser Aspekt gilt für alle weltweit angelegten Grüngürtel (BAE 1998:483). Im Falle von Korea sollte vermieden werden, das Seoul mit Incheon, Suwon und Euijeongbu

zusammen wächst (BENGSTON & YOUN 2006:4-5). Jedoch konnte der Seouler Grüngürtel in den 1980er Jahren die Suburbanisierung nicht verhindern (BAE 1998:483). Nachdem die Seoul City vollständig bebaut war, wurden die als Wohnstädte konzipierten Satellitenstädte um Seoul errichtet und führten zu einer weiteren Erschließung von Landflächen außerhalb des Grüngürtels<sup>16</sup>. Der von der Zentralregierung verursachte Konflikt zwischen Begrenzung der Suburbanisierung (durch den Grüngürtel) und der Ausdehnung der Verstädterung in der „Seoul Metropolitan Area“ (SMA) (durch die New Towns) wurde in Kapitel 3.5 näher beschrieben.

Der vierte Aspekt für die Ausweisung des Grüngürtels war die Vermeidung weiterer Landspekulationen. Diese hatten seit den 1970er Jahren stark zugenommen. Mittelfristig führte die Anlegung des Grüngürtels zu einer Verringerung der Landspekulationen, denn um Seoul war jegliche Bebauung untersagt. Langfristig zeigte sich jedoch ein deutlicher Anstieg der Land- und Immobilienpreise sowie der Bodenpreisspekulationen, insbesondere in den Gebieten der „Seoul Metropolitan Area“ (SMA) außerhalb des Grüngürtels.

Allerdings vollzog sich die Erschließung von neuen bezahlbaren Wohngebieten (zumeist Hochhaussiedlungen) meistens ohne die Berücksichtigung von Umweltbelangen.

Der Schutz von landwirtschaftlichen Flächen gilt als weiteres Kriterium zur Anlegung des Seouler Grüngürtels (BAE 1998:484). Innerhalb des Grüngürtels blieben die landwirtschaftlichen Flächen unangetastet. Die Gesamtfläche der landwirtschaftlichen Flächen innerhalb der „Seoul Metropolitan Area“ (SMA) verringerte sich innerhalb der letzten 40 Jahre. Nachdem die Seoul City komplett erschlossen worden war, wurden die Gebiete (zumeist waren es landwirtschaftlich genutzte Flächen) außerhalb des Grüngürtels bebaut (BAE 1998:485). Zwischen 1980 und 2000 vergrößerte sich die urbane Fläche der „Seoul Metropolitan Area“ um das 1,6 fache auf 1092 km<sup>2</sup> (KIM & HAN 2012:151). Umweltaspekte spielten zu dieser Zeit eine untergeordnete Rolle (BENGSTON & YOUN 2006:4-5) und werden erst als letzter Aspekt für die Anlegung des Grüngürtels thematisiert. Der Gedanke des Umweltschutzes ist in den anderen Ländern, die ein Grüngürtelkonzept um ihre Städte eingeführt haben, einer der wichtigsten Punkte<sup>17</sup> (BAE 1998:484). Offiziell wird in Korea von einer „environmental and natural resource protection“ gesprochen, also der Erhaltung regionaler Freiflächen wie nationale und regionale Parks, Berge und landwirtschaftlichen Flächen (JUN & BAE 2000:301). Auch der Han-Fluss, der als

---

<sup>16</sup> Die Satellitenstädte von Seoul wurden von der Zentralregierung geplant und von den Koreanischen Großunternehmen (Chaebol, Fußnote 3) gebaut. Die Städte wurden als reine Wohnstädte konzipiert. Eine Mischnutzung (Gewerbe, Industrie und Wohnen) war nicht vorgesehen (KIM 1997:199-200).

<sup>17</sup> Interessanterweise sind die genannten Beweggründe - abgesehen von der nationalen Sicherheit - vergleichbar mit der anti-sprawl movement in den USA (JUN & HUR 2001:152).

breiter Strom durch Seoul fließt, wurde seit August 1972 als schützendes Gebiet deklariert (BAE 1998:484).

Laut BAE (1998: 485) wurde jedoch kein ernsthafter Versuch seitens der Regierung unternommen, die Gebiete des Grüngürtels unter Umweltaspekten zu schützen oder Schutzgebiete für die Bevölkerung besonders zugänglich zu machen. Beispielsweise befindet sich in den östlichen Teilen des Grüngürtels keine Infrastruktur für Wanderer oder Bergsteiger. Und dies, obwohl die Region ein hohes Potential für Naturliebhaber darstellt. Aufgrund mangelnder Zugänglichkeit wurde es der Seouler Bevölkerung erschwert, einen ökologischen Bezug zu ihrem Grüngürtel herzustellen.

Es wurden, ohne auf ökologische Kriterien zu achten, sogar innerhalb des Grüngürtels Industriegebiete (die meisten wurden bisher zurück gebaut), Militärzonen (zahlreiche Bodenkontaminationen wurden protokolliert) und Gebiete für den Abbau von Steinen und Kies erschlossen (BAE 1998:485).

In den letzten Jahren wurde die Bedeutung des Grüngürtels für den Schutz der Umwelt allerdings immer stärker wahrgenommen (JUN & BAE 2000:301).

Die meisten Bürger von Seoul haben nur ein geringes Interesse an dem Grüngürtel der Stadt, auch für Politiker besteht laut KIM & KIM (2000:1166) nur ein temporäres Interesse. Vor allem in Wahlkampfphasen entscheiden sie nach dem Kalkül für ihre politischen Interessen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass seit den 1970er Jahren die Grenzen des Grüngürtels und der Seoul City unverändert blieben. Sie basierten auf politischen Entscheidungen und waren nicht das Ergebnis einer umfangreichen Landnutzungsbeurteilung (JUN & HUR 2001:151). Das Ministry of Construction and Transportation besaß mit seiner Grüngürtelpolitik alle Weisungsbevollmächtigungen über die koreanischen Grüngürtelzonen. Dieses Konzept steht exemplarisch für eine top-down zentral gesteuerte Planungshierarchie, welche in Kapitel 3.1 näher beschrieben wurde. Die lokalen Regierungen hatten keine andere Möglichkeit, als die Weisungen des Ministry of Construction and Transportation umzusetzen.

Dies behinderte die Arbeit der lokalen Behörden, denn sie konnten bei Landerschließungen nicht konstruktiv agieren, sondern mussten sich immer an die sehr strikten Baubeschränkungen der greenbelt policy richten. Somit wurde es schwer, auf lokaler Ebene auf die Auswirkungen des hohen Bevölkerungsdruckes und der rasanten ökonomischen Entwicklung adäquat zu reagieren. Die Lokalregierungen verlangten seit den 1990er Jahren mehr Mitspracherecht bei der Modifizierung der seit mehr als 35 Jahren unangetasteten RDZ um Seoul. Die Autonomie der lokalen Regionen wuchs in den letzten zwei Jahrzehnten jedoch nur unwesentlich (BAE 1998:479).

### 3.4.2 Landnutzung

Die Ausweisung des Grüngürtels hatte nachhaltige Auswirkungen auf die Entwicklung der Seoul City. Er umschloss die Stadt und führte zu einem hohen Nutzungskonflikt für die begrenzte Stadtfläche. Es gab bis in die 1970er Jahre innerhalb der Seoul City lediglich im Süden und Osten freie Baulandreserven. Diese wurden durch riesige Hochhaus-Wohnkomplexe erschlossen und zählten zu den prägendsten Merkmalen dieser Entwicklungsphase. „Die durch die Ausweisung des Grüngürtels ausgelöste Verteuerung der Bodenpreise hatte jedoch auch für den vorhandenen, überwiegend aus Einfamilienhäusern bestehenden Baubestand einschneidende Folgen. Die Grundstücke wurden wertvoller als die darauf errichteten Gebäude“ (DEGE 1996:7). Nachdem die Baulandreserven erschöpft waren, wurden alte Stadtteile abgerissen und durch eine noch dichtere und höhere Bebauung ersetzt. „Das führte dazu, dass der Gebäudebestand in kurzen Intervallen erneuert wurde“ (DEGE 1996:7). Diese Bevölkerungsüberkonzentration führte zu einem Verlust an Lebensqualität innerhalb der Seoul City und zu einem Suburbanisierungsprozess in die seit Mitte der 1970er Jahre errichteten Seouler Satellitenstädte, welche sich außerhalb des Grüngürtels befinden (ENGELHARD 2004:261). Umweltschützer kritisieren in diesem Zusammenhang die zunehmende Anzahl von Personen, welche mit dem eigenen Auto in die Seoul City pendelt. Dieser steigenden Umweltbelastung versucht die Stadtverwaltung durch die Förderung und den Ausbau des Busverkehrs und den Neubau von U-Bahnlinien entgegen zu wirken (BENGSTON & YOUN 2006:6-8).

Der Grüngürtel um Seoul entwickelte sich seit 1971<sup>18</sup> in vier Phasen (BAE & JUN 2003:376), wobei in jeder Phase der Grüngürtel vergrößert wurde (BAE 1998:482).

Nachdem ein entsprechendes Dekret im Stadtplanungsgesetz von Seoul verankert wurde, konnte am 30.07.1971 (Town Planning Act Art. 21) die erste RDZ (restricted development zone) mit einer Fläche von 463,8 km<sup>2</sup> um die Hauptstadt ausgewiesen werden (HWANG 2003:428).

Die RDZ lag 15 Kilometer von der Souler City Hall entfernt und besaß eine Breite von einem bis neun Kilometer. Der Seoul umgebene Grüngürtel wurde durch verschiedene urbane Korridore (Seoul-Incheon, Seoul-Anyang, Seoul-Sungnam, und auch Seoul-Euijeongbu) unterbrochen (vgl. axis concept in Japan: Kapitel 3.4.8) (BAE 1998:482). In der zweiten Erweiterung (29.12.1971)

---

<sup>18</sup> In dem Seoul City Comprehensive Plan (1967), als Komponente des National Comprehensive Physical Plan (1972 – 1981) (BAE 1998:480) beschloss das Ministry of Construction von Seoul und die Korea Planers Association, unter Führung der Militärregierung von Präsident Park Chung Hee, die Anlegung eines Grüngürtels um Seoul (BENGSTON & YOUN 2006:4-5).

vergrößerte sich der die RDZ um 404,2 km<sup>2</sup> auf 868 km<sup>2</sup>. Hierbei wurde das Gebiet um Anyang im Süden von Seoul ausgewiesen, weil in dieser Region deutliche ungeplante Wohnraumzuwächse verzeichnet wurden. Zur gleichen Zeit wurde ein 597,1 km<sup>2</sup> großer Grüngürtel um Koreas zweitgrößter Stadt Busan angelegt. In der dritten Phase (25.08.1972) wurde die größte Erweiterung des Seouler Grüngürtels vorgenommen. Daraus resultierte eine Vergrößerung des Grüngürtelradius von 15 auf 35 Kilometer. Die Erweiterung beinhaltete die östlichen und flächig bewaldeten Gebiete rund um den Han-Fluss. Zusätzlich wurde der Grüngürtel nach Westen erweitert und grenzte damit direkt an Koreas drittgrößter Stadt Incheon. In dieser Zeit wurde auch ein Grüngürtel um Koreas viertgrößter Stadt Daegu ausgewiesen. In der vierten und letzten Erweiterungsphase wurde am 04.12.1976 ein zusätzliches Gebiet mit einer Größe von 247,6 km<sup>2</sup> als RDZ ausgewiesen. Das neue Gebiet umschloss die New Town von Ansan im Südwesten von Seoul (JUN & BAE 2000:302). Die durchschnittliche Breite des Seouler Grüngürtels beträgt aktuell zehn und seine Entfernung vom Stadtzentrum rund 15 Kilometer (BENGSTON & YOUN 2006:3). Seine östlichen Ausläufer befinden sich mit 40 Kilometern am weitesten von der Seoul City entfernt (BAE & JUN 2003:375).

Mit der letzten Erweiterung besitzt der Grüngürtel seit 1976 eine Größe von 1.566,8 km<sup>2</sup>, was 29 % der landesweiten RDZ-Gebiete entspricht. 21,8 % der Seouler RDZ liegen innerhalb der Seoul City. Die restlichen 1.225 km<sup>2</sup> befinden sich in der Seoul umgebenden Gyeonggi-Provinz (SMA) (HWANG 2003:403). Aufgrund von strengen Landnutzungsregularien leben nur rund 350.000 Menschen innerhalb des Seouler Grüngürtels. Im Vergleich dazu leben rund 10 Millionen innerhalb der Seoul City und 23 Millionen in der SMA. Damit beträgt der Bevölkerungsanteil der im Grüngürtel lebenden nur 3,61 % der Seoul City und 1,48 % der SMA (BAE & JUN 2003:375). Zudem ist die Bevölkerungsdichte innerhalb des Grüngürtels mit 223 Einw./km<sup>2</sup> im Vergleich zur Seoul City (16.198 Einw./km<sup>2</sup>) und SMA (11.745 km<sup>2</sup> Einw./km<sup>2</sup>) sehr gering (JUN & HUR 2001:151-152) (Tab. 5).

Tab. 5: Bevölkerungsverteilung innerhalb und außerhalb der koreanischen Grüngürtel (Quelle: JUN & HUR 2001:151-15, UN 2012<sup>1</sup> und BAE & JUN 2003:375)

	Fläche (km <sup>2</sup> )	Bevölkerungszahl (in Mio.)	Bevölkerungsdichte (Einw. / km <sup>2</sup> )
Grüngürtel Seoul	1566,8	0,35	223
Grüngürtel Korea	5397,1	0,96	178
Seoul City	605	9,8	16.198
Gyeonggi-Provinz	10.175	11,3	1.110
SMA	11.745	23,7	2.017



### 3.4.3 Politische Aspekte

Die Grenzen des Grüngürtels wurden von der Militärregierung in den 1970er Jahren ohne große Beteiligung der Öffentlichkeit abgesteckt. Es war streng verboten, Gewerbe- und Industriebetriebe innerhalb des Grüngürtels zu errichten. Auch durften keine neuen Siedlungen innerhalb der RDZ-Zone entstehen. Zudem war es nicht erlaubt, ohne eine offizielle Genehmigung neue landwirtschaftliche Nutzflächen auszuweisen (BENGSTON & YOUN 2006:3). Landnutzungsänderungsanträge in den 1970er Jahren benötigten nicht nur die Erlaubnis des Ministry of Construction and Transportation sondern auch die des koreanischen Präsidialbüros. Illegal errichtete Gebäude wurden zerstört. Im Wahlkampf zu den ersten demokratisch abgehaltenen Wahlen von Korea (1988) wurden die festgelegten Grenzen des Grüngürtels erstmals von Wissenschaftlern, Medien und den Oppositionsparteien diskutiert und kritisiert. Aus Respekt gegenüber Militärdiktator Chung-hee Park - der den wirtschaftlichen Aufschwung von Korea eingeleitet hatte und die koreanische Idee der Grüngürtel begründet hatte - wurde die Kritik jedoch nicht besonders intensiv geäußert (BAE 1998:493).

Im September 1988 wurden unter Roh Tae-woo<sup>19</sup> - als erster gewählter Präsident von Korea - Lockerungen innerhalb der Greenbelt Policy vorgenommen. So durften Grund- und Oberschulen sowie Sportkomplexe innerhalb der RDZ errichtet werden. Präsident Roh teilte mit, dass es unter seiner Regierung jedoch nicht erlaubt sei, den Grüngürtel als Bauland für Wohnungen zu erschließen. Zumindest wurde es den 350.000 Bewohnern des Seouler Grüngürtels<sup>20</sup> seit 1988 erlaubt, die Nutzfläche ihrer Gebäude auf eine Fläche von maximal 300 m<sup>2</sup> zu erweitern und ihre Gebäude auf bis zu drei Etagen auszubauen (BAE 1998:495).

Im Präsidentschaftswahlkampf 1997 versprach der Oppositionskandidat Kim Dae Jung, Reformen für die landesweiten Grüngürtel durchzuführen (BENGSTON & YOUN 2006:6-8). Nachdem Kim die Wahl gewonnen hatte, wurde 1998 das National Committee for Green Belt Policy Reform gegründet. Der Vorgesetzte des Komitees war Professor Choe Sang-Cheol von der Seoul National University<sup>21</sup>. Ihm waren drei Bewohner des Grüngürtels, ein Vertreter einer Umweltschutzorganisation, zwölf Wissenschaftler, drei offizielle Mitarbeiter der Regierung und drei Journalisten zur Seite gestellt. Das Komitee übergab dem *Ministry of Science and Technology* (MOCT) am 24.11.1998 einen Bericht, in dem verschiedene Reformpunkte aufgelistet wurden. Danach sollen die

---

<sup>19</sup> Roh Tae-woo ist ein ehemaliger südkoreanischer General und Politiker. Er war von 1988 bis 1993 der sechste Präsident Südkoreas.

<sup>20</sup> Die meisten Bewohner innerhalb des Grüngürtels hatten bereits vor dessen Ausweisung in diesem Gebiet gelebt (JUN & HUR 2001:151-152). Es gibt nur wenige Personen, die nach 1972 in den Grüngürtel gezogen sind (BAE 1998:495).

<sup>21</sup> Die Seoul National University ist die renommierteste Universität von Korea und liegt im weltweiten Ranking (laut QS World University Rankings) auf Platz 37 (TU 2013).

Grüngürtel von sieben kleineren bis mittleren Städten (Jeju, Chuncheon, Cheongju, Jeonju, Jinju, Tongyeong und Yeosu, Abb. 32) beseitigt und ihr Status in conservation-green areas und natural green areas gerändert werden. Diese Maßnahme zielte auf eine flexiblere Landnutzung der entsprechenden RDZ-Zonen ab. Im Dezember 1998 entschied das Verfassungsgericht, dass die Landeigentümer im Grüngürtel eine „angemessene Entschädigung“ erhalten werden (JIN 2001:1). Auf Grundlage der Entscheidungen des National Committee for Green Belt Policy Reform wurde in den sieben Großstädten des Landes zwischen 1999 bis 2000 eine detaillierte Umweltanalyse der jeweiligen Grüngürtel durchgeführt (CHOE 2004:254-257). Die Analyse beinhaltete Strategien zur Ausweisung von Stadttagglomerationen, Transportachsen und Verbindungen von Grünflächen (JIN 2001:4). Dabei wurde der Grüngürtel nach drei Nutzungsarten (Landwirtschaft, Wald oder Siedlung) klassifiziert und die Topographie berücksichtigt. Zudem wurde die Qualität der Luft und des Wassers erfasst. Im Ergebnis wurden fünf Stufen (A bis E) der Landnutzung festgelegt (CHOE 2004:254-257). Die Stufen A und B besaßen einen so hohen Status für den Umweltschutz, dass diese Gebiete einen uneingeschränkten RDZ-Status behielten (JIN 2001:2). Staatliche Bauprojekte durften in der Stufe C realisiert werden, wenn die festgelegten Umweltbestimmungen eingehalten werden (JIN 2001:3). Für die meisten Diskussionen sorgten die Stufen D und E. Jene Stufen mussten einer detaillierten Untersuchung unterzogen werden, denn ihnen sollte der RDZ-Status entzogen werden (CHOE 2004:254-257).

Tab. 6: Übersicht der sieben größten koreanischen Grüngürtel: D/E-Flächen sollen für die Nutzung freigegeben werden (Quelle: JIN 2001:3)

	Grüngürtel (km <sup>2</sup> )	Anteil der D/E- Flächen Analyse 1998 (%)	D/E-Flächen 1999/2000 Analyse (km <sup>2</sup> )	Anteil der D/E- Flächen Analyse 1999/2000 (%)	Differenz zw. Analyse 1998 vs.1999/2000 (km <sup>2</sup> )	Differenz zw. Analyse 1998 vs.1999/2000 (%)
Seoul	1566,8	11,8	184,9	7,3	114,4	-70,5
Busan	567,1	8,6	48,9	7,6	43,1	-5,7
Daegu	536,5	4,1	22	6,5	34,9	12,9
Gwangju	555,7	9,6	53,4	8,6	47,8	-5,6
Daejeon	441,1	10,6	46,8	9	39,7	-7,1
MaChang.	314,2	7,7	24,2	9,7	30,5	6,3
Ulsan	283,6	9,9	28,1	8,3	23,4	-4,5
Gesamt	4265	9,5	408	7,8	332,7	-18,4

Wie Tabelle 6 zeigt, besitzen die D/E-Flächen eine Größe von 334 km<sup>2</sup>. Dies entspricht 7,8% der gesamten Grüngürtelfläche (JIN 2001:4). Der Anteil von D/E-Flächen ist mit 184,9 km<sup>2</sup> in der Seoul Metropolitan Area (SMA), gegenüber

den anderen sechs Großstädten, nach der Klassifizierung von 1998, am höchsten. Nach der detaillierten Analyse unter Berücksichtigung höherer Umweltstandards von 1999/2000 verringerte sich dieser Anteil auf 114,4 km<sup>2</sup>. (JUN & HUR 2001:152). Mehr als ein Drittel der gesamten D/E-Zonen befindet sich in der Seoul Metropolitan Area. Das ausgewiesene Land soll innerhalb des aktuellen *Seoul Master Plan* (2005 - 2020) erschlossen werden (BAE & JUN 2003:375). Entgegen zahlreicher Mutmaßungen fiel der Anteil von D/E-Gebieten jedoch geringer aus als befürchtet. Die Mindestgröße einer D/E-Fläche musste 100.000 m<sup>2</sup> (0,1 km<sup>2</sup>) betragen, damit eine effiziente Bereitstellung von Infrastruktur (Straßen, Kanalisation ...) entwickelt werden konnte. Zudem konnte durch die Benennung einer Mindestgröße für D/E-Flächen verhindert werden, dass unüberschaubar kleine D/E-Gebiete entstehen. Speziell in Seoul durfte die maximale D/E-Fläche nicht mehr als 2,0 km<sup>2</sup> betragen, um einen großflächigen Verstädterungsprozess zu verhindern (JIN 2001:3). Weil zumeist Bewohner des Grüngürtels Petitionen für die Deregulierung ihres Grund und Bodens eingereicht hatten, wurden Siedlungsgebieten eine Priorität bei der Ausweisung von D/E-Gebieten eingeräumt (JIN 2001:4). Siedlungen mit weniger als zwanzig Haushalten wurden dagegen vom RDZ-Status befreit. Dies war ein Kompromiss aus Forderungen der Umweltschützer und Landeigentümer und betraf 1.900 Siedlungen in den gesamten 14 koreanischen Grüngürteln (JIN 2001:4).

Aufgrund zahlreicher Proteste von verschiedenen Interessengruppen (Landbesitzer des Grüngürtels, Bewohner im Grüngürtel, Zentralregierung, Lokalregierungen, Umweltschützern) (JUN & HUR 2001:152) wurde die Analyse von 1999/2000 im Jahre 2002 und 2006 durch das *Ministry of Science and Technology* (MOCT), das Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS) und weiteren Instituten auf seine praktische und legale Umsetzung erneut geprüft und im Wesentlichen bestätigt. Das KRIHS forderte im Juli 2007 die Anlegung eines Greenbelt National Trust Fond, mit dessen Hilfe D/E-Gebiete gekauft und geschützt werden konnten (KIM 2007<sup>4</sup>:7-8). Durch die geänderten Bestimmungen durften erstmals landwirtschaftliche Nutzflächen in den Grüngürteln bautechnisch erschlossen werden. Außerdem war es erlaubt, vorhandene Siedlungen abzureißen und durch Neubauten (zumeist Hochhauskomplexe) zu ersetzen, wenn sich auf den Flächen Dörfer oder Städte mit mindestens 1000 Menschen (oder 300 Haushalten) befanden (JUN & HUR 2001:152).

Die Capital Region Plan<sup>22</sup> wurde im Jahr 2007 formuliert und im Jahr 2009 überarbeitet. Ziel war es, die strengen Grüngürtelregularien zu lockern. In diesem Plan ist vorgesehen, dass die SMA "[...] will be a globally competitive mega-region making full use of its advantages, such as its excellent

---

<sup>22</sup> Die Planung wurde gemeinsam vom MLTM (Ministry of Land, Transport and Marine Affairs), dem Seoul Metropolitan Government, der Incheon Metropolitan Government und der Landesregierung der Gyeonggi-Prvinz erarbeitet (KIM & HAN 2012:151).

infrastructure for knowledge-information generation, international connectedness, key location in linking the South and North Korea, and concentration of command-and-control functions" (KIM & HAN 2012:151).

#### 3.4.4 Konflikte der Grüngürtelreformen

In Korea besteht traditionell eine zentralisierte top-down-Hierarchie (Kapitel 3.1). Raumordnungspolitische Entscheidungen werden von der Regierung in Seoul getroffen und auf die Lokalregierungen übertragen.<sup>23</sup> Zwar sollte bereits in den 1960er Jahren durch die Local Autonomy Laws eine Übertragung von Weisungsbevollmächtigungen auf die Lokalregierungen erfolgen, aber es vollzog sich bis in die 1990er Jahre keine signifikante politische Stärkung der Lokalregierungen. Erst bei den Lokalwahlen aus dem Jahre 1995 zeigte sich eine gewisse Stärkung der Provinzialebene. Das Schlagwort der "local autonomy" als Zeichen für direkte Demokratie war hierbei laut BAE (1998:496) zu einem sehr wichtigen Thema des Wahlkampfes geworden. Obwohl die lokalen Regierungen ihren Grüngürtelabschnitt verwalten, haben sie keine inhaltliche Entscheidungsfreiheit bezüglich deren Erschließung (bspw. der Lockerung von Grüngürtelbeschränkungen). Dies ist insofern bedeutend, denn die Lokalregierungen sind mehr als jeder andere Entscheidungsträger von den Auswirkungen der Grüngürtelpolitik (hinsichtlich baurechtlicher Beschränkungen und dem städtischen Bevölkerungsdruck) betroffen (JIN 2001: 4).

Das problematische Verhältnis zwischen Lokal- und Zentralregierung soll am Beispiel der Stadt Hanam dargestellt werden. Hanam besitzt 150.000 Einwohner (HC 2013) und ist sehr eng mit der Seoul City verbunden. Der westliche Stadtteil von Hanam befindet sich nur vier Kilometer von der Seoul City und 22 Kilometer von der Seoul City Hall entfernt. Hanam liegt innerhalb des Einzugsbereiches des Han-Flusses mit seinem Paldang Trinkwasserreservoir, welches die Trinkwasserversorgung für Seoul, Suwon und Incheon darstellt (BAE 1998:496). Hanam ist als eine reine Wohnstadt konzipiert, in der sich keine Industriegebiete befinden (BAE 1998:497). Im Zuge der dritten Grüngürtelerweiterung von Seoul (1972) befindet sich der überwiegende Teil von Hanams Stadtfläche innerhalb des Seouler Grüngürtels. Heute dürfen weniger als zwei Prozent der Stadtfläche von Hanam bebaut werden. Hanam ist überwiegend durch landwirtschaftliche Flächen geprägt. Aktuell sind alle bebaubaren Flächen von Hanam erschlossen und der Lokalregierung ist es untersagt, weitere Flächen auszuweisen. Dies betrifft nicht nur den Bau von Wohnhäusern, sondern auch die Errichtung eines

---

<sup>23</sup> Lediglich im Jahre 1996 vollzog sich eine geringfügige Änderung in Bezug auf die Landnutzungsentscheidungen. Über bauliche Veränderungen von Dörfern innerhalb des Grüngürtels, die weniger als 100 Haushalte hatten, durfte nun direkt der lokale Bürgermeister oder der Gouverneur der Provinz entscheiden (BAE 1998: 96).

Kulturzentrums oder Museums.<sup>24</sup> 1995 legte Hanams Stadtverwaltung einen Bauplan vor, im Zuge dessen mehr als vierzig Wohnhochhäuser auf einer Fläche von 12 km<sup>2</sup> errichtet werden sollten. Die Zentralregierung von Seoul verweigerte die Umsetzung, weil sich die Erschließungsflächen innerhalb des Grüngürtels befanden. Laut BAE (1998:496) stellte Hanams Lokalverwaltung einen Antrag auf der Erschließung eines Industrieparks für Firmen, die sich mit Umwelttechnologien beschäftigen. Auch dieser Antrag wurde von Seoul abgelehnt. Auf der anderen Seite führte die Zentralregierung Bauprojekte in Hanam durch, ohne dass sie der Lokalregierung ein Mitspracherecht einräumte. So wurde eine Pipeline für die Wasserversorgung der Seoul City errichtet, welche vom Paldang Trinkwasserreservoir in West-Ost-Richtung durch Hanam verläuft (BAE 1998:497-498).<sup>25</sup>

Der Bau einer zehn Kilometer langen Zugverbindung von Hanam zum Anschluss an das U-Bahn-System von Seoul war das einzige von der Lokalregierung initiierte Projekt, welches von der Zentralregierung im Jahre 1997 genehmigt wurde. Die Zentralregierung befürwortete dieses Vorhaben, weil es sich um ein „notwendiges“ Infrastrukturprojekt handelte. Zum einen war die Anbindung Hanams an das öffentliche Verkehrsnetz von Seoul notwendig, damit Hanam als reine Wohnstadt weiterhin attraktiv blieb. Auf der anderen Seite hatte die Zentralregierung kein Interesse daran, dass sich Hanam vergrößerte und zu weiteren pull-Faktoren in der Region führte. Auch die Bereitstellung von Gewerbeflächen in Hanam wurde durch die Zentralregierung reglementiert. Bereits in den späten 1990er Jahren waren alle existierenden Gewerbeflächen belegt, sodass sich keine neuen Betriebe in Hanam ansiedeln konnten. Die nächsten verfügbaren Gewerbeflächen befinden sich rund 30 Kilometer südlich von Hanam im Kwanju-gun außerhalb des Grüngürtels. Daraus resultieren wiederum zusätzliche Fahrtkosten für die Bewohner und finanzielle Schwierigkeiten für Hanam, denn es fehlt eine steuerliche Basis, sodass die Stadt durch das koreanische Innenministerium subventioniert werden muss (BAE 1998:497-498).

Hanam ist ein typisches Beispiel für die Interessenkonflikte zwischen der Zentralregierung und den Lokalregierungen die durch die top-down-Politik und die Greenbelt Policy entstanden sind (BAE 1998:497-498). Die Lokalregierung von Hanam hat große Akzeptanzprobleme gegenüber der Politik von Seoul und fordert mehr Entscheidungsfreiheit.

---

<sup>24</sup> In dem Museum sollten unter anderem Artefakte der Paekche Periode (6 v. Chr. bis 475 n. Chr.) ausgestellt werden. Sie wurden auf der jetzigen Stadtfläche von Hanam gefunden (BAE 1998:496).

<sup>25</sup> Das Gebiet um Paldang bietet ein weiteres Beispiel für die Ambivalenz der Regierung bezüglich der Bedeutung des Umweltschutzes. So wurden die Grenzwerte für verschiedene Schadstoffe herab gesetzt. Dies führte dazu, dass der Grüngürtel in diesem Bereich stärker als zuvor belastet werden darf (BAE 1998:497-498).

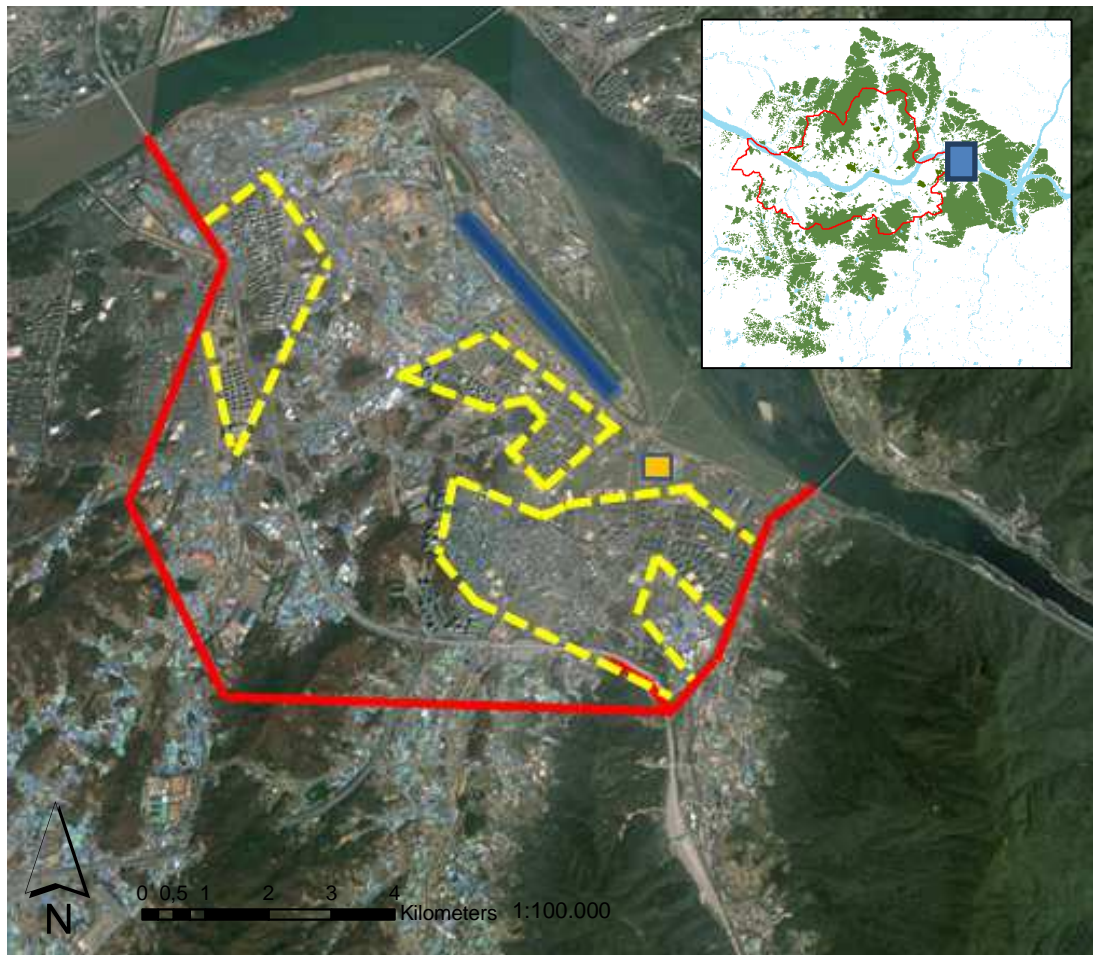


Abb. 27: Stadtgebiet von Hanam (rot) und die bebauten Flächen (gelb). Das Paldang-Reservoir (Blau) befindet sich nordwestlich des einzigen Neubaukomplexes seit 1972 (orange) (Quelle: verändert nach BAE 1998:497-498 und DIGITAL GLOBE 2013).

Das Verhältnis kann als angespannt bezeichnet werden. BAE (1998:497) spricht von „frustration and resentment“. Dies zeigt sich in zweifacher Hinsicht:

- rund ein Viertel von Hanams Bewohner (~ 25.000 Menschen; viele von ihnen wurden in Hanam geboren) leben innerhalb des Seouler Grüngürtels und sie können ihre Wohnhäuser nur eingeschränkt ausbauen;
- die Stadt kann sich wirtschaftlich nicht entwickeln, denn es existiert eine strenge Regulation bei der Erschließung von Wohn- und Gewerbeflächen durch die Seouler Zentralverwaltung.

Das National Committee for Green Belt Policy hatte beschlossen, dass Teilgebiete von Hanams Stadtfläche den D/E-Gebieten zugeordnet werden. Jedoch genehmigte die Zentralregierung erst im Jahre 2010 die Erschließung eines 11 ha km<sup>2</sup> großen Gebietes. Der Wohnkomplex befindet sich derzeit (Stand: September 2013) noch im Bau (Abb. 33) und ist das einzige Neubauprojekt von Hanam seit Ausweisung des Grüngürtels im Jahre 1972.

### 3.4.5 Eigentumskonflikte

Der Schutz der Grüngürtel wurde zum häufig diskutierten Thema der koreanischen Politik. Selbst kleine Änderungen in den Grüngürtelregularien hätten signifikante Auswirkungen und würden laut BAE (1998:500) zu „big winners and big losers, a policy maker's nightmare“ führen. In einem Gespräch an der Keimyung University in Seoul (08.05.2013) konnte in Erfahrung gebracht werden, dass Diskussionen über den Grüngürtel fast ausschließlich durch die Politik angestoßen wurden. Im Zuge der Wahl von Präsident Roh Moo-hyun (2003 - 2008) wurden intensive Debatten zur koreanischen Grüngürtelpolitik geführt. In den letzten Jahren gab es keine größeren Änderungen der Greenbelt Policy. Für die neu gewählte Präsidentin Park Geun-hye<sup>26</sup> sind vielmehr die wirtschaftlichen Entwicklungen des Landes und der Konflikt mit Nordkorea bedeutend. Entsprechend der koreanischen Mentalität, Probleme nicht aktiv zu thematisieren, agieren Bürgerinitiativen nicht mit besonderem Nachdruck auf die Politik. Vielmehr ist eine gewisse Passivität zu erkennen, die für westliche Beobachter oftmals mit Resignation verwechselt wird. Vielmehr basiert dieses Verhalten auf einem Vertrauen in die Politik, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Derzeit befinden sich 83 % der Grüngürtelfläche in privatem Besitz. Die Grüngürtelregelungen verursachen einen Eingriff in das Privateigentum der Besitzer und erzeugen eine ökonomische Benachteiligung, denn sie wurden für die genannten Einschränkungen nicht entsprechend entschädigt. Ein Kauf großer Grüngürtelflächen ist jedoch im Hinblick auf die fehlenden öffentlichen Mittel nicht realisierbar (CHANG 1997:69).<sup>27</sup>

Die Landbesitzer und Bewohner des Grüngürtels argumentierten, dass durch die Regularien der Grüngürtelpolitik ihre Eigentumsrechte erheblich eingeschränkt sind (BAE 1998:495).

Laut einer Studie des Ministry of Construction and Transportation aus dem Jahre 1998 waren die überwiegende Anzahl der südkoreanischen Abgeordneten für eine Erhaltung des Grüngürtels, jedoch mit dem Kompromiss, baurechtliche Reformen durchzuführen (BENGSTON & YOUN 2006:3-5).

---

<sup>26</sup> Park Geun-hye ist seit 25.02.2013 die amtierende Präsidentin Südkoreas. Sie ist die ehemalige Vorsitzende der konservativen Saenuri-Partei und Tochter von Militärdiktator Park Chung-hee, welcher den Grüngürtel um Seoul während seiner Herrschaft (1962 - 1979) ausweisen ließ (KIM & HAN 2012:143).

<sup>27</sup> Im Mai 1990 verweigerte der Korean Supreme Court eine Entschädigung der Grüngürtel-Grundbesitzer. Der Supreme Court argumentierte, dass es (laut Article 21, Absatz 1 und 2 des Urban Planning Act) im Interesse der Bevölkerung sei, den Grüngürtel als ein Mittel gegen die unkontrollierbare städtische Ausbreitung und der Bewahrung der Umwelt unangetastet zu lassen (BAE 1998:498).

Die stärksten Argumente der Bewohner gegen den Grüngürtel sind:

- Veräußerungen von Grund und Boden sind nur schlecht möglich, weil der Marktwert von Grüngürtelflächen sehr gering ist;
- Finanzielle Belastungen durch Pendlerkosten aus dem Grüngürtel (zur Arbeit und zur Versorgung);
- Kontrolle zur Einhaltung der strikten Grüngürtel-Gesetze aus Luft- und Bodenverschmutzung verursacht nicht unerhebliche Kosten (KWON 2001:29);
- erschwerter Zugang zu öffentlichen Einrichtungen (lange Wege).

Der Bodenpreis innerhalb des Seouler Grüngürtels beträgt nur rund 10 % des durchschnittlichen Bodenpreises im Zentralbereich der Seoul City (BAE 1998:487). Es ist davon auszugehen, dass der jeweilige Grund und Boden deutlich im Wert steigen würde, wenn der Grüngürtel bebaut werden dürfte.<sup>28</sup> Die Regierung, Experten (überwiegend Universitätsprofessoren) und Mitglieder von Umweltverbänden befürchten, dass eine Änderung der Grüngürtelpolitik zu großen Bodenspekulationen bis hin zur völligen Kollabierung<sup>29</sup> des Grüngürtelssystems führen würde (BAE 1998:498).

Die Umweltverbände wären mit ihren Forderungen der größte Verlierer eines Grüngürtel-Rückbaus. Wie bereits erwähnt, gelten Umweltschutzgedanken nicht als eines der wichtigsten Argumente für den Erhalt des Grüngürtels.

#### 3.4.6 Town in Town

Eunpyeong befindet sich zehn Kilometer nordwestlich der Seoul City und liegt im Seouler Grüngürtel. Das 6 km<sup>2</sup> große Siedlungsgebiet bestand bereits vor der Etablierung des Grüngürtels. Aufgrund des strikten Bauverbots stagnierte die Entwicklung der 2.000 Einwohner zählenden Gemeinde in den letzten Jahrzehnten. Einstöckige Häuser und landwirtschaftliche Nutzflächen prägten bis vor wenigen Jahren das Siedlungsbild. Im Zuge der Green Belt Policy Reform war es gestattet, bereits vorhandene Siedlungsflächen innerhalb des Grüngürtels bautechnisch neu zu gestalten. Eunpyeong wurde zum ersten großen Neubauprojekt innerhalb des Seouler Grüngürtels. Das Projekt wurde durch das „Seoul Metropolitan Government“ unter hohem Engagement des damaligen Präsidenten Lee initiiert und durch eine deutsch-koreanische Kooperation zweier Architekturbüros realisiert (BAUM 2013 und ISA 2013).

---

<sup>28</sup> BAE (1998:500) argumentiert, dass die Grundstücksbesitzer des Grüngürtels an den Gewinnen der Landspekulationen beteiligt werden sollen (bspw. eine spezielle Steuer die von den Spekulanten zu entrichten wäre). Wenn sich das Land in öffentlicher Hand befindet, sollten die Einnahmen aus den Spekulationssteuern den lokalen Gemeinden zugutekommen, damit diese kommunale Serviceeinrichtungen bauen dürfen.

<sup>29</sup> BAE (1998:498) bezeichnet die Auswirkungen als „floodgate“.





Abb. 34: Alt-Eunpyeong nördlich des Bul-gwang (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 16.07.2007).



Abb. 28: Neu-Eunpyeong südlich des Bul-gwang (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 16.07.2007).



Abb. 29: Eunpyeong nach seiner Fertigstellung. Die Stadt besitzt von Parkanlagen durchzogene Wohnhochhäuser (SDI 2009:63).

Der Hauptgrund für dieses Pilotprojekt war die optimierte urbane Erschließung des bis dahin unterentwickelten Gangbuk-Distrikts. Gründe für die Unterentwicklung waren die äußerst begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten innerhalb des Grüngürtels sowie die unmittelbare Nähe zur innerkoreanischen Grenze, welche eine Erschließung aus Sicherheitsgründen verhinderte (SUH & BANIC 2007:2-3)<sup>30</sup>.

Auf einer Fläche von 350 ha wurde ab Oktober 2002 mit Baumaßnahmen begonnen. Die neue Eunpyeong-Siedlung wurde im Dezember 2008 fertig gestellt und bietet Wohnraum für rund 39.200 Einwohner in 14.000 Haushalten (EUNPYEONG CITY GOVERNMENT 2008). Eine örtliche Begehung am 14.07.2007 verdeutlichte den Kontrast zwischen Alt-Eunpyeong (Abb. 34) und Neu-Eunpyeong (Abb. 35). Getrennt werden beide Stadtteile durch den wenige Meter breiten Flusslauf des Bul-gwang.

In dem Neubauprojekt können rund ein Drittel der Wohnungen gemietet werden. Die restlichen zum Kauf stehenden Apartments zielen auf Bewohner mit mittleren und höheren Einkommen (SUH & BANIC 2007:2-3). Zahlreiche Quellen betonen die hohen Umweltstandards des „town in town“-Projekts. So

<sup>30</sup> Ein Artikel der Université Paris Sorbonne-Paris IV (Kooperationsuniversität des SDI) beschreibt die Bautätigkeiten in diesem Gebiet als ein „symbol of the reconquest of the North“ (KIM 2006<sup>2</sup>).

sollen alle neu entstandenen Haushalte durch erneuerbare Energien versorgt werden. Bei der Anlegung der Wohnkomplexe wurde auf eine gute Durchlüftung der Nord-Süd und Ost-West Achsen und einen hohen Grünflächenanteil mit zahlreichen Fußgängerzonen Wert gelegt (Abb. 36).

Im Zentrum des neuen Stadtgebiets werden öffentliche Einrichtungen errichtet (Kulturzentrum, Shoppingpassagen, ein Altersheim und ein Kino). Laut Bauplan erfolgt eine strikte Trennung zwischen Wohn- und Geschäftsbereichen. (SUH & BANIC 2007:20).

Die hohe Nachfrage nach Wohnraum in Neu-Eunpyeong spricht für die Vorzüge des Projekts. Auf Grundlage der örtlichen Begehung (Juli 2007) können die Vorteile folgendermaßen zusammengefasst werden:

- ökologische Baumaßnahmen, zahlreiche Grünflächen und eine erhöhte Wohnqualität
- die Lage in einem landschaftlich reizvollen Gebiet, umgeben von Bergen des Bukhansan inmitten des Seouler Grüngürtels
- die gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr (zur Seoul City mit der U-Bahn innerhalb von 40 Minuten)
- die ruhige Lage auf einer überschaubaren Fläche (trotz einer Bevölkerungsdichte von rund 11.2000 Einwohner/km<sup>2</sup>)

Betrachtet man jedoch die Gesamtsituation, kann die aktuelle Entwicklung als kritisch bezeichnet werden. Es ist davon auszugehen, dass weitere Neubauprojekte im Seouler Grüngürtel umgesetzt werden. Erneute Lockerungen im Grüngürtelschutz sind nicht auszuschließen. Eine Lösung des wachsenden Wohnraumbedarfs sollte nicht in der Zerstörung des Seouler Grüngürtels liegen. Maßnahmen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für ihren Grüngürtel (z.B. Lehrpfade und Veranstaltungen) müssen laut dem KRIHS (Korea Research Institute for Human Settlements) weiter vorangetrieben werden (KIM 2004:7).

### 3.4.7 Grüngürtelkonzept von London

Der „Greater London Plan“ aus dem Jahre 1944 beinhaltet neben der Ausweisung eines Grüngürtels auch den Bau von Satellitenstädten (BAE 1998:480). Dieses Konzept wurde seit den 1980er Jahren von Korea übernommen. Der „National Capital Region Development Plan for Tokyo“ (1958) enthielt das von Japan adaptierte „axis concept“ zwischen Tokyo und Yokohama (SORENSEN 2001:28). Im Falle von Korea bildeten Seoul und Incheon eine entsprechende urbane Achse. Die Erfahrungen aus Großbritannien und Japan sollen analysiert werden, um die Entwicklung von Seouls Grüngürtel einzuordnen und Vorschläge für zukünftige Entwicklungen ableiten zu können.

Tab. 7: Bebaubare Flächen von Seoul, Tokio und London: Vergleich der Innenstadt und des Grüngürtels (Quelle: AMATI & YOKOHARI 2005:127 und OKATA & MURAYAMA 2011:16)

	Bebaubare Fläche (Innenstadt, km <sup>2</sup> )	Bebaubare Fläche (New Towns, km <sup>2</sup> )
Seoul (Korea)	457	354
Tokio (Japan)	1005	941
London (Großbritannien)	1310	831

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, besitzt die Seoul City eine bebaubare Fläche von 457 km<sup>2</sup>. Die restlichen 148 km<sup>2</sup> bestehen aus Wasserflächen oder können schwer erschlossen werden, da sie sich in Gebirgen befinden. Durch Seouls Satellitenstädte wird die potentiell bebaubare Fläche um 354 km<sup>2</sup> auf 791 km<sup>2</sup> erweitert. London (2.141 km<sup>2</sup>) und Tokio (1.946 km<sup>2</sup>) besitzen weitaus größere bebaubare Flächen. Sowohl der Innenstadtbereich, als auch die Satellitenstädte der beiden Metropolen sind um das 2-3 fache größer als jene von Seoul (Quelle: AMATI & YOKOHARI 2005:127 und OKATA & MURAYAMA 2011:16).

Der Londoner Grüngürtel besitzt derzeit eine Größe von 5.134,2 km<sup>2</sup>. Dies entspricht 31,07 % der gesamten Grüngürtelfläche Großbritanniens. Das Vereinigte Königreich besitzt mit 16.526 km<sup>2</sup> die weltweit größten Grüngürtelflächen (AMATI & YOKOHARI 2005:127) (Abb. 37).

Mit der Letchworth Garden City im Jahr 1909 begann in Großbritannien die Entwicklung eines Grüngürtelkonzeptes. Dabei wurden 500 ha landwirtschaftliche Nutzfläche gekauft, um einen Pufferbereich zwischen den Ortschaften Hitchin und Baldock einzurichten. Die landwirtschaftliche Nutzfläche sollte die Versorgung der Städte unterstützen. Diese Zielsetzung wurde später mit in den London Society's Plan aufgenommen. Eine wichtige Institution war das Joint Town Planning Committee. Es koordinierte die

Interessen und Ideen der verschiedenen lokalen Behörden. Zudem hatte es Weisungsvollmacht über deren Zuständigkeiten (AMATI & YOKOHARI 2005:128-129).

Durch die Teilnahme an den Ausschüssen konnten sich die lokalen Gemeinderäte aktiv bei der Gestaltung der offenen Flächen und des Grüngürtels beteiligen. Bis 1923 wurden 16 Joint Town Planning Committees in Großbritannien gegründet. Vier von ihnen befanden sich in der Umgebung von London. Drei Jahre später gab bereits acht solcher Ausschüsse in London. Das einflussreichste Joint Town Planning Committee war das Greater London Regional Planning Committee. Es wurde 1927 gegründet und bestand aus 138 lokalen Behörden, welche ein Gebiet von 2.952 km<sup>2</sup> verwalteten (AMATI & YOKOHARI 2005:129). In den 1920er Jahren wuchsen die Forderungen der Stadtplaner, noch mehr offene Flächen (Parks und Wiesen) zur Erholung der Arbeiterklasse zu schaffen (AMATI & YOKOHARI 2005:128).

Um einen flexibleren Einsatz der Flächen zu ermöglichen, hinterfragte das Greater London Regional Planning Committee im Jahre 1927 die rein landwirtschaftliche Nutzung des Grüngürtels. Obwohl in dieser Zeit die Bedeutung des Grüngürtels anerkannt wurde, verwies das „Greater London Regional Planning Committee“ auf Finanzierungsschwierigkeiten des Grüngürtelkonzeptes. Es schlug im Jahre 1934 vor, dass der Grüngürtel für die Armee und als Einnahmequelle nützlich sein konnte. Auf den Flächen des Grüngürtels könnten im Falle eines Krieges Flugplätze und Kasernen errichtet werden (AMATI & YOKOHARI 2005:129).

Anstatt das Militär als Geldgeber zu gewinnen, wurde 1935 ein System entwickelt, welches es den Landkreisen rund um London ermöglichte, Grüngürtelflächen zu verpachten. Die Verpachtung landwirtschaftlicher Flächen sollte den Grüngürtel finanzierbar machen. Dieses Konzept wurde ein beachtlicher Erfolg. 4.650 ha Land konnten in den ersten 14 Monaten der neuen Regelung verpachtet werden. 1939 konnten 28.600 ha (AMATI & YOKOHARI 2005:130-131) verpachtet werden. Das Konzept war außerdem attraktiv, weil das London County Council nur allgemeine Nutzungsregelungen vorgab. Eine Bebauung war dennoch untersagt.

Der bedeutende „Abercrombie's Greater London Plan“ wurde von den Arbeiten des „Greater London Regional Planning Committee“ beeinflusst. Für Abercrombie besitzt der Grüngürtel drei wesentliche Bedeutungen (AMATI & YOKOHARI 2005:131).

- Begrenzung der städtischen Ausbreitung
- Deutlichere Abgrenzung der verschiedenen Landnutzungsarten: städtisch und ländlich
- Schutz der Umwelt

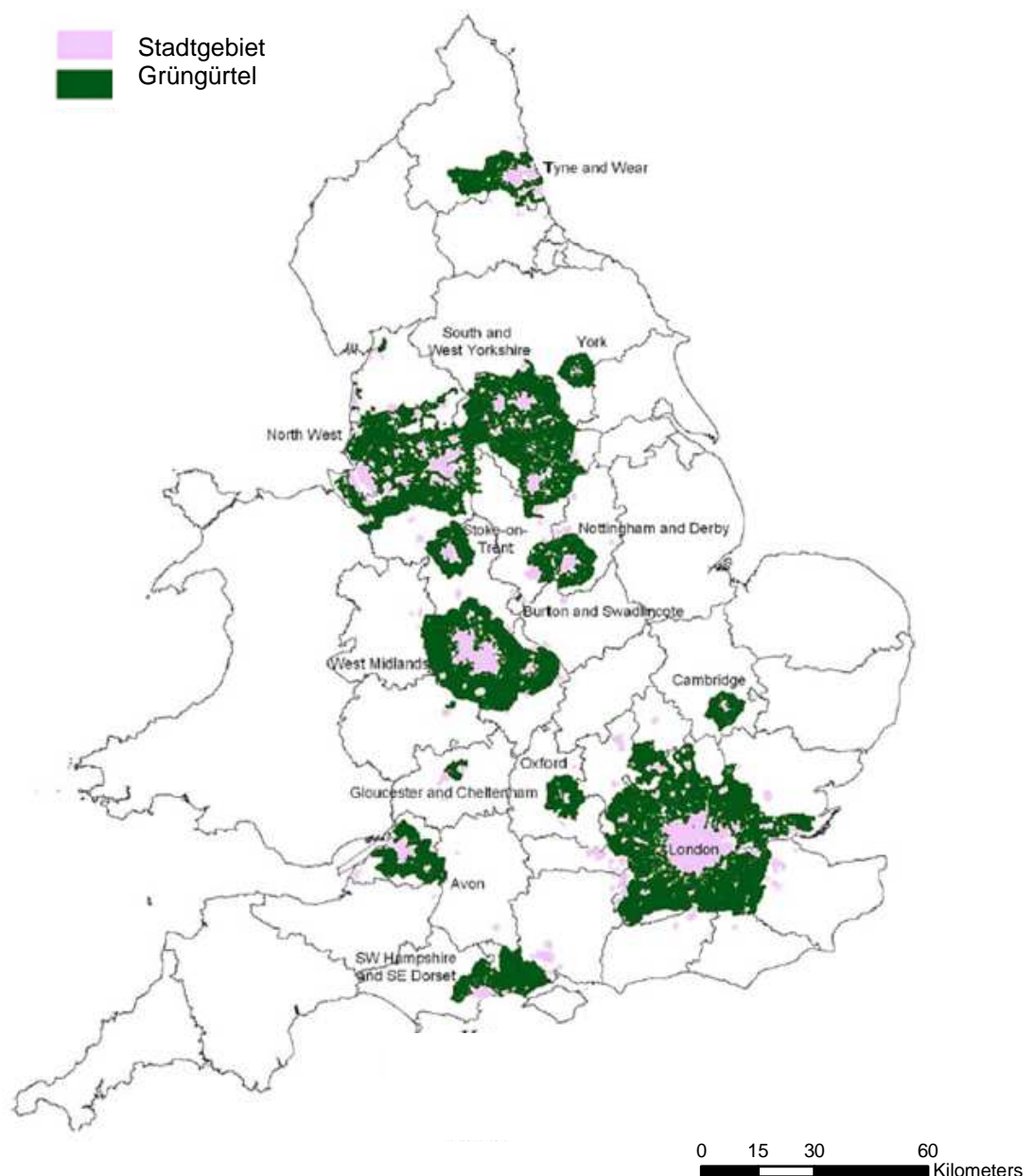


Abb. 30: Grüngürtelflächen in England (Quelle: AMATI & YOKOHARI 2005:126).

Mit dem „Greater London Plan“ (1947) erhielten die Grundbesitzer des Grüngürtels erstmals Landrechte im Grüngürtel zugebilligt. Sie erhielten Ausgleichszahlungen, wenn ihr Grund und Boden infolge der Grüngürtelzuweisung nicht vollständig erschlossen werden konnte. Im Jahre 1955 wurde die Grüngürtelpolitik um die „Planung Policy Guidance“ erweitert. Zwischen den 1930er und 1950er Jahren entwickelte sich somit aus einer Grüngürtelpolitik von loser Planung ein mehrstufig organisiertes Verwaltungssystem (AMATI & YOKOHARI 2005:131). Dabei bezeichnet BOOTH (2003:189) die flexible Grüngürtelnutzung als eine „inhärente Eigenschaft der britischen Landnutzungsplanung“. Zudem hatten die Beteiligung der

Bevölkerung (Planungskomitees) und die Ausgleichszahlungen für die Landeigentümer einen sehr positiven Effekt auf die weiteren Planungsbemühungen des britischen Grüngürtels.

Ein weiteres Merkmal der flexiblen Grüngürtelnutzung ist der Begriff 'amenity' innerhalb der Planungsverordnungen von Großbritannien. 'Amenity' ist ein vielseitiger Begriff, der eine ausgeglichene Infrastruktur oder die ästhetischen Vorzüge einer harmonischen Landschaft beschreiben. Der Grüngürtel sollte in diesem Kontext gesehen werden. Mit anderen Worten: das Grüngürtelkonzept verfügt über eine flexible Nutzung, die durch die zugrunde liegenden Werte innerhalb des Planungssystems einen gesetzlichen Rahmen erhält (AMATI & YOKOHARI 2005:131).

Die flexible Auslegung der Grüngürtelpolitik führt jedoch auch zu Konflikten. Zwischen den Lokalregierungen und der Zentralregierung bestehen die meisten Planungsverschiedenheiten bezüglich der Bebauung durch Wohnhäuser. Es lässt sich dabei erkennen, dass die lokalen Regierungen eine höhere Bereitschaft für den Umweltschutz besitzen, während die Zentralregierung stärker für eine Bebauung eintritt (AMATI & YOKOHARI 2005:140).

Derzeit hat das Grüngürtelkonzept eine hohe Akzeptanz in der britischen Bevölkerung. Dies kann auch auf das wachsende Umweltbewusstsein der Bevölkerung zurückgeführt werden (BAE 1998:487).

Der Londoner Grüngürtel wird jedoch auch aus mehrfacher Hinsicht kritisiert. Im Südosten von London befindet sich eine der stärksten prosperierenden Wirtschaftszonen von Europa. Dort ist der Londoner Grüngürtel einem starken Druck zur Erschließung ausgesetzt (AMATI & YOKOHARI 2005:125). Zudem wurde der Londoner Grüngürtel dafür kritisiert, veraltet zu sein. Die offenen Flächen und Golfplätze des Grüngürtels besitzen einen geringeren ökologischen Wert und einen geringeren Erholungsfaktor als die städtischen Parks. Dennoch genießen die innerstädtischen Freiflächen nicht den gleichen Schutz wie die London umgebenden Grünflächen (WYATT 1998:12, LOCK 2000:80 und BOVILL 2002:19). Schließlich scheitert der Grüngürtel daran, London zu einer kompakten Stadt zu entwickeln. Auf der lokalen Ebene begrenzt er zwar die London City, aber auf der regionalen Ebene führt der Grüngürtel zu einem leapfrog Entwicklung in die Fläche (AMATI & YOKOHARI 2005:127). Diese Entwicklung führt wiederum zu höheren Pendlerbewegungen und steigenden Umweltbelastungen (CURTIS, 1996: 61).

Die koreanische Regierung thematisiert in Zusammenhang mit dem Londoner Grüngürtel nicht die flexible Landnutzung oder die Beteiligung der Landeigentümer, der Bevölkerung oder der Lokalregierungen. Zumeist wird der Londoner Grüngürtel im Zusammenhang mit Umweltschutzgedanken benannt. Seouls Grüngürtel sollte basierend auf den Erfahrungen in London weiter nach Osten erweitert werden. Dort existieren die größten zusammenhängenden

Waldgebiete um Seoul. Zudem wird der Osten durch den Han-Fluss und andere Wasserarme durchflossen. In dieser Region befindet sich auch das für die Seoul Metropolitan Areas wichtige Paldang Trinkwasserreservoir. Als ein wichtiger Schritt zum intensiveren Schutz dieses Gebiets wurde dort im Jahre 1990 eine 2.000 km<sup>2</sup> große Environmental Protection Zone ausgewiesen (BAE 1998:487).

#### 3.4.8 Grüngürtelkonzept von Tokio

Seit 1920 verzeichnete Tokio<sup>31</sup>, bedingt durch die industrielle Entwicklung des Landes, ein rasantes Bevölkerungswachstum. Die Planung einer effektiveren Nutzung von Tokios Stadtfläche wurde zur bedeutendsten stadtplanerischen Herausforderung. Für die lokale Regierung von Tokio und die nationale Regierung wurde es notwendig, eine Reihe von Landnutzungsreglementarien einzuführen, mit dem Ziel, die ungeplante und unkontrollierte Suburbanisierung der Stadt zu begrenzen. Im Zuge dessen trat im Jahre 1919 ein neues Stadtplanungsgesetz in Kraft, das ein Zonierungssystem für die verschiedenen Landnutzungsarten beinhaltete (OKATA & MURAYAMA 2011:17).

Nach dem Ende des ersten Weltkrieges organisierte das „Tokyo City Planning Department“ unter der Leitung von Ishikawa Hideaki den Wiederaufbau von Tokio. Einflussreich war die „Amsterdam International City Planning Conference“ im Jahre 1924. Zentrales Thema der Planungsdebatte war die Errichtung eines Grünbereiches um die Kernstadt. Satellitenstädte sollten sich außerhalb des Grüngürtels befinden. Die urbanen Räume sollten mit einem Eisenbahnnetzwerk verbunden werden. In Abbildung 38 ist der „Kanto Region Metropolitan Structure Plan“ („Kanton-Plan“) zu sehen, welcher im Jahre 1940 dem „Tokyo Area City Planning Committee“ vorgestellt wurde (SORENSEN 2001: 14). Dieser Plan weist große Ähnlichkeiten mit dem Aufbau des Londoner Grüngürtels auf (Kapitel 3.4.7). Die Londoner Konzepte der „Garden City“ wurden für Tokio angepasst und hinsichtlich verschiedener Aspekte übertragen. Howers „Gartenvorstädte“ sind im Kanto-Plan die zahlreichen kleinen Siedlungen, die über das gesamte landwirtschaftliche Hinterland von Tokio verstreut liegen (SORENSEN 2001: 15). Japans Entwicklungsplan für die Grünflächen lässt sich grob in drei Phasen unterteilen.

---

<sup>31</sup> Tokio bedeutet „East-Capital-City“. Von seiner Gründung um 1600 bis in die 1860er hieß die Stadt Edo (OKATA & MURAYAMA 2011:16).



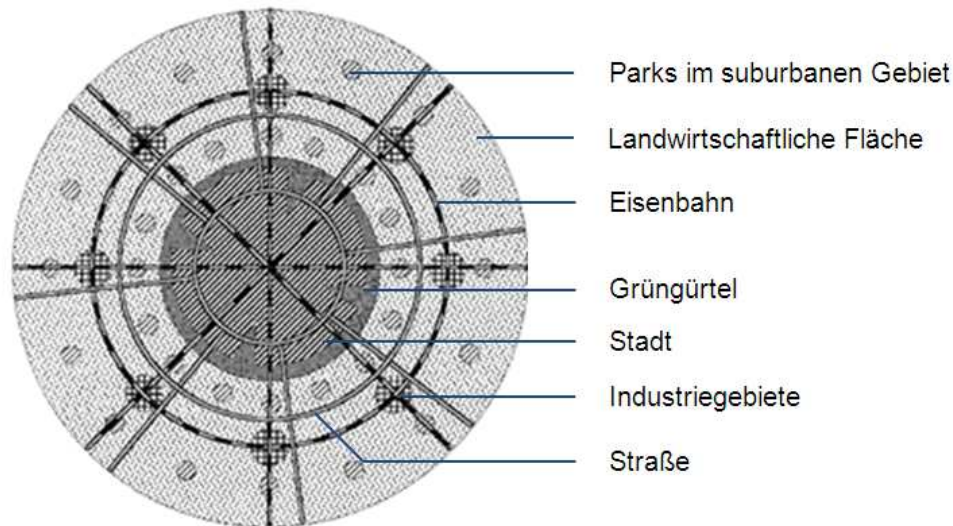


Abb. 31: Kanton Metropolitan Strukturplan (1940) (Quelle: SORENSEN 2001: 15).

Die erste Phase ist der Zeitraum von 1932 bis 1968. In dieser Zeit wurde das Grüngürtelkonzept in Japan eingeführt. Auf der Konferenz von Amsterdam im Jahre 1924 wurde die Ausweisung eines Grüngürtels als notwendiges Element zur Reduzierung der unkontrollierten Stadtausdehnungen von Tokio identifiziert (SORENSEN 2001: 15-16). Im Jahre 1939 wurde der „green space plan“ für Tokio vorgestellt. Einer der wichtigsten thematischen Punkte war der Grüngürtel, welcher eine Fläche von insgesamt 136 km<sup>2</sup> und einen Radius von 15 Kilometern besitzen sollte. Er überdeckte vornehmlich landwirtschaftliche Flächen und Waldgebiete. Der Grüngürtel besaß grüne und urbane Flächen, die wie Korridore miteinander verbunden waren. Hierbei zeigten sich die Planungsideen der „urban and green axis“. Diese wurden einige Jahrzehnte später teilweise von dem Seouler Stadtplanern übernommen. Im Jahr 1946 wurde das Gesetz „Conservation of Suburban Green Zones“ für die „National Capital Region“ von Tokio erlassen. Doch aufgrund der starken Opposition von Grundbesitzern, welche die ausgewiesenen Grüngürtelflächen nur bedingt hätten nutzen können, konnte der Grüngürtelplan nur teilweise realisiert werden (YAMAMOTO 1993:1334).

In diesem Plan wurde der Fokus wieder auf die Schaffung von kreisförmigen und radialen Korridoren gelegt. Die kreisförmig angelegten Doppelringe bilden grüne Korridore, einschließlich einer Grünzone und einem Netzwerk von radialen grünen Korridoren. Diese waren entlang von Bundesstraßen, Flüssen und Eisenbahnen geplant und sollten die städtischen Parks verbinden. Wäre der Plan vollständig umgesetzt worden, hätte das Zentrum von Tokio eine Grüngürtelfläche von 200 km<sup>2</sup> besessen. Doch der Plan konnte - erneut auf Druck der Landbesitzer und mangelnden politischen Willens - nur schlecht umgesetzt werden. Nur wenige fluviale Korridore konnten realisiert werden (YOKOHARI ET AL. 2000:161).

Die zweite Phase von Japans Grüngürtelentwicklung dauerte von 1968 bis 1977. 1969 wurde das "New City Planning Law" eingeführt (YAMAMOTO 1993:1334). Es führte stattdessen zur Einführung eines Landentwicklungssystems. In der „Urbanisierung Promotion Area“ sollte die Urbanisierung gefördert und in der „Urbanisierung Control Area“ begrenzt werden. Eigentlich hätten die „Urbanisierung Control Areas“ Grüngürtelgebiete darstellen können. Jedoch wurden auch diese Gebiete als zukünftige Entwicklungszonen definiert. Dadurch ging die ursprüngliche Idee des Grüngürtelkonzepts als geschützte RDZ (Restricted Development Zone) verloren. Das "New City Planning Law" führte zur Aufgabe der zirkularen Grünbereiche und infolge dessen zur gesamten Aufgabe des Grüngürtelkonzepts (YOKOHARI ET AL. 2000:162). Die dritte Phase von Japans Grünflächenentwicklung begann 1977. In dieser Phase wurde das „urban green space planning system“ als Masterplan für Parks und offene Gebiete formuliert. Nach Absage von einem großflächigen Grüngürtelkonzept mit einem intensiven Einfluss auf die Landnutzung, sollte nun die Begrünung auf Bezirksebene regelt werden (YAMAMOTO 1993:1334).

OKATA & MURAYAMA (2011:18) benennen die Eigentumsrechte der lokalen Bevölkerung und die mangelnde Bereitschaft der Zentralregierung als Gründe für die geringen Entwicklungschancen des Grüngürtels in Tokio, der folgende Hauptaspekte beinhaltet:

- 1) In den späten 1930er Jahren wurde der "Tokyo Regional Greenbelt Plan" ausgewiesen. Infolge dessen wurden die entsprechenden Grundstücke durch die Lokalregierungen aufgekauft. Der Großteil der Gebiete wurde nach dem Zweiten Weltkrieg wieder an die Landwirte verkauft. Diese Maßnahme sollte den Landwirten helfen, eine Existenzgrundlage aufzubauen und zur wirtschaftlichen Entwicklung des Landes beizutragen.
- 2) Grüngürtelgebiete wurden zumeist um bereits bestehende urbane Gebiete ausgewiesen. Verschiedene Interessengruppen erzeugten einen hohen Urbanisierungsdruck. Die Lokalbehörden konnten die strengen Bauregularien nicht umsetzen. Oftmals wurden sie von der Zentralregierung überstimmt. Für diese war es wichtiger, ein Gebiet zu erschließen, als allen Umweltaspekten Rechnung zu tragen.

Es muss konstatiert werden, dass Japan kein Grüngürtelkonzept etablieren konnte. Tokio ist für das koreanische Grüngürtelkonzept jedoch insofern bedeutsam, denn es konnte das durchaus gelungene „axis concept“ der japanischen Stadtplaner übernehmen. Ein weiterer Vorzug des japanischen Modells ist laut BAE (1998:487) das Konzept der „Urbanisierung Promotion Area“ und der „Urbanisierung Control Area“. Auf Basis dieser Argumentation

sollten die Gebiete im Südwesten von Seoul (in der Region Suwon und Incheon) erschlossen werden. Dort befinden sich überwiegend landwirtschaftlich genutztes Farmland und Gewächshäuser. Zwischen den urbanen Gebieten sollte ein Grünflächenverbund entstehen. Diese Nutzungsform wäre effektiver und verringere den Bevölkerungsdruck auf die Waldgebiete im Osten von Seoul.

Interessant ist, dass sich das koreanische Grüngürtelkonzept trotz der intensiven Diskussionen, im Gegensatz zum japanischen Modell, durchsetzen konnte. Das ist beispielweise darauf zurück zu führen, dass in Japan Eigentumsrechte viel besser geschützt sind als in Korea. Es war demnach in Japan nicht möglich, eine ebenso strikte Grüngürtelpolitik wie in Korea umzusetzen. Wenn sich Grüngürtelflächen in Privatbesitz befinden, ist es in Japan leichter als in Korea, diese durch Bebauungen zu erschließen (BAE 1998:488).

### 3.5 Satellitenstädte (New Towns)

Neben der Grüngürtel-Politik besitzt eine weitere raumplanerische Maßnahme einen signifikanten Einfluss auf die Struktur der SMA: Es handelt sich dabei um den New Town Development Plan. Die Erschließung lässt sich in zwei Phasen unterteilen. Die erste Phase dauerte von 1989 - 1995 und umfasste den Bau von fünf Satellitenstädten. Die zweite Erschließungsphase wurde zu Beginn der 2000er Jahre geplant. Mit den ersten Bauabschnitten von zehn New Towns rund um Seoul wurde im Jahre 2008 begonnen (SDI 2009:83).

Die New Towns oder Satellitenstädte der ersten Generation wurden ab den 1980er Jahren errichtet. Sie sollten der zunehmenden Wohnungsknappheit entgegen wirken (JUN & HUR 2001:152-153). Die um Seoul errichteten Satellitenstädte befinden sich außerhalb des Seouler Grüngürtels mit einem maximalen Abstand von 28 Kilometern zur Seoul City Hall. Damit wirken die Planungsvorhaben seit den 1980er Jahren konträr aufeinander, denn der Grüngürtel sollte prinzipiell eine Suburbanisierung verhindern, aber zugleich förderten die New Town Gebiete einen leapfrog (über den Grüngürtel) und damit die Suburbanisierung (JUN & HUR 2001:153). Wie in Abbildung 39 zu sehen ist, führte der Grüngürtel zu einer zunehmenden Verdichtung sowohl der Seoul City (Entfernung bis 15 Kilometer) als der an den Grüngürtel angrenzenden Gebiete (ab 20 Kilometern Entfernung).

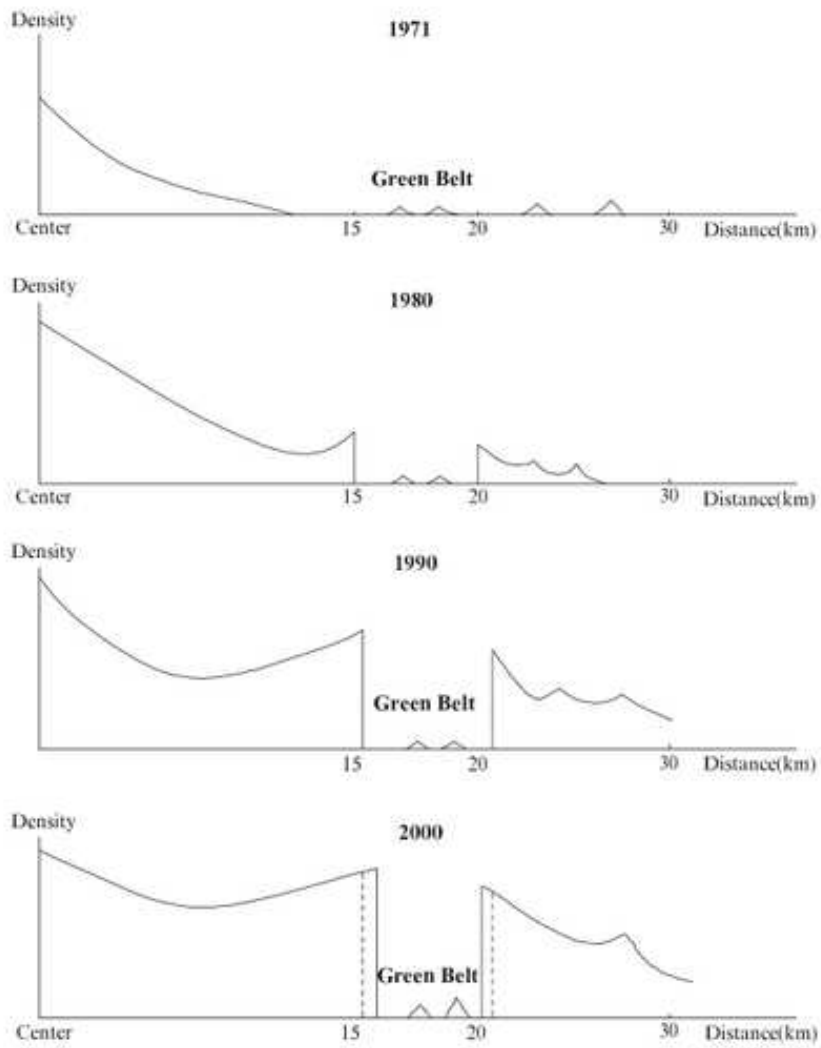


Abb. 32: Auswirkungen des Grüngürtels auf die Verdichtung der Seoul City und der SMA (Quelle: KIM & CHOE 2011:49).

### 3.5.1 Entwicklung

Geplante Wohngebiete unter der koreanischen Regierung (d.h. in der ersten Phase während der Diktatur unter Park Chung-hee) wurden erstmals in den 1960er Jahren errichtet. Die ersten am Reißbrett entworfenen Wohngebiete wurden auf Grundlage des „Land Division Adjustment Task Act“ (1966) an der Südostküste um die Hafenstadt Ulsan ausgewiesen. Nach Ende des Koreakrieges (1950 - 1953) wurden große Teile der koreanischen Schwerindustrie nach Ulsan (309 Kilometer südöstlich von Seoul) verlagert, um Arbeitsplätze außerhalb der Hauptstadtregion zu schaffen, welche den ausufernden Zuzügen in die Seoul Metropolitan Region entgegen wirken sollten (LEE & KIM & AHN 2004:3). 1968 wurde Seongnam zur Wohnraumentlastung im Süden von Seoul (rund 19 Kilometer südlich der Seoul City Hall) errichtet. Am Anfang der 1970er Jahre wurde die New Town Banwol (nun umbenannt in Ansan City) auf Grundlage der „new industrial town development“ Verordnung errichtet. Banwol sollte ebenfalls dem Bevölkerungsdruck auf Seoul entgegen wirken und zu einer Verlagerung von Industriegebieten aus der Seoul City beitragen (SDI 2009:83). In den 1970er Jahren wurden die Gebiete in Kangnam (seit der Gebietserweiterung 1973 innerhalb der Seoul City), Pohang an der Südostküste (100 km nördlich der Seoul City) und Changwon an der Südküste (30 Kilometer westlich von Busang) erschlossen, um für die Angestellten der im Wachstum befindlichen Industriegebiete Wohnraum zu schaffen. In den späten 1970er Jahren wurde Gwacheon erschlossen, um die funktionale Primärstellung der koreanischen Hauptstadt abzubauen. In den 1980er Jahren wurden die Gebiete Mok-dong (südwestlich des Han-River) und Sanggye-dong (im nördlichen Teil der Seoul City) erschlossen, um der zunehmenden Wohnungsknappheit innerhalb der Seoul City entgegen zu wirken (LEE & KIM & AHN 2004:3). Der Building Land Development Act (1980) bildet den baurechtlichen Rahmen für die Errichtung der koreanischen Wohnstädte. „Ziel war es, die Wohnraumsituation in den koreanischen Großstädten zu verbessern, um eine Stabilität des Wohnungsmarktes und einer Verbesserung der Lebensbedingungen zu erzielen“ (LEE & KIM & AHN 2004:3)<sup>32</sup>. Im April 1989 wurde der „New Town Development Plan“ für die SMA (Seoul Metropolitan Area) ausgewiesen. Präsident Noh Tae Woo (1988 bis 1993; erster demokratisch gewählter Präsident von Korea) führte eine groß angelegte Wohnraum-Erschließungskampagne durch (LEE & AHN 2005:648).

---

<sup>32</sup> Der durchschnittliche Mietpreis stieg von 1980 bis 1990 um das 3,2fache. Der Verbraucherpreisindex stieg im gleichen Zeitraum nur um das 1,9fache (JUN & HUR 2001:152).

Mitte der 1980er Jahren beschloss die Zentralregierung die Einführung des „Two Million Home Construction Plan“. Ziel war es, mit dem Bau von mehreren New Towns um Seoul innerhalb von wenigen Jahren (1989 - 1995) Wohnraum für zwei Millionen Menschen zu schaffen (LEE & AHN 2005:650). Bis in die 1980er Jahre wurden in Korea mittelgroße New Towns bis 20 Hektar errichtet.

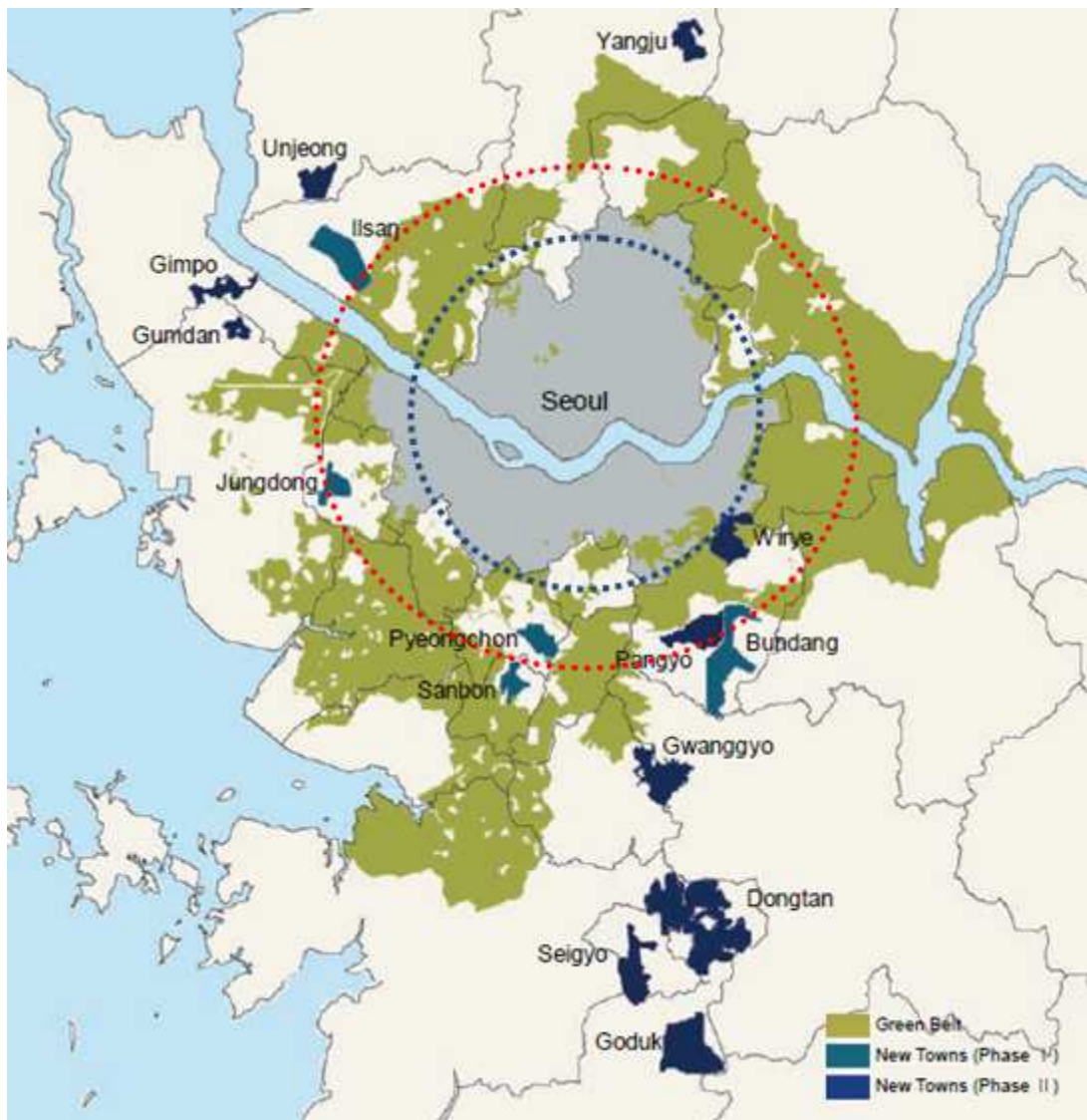


Abb. 40: Seoul City und ihre Satellitenstädte (Umkreis blau = 15 Kilometer und rot = 25 Kilometer) SDI 2009:83, KIM & CHOE 2011:44 und JUN & HUR: 2001:152)

In Tabelle 8 sind die fünf auf Grundlage des „Two Million Home Construction Plan“ komplett neu gebauten Wohnstädte zwischen 1989 - 1995 dargestellt. Sie heißen Bundang, Ilsan, Pyeongchon, Sanbon und Joongdong (Abb. 40). Sie befinden sich in einem Abstand von 20 bis 25 Kilometern von der Seouler City Hall entfernt. Bundang (1.964 ha) und Ilsan (1.574 ha) sind die beiden größten Satellitenstädte. In ihrem Umkreis befinden sich keine weiteren Wohnagglomerationen. Die drei kleineren New Towns Pyeongchon, Sanbon und Jungdong besitzen eine Größe von 420 - 545 ha. Sie wurden in der Nähe von bestehenden, gewachsenen Städten errichtet (LEE & AHN 2005:651). Neben den fünf großen New Towns wurden auch zahlreiche kleinere Wohnagglomerationen auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet (SDI 2009:83).

Das Konzept der New Town Erschließung war durchaus erfolgreich. Die angestrebte Gesamteinwohnerzahl in den fünf New Towns belief sich auf 1,16 Mio. Menschen. Sie sollten auf einer Fläche von 50 km<sup>2</sup> leben. Bereits im Jahre 1996 wurde die Zielbevölkerung in den New Towns um 100.000 Menschen überschritten (JUN & HUR 2001:153 und LEE & AHN 2005:651).

Tab. 8: Lage und Bevölkerungsanzahl der Seouler Satellitenstädte (Quelle: JUN & HUR 2001:153)

New Town	Entfernung zum CBD	Bauphase	Fläche (km <sup>2</sup> )	geplante Bevolk.	Bevölkerung 1996	Bev.dichte (Einw. / km <sup>2</sup> )
Bundang	25 km (SE)	1989-1995	20	390.000	372.414	19.500
Ilsan	28 km NW)	1990-1995	16	276.000	356.267	17.250
Jungdong	25 km (W)	1994-1995	5	170.000	202.997	34.000
Pyungchon	20 km (SW)	1989-1995	5	168.000	159.553	33.600
Sanbon	25 km (SW)	1989-1995	4	163.000	164.267	40.750

Neben der reinen Wohnraumerschließung war es das Ziel der koreanischen Regierung, die functional primcay der Seoul City zu verringern. So sollten die neu ausgewiesenen Satellitenstädte eine hochgradige Selbstständigkeit gegenüber der Seoul City entwickeln und nach Möglichkeit einen eigenen Arbeitsmarkt generieren. In jeder New Town wurden dafür verschiedene Gewerbegebiete ausgewiesen. Diese Gewerbegebiete wirken jedoch nur bedingt attraktiv auf potentielle Unternehmen (LEE & AHN 2005:648). Die meisten Dienstleistungsunternehmen wollten in der Seoul City bleiben, weil sie den Verlust von Standortvorteilen befürchteten, falls sie sich in den Satellitenstädten außerhalb des Grüngürtels ansiedeln würden (JUN & HUR 2001:152). Auf der anderen Seite waren die fünf Satellitenstädte als

Wohnstädte sehr erfolgreich. Die Wohngebiete besaßen attraktive Konditionen für potentielle Bewohner. So erfüllten die Gebäude den neuesten Wohnstandard. Die New Towns besaßen eine gute Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz. Die Lebensqualität erhöhte sich durch großzügige Park- und Grünanlagen. Aufgrund der guten Standortvorteile waren alle fünf großen New Towns bis zum Jahre 1995 (also innerhalb von nur sechs Jahren nach Baubeginn) vollständig bewohnt (LEE & AHN 2005:648). Dies ist insofern bemerkenswert, wenn man die koreanischen New Towns mit zeitgleichen Entwicklungen in einigen anderen Ländern vergleicht. PEISER (1984:81) berichtet, dass in den USA in den 1970er Jahren 12 von 13 New Town Projekten scheiterten oder umstrukturiert werden mussten. Auch PEISER & CHANG (1999:1684) argumentieren, dass selbst Milton Keynes, welche als erfolgreichste New Town von Großbritannien gilt, ein finanzieller Misserfolg gewesen ist.

Noch immer bieten die New Towns um Seoul attraktive Agglomerationen als reine Wohnstädte. Sie sind hochgradig mit der Seoul City verbunden<sup>33</sup>, aber können nicht als sich versorgende urbane Agglomerationen bestehen, welche im Sinne von Howard als Garden Citys bezeichnet worden wären (LEE & AHN 2005:649). LEE & AHN (2005:665) argumentieren wiederum, dass die Satellitenstädte bereits aktuell einen hohen Grad an Selbstversorgung besitzen, wenn man die Wegstrecken neben den Pendlerbewegungen betrachtet (oftmals wird dieser Umstand bei entsprechenden Selbstversorgungs-Analysen nicht berücksichtigt). Dabei sind LEE & AHN (2005:665) optimistisch, dass sich die New Towns zu einer vollständigen Selbstversorgung (Wohnen, Arbeiten und konsumieren) entwickeln können. Diese Veränderung sei jedoch nicht durch Planung kurz- oder mittelfristig realisierbar, sondern stellt einen langfristigen schrittweisen Prozess dar.

### 3.5.2 Folgen der Suburbanisierung auf das Seouler Umland

Seoul, in dessen Umland 1970 nur Incheon, Suwon und Uijongbu Großstadtstatus (d.h. mehr als 50.000 Einwohner) hatten, ist von 26 Großstädten umgeben (SMG<sup>4</sup> 2008). Funktional verbunden ist dieses Geflecht durch ein dichtes Netz von Schnellstraßen, Buslinien und U-Bahnen. Auf diese Weise beträgt die Entfernung von der City Hall Seouls bis zur administrativen Stadtgrenze durch den Grüngürtel und die Satellitenstadt Ilsan in agrarisch geprägte Gebiete rund 100 Kilometer. Diese massive Suburbanisierung des Seouler Umlandes hat zu gravierenden Veränderungen der Landnutzung

---

<sup>33</sup> Durch den hohen Anteil von Pendlern aus den Satellitenstädten zur Seoul City argumentieren GO & PARK (1993) in LEE & AHN (1995:654), dass die New Towns sich nicht selbst versorgen könnten. LEE & AHN (1995:654) weisen im Gegensatz darauf hin, dass die Entwicklung zur Unabhängigkeit mehr Zeit benötigt.



geführt. Bei einer vergleichenden Betrachtung der LANDSAT-Bilder (Abb. 41) von 1973 und 1996 wird dies deutlich. 1973 sind noch 25 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt und nur 5 % städtisch überbaut. Bis 1996 war die landwirtschaftliche Nutzung auf 9 % der Fläche zurückgegangen, während sich die städtisch überbaute Fläche auf 34 % ausgedehnt hatte (LEE & AHN 2005:649-654).

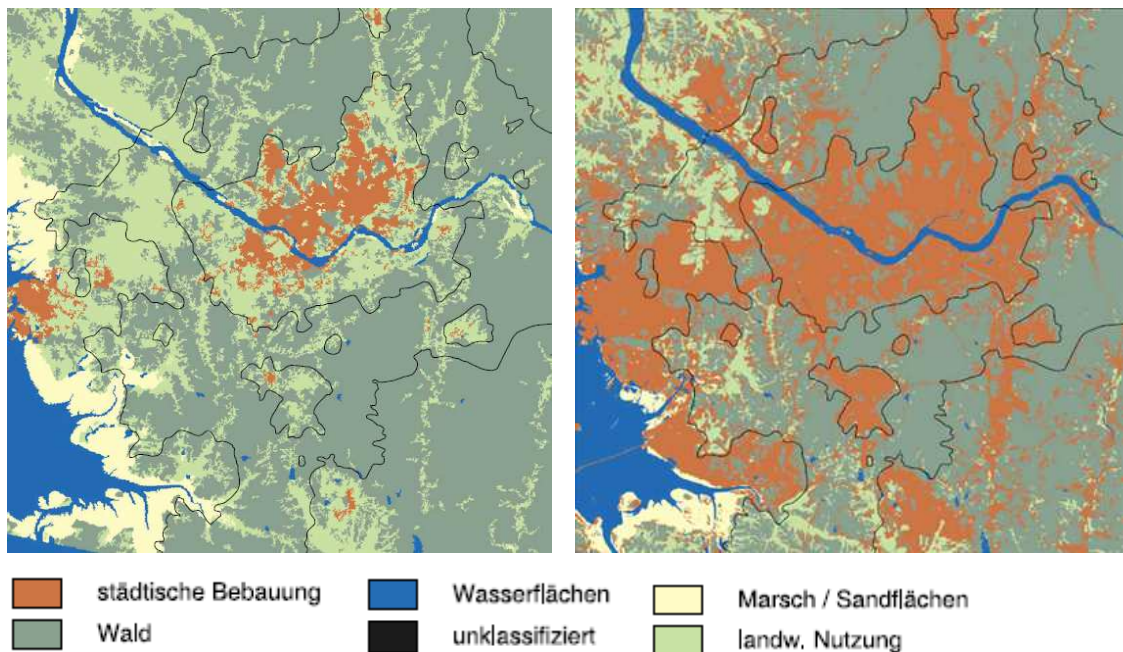


Abb. 41: Seoul Metropolitan Area mit ihrem Grüngürtel und der Seoul City – Flächennutzung von 1973 und 1996 (Quelle: DEGE 2000:4).

### 3.5.2.1 Satellitenstadt: Bundang

Am 27.4.1989 beschloss die Seouler Regierung den Bau der New Town Bundang (Abb. 42), welche für Personen der mittleren Einkommensklasse konzipiert war (KWON 2001:29). Die für rund 390.000 Einwohner geplante Seouler Sattelitenstadt wurde in einem Gebiet südlich der Stadt Songnam errichtet, was bis zu seiner großflächigen Erschließung landwirtschaftlich geprägt und nur durch verstreut liegende Ortschaften besiedelt war. Der größte Teil der Stadt befindet sich entlang der zehn Kilometer langen Gyeongbu Expressway. Die Regierung beauftragte die staatseigene Konstruktionsfirma Korea Land Corporation mit der Erschließung des Bundang-Areal. Am 30.08.1989 wurde mit dem Bau der New Town begonnen, welcher am 31.12.1996 abgeschlossen wurde (DEGE 2000:8). Bundang ist sehr gut an das Straßenverkehrsnetz angebunden. So befindet sich der Seoul Ring Expressway und der Gyeongbu Expressway in unmittelbarer Nähe zur Stadt. Der Shuttle Bus des Gimpo- und Incheon-Flughafens hält zudem mehrfach in Bundang.

Die größte Entfernung von einem Wohnungskomplex zu der U-Bahn-Station in Bundang beträgt 1,6 km (LEE & KIM & KWON 2005:89). Die 18 Stationen umfassende Bundang-Line (U-Bahn/S-Bahn) ist an fünf Stationen (Moran, Bokjeong, Suseo, Dogok und Seolleung Station) mit der Seouler U-Bahn verbunden. Man muss 30 Stationen fahren und zweimal umsteigen, um bis zur City Hall von Seoul zu gelangen. Die Fahrzeit mit Umsteigen beträgt hierfür rund 110 Minuten.

Die Stadtplaner von Bundang legten Wert auf den Grüncharakter der Stadt. So sind 22 % der Fläche von Bundang Parkflächen und Wiesen. Die zwei größten Parks der Stadt sind der Bundang Central Park und der Yuldong Park. Damit besitzt die Stadt, neben Ilsan mit 24,1 %, einen der höchsten Grünflächenanteile unter den New Towns. Die Parks sind mit dem östlich anschließenden bewaldeten Bergland ökologisch vernetzt (KWON 2001:29).

Die etwa 97.500 Hauseinheiten bestehen aus 15- bis 25-stöckigen Hochhäusern und wurden jeweils von einem der großen südkoreanischen Baukonzerne mitsamt der gesamten Infrastruktur errichtet. Zu dieser Infrastruktur gehören 69 Kindergärten, 30 Grundschulen, 17 Mittelschulen, 21 Hochschulen, Gemeinschaftshäuser, Seniorentreffs, Kinderspielplätze und Tennisplätze (DEGE 2000:9). Eine Umfrage von LEE & KIM & KWON (2005:89) aus dem Jahr 2005 ergab, dass 33,6 % der Befragten (143 von 426) öffentliche Verkehrsmittel zur Fortbewegung benutzen. Dieser Wert entspricht den Ergebnissen aus den Umfragen anderer Satellitenstädte. 96,6 % (410 von 426) der Befragten besitzen ein Auto, was im Vergleich zu den anderen New Towns ein durchschnittlicher Wert ist.

Das Arbeitsangebot in Bundang erhöhte sich durch Industrieunternehmen und Handelshäuser, welche insbesondere von den günstigen Immobilienpreisen angezogen wurden. Anfang 2007 beschäftigten 174 Unternehmen rund 30.000 Menschen in Bundang. Es ist jedoch bedeutend, dass sich meistens nur die Verwaltungsbüros (vor allem staatliche oder halbstaatliche Behörden) in die New Towns wie Bundang verlagern, während sich das Exekutivbüro (Front Office) aufgrund der Führungsvorteile weiterhin in der Seoul City befindet (AHN 1998: 22). Trotzdem kann ein Transformationsprozess beobachtet werden, welcher sich weg von einer reinen Wohnstadt vollzogen hat.

Ein weiterer positiv wirkender Faktor für die Wahl des Wohnstandorts Bundang sind die örtlichen Bildungseinrichtungen. Neben einem reichhaltigen Angebot von öffentlichen Bildungseinrichtungen verfügt Bundang über mehrere Privateinrichtungen.

Zu den renommiertesten ausländischen Bildungseinrichtungen zählen die Bundang International School und IB World School. Zudem besitzt die Stadt renommierte Museen, Kirchen (z. B. St. John's Cathedral) und Kultureinrichtungen (z. B. Seongnam Arts Center und das Seongnam Cultural

Center), welche die Lebensqualität der Stadt zunehmend erhöhen (BUNDANG INTERNATIONAL SCHOOL 2007 UND BUNDANG 2007).

Die Freiflächen zwischen den Wohnblocks wurden zwar umfangreich begrünt, doch sind die gesamten Freiflächen durch die darunter gelegenen Tiefgaragen versiegelt, sodass das Regenwasser nicht versickern kann, sondern abgeführt werden muss. Nach der Fertigstellung der New Town Bundang mussten die entsprechenden Wohnungen durch ein Lotterieverfahren von der Regierung vergeben werden, denn auf eine Wohnung kamen (Anfang 1993) 24 Anfragen. Außerdem wurde eine dreijährige Verkaufssperre eingeführt, um Immobilienspekulation vorzubeugen.

Die Größe der Apartments in Bundang erstreckt sich von 73 m<sup>2</sup> bis 160 m<sup>2</sup>. Solche Wohnungen entsprechen den Ansprüchen des gehobenen Mittelstandes. Es existieren zudem noch einige Penthouse-Wohnungen in den Dachgeschossen der Wohnblocks mit Wohnflächen bis zu 214 m<sup>2</sup>. In Bundang befindet sich noch eine weitere sehr exklusive Wohnform. Es sind sehr teure einzeln stehende Häuser (in südkoreanisch Villa), welche vergleichbar mit dicht bebauten und hochwertigen deutschen Einfamilienhäusern sind. Sie haben in der Regel zwei Stockwerke und befinden sich in unmittelbarer Nähe zu den Stadtparks. Zudem existieren Areale, welche zur Bebauung mit Einzelhäusern ausgewiesen und mit vier- bis fünfstöckigen „Town houses“ bebaut wurden, welche allerdings über keinen Platz für einen Garten verfügen (DEGE 2000:9-10).



Abb: 42: New Town Bundang im Süden der Seoul City: die abgebildeten Hochhäuser besitzen Apartments, die zu den teuersten in ganz Südkorea zählen (eigenes Foto, aufgenommen am 01.08.2007)

### 3.5.2.2 Satellitenstadt: Ilsan

Im April 1989 wurde die Errichtung der New Town Ilsan 20 Kilometer nordwestlich der Seoul City durch die südkoreanische Regierung beschlossen. Die Satellitenstadt hat eine Ausdehnung von 1.571 ha und war für 276.000 Menschen ausgelegt. Bis zu ihrer Erschließung lebten in dem Gebiet rund 23.000 Menschen in 5.600 Haushalten, wobei mehr als zwei Drittel der Fläche landwirtschaftlich genutzt wurde. Die landwirtschaftliche Fläche wurde zugunsten von Hochhäusern aufgegeben. Der Anreiz für den Umzug nach Ilsan lag in den deutlich geringeren Mieten im Vergleich zur Seoul City. Zudem konnte durch großzügig angelegte Parkflächen, Spielplätze und die Nähe zur Natur eine höhere Lebensqualität in Ilsan erzielt werden. 33,5 % der Stadtfläche bestehen aus Wohneinheiten, 7,8 % werden kommerziell genutzt und 58,7 % entfallen auf öffentliche Einrichtungen und innerörtliche Erholungs- und Freizeitzwecke. Dank des hohen Anteils an Grün- und Erholungsflächen besitzt Ilsan eine Bevölkerungsdichte von 530 Personen/km<sup>2</sup> (zum Vergleich: Seoul City (2007) = 17.090 Personen/km<sup>2</sup>), d.h. sie liegt nur gering über der Bevölkerungsdichte des Landes mit 489 Personen/km<sup>2</sup> (Stand: 2007). Obwohl die Wohnstadt fast ausschließlich aus mehr als zwanzigstöckigen Wohnhäusern besteht, wurde sie gut angenommen, denn in Südkorea bilden Hochhaussiedlungen keine sozialen Brennpunkte. Vielmehr sind sie ein deutliches Zeichen von Fortschritt, dessen sich nur die wenigsten Südkoreaner entziehen wollen. Die Erschließung des ausgewiesenen Areals konnte sehr schnell vollzogen werden. Im Juli 1990 erfolgte der erste Bauabschnitt, im August 1992 wurden die ersten Wohnungen bezogen und 1995 wurde Ilsan seiner Bestimmung übergeben. Essentiell für die gelungene Erschließung der Satellitenstadt war ihr Anschluss an das U-Bahn-Netz von Seoul (ENGELHARD 2004:278). Die Linie 3 wurde um zehn Stationen verlängert und ermöglicht es, innerhalb von 45 Minuten (19 Stationen) ohne Umzusteigen von Ilsan in die City Hall von Seoul zu gelangen. Innerhalb von Ilsan befinden sich fünf U-Bahn-Stationen, die von allen Wohngebieten in weniger als einem Kilometer erreichbar sind. Obwohl die Eisenbahn innerhalb der Metropolregion Seoul keine wirkliche Alternative zu dem gut ausgebauten U-Bahn-System darstellt, sollte erwähnt werden, dass sich Ilsan an der Eisenbahnstrecke Seoul-Munsan befindet. Zudem existiert ein gut ausgebauter und stark frequentierter Busbahnhof im Süden der Stadt. Pendler, die ihr eigenes Auto benutzen, finden außerdem eine gute Anbindung an das innerstädtische Schnellstraßennetz. Außerdem befindet sich eine gute Anbindung zu den zwei großen Flughäfen von Seoul und zu Seouls Nachbarstadt Incheon. Ein weiterer wesentlicher Faktor für eine gelungene Erschließung der New Town war die Ansiedlung von bedeutenden Lerneinrichtungen. Für südkoreanische Familien ist es von essentieller Bedeutung, ihr Kind auf eine gute Schule zu schicken. Ein Ranking

unter den Schulen bereitet bereits den Weg für einen guten Platz an einer der bedeutenden Universitäten des Landes (LEE & KIM & KWON 2005:87-90).

Dem Besucher von Ilsan erschließt sich sofort eine funktional übersichtliche Gliederung. Die Hauptachse wurde von einem Grünstreifen und (relativ) niedrigen Hochhäusern durchzogen. Im Norden und Süden dieser Achse befinden sich kommerzielle Subzentren und in den Wohnvierteln sechs kleinere auf den täglichen Bedarf abgestimmte Kleinzentren. Das innerstädtische Straßennetz ist gitterförmig angelegt und besteht aus drei von Südosten nach Nordwesten parallel zueinander verlaufenden Hauptstraßen, die von mehreren Grünstreifen durchzogen sind. Die Gesundheits- und Bildungseinrichtungen von Ilsan finden sich in regelmäßigen Abständen über die Stadt verteilt. Der walddurchsetzte Mountain Central Park im Norden und Nordosten der Stadt und der Lake Park (Abb. 43) sind die bedeutendsten Grünflächen der Satellitenstadt und bieten seinen Einwohnern neben einem Sportplatz und weiteren Grünflächen in den städtischen Außenbezirken zahlreiche Erholungsmöglichkeiten, welche in diesem Ausmaß nur schwer in Seoul zu finden sind. Die Stadtplaner legten ein Gewicht auf eine nachhaltige Stadtplanung, welche durch ein Heiz- und Elektrizitätskraftwerk, eine Kläranlage und eine Heizgasversorgung der Haushalte gewährleistet wird. Zudem achteten die Planer auf eine gute Durchlüftung der Stadt unter Betrachtung der vorherrschenden Windrichtungen (NW und W im Winter und NO und O im Sommer) (ENGELHARD 2004:278-279).

Die Verwirklichung von Ilsan und Bundang kann als ein gelungenes New Town-Projekt eingeschätzt werden. Im Allgemeinen kann konstatiert werden, dass die Satellitenstädte Südkoreas gut angenommen werden. Dies bestärkt die Stadtverwaltung und die südkoreanische Regierung, weitere Satellitenstädte zu konzipieren. Die größte Standortproblematik der New Towns sind jedoch die Entfernungen zu den Arbeitsstätten. Die Seouler Stadtverwaltung hat dies erkannt und wendet große finanzielle Mittel für den Ausbau und Erhalt des U-Bahn- und Busverkehrs auf (SDI 2000:82). Bemerkenswert ist dabei der gute Anschluss der New Towns an die Seoul City durch öffentliche Verkehrsmittel. Zudem sind die Fahrtpreise für Bus und U-Bahn sehr gering. Die Benutzung des eigenen Wagens ist aufgrund des geringen und sehr teuren Parkplatzangebots im CBD der Seoul City nur in Ausnahmefällen lohnenswert, wird jedoch aus Bequemlichkeitsgründen sehr häufig genutzt. Eine im August 2007 durchgeführte Umfrage des Autors unter den Angestellten der Deutsch-Koreanischen Industrie- und Handelskammer zeigte, dass die Südkoreaner - im Gegensatz zu ihren deutschen Kollegen - wesentlich mehr Zeit für das tägliche Pendeln akzeptieren (rund 2-3 Stunden), sofern die Miete günstig ist und genügend Grünflächen im Wohnumfeld existieren; jene Kriterien erfüllen die „New Towns“.



Abb. 43: Lakepark von Ilsan (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 02.08.2007).

Die südkoreanische Regierung sieht seit einigen Jahren die adäquate Lösung zur Verringerung der Überbevölkerung der Seoul City in dem Bau von Satellitenstädten rund um die Hauptstadt.

Alle fünf errichteten New Towns um Seoul konnten sich zu suburbanen Zentren in der SMA entwickeln. Diese Tendenz ist stärker in den beiden größeren Satellitenstädten Bundang und Ilsan ausgeprägt. Pyeongchon, Sanbon und Joongdong sind kleiner und befinden sich in unmittelbarer Nähe zu bereits bestehenden Stadtgebieten. Ihr Charakter als eigenständiges suburbanes Zentrum ist nicht so stark ausgeprägt.

Es gibt aktuell aber auch kritische Stimmen gegenüber dem koreanischen New Town Konzept:

- die durchschnittliche Bevölkerungsdichte der Seouler New Towns beträgt mehr als 20.000 Einw./km<sup>2</sup>
- alle New Towns befinden sich in einem Bereich von 20 bis 28 Kilometer Entfernung zum CBD von Seoul; sie erzeugen „urban sprawl“, höhere soziale Kosten aufgrund verstärkten Pendlerverhaltens und zusätzliche Kosten für die Infrastruktur (JUN & HUR 2001:153).

- die New Towns sind nur als reine Wohnstädte erfolgreich; ihr Selbstversorgungsgrad ist gering, weil sie nur ein begrenztes Angebot an attraktiven Jobs und „high-level goods“ besitzen.
- die meisten Unternehmen wollen in der Seoul City bleiben, weil sie den Verlust von Standortvorteilen befürchten, falls sie sich außerhalb des Grüngürtels ansiedeln würden.

Kritiker des Grüngürtels nennen zudem die gestiegenen Transportkosten und Pendlerströme, die zu mehr Energieverbrauch im Verkehrssektor führen, was wiederum ein hohes Maß an sozialen Kosten verursacht, sowie zu höherer Luftverschmutzung führt. Die Seouler Grüngürtelpolitik führte zu einer starken innerstädtischen Verdichtung (densification) und einer Überspringung der Besiedlung über den Grüngürtel in die SMA (leapfrog) (JUN & BAE 2000: 303). Der aktuellste „City Development Act“ stammt aus dem Jahre 2000. Bedeutend dabei ist die Betonung auf die Partizipation privater Akteure für die Entwicklung der New Towns um Seoul. Zuvor war es nur Großunternehmen (kor. Chaebol) gestattet, sich auf die beschränkten Bauausschreibungen der Regierung zu bewerben. Private Akteure durften an den Bietverfahren nicht teilnehmen. Zwar wurde das Vergabeverfahren gelockert, aber im Vergleich zu anderen Ländern mit New Town Developments (USA, Großbritannien und Japan) besitzen die Chaebol noch immer einen sehr entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der koreanischen Satellitenstädte (LEE & KIM & AHN 2004:3).

Es kann konstatiert werden, dass die New Towns nicht zum Abbau der funktionalen Primärstellung der Seoul City beitragen konnten, sie verstärkten vielmehr diese Entwicklung. ENGELHARD (2004:277) führt in diesem Zusammenhang aus, dass „[...] die funktionale Stärkung verbliebener höchstrangiger Funktionen [...] zur Stärkung der Attraktivität der Seoul Metropolitan Area [...] beigetragen“ hat. Leider wurden jedoch auch die Verkehrs- und Umweltprobleme in die Außenbereiche übertragen. Zudem erzeugt die Seoul umgebende Provinz Kyonggi wiederum zahlreiche pull-Faktoren (wie der Bau des Großflughafens in Incheon 2001 oder der Freihandelszone Incheon), welche die Bevölkerungsproblematik erneut verschärfen (ENGELHARD 2004:277).

## 4. Umweltpolitische Aspekte

### 4.1 Stadtökologie

#### 4.1.1 Begriffsabgrenzung

Das Wort Ökologie wurde von Ernst Haeckel erstmals 1886 als Teilgebiet der Biologie benannt. Haeckel konzipierte damit einen Begriff, der als Lehre vom Haushalt der Natur bezeichnet wird. Allgemein ist Ökologie die Abhängigkeit und Beziehung von Organismen untereinander und zu ihrer belebten und unbelebten Umwelt. Die Erforschung von Lebensgemeinschaften in ihrer Umwelt wird als Ökosystemforschung bezeichnet. Jene Umwelt wird durch Standortfaktoren wie beispielsweise den Wasserhaushalt, das Klima und die Bodenbeschaffenheit beschrieben (WITTIG & SUKOPP 1998:1-2).

Komplexer lässt sich die ökologische Erforschung der Stadt beschreiben. Zwar hat sich der Mensch zunehmend von seiner ursprünglichen Umwelt gelöst, aber seit den Umweltschutzdiskussionen Anfang der 1970er Jahre ist deutlich geworden, dass der Mensch sich nicht aus der Biosphäre lösen kann (FINKE 1986:137). Da der Mensch die Stadt nach seinen Interessen gestaltet, wird eine fachübergreifende Zusammenarbeit notwendig. Somit ist es erforderlich, die jeweiligen politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsprozesse darzustellen, welche wiederum im Kontext der Geistes- und Kulturwissenschaften eine weitere spezifische Einordnung erfahren und im historischen Kontext bewertet werden müssen (WITTIG & SUKOPP 1998:1-2). Stadtökologie wird laut SUKOPP und WITTIG (1998:2) folgendermaßen definiert:

„Stadtökologie [...] ist diejenige Teildisziplin der Ökologie, als Zweig der Biologie, die sich mit den städtischen Bizöten, Biotopen und Ökosystemen, ihren Organismen und Standortbedingungen sowie mit Struktur, Funktion und Geschichte urbaner Ökosysteme beschäftigt.“

Die Stadtökologie unterscheidet sich wesentlich von natürlichen Ökosystemen. Natürliche Ökosysteme besitzen eine Tendenz zu einem inneren Gleichgewicht durch Selbstregulation mittels verbundener Systemprozesse. Stadtökosysteme sind dagegen offene Systeme, da sie mit ihrer Umgebung (dem Umland) im Austausch stehen. In diesem Zusammenhang fordert SUKOPP (1998:4) eine Differenzierung zwischen dem durch Suburbanisierung geprägten immediate hinterland und dem distant hinterland. Durch die anthropogene Überformung ist eine Selbstregulierung in der Stadt stark eingeschränkt und kann nur durch einen hohen Energieaufwand hergestellt werden. Die Stadtökosysteme stellen folglich die extremste Form anthropogener Ökosysteme dar. Sie sind geprägt



durch hohe Energiezufuhren und Energieausträge (zum Beispiel Abfall, Abwasser, Abgase, Abwärme) (SCHULTE 1995:26-27).

Im Beziehungsfeld zwischen Wissenschaft, Planung und politischer Ökologie wird der Begriff Stadtökologie auf eine zweite grundverschiedene Weise gebraucht, welche laut WITTIG & SUKOPP (1998:2) wie folgt definiert wird:

„Stadtökologie [...] ist ein integriertes Arbeitsfeld mehrerer Wissenschaften aus unterschiedlichen Bereichen [...] mit dem Ziel einer Verbesserung der Lebensbedingungen und einer dauerhaften umweltverträglichen Stadtentwicklung.“

In diesem Zusammenhang zielen stadtökologische Forschungen nicht primär auf die Aufklärung ökosystemarer Zusammenhänge, sondern es werden Wege gesucht, das Ökosystem Stadt attraktiver für den Menschen zu gestalten. Im Gegensatz zur klassischen Ökologie und zur Landschaftsökologie (bei welcher der Ökosystemkomplex Landschaft untersucht wird) kann die Stadtökologie als überwiegend angewandte Wissenschaft bezeichnet werden (WITTIG & SUKOPP 1998:2).

#### 4.1.2 Geschichte der Stadtökologie

Erste Untersuchungen in Hinblick auf urbane Belastungen lassen sich bereits in der Antike finden. Die komplexe Analyse stadtökologischer Forschung ist jedoch eine junge wissenschaftliche Disziplin, welche erst seit drei bis vier Jahrzehnten besteht (MEURER 1997:551). Lange Zeit befassten sich die Ökologen nicht mit menschlichen Siedlungen, welche oftmals noch heute als Gegensatz zur Natur angesehen werden. Der Grundsatz von einer lebensfeindlichen Großstadt blieb sehr lange erhalten.

Erste stadtklimatische Messungen mit dem Nachweis von Temperaturunterschieden zwischen Stadt und Umland wurden durch Howard (1833) und Mahlmann (1841) durchgeführt. Im Jahre 1849 wurde die wissenschaftliche „Rauchschadenforschung“ (Immissionsforschung) begründet, welche einen Rückschluss zwischen dem Schwefelgehalt der Kohle und nachteiligen Wirkungen des Schwefeldioxids auf die Pflanzen ermöglicht. 1929 entwickelte sich die Bioklimatologie durch die Erforschung der Strahlungsminderung infolge von Stadtdunst, basierend auf Messungen zur Strahlung und Abkühlung (KUTTLER 1993). Es folgten in den 1930er Jahren weitere Untersuchungen über Luftfeuchtigkeit, Nebel und Wolkenbildung im Zusammenhang mit Luftverunreinigungen und Niederschlagsverhältnissen. Ein weitaus jüngerer Forschungsfeld ist die Auseinandersetzung mit städtischen Böden. Substrate in Städten galten in der Bodenkunde lange als heterogen und auf Grund geringer Entwicklungszeit als frei von Bodenbildungen. Erst in den

1970er Jahren wurden weltweit bodenkundliche Untersuchungen in Städten durchgeführt (vgl.: Perth (ANDREWS 1971), Berlin (RUNGE, GRENZIUS & BLUME 1983), Washington (SMITH 1976), Halle (BILLWITZ & BREUSTE 1980) (aus (SUKOPP 2005:4-5).

Erste anwendungsbezogene Forschungen der Stadtökologie beschäftigten sich mit Fragen der Auswirkungen der städtischen Umwelt auf die Gesundheit des Menschen. Thurnwald (1904) analysierte in diesem Zusammenhang erstmals das Stadtklima und die physiologischen Bedingungen des Stadtlebens (SUKOPP 2005:4-5).

WEIDNER (1939), RUDDER & LINKE (1940) und PETERS (1954) (aus (SUKOPP 2005:4-5) erstellten die ersten generellen Auswertungen zu urbaner Ökologie. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges veröffentlichten SCHULZ 1956 und SIEDLER 1964 Untersuchungen der Flora innerhalb städtischer Trümmergebiete von Deutschland (SUKOPP 1998:10).

Mit den weltweiten Umweltschutzgedanken der 1970er Jahre entwickelte sich die ökologische Stadtforschung als eigene Disziplin. Dabei wurden systematische Untersuchungen über Klima, Boden, Gewässer, Pflanzen und Tiere in Städten durchgeführt. In weiteren Arbeiten wurde der Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren zur Bewertung der Luft- und Gewässerqualität behandelt. Mit dem erwachenden Interesse für den „Naturschutz in der Stadt“ entstanden Stadtbiotopkartierungen, welche als Basis für Schutzausweisungen, Biotopverbundsysteme und als ökologische Grundlage für die Landschaftsplanung dienen (SUKOPP 2005:5).

Wichtige Pionierarbeit zur weltweiten Verbreitung der Thematik Stadtökologie leistete das 1970 durch die UNESCO gegründete (und noch immer laufende) Man and the Biosphere Programme (MAB). Das MAB widmet sich der Untersuchung von urbanen Ökosystemen und hat sich das Ziel gesetzt, eine zunehmende Umweltsensibilisierung in Städten zu erreichen (UNESCO 2008). Bedeutend waren in diesem Zusammenhang die Forschungen an London, Paris, Rom, New York, Wien und Berlin (WITTIG & SUKOPP 1998:5). Im Jahre 1977 veröffentlichte DUVIGNEAUD UND DENAYER-DE-SMET eine Studie über das Ökosystem von Brüssel, bei der erstmals versucht wurde, die Zusammenhänge in einem komplexen urbanen Ökosystem aufzuzeigen und schematisch darzustellen (DUVIGNEAUD & DENAYER-DE-SMET 1977). Im Laufe der 1980er Jahre folgten weitere Gesamtstudien an den asiatischen Metropolen Hongkong (BOYDEN 1981) und Tokio (NUMATA 1981), deren Schwerpunkt die Problembewältigung großstädtischen Lebens aus humanökologischer Perspektive war (WITTIG & SUKOPP 1998:5-6). Die aktuelle Literatur der Stadtökologie ist über zahlreiche Zeitschriften verteilt, in denen kommunale Beiträge und Publikation in der jeweiligen Nationalsprache veröffentlicht werden.

Seit 1986 existiert keine eigene Zeitschrift oder Schriftenreihe mit dem Titel „Stadtökologie“ oder „Urban ecology“<sup>34</sup>. Im Jahre 1997 wurde in den USA die stark auf Nordamerika bezogene Zeitschrift „Urban Ecosystems“ gegründet. Planungsbezogene, stadtökologische Beiträge finden sich häufig in der Zeitschrift „Naturschutz und Landschaftsplanung“ (früher „Landschaft und Stadt“). In der Zeitschrift „Natur und Landschaft“ wurden Naturschutzthemen und Biotopkartierung von Städten im deutschsprachigen Bereich abgehandelt. Mittlerweile existieren zahlreiche Bibliographien zu stadtökologischen Themen (vgl. „Nature in cities“ (SUKOPP & WERNER 1982) sowie „Naturschutz und Landschaftspflege im besiedelten Bereich“ (SUKOPP ET AL. 2000)). Außerdem existieren zahlreiche Veröffentlichungen zum Thema „umweltverträglicher Stadtgestaltung“, welche die Ebene von Politik und Planung beinhalten und die Verbesserung der Lebensbedingungen in der Stadt thematisierten. Beispielsweise forschte SCHÜTTEMEYER (2005) zu verdichteten Siedlungsstrukturen in Sydney.

Die in den letzten Jahrzehnten erzielten Erkenntnisse führten zu der allgemein akzeptierten Sichtweise, dass bei städtischen Ökosystemen die Prinzipien der natürlichen Ökosysteme nicht gegeben sind. Damit sind ungestörte Stoffkreisläufe sowie ökologische Stabilität und Elastizität gemeint. Da keine „ökologisch ideale Stadt“ erreicht werden kann, sollte es das Ziel sein, eine umweltverträgliche Stadtplanung anzustreben.

Jede Stadt besitzt eine eigene Identität, welche durch Unterschiede in der historischen Entwicklung, naturräumlicher Lage und Lage zu anderen Städten, Stadtstruktur, Wirtschaft, Industrie und Verkehr bestimmt ist. Folglich ist es schwierig, allgemein gültige Konzepte im Hinblick auf die ideale Stadt zu erstellen (WITTIG et al. 1995:157). Vielmehr müssen Empfehlungen ausgesprochen und Wege aufgezeigt werden, mit dem Ziel, eine umweltverträgliche Stadtentwicklung anzustreben (MEURER 1997:552). Diese Forderungen wurden im Rahmen der UN-Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro als AGENDA 21 verabschiedet. Es soll eine nachhaltige Entwicklung erzielt werden, welche insbesondere bei den Städten umgesetzt werden muss, da sie zu den größten Verbrauchern an Ressourcen und Energie zählen (BENDER 1997:137).

Durch die massive Konzentration menschlicher Tätigkeit in urbanen Räumen sind die Umweltveränderungen quantitativ wie qualitativ sehr gravierend (LEE 2001:25).

Stadtökologie muss als Handlungsprogramm verstanden werden und erfordert einen verantwortungsbewussten und sparsamen Umgang mit den natürlichen

---

<sup>34</sup> Von 1975 bis 1986 wurde die Zeitschrift „Urban ecology“ (Elsevier Verlag) publiziert, welche 1987 in der Zeitschrift „Landscape and Urban Planning“ aufgegangen war.

Ressourcen (LEE 2001:28). Es ist dabei notwendig, die jeweilige Stadtplanung und landesspezifische Umweltpolitik einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Dabei sollten Schwierigkeiten in der Umsetzung aufgeführt und individuelle Lösungsvorschläge angeboten werden. Es ist wichtig, die Politik, Wirtschaft und Bevölkerung für die Thematik Umwelt zu sensibilisieren. Diese Wahrnehmung ist weltweit durch sozioökonomische und gesellschaftliche Hintergründe verschieden ausgeprägt (MEURER 1997:554).

Man kann der Ausführung von WITTIG et al. (1995:150) nur zustimmen, der treffend beschreibt: „Die ´ökologische Stadt´ darf die menschliche Gesundheit nicht schädigen, ihr Umland nicht belasten oder zerstören, und sie muss auch in ihrem Innenbereich die Entwicklung von Natur ermöglichen. Obwohl diese Ziele nie vollständig zu verwirklichen sind, entbindet dies Politiker und Planer nicht von der Verpflichtung, eine Annäherung an den Idealzustand anzustreben.“

Kritik an der Stadtökologie wird vor allem in Hinblick einer gewissen Vieldeutigkeit des Begriffs geübt. In Europa wurde die Stadtökologie durch Botaniker und Naturwissenschaftler begründet (WITTIG & SUKOPP 1998:3). Die Nordamerikanische Stadtökologie - urban ecology und 1926 durch Erza Park geprägt - wurde hingegen durch Soziologen bestimmt (MEURER 1997:549). Entsprechend findet eine Akzentuierung bei der thematischen Bearbeitung statt, welche sich in den letzten Jahren erst langsam anglich, jedoch zunehmend konstruktiv ergänzt. Die Stadtökologie wurde zudem kritisiert, dass sie zu angewandt arbeitet, ohne dabei auf ein eigenes Theoriegerüst zurückgreifen zu können (WITTIG & SUKOPP 1998:3-4). Dem entgegnet FINKE (1986:137-142), dass die angewandte Stadtökologie schon allein dadurch eine bedeutende Daseinsberechtigung besitzt, dass sie sich mit der Lösung von drängenden urbanen Problemen beschäftigt.

WITTIG (1995:159) fordert in diesem Zusammenhang zahlreiche praktische Untersuchungen, welche an verschiedenen Stadttypen in unterschiedlichen Regionen ausgeführt werden müssen, um dadurch eine stärker an ökologische Prinzipien orientierte Stadtplanung zu gewährleisten.

#### 4.1.3 Stadtökologische Parameter

Die stadtökologischen Forschungen beschäftigen sich mit den abiotischen und biotischen Parametern des urbanen Ökosystem, welche in Abbildung 44 dargestellt sind. Sie beinhalten die Parameter Klima, Luft, Boden, Pflanzen, Tiere, Biotope und Gewässer sowie anthropogene Faktoren: Wohnen, Arbeiten, Erholung und Transport. Dabei ist zu beachten, dass die einzelnen Faktoren, die den Lebensraum Stadt bilden, in enger Beziehung zueinander stehen und nicht losgelöst voneinander untersucht werden können. Die ersten abiotischen

Themenschwerpunkte stadtökologischer Forschung waren die Böden und das Stadtklima. Grundwässer und Stadtgewässer sind dagegen relativ neue stadtökologische Forschungsschwerpunkte (WITTIG & SUKOPP 1998:5-6). Die benannten natürlichen Parameter des Ökosystems sind durch das anthropogene Nutzökosystem (Wohnen, Arbeiten und Transport) einer hohen Belastung ausgesetzt. Eine dauerhafte Verbesserung der Lebensbedingungen in der Stadt kann nur durch einen Schutz der verschiedenen Umweltfaktoren erzielt werden (Abb. 44).

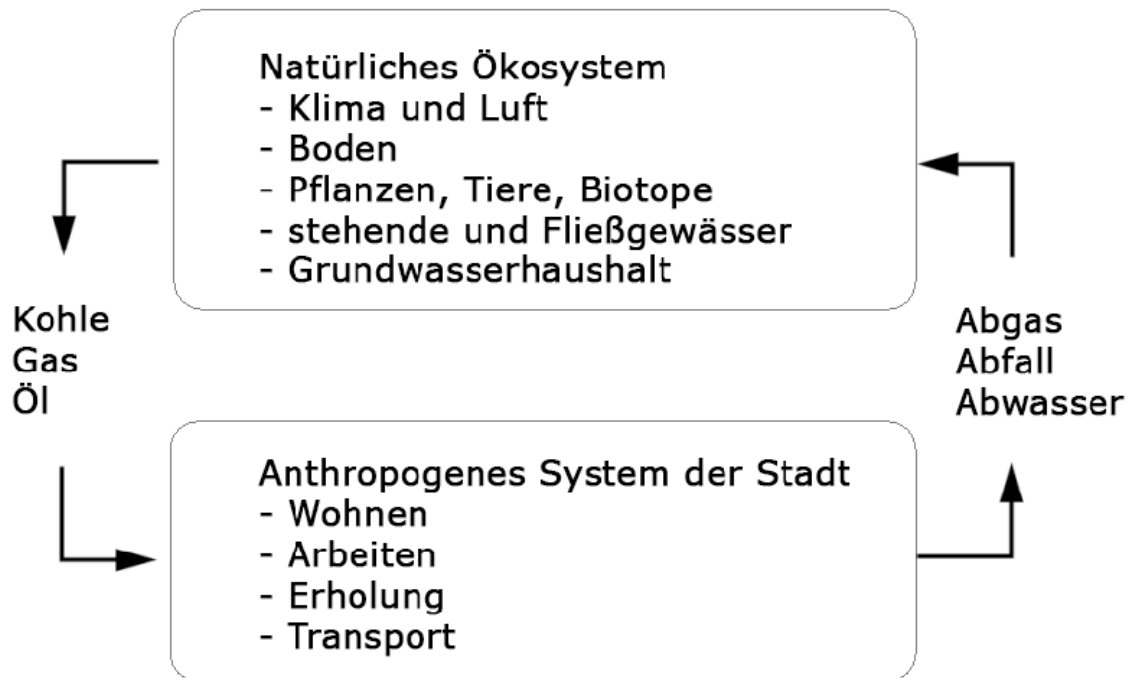


Abb. 33: Städtische Ökosysteme (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von SCHULTE 1995:27-29 und CHANG 1997:79).

## 4.2 Umweltpolitik Korea

### 4.2.1 rechtliche Grundlagen

Nationen besitzen zumeist einen gewissen Entwicklungsstand und eine Finanzkraft, damit sich die Regierenden mit der Thematik Umweltschutz auseinandersetzen. Folglich empfiehlt es sich, die südkoreanische Umweltpolitik vorzustellen und einer kritischen Betrachtung zu unterziehen.

Im Vergleich zu der Situation in Europa und Nordamerika wurde dem Umweltschutz in Südkorea bis in die 1990er Jahre hinein eine sehr geringe Bedeutung beigemessen. Aktuelle Umweltrichtlinien sind zentral organisiert und geregelt (LEE 1991:222).

Die ersten umweltpolitischen Maßnahmen in Südkorea wurden in den frühen 1960er Jahren durch das Gesetz zum Schutz vor Luftverunreinigung erlassen. Die Verordnungen orientierten sich an denen westlicher Industrieländer. Diese

frühe Form der Umweltpolitik war insofern bemerkenswert, da Südkorea zu diesem Zeitpunkt noch mit den Lasten des Koreakriegs (1950-1953) zu kämpfen hatte. Die gesetzlichen Verordnungen blieben jedoch zuerst rein formal, da die Finanzmittel in dieser Zeit sehr begrenzt waren. In den ersten drei Jahrzehnten nach dem Ende des Koreakrieges hatte das Wachstum der Wirtschaft absolute Priorität gegenüber dem Interesse für die Umwelt (LEE 1991:35). In den 1960er bis Anfang der 1970er Jahre wurden Umweltaktivisten noch verfolgt. Das Umweltbewusstsein hatte sich zwar im Laufe der 1970er Jahre vergrößert, aber zugleich muss festgestellt werden, dass die Belastungen in den Großstädten die Grenzen der staatlichen Handlungsmöglichkeiten erreicht hatten (LEE 1991:36). Lediglich bei der Aufforstung von Gebieten, welche durch den Koreakrieg entwaldet wurden, konnten sichtbare Aktivitäten erreicht werden (SEIER 2002:23). Vor allem im Ballungsraum Seoul und den sieben anderen Millionenstädten (UN 2012<sup>1</sup>) führte die Luftbelastung, Lärmbelästigung, Boden- und Gewässerkontamination und das Abfallaufkommen zu einer verminderten Lebensqualität (ENGELHARD 2004:231). Infolge der zunehmenden Belastungen kam es zu Diskussionen über ein umfangreiches Umweltschutzgesetz, welches zuerst auf wissenschaftlicher und zunehmend auch auf administrativer Ebene thematisiert wurde. Am 31.12.1977 wurde das erste allgemeine Umweltschutzgesetz beschlossen, welches am 01.06.1978 in Kraft trat. Trotz des neuen Gesetzes verschärfen sich die Umweltbelastungen infolge der Zunahme von Industrie und Verkehr in den nordwestlichen und südöstlichen Ballungsgebieten. Eine Reduzierung der emissionsbelasteten Stoffe wurde vorerst aufgeschoben, um die wirtschaftliche Entwicklung des Landes nicht zu gefährden (ENGELHARD 2004:231).

Am Anfang der 1980er Jahre setzten Wissenschaftler die Impulse für einen landesweiten Umweltschutz. Die erhobenen Forderungen und Richtlinien wurden relativ schnell von der Regierung umgesetzt. So übernahm die Regierung das Umweltgrundrecht in die Verfassung und richtete ein staatliches Umweltamt ein. Ursprünglich gab es bis 1980 nur ein Büro für Umweltfragen innerhalb des Ministeriums für Gesundheit und Soziales. Durch die zentral gelenkte Environmental Administration (EA) wurde erstmals eine zentrale Umweltverwaltung gegründet (SEIER 2002:15). LEE (2001:28) schreibt in diesem Zusammenhang: „Das seit 1980 geltende Umweltrecht wird vom südkoreanischen Umweltamt damit charakterisiert, die Einbeziehung des Umweltschutzes unter den Schutz der Verfassung sei eine Dokumentation des Willens des Staates, durch Reduzierung der Umweltbelastungen für die Bevölkerung eine bessere Umwelt und damit eine verbesserte Lebensqualität zu sichern.“

Durch die Verankerung des Umweltschutzes am 27.10.1980 in der Verfassung (Art. 35) war erstmals eine verstärkte Zweckbestimmung des Umweltschutzgesetzes erkennbar. Außerdem wurde proklamiert, dass

Umweltaspekte bei der Verwirklichung wirtschaftlicher Ziele eine zunehmende Berücksichtigung erlangen. Das neue Gesetz wurde öffentlich verkündet und war rechtlich bindend. Es wurde damit zum allumfassenden Grundrecht (LEE 2001:27-28).

„Das Umweltgrundrecht hat nicht nur negatorischen Charakter, welcher der Verbesserung der belasteten Umwelt dienen soll, sondern impliziert auch das Recht, den Staat aktiv zu fordern, eine intakte Umwelt zu erhalten und diese wiederherzustellen“ (LEE 2001:28). Es wird zudem betont, dass stoffliche Umweltbelastungen für den Menschen verhindert werden müssen. Seitens der Bevölkerung wird eine aktive Teilnahme am Umweltschutz gefordert (LEE 2001:28).

Die staatliche Umweltpolitik wirkte sich auch auf den fünften Fünfjahresplan (1982-1986) aus, in dem eine Harmonisierung von ökonomischen Wachstum und Umweltschutz angestrebt wurde.

Auch im sechsten Fünfjahresplan der Wirtschaft (1987-1991) wurden Umweltschutzmaßnahmen eingeräumt. Die Verbesserung der Umweltsituation durch Immissionsreduzierung wurde dabei als besonders dringend angesehen (LEE 2001:37-38). Am 29.10.1986 wurden sechs regionale Zweigstellen<sup>35</sup> des Umweltamtes eingerichtet. Damit wurde eine Zwischeninstanz zwischen dem Umweltministerium und Kreisen/Gemeinden geschaffen. Zudem wurden die regionalen Umweltüberwachungsbüros vergrößert und zu Umweltzweigstellen reorganisiert (ENGELHARD 2004:238).

Am 03.01.1990 wurde das südkoreanische Umweltamt (Ministry of Environment, MOE) als eine staatliche Verwaltungsbehörde errichtet (es ging aus dem 1980 gegründeten EA hervor). Infolgedessen wurde das Umweltamt in ein Fachministerium für den Umweltschutz aufgewertet. Somit verfügte nun der Staat über ein Umweltministerium, welches eine umfassende und konsequente Umweltpolitik vollziehen konnte (MOE 2008). Dabei wurde ein ausführliches Gesetzeswerk zum Schutz von Luft (Emissionsminderung) und Wasser (Verbesserung der Trinkwasserqualität und des Gewässerschutz) erlassen. Außerdem wurden erstmals grundlegende und langfristige Richtlinien der Umweltpolitik festgelegt und ein Regelwerk für die Konfliktbeilegung in Fragen der Umweltverschmutzung geschaffen (LEE 1991:38).

#### 4.2.1.1 Grundgesetz für die Umweltpolitik (GUP) von Korea

Am 01.08.1990 verkündete das Umweltamt das Grundgesetz für die Umweltpolitik (GUP bzw. engl. Basic Environmental Policy Act) und eine stärkere Akzentuierung ökologischer Belange in der Politik. In Rahmen dieses Gesetzes wurden zahlreiche umweltschutzspezifische Einzelgesetze erlassen

---

<sup>35</sup> Die Zweigstellen unterlagen keiner politisch-administrativen Gliederung sondern waren ökologische Belastungszonen (im speziellen die Lage und Belastung der Oberflächengewässer). Seoul ist dabei die größte Umweltregion (LEE 1991:185-186)

und das Leitbild der Nachhaltigkeit für die Umweltpolitik im Grundrecht verankert (LEE 1991:40).

Der Zweck des Gesetzes ist in § 1 GUP formuliert (LEE 1991:40):

„Das Gesetz bezweckt, Gefahren und Schäden durch Umweltbelastungen vorzubeugen sowie Natur und Umwelt angemessen zu erhalten und zu entwickeln durch klare Festlegungen der Rechte und Pflichten der Allgemeinheit und des Staates sowie der Umweltbelange, welche die Basis aller Umweltschutzmaßnahmen bilden.“

Im Folgenden sind die Kernforderungen des GUP aufgelistet (LEE 2001:30-31):

- Vorbeugung der Gefahren und Schäden durch Umweltbelastungen
- Erhaltung der natürlichen Umwelt und Lebensumwelt
- Verankerung der Grundprinzipien des Umweltschutzes: Verursacherprinzip, Vorsorgeprinzip (bspw. Erarbeitung eines Umweltplans alle 10 Jahre, der durch das Kabinett zu beschließen ist), Kooperationsprinzip und Gemeinlastprinzip
- Umweltberichterstattung: Erarbeitung eines jährlichen Umweltberichtes über die Inhalte und wesentlichen Maßnahmen zum Umweltschutz durch die Regierung, welcher dem Parlament vorzulegen ist

Ein weiterer Erlass zur ökologischen Nachhaltigkeit war das am 31.12.1991 verabschiedete Gesetz über die Kostentragung zur Verbesserung der Umwelt (KostUG). Um eine nachhaltige Verbesserung der Umweltlage zu erzielen, sollen „geeignete Maßnahmen umfassend und systematisch durchgeführt und intensive Mittel [finanzielle und technische Ressourcen] rational eingesetzt werden.“ Es soll hierfür ein umfassender Plan zur Verbesserung der Umweltsituation erstellt werden (LEE 2001:31).

1994 wurde im Rahmen der Straffung einer Reform zur Straffung der Regierungsarbeit das Umweltministerium reorganisiert. Dabei wurden dem Umweltministerium neue Arbeitsfelder zugewiesen, welche ein höheres Maß an Verantwortung bedeuteten (z.B. Wassermanagement). Zudem wurden die sechs Umweltämter in vier Umweltmanagement-Behörden zusammengefasst (ENGELHARD 2004:239).

Im Jahre 1997 wurde das Gesetz zum Schutz der natürlichen Umwelt (NatSchG) aus dem Jahre 1991 komplett überarbeitet. „Das Gesetz bezweckt, dass die Bevölkerung in einer lebenswerten natürlichen Umwelt ein ruhiges und gesundes Leben führen kann durch die systematische Erhaltung und Verwaltung der natürlichen Umwelt, insbesondere dem Schutz der natürlichen Umwelt und der Ökosysteme vor anthropogenen Schädigungen und durch die



Verhinderung des Artenrückgangs (LEE 2001:32).“ In § 3 des Gesetzes wurde vor allem der Schutz biologischer Vielfalt und die internationale Umwelt-Zusammenarbeit betont.

Das Gebot der Nachhaltigkeit wurde auch im 1980 verabschiedeten Naturparkgesetz (NatPG) durch eine Novelle aus dem Jahre 1995 aufgenommen. Das Gesetz strebt die nachhaltige Entwicklung der Naturparks (Nationalparks, Provinzialparks und Kreisparcs) an und fordert dabei Vorkehrungen zur Erhaltung, Nutzung und Pflege durchzuführen.

Das internationale Engagement für die Einhaltung globaler Umweltstandards wurde in den 1990er Jahren forciert. Im Zuge der internationalen Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 versuchte Südkorea, seine Umweltschutzrichtlinien auf ein internationales Niveau anzuheben. Der Beitritt zur OECD im Jahre 1996 hatte hierauf einen wichtigen Einfluss. 1997 wurde die Environmental Performance Review Korea von der OECD veröffentlicht, welche eine kritische Bestandaufnahme der südkoreanischen Umwelt vollzog. 2006 wurde der Bericht überarbeitet (SEIER 2002:11-15).

#### 4.2.1.2 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist ein Kontrollinstrument, welches Umweltgesichtspunkte bei der Planung mit einbezieht (CHANG 1997:89). Die erste UVP-Regelung in Korea wurde 1977 eingeführt. Sie befasste sich mit der Regelung von staatlichen Projekten in den Bereichen Stadt- und Raumplanung, Strukturierung von Industriegebieten und dem Energiesektor (SEIER 2002:35). Obwohl die UVP bei großen Bauprojekten gesetzlich vorgeschrieben war, wurde sie aus wirtschaftlichen Erwägungen häufig nicht durchgeführt. Am 31.12.1999 wurde das UVP-Gesetz grundlegend novelliert. Die Umweltverträglichkeit soll bereits vor Beginn eines Bauvorhabens untersucht werden. Die Einbeziehung von Umweltgesichtspunkten bei Bauplanungen (beispielsweise Eisenbahnprojekte, der Bau von Flughäfen oder großer Wohnkomplexe) sollte zudem effektiver vollzogen werden. Eine wesentliche Erneuerung des Gesetzes war die Erweiterung durch zusätzliche Satzungen, über welche es den Metropolen und Provinzen erlaubt war, Verträglichkeitsprüfungen durchzuführen, welche laut dem UVP-Gesetz nicht prüfungspflichtig gewesen wären. Somit konnten regionalspezifische Untersuchungen auch an kleineren Projekten bewirkt werden (LEE 2001:32-34). Ein Problem des Gesetzes ist, vergleichbar mit westlichen Ländern, dass UVP zumeist nicht durchgeführt werden, um die Umwelt zu schützen, sondern um die Realisierung von Konzepten zu rechtfertigen. Der ökonomische Nutzen wird dabei dem ökologischen Schaden aufgerechnet, was häufig der Rechtfertigung von Umweltschäden dient (CHANG 1997:90-91).

Seit dem 28.01.2000 wurde der Gedanke der Nachhaltigkeit in das Stadtplanungsgesetz aufgenommen. Dabei sollen unter Beteiligung des Staates und der Bevölkerung die Städte umweltfreundlich gestaltet werden. Bereits 1962 wurde das Stadtplanungsgesetz aus dem Bauordnungsgesetz heraus gelöst und im Jahre 1971 wurden Vorschriften zur Stadtsanierung, Stadterneuerung und die Ausweisung eines Grüngürtels erlassen (LEE 2001:32-34).

#### 4.2.1.3 Umweltpolitische Nichtregierungsorganisationen (NGO)

Eine wachsende Anzahl von Umweltverbänden drückt die zunehmende Umweltsensibilisierung der Bevölkerung aus. Derzeit befinden sich rund  $\frac{3}{4}$  der registrierten Verbände in Seoul und der umliegenden Gyeonggi-Provinz. Durch eine Gesetzesänderung am 12.04.2000 versucht das Ministry of Environment (MOE), die Aktivitäten der Umweltverbände rechtlich abzusichern und den Ausbau eines Kompetenznetzwerks voran zu treiben. Zu den größten Umwelt-NGOs gehört die landesweit agierende KFEM (*Korean Federation for Environmental Movement*, 73.000 Mitglieder und größte Umweltorganisation Asiens) und die *Green Korea United* (10.000 Mitglieder) (SEIER 2002:29-30). Es muss jedoch konstatiert werden, dass die Arbeit zahlreicher südkoreanischer Umweltschützer eher als sinnvolle Freizeitbeschäftigung in einer materiell gesättigten Gesellschaft betrieben wird. Zumeist werden die Aktionen nicht politisch konsequent betrieben. Es wird kein unbequemer Widerstand geleistet, wobei die Richtung der Aktionen überwiegend nach innen orientiert ist (JOO 2007:4). Wie die Ausführungen gezeigt haben, besteht die südkoreanische Umweltpolitik aus einer Wiederaufbauphase (Vernachlässigung des Umweltschutzes nach dem Koreakrieg zugunsten eines ökonomischen Wachstums), einer Gesetzgebungsphase und einer Ökologisierungphase. Letztere wurde vollzogen, nachdem die Umweltbelastungen zu eklatant wurden.

#### 4.3 Umweltrichtlinien und der Flächennutzungsplan von Seoul

##### 4.3.1 Umweltkonzepte

Seit 1949 besitzt Seoul den Status einer Sonderstadt. Damit ist die Hauptstadt eine selbstständige Stadt unterhalb der Zentralstaatsebene. Da in Südkorea bis vor kurzem die Ökonomie wesentlich bedeutender als die Ökologie war, sieht sich ihre Hauptstadt Seoul mit zahlreichen Problemen konfrontiert (CHANG 1997:79):

- eine veraltete Idee der Nutzungstrennung in der Stadt
- extrem bauliche Verdichtung aufgrund der zahlreichen pull-Faktoren
- mangelnde Abwasserklärung, Recycling und Abfalltrennung

- Vernachlässigung des ÖPNV
- falsches Konsumverhalten und fehlendes Umweltbewusstsein

Mit der landesweiten Sensibilisierung für Umweltschutzmaßnahmen wurden auch in Seoul entsprechende Maßnahmen umgesetzt. Laut LEE (2001:83) müssen „[...] gesellschaftliche Aktivitäten unter dem Aspekt der Umweltverträglichkeit eingeschränkt werden [...], die Erhöhung der Lebensqualität der Einwohner und die Sicherstellung einer lebenswerten Umwelt muss als vorrangiges Ziele der Planung festgelegt [werden].“

Am 20.05.1996 hat Seoul eine Grundlagensatzung für den Umweltschutz verabschiedet. Dabei wurden sechs Grundprinzipien für die Umweltschutzpolitik benannt. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen: Integrationsprinzip, Vorsorgeprinzip, Kooperationsprinzip, Verursacherprinzip, offenes Umweltinformationsprinzip und Partizipationsprinzip. Folgende Grundaussagen können nach LEE (2001:85) heraus gearbeitet werden:

- zukunftsgerichtete Umweltphilosophie und politische Linie, um eine auf das 21. Jahrhundert gerichtete nachhaltige ökologische Stadt zu verwirklichen und eine attraktive Harmonisierung zwischen Umweltschutz und Entwicklung anzustreben.
- Konzipierung einer eigenständigen umweltpolitischen Modellkonzeption unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Charakteristika der Metropole, die auf die Schaffung einer neuen Stadtumwelt gerichtet ist.
- Abrücken von der gegenwärtigen Einstellung, demzufolge Entwicklung und Umweltschutz als gegensätzliche Bereiche gesehen wurden und Übergang zu einem politischen Prozess, der die beiden Gesichtspunkte integriert mit dem Ziel, in allen Bereichen der Stadtplanung: Verkehr, Energie, Flächennutzung und Bauwesen eine umweltverträgliche, gesunde und nachhaltige Stadtentwicklungspolitik durchzuführen.
- Verstärkung der Partizipation der Bevölkerung bei der Umweltpolitik (Konzipierung, Entscheidung, Bewertung der Politik)

In der Grundlagensatzung wird außerdem betont, dass ein langfristiger, umfassender städtischer Umweltplan für den Umweltschutz aller zehn Jahre aufgestellt werden soll. Der Turnus wurde seit dem Jahre 2006 auf vier Jahre verkürzt, um eine flexiblere Umweltpolitik von Seoul zu gewährleisten (SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT 2006:1).

Am 05.06.1996 wurde die Seouler Umweltcharta als eine weitere wichtige umweltpolitische Festlegung der Stadt verabschiedet. Sie legt den umweltethischen Grundsatz zugrunde, eine „Symbiotische Beziehung zwischen Mensch und Natur“ anzustreben.

Dabei sollen fünf grundlegende Leitsätze beachtet werden (LEE 2001:86):

- Erhöhung der Lebensqualität der Einwohner und die Sicherung einer angenehmen (lebenswerten) Umweltqualität als oberstes Ziel
- Vorsorgegebot, nach welchem Umweltprobleme im Voraus verhindert oder verringert werden sollen
- Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Stadtentwicklung unter weitgehender Partizipation bei der Aufstellung und Implementation aller Pläne
- Beachtung des Verursacherprinzips und einer umweltfreundlichen Produktionsweise, eines umweltgerechten Verbraucherverhaltens
- nationale und internationale Kooperation und gemeinsames Bemühen um die Lösung der Umweltprobleme

Am 20.03.1999 hat die Stadtverwaltung eine Naturschutz-Satzung erlassen, nach welcher eine umfassende und systematische Erhaltung und Pflege von Natur und der natürlichen Umwelt in der Stadt und den Bürgern ein gesundes Leben in einer intakten natürlichen Umwelt ermöglicht werden soll. Am 15.07.2001 verstärkte die Seouler Regierung ihre Bemühungen, bei der Stadtplanung zukünftig auf ein umweltfreundliches nachhaltiges Wachstum und Management zu beachten (LEE 2001:87-88).

Tab. 9: Aktionsziele der Seoul Agenda 21 (LEE 2001:94-101 und 107-108)

Schwerpunkt	Aktionsziel	Indikator
<b>Luft</b>	Reduktion des Verbrauchs fossiler Brennstoffe Reduktion der Abgasemissionen durch Kraftfahrzeuge Reduzierung von Lärm und Smog	jährl. Verbrauch an Mineralölen (l) Anzahl der jährl. Ozon-Alarme Luftschadstoff-Emissionen (t) Grad der Lärmbelästigung von Wohneinheiten die an Straßen liegen (dB)
<b>Wasser</b>	Verbesserung der Wasserqualität Erhöhung der Wassermenge aller Fließgewässer Herabsetzung des Wasserverbrauchs Renaturierung der Flüsse zu naturnahen Ökosystemen	Wasserqualität (BOD, mg/l) Wasserverbrauch pro Person (l) Zahl der Flussstrecken wo Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt wurden (km)
<b>Abfallwesen</b>	Minimierung des Abfallaufkommens und der Abfallverbrennung durch Recycling	Abfallaufkommen pro Person (kg) Anteil des Recyclings (%)
<b>Ökosystem</b>	Auf- und Ausbau von Grünflächen Wiederherstellung von Feuchtgebieten	Statistiken über Parkbestände und Feuchtgebiete (m <sup>2</sup> )
<b>Verkehr</b>	Verbesserung der Umweltsituation für Fußgänger und Fahrradfahrer, Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit des ÖPNV	Bürgerzufriedenheit (Punkte) Fahrräder pro Haushalt

Am 5.7.1997 wurde die Seoul Agenda 21 bekannt gemacht, welche auf Grundlage der UN-Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro erarbeitet wurde. Die Agenda 21 ist ein umfangreicher Aktionsplan für nachhaltige Entwicklung und Umweltschutz, welcher auf Grundlage der Seouler Umweltcharta und der Seouler Umwelt-Grundlagensatzung aufgestellt worden ist. Sie beinhaltet fünf Schwerpunkte welche in Tabelle 9 dargestellt sind.

Die Seouler Agenda 21 bietet jedoch lediglich Vorschläge, welche keine gesetzliche Bindung besitzen. Dennoch zeigt sich in ihr eine weitere Akzentuierung zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung. 2000 wurde die Agenda überarbeitet (die Bürgerkommission Green Seoul erhielt mehr Kompetenzen), jedoch erfolgte keine Änderung der Rahmenkonzeption (LEE 2001:91-93).

Die Zielformulierungen und Visionen der genannten Programme sind erstrebenswert, aber teilweise schwer realisierbar. Zwischen der Erreichbarkeit unter Berücksichtigung von Wirtschaftsinteressen und globalen Entwicklungen existiert eine große Disparität. Es kann jedoch festgestellt werden, dass in den letzten Jahren eine intensivere Auseinandersetzung mit Umweltthemen in Seoul geführt wurde.

Die weitere Urbanisierung der Stadtränder muss unterbunden werden. Die Seoul City muss deswegen attraktiver gestaltet werden. Dies sollte durch den Neubau von Parkanlagen und der ökologischen Sanierung von existierenden Stadtgebieten erzielt werden. Um entsprechende stadtplanerische Veränderungen realisieren zu können, ist es notwendig, einen Flächennutzungsplan zu erarbeiten, welcher im folgenden Kapitel vorgestellt werden soll.

#### 4.3.2 Flächennutzungsplan

Seouls Stadtgesichte ist mehr als 600 Jahre alt. Seit etwa hundert Jahren änderte sich das Stadtbild signifikant. Diese Entwicklung kann als Ausdehnung und Verdichtung bezeichnet werden (SONG 1998:20).

Der Flächennutzungsplan ist ein wichtiges Instrument der staatlichen Umweltpolitik. In der räumlichen Planung von Südkorea spielte eine differenzierte Flächennutzung als Steuerungsmittel eine bedeutende Rolle. Die ausgewiesenen Flächennutzungsformen waren rechtsverbindlich und mussten entsprechend umgesetzt werden. Der erste Flächennutzungsplan wurde 1972 aufgestellt. Es folgten weitere im Jahre 1978, 1989, 1990, 1997, 1993, 2000 und 2005 (CHOE 2003:523, 525, 532, 538 und SDI 2007:129). Ende 2013 wird der kommende Flächennutzungsplan fertiggestellt werden.

Der aktuelle Seouler Flächennutzungsplan stammt aus dem Jahr 2005 (SDI 2007:129) und enthält gemäß der Stadtplanungsverordnung vier Nutzungsgebiete: Wohn-, Handel-, Gewerbe- und Grünbereiche. 55,2 % der

Seoul City sind bebauten Fläche und 42,2 % sind Grün- oder werden als Freifläche genutzt (Tab. 10 und Abb. 45). Da die Stadt von Bergen umgeben ist, ergibt sich eine räumlich klare Aufteilung von Bebauung im innerstädtischen Bereich und Grün im äußeren Stadtgebiet (SDI 2007:128-129).

Fast die Hälfte der bebauten Fläche stellen Wohnkomplexe dar. Zählt man die Mischnutzung von Wohn- und Gewerbegebiet noch hinzu, beträgt die Fläche der Wohngebiete sogar mehr als die Hälfte der bebauten Fläche (ca. 56 % der bebauten Fläche, ca. 32 % des Gesamtgebietes von Seoul). In den letzten Jahrzehnten ist der Anteil der Verkehrsflächen deutlich gestiegen. 1976 betrug seine Ausdehnung 5,37 %, 1985 waren es 9,6 % und 1992 bereits 11,7 %. Bis 2000 hat zwar ein relativer Rückgang auf 10,2 % stattgefunden, die absolute Verkehrsflächenausdehnung hat jedoch zugenommen. Sehr wenig Raum nehmen Ver- und Entsorgungsflächen sowie Industriegebiete ein, welche nur lokal in Erscheinung treten. Bei den meisten Brachflächen handelt es sich um Baustellen. Der größte Teil des Grün- und Freiflächenbestandes ist Wald mit ca. 62 %. Dieser kommt in Form von National- oder Stadtnaturparks vor. Nach dem Naturparkgesetz unterteilt der Begriff Naturpark drei verschiedene Parkformen: National-, Staats- sowie Regionalpark. Das primäre Ziel ist der Natur- und Landschaftsschutz. Als Naturpark werden große und so genannte schöne Naturwälder ausgewiesen. Die Schutz- und Verwaltungsaufgaben werden von den jeweiligen Provinzregierungen durchgeführt. Der Nationalpark unterliegt dem Zuständigkeitsgebiet des Umweltministeriums. Alle anderen Waldgebiete in Seoul werden als Stadtnaturpark (nach § 3 des Stadtparkgesetzes 2000) festgelegt (KIM 2007<sup>2</sup>:28 und SDI 2007:128-129).

Die Gewässeroberfläche des Han-Flusses nimmt einen relativ großen Anteil des Grün- und Freiflächenbestandes Seouls (ca. 14 %) ein. Die US-Militärbasis im Zentrum der Seoul City stellt 2,1 % der gesamten Fläche dar und wird voraussichtlich in den kommenden Jahren in einen Park umgestaltet (Kapitel 4.6.4).

Tab. 10: Flächennutzungsgruppen der Seoul City (Quelle: Kim 2007<sup>2</sup>:28 und SDI 2007:128-129)

Flächennutzungsgruppe bebaute Stadtgebiete	Flächenanteil an der Seoul City (%)
Wohngebiet	26,9
Gewerbegebiet	5,9
Mischgebiet	4,9
Industriegebiet	1,4
städtische Einrichtung	5,1
Verkehrsfläche	10,2
Ver- und Entsorgungsfläche	1,3
<b>bebautes Stadtgebiet</b>	<b>55,8</b>

Flächennutzungsgruppe unbebaute Stadtgebiete	Flächenanteil an der Seoul City (%)
Brachfläche	2,4
Grasland	2,9
landwirtschaftliche Fläche	4,9
Gewässeroberfläche	5,8
Wald	25,8
Park	0,3
Sperrgebiet	2,1
<b>unbebautes Stadtgebiet</b>	<b>44,2</b>

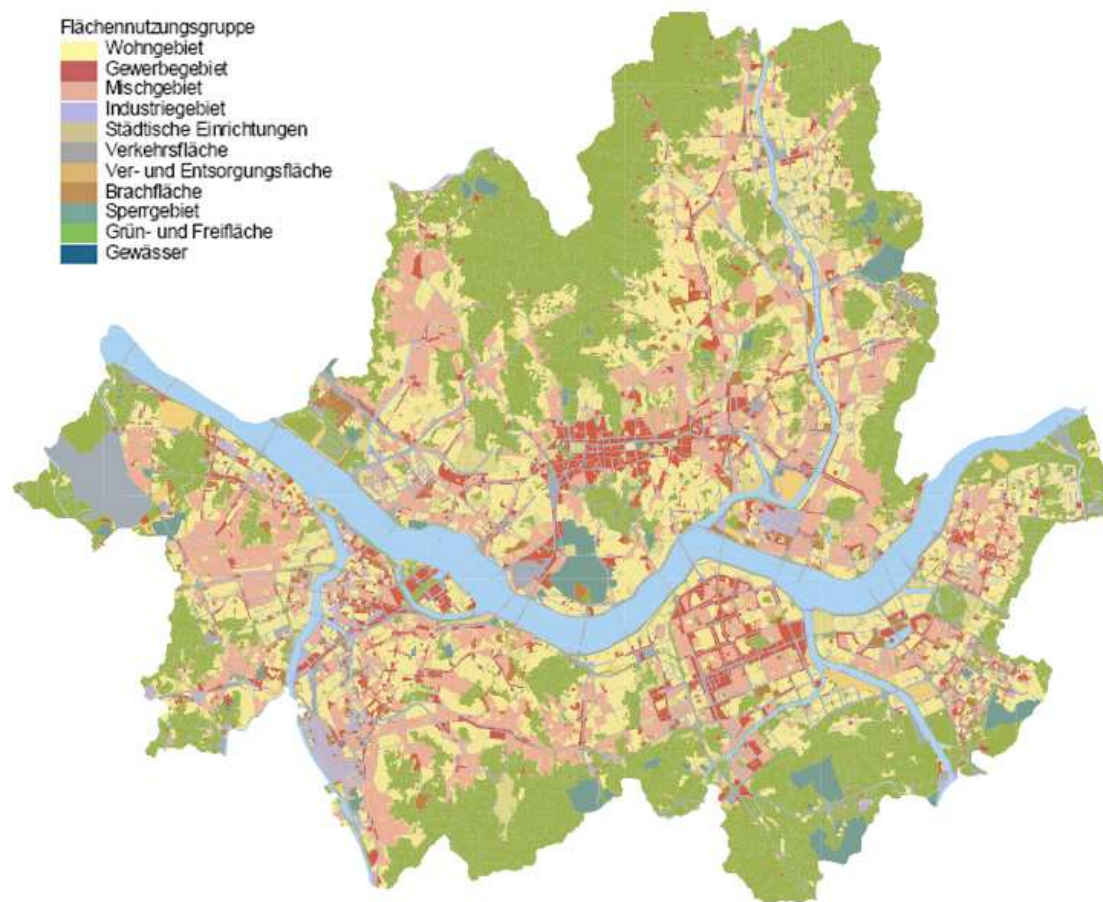


Abb. 34: Flächennutzungsplan der Seoul City 2005 (Quelle: SDI 2007:109 und Kim 2007<sup>2</sup>:29).

## 4.4 Umweltmedien in Seoul

Im Folgenden sollen die stadtökologischen Parameter Boden, Abfall, Energie, Lärm, Luft, Klima, Gewässer und Vegetation innerhalb Seouls beschrieben werden und auf umweltgerechtes Bauen eingegangen werden. Eine kritische Betrachtung soll aktuelle Zustände darstellen und mögliche Entwicklungswege aufzeigen.

### 4.4.1 Boden

„Boden ist ein mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetztes Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen. Der Boden steht in enger Wechselbeziehung zur Biosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre (CHANG 1997:56)“. Neben der Luft und dem Wasser wird der Boden in der Stadt nachhaltig beeinflusst (FELLENBERG 1991:68). Bodenschutz war in Südkorea lange kein Schwerpunkt der Umweltpolitik (SEIER 2002:54). Erst 1987 wurden Messstellen für die Untersuchung der Bodenbelastung installiert (LEE 1991:199). Durch den hohen Versiegelungsgrad in Seoul ist die Bodenfunktion stark beeinträchtigt. Neben der Versiegelung werden die Bodenqualität und das Grundwasser durch weitere Faktoren beeinträchtigt. Zu ihnen gehören: Reifenabrieb, Motoröl, Abgase, Streusalz, Pestizide, Sickerwasser aus Abfällen, Industrieabfälle und Schwermetalle. Neben der Grundwasserbelastung tritt auch eine Grundwasserabsenkung auf. Sie entsteht durch:

- hohen Versiegelungsgrad und druckverdichtete Böden
- großflächige Fundamentarbeiten
- geringe Grünflächenanzahl
- U-Bahn-Ausbau

Die Entwässerung ganzer Bodenschichten führt zu Bodenerosion und zu einer Austrocknung sowie Wachstumsstörungen an Bäumen (CHANG 1997:57-60). Zudem erzeugen die Starkniederschläge im Sommer auf den versiegelten Flächen Belastungen durch Oberflächenabfluss (SONG 1998:36).

Die Höhe des Versiegelungsgrades innerhalb der Seoul City (Stand: 2006) ist in Abbildung 46 dargestellt und ergab sich aus dem addierten Flächenanteil der Bebauung und der unbebaut wasserundurchlässigen Versiegelung (Abwasserleitungen unter äußerlich offen gehaltenen Boden, z.B. Schulsportplätze). Als Bezugsfläche diente die von Straßen begrenzten Baublöcke oder gegebenenfalls um die innerhalb eines Baublockes abgegrenzten Blockteilstflächen. Der Versiegelungsgrad wurde prozentual zur jeweiligen Flächennutzungseinheit ermittelt.

Etwa 58 % der Erdoberfläche der Seoul City sind versiegelt, wobei knapp 80 % davon bebaut versiegelt sind. Lediglich 15 % sind unbebaut versiegelte



Flächen. Dabei handelt es sich überwiegend um Straßen oder Verkehrsflächen. Offener Boden ist lediglich zu 4 % erhalten. Wenn hierbei noch berücksichtigt wird, dass der Anteil der offenen Böden auch die laufenden Baustellen zur Bebauung einbezieht, bleiben kaum unversiegelte Böden im städtischen Bereich übrig. Abbildung 46 verdeutlicht außerdem, dass fast sämtliche Böden mit über 70 % Versiegelungsgrad benannt sind. 72 % der versiegelten Fläche und 30 % der gesamten Fläche sind mehr als 90 % versiegelt. Niedrige Versiegelungsgrade treten fast ausschließlich bei Grün- und Freiflächen auf (KIM 2007<sup>2</sup>:29-30).

Der Boden steht in Wechselwirkung mit der Vegetation, welcher durch die Erhaltung bestehender Freiflächen unbedingt geschützt werden sollte. Die Versiegelung schreitet jedoch in Seoul immer weiter voran. Auch die (neu angelegten) städtischen Parks sind durch einen hohen Versiegelungsgrad (zahlreiche Gehwege und Nutzflächen) charakterisiert (SONG 1998:40).

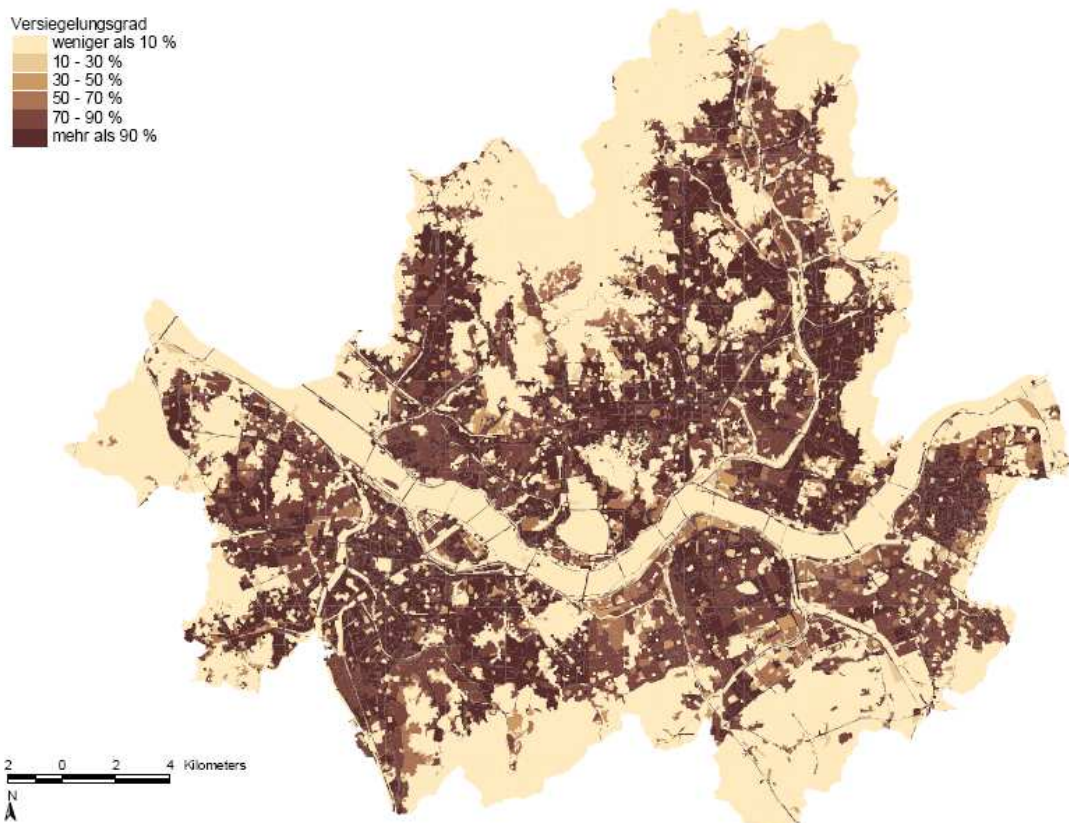


Abb. 35: Versiegelungsgrad der Seoul City (Quelle: KIM 2007<sup>2</sup>:30).

Zum Schutz des städtischen Bodens sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden (CHANG 1997:127):

- Reduzierung der Versiegelungsfläche
- Verbesserung des Bodenkennwerts durch Neugestaltung
- Verhinderung der ausufernden Bodenverdichtung
- Vermeidung des Eintrags von Schadstoffen

#### 4.4.2 Abfall

Die Einwohner von Seoul produzieren täglich 11.170 Tonnen Müll (Stand: 2008; SMG 2008<sup>2</sup>). Das entspricht rund 35 % der landesweiten Abfallmenge. Wie in Abbildung 47 erkennbar ist, nahm die Abfallproduktion in Seoul seit 1968 deutlich zu. Dies führte zu zahlreichen Umweltproblemen, insbesondere Probleme für den Bodenschutz durch ungeeignete Deponieverfahren und Luftbelastungen durch die Verbrennungsanlagen (LEE 1991:204).

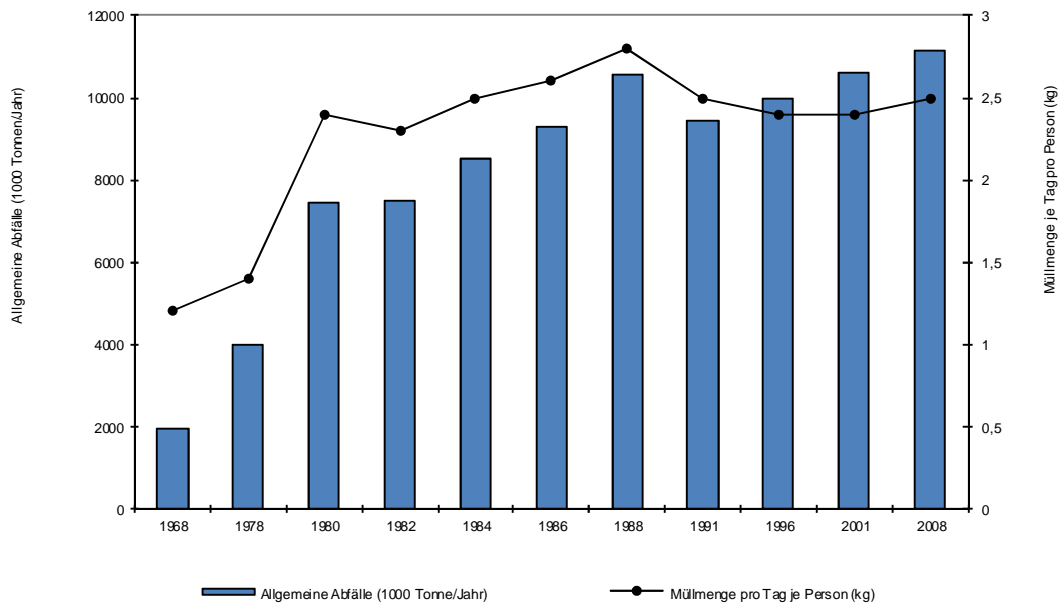


Abb. 36: Abfallentwicklung der Seoul City (allgemeine Abfälle sind Hausmüll und Fäkalien) (Quelle: LEE 1991:203 und SMG 2008<sup>2</sup>).

In den 1990er Jahren konnte der jährlich anfallende Hausmüll in Seoul reduziert werden. Dies lag zum einen in der Verringerung der Nutzungsmenge von Briketts als Haushaltsbrennstoff (dessen Rückstände zum allgemeinen Müll gezählt werden) und zum anderen in der Einführung eines Systems mit einer volumenbezogenen Gebührenabgabe. Der Hausmüll muss dabei in speziellen Säcken auf die Straße gestellt werden (SEIER 2002:49). Die Maßnahmen konnten jedoch das Abfallaufkommen nicht signifikant verringern. Stattdessen ist seit 1996 wieder ein Anstieg des produzierten Hausmülls zu verzeichnen. 2008 wurde ein neuer Rekordwert der Müllmenge pro Person und Tag von 2,8 kg erreicht.

Die Struktur der Abfallbehandlung des Hausmülls zeigt, dass Anfang der 1990er Jahre lediglich 8 % recycelt und 2 % auf Deponien gelagert wurden. Der überwiegende Teil des allgemeinen Abfalls wurde verbrannt (~ 90 %). Im Laufe der 1990er Jahre erhöhte sich jedoch die Wiederverwertungsrate und machte im Jahre 2000 rund 52 % aus. Der Anteil von Müllverbrennungen ging auf 43 %

zurück. Deponierungen werden aufgrund des Flächendrucks innerhalb der Stadt nur begrenzt durchgeführt (2000: 5 %). Dagegen existieren 29 Deponien westlich der Stadt im sogenannten Incheon burial ground (SDI 2000:145). In Seoul sind seit 1996 zudem zwei große Anlagen in Betrieb, welche täglich rund 1200 Tonnen Müll verbrennen (AHK 2007:42).

In Seoul werden vergleichsweise geringe Mengen an Industrieabfällen produziert, da entsprechende Fabriken aus dem Stadtgebiet ausgelagert wurden. An dieser Stelle empfiehlt sich eine Betrachtung des landesweiten Müllaufkommens. Aus Abbildung 48 wird ersichtlich, dass der Anteil des Industrieabfalls deutlich zugenommen hat (SEIER 2002:43). Diese Abfallmengen und deren Zusammensetzung erzeugten Probleme bei der Entsorgung. Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Chlorkohlenwasserstoffe zählen zu den bedeutendsten Schadstoffen, denn ihre Freisetzung stellt eine Gesundheitsgefahr dar. Daneben treten verstärkt Schwermetalle wie Hg, Pb, Zn und Cd in städtischen Abfällen auf (CHANG 1997:77).

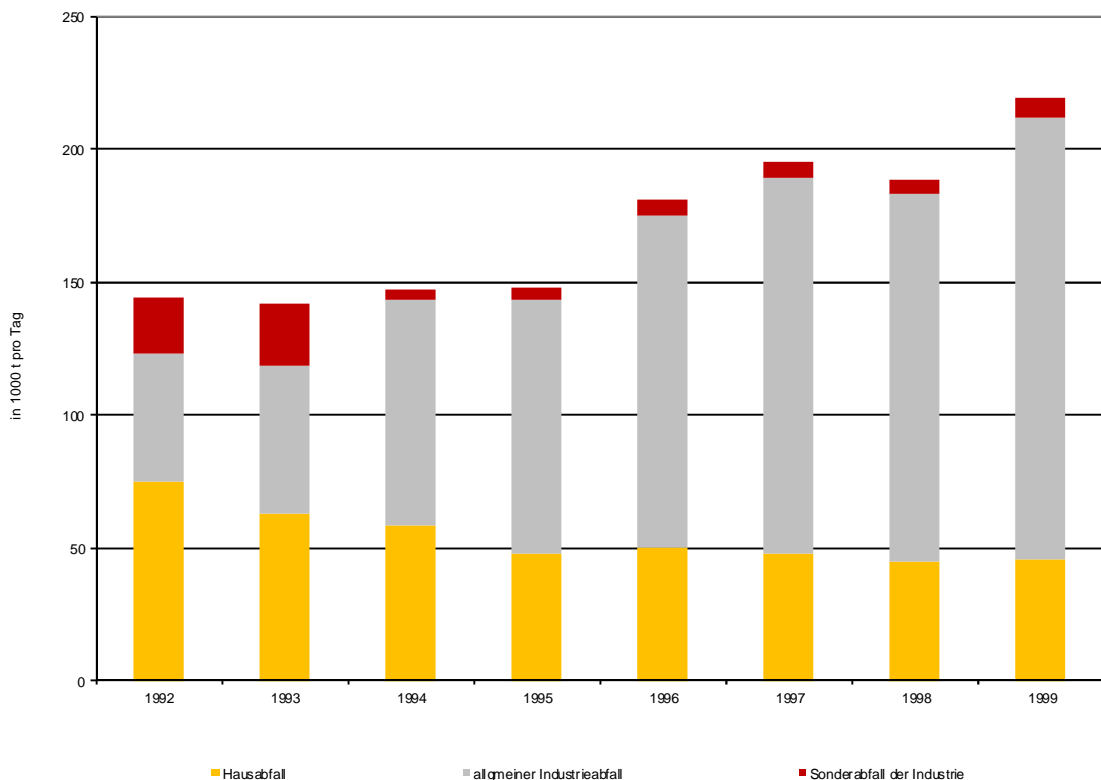


Abb. 37: Entwicklung der Abfallmenge in Korea (Quelle: SEIER 2002:43).

1993 wurde der erste Gesamtplan zur Abfallvermeidung aufgestellt. Von 2001 bis 2009 läuft der zweite Gesamtplan. Es sollte eine systematische Abfallwirtschaft auf- und ausgebaut werden. Dabei wurden entsprechende Regelungen verabschiedet:

- auf der Ebene der Produktion durch die Abfallsteuer (die Steuer beträgt jedoch nur 30 % der Behandlungskosten, sodass ihre Lenkwirkung begrenzt ist, über eine Erhöhung der Steuer wird diskutiert)

- auf der Ebene des Vertriebs durch ein Kontrollsystem gegen überflüssige Verpackungen, das Empfehlungssystem für wiederverwertbare Verpackungen und das System zum Ersatz von Kunststoffverpackungen
- auf der Ebene des Verbrauchs durch das volumenabhängige Gebührensystem

Zur Reduktion von Industrieabfällen wurde ein Umweltsiegel eingeführt (Titel: „Ausgezeichnete Industrie“). Hierbei werden Unternehmen ausgezeichnet, die Maßnahmen zur Abfallminimierung durchgeführt haben. Ansonsten sind die Regularien für die Erzeuger von Industrieabfällen sehr begrenzt (SEIER 2002:48-49).

Durch Müllvermeidung und deren Verwertung kann die zu deponierende Abfallmenge deutlich reduziert werden. Wesentlich ist dabei die Errichtung eines geschlossenen Wiederverwertungskreislaufs und eine Aufklärungsarbeit in der Öffentlichkeit, welche zu einem umweltfreundlichen Verhalten ermutigen soll (CHANG 1997:135).

Diese Maßnahmen müssen deswegen in Zukunft intensiviert werden, um dem wachsenden Müllaufkommen des industriell- und wirtschaftlich aufsteigenden Landes entgegen zu wirken.

#### 4.4.3 Energie

Südkorea ist ein sehr rohstoffarmes Land mit einem stark wachsenden Energiebedarf. Der Hauptenergiebedarf in Südkorea wird aus fossilen Energieträgern gedeckt. Wie in Abbildung 49 zu sehen ist, stieg mit der Industrialisierung und Verstärkung der südkoreanische Energiebedarf deutlich an. Lediglich die Asienkrise 1997/98 führte zu einem kurzzeitigen Rückgang, welcher jedoch bis 2000 wieder ausgeglichen wurde. Nach den beiden Ölkrisen 1972/73 und 1978/79 forcierte die Regierung den Ausbau der Atomkraft. 1983 wurde der erste Reaktor in Betrieb genommen. 2006 lag der Anteil von Atomkraft bei 15,9 %. Kohle ist mit derzeit 24,3 % (2006) immer noch ein bedeutender Energielieferant, jedoch wechselten Industrie und Haushalte in den letzten Jahren zunehmend auf Gas (13,7 %) und Öl (43,6 %). In Seoul nahm zwischen 1987 und 1991 der Anteil von Kohleheizungen um 45 % ab. Im Vergleich vergrößerte sich der Anteil von Stadtgas signifikant. Zunehmend sollen auch die in Seoul fahrenden Busse auf Erdgas umgestellt werden (CHANG 1997:75).

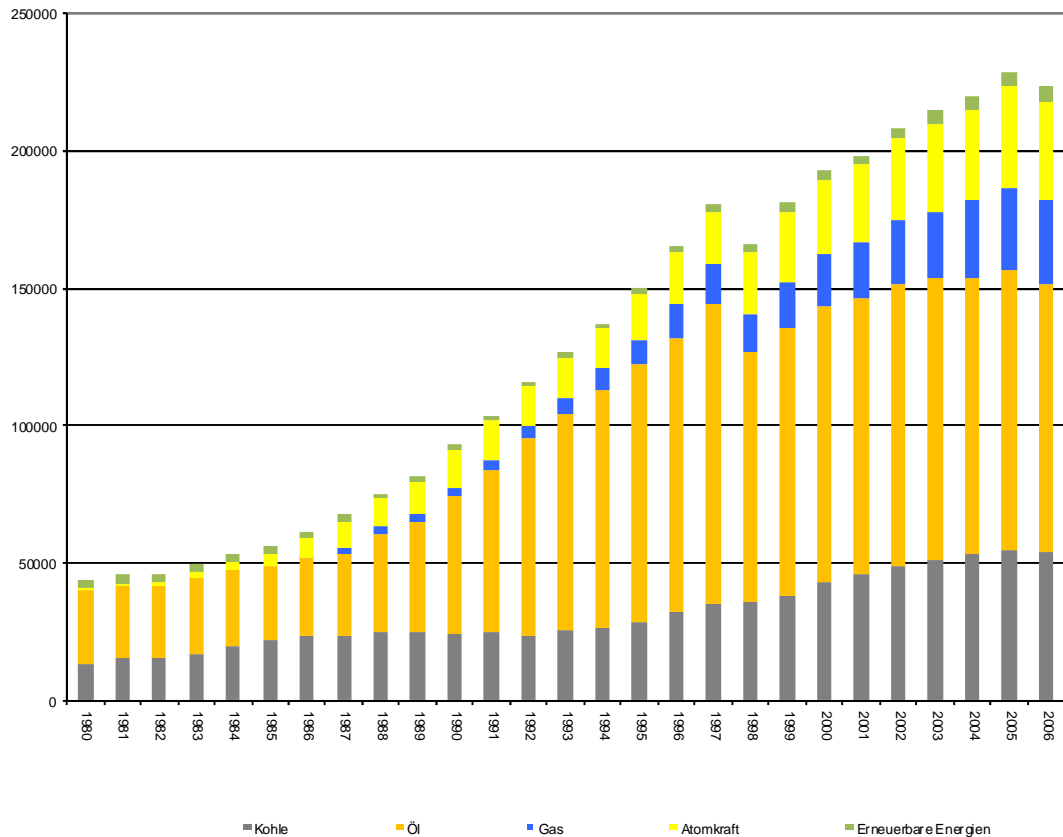


Abb. 38: Energieverbrauch in Korea (in Tausend Tonnen) (Quelle: SEIER 2002:15 und SMG 2008<sup>2</sup>).

Der Ausbau erneuerbarer Energien verzeichnete in den letzten Jahren zweistellige Zuwachsraten. Die Wasserkraft stellt dabei rund ein Drittel der erneuerbaren Energien dar. Von politischer Seite wird vor allem der Ausbau der Wind- und Solarenergie forciert. An dem Gesamtenergieverbrauch spielen die erneuerbaren Energien jedoch seit Jahren noch immer eine marginale Rolle von rund 1,5 %. Das mag daran liegen, dass erneuerbare Energien nicht zum Themenfeld Umwelt gezählt werden, sondern sich in den Regelungsbereich des Ministry of Commerce, Industry and Energy (MOCIE) befinden und entsprechend wirtschaftliche Interessen im Vordergrund stehen.

Erst in den letzten Jahren wurden erste Verordnungen und Programme zur Förderung erneuerbarer Energien verabschiedet. Dazu zählt der Electricity Business Act (EBA) vom Oktober 2003, welcher den Markt für erneuerbare Energien für private Unternehmen attraktiver gestalten soll. Vergleichbar mit dem deutschen Erneuerbare Energiegesetz (EEG) fördert dabei die südkoreanische Regierung erneuerbare Energien durch eine Einspeisevergütung über einen Zeitraum von 15 Jahren (AHK 2008:10 und BMU 2007:1-10).

#### 4.4.4 Lärm

Ein hoher Schallpegel gehört zu den spezifisch urbanen Umweltfaktoren. Eine Schallbewertung ist jedoch insofern schwierig, da die Schallintensität von jedem Menschen unterschiedlich wahrgenommen wird. Hohe Schallpegel von über 87 db(A) erzeugen jedoch nachweislich dauerhafte Schäden, unabhängig von der subjektiven Bewertung. Zu den größten Lärmverursachern zählen Verkehrslärm, Fluglärm, die Geräusche des Schienenverkehrs und Baulärm (FELLENBERG 1991:84-88).

Lärm und Erschütterungen sind auch ein großes Problem in Seoul. Vor allem der stark zugenommene Verkehrslärm beeinträchtigt das städtische Leben und führt zu gesundheitlichen Belastungen. Isolierfenster- und Wände bilden einen gewissen Schutz, jedoch dienen diese Maßnahmen nur der Schadensbegrenzung. Positiver zeigt sich die Fluglärmentwicklung. 2001 wurde der internationale Flughafen Seoul aus dem südwestlichen Teil der Stadt in das 52 km entfernte Incheon verlegt. Fluglärm ist deshalb in der Seoul City kaum spürbar. Baulärm tritt auch nur lokal auf, denn die meisten Stadtflächen sind bereits erschlossen. Es kann somit resümiert werden, dass der Verkehrslärm der größte städtische Lärmverursacher ist. Wohnungsmangel, Einkommensunterschiede und der Lebensstil veranlassen einen Großteil der Südkoreaner zum Pendeln aus den Satellitenstädten Seouls in die Seoul City. Dies führt zu einer enormen Zunahme des städtischen Verkehrslärms (CHANG 1997:73).

Eine Studie von KIM & PARK & KWEON (2007:275-280) vergleicht die Seouler Bodenpreise mit dem dort anzutreffenden Lärmpegel (Titel: Highway traffic noise effects on land price in an urban area). Laut KIM & PARK & KWEON (2007:275-280) findet die wissenschaftliche Diskussion zu dieser Thematik eine vergleichsweise geringe Reflexion in Südkorea. Untersucht wurde die Lärm-Hauspreisentwicklung zwischen 2002 bis 2004 am Beispiel des 38,4 km langen innerstädtischen Autobahnringes. Dieser besitzt sechs bis acht Spuren, ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen von 177.500 Fahrzeugen pro Tag. Die auf ihm fahrenden Autos besitzen eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 65 km/h (alle Angaben für 2003). Das Untersuchungsgebiet bezieht sich auf eine Ausdehnung von 500 Metern zu beiden Seiten der Fahrbahn. In die Berechnung gingen folgende Parameter ein:

- Entfernung der Häuser zur Autobahn
- Entfernung zur nächsten U-Bahn-Station
- Fahrzeit bis in das Stadtzentrum (City Hall-Station)
- Durchschnittliches lokales Verkehrsaufkommen
- Durchschnittliche lokale Fahrgeschwindigkeit
- Existenz einer Lärmschutzwand und einer Fußgängerbrücke

Als Bezugsquelle wurde der Bodenpreis vom 01.01.2003 benutzt. Kim et. al. konnten einen Zusammenhang zwischen steigendem Lärmpegel und sinkenden Bodenpreisen von Einfamilienhäusern (max. drei Etagen) und Reihenhäusern (max. zehn Etagen) nachweisen. Die Ergebnisse zeigten, dass 1 % des ansteigenden Lärms in dB einen Abfall der Bodenpreise von 1,3 % bedeutete. Bei Hochhäusern mit mehr als zehn Stockwerken konnte dagegen keine signifikante Verbindung ermittelt werden. Es kann vermutet werden, dass die Lärmquelle in den höheren Stockwerken nur vermindert als störend empfunden wird (KIM & PARK & KWEON 2007:280).

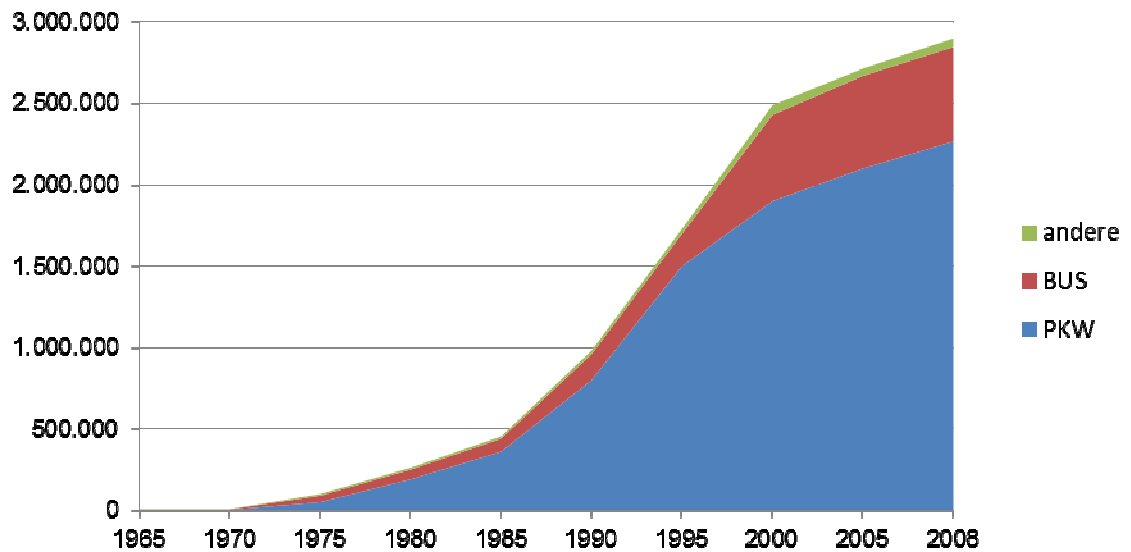


Abb. 50: Registrierte Fahrzeuge in der Seoul City (Quelle: KIM & HAN 2012:147, SDI 2005:82 & 93, SDI 2009:32 und SDI 2007:138).

Die Anzahl von registrierten PKW in Seoul stieg von 27.000 im Jahre 1967 auf 2,9 Millionen im Jahre 2008 (KIM & HAN 2012:147, Abb. 50). Laut „Seoul Metropolitan Government“ betrug die Gesamtlänge von Seouls Straßen 8.093 km. Davon sind 82 Kilometer mehrstöckige und 38 Kilometer Untergrund-Autobahnen. In Seoul befanden sich zudem 34 Tunnel (SDI 2009:32). Nördlich und südlich direkt parallel zum Han-River wurden zwei mehrspurige Autobahnen errichtet. Aus diesem Grund kann der Fluss nur in Abschnitten (Han-River-Park) als Naherholungsgebiet genutzt werden. 1974 wurde die erste U-Bahn-Linie eröffnet. Aktuell sind es neun Linien mit 270 Stationen auf einer Länge von 312 Kilometern (SOHN & SHIM 2010: 362).

Es sollten Maßnahmen zur Schallminderung konsequenter eingesetzt werden. Dafür muss die Verkehrsdichte deutlich reduziert werden. Fußgängerzonen und verkehrsberuhigte Bereiche müssen erweitert werden. Dazu zählt auch der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (vor allem der U-Bahn). Von 64,4 % der Seouler Stadtfläche lässt sich eine U-Bahn in weniger als 1.000 Meter erreichen. Seit einigen Jahren existiert eine Fahrbahn nur für Busse,

damit der öffentliche Personennahverkehr geringer von Staus beeinflusst wird (KIM & HAN 2012:147). Zudem sollten Schallschutzwände vermehrt bei Häuserkomplexen errichtet werden, die sich direkt an mehrspurigen Straßen befinden (FELLENBERG 1991:89). Wie Abbildung 50 zeigt, werden diese Maßnahmen jedoch negiert durch die Tatsache, dass die Anzahl registrierter Fahrzeuge täglich zunimmt (2008: 132 Neuanmeldungen pro Tag; SMG 2008<sup>2</sup>) und die innerstädtischen Straßen jährlich erweitert werden (Abb. 51).

Das in Kapitel 4.6.3 vorgestellte Stadt-sanierungsprojekt, bei dem eine innerstädtische Autobahn abgerissen wurde, stellt eine besondere Maßnahme zur Lärm-minderung dar. Der städtische Verkehr kann nur dann eingedämmt werden, wenn weitere Anreize für die Benutzung der U-Bahn und des Bussystems geschaffen werden und die Zulassung und Nutzung des eigenen PKWs verteuert wird (CHANG 1997:15). Eigene Auswertungen zur aktuellen Lärmsituation in Seoul werden in Kapitel 8 gezeigt.

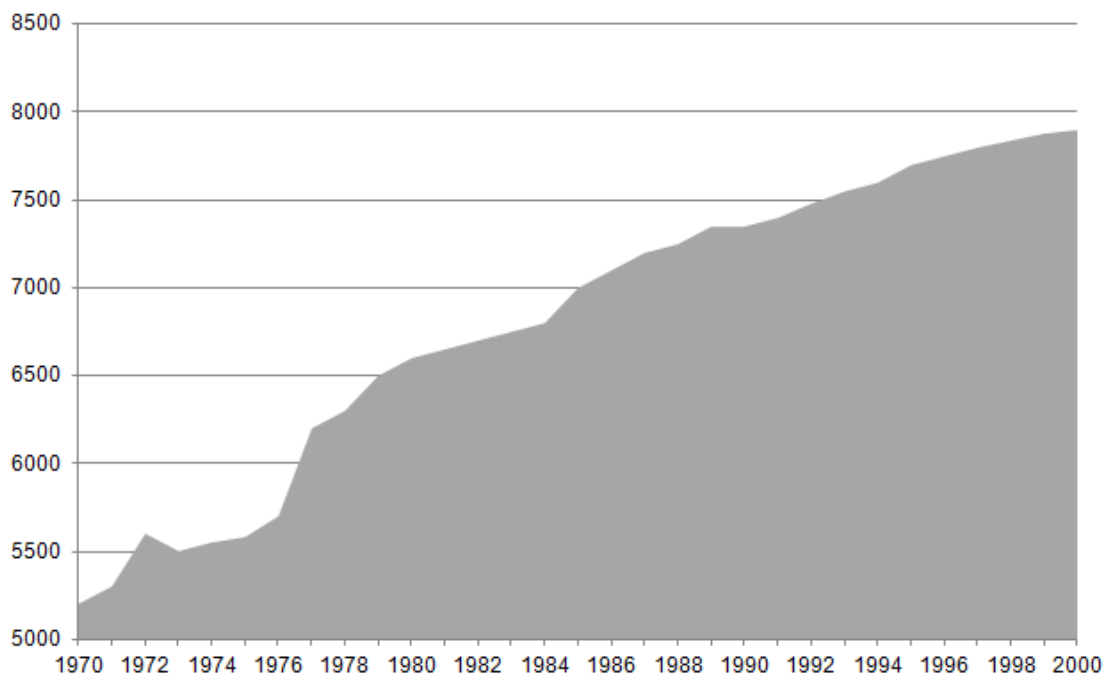


Abb. 51: Straßenausdehnung innerhalb der Seoul City (in Kilometer) (Quelle: KIM & HAN 2012:147 und SDI 2005:82 & 93).

#### 4.4.5 Luft und Klima

Die Luftverschmutzung in Seoul, mit einer Bevölkerungsdichte, die viermal höher ist als der landesweite Durchschnitt, wurde zu einem ernsthaften Problem für die menschliche Gesundheit (YEO & KIM 2012:138).

Hauptverursacher der Luftverschmutzung in Seoul ist die stark gestiegene Anzahl von Kraftfahrzeugen und der wachsende Energieverbrauch sowie Seouls Lage in einem intramontanen Becken. Die anthropogen verursachten Schadstoffe in Seoul erzeugen ein spezielles Stadtklima, welches veränderte



Klimaparameter gegenüber dem Umland aufweist. In Tabelle 11 werden Temperatur, Niederschlag, die relative Feuchte, die Windgeschwindigkeit und die Sonnenscheindauer von Seoul mit der 60 Kilometer östlich gelegenen Stadt Yangpyong verglichen. Die Sonneneinstrahlung ist aufgrund der hohen Konzentration von Aerosolen im Stadtgebiet von Seoul verringert. Die Temperatur dagegen ist höher als im Umland. Es kommt zur Ausbildung einer Wärmeinsel, welche durch den gestiegenen Energieverbrauch und die dichte Bebauung (Auftreten von Verwirbelungen und Behinderung der Luftströmungen) verursacht wird. Flurwinde können in Seoul, aufgrund seiner Beckenlage, geringfügiger für einen Wärmeausgleich sorgen (CHANG 1997:52-54).

Tab. 11: Mittlere Veränderung von Klimaparametern von Seoul im Vergleich mit seinem Umland (Quelle: CHANG 1997:52-54)

Parameter	Vergleich mit dem Umland (Yangpyong)
<b>Temperatur (jährliches. Mittel)</b>	1-2° höher
<b>Niederschlag (jährliches. Mittel)</b>	7 % weniger
<b>Relative Feuchte</b>	4 % weniger
<b>Windgeschwindigkeit (jährliches Mittel)</b>	20 % weniger
<b>Sonneneinstrahlung</b>	15 % weniger

In der Tabelle 12 werden die Emissionen der wichtigsten Schadstoffe aus dem Jahre 2002 (in %) bezogen auf Gesamtkorea aufgelistet (einschließlich der Seoul City). Eigene Auswertungen zur aktuellen Schadstoffbelastung durch SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM-10 und NO<sub>2</sub> erfolgen im Kapitel 7.

Tab. 12: Schadstoffbelastung (in %, 2002) in sieben südkoreanischen Metropolen (PARK et. al. 2003:131 und LEE 2004:748)

	Einw. (Mio.)	Einw. (in %)	SO <sub>2</sub> %	NO <sub>2</sub> %	PM-10 %	CO %	O <sub>3</sub> %
<b>Seoul</b>	9,9	21,4	1,63	9,68	5,5	20,9	12,3
<b>Busan</b>	3,7	7,9	4,68	6,00	5,56	6,79	5,48
<b>Daegu</b>	2,5	5,4	1,67	3,11	2,8	3,96	3,56
<b>Incheon</b>	2,5	5,3	2,82	5,61	3,66	5,84	7,11
<b>Daejeon</b>	1,4	2,9	0,52	1,99	1,18	2,36	2,32
<b>Gwangju</b>	1,4	2,9	0,26	1,57	1,02	2,76	1,89
<b>Ulsan</b>	1,0	2,2	14,8	6,07	18	4,00	10,6
<b>Gesamtanteil</b>		<b>48</b>	<b>26,3</b>	<b>34</b>	<b>37,7</b>	<b>46,6</b>	<b>43,3</b>

Die bedeutendsten luftbelastenden Stoffe in Südkorea waren in den 1970er und 1980er Jahren SO<sub>2</sub>, CO und Feinstaub. Die größten Produzenten von Luftschadstoffen sind der Verkehr, Industrie, Energieerzeugung und die Haushalte. Die Regionen um Seoul und Busan zählen zu den belastendsten Gebieten von Korea (YOO & KWAK & LEE 2008:309).

Bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe (Kohle oder Erdölprodukte) entsteht Schwefeldioxid (PARK et. al. 2003:131 und LEE

2004:748). Entsprechende Industrieanlagen wurden seit den 1980er Jahren aus Seoul ausgelagert, was dazu führte, dass SO<sub>2</sub> (Abb. 52) zunehmend verringert auftritt. Im landesweiten Vergleich produzierte Seoul im Jahre 2002 1,63 % (8.157 Tonnen) der gesamten südkoreanischen Belastung an SO<sub>2</sub> (Tab. 12). Eine Entlastung der Immissionssituation zeigte sich hier seit dem Jahre 1987, in welchem der Einsatz von Katalysatoren bei Kraftfahrzeugen vorgeschrieben wurde und der Übergang zu bleifreiem Benzin und Mineralöl mit niedrigem Schwefelgehalt erreicht wurde (LEE 1991:189-190). Seit 1998 liegt der Anteil von SO<sub>2</sub> unter dem Grenzwert. Auch bei den NO<sub>2</sub>-Emissionen besitzt die Hauptstadt mit 9,68 % im Jahre 2002 den höchsten Ausstoß im Vergleich zu den anderen Metropolen des Landes. Trotz verschiedener Umweltgesetze musste in den letzten Jahren wieder ein Anstieg von Stickstoffdioxid verzeichnet werden. Nennenswerte Verbesserungen der NO<sub>2</sub>-Werte konnten in den letzten Jahren nicht verzeichnet werden. Die NO<sub>2</sub>-Werte zeigten eine relativ konstante Belastung von 0,03 - 0,04 ppm pro Jahr; sie liegen über den koreanischen Grenzwerten.

Kritisch ist die Situation bei den Konzentrationen an Feinstaub (TSP) und Ozon zu bewerten. Beide Schadstoffe erreichten in den letzten Jahren Werte über dem Grenzwert. Bis Ende der 1990er Jahre konnte noch ein deutlicher Rückgang der TSP-Belastungen in Seoul verzeichnet werden. Seitdem stagnieren die TSP-Belastungen und liegen deutlich über den koreanischen Grenzwerten. Die Ozon-Belastungen liegen seit 1985 (Abb. 52) über den Grenzwertbereich (AIRKOREA 2013).

Die Ausführungen haben gezeigt, dass die Metropolen des Landes eine hohe Konzentration von umweltbelastenden Stoffen aufweisen, welche viele Millionen Menschen schädigen. Die Küstenstadt Ulsan (1,01 Mio. Einwohner) mit ihrer Schwerindustrie (Ölraffinerien, Düngerfabriken und Automobilherstellung) ist im Verhältnis zu seiner Einwohnerzahl besonders stark betroffen.

Seit etwa 15 Jahren kann von einer stabileren Schadstoffsituation in Seoul gesprochen werden. Dabei sind Ozon, Feinstaub und NO<sub>2</sub> die am kritischsten zu betrachtenden Schadstoffe. CO und SO<sub>2</sub> stellen dagegen kein Belastungsrisiko dar. Obwohl bei wichtigen Belastungsparametern für Seoul eine Verbesserung erreicht wurde, zählt Seoul zu den am stärksten emissionsbelasteten Metropolen der Welt (ENGELHARD 2004:233).

Im Jahre 2002 hat das MOE ein weiteres Gesetz zur Verbesserung der Luftqualität verabschiedet (YOO & KWAK & LEE 2008: 309). Das Programm "Special Measures for Metropolitan Air Quality Improvement" war Bestandteil des "Seoul Metropolitan Air Quality Improvement Promotion Program Organization" (KMoe 2011 in YEO & KIM 2012:138).

Ziel war es, die Feinstaubbelastung auf 40 µg/m<sup>3</sup> zu senken. Steuerliche Emissionsabgaben wurden eingeführt, verbesserte Filteranlagen installiert und weitere Industrieanlagen um Seoul geschlossen. Ein weiteres Gesetz zur

Verbesserung der Feinstaubbelastung wurde im Jahre 2003 durch den *Clean Air Act* erlassen. Ziel war es, innerhalb von zehn Jahren das durchschnittliche Niveau der anderen 30 OECD-Mitgliedsstaaten (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) zu erreichen (YOO & KWAK & LEE 2008: 309). Die negativen Auswirkungen auf die Gesundheit konnten durch eine steigende Belegung von Krankenhausbetten und Arztbesuchen nachgewiesen werden.

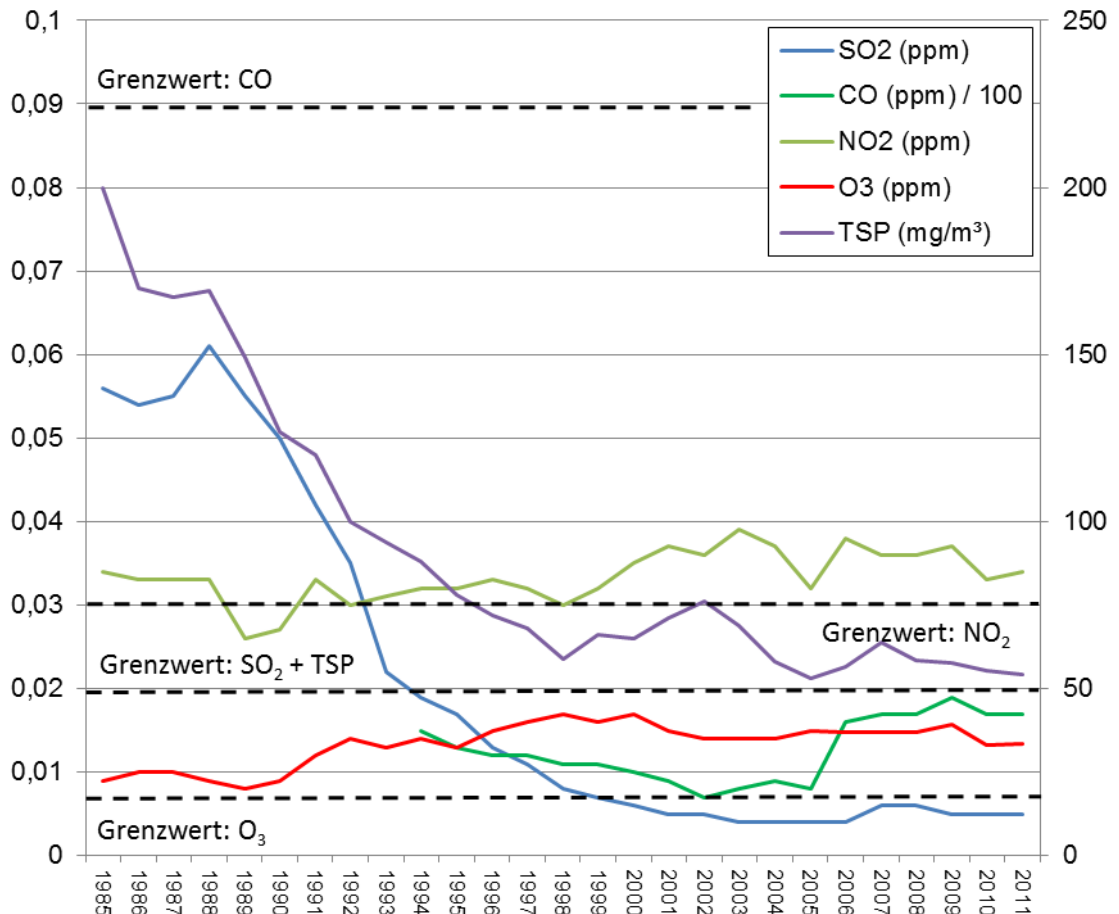


Abb. 52: Luftimmissionen und die aktuellen (Stand: August 2013) Schadstoffgrenzwerte der Seoul City von 1985 - 2011 (Quelle: SMG 2008<sup>2</sup> & LEE 2004:742-743, Kim 2001<sup>2</sup>:233 und AIRKOREA 2013).

Es haben sich verschiedene Studien mit den gesundheitlichen Auswirkungen der Schadstoffbelastungen in Seoul beschäftigt. Beispielsweise hat das Hanyang University Hospital in Seoul berichtet, dass die Zahl der Patienten, vor allem derjenigen deren Alter über 65 Jahre liegt, um die Hälfte geringer wäre, wenn die Luftschadstoffe in Seoul um ein Drittel verringert werden könnten. Das Gyeonggi Research Institute berichtete, dass die Luftverschmutzung in Seoul die Hauptursache für den Anstieg von Krankenseinweisungen infolge von Atemwegserkrankungen ist (BAE & LEE & PARK 2007:1).

#### 4.4.6 Gewässerschutz: fließende Gewässer

Flüsse in Städten werden mit zahlreichen verschiedenen Stoffen verschmutzt, wodurch die Ökologie grundlegend beeinflusst wird. Zu ihnen zählen organische Stoffe (Abwasser), anorganische Stoffe (Phosphor und Stickstoff), Schwebestoffe und toxische Abfälle der Industrie (GILBERT 1994:185). Diese Verschmutzung führt zu einer deutlich geschwächten Selbstreinigungskraft der Gewässer. Naturgewässer sind faktisch nicht vorhanden und die anthropogenen Stillgewässer sind durch Eutrophierungserscheinungen geprägt (SCHULTE 1995:28). Städtische Gewässer können verschiedene Funktionen als Transportweg, Hochwasserregulator und Energiequelle einnehmen (CHANG 1997:61). Offene stehende Gewässer findet man zumeist innerhalb von Parkanlagen. Derartige Biotope sind aber nicht als typisch städtisch anzusehen, sondern sind vielmehr Enklaven der Naturlandschaft innerhalb der Stadt (WITTIG 1991:17).

Das Stadtbild von Seoul wird von dem Han-Fluss bestimmt. Er stellt eine bedeutende Wasserquelle für die Seoul City dar (SDI 2009:72).

Bis vor wenigen Jahrzehnten verstand man in Südkorea unter Gewässerverwaltung die Flussregulierung und Kontrolle der Wasserführung. Infolge der Industrialisierung und Urbanisierung wurde es notwendig, die Wasserqualitätsüberwachungen zu intensivieren. Heute stellt der Stadtfluss das Hauptuntersuchungsgebiet des Seouler Gewässerschutzes dar (namentlich Tap Water Quality Evaluation Committee). Er ist der zweitgrößte Fluss des Landes, durchfließt die Hauptstadt von Ost nach West und wird von insgesamt 34 Seitenarmen gespeist (LEE 2001<sup>3</sup>:215). Zu den größten zählen Cheonggye, Chungnang, Bulkwang, Ahnyang, Tan und Yangjae. Die industrielle Entwicklung des Landes führte zu einer dramatisch gestiegenen Verschmutzung des Han seit den 1960er Jahren (LEE 1991:194-196). Seit Beginn der Industrialisierung sind die meisten Wasserläufe in Seoul überbaut und zu Abwasserkanälen umfunktioniert (CHANG 1997:15). Seit der Teilung des Landes (1948) existiert keine wirtschaftliche Schifffahrt auf dem Han, denn sein Mündungsbereich befindet sich auf dem Territorium von Nordkorea (RII 2003:166). Erst in den letzten Jahren bieten Veranstalter im Seouler Stadtbereich mehrstündige touristische Touren auf dem Han-Fluss an.

Sein Oberlauf und der See Pal-Dang stellen das bedeutendste Trinkwasserreservoir der Stadt dar. Seit 1983 (nach Gründung des städtischen Umweltamtes) wurden systematische Wasserqualitätsmessungen am Han-River durchgeführt (LEE 1991:194-196). Zwar befinden sich in der Seoul City wenige Industrieanlagen (der Anteil am Wasserverbrauch lag 1995 bei 1,8 %, Tendenz fallend), jedoch wurden Abwässer (auch die toxischen Industrieabwässer) ungeklärt in den Fluss geleitet (CHANG 1997:16). Im Zuge

der Ausrichtung der Olympischen Sommerspiele 1988 wurde der „Master Plan for Han River Development“ verabschiedet. Öffentliche Einrichtungen entlang des Flusses wurden ausgedehnt und verschiedene Klärsysteme errichtet (SDI 2009:76). So wurde ein Ringleitungssystem installiert, welches die Abwässer sammelt. Durch die Errichtung der Abwasser- und Kläranlagen konnte eine Verbesserung der Wasserqualität erzielt werden (CHANG 1997:16). Doch das Klärsystem deckt nur einen Teil der Verunreinigungen ab. Die restlichen ungeklärten Haushaltsabwässer von Seoul und seiner Umgebung (mit den Industriegebieten wie Yungdeungpo) fließen weiterhin nahezu unbehandelt in den Hauptstrom des Han ein und verunreinigen ihn weiterhin (LEE 2001:94). Abbildung 53 zeigt die Ergebnisse einer Studie von KIM ET. AL. (2007<sup>4</sup>: 12-19), bei welcher 43 Stationen die Wasserqualität des Han sowie sieben seiner Seitenarme in den Jahren 1995 bis 2000 aufzeichneten. Die Wassergüteklassen wurden durch das Ministry of Environment Korea abgegrenzt. Die Klassen I, II und III können als Trinkwasserquelle benutzt werden. Die Klassen IV und V sind der Nutzung durch Industrie und Landwirtschaft vorbehalten (SDI 2009:72).

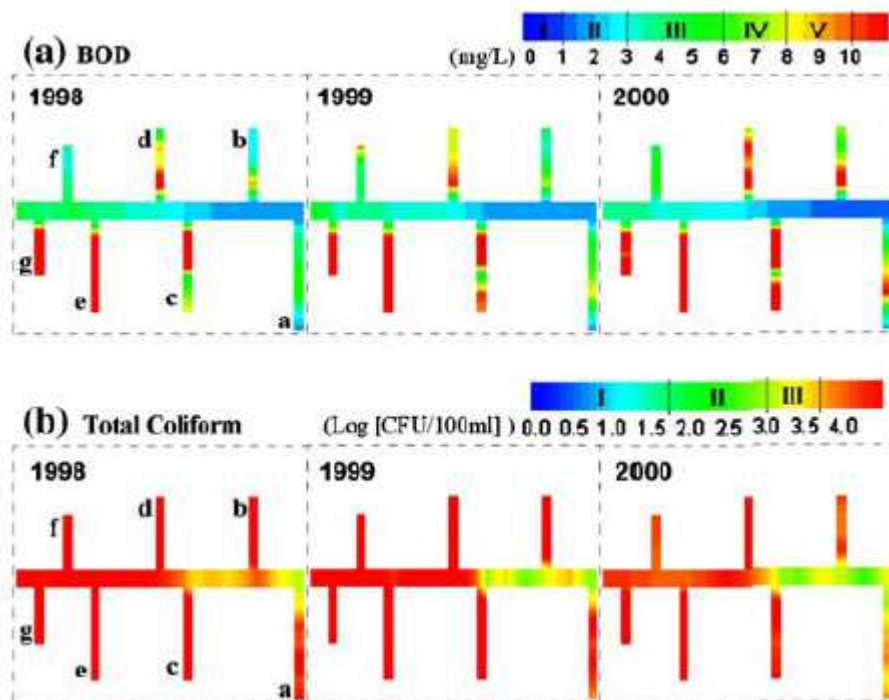


Abb. 53: BOD- und TC-Belastungen des Han-Flusses und seiner Seitenarme (Quelle: KIM ET. AL. 2007<sup>4</sup>:15).

Abbildung 53 verdeutlicht für die Jahre 1998, 1999 und 2000, dass der Han von seinem Oberlauf (rechts) bis zu seinem Unterlauf (links) einer zunehmenden Belastung durch BOD (biochemical oxygen demand)<sup>36</sup> und insbesondere durch Coliforme Bakterien (TC)<sup>37</sup> ausgesetzt ist. Laut KIM (2007:15) wurde nachgewiesen, dass die Seitenarme des Han am stärksten belastet sind. Gegenwärtig reicht die Wasserqualität der Nebenflüsse gerade für den Industriegebrauch und besitzt nur eine Qualität der Klasse V (KIM ET. AL. 2007<sup>4</sup>:15).

Die Schadstoffbelastung des Han, insbesondere seiner Seitenarme, ist sehr hoch. Zudem stellt die Versorgung der Bevölkerung mit sauberem Trinkwasser immer wieder Probleme dar. Grund dafür ist das veraltete Leitungssystem und die mangelnde Aufbereitung.

Es bedarf somit weiterer tiefgreifender Maßnahmen und Verordnungen, um die Qualität des Seouler Stadtflusses zu verbessern. Beispielsweise fehlen in den Abwasserklärungsanlagen hochentwickelte Reinigungsstufen für die Beseitigung von Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor, welche unbehandelt in den Fluss abgeleitet werden (LEE 2001<sup>2</sup>:S.94).

Im Hinblick auf die Abwasserbeseitigung berichtet CHANG (1997:67) von folgenden Problemen:

- die Verlegung der bereits vorhandenen Abwasserrohre erfolgte nicht im Rahmen einer geplanten Stadtentwicklung
- die Vergrößerung des Stadtgebiets führte zu einer starken Zunahme der Abflussmenge
- zunehmender Regenwasserabfluss führt zu Überlastung bereits bestehender Abwasserleitungsrohre
- Schwankender Wirkungsgrad der Kläranlagen
- Unzureichende Kapazität der Kläranlagen im Vergleich zur erhöhten Menge des zu reinigenden Wassers
- der Betrieb von Fäkalientanks und Hauskläranlagen erschwert die Bemessung der Anlagen

---

<sup>36</sup> Der Biochemische Sauerstoffbedarf ist die Menge an Sauerstoff, die von Mikroorganismen benötigt wird, um die organische Substanz in einem Wasser aerob zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abzubauen. Wenn der BOD sehr hoch ist, besteht die Gefahr eines Sauerstoffmangels im Wasser, was ein Umkippen der Gewässer zur Folge haben würde.

<sup>37</sup> Unter dieser Gruppe fasst man Bakteriengattungen zusammen, die bei der Wasseraufbereitung und bei der Nahrungsmittelindustrie Verschmutzung meist fäkalen Ursprungs anzeigen.

#### 4.4.7 Gewässerschutz: stehende Gewässer

Die Erhaltung der natürlichen Wasserfunktion stellt eine wichtige Aufgabe des ökologischen Stadtbaus dar. Das Grundwasser ist in Stadtökosystemen abgesenkt und verunreinigt (beispielsweise im Bereich von Tankstellen). Druckverdichtete Böden, der Bodenauftrag, die Wasserentnahme und die Versiegelung verändern den Grundwasserflurabstand und erschweren die Grundwasserneubildung. Vor allem die Versiegelung erschwert die Grundwasserneubildung und ändert den Wärmehaushalt, was eine Zunahme des Hochwasserabflusses in den Oberflächengewässern erzeugt (SCHULTE 1995:28). Als Ursache für den quantitativen Verlust an Grundwasser sind der Bau von U-Bahnen (ständiges Abpumpen von Grundwasser) und tiefgründige Fundamentarbeiten, der hohe Wasserbedarf der Bevölkerung und der Industrie zu nennen (WITTIG 1991:16). Austrocknung von Vegetationsflächen (Parks) und Wachstumsschäden an den Bäumen sind sichtbare Auswirkungen dieser Entwicklung. Zudem fördert die Entwässerung von Bodenschichten die Bodenerosion und kann eine Gefahr für Menschen und Gebäude darstellen (CHANG 1997:60).

Parks stellen innerstädtische Naherholungsgebiete dar und bilden einen Ausgleich zur urbanen Bebauung. Ein attraktiver Mittelpunkt des Stadtparks ist ein Teich oder See. Er ist damit ein Beispiel für ein naturnah erscheinendes, urbanes Ökosystem (SCHMIDT 1991:87-88).

In Seoul existiert lediglich ein nennenswerter Stadtsee. Der 1971 angelegte Seokchon-See befindet sich im Südosten der Seoul City und besitzt eine Größe von 0,24 km<sup>2</sup> (KIM 2007<sup>3</sup>:98). Er wird von einer Straße gekreuzt, die den See in zwei etwa gleich große Areale (West- bzw. Ostsee) abgrenzt. Die Seetiefe des stehenden Gewässers variiert je nach Niederschlägen zwischen zwei und drei Metern (KIM et. al. 2005:50). Die Ausbildung eines Hypolimnion ist somit nicht möglich. 1989 wurde in dem Gebiet nördlich des Sees der Lotte World Theme Park (mit einer Größe von 82.866 m<sup>2</sup>) errichtet. Auch der Lake Seokchon wurde in Seouls größten Freizeitpark integriert. Über eine Brücke kann eine künstliche Insel inmitten des Gewässers erreicht werden. Hier können verschiedene Freizeitaktivitäten und Unterhaltungsmöglichkeiten wahrgenommen werden. Eine Ausflugsfahrt über den See wird dabei ebenfalls angeboten.

Die Uferlinie des Seokchon ist mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt. Zur Stabilisierung wurde eine senkrechte Uferbefestigung aus Beton errichtet. Um den See wurde ein Weg angelegt, welcher von Fußgängern und vereinzelt Sportlern genutzt wird. An dem Westteil des Sees schließt sich ein rund 50 m breiter Parkstreifen an, in dem sich auch eine Open-air-Bühne (Seoul Nori Madang) befindet. Die Grünflächen um das östliche Seegebiet sind wesentlich kleiner und bieten einen durchschnittlich 30 Meter breiten Grünstreifen.

Das Grüngelände ist sehr klein und aufgrund der Nähe zum Lotte World Theme Park sehr stark frequentiert. Außerdem beeinträchtigt die Geräuschkulisse der umliegenden Straßen den Erholungswert. Sanierungsmaßnahmen, welche auf die starke Reduzierung der allochthonen und autochthonen Stoffeinträge abzielen, sind nicht vorgesehen.

#### 4.4.8 Trinkwasser

1961 betrug die Zahl der Leitungswasserkonsumenten rund 56 % der Seouler Bevölkerung. Seit 1993 ist die Zahl auf nahezu 100 % angestiegen. In Abbildung 54 ist der durchschnittliche Wasserverbrauch in Seoul von 1976 bis 2001 aufgetragen. Zwischen 1976 und 1996 ist ein Anstieg des Wasserverbrauchs von 320 auf 480 l je Einwohner/Tag zu verzeichnen. Seit 1997 hat sich der Verbrauch erstmals seit Anfang der 1980er Jahre verringert. Dies führt das SDI (SDI 2005:79) auf die Wirkung der städtischen Umwelt-Wasserkampagnen und die gestiegenen Wasserpreise infolge der Asienkrise (1996/97) zurück. Im Jahre 2007 verbrauchte jeder Bewohner von Seoul täglich durchschnittlich 324 Liter Wasser (SMG 2008<sup>2</sup>).

Das Ministry of Construction and Transportation spricht von einem Wassermangel in Südkorea seit 2006. Die Sicherung der Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser stellt derzeit die größte Aufgabe der südkoreanischen Umweltpolitik dar (SEIER 2002:90).

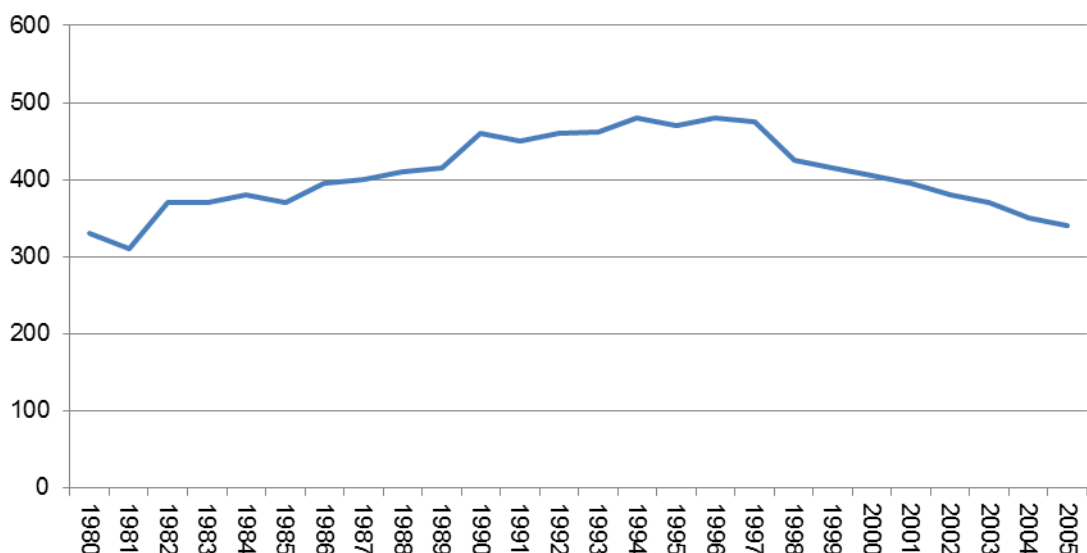


Abb. 39: Durchschnittlicher Wasserverbrauch in der Seoul City (in Litern) (SDI 2009:120).

Die Trinkwasseraufbereitung erfolgt durch eine Sandfilterung und Desinfektion durch Chlor. Infolge der Reaktion mit cancerogenen organischen Substanzen entsteht ein Desinfektionsgeruch. Bei zahlreichen örtlichen Begehungen (2005 und 2007) zeigte sich, dass ein 10-20 l Wasserspender zur Grundausstattung jeder südkoreanischen Küche und jedes Büros gehört. Es wird vielfach hingewiesen, Leitungswasser nur abgekocht zu trinken. Zahlreiche Havarien in



der jüngsten Vergangenheit erzeugten ein weit verbreitetes Misstrauen gegenüber der Qualität des Leitungswassers (CHANG 1997:65).

Bei der Trinkwasseraufbereitung in Seoul treten folgende Probleme auf (CHANG 1997:65):

- Veraltete Aufbereitungsanlagen und Mangel an Fachleuten erschweren eine Aufbereitung nach dem neuesten Stand;
- Qualitätsminderung des Trinkwassers beim Transport aufgrund veralteter Wasserleitungsrohre;
- Schlechte Qualität des aufzubereitenden Wassers;
- Ungeeignete Aufbereitungsmethoden;
- Konstruktion, veraltete Werkstoffe und schlechte Wartung erschweren die Erhaltung der Trinkwasserqualität im Verteilungssystem.

#### 4.4.9 Vegetation

Wälder und Grünflächen in einer Stadt stellen ein Erholungsgebiet dar und besitzen ökologische Funktionen. Zum einen können sie der Flora und Fauna als Lebensraum dienen, zum anderen tragen sie zur Verbesserung des städtischen Klimas bei. Grünflächen, Bäume und Rasen verdunsten eine große Menge von Wasser und reduzieren damit die Temperatur der Umgebung (CHANG 1997:68-69).

Durch die umfangreichen Baumaßnahmen in der Seoul City wurden erhebliche Flächen an städtischen Naturräumen zerstört. Die daraus resultierenden Verluste (Isolierung, Zerschneidungen der Grünflächen) beeinträchtigen im hohen Grade die ökologischen Funktionen der Stadtnatur (LEE 2001:99).

Nachdem im Jahr 1971 der Grüngürtel um Seoul City ausgewiesen wurde, vollzog sich ein umfangreicher Suburbanisierungsprozess und der organisierte Bau zahlreicher Satellitenstädte. Bei der Realisierung dieser Wohnstädte wurden Parks und Grünanlagen in die Planung einbezogen und entsprechend gut von der Bevölkerung angenommen. Die Seoul City wurde jedoch ökologisch vernachlässigt und verlor an Vitalität, Wohn- und Lebensqualität sowie Attraktivität für den Handel. Um die Wettbewerbsfähigkeit des Zentrums zu erhöhen, veranlasste die Seouler Regierung Ende der 1970er Jahre einen Stadtsanierungsplan (PARK 2005:11). In diesem Zuge entstand auch das allgemeine Parkgesetz. Dieses Gesetz wurde 1980 in das Natural Park Law (Nationalpark) und das City Park Law (innerstädtische Parkflächen) untergliedert, um eine effektivere Gestaltung, Planung und Vergrößerung der Seouler Grünflächen zu gewährleisten. (Die Motivation zur Durchführung dieses Parkgesetzes war auch in Verbindung mit der Ausrichtung der Olympischen Spiele 1988 zu sehen.) Abgesehen von dem Olympiapark (Tab. 13) waren jedoch die in den 1970er und 1980er Jahren ausgewiesenen Areale zumeist

Themenparks. Die verschiedenen Freizeitaktivitäten sollten ein breites Publikum ansprechen. Erholung und Entspannung kann in diesen Vergnügungspark jedoch nur sehr begrenzt gefunden werden (HWANG 2003:409-410).

Tab. 13: Errichtete Themenparks der 1970er und 1980er Jahre (Quelle: HWANG 2003:409)

Eröffnungsjahr	Name	Fläche (m <sup>2</sup> )
1973	Children`s Park	593.036
1974	Korea Folk Museum	726.692
1976	Everland	1.485.000
1985	Seoul Dreamland	347.971
1987	Seoul Land (Seoul Grand Park)	819.209
1989	Lotte World Adventure	82.866

Der erste größere, nicht-kommerziell angelegte „Park“ war der 1987 eröffnete Paris Park mit einer Fläche von 30.000 m<sup>2</sup> (der Name ist auf das 100 jährige Jubiläum der französisch-koreanischen Freundschaft zurückzuführen) (HWANG 2003:410-411). Erst in den 1990er Jahren gelang es der Stadtverwaltung, durch eine effektivere Organisation (geleitet von den Green Spaces Management Offices) mehr Grünflächen zu schaffen.

Die Seoul City besitzt derzeit eine Fläche von 608 km<sup>2</sup>, wobei 155 km<sup>2</sup> Grünflächen zugeschrieben werden. Dies entspricht 15,3 m<sup>2</sup> Grünfläche pro Einwohner (SDI 2009:39).

1112 der 1412 Seouler Grünflächen sind Spielplätze. Ihre durchschnittliche Größe beträgt lediglich 0,15 ha, was nur 1,05 % der städtischen Parkfläche ausmacht (Tab. 14).

Die 269 Nachbarschaftsparks (Grünflächen zwischen Hochhaussiedlungen) verteilen sich relativ gleichmäßig über die Stadt und machen fast ¼ der Gesamtparkfläche aus (Abb. 55). Sie sind aufgrund ihrer leichten Erreichbarkeit sehr bedeutend für den Erholungswert der Bevölkerung und dienen als ökologischer Ausgleichsraum für den städtischen Naturhaushalt (CHANG 1997:49).

Die 20 Urban Natural Parks ergeben 66,58 % der Seouler Parkfläche, befinden sich jedoch überwiegend in den gebirgigen Randbereichen der Stadt. Der größte Innerstädtische Urban Natural Park ist der Namsan Park (Kapitel 4.6.1). Der einzige Nationalpark befindet sich im nördlich der Stadt liegenden Gebirge. Entlang des Han-Fluss und seiner Nebenarme existiert ein 8,47 km<sup>2</sup> großer Grünstreifen, welcher jedoch häufig von einer Autobahn durchschnitten wird und somit nur lokal als Erholungsgebiet genutzt werden kann. Der Grüngürtel um Seoul besitzt eine Größe von 1567 km<sup>2</sup> wobei sich rund 11 % in der Seoul City befinden (HWANG 2003:403). Große Teile des Grüngürtels innerhalb der Seoul City wurden in den vergangenen Jahren zu Urban National Parks und zum Bukhansan-National Park aufgewertet.

Tab. 14: Grünflächenauflistung der Seoul City (Quelle: SDI 2000:118)

	Anzahl	Fläche (km <sup>2</sup> )	Durchschn. Größe (ha)	Anteil an der Parkfläche (%)	Anteil an der Seoul City (%)
Urban Natural Park	20	66,58	332,9	42,72	10,95
Nachbarschaftspark	269	35,93	13,4	23,05	5,91
Spielplätze	1.112	1,63	0,2	1,05	0,27
Sportpark	1	0,03	3,0	0,02	0,005
Friedhof	4	2,99	74,8	1,92	0,49
Nationalpark	1	39,71	3971,0	25,48	6,53
Han-Uferzone	1	8,47	847,0	5,43	1,39
Vergnügungsparks	4	0,51	12,8	0,33	0,08
Gesamt	1.412	155,85	11,0	100	25,63

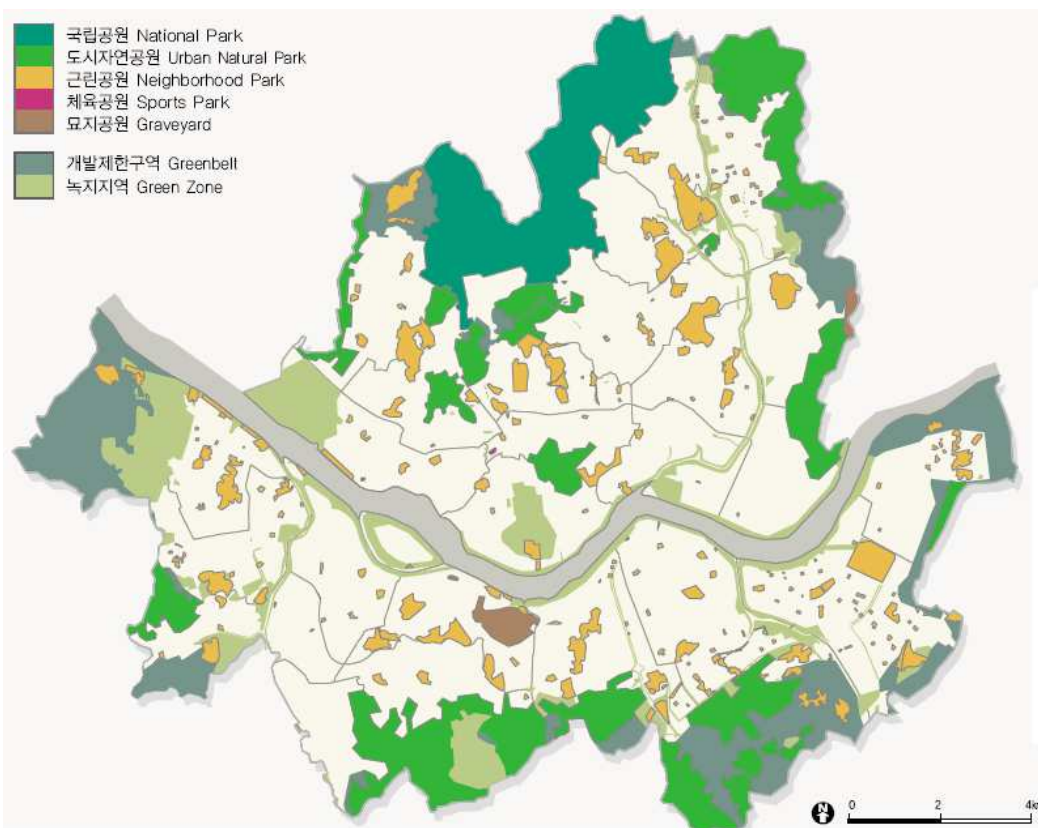


Abb. 40: Grünflächendarstellung der Seoul City (Quelle: SDI 2000:119).

Abbildung 56 verdeutlicht die durchschnittliche Grünfläche pro Einwohner. Im Jahre 1952 lag diese bei knapp 40 m<sup>2</sup>. Dies ist auf die Verluste und Flüchtlinge während des Koreakriegs (1951 bis 1953) zurückzuführen. Bis 1962 verringerte sich der Wert auf rund 9 m<sup>2</sup>. Diese Jahre sind durch eine rasante Bevölkerungskonzentration in Seoul gekennzeichnet. Die Gebietserweiterungen von Seoul im Jahre 1961 und insbesondere 1963 erhöhten den Grünflächenwert, da zahlreiche unerschlossene Flächen zum Stadtgebiet zählten. In den folgenden Jahren nahm die durchschnittliche Grünfläche durch die Bebauung der Gebiete südlich des Han-Flusses auf rund 10 m<sup>2</sup> ab. Die Ausweisung des Seouler Grüngürtels 1971 konnte nur für eine temporäre Aufwertung sorgen. Bis 1983 hatten zahlreiche Bauprojekte die innerstädtischen Grünflächen fast vollständig beseitigt.

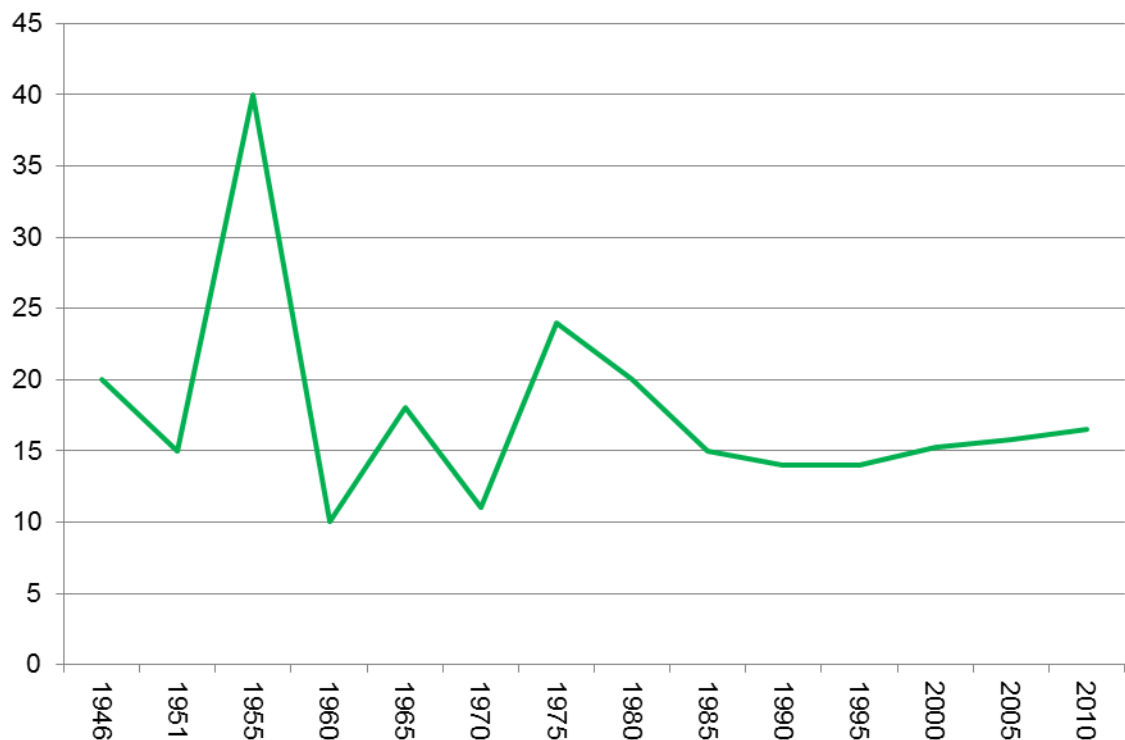


Abb. 41: Grünfläche pro Einwohner in Quadratmeter in der Seoul City (Quelle: SDI 2005:89 und SDI 2009:39).

Mit der Verordnung von Umweltgesetzen in den 1980er Jahren und der Stagnation der Bevölkerung in der Seoul City zu Beginn der 1990er Jahre konnte die durchschnittliche Grünfläche auf einem relativ konstanten Wert von rund 15 m<sup>2</sup> je Einwohner gehalten werden (Quelle: SDI 2005:89 und SDI 2009:39).

Die in der Seoul City befindlichen Hügel waren bis in die 1960er Jahre kahl und wurden erst in den 1970er Jahren mit schnell wachsenden aber zumeist nicht einheimischen Bäumen bepflanzt (z.B. *Robinia pseudacacia*, *Pinus rigida* und *Populus tomentiglangulosa*). Dies hat zur Veränderung der Stadtlandschaft und zu starken ökologischen Veränderungen in den innerstädtischen Berggebieten geführt. Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass die Stadtverwaltung versucht, zunehmend einheimische Bäume anzupflanzen. Auf dem Namsan konnte sich bereits eine gemischte Vegetation von einheimischen und nicht einheimischen Arten entwickeln (Yeo & Kim 2012: 138). Der größte Teil der städtischen Grünflächen befindet sich jedoch in den Berggebieten um Seoul und stellt schwer erschließbare Waldflächen dar (SDI 2000:118). Die Seoul umgebenden bewaldeten Berge stellen dabei die einzig relativ naturnahen Waldgebiete dar. Es liegt in der asiatischen Ästhetik, dass Parks künstlerisch bzw. landschaftsarchitektonisch gestaltet werden. Stadtparks bestehen nur selten als vegetationsreiche Grünanlage, sondern sie werden mit mehr oder weniger versiegeltem Boden als Ort für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt. Der Grünflächenanteil im Stadtkern ist dagegen sehr niedrig (rund 3 m<sup>2</sup> pro

Einwohner). Im Vergleich dazu besitzt Berlin einen städtischen Grünflächenanteil von 34,8 %, was 77,76 m<sup>2</sup> je Einwohner entspricht (STATISTISCHES LANDESAMT BERLIN 2003).

Um die stadtklimatische Situation von Seoul zu verbessern und das Wohlbefinden der Bevölkerung zu erhöhen, muss die Anzahl von klimatischen Ausgleichsräumen (Kaltluftentstehungsgebiete wie Parks- und Wasserflächen oder Luftregenerationsflächen wie Waldflächen) vergrößert werden. Zudem muss sichergestellt werden, dass Frischluftschneisen (linienförmige, unbebaute Schneisen, durch welche die Luft einströmen kann) erhalten bleiben bzw. angelegt werden. Die Schaffung neuer öffentlicher Grünanlagen ist aufgrund der hohen Flächennutzungskonkurrenzen sehr schwierig (CHANG 1997:131-132). Die Rekonstruktion des Seoul Plaza (Abb. 57) stellt in dieser Beziehung ein Ausnahmeprojekt dar. Im Rahmen des "Hi-Seoul Festival" wurde der Platz am 01.05.2004 vor dem Seouler Rathaus eingeweiht. Die Transformation von einer stark frequentierten Straße zu einer Rasenfläche kann als gelungen bezeichnet werden und sollte zum Anlass genommen werden, weitere Grünflächen in Seoul anzulegen (RYU 2004:20).



Abb. 42: Seoul Plaza 2001 und 2004 (Quelle: KIM 2006:20-21).

Das größte Grünflächenpotential stellen Fassaden und insbesondere Dachbegrünungen dar. Straßenbäume bieten aufgrund der unterirdischen Ver- und Entsorgungsleitungen nur begrenzten Platz für zusätzliche Grünflächen (CHANG 1997:131-132). Vor diesem Hintergrund ergibt sich in Seoul eine große Nachfrage nach ökologisch planerischen Maßnahmen.

#### 4.4.10 Palast- und Tempelanlagen

Von der bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts reichenden Herrschaft der Yi-Dynastie zeugen noch immer die Königspaläste in Seoul (KIM 2007:14). Es existieren derzeit noch vier Paläste (Tab. 15 und Abb. 59) und ein Tempel mit einer Gesamtfläche von 130,7 ha. Ihre Verortung kann bis ins Jahre 1394 zurück datiert werden. Alle fünf Gebäude standen im damaligen Regierungsbezirk und befanden sich nördlich des Han-Flusses in einem Umkreis von zwei Kilometern. Die Paläste und der Tempel beinhalten gärtnerisch angelegte Grünflächen, welche durch stetige menschliche Pflegeeingriffe gekennzeichnet sind (SONG 1998:24). Brände und die Zerstörungen während der japanischen Invasion (Anfang des 17. Jahrhunderts) und der japanischen Kolonialherrschaft (1910-1945) führten zu einem ständigen Erneuerungsprozess der Gebiete.

Tab. 15: Palast- und Tempelanlagen von Seoul (SONG 1998:30-32)

Palast / Tempel	Größe (ha)	angelegt
Kyungbok Palast	39,0	1395
Changkyeung Palast	21,8	1418
Changdeok Palast	44,7	1418
Deoksu Palast	6,3	1608
Chongmyo Tempel	18,9	1394

Die noch am besten erhaltene Anlage ist der Changdeok-Tempel, in dessen Hintergarten sich mehr als 300 Jahre alte Bäume befinden (die ältesten in der Seoul City) (SONG 1998:30-32). Die Gartenanlagen sind geprägt durch traditionelle südkoreanische Landschaftsgärtnerei, nach welcher keine Nadelbäume angepflanzt werden, um das Gefühl für Jahreszeiten zu bewahren (SONG 1998:81). Nach den Untersuchungen von SONG (1998:77) sind 70 bis 80 % der derzeit existierenden Pflanzen einheimische Arten. Die Paläste und Tempel mit ihrem reichen Pflanzenbestand stellen eine besondere historische Stadtgrünfläche dar (Abb. 58). Sie sind der Öffentlichkeit zugänglich und werden als Naherholungsgebiet genutzt. Bei örtlichen Begehungen im September 2005, Juli 2007 und Mai 2013 konnte festgestellt werden, dass sich überwiegend Touristen und ältere Menschen in den Palastanlagen aufhielten. Durch ihre unmittelbare Nähe zu den Bergen im Westen und Norden spielen die Anlagen eine bedeutende Rolle für einen städtischen Biotopverbund, wie er in Kapitel 4.5 diskutiert werden soll.



Abb. 43: Kyungbok Palast (Quelle: KIM 2007:59).

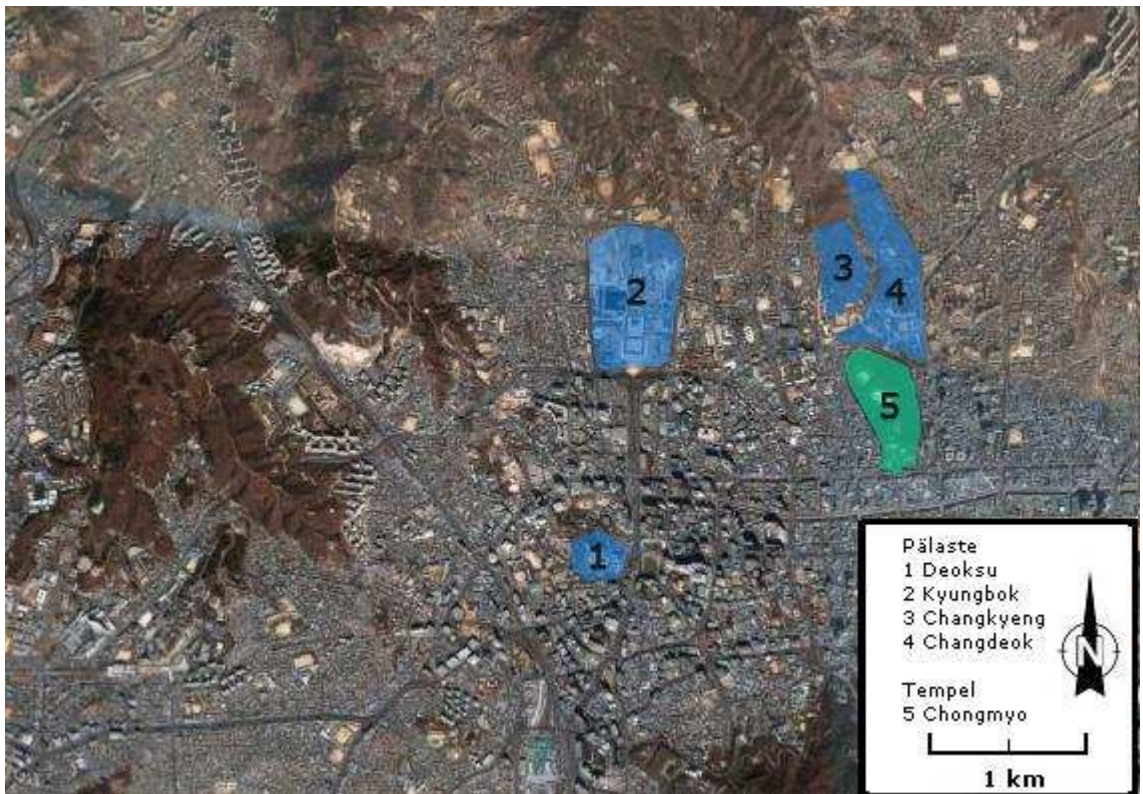


Abb. 44: Lage der Paläste und Tempel der Seoul City: im Norden grenzt das Bukhansan-Gebirge und im Westen der Ansan (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von PARK ET. AL. 2003:72-73 und DIGITAL GLOBE).

#### 4.4.11 Umweltgerechtes Bauen

Es ist anerkannte Tatsache, dass in Südkorea die Lebensspanne eines Gebäudes geringer ist als die eines Menschen. Nach durchschnittlich 30 Jahren wird ein Gebäude abgerissen und wiederaufgebaut, um mehr Raum zu schaffen (KIM 2007:44). Südkoreanisches Bauen war demnach nicht auf Nachhaltigkeit bedacht, sondern erschien vielmehr als kurz- bis mittelfristige Bedürfnisbefriedigung (Wohnen, Arbeiten und Unterhaltung). Umweltgerechtes Bauen hat sich deshalb nicht zu einem gesellschaftlichen Wert in der Gesellschaft entwickelt. Die mangelnde Akzeptanz kann auf einen Kenntnismangel mit daraus resultierenden Vorurteilen zurückgeführt werden. Die Notwendigkeit des Umdenkens wird nur theoretisch erkannt. Energiesparendes und umweltgerechtes Bauen konnte nur bei wenigen Großprojekten festgestellt werden<sup>38</sup>. Dies hängt auch mit einer unzureichenden Förderpolitik zusammen. Es wird lediglich eine staatliche „Unterstützung für die Stadterneuerung“ gewährt. Fördermittel für umweltgerechtes Bauen sind dabei nicht vorgesehen. CHANG (1997:81-86) fordert in diesem Zusammenhang eine indirekte Förderung des umweltgerechten Bauens und benennt folgende Regularien:

- Verschärfung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Neubauprojekte durch Baunormen und Verordnungen
- regionale Gebührengestaltung für Trink- und Abwasser: Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Regenwassersammelanlagen und Wassersparmaßnahmen
- Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen mittels einer kostendeckenden Einsparvergütung: z.B. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Kraft-Wärme-Kopplungen
- Aufklärungsarbeit unter der Bevölkerung

Die genannten Forderungen setzen einen großen Reformwillen voraus und führen zwangsläufig zu Interessenkonflikten, denn bis zur Asienkrise 1997 machte die Bauindustrie rund 15 % am gesamten südkoreanischen Bruttoinlandsprodukt aus (zweimal so viel wie in den USA) (KIM 2007:44). Langfristig bietet umweltgerechtes Bauen den Beteiligten jedoch zahlreiche Vorzüge (verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen, höhere Naturnähe, bessere soziale Integration der Bevölkerung), welche sich positiv auf das Wohlbefinden der Bevölkerung auswirken und zu einer Erhöhung der Lebensqualität führen.

---

<sup>38</sup> Die Boutique Monaco ist eines dieser Bauvorhaben. Das Gebäude ist ein Wohn- und Geschäftskomplex und besteht aus 172 Einheiten am südlichen Han-Fluss. Über den fünf Sockelgeschossen schließen sich 22 weitere Geschosse an, welche durch verschieden hervorgehobene Fassadenelemente charakterisiert sind. Die Zwischenräume und die flächige Dachterrasse sind begrünt (KIM 2007:16).



## 4.5 Biotopkartierung

### 4.5.1 Bedeutung

Biotopschutz ist der Schutz seltener oder gefährdeter Lebensräume (z. B. Trockenrasen oder Tümpel) mit ihrer enthaltenen Flora und Fauna. Die natürlich vorhandene Artenvielfalt in Biotopen ist ein wesentlicher und für ihre Funktionalität bedeutsamer Faktor. Die Kenntnis über die in der Stadt vorhandenen Biotoptypen und Biotope ist eine wichtige Grundlage für die Erhaltung der Natur in der Stadt (CHANG 1997:143-144). Biotopkartierungen dienen als Basis für Schutzausweisungen, Biotopverbundsysteme und als ökologische Grundlage für die Landschaftsplanung. Ökologische Stadtplanung muss also auf eine umweltverträgliche Stadtplanung abzielen. „Die ökologische Planung entstand aus der Notwendigkeit, die Umwelt als komplexes System mit ihren vielfältigen Wechselwirkungen in ihrer Gesamtheit zu betrachten“ (CHANG 1997:149). Die Ökologische Planung muss auf Grundlage einer genauen Kenntnis des betroffenen Ökosystems erfolgen. Eine möglichst exakte ökologische Bestandaufnahme der Stadt ist dabei essentiell (CHANG 1997:149-150).

In Südkorea ist die Erforschung der städtischen Ökosysteme noch sehr mangelhaft. Erst 1999 hat die Stadtverwaltung Seouls eine flächendeckende Biotop- und Nutzungstypenkartierung im großen Maßstab durchgeführt. Das Ziel war in erster Linie, flächendeckend aktuelle Daten über Flächennutzung, Versiegelung, Vegetation sowie Biotope zu erheben (KIM 2007<sup>2</sup>:22-23). Als Bezugsfläche für die Bestand-Teilkartierungen (Flächennutzung, Vegetation und Versiegelung) diente zumeist die Flächennutzungseinheit. Für Grün- und Freiflächen wurden weitere Unterteilungen zu verschiedenen Vegetationstypen vorgenommen. Diese Einteilung erfolgte unterschiedlich für den bebauten und unbebauten Bereich. In den bebauten Bereichen betrug die Mindestgröße 10x10 m. Die relativ großen innerstädtischen Grünanlagen konnten somit separat vom Block abgegrenzt werden. Die kleineren Grünanlagen wurden nicht als eigenständige Vegetationsfläche kartiert, sondern in den Versiegelungsgrad (Kapitel 4.4.1) einbezogen. Bei unbebauten Grün- und Freiflächen lag die Mindestgröße bei 20x20 m. Bei dem Auftreten von ökologisch bedeutsamen Feuchtwiesen oder seltenen Pflanzenarten im Waldgebiet wurde die Mindestgröße auf 10x10 m geändert. Die Vegetationstypen wurden in angepflanzten Baumbestand, Grasland bzw. Feuchfläche, landwirtschaftliche Fläche und Wald gegliedert. Bei dem angepflanzten Baumbestand wurden Vegetationstypen anhand des Anpflanzungs- bzw. Gestaltungsstils unterschieden. Die Vegetationsflächen im natürlichen oder naturnahen Bereich wurden anhand der floristischen bzw.

pflanzensoziologischen Zusammensetzung charakterisiert (z.B. dominierende Baumbestände in den Waldgebieten) (Kim 2007<sup>2</sup>:31).

#### 4.5.2 Vegetationstypen

Wie in Abbildung 60 zu sehen ist, bildet Wald mit ca. 61 % der gesamten Grün- und Freifläche die flächenmäßig größte Freiraumfläche Seouls. Am häufigsten treten Eichenbestände auf (*Quercus*, ca. 36 % der gesamten Waldflächen). Es folgen Robinienbestände (ca. 28 %), Pechkiefernbestände (*Pinus rigida*, ca. 8 %) und Kiefernbestände (*Pinus*, ca. 8 %). Diese Baumarten wurden nach dem Koreakrieg zur schnellen Aufforstung eingeführt. Die schutzwürdigen einheimischen Waldvegetationsformen, vor allem Erlenbestände (*Alnus hirsuta* Spach Pupr., 0,08 %) und Hainbuchenbestände (*Carpinus laxiflora* Blume, 0,02 %), nehmen einen sehr geringen Anteil ein.

Der angepflanzte Baumbestand in relativ neu angelegten Grünanlagen stellt 6,5 % der gesamten Grünfläche Seouls dar. 75 % der abgepflanzten Vegetation besteht aus ästhetischen Gründen aus Zierbäumen und -sträuchern. Nur 22 % der gesamten angepflanzten Grünflächen besteht aus Strauch- und Krautschichten. Daraus kann abgeleitet werden, dass die städtischen Grünanlagen größtenteils einschichtig mit bestimmten Zierbaum- und Sträucherarten monoton ausgestaltet sind. Der Anteil des Graslandes und der Feuchtflächen beträgt ca. 21 % der gesamten Grün- und Freiflächen Seouls. Wasserflächen bilden dabei mit 13 % den größten Anteil.

Die natürliche bzw. naturnahe Graslandvegetation mit einheimischen Trockenrasen, Feucht- und Nasswiesen oder Weiden nimmt einen sehr kleinen Anteil mit insgesamt ca. 2 % ein. Der geringe Anteil natürlicher Vegetation ist auf die starke anthropogene Überformung von Seoul zurück zu führen.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche nimmt ca. 12 % der gesamten Grün- und Freiflächen ein und ist z. B. als Acker (ca. 6 %) oder Reisfeld (ca. 3 %) am Stadtrand bzw. nah am Waldgebiet angesiedelt (Kim 2007<sup>2</sup>:33).

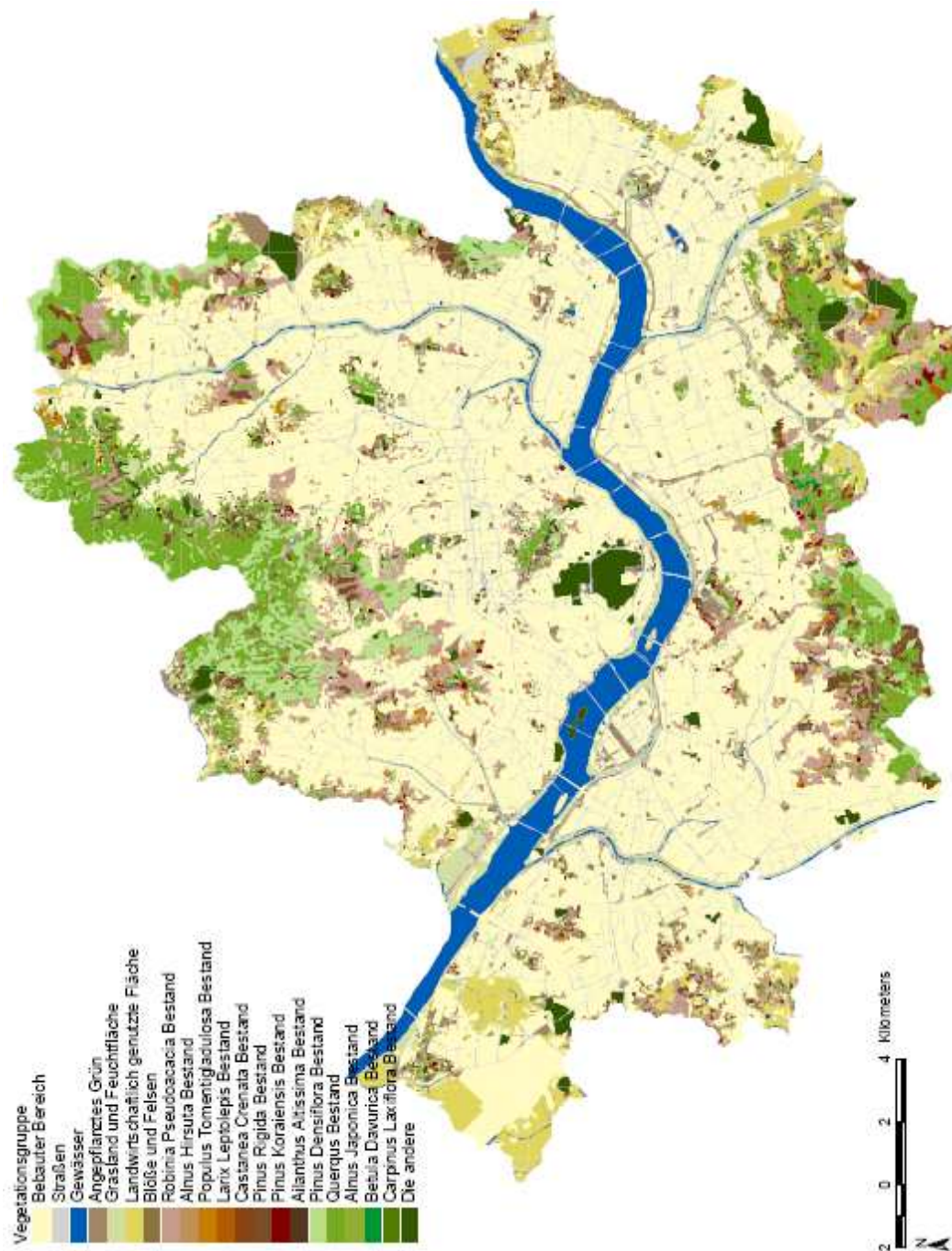


Abb. 450: Vegetationstypen der Seoul City (Quelle: KIM 2007<sup>2</sup>:34).

#### 4.5.3 Biotopverbund / Grüne Achsen

Durch die Verbindung von Grün- und Freiflächen können ökologische Brücken hergestellt werden, welche zur Ausbildung zusammenhängender Biotope führen sollen. Bei entsprechender Lage können diese vernetzen Grünflächen als wichtige Entlüftungs- und Klimaschneisen dienen (GELFORT 1993:74).

Es muss konstatiert werden, dass in Seoul nahezu alle natürlichen Grünflächen verschwunden sind. Es entstanden dafür neue künstliche - jedoch nur kleine - Parkanlagen, welche jedoch durch eine starke Verinselung gekennzeichnet sind.

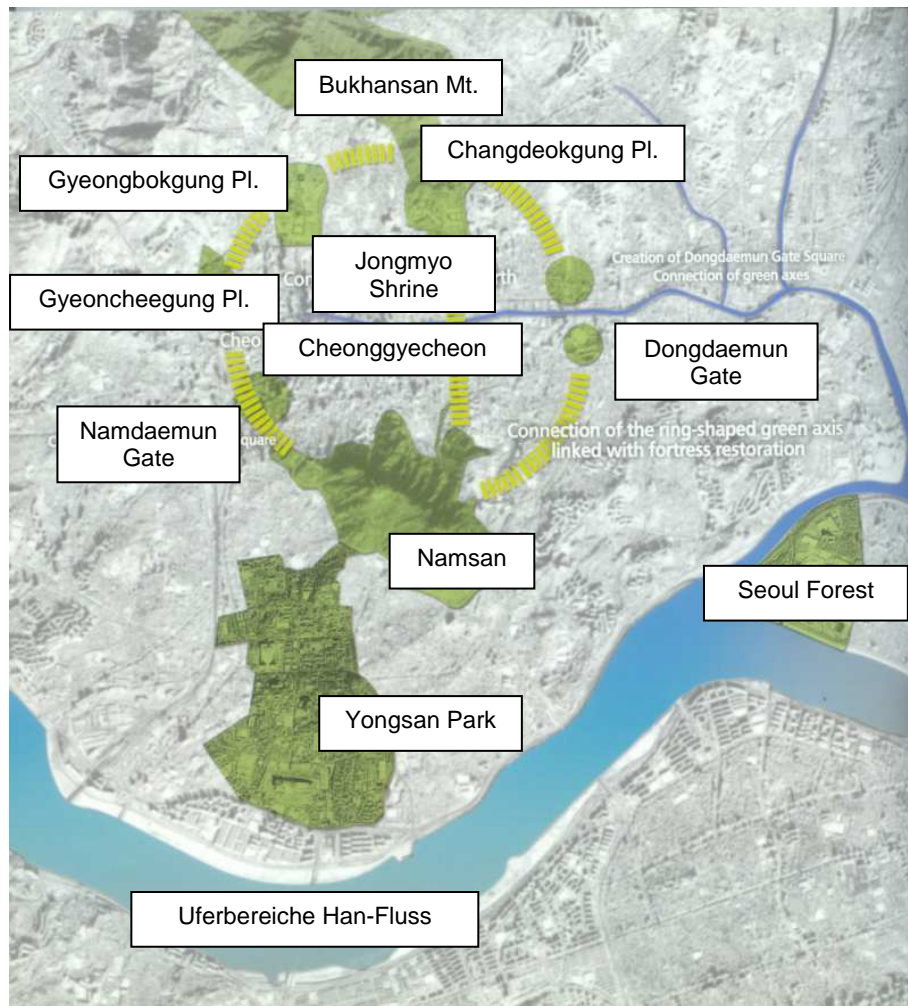


Abb. 61: Angestrebter Grünflächenverbund der Seoul City (Quelle: verändert nach SHIN 2005:22).

Als Rückzugsgebiet für Flora und Fauna ist es von dringender Notwendigkeit, einen Biotopverbund einzurichten, denn Ökosysteme brechen zusammen, wenn eine bestimmte räumliche Größe unterschritten wird (CHANG 1997:41). Die Seouler Stadtverwaltung beschreibt ihr Biotopverbundkonzept durch ein Schaubild, welches in Abbildung 61 zu sehen ist.

Der oben dargestellte Stadtbereich befindet sich nördlich des Han-Flusses und stellt das historische Zentrum der Seoul City dar. Den südlichsten Punkt des Areals markiert das Gebiet der US-Streitkräfte, welches in den kommenden Jahren in den Yongsan Park umgewandelt werden soll (Kapitel 4.6.4). Nördlich davon schließt sich der bereits existierende Namsan-Park an. Ein Grünflächenverbund zwischen den beiden Gebieten erscheint fraglich, da beide Areale durch intensive Bebauung und Straßenzüge getrennt sind. Der Namsan-Park soll sogleich den südlichsten Punkt einer axialen Grünflächenverbindung darstellen. Die vier städtischen Paläste (Gyeongheegung, Gyeongbokgung, Changdeokgung und Changgyeonggung, Kapitel 4.4.10) und der Jongmyo-

Schrein bilden seit einigen Jahrhunderten eine fast geschlossene innerstädtische Grünfläche. Die Gebiete um die ehemaligen Stadttore Dongdaemun und Namdaemun (Abb. 12) wurden 2004 mit einer Rasenfläche umringt. Da beide Grünflächen von Hochhauskomplexen und Straßen umgeben sind, existiert keine Verbindung zu den Palästen oder dem Namsan-Berg. Ebenfalls separiert steht das Dongdaemun Stadium. Nach Plänen der Stadtregierung soll das 6,3 ha große Stadiumsgebiet in den kommenden Jahren in einen städtischen Park verwandelt werden und damit den Bereich im Osten abgrenzen.

Der Changdeokgung- und Changgyeonggung-Tempel bilden mit dem Jongmyo-Schrein die nördlichsten Punkte der Radialachse. Der Changdeokgung-Tempel und der Changkyeung Palast sind mit dem Bukhansan-Gebirge verbunden. An zweiteren schließt sich südlich der Changdeok Palast und der Chongmyo Tempel an, welche mit einer Fußgängerbrücke verbunden sind. Die enge Verknüpfung zum Gebirge und dem dort ausgewiesenen Grüngürtel erlaubt einen intensiven Austauschprozess mit dem ökologischen Milieu.

Über die gelb dargestellten „grünen Brücken“ (Abb. 61) soll ein möglichst zusammenhängendes Grün- und Freiflächensystem erzielt werden. Die Südostbrücke scheint noch am einfachsten zu realisieren sein, denn in diesem Bereich findet sich die noch erhaltene Stadtmauer aus dem 15.Jahrhundert, dessen Bereiche begrünt werden könnten. Die anderen „Brücken“ könnten beispielsweise durch Radfahr- und Fußgängerwege errichtet werden. Dies ist jedoch mit hohen Umsetzungsschwierigkeiten verbunden, denn die entsprechenden Gebiete sind intensiv bebaut.

Um das Verbundsystem zu entwickeln, müssten außerdem weitere kanalisierte Wasserläufe (wie der Cheonggyecheon) wieder geöffnet werden. Der Han-Fluss spielt auch eine wichtige Funktion als städtischer Korridor. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Tatsache, dass das einzige nennenswerte Biotopverbundkonzept ausschließlich den nördlichen Teil der Seoul City umfasst (SCHMIDT 1995:105-106).

## 4.6 Umweltprojekte

### 4.6.1 National Park Namsan

Der Namsan Park (klassifiziert als „Urban National Park“) ist ein Naherholungsgebiet nördlich des Han-Flusses und liegt in unmittelbarer Nähe zur City Hall (zwanzig Minuten Fußweg). Der höchste Punkt des 3,3 km<sup>2</sup> großen Parks ist der Mt. Namsan mit einer Höhe von 262 m über NN. Er ist zugleich der höchste Berg in der Innenstadt von Seoul. Der Park befindet sich überwiegend in städtischem Eigentum und wird von der Sowogil-Straße im

Westen und Süden begrenzt (Abb. 62). Im Osten schneidet die vierspurige Jangchungdangil-Straße den Park. Die Namsangongwingil-Rundstraße ist für den öffentlichen Autoverkehr (ausgenommen Reisebusse) gesperrt. Das bewaldete Berggebiet ist ein beliebtes Ausflugsziel (Abb. 63) und wird von Sportlern, Touristen und Einheimischen genutzt. 1962 wurde eine 605 m lange Seilbahn errichtet, die täglich mehrere tausend Personen auf den Berggipfel transportiert.

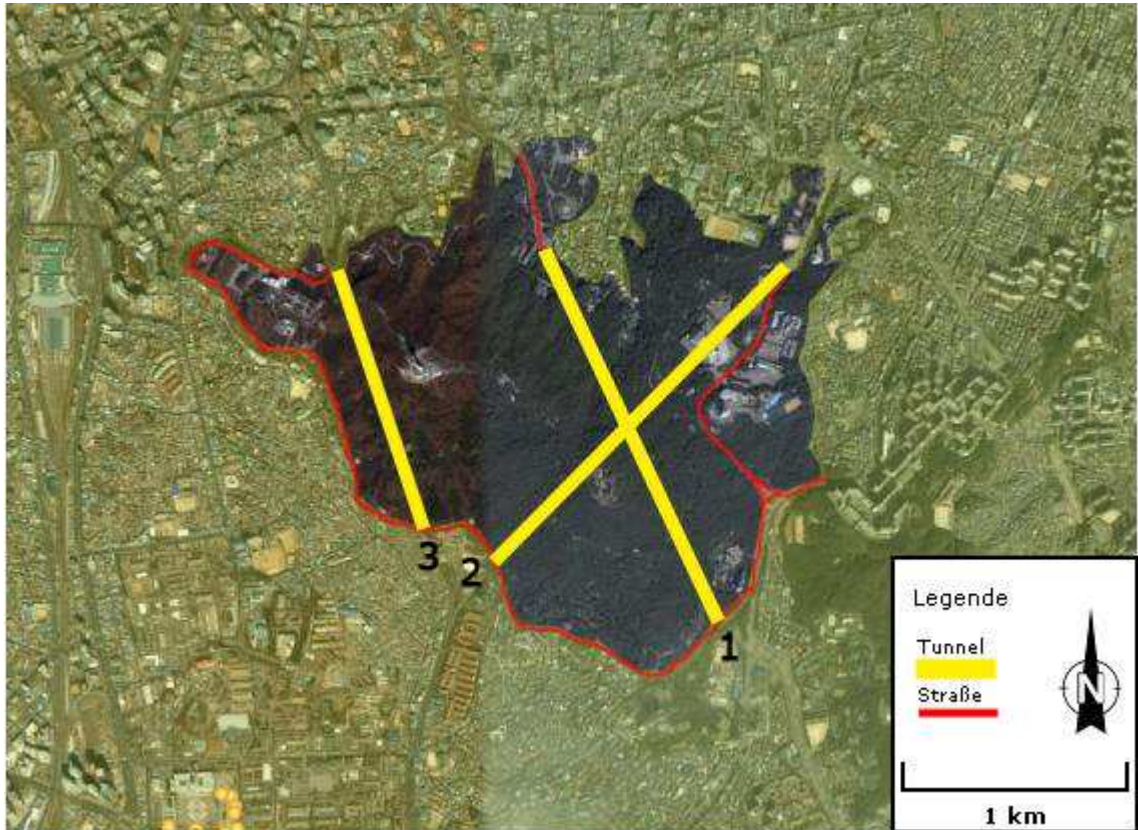


Abb. 62: Namsan-Berg mit seinen drei Tunneln (gelb) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von PARK ET. AL. 2003:72-73 UND DIGITAL GLOBE 2008).

In der mehr als 600jährigen Geschichte von Seoul spielt der Namsan eine bedeutende spirituelle und kulturelle Rolle (CHOE 2003:515). Ausschlaggebend dafür war seine Lage gegenüber den Kaiserpalästen im Norden. Nam-san bedeutet Berg im Süden. Über Jahrhunderte hinweg war der Namsan ein geschütztes Gebiet, auf dem rituelle Feste abgehalten wurden. 1897 bauten die japanischen Invasoren eine Straße durch das Gebiet und pflanzten 60 Kirschbäume (die Kirschblüte ist Japans Nationalblume) als Symbol ihrer Herrschaft. 1908 wiesen die Japaner ein 0,99 km<sup>2</sup> großes Gebiet um den Namsan als Hanyang Park aus und benannten das Namsan-Gebiet erstmals als Stadtpark. In den 1920er Jahren wurden weitere Tausende Kirschbäume in dem Gebiet angepflanzt. Außerdem bauten die Japaner rund um den Berg zahlreiche Verwaltungsgebäude (beispielsweise das Nationale Sicherheitsplanungs-Büro und das Hauptquartier des Militärs und der Polizei).

Am 12.03.1940 wurde der „Hanyang Park“ in den „Namsan road park“ ausgeweitet, welcher die ungefähre Ausdehnung des heute existierenden Namsan Parks besitzt. 1991 wurde das auf acht Jahre ausgelegte „Namsan Renaissance“-Projekt ausgerufen. Die Sanierungskampagne beinhaltete die Zerstörung von 21 Regierungsgebäuden, 52 Hochhäusern und 16 Privathäusern, welche sich innerhalb des Parks befanden. Die neu entstandenen Freiflächen wurden in die Parkstruktur eingegliedert und 10.000 Kiefernbäume (Symbol des Namsan) wurden gepflanzt (HWANG 2003:413).



Abb. 63: Wandern im Namsan-Park (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 03.09.2005).

Der Namsan Park ist das größte innerstädtische Grüngelände und war einer Umfrage zufolge (durchgeführt durch das Seoul Development Institute aus dem Jahre 1994) das repräsentativste Gebiet in Seoul (39,1 %; gefolgt von dem Han-Fluss 26,1 % und dem „Hochhaus 63“ 22,3 %) (LEE 2003<sup>2</sup>:141). Er stellt als Naherholungs- und ökologischen Ausgleichsraum eine wichtige Rolle dar und ist wegen der naturnahen Waldgebiete ein wichtiges Biotopgebiet zur Erhaltung der wildlebenden Flora und Fauna.

Der Namsan ist eine natürliche Barriere zwischen dem Han-Fluss und der City Hall. Unter dem Park verlaufen drei Tunnel (Namsan 1, Namsan 2 und Namsan 3; Abb. 62), welche 1970 und 1978 eröffnet wurden. Aufgrund des gestiegenen Verkehrsaufkommens in Seoul (Abb. 64) ist auch das Gebiet um den Namsan-Park einer wachsenden Emissionsbelastung ausgesetzt. In einer Studie von HWANG UND SON (2001:28-36) wurde untersucht, inwieweit sich das Verkehrsaufkommen um den Namsan durch Mautgebühren beeinflussen lässt. In den 1990er Jahren vollzog die Seouler Stadtregierung einen

Strategiewechsels zur Lösung des Verkehrsproblems. Anstatt neue Entlastungsstraßen zu bauen (was aufgrund des Platzmangels ohnehin immer schwieriger geworden war), wurde das öffentliche Transportmittelsystem ausgebaut und der Einsatz des eigenen PKWs mit Gebühren belegt. Ausgenommen von den Gebühren waren private PKWs mit mehr als zwei Personen (inkl. Fahrer), Busse, Vans, Trucks beziehungsweise Regierungs-, Diplomaten- und Pressefahrzeuge.

Wie eine Analyse von HWANG UND SON (2001:28-36) von November 1996 bis November 2000 ergab, führte die Gebührenerhöhung zu einem deutlichen Rückgang der PKWs. Die Anzahl der Busse und der weiteren mautfreien Fahrzeuge verdoppelte sich.

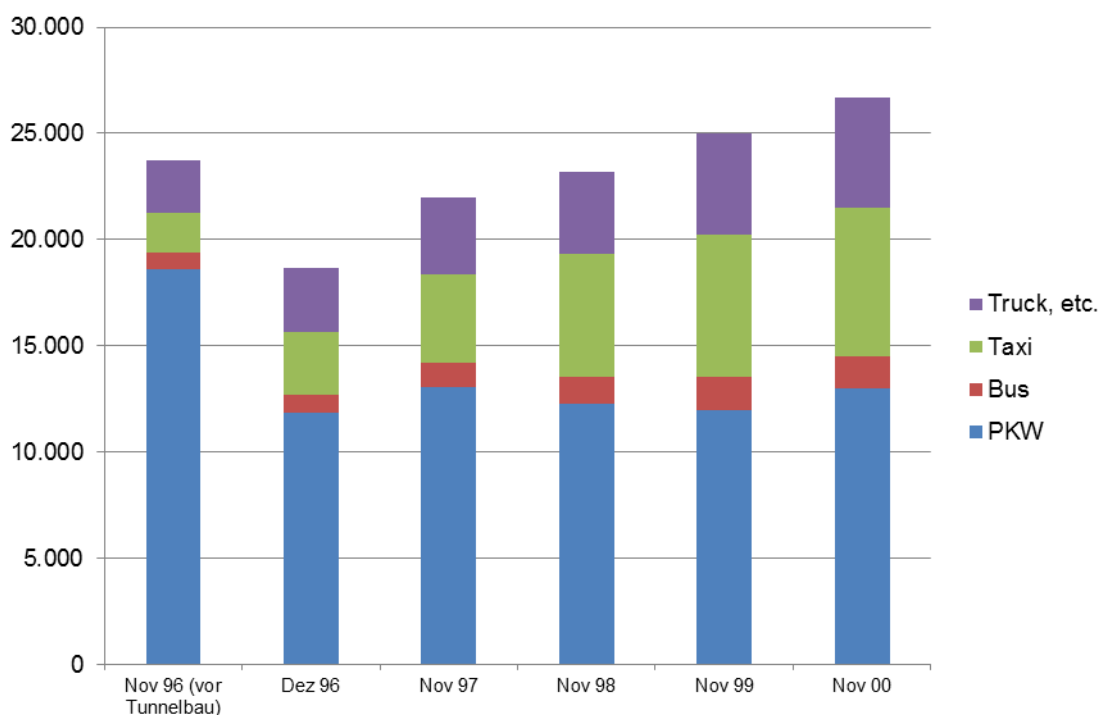


Abb. 46: Fahrzeugvolumen unterteilt nach Fahrzeugtyp durch die Namsan Tunnel während des Zeitraum 7:00 Uhr bis 9:00 Uhr und 17 Uhr bis 21 Uhr zwischen November 1996 (vor dem Tunnelbau) bis November 2000 (Quelle: HWANG & SON 2001:34).



Es kann konstatiert werden, dass im November 1998, zwei Jahre nach Erhöhung der Gebühren, dieselbe Anzahl von Autos den Tunnel passierte wie vor der Preiserhöhung. Im Vergleich zum November 2000 konnte ein Anstieg um 11 % festgestellt werden. Die Erhöhung der Gebühren war ein wichtiger Schritt. Eine weitere Erhöhung der Maut könnte den Tunnelverkehr verringern, jedoch führt dies auch zur intensiveren Nutzung der drei Umgehungsstraßen um den Namsan. Eine langfristige Reduzierung des Verkehrs und der Emissionsbelastungen um den Namsan kann deshalb nur durch den intensiven Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs erzielt werden.

Zudem entstehen weitere Parkbelastungen durch eine hohe Besucheranzahl (besonders am Wochenende und an den Feiertagen). Es bedarf weiterer umfassender Untersuchungen, ob und inwieweit der Erholungsraum Namsan ganz oder teilweise durch Umweltbelastungen entwertet wird.

#### 4.6.2 Han-Fluss

Das grösste Potenzial zur Verbesserung für gering genutzte Freiflächen in Seoul stellen die städtischen Flusssysteme dar. Innerhalb der Seoul City befinden sich insgesamt 35 Flüsse. Bei der Erschliessung ihrer Uferbereiche als Naherholungsflächen entstehen geringere Kosten und Landnutzungskonflikte, als wenn ein neuer Stadtpark angelegt werden würde. Darüber hinaus besitzen städtische Flusssysteme eine hohe Bedeutung für den Aufbau von grünen Korridoren innerhalb der Stadt. Im Folgenden soll der größte Fluss von Seoul, der Han-Fluss, vorgestellt werden.

Der Han-Fluss versorgt Seoul und mehrere andere große Städte Südkoreas mit Brauch- und Trinkwasser. Durch die saisonal auftretenden Wetterbedingungen kommt es im Sommer immer wieder zu verheerenden Überflutungen und Taifunen. Bis zum Bau des Paldang-Damms (1974) verursachten die jährlich auftretenden Starkniederschläge Überschwemmungen in Seoul. Herausragend war dabei der hohe Koeffizient des Han-Flussregimes von 1:390, bevor der Damm errichtet wurde (KWRA 2008). Auch nach Fertigstellung des Staudamms traten immer wieder große Naturkatastrophen auf.

Aufgrund der Starkniederschläge wurde entlang des Han-Flusses eine Uferschutzanlage ausgewiesen, in welcher der Häuserbau strikt untersagt war. Diese Pufferzone stellte bis in die 1980er Jahre eine unangetastete innerstädtische Freifläche dar. Der Wachstumsdruck von Seoul führte jedoch zu Lockerungen des strikten Bauverbots im Uferbereich, was zum umstrittenen Ausbau der mehrspurigen innerstädtischen Schnellstraße führte. Wie in Abbildung 65 zu sehen ist, wurde die Autobahn entlang des Flusses zweistöckig konzipiert. Die untere Etage wird in der Regenzeit temporär gesperrt.

Nachdem Seoul den Zuschlag für die Olympischen Spiele für das Jahr 1988 erhalten hatte, entwarf die Stadtregierung im Jahre 1981 den Han River Comprehensive Development Plan (HWANG 2003:406-407). Dieser stellte das erste ökologische Planungskonzept für den Han-Fluss dar. Das bis 1986 abgeschlossene Projekt wurde zwischen dem Hail-dong bis Daehwa-dong auf einer Länge von zehn Kilometern ausgeführt. Zu beiden Seiten des Flusses wurde eine 175 m breite offene Parklandschaft ausgewiesen, auf der es erstmals möglich war, Freizeitaktivitäten entlang des Flusses auszuüben (SMG 2006<sup>2</sup>). In den 1990er Jahren wurden weitere Gebiete entlang des Flusses in offene Sport-Parkgebiete gestaltet. Derzeit existieren zwölf Flächen<sup>39</sup> mit einer Gesamtgröße von 10,3 km<sup>2</sup> (HANGANG PARK 2008). Auf den offenen Parkflächen (die maximale Vegetationshöhe ist aufgrund der saisonalen Überflutung auf einen Meter begrenzt (HWANG 2003:406-408), können verschiedene Sportaktivitäten ausgeübt werden. Besonders am Wochenende sind sehr viele Menschen in den Han-Fluss-Parks anzutreffen. Zu beiden Seiten des Flusses existiert zudem ein asphaltierter Weg von jeweils 40 Kilometer Länge. (HANGANG PARK 2008<sup>2</sup>). Dieser, als Hangang Riverside Park bekannte, Grünstreifen am Han-Fluss ist ein beliebtes Sportgebiet (Abb. 65 und 66).

---

<sup>39</sup> Die zwölf offenen Parkanlagen entlang des Hanflusses sind (von Ost nach West): Gwangnaru 1,5 km<sup>2</sup>, Jamsil 0,5 km<sup>2</sup>, Ttukseom 0,8 km<sup>2</sup>, Jamwon 0,5 km<sup>2</sup>, Banpo 0,6 km<sup>2</sup>, Ichon 0,9 km<sup>2</sup>, Yeouido 1,5 km<sup>2</sup>, Seonyudo 1,2 km<sup>2</sup>, Yanghwa 0,4 km<sup>2</sup>, Mangwon 0,4 km<sup>2</sup>, Gangseo 1,0 km<sup>2</sup> und Nanji 0,8 km<sup>2</sup> (eigene Erhebung auf Grundlage von (NAVER 2013)).



Abb. 48: Blick vom COR'EX-Tower zeigt die unmittelbar am Ufer des Han-Fluss errichteten Wohnblocks und die zweietagige Stadtautobahn (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 12.07.2007).



Abb. 47: Grünstreifen und Sportanlagen am Han-Fluss (Quelle: eigene Aufnahme vom 08.05.2013).

Im Rahmen der Agenda 21 verkündete die Seouler Stadtregierung 1999 das Han River Restoration Project, welches den Han und seine Umgebung zu einen Ort des Wohlbefindens verwandeln, die Wasserqualität des Han erhöhen und die ökologische Landschaft entlang des Flusses verbessern sollte (CHOI 2001:101). In Verbindung mit diesem Projekt sammelt die Verwaltung von Seoul Vorschläge der 85 Mitglieder der Organisation Friends of the Han River. Diese Vereinigung wird außerdem in den Planungs- und Bauprozess eingebunden und untersteht dem Stadtkomitee Green Seoul (LEE 2001<sup>3</sup>:223). Unter dem Präsidenten Roh Moo-hyun wurden Konzepte zur schrittweisen Beseitigung der flussnahen Autobahn angeregt. Nach seiner Abwahl im Februar 2008 forcierte Präsident Lee Myung-bak (2008 - 2013) den Ausbau der Grünflächen entlang des Han-Flusses. Die Autobahnen wurden jedoch nicht zurückgebaut. Ein weiteres prestigeträchtiges Projekt konnte unter Roh Moo-hyun jedoch realisiert werden. Es handelt sich um das Cheonggyecheon-Projekt, das im Folgenden thematisiert werden soll.

#### 4.6.3 Cheonggyecheon

Der Cheonggyecheon ist ein nördlicher Seitenarm des Han-Flusses, welcher 2005 eine aufsehenerregende Restaurierung erfahren hatte (DGHKBU 2007:30). Das von Präsident Roh Moo-hyun initiierte Prestigeprojekt sollte seit dem Jahre 2004 eine neue Umwelt- und Erholungszone innerhalb der Seoul City erzeugen (SDI 2009:58).

Der Cheonggyecheon floss von Westen nach Osten durch die Downtown von Seoul und mündete in den Han-Fluss (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165). Der Fluss wurde im Norden durch den Mt. Bugaksan und Mt. Inwangsang, im Osten durch den Mt. Naksan und im Süden durch den Mt. Namsan gespeist. Da sich der Cheonggyecheon in direkter Nähe zu den kaiserlichen Palästen und großen Märkten befand, war er seit mehr als 600 Jahren sehr eng mit der Stadtgeschichte verbunden. Auch heute befinden sich die meisten Regierungsgebäude und Firmensitze in dem Gebiet des Cheonggyecheon. Die erste von 86 Brücken über den Fluss wurde 1411 errichtet. Im Jahre 1760 verbreiterten mehr als 200.000 Menschen den Bach und befestigten die Randbereiche mit Steinen. Während der japanischen Kolonialherrschaft emigrierten zahlreiche landlose Bauern nach Seoul und errichteten in der Region des Cheonggyecheon illegale Siedlungen. Die Zunahme der verarmten Bevölkerung und die Einleitung von Abwässern führten zu einer starken Gewässerverschmutzung. Dies veranlasste die Japaner, Teile des Flusses zwischen 1937 und 1942 abzudecken. Nach der japanischen Besatzung und dem Koreakrieg wurde der nun völlig verschmutzte Cheonggyecheon bis zum Jahre 1958 vollständig zugeschüttet. Bereits 1967 wurde mit dem Bau der vierspurigen Cheonggye Autobahn begonnen. Die 1976 fertig gestellte

zweistöckige Schnellstraße (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165) befand sich direkt über dem alten Flussbett und hatte eine Länge von sechs Kilometern und eine Breite von 50 bis 80 Metern (Abb. 68). Unter der Straße führte ein vier Meter breiter Abwasserkanal bis zum Han-Fluss (PARK 2007<sup>2</sup>:9-11).

Die Cheonggye-Autobahn wurde zu einer wichtigen Straße für den innerstädtischen Verkehr, führte durch ihre hohe Frequentierung aber zu einer steigenden Umweltbelastung innerhalb der Seoul City (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165).

Zwischen Januar 1991 und Oktober 1992 führte die „Korean Society of Civil Engineering“ eine statische Analyse der Straßenbeschaffenheit durch. Die Untersuchungen ergaben, dass 20 % der Querträger aus Stahl korrodiert oder zerstört waren. Zudem waren die aufliegenden Betonplatten stark angegriffen. Die Studie ergab, dass umfassende Sanierungsmaßnahmen notwendig sind. Während der ersten Sanierungs-Phase von August 1994 bis Dezember 1999 wurde ein zwei Kilometer langer Teilabschnitt für 47 Milliarden Won (33 Mio. Euro) erneuert. Seit Mai 1997 war es allen Kraftfahrzeugen verboten, die Schnellstraße zu benutzen (PARK 2007<sup>2</sup>:9-11). Weitere Untersuchungen der Korean Society of Civil Engineering im Jahre 2000 führten zu einer erneuten Kostenaufstellung mit dem Ergebnis, dass die restliche Sanierung der Schnellstraße 100 Milliarden Won (~ 70 Mio. Euro) kosten und drei Jahre dauern würde (HWANG 2005:1).

Die hohen Kosten gaben weiteren Anlass, über die zukünftige Nutzung des Gebietes zu diskutieren. Es konnten sich schließlich jene Vertreter durchsetzen, die den Abriss der kompletten Autobahn und die Wiederherstellung des ursprünglichen Flusslaufs forderten. Die historische Identifikation und der ökologische Grundgedanke spielten bei der Entscheidung eine wesentliche Rolle. Die Stadtverwaltung und der damalige Präsident Roh Moo-hyun sahen das Projekt als wichtigen Bestandteil der innerstädtischen Renaturierung an. Die Attraktivität für das städtische Wohnen, der Tourismus und die Etablierung von Geschäften sollte dabei gestärkt werden. Kritiker argumentierten mit der Verschwendung von Steuergeldern, dem Verlust von Handelsplätzen und einer wachsenden Belastung der anderen Schnellstraßen. Der überwiegende Teil der Seouler Bevölkerung (76,1 %) befürwortete das Cheonggyecheon Restoration Projekt (SHIN 2005:15-16), welches am 1.7.2003 mit dem Rückbau der 5,84 km langen Straße gestartet wurde (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165).

Bis zum 5.10.2003 konnte die gesamte Straßenoberfläche aufgebrochen werden. Parallel verlief der Abtransport der 680.000 Tonnen Schutt, welcher bis zum 30.12.2004 beendet wurde (PARK 2007<sup>2</sup>:12-14). Die feierliche Einweihung des Cheonggyecheon erfolgte im September 2005 (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165).

Da unter natürlichen Bedingungen der Cheonggyecheon nicht über das ganze Jahr hinweg Wasser führen würde, wurde ein Pumpsystem installiert, welches täglich 70.000 m<sup>3</sup> gefiltertes Wasser aus dem Han-Fluss über ein 20,7 km langes Rohrsystem zum obersten Bereich des Cheonggyecheon transportiert. Zusätzlich werden täglich 12.000 m<sup>3</sup> Wasser aus dem U-Bahnsystem gepumpt, sodass die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit bei 0,24 m/s und der durchschnittliche Wasserstand 40 cm beträgt. Das Querprofil des Projektes ist in Abbildung 67 dargestellt. Normalerweise beträgt die Wasserbreite 6 m und öffnet sich erst zum Han-Fluss auf eine Breite von 72 m. Es schließt sich zu beiden Seiten des Gewässers ein mit Steinplatten ausgelegter Fußweg an, der die Artenvielfalt begrenzt. Pflanzungen beschränken sich auf einen schmalen Streifen entlang des Gewässers und an den umliegenden, ebenfalls mit Steinen ausgelegten, Wänden (Green Wall). Die umliegenden Mauern besitzen eine Höhe von bis zu sieben Metern und dienen dem Hochwasserschutz. Kombinierte Regenwasser- und Abwasser-Filter sollen eine Verschmutzung des Gewässers verhindern (PARK 2007<sup>2</sup>:12-14). Parallel zum Cheonggyecheon-Fluss verlaufen zwei jeweils 13,5 m breite zweisepurige Straßen, die laut eigener Erhebungen im Mai 2013 einen DTV-Wert (daily traffic volume) von rund 25.000 Fahrzeugen (LKW-Anteil 1,3 %) besitzen. CHUNG & HWANG & BAE (2012:165-166) beschreiben, dass trotz zahlreicher Bedenken der Rückbau der Cheonggye-Autobahn (auf der bis 2003 täglich rund 168.000 Autos fuhren) zu keinem gestiegenen Verkehrsproblem innerhalb der Seoul City geführt hatte.



Abb. 49: Querschnitt des Cheonggyecheon-Projektes (Quelle: SHIN 2005:17).



Abb. 50: Cheonggyecheon vor seiner Rekonstruktion im Jahre 2001 (unten) und nach dem Rückbau der Stadtautobahn im Jahre 2005 (oben) (KIM & HAN 2012:152).



Abb. 51: Flanieren am Cheonggyecheon (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 29.07.2007).



Abb. 70: Letzte Überreste der ehemaligen Stadtautobahn als ein seltenes Beispiel für den Erhalt von historischer Baustruktur in Seoul (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 08.05.2013).

Bei mehrstündigen örtlichen Begehungen im Juli 2007, Februar 2012 und Mai 2013 (Abb. 69 und 70) konnte festgestellt werden, dass sich das Cheonggyecheon-Projekt bei der Bevölkerung einer großen Beliebtheit erfreut.



Familien, junge Paare und ältere Menschen flanierten und erholten sich entlang des Flusses. Unter den 22 Schatten spendenden Brücken über den 12,04 Kilometer langen Fluss (CHUNG & HWANG & BAE 2012:165) erholten sich die Menschen von der sommerlichen Hitze. Auffällig war, dass die städtische Geräuschkulisse in der sieben Meter tiefen Absenkung deutlich minimiert war. Dies ist auch auf die lokale Reduzierung des Tempolimits von 50 km/h zurück zu führen. Auch bei dieser Grünanlage trat die südkoreanische Ästhetik deutlich in Erscheinung. Die sehr dicht gepflasterten Fußwege und die überwiegend kahlen Seitenwände erzeugten leider eine leicht sterile Atmosphäre. Wasserverschmutzungen durch Müll oder Abfälle wurden während der örtlichen Begehungen nicht festgestellt.

Zusammenfassend kann das Cheonggyecheon-Projekt als ein bemerkenswertes Stadtplanungsprojekt beschrieben werden, welches innerhalb von nur 28 Monaten realisiert wurde und zur Aufwertung des gesamten Stadtzentrums beiträgt (vor allem im Wohn- und Geschäftsbereich) (HWANG 2005:5). Eine wirklich nachhaltig ökologische Sanierung konnte jedoch nicht festgestellt werden. Es existieren zu viele versiegelte Flächen (selbst das Bachbett ist betoniert) und die Fließbewegung wird mittels eines Pumpsystems erzeugt, welches jedes Jahr Kosten von mehr als einer Millionen Dollar verursacht (DGHKBU 2007:36). Da das Projekt im großen Maße durch den damaligen Präsidenten Roh Moo-hyun vorangetrieben wurde, werfen ihm seine politischen Gegner vor, ein viel zu teures Prestigeprojekt initiiert zu haben. Viel höher zu bewerten sind die nachhaltigen Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft. Zum einen konnte die Bevölkerung für grüne Stadterneuerungsprozesse sensibilisiert werden und zum anderen sieht sich das Seoul Metropolitan Government darin bestärkt, die städtischen Umweltkampagnen fortzusetzen und auszuweiten. Als Prestigeprojekt spielt die Sanierung des Cheonggyecheon eine bedeutende Rolle.

#### 4.6.4 Yongsan Park

Yongsan ist ein zentrumsnaher Stadtteil von Seoul und befindet sich südwestlich des Namsan-Parks und nördlich des Han-Flusses. Er befindet sich in der Mitte von drei CBD (Abb. 71) (KIM & HAN 2012:153). In dem Gebiet stand das Hauptgebäude der japanischen Besatzer (1910 - 1945). Nach der Unabhängigkeit wurden das Verteidigungsministerium und das Hauptquartier der US- und UN-Streitkräfte in diesem Gebiet errichtet. Nach dem Ende des Koreakrieges blieben mehrere Tausend US-Soldaten in Yongsan stationiert. Über mehrere Jahrzehnte hinweg stellte das Gebiet (Main Post [1] und South Post [2]) eine Sonderzone dar.

Nach den Olympischen Spielen 1988 legte die Regierung ein Konzept vor, durch welches die US-Streitkräfte aus Seoul ausgelagert und die größten Teile des 3,3 km<sup>2</sup> großen Areals in einen öffentlichen Park verwandelt werden sollten. Das Gebiet von Yongsan würde dann einen Grünflächenverbund zwischen dem Namsan-Park und dem Han-River herstellen (Abb. 61).

Erste Umgestaltungen in Yongsan wurden Anfang der 1990er Jahre vollzogen. Im November 1992 wurde auf einer Fläche von 76.000 m<sup>2</sup> der Yongsan Family Park (4, Abb. 61) eröffnet. 1997 wurde der Bau an dem National Museum of Korea (264.000 m<sup>2</sup>) (3, Abb. 61) abgeschlossen (HWANG 2003: 412). Nach langen Verhandlungen zwischen den USA und Südkorea konnte am 9.12.2004 eine Verlegung der US-Militärbasis ins 35 Kilometer südlich von Seoul gelegene Pyeongtaek beschlossen werden. Eigentlich sollte bis zum 31.12.2008 das Gebiet komplett an Südkorea übergeben werden. Diese Idee wurde auf breiter Basis von der Bevölkerung unterstützt. Denn die Präsenz von vielen Tausend US-Soldaten war im Stadtzentrum von Seoul nicht länger erwünscht (YPPO 2008).

Bis zum Jahre 2013 wurde Yongsan allerdings vom US-Militär genutzt. Dies ist zum einen auf die angespannte politische Lage mit Nordkorea und zum anderen auf Finanzierungsschwierigkeiten beim Bau der neuen US-Militärbasis im Zentrum von Südkorea zurückzuführen (aktueller Stadt: September 2013). Dennoch existieren seit einigen Jahren intensive Debatten des Seoul Metropolitan Government und das Korean Government über die Nutzung des Areals. Zur Diskussion steht allen voran die Finanzierung, welche mehrere Milliarden Euro kosten wird. Favorisiert wird derzeit eine kombinierte Erschließung für Wohn- und Geschäftsflächen. Der Anteil an Grünflächen wurde im Gegensatz zu früheren Planungen deutlich reduziert (KIM & HAN 2012:153).

Kritiker werfen dem damaligen Präsidenten Roh - und großem Yongsan-Park-Befürworter - politische Selbstdarstellung und eine Unterschätzung der entstehenden Baukosten vor. Auch der letzte Präsident Lee Myung-bak (2008 bis 2013) unterstützte den Umbau von Yongsan in einen Park. Jedoch konnte in seiner Amtszeit keine Landnutzungsänderung vollzogen werden. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Situation unter der seit Februar 2013 amtierenden Präsidentin Park Geun-hye entwickeln wird. Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass in dem 2,68 km<sup>2</sup> (Abb. 71, 1 und 2) großem innerstädtischem Gebiet eine Grünflächennutzung angestrebt wird.

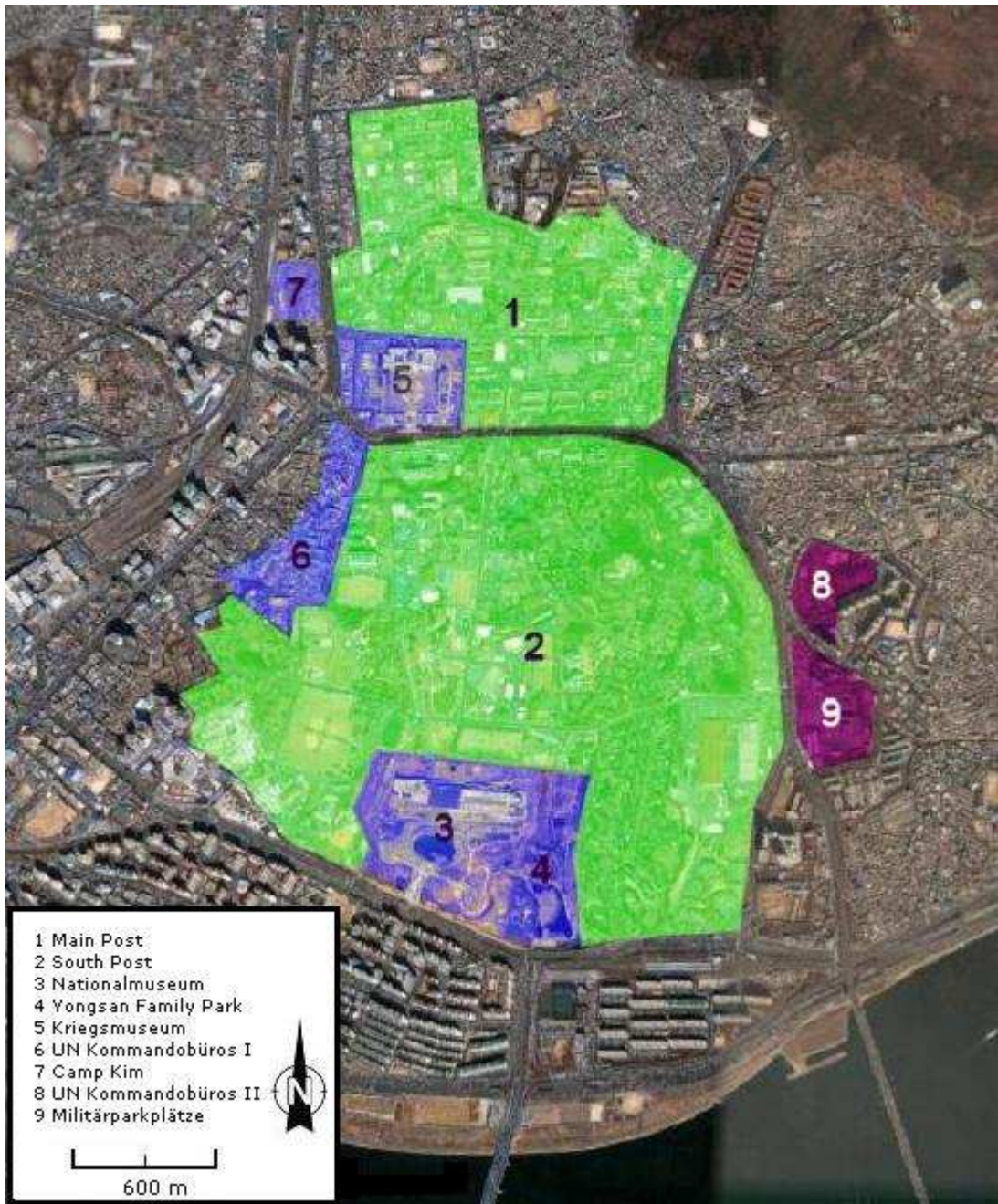


Abb. 71: Yongsan-Areal (Quelle: YPPO 2008 und DIGITAL GLOBE 2008).

#### 4.6.5 Seoul Forest

Die Konstruktion des Seoul Forest wurde am 10.01.2003 beschlossen. Am 28.12.2003 konnte mit dem Bau des Parks begonnen werden. Nach 18-monatiger Bauphase eröffnete am 18.06.2005 der damalige Präsident Lee den Seoul Forest. Der Park besitzt eine Größe von 1,16 km<sup>2</sup> (ICHINOSE & SHEN & YE 2007:1) und befindet sich Südosten der City Hall (5 bis 10 Minuten zu Fuß bis zur nächsten U-Bahn-Station) (SMG 2008<sup>5</sup>). Der Eintritt in den Park ist kostenlos und die meisten Bereiche des Geländes sind durchgängig geöffnet. Der Name Seoul Forest ist irreführend, denn der Park besitzt keine

geschlossene Waldfläche, sondern lediglich eine flächige Begrünung durch angepflanzte Bäume. Der Park wird durch mehrspurige Autostraßen in vier Bereiche zerteilt: Culture and Arts Park (220.000 m<sup>2</sup>), Eco Forest (165.000 m<sup>2</sup>), Experiential Learning Park (85.000 m<sup>2</sup>), Marsh Plants Garden (70.000 m<sup>2</sup>) (SMG 2008<sup>4</sup>).

Über asphaltierte Wege und einige kleine Tunnel kann jedoch das gesamte Parkareal zu Fuß oder mit dem Fahrrad erschlossen werden. Eine örtliche Begehung an einem Samstag im Juli 2007 zeigte, dass der Park sehr gut angenommen wird. Jedoch führten die hohen Besucherzahlen zu einem verringerten Erholungseffekt, da die Atmosphäre (nach eigener Auffassung) eher einem Rummelplatz als einem städtischen Naherholungsgebiet glich (Abb. 72). Der großzügig angelegte Informationscenter und die reichhaltige Ausstattung öffentlicher Einrichtungen (Toiletten, Abfalleimer, Parkplätze vor dem Park) wurden wohl wissend in hoher Stückzahl installiert, um den zu erwartenden Besucheransturm gerecht zu werden.

Vom Seoul Forest führt eine Fußgängerbrücke zum Han-Riverside Park (Kapitel 4.6.2). Vom Seoul Forest kommend überspannt die Brücke Wiesenflächen mit vereinzelt angepflanzten Bäumen und drei kleineren Seen. Man hat von der Brücke aus die seltene Gelegenheit, in Seoul Rehe und Enten (in einem eingezäunten Areal) zu beobachten. Die Brücke überquert rund hundert Meter weiter südwestlich eine sechsspurige Stadtautobahn. Die Brücke stellt keinen Grünflächenverbund dar, ermöglicht jedoch einen einfachen Wechsel zwischen zwei Parklandschaften innerhalb Seouls.

Die Befürworter des Seoul Forest, allen voran die Seoul City Regierung und der damalige Präsident Lee, mussten sich in der Planungsphase gegen andere Baukonzepte durchsetzen. Dabei argumentierten die Kritiker, dass es sinnvoller gewesen wäre, das Ttukseom-Gebiet (auf dem zuvor eine Pferderennbahn und ein Golfplatz existierten) in ein Geschäfts- und Wohnviertel umzugestalten, um Steuereinnahmen zu erhalten (SMG 2008<sup>5</sup>). Laut einer Studie von SHIN & KIM & Mok (2006:1-17) ist die Nähe des Seoul Forest hauptverantwortlich dafür, dass die Wohnraumpreise der Gebäude im Osten und Norden des Parks überproportional in den Jahren 2003 bis 2005 gestiegen sind. Dabei wurde festgestellt, dass eine Korrelation zwischen Wohnraumpreisanstieg und Nähe zum Park existiert, welcher einen Gentrifizierungsprozess erzeugte. Die Autoren empfehlen, diese Entwicklung zur gezielten Aufwertung und Veränderung anderer Stadtgebiete zu nutzen.

Die oben beschriebene starke Frequentierung des Parks zeigt, dass weitere öffentliche Grünflächen in Seoul geschaffen werden müssen. Die Tatsache, dass sich der Park von einem Korsett aus stark befahrenen Straßen umgeben sieht (kein Standort im Park ist mehr als 300 Meter von einer mehrspurigen Straße entfernt), verdeutlicht die stadtplanerische Herausforderung bei der Erarbeitung zukünftiger Grünflächenprojekte.



Abb. 72: Intensive Nutzung des Seoul Forest (Quelle: eigenes Foto, aufgenommen am 08.07.2007).

## 5. Résumé Teil A

Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vollzieht sich ein starker globaler Urbanisierungsprozess. Die Wachstumsdynamik von städtischen Agglomerationen führt zur Entstehung von Megacities und Metropolregionen. In Ostasien, mit seiner dynamischen Wirtschaftsentwicklung, befinden sich zahlreiche hochverdichtete Städte. In Korea hat sich seit den 1950er Jahren eine besonders rasante Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung vollzogen. In den 1970er Jahren beschloss die koreanische Militärdiktatur die Errichtung von Bauverbotszonen. Diese Zonen wurden um die größten koreanischen Städte angelegt mit dem Ziel, das urbane Wachstum besser kontrollieren zu können. Seit 1971 wird auch die Stadtfläche der koreanischen Hauptstadt Seoul von einer Bauverbotszone begrenzt. Sie zieht sich wie ein grünes Band, bestehend aus Wald und landwirtschaftlichen Nutzflächen, um Seoul. Dies führte zur umgangssprachlichen Bezeichnung „Grüngürtel“. Die Existenz einer Bauverbotszone um eine Megacity ist weltweit einzigartig. Der Grüngürtel um Seoul besitzt einen bedeutenden Einfluss auf deren Stadtentwicklung (Abb. 73).

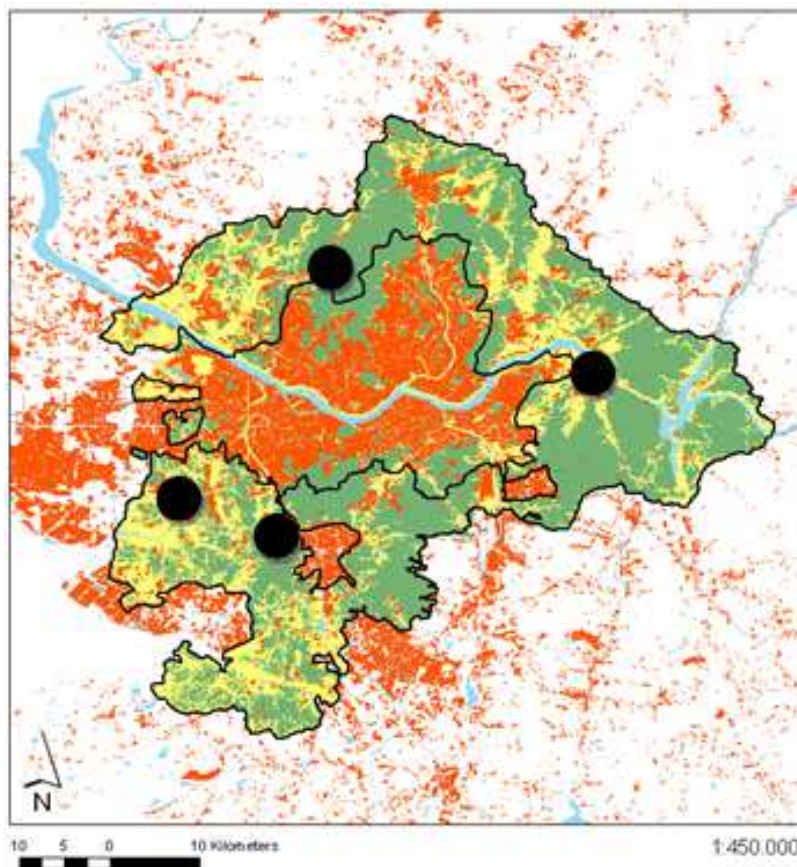


Abb. 73: Landnutzungskarte mit den in Abb. 74 dargestellten Grüngürtelgebieten (schwarze Punkte): Gebirgiger Nordosten, ein Waldgebiet im Osten, ein urban erschlossenes Gebiet und Gewächshäuser (Quelle: eigene Erhebung mit Hilfe von GOOGLE EARTH 2013).



Abb. 74: Nutzungsarten des Seouler Grüngürtels (GB) (von oben ): 1. Gebirgiger Nordosten, wo den GB städtische Bebauung umgibt; 2. GB als Waldgebiet im Osten, von Straßen durchzogen; 3. erschlossenes Gebiet und 4. Gewächshäuser als Grüngürtelzone im Südwesten (Quelle: eigene Aufnahme vom 03.08.2011, restliche: GOOGLE EARTH 2013).

Die begrenzende Wirkung des Grüngürtels beeinflusste die Stadtentwicklung von Seoul signifikant. Infolge der großen Urbanisierungsdynamik von Seoul traten diverse ökonomische, soziale und ökologische Probleme innerhalb der Stadt auf.

Der Grüngürtel führte zu einer hohen Verdichtung der Kernstadt, einem hohen Nutzungskonflikt der verfügbaren Fläche und dem Effekt der Suburbanisierung, welcher sich seit den 1980er Jahren nach der vollständigen Erschließung der Kernstadt vollzogen hatte (Abb. 74). Zahlreiche Forschungen beschäftigen sich mit einer ökonomischen Analyse der Bauverbotszone um Seoul. Es ist anzunehmen, dass der Grüngürtel jedoch auch einen entscheidenden ökologischen Einfluss auf das urbane Gebiet besitzt. Um diesen Einfluss beschreiben zu können, müssen Kenntnisse der ökologischen Situation innerhalb des Grüngürtels bestehen. Es existieren jedoch wenige Informationen zur ökologischen Beschreibung des Grüngürtels. In Teil B dieser Arbeit wird deshalb versucht, anhand der Umweltparameter Lärm, Schadstoffe und Oberflächentemperatur die ökologische Situation im Grüngürtel zu beschreiben.



## Teil B Methodenentwicklung und Anwendungen auf Seoul und den Grüngürtel

### 6. Voraussetzung für Modellberechnungen

#### 6.1 Einführung

Ziel im praktischen Teil dieser Forschungsarbeit ist es, die Schadstoffbelastungen, die Lärmsituation und die Oberflächentemperatur im Grüngürtel zu berechnen. Da für diesen Bereich der Stadt keine offiziellen Daten zur Verfügung stehen, werden Modellrechnungen zur Situationserfassung im Grüngürtel heran gezogen. Ausgangspunkt dafür sind entweder offizielle, für den urbanen Bereich der Seoul City zur Verfügung stehende, Daten oder eigene Messungen. Die Qualität der Modellierungsergebnisse wird von exakten Ausgangsdaten entscheidend geprägt. Außerdem ist es das Ziel, die Ergebnisse der Modellierung kartographisch darzustellen. Dafür werden im Rahmen dieser Arbeit Geographische Informationssysteme (GIS; ArcGIS und Quantum GIS) (Quelle: QuantumGIS [QUANTUMGIS 2013] und ARCGIS [ArcGIS]) verwendet (UOW 2013).

Von zentraler Bedeutung bei diesen Informationssystemen ist ebenfalls das Datenmodell. Die werden als „Scheiben“ (layer) in einem GIS integriert. Jede „Schicht“ besteht aus einer Datenbankquelle mit entsprechenden Koordinaten. Es ist möglich, mehrere Schichten übereinander zu legen (layer cake) und Datensätze zu kombinieren (Abb. 75). Somit können Berechnungen vorgenommen und in einer Karte dargestellt werden.

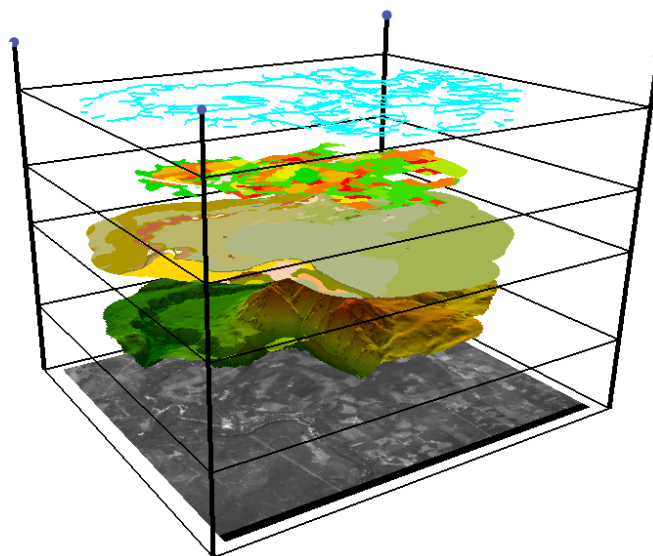


Abb. 75: Schichtaufbau eines GIS (layer cake) (QUELLE: UOW 2013)

Grundvoraussetzung ist, dass alle Daten georeferenziert<sup>40</sup> vorliegen, denn auf dieser Grundlage können die Ergebnisse eingelesen, Berechnungen vorgenommen und Auswertungen dargestellt werden. Dies geschieht, indem alle georeferenzierten Daten als verschiedene Schichten übereinander gelagert (layer cake) werden und somit können die Informationen der einzelnen Schichten kombiniert miteinander verarbeitet werden.

Es sind sowohl für die Berechnungen von Temperatur, Lärm und Schadstoffen exakte Modelle notwendig, als auch für die Darstellung der Ergebnisse in entsprechenden Karten.

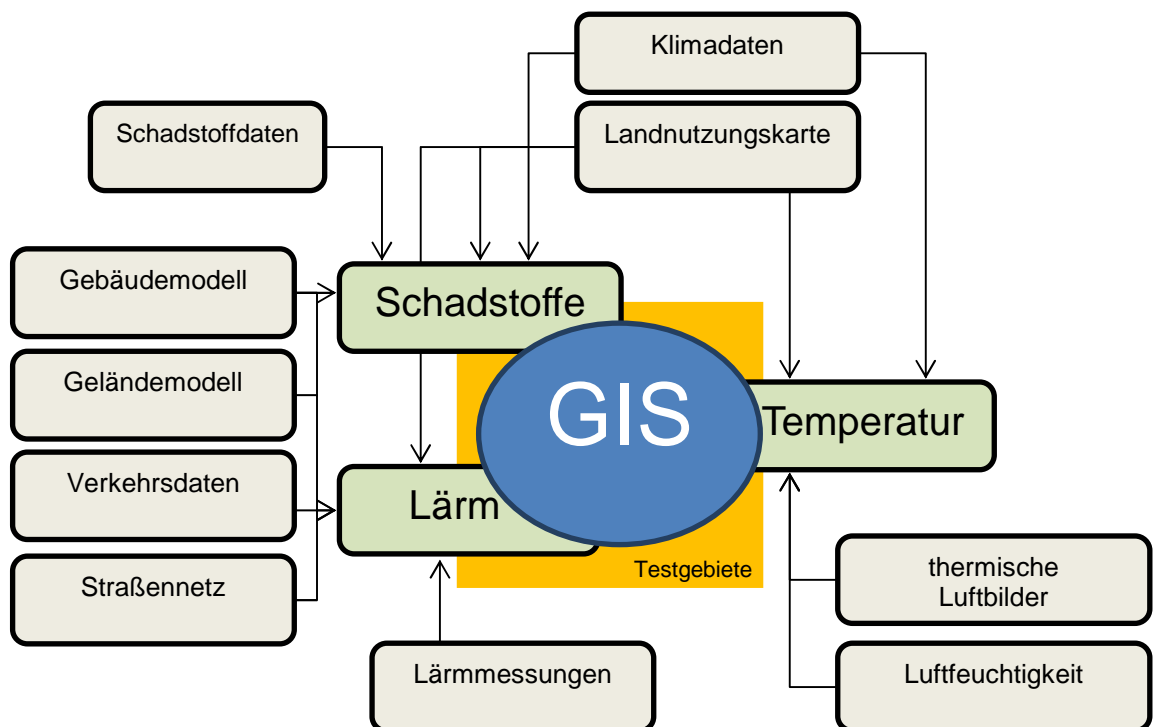


Abb. 76: Eingangsparameter für die Modellierung von Lärm, Schadstoffen und der Temperatur (Quelle: eigener Entwurf).

Diese Wechselwirkung wird in Abbildung 76 dargestellt. Die Parameter (grau markiert), die für die Auswertung notwendig sind, werden in diesem Kapitel beschrieben. In diesem Zusammenhang werden Testgebiete in der Seoul City dargestellt, die zur Modellüberprüfung und Oberflächenmessung ausgewählt wurden. In den Kapiteln 7, 8 und 9 werden die ökologischen Faktoren Schadstoffe, Lärm und Oberflächentemperatur thematisiert (in Abb. 76 grün markiert).

<sup>40</sup> Unter dem Vorgang der Georeferenzierung (oder Verortung) versteht man die Zuweisung raumbezogener Informationen, der Georeferenz, zu einem Datensatz. Der Vorgang spielt eine wichtige Rolle in der Computerkartografie, Fernerkundung und bei Geoinformationssystemen.

## 6.2 Geländemodell

Für Lärm- und Schadstoffmodellierungen eines Untersuchungsgebietes ist es unabdingbar, über ein Geländemodell (engl. Digital Elevation Modell, DEM) zu verfügen (LEE & CHANG & PARK 2008:706). Für durchzuführende Modellierungen mittels MISKAM (Schadstoffe) und LIMA (Lärm) wurden die Geländedaten von ASTER Global DEM verwendet (GDEM 2013).

Das auf optischen Fernerkundungsverfahren beruhende ASTER Global DEM steht in einer Auflösung von 30 m kostenlos zur Verfügung. Für Südkorea lassen sich 20 Kacheln mit einer Größe von jeweils 75 x 75 Kilometern downloaden. Abbildung 77 zeigt die verfügbaren Kacheln für Südkorea (blau) von der ASTER GDEM Website.

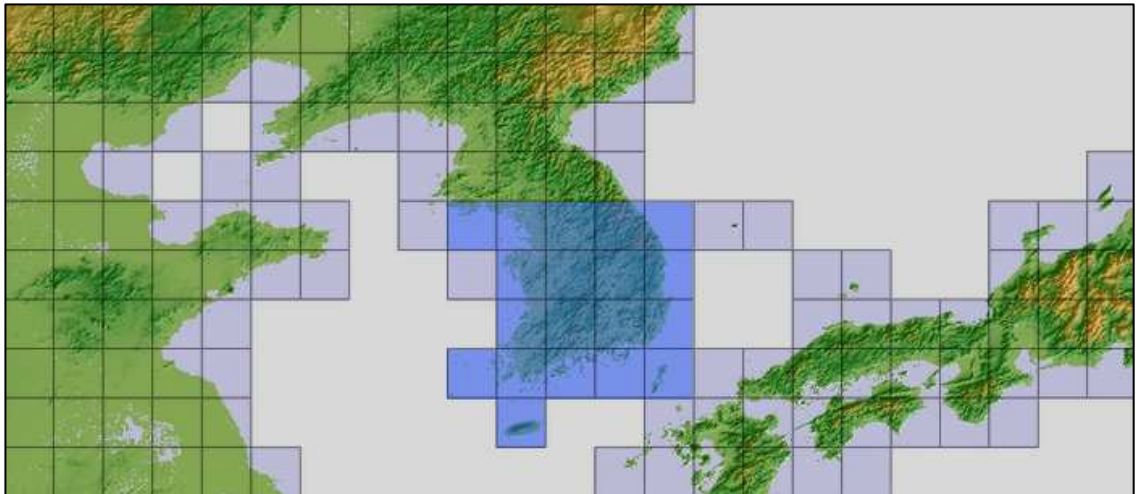


Abb. 77: Verfügbare digitale Geländeinformationen der ASTER Global DEM Website für Südkorea (Quelle: GDEM 2013)

Die ASTER GDEM Daten sind nicht nur sehr wichtig für die Modellierung der Lärm- und Schadstoffe, sondern sie dienen außerdem der Visualisierung. Abbildung 78 zeigt die Seoul Metropolitan Area mit einer fünfstufigen Skalierung der Höheninformationen von 0 bis 1449 m (ARCGIS 2013).

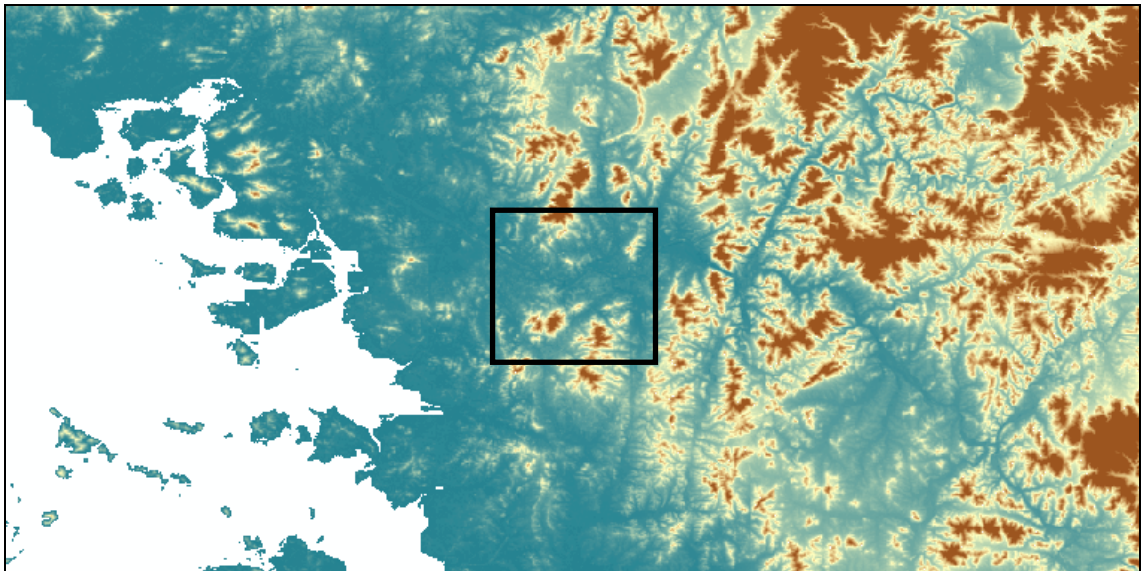


Abb. 78: Digitales Geländemodell der Seoul Metropolitan Area; das schwarze Quadrat zeigt den Ausschnitt für Abbildung 77 (Quelle: GDEM 2013).

### 6.3 Gebäudemodell

Um die Schallpegel- und Schadstoffausbreitung exakt modellieren zu können, ist ein Gebäudemodell der Seoul Metropolitan Area notwendig. Die Stadtverwaltung von Seoul stellte für die Seoul City ein entsprechendes Gebäudemodell bereit (3DGIS 2013). Es war jedoch nicht möglich, die georeferenzierten Daten des Gebäudemodells zu erhalten. Deshalb wurde eine Rekonstruktion der Gebäude für die drei Testgebiete (Lärm- und Schadstoffmodellierung Kapitel 7 und 8) durchgeführt.

Die Rekonstruktion erfolgte über eine Zählung der Etagen für jedes Gebäude. Mit Hilfe der koreanischen Internetplattform NAVER (Quelle: NAVER 2013) war es möglich, eine Ansicht fast jeder Straße innerhalb der Seoul City zu erhalten. Für jede Etage wurde eine durchschnittliche Höhe von drei Metern angenommen. Mit diesem Rekonstruktionsverfahren ließ sich die Höhe und Lage von mehr als 2.200 Gebäuden für drei Testgebiete rekonstruieren (Abb. 79).

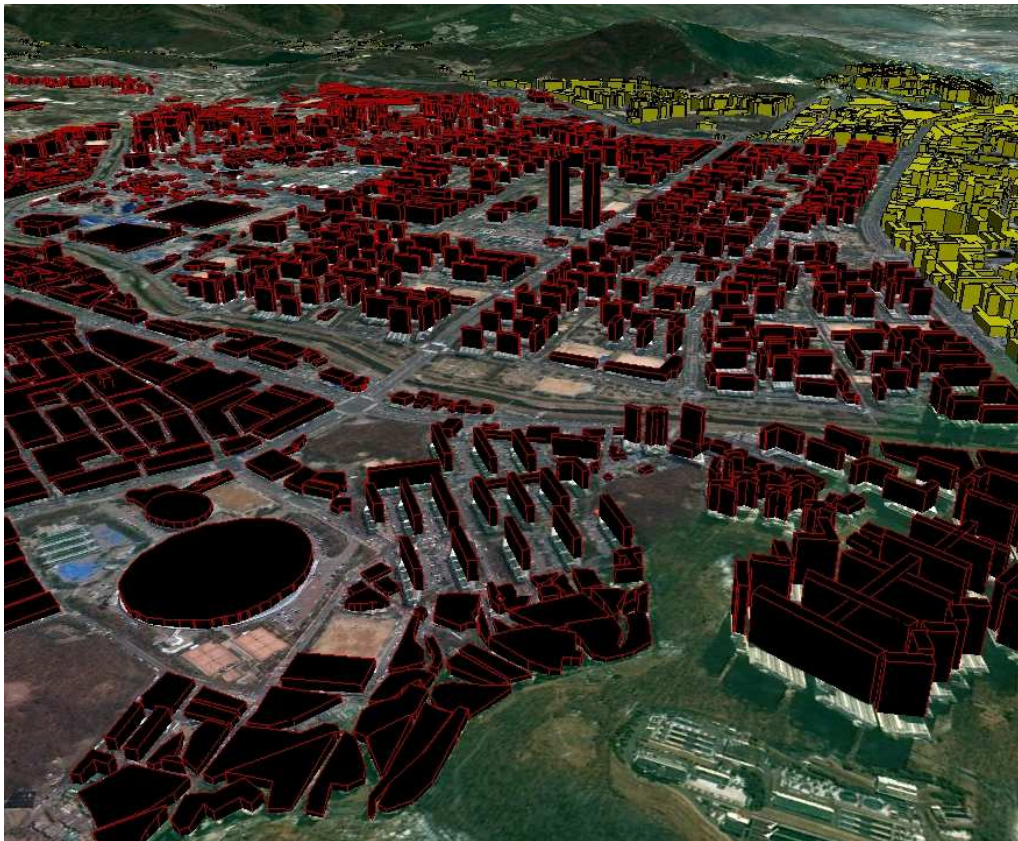


Abb. 79: Rekonstruiertes Areal (Testgebiet 1) (Quelle: eigene Erhebung, basierend auf NAVER 2013).

#### 6.4 Landnutzungskarte

Die Datenrecherche nach georeferenzierten Landnutzungskarten gestaltete sich äußerst schwierig. Das MLTM (Ministry of Land, Transport and Marine Affairs; MLTM 2013<sup>1</sup>) stellt georeferenzierte Gebietsgrenzen zur Verfügung. Sie zeigen jedoch nur die Grenzen der Seoul City, des Grüngürtels und der bebauten Gebiete außerhalb der Seoul City. Diese Daten sind kostenlos abrufbar, enthalten aber keine Informationen zur Landnutzung. Über das MOE (Ministry of Environment; MLTM 2013<sup>1</sup>) ist es möglich, detaillierte Landnutzungskarten mit 16 Untergruppen zu erhalten. Die Daten werden jedoch nur im „Portable Document Format“ (PDF) bereitgestellt und sind somit nicht in ein GIS übertragbar. Auch koreanische Wissenschaftler besitzen keinen leichteren Zugang zu Landnutzungskarten. Da es nicht möglich war, geeignete georeferenzierte Karten zu beschaffen, wurde im Rahmen dieser Arbeit die Landnutzung mit Hilfe zweier Verfahren manuell rekonstruiert. Im Folgenden sollen die beiden Verfahren vorgestellt werden.

#### 6.4.1 Rekonstruktion von 10 Testgebieten

Für die Rekonstruktion der Landnutzungsarten (land cover types, LCT) von 10 Testgebieten (117 km<sup>2</sup>) zur Berechnung der Oberflächentemperatur (siehe Kapitel 9) wurde die Bildanalysesoftware eCognition (*eCognition 2013*) verwendet. Für jede der zehn Testgebiete wurden sechs LCT unterschieden:

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| - Urban     | - offene Flächen |
| - Nadelwald | - Wasser         |
| - Laubwald  | - Wiese          |

Um die Fehlerquote der manuellen Zuordnung so gering wie möglich zu halten, wurden die manuellen Zuordnungen fünfmal für jedes der zehn Gebiete wiederholt. Erst wenn ein Pixel (von 30 x 30 m) bei mindestens drei Testläufen dem gleichen „land cover type“ zugeordnet wurde, konnte der Landnutzungstyp (land cover types, LCT) des entsprechenden Pixels als gesichert angenommen werden (dieses Zuordnung wird in dieser Arbeit als „3 von 5“ Kriterium bezeichnet). Nicht zuzuordnende Pixel wurden für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt.

#### 6.4.2 Rekonstruktion der Seoul Metropolitan Area

Für die SMA (2.200 km<sup>2</sup>) wurde eine gröbere Landnutzungs klassifizierung, basierend auf visuellen Bildern des SPOT-Satelliten (welcher von Google Earth verwendet wird), durchgeführt.

In mehrmonatiger Arbeit war es möglich, eine georeferenzierte Landnutzungskarte der Seoul City und des ihr umgebenden Grüngürtels zu erstellen. Dabei wurden folgende acht Landnutzungsarten unterschieden:

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| - städtisch / urban      | - offene Flächen |
| - Straßen / Asphalt      | - Wasser         |
| - Wald                   | - Gewächshäuser  |
| - städtische Parkflächen | - Wiesen         |

Die Landnutzungs klassifizierung erfolgte durch SPOT Satellitenkarten (SPOT 2013) in Verbindung mit GOOGLE EARTH (2013). Mit Hilfe von QuantumGIS wurden die Dateien aus Google Earth in Polygone umgewandelt und sind somit lesbar für alle GIS. Ein Teilbereich der Landnutzungsrekonstruktion ist in Abbildung 80 dargestellt. In Tabelle 16 (in Verbindung mit Abb. 81) wird die Landnutzungsverteilung der acht rekonstruierten Landnutzungsarten für die Seoul City [A], den Grüngürtel [B] und die seit 1971 bestehenden Lücken im Grüngürtel [C] dargestellt.



Abb. 80: Rekonstruktion von Waldflächen innerhalb der Seoul Metropolitan Area (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von GOOGLE EARTH 2013).

Tab. 16: Verteilung der Flächennutzungsgruppen innerhalb der Seoul City und des Grüngürtels (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von GOOGLE EARTH 2013)

Landnutzungsart	Flächen- verteilung der Seoul City [A] (%)	Flächen- verteilung des Grüngürtels [B] (%)	Flächen - verteilung Der „holes“ [C] (%)	Flächen- verteilung [A + B ] (%)	Flächen- verteilung [A + B + C] (%)
<b>Stadt</b>	51,6	5,7	45,4	22,9	25,9
<b>Wald</b>	26,0	65,2	21,1	50,6	46,7
<b>Stadtparks</b>	2,4	-	-	0,9	0,5
<b>Gewächshäuser</b>	0	3,1	0	1,9	1,7
<b>Wiese</b>	9,3	18,7	26,1	15,2	16,6
<b>offene Flächen</b>	-	0,8	1,0	0,5	0,5
<b>Wasser</b>	5,1	4,5	2,4	4,7	4,4
<b>Asphalt (Straßen)</b>	5,6	2,0	4,2	3,3	3,4

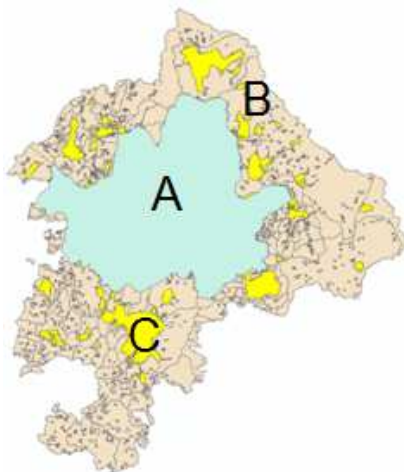


Abb. 81: Übersichtsdarstellung der Seoul City (türkis), Grüngürtel (beige) und die seit 1971 bestehenden Lücken im Grüngürtel (gelb) (Quelle: verändert nach MLTM 2013<sup>1</sup>).

## 6.5 Straßennetz

Das Straßennetz der Seoul City umfasst knapp 8.000 Kilometer (SDI 2005:82 & 93) und ist von der Webseite des MLTM (Ministry of Land, Transport and Marine Affairs) (2013<sup>1</sup>) abrufbar. Das Straßennetz kann in GIS eingelesen (Abb. 82) werden. Folgende Informationen sind zu entnehmen:

- durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV, gemittelt über den Tag)
- Status (Autobahn, Bundesstraße, ...)
- Anzahl der Fahrbahnen

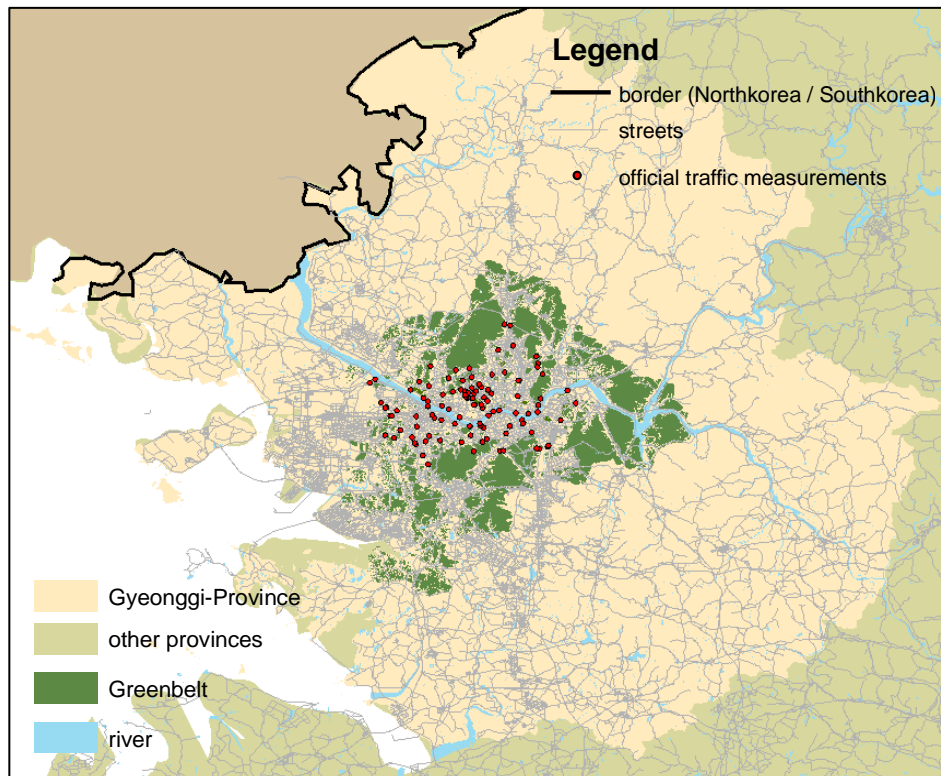


Abb. 82: Straßennetz von Südkorea mit den offiziellen Verkehrsmessstationen (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von MLTM 2013) (Quelle: verändert nach MLTM 2013<sup>1</sup>).

## 6.6 Verkehrsdaten

Daten zu dem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen in Südkorea wurden durch das MLTM (Ministry of Land, Transport and Marine Affairs, MLTM 2013<sup>1</sup>) zur Verfügung gestellt.

Das Straßennetz mit den gemittelten Verkehrsdaten reicht aus, um die Schadstoffsituation mittels MISKAM (Kapitel 7: Schadstoffe) zu modellieren. Die Schallpegelmodellierung mit Hilfe der Software LIMA (Kapitel 8: Lärm) bietet die Möglichkeit, eine differenzierte Betrachtung der Lärmsituation am Tag, am Abend und in der Nacht vorzunehmen. Dazu waren detaillierte Verkehrsinformationen über den gesamten Tag notwendig.



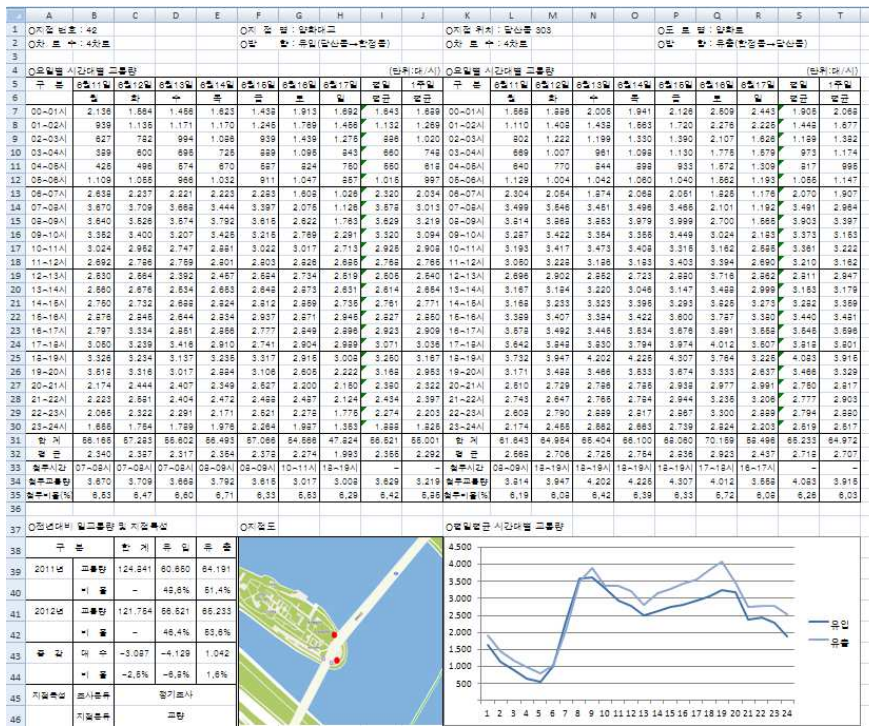


Abb. 83: Datenblatt der stündlichen Verkehrszählungen (Quelle: GTDM 2013).

Entsprechende Informationen konnten durch die GTDB (Gyunggi Transportation Data Base, GTDM 2013) organisiert werden. Die Datenbank des GTDB enthält die stündlichen Verkehrsinformationen, welche an 103 verschiedenen Lokalitäten in der Seoul City (siehe Abb. 83) gemessen wurden. Die Verkehrszählungen wurden jeweils über eine gesamte Woche (Montag bis Sonntag) durchgeführt. Daraus ergeben sich pro Standort 168 Stundenwerte. Die stündlichen Verkehrszählungen sind für alle 103 Standorte über die Jahre 2009, 2010, 2011 und 2012 abrufbar. Abbildung 83 zeigt ein entsprechendes Datenblatt. Es enthält die stündlichen Verkehrszählungen vom 08.10.2012 bis 14.10.2012, die Lage der Messstation (Karte) und eine Verkehrsganglinie für den entsprechenden Straßenabschnitt mit dem Verkehrsaufkommen in beide Straßenrichtungen (hellblau und dunkelblau).

Es war aus zwei Gründen notwendig, eine repräsentative Verkehrsganglinie für die Seoul City anzufertigen.

- 1) LKW-Anteil: Lastkraftfahrzeuge (LKW) verursachen einen deutlich höheren Lärmpegel als Personenkraftfahrzeuge (PKW). Aus diesem Grund war es wichtig, den LKW-Anteil vom gesamten Verkehrsaufkommen zu kennen. Weder die Datensätze des MLTM und des GTDB enthalten entsprechende Informationen. Aus diesem Grund war es notwendig, eigene Verkehrszählungen in der Seoul City durchzuführen und diese mit dem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen in der Seoul City in Verbindung zu setzen.

- 2) Mit Hilfe von LIMA (Schallpegelmodellierung) ist es möglich, die Lärmbelastung für drei verschiedene Tageszeiträume darzustellen:
- I. Tag: 6 - 18 Uhr
  - II. Abend: 18 - 22 Uhr
  - III. Nacht: 22 - 6 Uhr

Es musste das durchschnittliche Verkehrsaufkommen für jede Stunde ermittelt werden. Als Datengrundlage dienten die Verkehrszählungen von 103 offiziellen Verkehrsmessstationen (Abb. 84, blaue Linie).

LIMA als Modellierungssoftware und die zur Verfügung stehende 34 BImSchV EU-Umgebungslärmverordnung zur Berechnung des LKW-Anteils beziehen sich auf eine für Europa geltende Verkehrsganglinie. Es musste demnach geklärt werden, ob die Verkehrsganglinie einer Straße in Europa mit der gemittelten koreanischen Verkehrsganglinie verglichen werden kann. Wie in Abbildung 84 zu sehen ist, wurde die Ganglinie der Autobahn A 4 (grüne Linie) mit der durchschnittlichen koreanischen Verkehrsganglinie verglichen. Die Autobahn A 4 (Deutschland) bei Weimar (Quelle: TLUG 2013) entspricht dem Verkehrsaufkommen einer durchschnittlichen mehrspurigen Straße innerhalb der Seoul City (blaue Linie).

Auf der A 4 ist das Verkehrsaufkommen in den ersten vier Tagesstunden auf einem konstant niedrigen Niveau. Auch die koreanische Ganglinie zeigt das geringste Verkehrsaufkommen in den frühen Morgenstunden, obwohl der Verkehr in Seoul von Mitternacht bis 3:00 Uhr deutlich höher ist als auf der A 4. Erst 4:00 Uhr besitzen beide Ganglinien ein ähnlich hohes Verkehrsaufkommen. Bedingt durch den Berufsverkehr steigen beide Ganglinien ab 5:00 Uhr an. Die koreanische Ganglinie führt zu einem ersten Maximum 9:00 Uhr. Auf der A 4 ist der steilste Anstieg bereits 8:00 Uhr erreicht. Bis 17:00 Uhr nimmt der Verkehr auf A 4 kontinuierlich zu. In Korea verringert sich das Verkehrsaufkommen zwischen 9:00 Uhr und 13:00 Uhr. Dennoch bleibt der Verkehr auf einem hohen Niveau. In Korea ist zur Mittagszeit (13:00 Uhr) ein leicht absinkendes Verkehrsaufkommen erreicht. Bis 19:00 Uhr (Feierabendverkehr) steigt der Verkehr auf ein Maximum an. Der Verkehr auf der A 4 ist ab 17:00 Uhr bis Mitternacht konstant rückläufig. Auch in Korea fällt der Verkehr ab 19:00 Uhr bis Mitternacht deutlich ab. Die Tagesganglinie mit zwei Maxima ist typisch für Straßen mit hohen Pendlerbewegungen.

Vergleicht man die Verkehrsganglinien in Abbildung 84 kann konstatiert werden, dass die A 4 einen ähnlichen Kurvenverlauf wie die koreanische Ganglinie besitzt. Aus diesem Grund kann die Tagesunterscheidung laut LIMA (Tag, Abend und Nacht), sowie die 34 BImSchV nach RLS-90 (BImSchV 2013) zur Berechnung des LKW-Anteils auch für Korea verwendet werden.

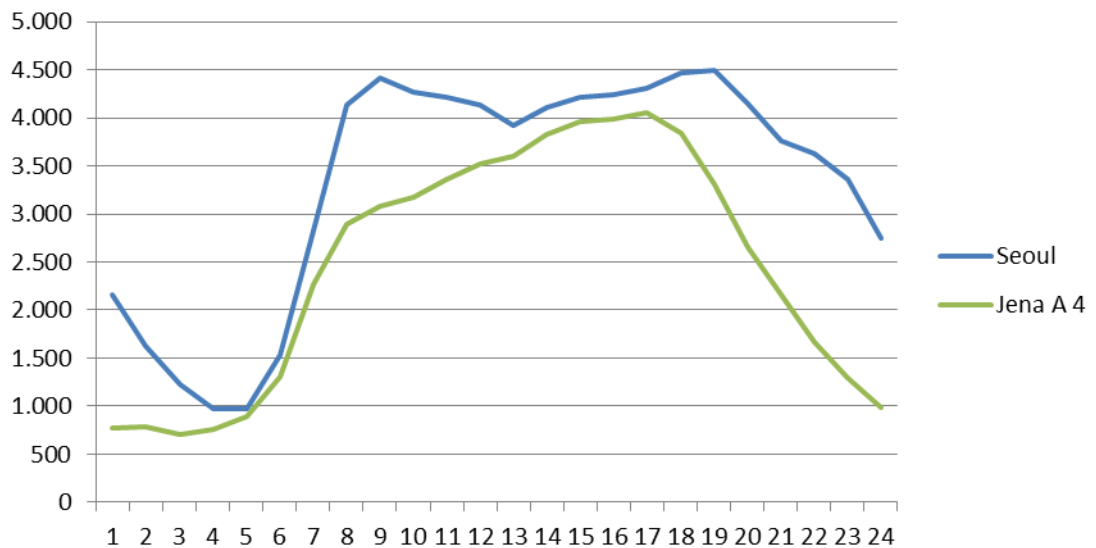


Abb. 84: Gemittelte Verkehrsganglinien von Seoul und der Autobahn A 4 (Deutschland) über einen Tag (24 Stunden) (Quelle: TLUG 2013 und GTDM 2013).

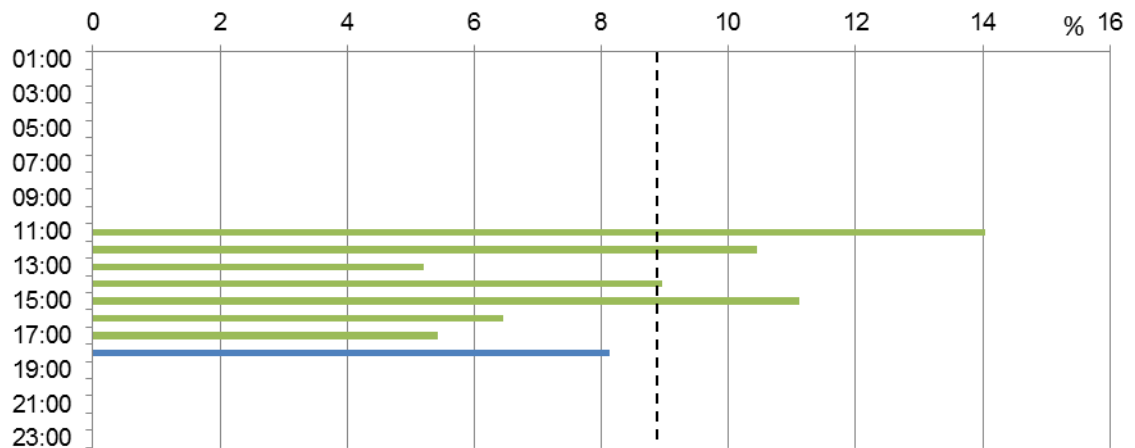


Abb. 85: LKW-Anteil (in %) am DTV (daily traffic volume, durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen) für die Seoul City (Quelle: eigene Erhebungen im Mai 2013, basierend auf mehr als 90 Straßen).

Weiterhin war es notwendig, die Höhe des LKW-Anteils zu kennen. Aufgrund eigener zweiwöchiger Verkehrserhebungen in der Seoul City im Mai 2013 an mehr als 90 Straßenteilstücken konnte der LKW-Anteil ermittelt werden. Die Ergebnisse der Zählungen sind in Abbildung 85 dargestellt. Die grünen Balken befinden sich im Modellierungszeitraum „Tag“ (6:00 - 18:00 Uhr). Aus den sieben gemittelten LKW-Stundenwerten konnte der durchschnittliche LKW-Anteil von 8,8 % (gestrichelte Linie) ermittelt werden. Der blaue Balken befindet sich im Untersuchungszeitraum „Abend“ (18:00 - 22:00 Uhr). Basierend auf den eigenen Erhebungen und dem PKW-LKW-Verhältnis - beschrieben in der 34 BImSchV nach RLS-90 - konnte der LKW-Anteil auch auf die Tageszeiträume „Abend“ und „Nacht“ übertragen werden (Quelle: BImSCHV 2013).

## 6.7 Klima

Das Klima der koreanischen Halbinsel ist durch einem kalten und relativ trockenen Winter und einem heißen, feuchten Sommer geprägt (Abb. 86) (LEE ET AL. 1999:3143). Die Seoul Metropolitan Area befindet sich im Einfluss des "asiatischen Monsuns", welcher im Sommer (April bis September) warme und feuchte Luftmassen vom Pazifik nach Korea transportiert. Im Winter (Oktober bis März) bildet sich ein ausgedehntes Hoch über Zentralasien, welches für kalte und trockene Luft verantwortlich ist. Der überwiegende Teil der Niederschläge in Seoul fällt zwischen Juni und September (DECC 2011:12). In diesem Zeitraum fallen 83,8 % der jährlichen Niederschläge. Das entspricht durchschnittlich 1.126 mm Niederschlag in der Regenzeit gegenüber 218 mm Niederschlag in der Trockenzeit (KMA 2013).

Aufgrund der klimatischen Bedingungen mit jahreszeitlichen Regen- und Trockenperioden kann von saisonal verschiedenen Schadstoffbelastungen ausgegangen werden. Die Auswertung der Schadstoffbelastung erfolgte deshalb nicht nur für ein Jahr von Januar bis Dezember, sondern es wurden auch die Trocken - und Regenphase getrennt betrachtet. Daraus ergeben sich drei Untersuchungszeiträume:

- Jahrgang: Januar bis Dezember
- Regenzeit: April bis September
- Trockenzeit: Oktober bis März

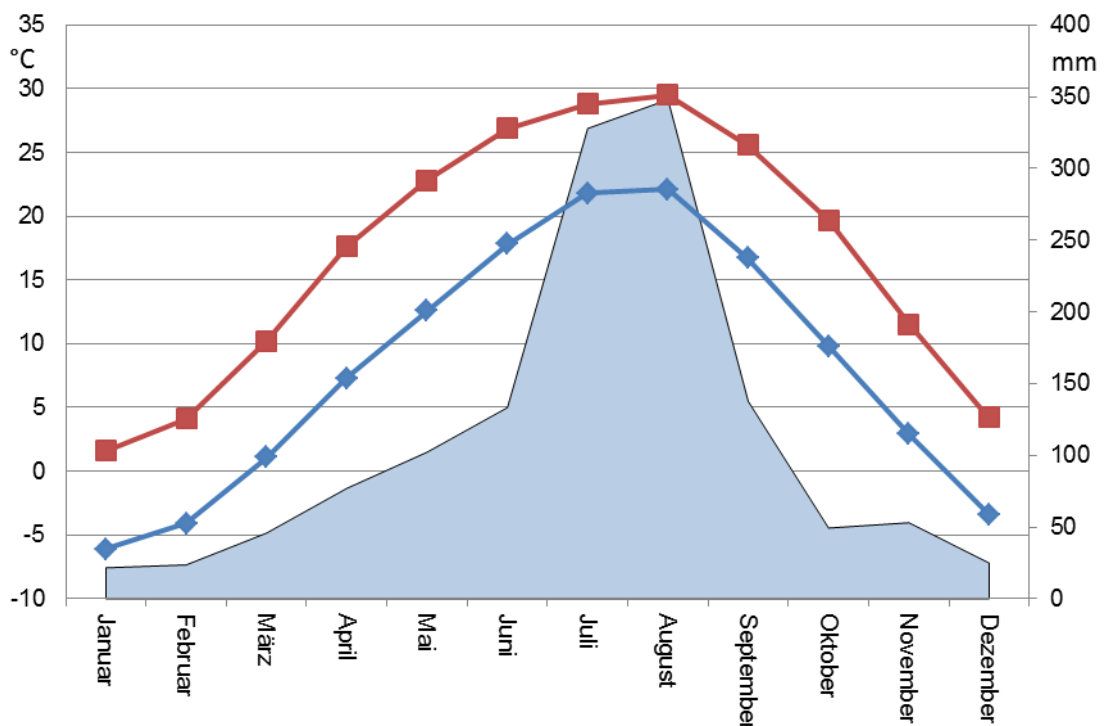


Abb. 86: Durchschnittliche Temperaturen und Niederschlagsmengen von Seoul (rot: max, blau: min (KMA 2013).

## 6.8 Schadstoffdaten

Eigene Schadstoffmessungen im Rahmen dieser Forschungsarbeit konnten nicht realisiert werden. Deshalb dienen die offiziellen Schadstoffmessungen des Korean Ministry of Environment (MOE) als Datengrundlage für eine Beurteilung der Schadstoffsituation in Seoul. Das MOE hat im Jahre 2002 ein landesweites Schadstoffmessnetz eingerichtet. Es umfasst 292 Schadstoffmessstationen. Das Messnetz besitzt den offiziellen Namen „Real Time Ambient Air Quality Dissemination System“. Seine Kurzform lautet AIRKOREA. Auf der Internetseite von AIRKOREA (2013) konnten die Messergebnisse fünf verschiedener Schadstoffe abgerufen werden. Es handelt sich dabei um Ozon ( $O_3$ ), Feinstaub (PM-10), Schwefeldioxid ( $SO_2$ ), Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ). Für den Zeitraum von 2006 bis 2011 sind alle Messwerte, die stündlich erfasst wurden, abrufbar (Abb. 87).

Um der Tatsache gerecht zu werden, dass Luftschadstoffe auch transportiert werden können, wurde das Untersuchungsgebiet der Seoul Metropolitan Area auf 40 Kilometer um die Gyeonggi-Provinz erweitert (AIRKOREA 2013).

Eine Lokalisierung der veröffentlichten Messdaten ergab, dass sich 91 der insgesamt 292 Schadstoffmessstationen innerhalb des definierten Untersuchungsgebietes befanden. Eine der 91 Messstationen hatte fehlerhafte Messwerte geliefert, somit können 90 Stationen als Datengrundlage genutzt werden, um die Schadstoffkonzentrationen in Seoul zu beurteilen.

Folgender Algorithmus zur Datenerfassung der Schadstoffmesswerte war dazu notwendig. Abbildung 87 zeigt den Aufbau der Internetseite von AIRKOREA (AIRKOREA 2013). Nach Eingabe der Verwaltungsbezirkes (Gu) (1) erscheinen alle zugehörigen Messstationen innerhalb dieses Bezirkes. Über eine vierstellige interne Nummerierung lassen sich die einzelnen Messstationen aufrufen (2). Im Folgenden wurden das Jahr, der Monat und die Stundendaten für jede Station einzeln ausgewählt (3). Die Daten der 90 Stationen sind für den Zeitraum von Januar 2006 bis Dezember 2011 (72 Monate) verfügbar. Daraus ergeben sich 6480 Datensätze. Jeder Datensatz enthält die stündlichen Schadstoffkonzentrationen für PM-10,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$  und CO (4).

www.airkorea.or.kr

검색어를 입력하세요 | 사이트맵 안내 | Airkorea를 소개합니다 | 사이트맵 : English | 회원가입

에어코리아 | 대기오염도 | 대기오염통계 | 대기오염배출터 | 고객의 소리 | 어린이 학습센터

실시간자료 | 황사/미세먼지 | 오존 | 웹캠

### 대기오염도

대기오염도 실시간 대기오염도를 제공하고 있습니다.

- 실시간자료
  - 우리동네대기질
  - 시도별 대기질 비교
  - 대기오염흐름도
  - 주간 대기오염도 분석
- 황사/미세먼지
- 오존
- 웹캠

#### ○ 우리동네대기질

HOME / 대기오염도 / 실시간자료 / 우리동네대기질

1. 지역명 검색: 서울 중구 을지로7가 135-5 (동대문운동장역4거리) 검색 | 지역명 검색은 거주지역으로(00-00)로

속정소명	속정소 주소	거리	속정량	우리동네설정
동대문	서울 중구 을지로7가 135-5 (동대문운동장역4거리 인도)	0.0 Km	도로변대기	<input checked="" type="checkbox"/>
종로구	서울 종로구 효자동 173-2(종로5,6가 주민센터)	0.8 Km	도시대기	<input type="checkbox"/>
성계천	서울 중구 주교동 125-1 (성계천4가 로타리 포인트타운 앞)	0.9 Km	도로변대기	<input type="checkbox"/>

2. 데이터구분: 시간 / 일간 | 조회기간: 2011년 1월

3. CAT지수: 보통  
관측구역에 민생 노출시 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준.

4. 1월수치

날짜 (년.월.일 시)	미세먼지 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	오존 (ppm)	미산화질소 (ppm)	알산화탄소 (ppm)	미황산가스 (ppm)
2009-01-01 01	38	0.013	0.02	0.3	0.006
2009-01-01 02	36	0.015	0.017	0.4	0.007
2009-01-01 03	40	0.014	0.015	0.3	0.009
2009-01-01 04	38	0.017	0.013	0.3	0.008
2009-01-01 05	34	0.017	0.012	0.3	0.008
2009-01-01 06	40	0.014	0.015	0.3	0.006
2009-01-01 07	38	0.013	0.018	0.3	0.005
2009-01-01 08	32	0.011	0.022	0.3	0.008
2009-01-01 09	36	0.01	0.022	0.4	0.007
2009-01-01 10	36	0.011	0.025	0.4	0.008
2009-01-01 11	42	0.012	0.027	0.4	0.01
2009-01-01 12	42	0.014	0.019	0.5	0.008
2009-01-01 13	49	0.014	0.02	0.4	0.007
2009-01-01 14	43	0.017	0.017	0.3	0.009
2009-01-01 15	52	0.018	0.015	0.4	0.007
2009-01-01 16	45	0.018	0.019	0.3	0.006
2009-01-01 17	46	0.015	0.021	0.4	0.008
2009-01-01 18	44	0.012	0.029	0.3	0.007

Abb. 87: Export der Schadstoffmessdaten von der koreanischen Website AIRKOREA (Quelle: verändert nach AIRKOREA 2013).

## 6.9 Schallpegelmessungen

Über das vom Ministry of Environment (MOE) verwaltete National Noise Information System (NOISE 2013) ist es möglich, die Datensätze von 178 offiziellen Schallpegelmessstationen abzurufen (Abb. 88).

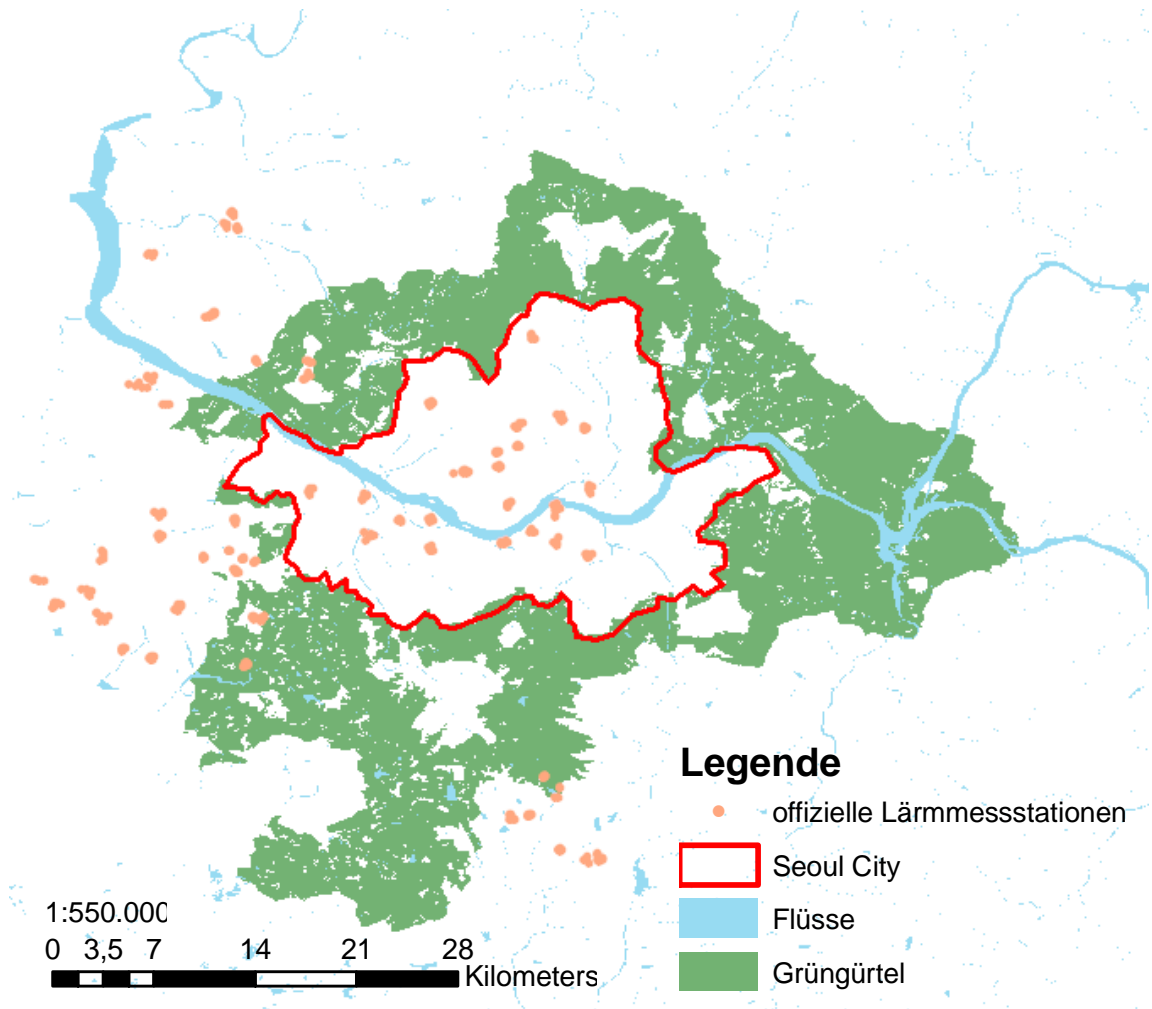


Abb. 88: Übersicht der offiziellen Schallpegelmessstationen innerhalb der Seoul Metropolitan Area (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von NOISE 2013).

Abbildung 117 (Kap. 8.2) zeigt den Datensatz einer Schallpegelmessstation innerhalb der Seoul City. Die Schallpegelmessungen liegen in dB(A) quartalsweise gemittelt für die Stunden 9:00 - 12:00 - 16:00 - 20:00 - 23:00 - 1:00 Uhr im Untersuchungszeitraum von 2/2009 - 4/2012 vor. Die exakten Koordinaten der Stationen waren nicht bekannt, aber eine Übersichtskarte auf der Website von NOISE (2013) enthielt die ungefähren Positionen der einzelnen Schallpegelmessstationen (auf 100 m genau).

## 6.10 Thermische Luftbilder

Für die Berechnung der Landoberflächentemperaturen waren Thermalkarten notwendig. In dieser Forschungsarbeit wurden die frei verfügbaren Aufnahmen des Landsat-7-Satelliten<sup>41</sup> verwendet, die von der Website erhältlich sind. Landsat-7 ist ein am 15.04.1999 gestarteter Forschungssatellit der US-amerikanischen Luft- und Raumfahrtbehörde NASA. Er ist mit dem multispektralen Sensor ETM+ ausgestattet und erstellt Aufnahmen der Erdoberfläche (USGS 2013).

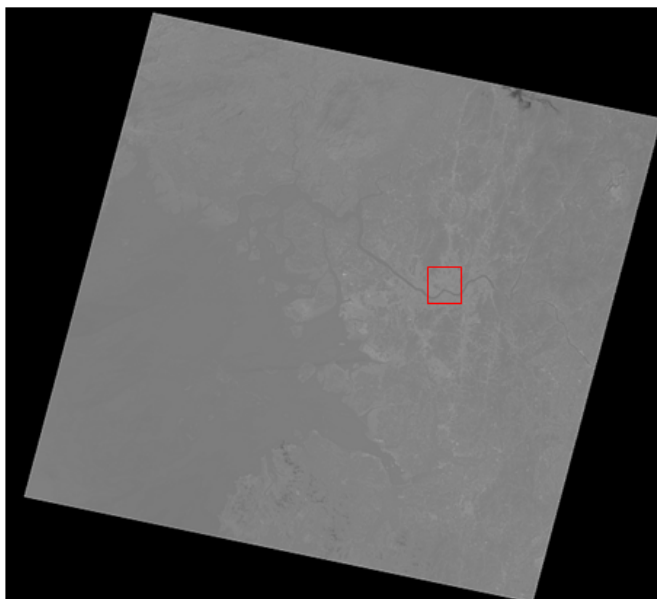


Abb. 89: Thermalkarte (Band 6.1) des Landsat-7-Satelliten für die Seoul Metropolitan Area (rot markiert ist Area 10, Quelle verändert nach USGS 2013).

Abbildung 89 zeigt eine Thermalaufnahme mit einer Ausdehnung von 250 x 250 Kilometern, welche am 06.06.2002 für die Region der Seoul Metropolitan Area aufgenommen wurde. Man erkennt in der Thermalkarte den „w-förmigen“ Han-Fluss, der die Seoul City durchfließt. Eines der Testgebiete (Area 10, Abb. 89) ist rot markiert. Im Westen der Seoul City befindet sich das „Gelbe Meer“. Im Folgenden werden die Auswahlkriterien für die verwendeten Landsat-7-Thermalkarten beschrieben.

Grundsätzlich ist es notwendig, wolkenfreie Satellitenkarten für die Untersuchungsgebiete zu besitzen. Bei Bewölkung ist es nicht möglich, die thermische Information eines Gebietes zu erhalten, sodass Aufnahmen bei

---

<sup>41</sup> Landsat-7 ist Teil des Earth Observing Systems (EOS), einem etliche Missionen umfassenden, längerfristigen Forschungsprogramms der NASA. Der größte Teil der Erdoberfläche bei NASA World Wind und bei Online-Kartenportalen wie z. B. Google Maps (Earth), MSN Maps oder Yahoo Maps wird durch aufbereitete Landsat-7-Satellitenbilder dargestellt. Der Satellit bewegt sich auf einer polaren, sonnensynchronen Erdumlaufbahn (SSO) USGS 2013).



Bewölkung zur Auswertung nicht verwendet werden können. Wolken lassen sich bereits visuell auf der Thermalkarte ausfindig machen (sehr dunkles Gebiet im oberen Teil von Abb. 89). Das in Kapitel 6.7 beschriebene Klima von Korea, mit intensiven Regenphasen während der Sommermonate, beschränkt die Verfügbarkeit der Aufnahmen. Aufgrund der intensiven Niederschläge und mehreren ganztägigen Bedeckungsphasen im koreanischen Sommer standen im Zeitraum 1999 bis 2012 keine verwertbaren Aufnahmen zwischen Mitte Juni und Anfang September zur Verfügung.

Tabelle 17 fasst alle 36 wolkenlosen Aufnahmen für das Untersuchungsgebiet der Seoul Metropolitan Area zusammen. Ab 29.09.2003 besteht das Mechanikproblem („Streifen“) am Satelliten.

Eine Eigenschaft der Umlaufbahn des Landsat-7 ist es, dass der Satellit einen Punkt auf der Erde jeden Tag zur selben Zeit passiert. Deshalb liegt der Aufnahmezeitpunkt in einem engen Zeitfenster zwischen 01:58:50 und 02:07:02 GMT (GMT + 9 Std. = koreanische Zeit) (USGS 2013). Alle Aufnahmen wurden demnach zwischen 10:58:50 bis 11:07:02 Ortszeit aufgenommen.

Im niederschlagsintensiven koreanischen Sommer (Abb. 90, blaue vertikale Linien) existieren keine wolkenfreien Aufnahmen der Seoul City (USGS 2013).

Für diese Forschungsarbeit wurden Testgebiete mit einer Größe von 9 km<sup>2</sup> (area 1-9) bzw. 36 km<sup>2</sup> (area 10) ausgewiesen. Weil die Testgebiete relativ klein sind, durften sie nicht durch die „Streifen“ des Mechanikproblems am Landsat-7-Satelliten beeinflusst werden. Damit war die Auswahl des Untersuchungszeitraumes zwischen 1999 und 2003 beschränkt. Mit Hilfe der Testgebiete sollte die typische Temperaturentwicklung über einen Jahreszyklus berechnet werden. Es war deshalb notwendig, zeitlich und für die Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst und Winter) zusammenhängend Satellitenkarten zu verwenden. Deshalb wurden fünf Aufnahmen zwischen dem 29.01.2002 und 28.10.2002 (siehe I - V in Tab. 17) ausgewählt.

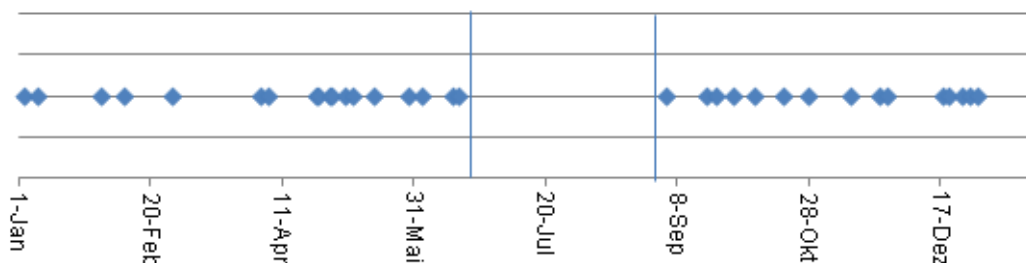


Abb. 90: Wolkenfreie Landsat-7 Satellitenaufnahmen der Seoul City zwischen 1999 - 2012 (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von USGS 2013).

Tab. 17: Übersicht aller wolkenfreien Aufnahmen für das Untersuchungsgebiet der Seoul Metropolitan Area (Quelle: eigene Zusammenstellung auf Grundlage von *USGS 2013*)

Datum	Aufnahme (GMT)	10 testareas	SMA	Landsat mit "Streifen"
29.04.2000	01:59:58		1	
04.09.2000	02:01:51		2	
25.12.2000	02:01:30		3	
03.06.2001	02:00:45		4	
23.09.2001	01:59:30		5	
28.12.2001	01:59:42		6	
29.01.2002	01:59:50	I		
03.04.2002	01:59:47	II	7	
06.06.2002	01:59:38	III		
10.09.2002	01:59:00	IV	8	
28.10.2002	01:58:50	V	9	
01.02.2003	01:59:36		10	
08.05.2003	01:59:48		11	
29.09.2003	01:59:14		12	x
03.01.2004	01:59:58		13	x
03.01.2004	01:59:58		14	x
20.12.2004	02:00:18		15	x
29.05.2005	02:00:37		16	x
08.01.2006	02:00:52		17	x
16.05.2006	02:01:07		18	x
17.06.2006	02:01:02		19	x
07.10.2006	02:00:22		20	x
28.02.2007	02:01:32		21	x
27.11.2007	02:01:15		22	x
05.05.2008	02:01:06		23	x
13.11.2008	02:00:10		24	x
31.12.2008	02:00:40		25	x
06.04.2009	02:01:21		26	x
18.12.2009	02:02:05		27	x
25.04.2010	02:03:15		28	x
18.10.2010	02:03:27		29	x
15.06.2011	02:04:38		30	x
10.02.2012	02:05:10		31	x
30.04.2012	02:05:28		32	x
07.10.2012	02:06:41		33	x
24.11.2012	02:07:02		34	x

## 6.11 Luftfeuchtigkeit

Durch Ballonmessungen kann die Veränderung der Luftfeuchtigkeit und Temperatur in Abhängigkeit von der Höhe ermittelt werden. Diese Parameter sind für die Berechnungen der Oberflächentemperatur notwendig. Auf der Website von UWYO (2013) sind weltweite atmosphärische Ballonmessungen abrufbar. In dieser Arbeit wurden die Messergebnisse der Station Osan verwendet. Osan befindet sich 47 Kilometer Luftlinie südlich der Seoul City Hall.

## 6.12 Testgebiete

### 6.12.1. Testgebiete für Lärm und Schadstoffe

Für die Auswertung der Lärm- und Schadstoffbelastung war es notwendig, innerhalb der Seoul City Testgebiete festzulegen, um die Anwendbarkeit der Lärm- und Schadstoffmodelle zu überprüfen. Dazu wurden für die drei Gebiete (Abb. 91- 95 und Tab. 18) 2638 Gebäude hinsichtlich ihrer Höhe und Lage rekonstruiert und ergänzend zu den 103 offiziellen Zählungen an 87 Standpunkten eigene Verkehrszählungen durchgeführt.

Die Anzahl der offiziellen Lärm- und Schadstoffmessstationen dieser Gebiete sind in Tabelle 18 angegeben. In Abbildung 91 bis 94 sind die Testgebiete sowie eine Übersichtskarte dargestellt, aus der die Höhe der Gebäude sowie die Lage der Messstationen in Verbindung mit den Standorten der eigenen Verkehrszählungen zu entnehmen ist.

Abbildung 95 ist eine Gesamtübersicht der rekonstruierten Testgebiete.

Als geeignet erwiesen sich diese Gebiete, da sie zentral gelegen und somit gut erreichbar waren. Außerdem existierten viele Messstationen auf relativ kleinem Raum.

Tab. 18: Drei Testgebiete für Lärm und Schadstoffe (Quelle: eigener Entwurf)

Datum	Name	Fläche (ha)	rekonstruierte Gebäude	Orte der Verkehrszählung	offizielle Schadstoffst.	offizielle Schallpegelm.
Area 1	Dongdaemun	315	1.375	41	3	5
Area 2	City Hall	760	731	32	1	10
Area 3	Namsan-Süd	225	532	12	1	5
Gesamt		1.300	2.638	85	5	20

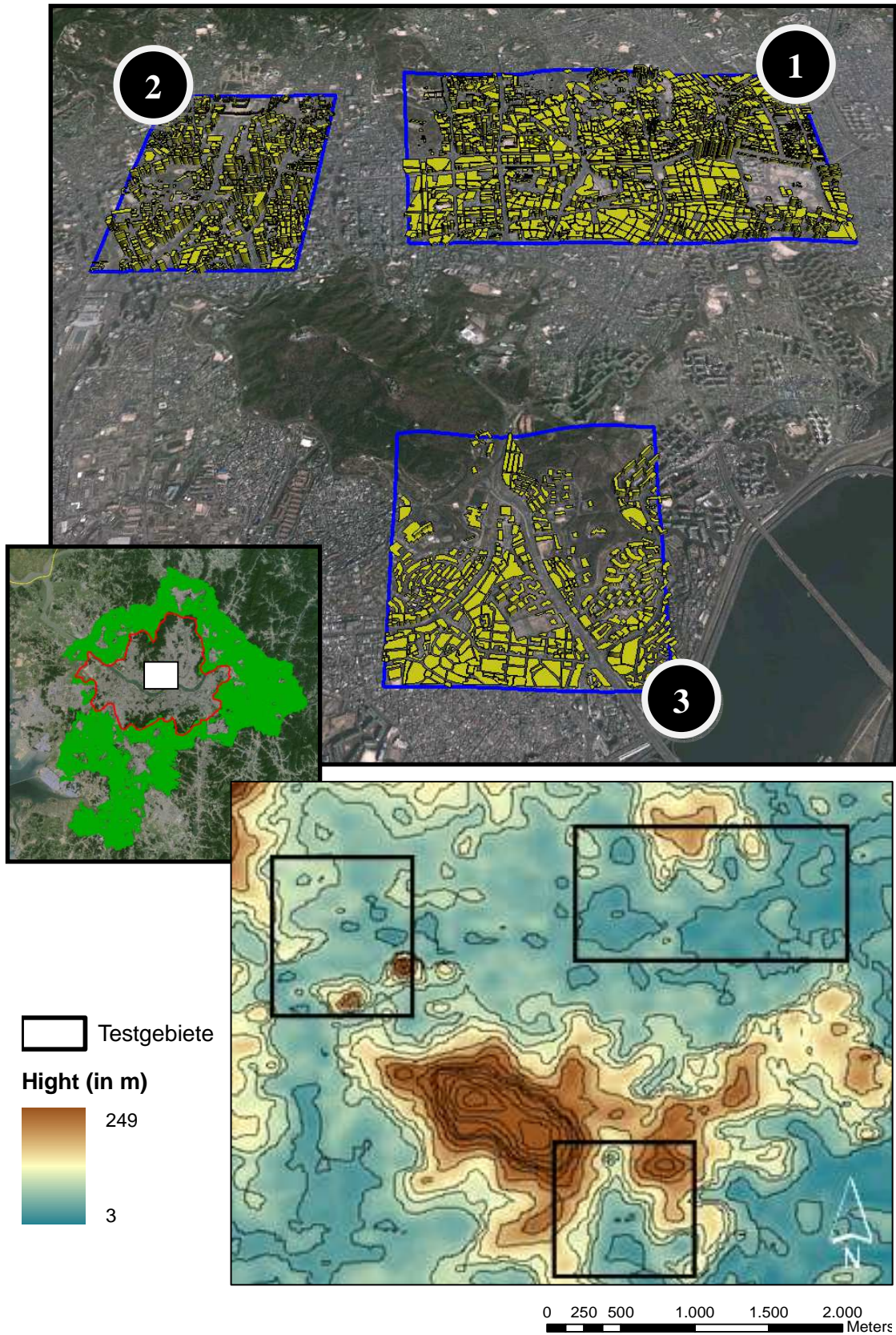


Abb. 91: Topographische Karte der Testgebiete in der Seoul-City (kleines Bild links), Geländerekonstruktion der Testgebiete 1 bis 3, Lage der Testgebiete (untere Karte) (Quelle: eigener Entwurf).

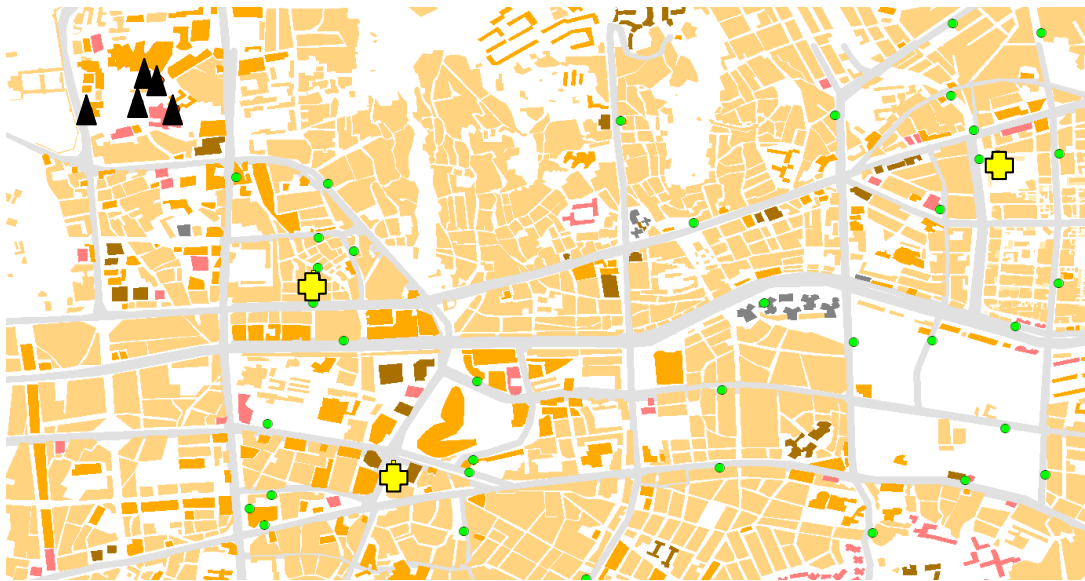


Abb. 92: Testgebiet 1: Dongdaemun (Legende siehe Abb. 93+94) (Quelle: eigener Entwurf).

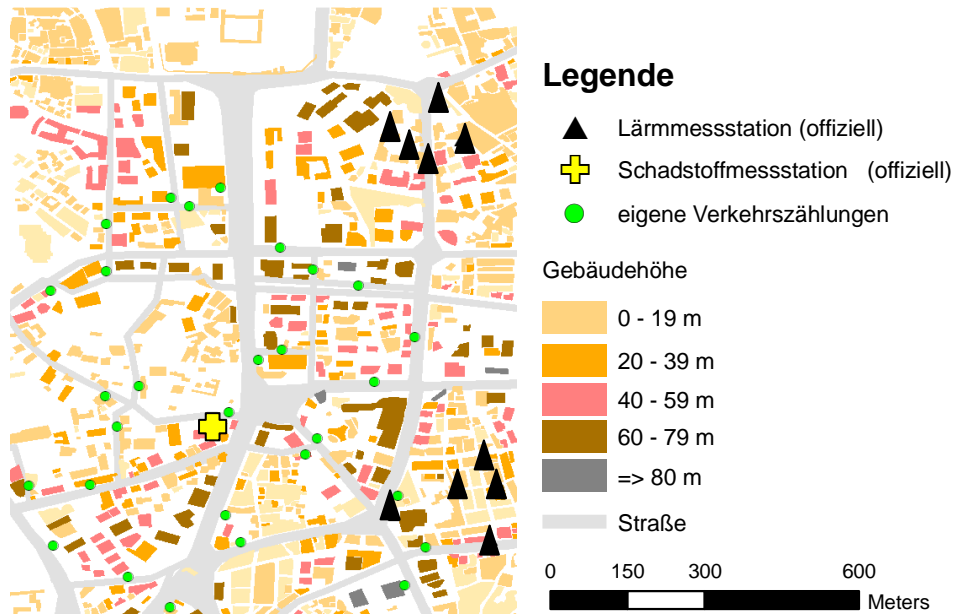
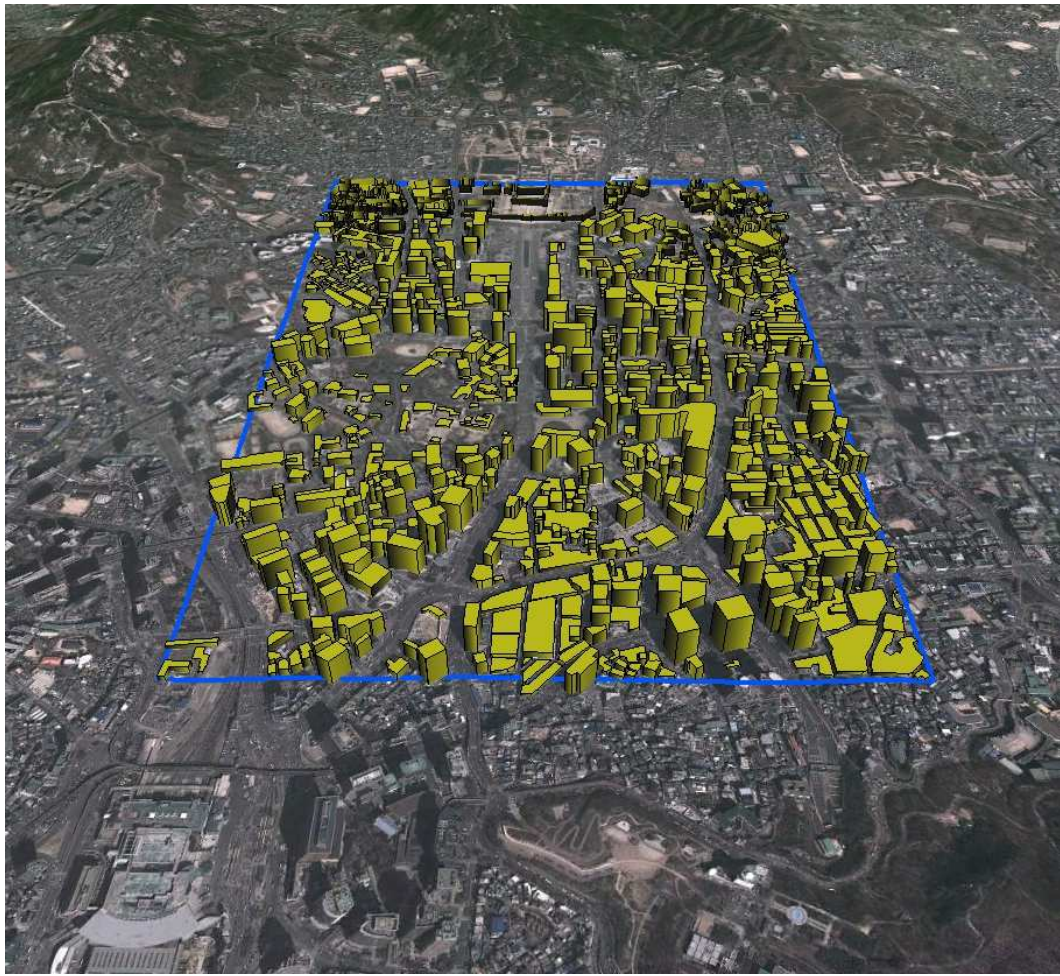


Abb. 93: Testgebiet 2: City Hall (Quelle: eigener Entwurf).

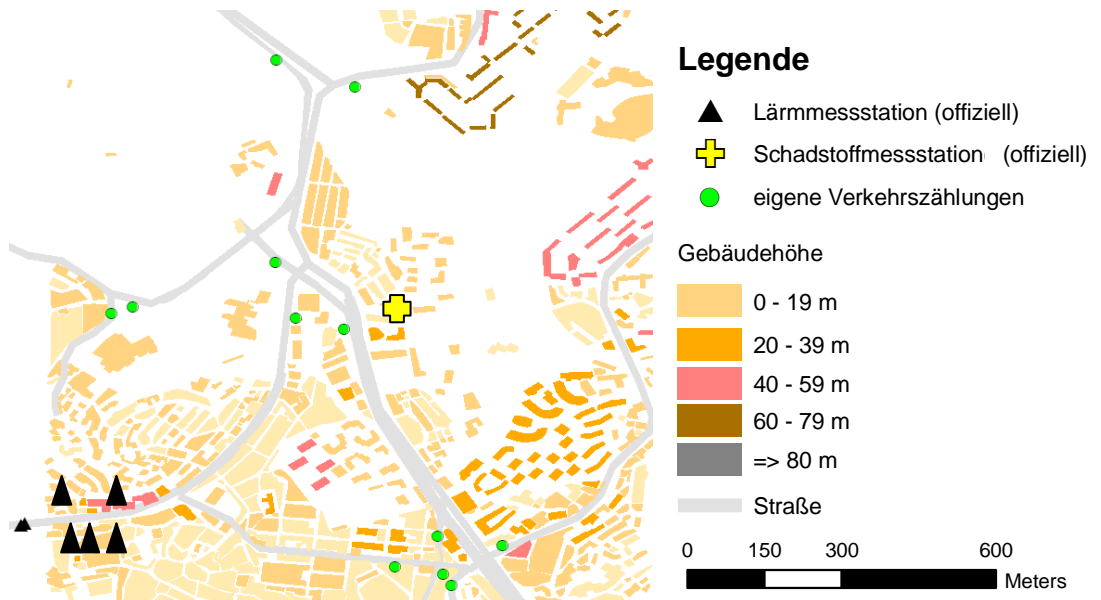
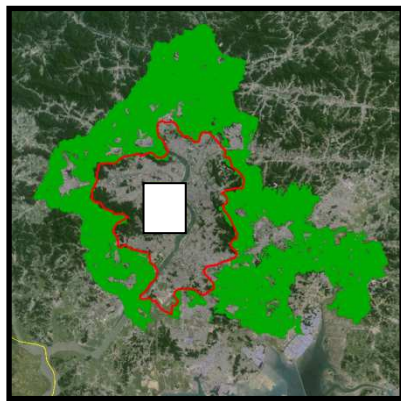


Abb. 94: Testgebiet 3: Namsan Süd (Quelle: eigener Entwurf).

folgende Seite:

Abb. 95: Gesamtübersicht der drei rekonstruierten Testgebiete (Quelle: eigener Entwurf).



### Legende

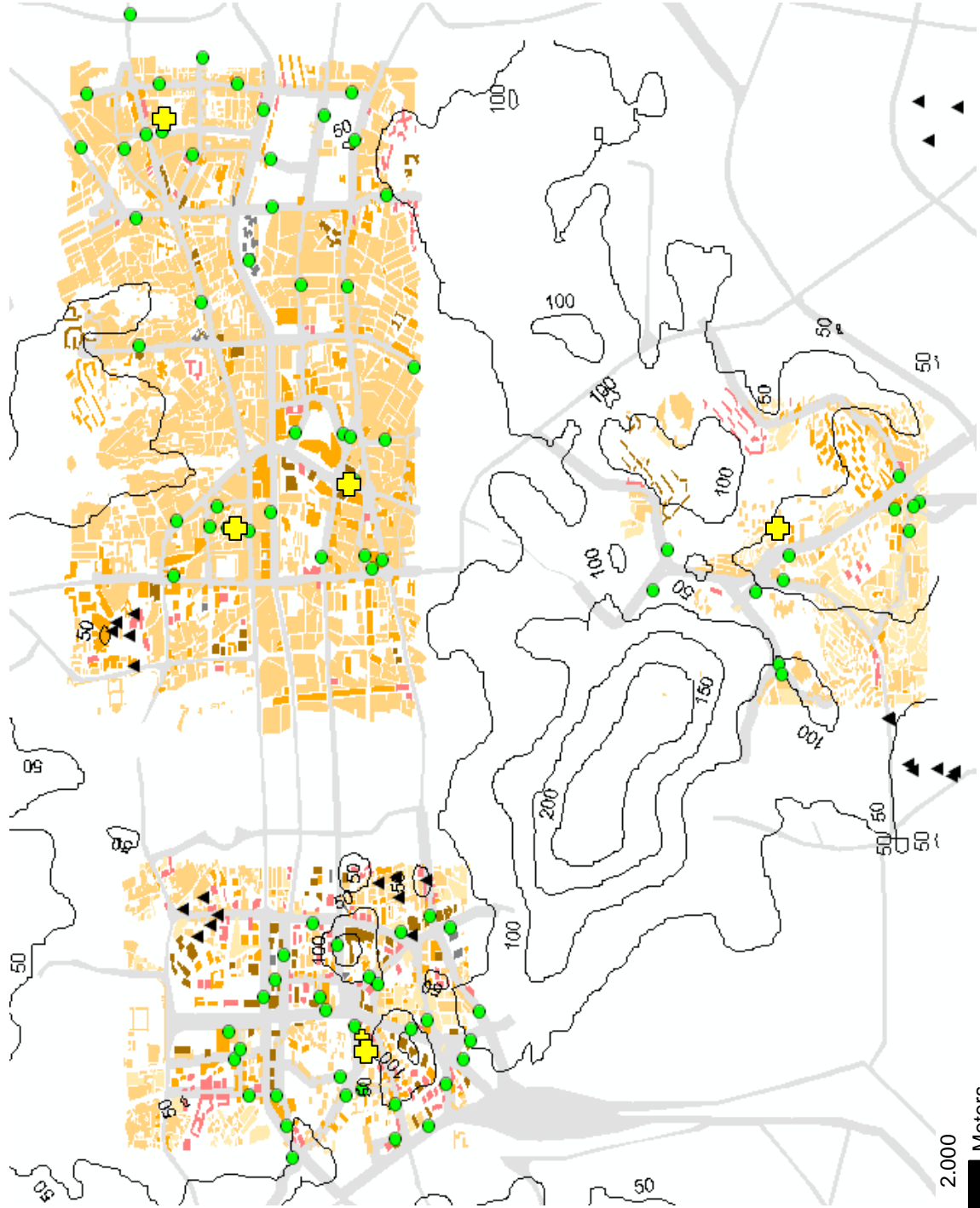
- ▲ Lärmmessstation (offiziell)
- ⊕ Schadstoffmessstation (offiziell)
- eigene Verkehrszählungen

— 50 m

Gebäudehöhe

- 0 - 19 m
- 20 - 39 m
- 40 - 59 m
- 60 - 79 m
- => 80 m
- Straße

0 500 1.000 2.000 Meters





## 6.12.2 Testgebiete für Oberflächentemperatur

Um eine repräsentative Auswahl unterschiedlicher Flächen von Seoul mit variierenden Anteilen urbaner und bewaldeter Bedeckung zu untersuchen, wurden zehn verschiedene Testgebiete ausgewählt (Tab. 19).

Tab. 19: Prozentuale Verteilung zugeordneter LCT der zehn Areas (a) (Quelle: eigener Entwurf berechnet mit ECOGNITION 2013)

LCT	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7	a 8	a 9	a X
urban	18,3	54,6	26,4	20,5	67,0	37,6	8,2	47,7	55,4	76,1
Laubwald	27,0	36,9	3,6	36,3	15,3	7,9	19,4	43,6	20,2	13,7
Nadelwald	53,1	2,8	39,2	7,3	15,0	3,2	7,8	3,9	3,7	2,4
offen	0,9	2,1	8,0	14,8	2,4	1,7	1,4	1,7	6,0	2,8
Wasser	--	0,9	19,9	0,2	--	3,1	32,2	--	1,6	3,8
Wiese	0,6	2,6	2,8	20,9	0,3	46,6	31,0	3,1	13,1	1,3
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

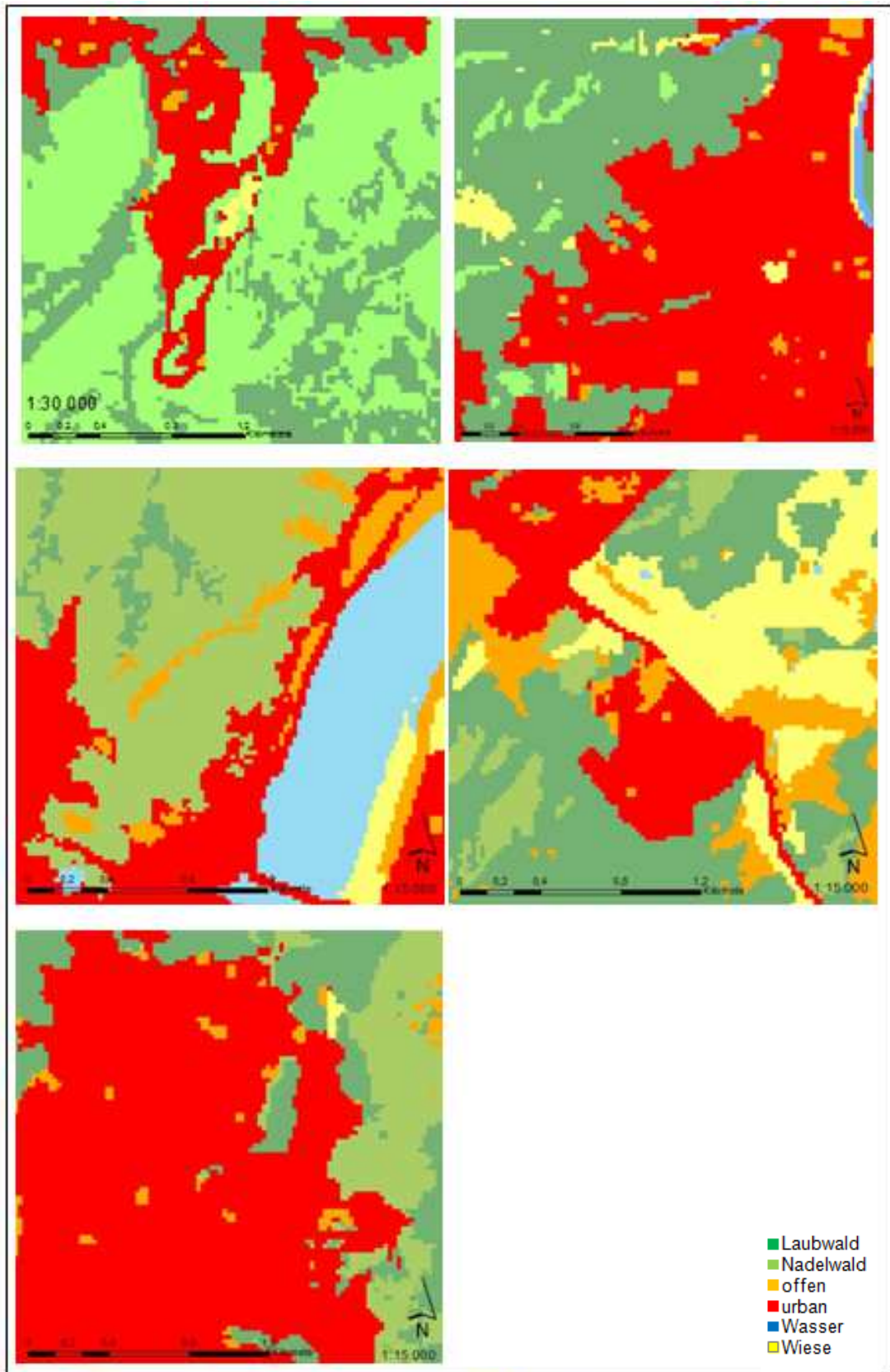


Abb. 96: Landnutzungskarte der Testgebiete 1 bis 5 (Quelle: eigener Entwurf berechnet mit ECOGNITION 2013).

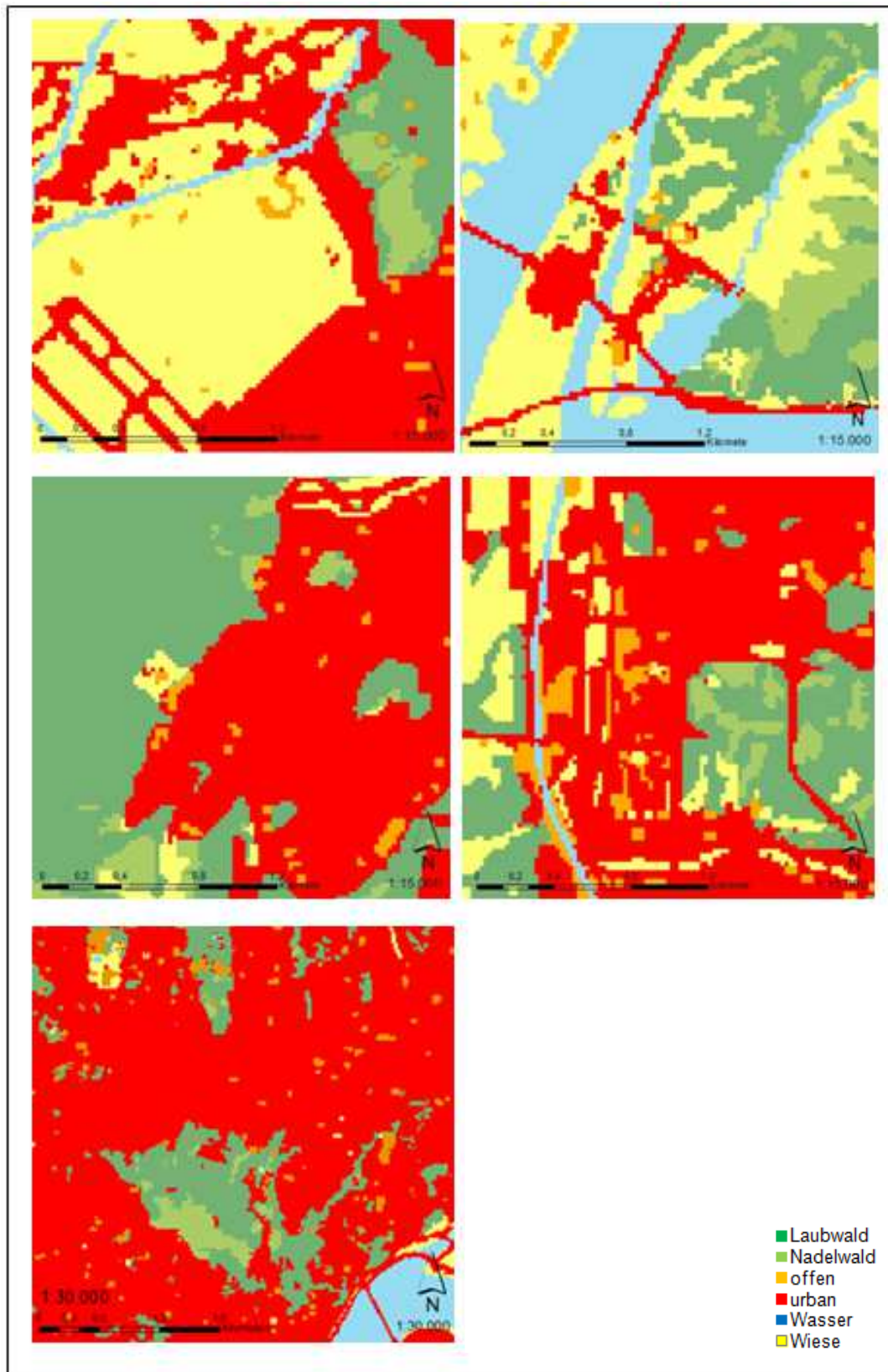


Abb. 97: Landnutzungskarte der Testgebiete 6 bis 10 (Quelle: eigener Entwurf berechnet mit ECOGNITION 2013).

## 7. Schadstoffe

### 7.1 Allgemeines

Luftverschmutzung ist ein schädliches Nebenprodukt ökonomischen Wachstums (YEO & KIM 2012:138) und wird hauptsächlich durch Autoverkehr verursacht. In einer hochverdichteten Stadt wie Seoul, mit mehr als zwei Millionen registrierten Fahrzeugen (KIM & HAN 2012:147), wurde die Luftverschmutzung seit den 1970er Jahren zu einem sehr großen Problem für die menschliche Gesundheit (YOO & KWAK & LEE 2008:308).

Auf Grundlage des Environmental White Book des KMOE (Korean Ministry of Environment) sind SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, Feinstaub und O<sub>3</sub> die bedeutendsten Luftschadstoffe in Seoul (YOO & KWAK & LEE 2008:309).

Tabelle 20 benennt die Hauptquellen der wichtigsten Schadstoffe. Fahrzeuge sind die Hauptquelle für Feinstaub, NO<sub>x</sub> und CO. Die größten SO<sub>2</sub> - Quellen stellen Industrie und Heizungsanlagen dar (LEE & KANG & KANG & KIM 1999:3144).

Tab. 20: Schadstoffquellen in Seoul (Quelle: verändert nach LEE & KANG & KANG & KIM 1999:3144)

Schadstoff	Verkehr	Heizung	Industrie
Feinstaub	85 %	9 %	5 %
SO <sub>2</sub>	12 %	50 %	38 %
NO <sub>x</sub>	79 %	12 %	6 %
CO	91 %	9 %	-

Obwohl die Belastung in Seoul durch SO<sub>2</sub> und CO infolge strengerer Umweltauflagen durch das KMOE seit Ende den 1980er Jahren deutlich verringert werden konnte, existieren immer noch viele ungelöste Herausforderungen bei der Reduzierung der Schadstoffbelastungen durch NO<sub>2</sub> (YEO & KIM 2012:138) und O<sub>3</sub>. Ozon verursacht die größten Belastungen in Seoul (YOO & KWAK & LEE 2008:310). 75 % der landesweiten Ozonwarnungen stammten 2008 aus der Seoul Metropolitan Area (YEO & KIM 2012:138). Zudem sind die Feinstaubwerte in Seoul deutlich erhöht. Windbedingte Transporte von ostchinesischen Industrieanlagen werden bis nach Seoul befördert (HONG ET AL. 2010:756).

Wie in Kapitel 6.8 ausgeführt, sind die Schadstoffmessungen (SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, Feinstaub und O<sub>3</sub>) für insgesamt 90 Messstationen in der Seoul Metropolitan Area frei verfügbar. Mit Hilfe dieser Daten soll die Schadstoffsituation der Metropolregion bewertet werden.

## 7.2 Datenerfassung

### 7.2.1 Grenzwerte

Für jeden der fünf Schadstoffe gelten in Korea spezifische Grenzwerte. Diese wurden im Jahre 2002 durch das MOE (Korean Ministry of Environment) festgelegt. Die Daten der Schadstoffmessungen können für jede Stunde im Zeitraum 2006 - 2011 abgerufen werden (AIRKOREA 2013). Mit Hilfe der Ergebnisse aus den frei verfügbaren Messungen können alle 90 Stationen hinsichtlich der in Korea geltenden Gesetzlichkeiten beurteilt werden.<sup>42</sup>

Wie aus Tabelle 21 zu entnehmen ist, besitzt jeder Schadstoff zwischen zwei bis drei Grenzwerte. Entsprechend der Schadstoffart werden die gemittelten Konzentrationswerte über eine Stunde, acht Stunden, 24 Stunden und ein Jahr zu Grunde gelegt. Die koreanischen Grenzwerte liegen zumeist etwas höher als die europaweit geltenden Richtwerte<sup>43</sup>, dies gilt für sieben von neun Werten. Lediglich der Grenzwert für „NO<sub>2</sub> - 1h“ liegt niedriger als der EU-Richtwert. In der EU sind teilweise mehrere Grenzwertüberschreitungen pro Jahr erlaubt (siehe 1-4 in Tab. 21). In Korea gilt dagegen jede Grenzwertüberschreitung als belastet.

Die Grenzwertempfehlungen der WHO<sup>44</sup> sind in fünf von sieben Fällen niedriger als jene in Korea. Abgesehen von den PM-10-Grenzwerten folgt Korea im Wesentlichen den Empfehlungen der WHO. Es kann somit konstatiert werden, dass die Schadstoffgrenzwerte in Korea überwiegend den internationalen Empfehlungen und den Richtlinien von Europa entsprechen.

Im Kapitel 7.3 ist der Prozentsatz der belasteten Stationen zusammenfassend dokumentiert. Zum Vergleich werden die EU- und WHO Richtwerte mit angegeben.

---

<sup>42</sup> Die WHO definiert weiterhin drei Schadstoffempfehlungen bei CO und SO<sub>2</sub>, die im Rahmen dieser Arbeit nicht überprüfbar sind (rot markiert), weil dafür die zur Verfügung stehenden Daten nicht detailliert genug aufgelöst sind.

<sup>43</sup> Mit der 33. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz sind europaweit geltende Zielwerte in deutsches Recht übernommen worden. Die Verordnung enthält keine Grenzwerte, sondern Zielwerte, die bis 2010 bzw. 2020 eingehalten werden sollen, sowie eine Informationsschwelle und eine Alarmschwelle für kurzfristige Spitzenbelastungen (UBA 2013).

<sup>44</sup> Die WHO kann keine rechtverbindlichen Grenzwerte festlegen. Sie kann nur Empfehlungen geben.

Tab. 21: Grenz- und Richtwerte für ausgewählte Schadstoffe (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Schadstoff	Zeiteinheit	Korea	EU	WHO
SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> )	10 Minuten			500
	1 Stunde	390	350 <sup>1) + 5)</sup>	
	24 Stunden	150	125 <sup>2)</sup>	20
	1 Jahr	55		
CO (mg / m <sup>3</sup> )	15 Minuten			90
	30 Minuten			55
	1 Stunde	25		27
	8 Stunden	12	10	10
NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> )	1 Stunde	190	200 <sup>3) + 6)</sup>	200
	24 Stunden	115		
	Jahr	55	40	40
O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> )	1 Stunde	200	180 <sup>7)</sup>	
	8 Stunden	120	120 <sup>1)</sup>	100
PM-10 (µg / m <sup>3</sup> )	24 Stunden	100	50 <sup>4)</sup>	50
	Jahr	50	40	20

1) max. 25 Überschreitungen pro Jahr

2) max. 3 Überschreitungen pro Jahr

3) max. 24 Überschreitungen pro Jahr

4) max. 35 Überschreitungen pro Jahr

5) Alarmgrenze 500 (µg / m<sup>3</sup>)

6) Alarmgrenze 400 (µg / m<sup>3</sup>)

7) Alarmgrenze 240 (µg / m<sup>3</sup>)

### 7.2.2 Referenzjahr

Für die Schadstoffdatenauswertung musste ein Referenzjahr (aus den im Rahmen dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Daten von 2006 bis 2011) gewählt werden.<sup>45</sup> Dieses Referenzjahr sollte die geringste Abweichung vom Mittelwert der Ozonkonzentration besitzen.

Ozon ist ein stabiler sekundärer Schadstoff, welcher nicht durch lokale Bedingungen beeinflusst wird<sup>46</sup>.

Wie Abbildung 98 zu entnehmen ist, besitzt der Mittelwert der Ozonkonzentrationen aus dem Jahr 2008 mit 6,3 % die geringste Abweichung vom Mittelwert der Jahre 2006 bis 2011.

<sup>45</sup> Die Veröffentlichung von Jahresberichten entspricht einem typischen Turnus. Beispielsweise veröffentlicht die in Europa für Schadstoffe zuständige Behörde („European Environment Agency“) jedes Jahr einen Abschlussbericht über die Schadstoffbelastungen in der EU (EEA 2013).

<sup>46</sup> Diese Herangehensweise wurde durch Mitarbeiter der TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie in Jena) am 15.07.2012 empfohlen.

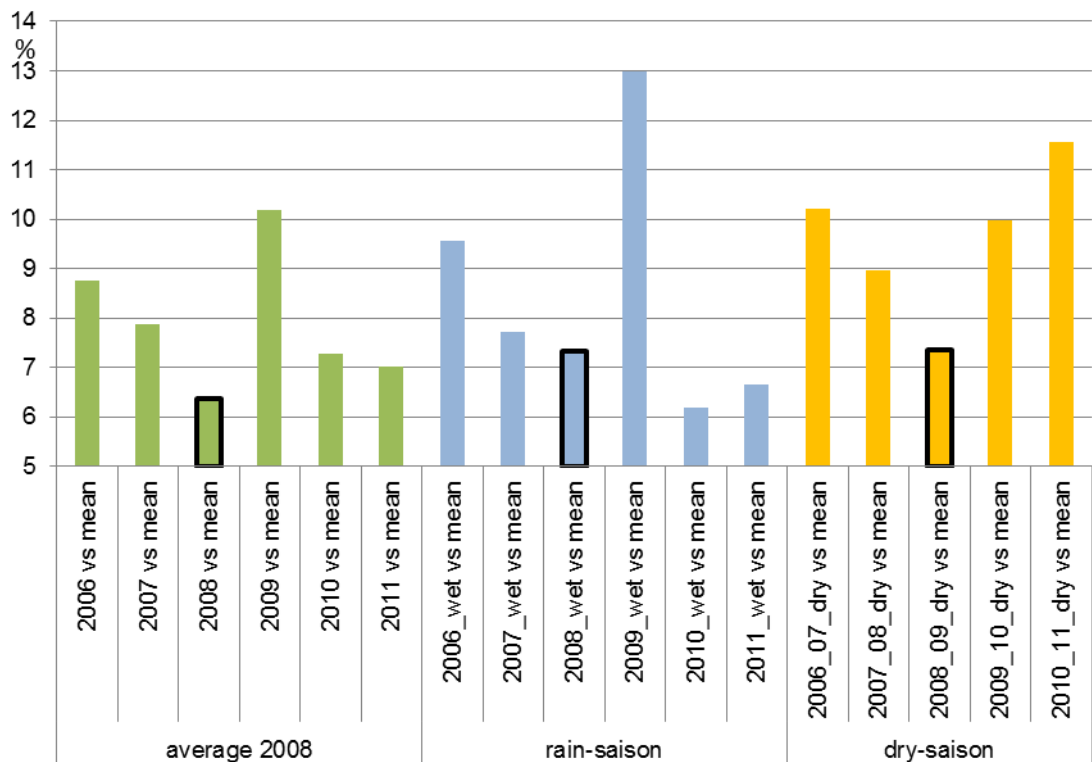


Abb. 98: Auswahl der Untersuchungsperiode 2008/09 basierend auf den Abweichungen des Ozonmittelwertes gegenüber dem langjährigen Ozon-Mittelwert 2006 bis 2011 (basierend auf stündlichen Messungen) (Quelle: eigener Entwurf, basierend auf Daten AIRKOREA 2013).

Um saisonale Unterschiede der Schadstoffbelastung der Seoul Metropolitan Area beschreiben zu können, war es wichtig, eine Differenzierung der stark ausgeprägten Trocken- und Regenphase vorzunehmen.

Deshalb wurde auch für die Regenzeit (April bis September) und die Trockenzeit (Oktober bis März) die geringste Abweichung vom langjährigen Mittelwert auf Basis der stündlichen Ozon-Messungen zugrunde gelegt (nähere Angaben zu den variablen Niederschlägen in Korea finden sich in Kapitel 6.7). Es zeigte sich, dass auch die koreanische Trockenzeit in der Saison 2008/09 die geringste Abweichung der Ozonkonzentration vom langjährigen Mittelwert aufweist (7,3 %).

Bei den Regenzeiten besitzen die Jahre 2010 (6,1 %), 2011 (6,4 %) und 2008 (7,2 %) die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittelwert. Es war wünschenswert, eine zusammenhängende Periode von Regen- und Trockenzeit zu untersuchen. Folglich wurde das gesamte Jahr 2008, die Regenzeit April bis September 2008 und die anschließende Trockenzeit von Oktober 2008 bis März 2009 als Untersuchungszeitraum festgelegt (AIRKOREA 2013).

### 7.2.3 Auswahl der Messstationen

Zur Beschreibung der Schadstoffsituation in der Metropolregion Seoul konnten die mehrjährigen Messdaten von 90 Stationen ausgewählt verwendet werden (Kap. 6.8).

Als verkehrsbeeinflusst gelten die Messstationen der Gruppe „Stadt“, jene vom Straßenverkehr gering beeinflussten Stationen werden als „ländlich“ bezeichnet. Sie befinden sich in einem Mindestabstand von fünf Kilometern zu der nächsten übergeordneten Straße (Autobahn oder Bundesstraße). Die dritte Gruppe „Wald“ entspricht verkehrsunbeeinflussten Stationen in Waldgebieten. Die Gruppe „Wald“ sollte separat betrachtet werden, um daraus Rückschlüsse für die Belastung des Grüngürtels um Seoul schließen zu können. Die Zuordnung der Messstationen erfolgte aufgrund von Satellitenkarten und dem vom MLTM (2013) bereit gestellten Straßennetz und wird aus Abbildung 99 ersichtlich.

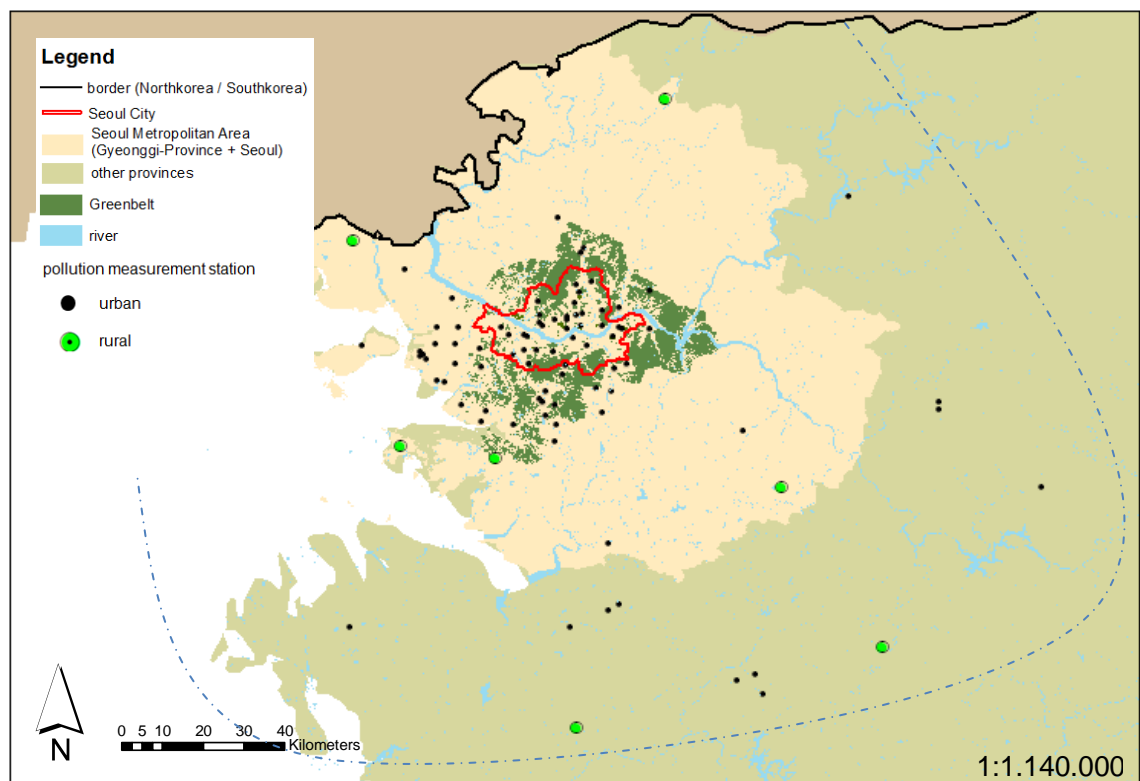


Abb. 99: Lage der 90 Schadstoffmessstationen innerhalb der SMA und einer 40 Kilometer breiten Pufferzone (gestrichelte Linie) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).



Es befinden sich 83 Messstationen in städtischen Gebieten (Abb. 99 und Abb. 100 rechter Punkt). Sieben Stationen konnten als „ländlich“ (Abb. 99 und Abb. 100 linker Punkt) klassifiziert werden. In Waldgebieten befinden sich keine Messstationen. Wie in einem Fachgespräch im Mai 2013 an der TLUG<sup>47</sup> in Erfahrung gebracht werden konnte, existieren auch in Deutschland keine mehrjährigen Schadstoffmessstationen in Waldgebieten. Es wird am Stadtrand gemessen, um die Hintergrundbelastung (frei von Verkehr) zu ermitteln.



Abb. 100: Ländliche Schadstoffmessstation (links) (30 km von der Seoul City Hall entfernt) und die städtische Schadstoffmessstation (rechts) unmittelbar neben der Seoul City Hall (Quelle: verändert nach GOOGLE EARTH 2013 und auf AIRKOREA 2013).

### 7.3 Beurteilung der Schadstoffsituation

#### 7.3.1 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) entsteht hauptsächlich bei Verbrennungsvorgängen aus Kohle und Erdöl durch Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Schwefels. Der Verkehr als Verursacher hoher SO<sub>2</sub>-Werte spielt nur eine untergeordnete Rolle (LEE & KANG & KANG & KIM 1999:3144). Schwefeldioxid wirkt negativ auf die Gesundheit des Menschen, reizt Schleimhäute und schädigt die Atmungsorgane. Außerdem trägt es zur Versauerung von Böden und Gewässern bei (UBA 2013).

Die analog Kapitel 6.8 erhaltenen Messdaten für Schwefeldioxid werden in Tabelle 22 getrennt nach urban (städtisch), ländlich sowie für Regen(wet) - und Trocken(dry)perioden (Kap. 6.7) zusammenfassend dargestellt.

---

<sup>47</sup> Nach Auskunft der TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie in Jena) am 21.05.2013 ist es auch in Deutschland nicht üblich, permanente Schadstoffmessungen im Wald durchzuführen.

Tab. 22: SO<sub>2</sub>-Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Zeiteinheit	SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 urban						SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
10 Minuten					x	x					x	x
1 Stunde	97,3	0,1	97,3	0,1			100,0	0,0	100,0	0,0		
1 Std. (Alarm)			97,3	0,1					100,0	0,0		
24 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	102,5	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	27,4
1 Jahr	97,3						100,0					

Zeiteinheit	SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet urban						SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
10 Minuten						x						x
1 Stunde	100,0	0,0	100,0	0,0			100,0	0,0	100,0	0,0		
1 Std. (Alarm)			97,3	0,1					100,0	0,0		
24 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	41,5	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	1,4
1 Jahr	98,8						100,0	0,0				

Zeiteinheit	SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry urban						SO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
10 Minuten						x						x
1 Stunde	98,8	0,1	98,8	0,1			100,0	0,0	100,0	0,0		
1 Std. (Alarm)			100,0	0,0					100,0	0,0		
24 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	88,9	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	11,9
1 Jahr	100,0	0,0					100,0	0,0				

SUG Stationen (in %), die Messdaten unter dem Grenzwert liefern  
DÜS durchschnittliche Überschreitung pro Station (Anzahl)

Aus der Tabelle 22 ist zu entnehmen, wie viele der untersuchten Messstationen Daten lieferten, die den gesetzlichen Grenzwert nicht einhalten. Fast alle untersuchten Stationen wiesen SO<sub>2</sub>-Konzentrationen aus, die unterhalb der koreanischen Grenzwerte liegen.

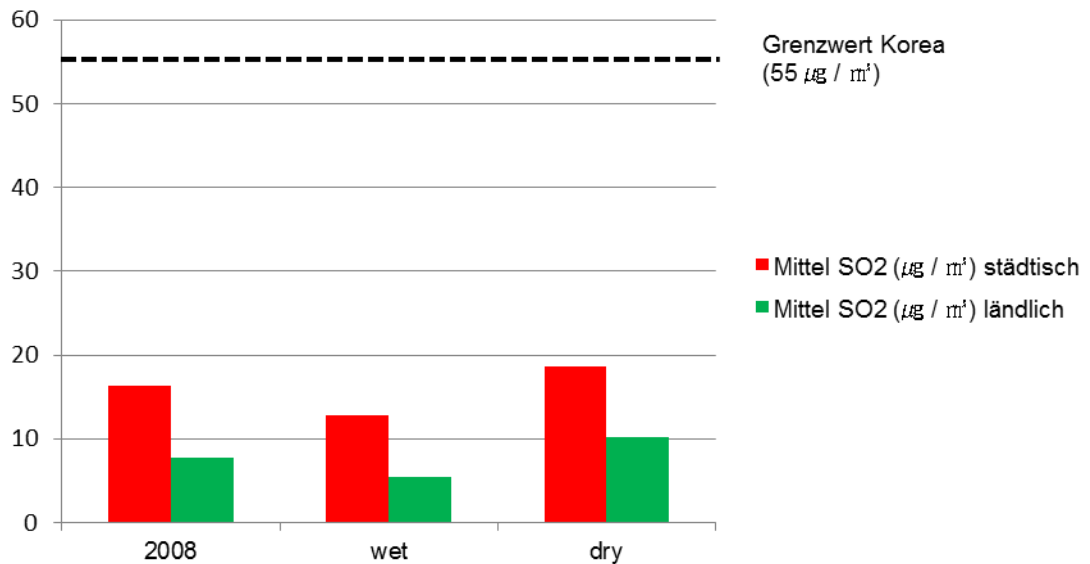


Abb. 101: durchschnittliche SO<sub>2</sub>-Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Für SO<sub>2</sub> wurden laut dem Korean Ministry Of Environment (MOE) drei Grenzwerte festgelegt: für 1 Stunde (390 µg/m<sup>3</sup>), 24 Stunden (150 µg/m<sup>3</sup>) und den gemittelten Jahreswert (55 µg/m<sup>3</sup>).

An den ländlichen Messstationen wurden keine Überschreitungen registriert. Nur äußerst selten wurden die Grenzwerte an den städtischen Messstationen überschritten. In der Trockenphase traten die höchsten SO<sub>2</sub> - Werte auf. Sie lagen im urbanen Bereich geringfügig höher wie jene in der Regenperiode und dem Zeitraum Januar - Dezember 2008.

An den ländlichen Stationen wurden stets deutlich niedrigere SO<sub>2</sub> - Werte ausgewiesen als an den städtischen Stationen (Abb. 101).

Auch unter Betrachtung der strengeren europäischen SO<sub>2</sub> - Grenzwerte kann konstatiert werden, dass kaum Überschreitungen auftraten. Lediglich die WHO hat einen sehr niedrigen 24 Stunden - Schwellwert von 20 µg / m<sup>3</sup> empfohlen. Der 24 Stunden - Grenzwert für Korea (150 µg / m<sup>3</sup>) und der EU (125 µg / m<sup>3</sup>) liegen deutlich höher. Würde man den WHO-Empfehlungen folgen, würden an allen untersuchten Messstationen mehrere Überschreitungen pro Jahr auftreten. Die Belastungen durch SO<sub>2</sub> sind in der Seoul Metropolitan Area sehr gering (AIRKOREA 2013).

### 7.3.2 Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid (CO) entsteht bei der unvollständigen Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen unter Sauerstoffmangel und ist außerdem an der photochemischen Bildung bodennahen Ozons beteiligt. In höheren Konzentrationen ist CO ein starkes Atemgift und beeinträchtigt die Sauerstoffaufnahme von Menschen und Tieren. Hauptquelle für die CO-Belastung der Luft ist der Kraftfahrzeugverkehr (UBA 2013).

Die analog Kapitel 6.8 erhaltenen Messdaten für Kohlenmonoxid werden in Tabelle 23 getrennt nach urban (städtisch), ländlich sowie für Regen(wet)- und Trocken(dry)perioden (vgl. Kap. 6.7) zusammenfassend dargestellt.

Tab. 23: CO-Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Zeiteinheit	CO (mg / m <sup>3</sup> ) 2008 urban						CO (mg / m <sup>3</sup> ) 2008 ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
15 Minuten					x	x					x	x
30 Minuten					x	x					x	x
1 Stunde	100,0	0,0			100,0	0,0	100,0	0,0			100,0	0,0
8 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

Zeiteinheit	CO (mg / m <sup>3</sup> ) wet urban						CO (mg / m <sup>3</sup> ) wet ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
15 Minuten					x	x					x	x
30 Minuten					x	x					x	x
1 Stunde	100,0	0,0			100,0	0,0	100,0	0,0			100,0	0,0
8 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

Zeiteinheit	CO (mg / m <sup>3</sup> ) dry urban						CO (mg / m <sup>3</sup> ) dry ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
15 Minuten					x	x					x	x
30 Minuten					x	x					x	x
1 Stunde	100,0	0,0			100,0	0,0	100,0	0,0			100,0	0,0
8 Stunden	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

SUG Stationen (in %), die Messdaten unter dem Grenzwert liefern  
DÜS durchschnittliche Überschreitung pro Station

Aus der Tabelle 23 ist zu entnehmen, wie viele der untersuchten Messstationen Daten lieferten, die den gesetzlichen Grenzwert nicht einhalten. Alle untersuchten Stationen wiesen keine Überschreitung der CO-Grenzwerte aus.

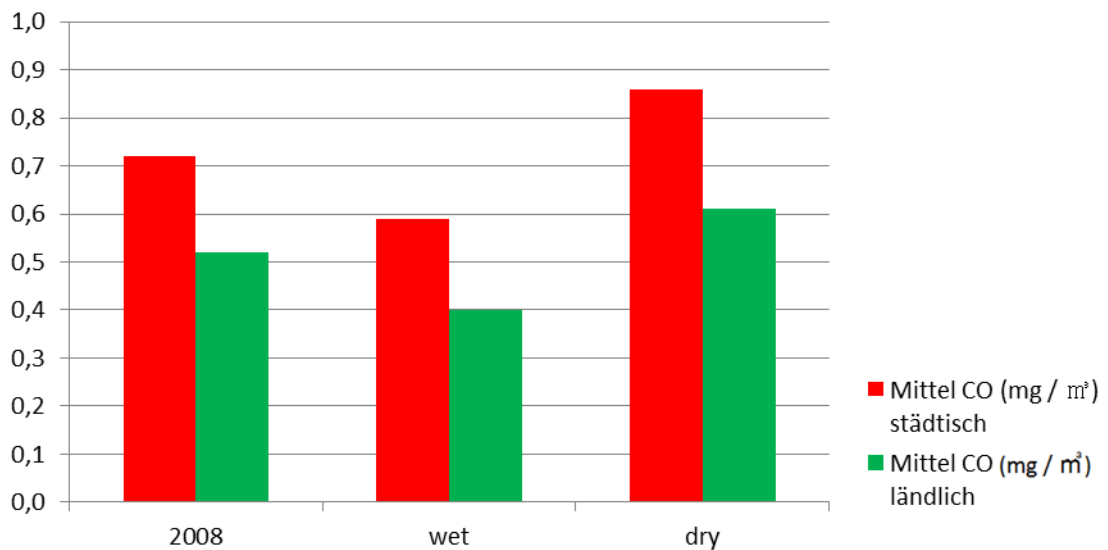


Abb. 102: durchschnittliche CO-Belastung im Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Für Kohlenmonoxid wurden in Korea zwei Grenzwerte festgelegt: für 1 h ( $25 \text{ mg/m}^3$ ) und für 8 h ( $12 \text{ mg/m}^3$ ).

Sowohl an den untersuchten städtischen als auch an den ländlichen Messstationen wurden keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Die durchschnittlichen Werte für CO liegen deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten. Auch unter Betrachtung der strengeren europäischen und WHO-Richtwerte für CO ( $10 \text{ mg/m}^3$  für 8h) kann festgestellt werden, dass keine Überschreitungen auftraten.

Die höchste durchschnittliche CO-Belastung war während der Trockenperiode im städtischen Gebiet zu verzeichnen. Während der Regenperiode waren die CO-Gehalte sowohl in den ländlichen als auch in den städtischen Gebieten deutlich geringer (Abb. 102).

Insgesamt ist die CO-Belastung als sehr gering einzuschätzen und spielt bei der Beurteilung der Gesamtschadstoffsituation eine untergeordnete Rolle.

### 7.3.3 Feinstaub (PM-10)

Als Feinstaub (engl. Particulate Matter [PM]) werden Partikel in der Luft bezeichnet, welche eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Sie können über mehrere hundert Kilometer transportiert werden (Yellow Dust) oder während bestimmter Wetterlagen in Form einer "Dunstglocke" bestehen. Je nach Korngröße der Staubteilchen wird in PM-10 und PM-2,5 unterteilt. Bei PM-10 besitzen alle Staubteilchen einen Durchmesser, der kleiner als 10

Mikrometer ist, bei PM-2,5 kleiner als 2,5 Mikrometer. Die in dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Daten beziehen sich auf PM-10.

Feinstaub kann sowohl natürlichen Ursprungs sein oder auch durch menschliches Handeln erzeugt werden. Primäre Feinstäube stammen direkt aus der Quelle, z. B. aus einem Verbrennungsprozess, während sekundäre Feinstäube in der Atmosphäre erst aus gasförmigen Substanzen, wie z. B. aus Schwefel- und Stickstoffoxiden, Ammoniak und Kohlenwasserstoffen durch komplexe chemische Reaktionen entstehen. Wichtige Feinstaubquellen sind Kraftfahrzeuge (PKW, LKW), Kraftwerke und Verbrennungsanlagen. In größeren Städten ist vor allem der Straßenverkehr eine bedeutende Feinstaubquelle. Dabei gelangt Feinstaub auch durch Reifenabrieb sowie durch die Aufwirbelung des Staubes in die Luft. Als natürliche Quellen für Feinstaub sind Emissionen aus Vulkanen, die Bodenerosion sowie Wald- und Buschfeuer zu nennen. Es ist erwiesen, dass das Einatmen von Feinstaub negativ auf die Gesundheit des Menschen wirkt. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat festgestellt, dass jede Feinstaubkonzentration eine schädigende Wirkung besitzt, die Feinstaubbelastung sollte also so gering wie möglich sein (UBA 2013).

Tab. 24: PM-10--Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Zeiteinheit	PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) 2008 urban						PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) 2008 ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
24 Stunden	0,0	180,7	0,0	150,6	0,0	200,1	0,0	154,8	0,0	127,9	0,0	169,7
Jahr	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

Zeiteinheit	PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) wet urban						PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) wet ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
24 Stunden	0,0	29,5	0,0	16,2	0,0	42,1	0,0	22,7	0,0	11,7	0,0	31,1
Jahr	0,0		0,0		0,0		2,0		0,0		0,0	

Zeiteinheit	PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) dry urban						PM-10 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) dry ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
24 Stunden	0,0	180,8	0,0	150,5	0,0	196,7	0,0	154,8	0,0	127,9	0,0	169,7
Jahr	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

SUG Stationen (in %), die Messdaten unter dem Grenzwert liefern  
DÜS durchschnittliche Überschreitung pro Station (Anzahl)

Die analog Kapitel 6.8 erhaltenen Messdaten für PM-10 werden in Tabelle 24 getrennt nach urban (städtisch), ländlich sowie für Regen(wet)- und Trocken(dry)perioden (vgl. Kap. 6.7) zusammenfassend dargestellt.

Aus der Tabelle 24 ist zu entnehmen, wie viele der untersuchten Messstationen Daten lieferten, die den gesetzlichen Grenzwert nicht einhalten. Alle untersuchten Stationen lieferten Messdaten, die den zulässigen Grenzwert für 24 Stunden überschritten.

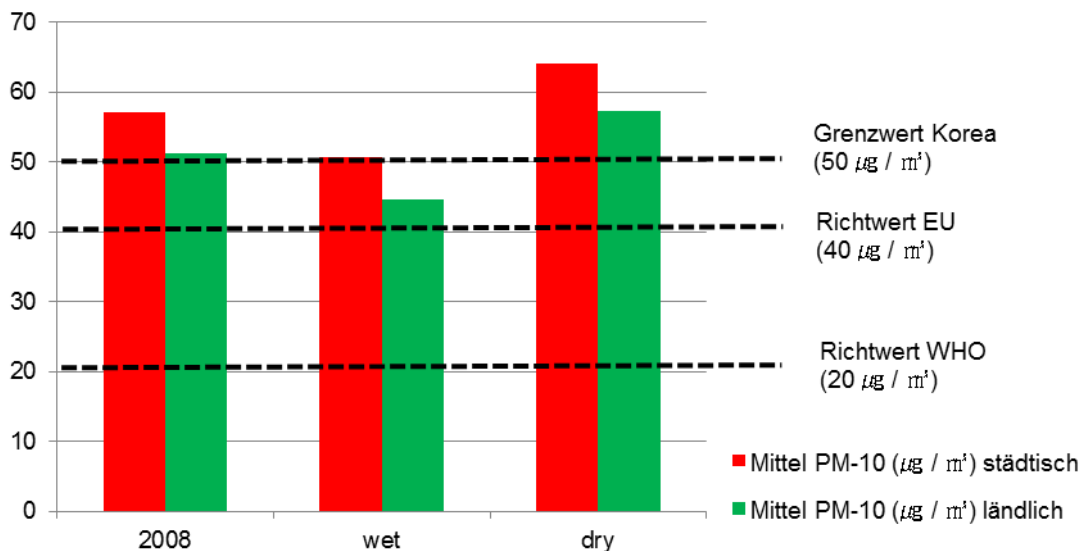


Abb. 103: durchschnittliche PM-10-Belastung im Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Für Feinstaub (PM-10) wurden in Korea 2 Grenzwerte festgelegt: für 24 h ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und für 1 Jahr ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Im Untersuchungszeitraum lieferten fast alle Messstationen Daten, die über den festgelegten Grenzwerten lagen. Lediglich 2 % der Messstationen im ländlichen Raum wiesen Daten während der Regenzeit aus, die knapp unter dem gesetzlichen Höchstwert lagen (Abb. 103).

Während der Trockenperiode ist die PM-10-Belastung sowohl in der Stadt als auch in den ländlichen Gebieten am größten und liegt über den zulässigen Höchstwerten. Vergleicht man diese Werte mit den Richtwerten, die von der WHO festgelegt wurden, so liegt die PM-10-Belastung in der Stadt während der Trockenperiode mehr als 3-fach über dem empfohlenen Richtwert.

Die PM-10-Belastung ist im Untersuchungsgebiet ein ernst zu nehmendes Problem.

Bei der Auswertung der PM-10-Konzentrationen für die SMA (Seoul Metropolitan Area) SMA zeigten sich mehrere auffällig hohe Werte über mehrere Stunden in größeren zeitlichen Abständen in den Jahren 2006 bis 2010. Dies ist auf den sogenannten Asian dust (yellow dust) zurück zu führen. Die Herkunftsregion des Asian dust liegt in den ariden Gebieten der VR China und der Mongolei (KIM & DOH & YU & LEE 2007:333) (siehe Abb. 104).

Starke Winde transportieren dabei Staubpartikel aus dem Löss Plateau von Zentralchina sowie der Wüsten Gobi und Taklamakan (HONG ET AL. 2010:756) bis in die mittlere Troposphäre. Insbesondere die relativ kleinen Partikel (< 10 µm im Durchmesser) können bis nach Ostasien und über den Pazifik bis an die nordamerikanische Westküste gelangen (KIM & DOH & YU & LEE 2007:333).

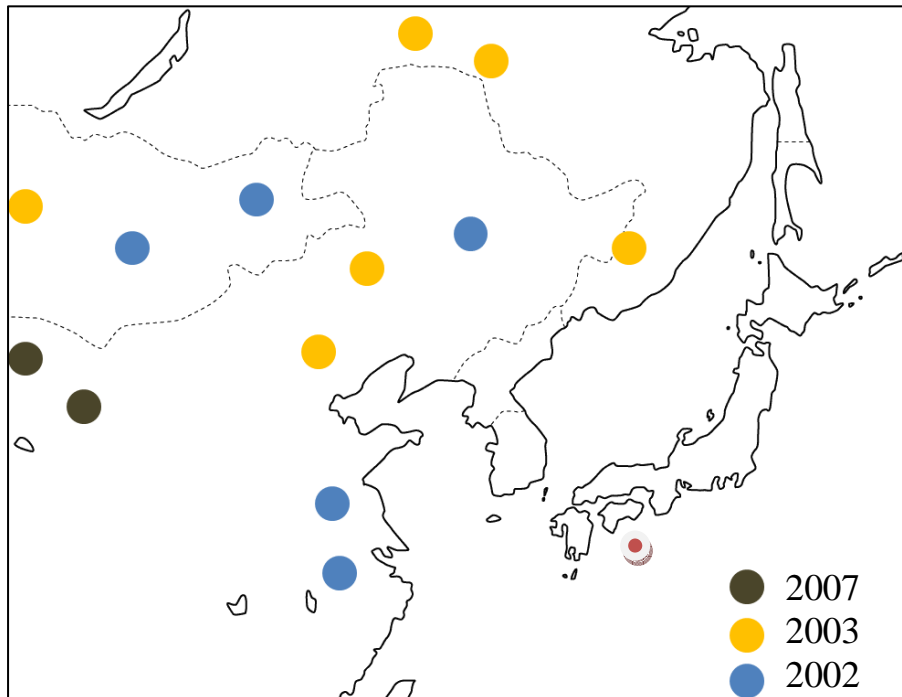


Abb. 104: Herkunftsgebiete des Yellow Dust (2002, 2003 und 2007) (Quelle: verändert nach HONG ET AL. 2010:755 und KIM & DOH & YU & LEE 2007:333).

In Korea wird von einem „*Yellow Dust*“ Ereignis gesprochen, wenn die PM-10-Konzentration in der Stadt über  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beträgt. Wie Tabelle 25 und Abbildung 105 zu entnehmen ist, trat dieses Ereignis (im vorliegenden Untersuchungszeitraum) zwischen 2006 und 2010 sechsmal auf. Hohe PM-10-Konzentrationen wurden dabei in der Trockenzeit (zwischen Oktober und März) verzeichnet, die absolut höchsten Werte wurden im April 2006 und 2007 registriert. Während dieser beiden Ereignisse lagen die PM-10-Werte über  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dies entspricht mehr als der 20fachen durchschnittlichen PM-10-Belastung ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) von Seoul (AIRKOREA 2013).



Tab. 25: Yello-Dust Ereignisse von 2006 - 2010 mit Schadstoffwerten von PM-10 über 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Datum	Dauer	Uhrzeit	Maximalwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$
08.04.2006	24 h	05:00 - 05:00	1264
01.04.2007	6 h	10:00 - 16:00	1126
26.02.2009	3 h	13:00 - 16:00	435,0
25.12.2009	13 h	18:00 - 04:00	838,5
19.03.2010	4 h	22:00 - 02:00	619,5
28.11.2010	3 h	20:00 - 24:00	596,5

KIM & DOH & YU & LEE (2007:333) konstatieren, dass „Asian Dust Storms“ (ADS) in den letzten Jahrzehnten häufiger auftreten. Sie führen dies darauf zurück, dass die weltweite Desertifikation deutlich zugenommen hat und der Transport von Schwebepartikeln aus dem zentralasiatischen Löss-Plateau damit erleichtert wurde. Durch die zunehmende Industrialisierung der Küstenregion der VR China (HONG ET AL. 2010:756) wurden, zusammen mit den Staubpartikeln, auch hohe Konzentrationen von Schadstoffen wie  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_x$  durch die Asian Dust Ereignisse nach Korea transportiert (HE ET AL. 2003, KIM ET AL. 2003 und HAN ET AL. 2004 in KIM & DOH & YU & LEE 2007:333)

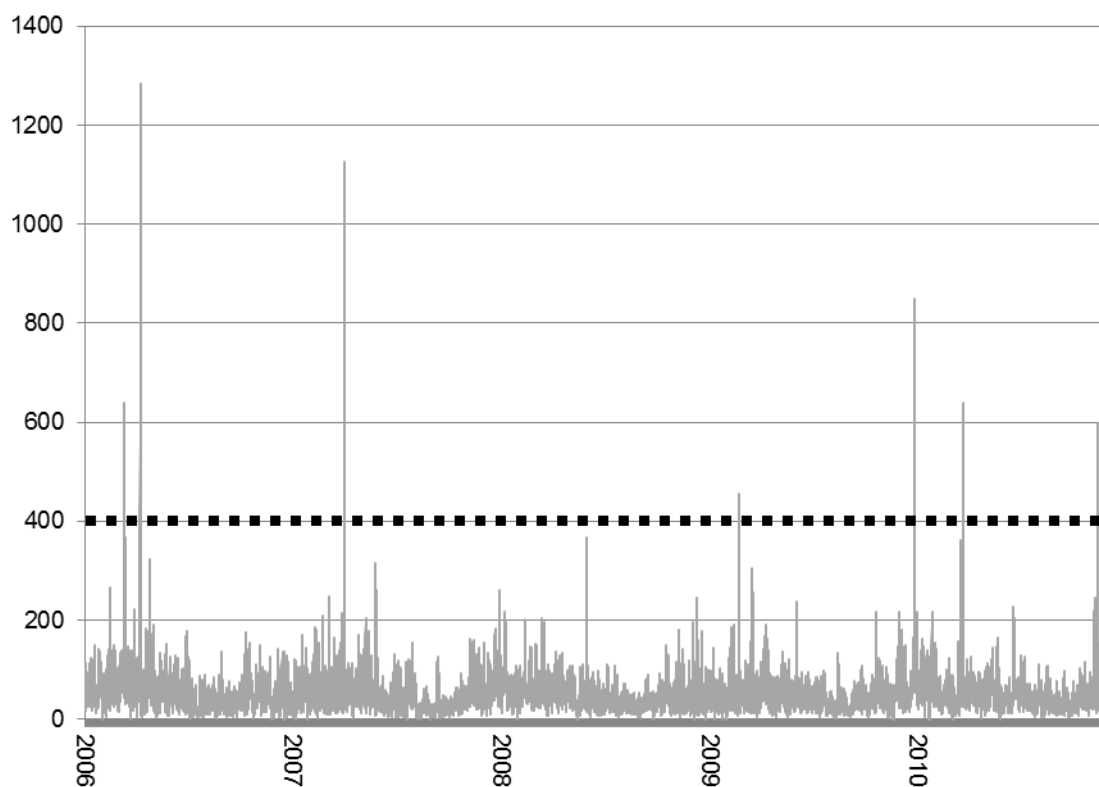


Abb. 105: Yellow Dust Ereignisse zwischen 2006 - 2010 (PM-10 Gehalt in  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Abbildung 106 zeigt den Konzentrationsverlauf an PM-10 vom 05.04.2006 bis 17.04.2006 (stärkster ADS innerhalb des Zeitraums 2006 bis 2011). Innerhalb eines Tag stieg der PM-10 Gehalt um mehr als das 25fache an. Das Maxima von  $1264 \mu\text{g} / \text{m}^3$  wurde am 08.04.2006 15 Uhr gemessen. Für 24 Stunden (8.4.2006 6:00 Uhr bis zum 9.4.2006 5 Uhr) lag die PM-10-Belastung über dem Grenzwert von  $400 \mu\text{g} / \text{m}^3$ .

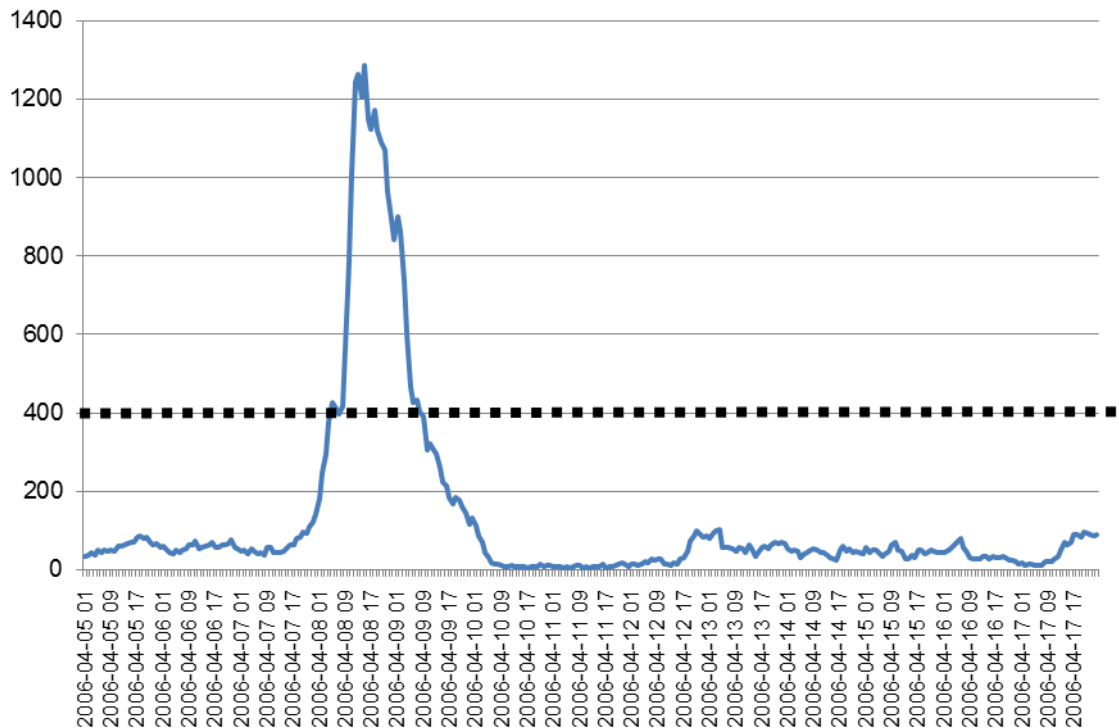


Abb. 106: Yellow Dust Ereignis im April 2006 (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Es wird bisher kontrovers diskutiert, wie hoch die Schädigung von ADS für die menschliche Gesundheit ist. In Verbindung mit einem ADS werden stets verschiedene Schadstoffkonzentrationen transportiert. So zeigen KWON ET AL. (2002) und CHEN ET AL. (2004) in HONG ET AL. 2010:754, dass ADS einen geringen Einfluss auf das Risiko von Kreislauf- und Atemwegserkrankungen besitzen. Im Gegensatz dazu berichteten CHAN ET AL. (2008) in HONG ET AL. 2010:754 über signifikant erhöhte Fälle von Herzerkrankungen während ADS-Perioden. Es muss jedoch konstatiert werden, dass die Feinpartikel eines ADS grenzüberschreitend transportiert werden und daher überregionale Lösungsansätze (z. B. Aufforstungsprogramme zur Verhinderung von Desertifikation, hochwertige Filteranlagen für chinesische Industrieanlagen) gefunden werden müssen (HONG ET AL. 2010:754). Der ADS ist nicht eine Primärquelle für den hohen Feinstaubgehalt in Seoul, kann sich aber bei starkem Auftreten negativ auf Mensch und Umwelt auswirken. Landesweite Programme zur Reduzierung des koreanischen Feinstaubgehaltes müssen weiter forciert werden (AIRKOREA 2013).

#### 6.3.4 Ozon (O<sub>3</sub>)

Ozon ist ein Treibhausgas und trägt zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei. Es hat in der Erdatmosphäre eine Doppelrolle: Oberhalb von 10 km schützt die bestehende natürliche Ozonschicht die Erde vor der schädlichen ultravioletten Strahlung der Sonne, ca. 90 % des Ozons befinden sich in dieser Schicht. Das in Bodennähe vorkommende Ozon wird aber zusätzlich aus Sauerstoff und Luftverunreinigungen, die überwiegend aus menschlicher Tätigkeit stammen, gebildet.

Ozon wird nicht direkt freigesetzt, sondern entsteht bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Prozesse aus Vorläuferschadstoffen, wie Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen und wird deshalb als sekundärer Schadstoff bezeichnet. Hohe Lufttemperaturen und starke Sonneneinstrahlung begünstigen die Entstehung. Die höchsten Ozonwerte treten in ländlichen Gebieten auf, also entfernt von den Quellen der Vorläuferstoffe. Das liegt daran, dass das in Autoabgasen enthaltene Stickstoffmonoxid (NO) mit Ozon reagiert. Dabei wird Ozon abgebaut, so dass die Ozonbelastung in Innenstädten deutlich niedriger ist. Erhöhte Ozonkonzentrationen können beim Menschen Reizung der Atemwege, Husten und Kopfschmerzen hervorrufen (UBA 2013).

Die analog Kapitel 6.8 erhaltenen Messdaten für Ozon werden in Tabelle 26 getrennt nach urban (städtisch), ländlich sowie für Regen(wet)- und Trocken(dry)perioden (vgl. Kap. 6.7) zusammenfassend dargestellt.

Aus der Tabelle 26 ist zu entnehmen, wie viele der untersuchten Messstationen Daten lieferten, die den gesetzlichen Grenzwert nicht einhalten.

Tab. 26: O<sub>3</sub>-Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Zeiteinheit	O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 urban						O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	23,0	10,9	6,8	26,1			85,7	17,4	0,0	52,8		
1 Std. (Alarm)			45,9	2,3					57,1	1,1		
8 Stunden	9,5	58,3	18,9	26,5	5,4	131,1	0,0	130,0	0,0	69,8	0,0	528,9

Zeiteinheit	O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet urban						O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	97,6	21,9	34,1	52,1			28,6	34,5	0,0	101,6		
1 Std. (Alarm)			100,0	0,0					100,0	0,0		
8 Stunden	65,9	6,0	96,3	1,6	23,2	8,0	0,0	199,6	42,9	117,3	0,0	937,9

Zeiteinheit	O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry urban						O <sub>3</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	42,2	0,2	6,0	11,0			0,0	3,0	0,0	4,0		
1 Std. (Alarm)			47,0	4,6					57,1	0,1		
8 Stunden	8,4	109,8	9,6	51,9	6,0	258,5	0,0	74,6	0,0	20,0	0,0	113,4

SUG Stationen (in %), die Messdaten unter dem Grenzwert liefern  
 DÜS durchschnittliche Überschreitung pro Station

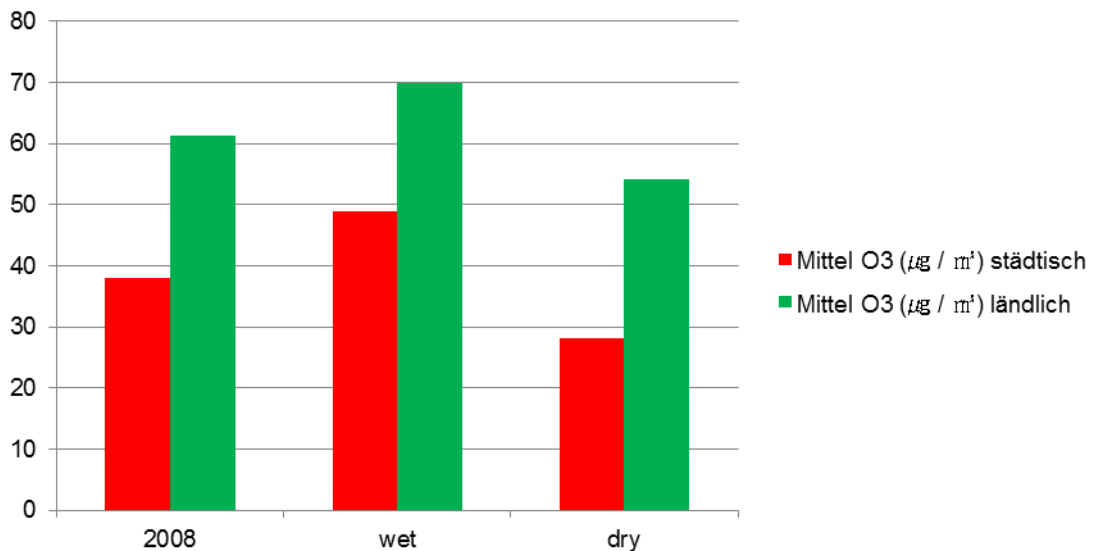


Abb. 107: durchschnittliche O<sub>3</sub>-Belastung im Untersuchungszeitraum (Januar 2008 – April 2009) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Für Ozon ( $O_3$ ) wurden in Korea 2 Grenzwerte festgelegt: für 1 h ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und für 8 h ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Alle Messstationen im ländlichen Raum in den 3 Untersuchungszeiträumen lieferten Messdaten für 8 h, die über dem zulässigen Grenzwert liegen.

Der Anteil der Messstationen, die im städtischen Raum Überschreitungen auswiesen, ist geringer als der im ländlichen Raum. Die wenigsten Überschreitungen werden in der Regenperiode im städtischen Raum registriert. Die Ozonbelastung der Stadt ist im Vergleich mit der Belastung ländlicher Gebiete in den 3 Untersuchungszeiträumen etwas geringer. Das ist damit erklärbar, dass Ozon mit dem Stickstoffmonoxid der Autoabgase reagiert und somit abgebaut wird (Abb. 107).

### 7.3.5 Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )

Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) ist eine Sammelbezeichnung für verschiedene gasförmige Verbindungen, die aus den Atomen Stickstoff (N) und Sauerstoff (O) aufgebaut sind. Vereinfacht werden nur die beiden wichtigsten Verbindungen NO (Stickstoffmonoxid) und  $\text{NO}_2$  (Stickstoffdioxid) dazu gezählt. Stickstoffoxide gehören zu den „Massenschadstoffen“ in der Luft.

Stickstoffoxide entstehen als Produkte unerwünschter Nebenreaktionen bei Verbrennungsprozessen, wobei sowohl NO als auch  $\text{NO}_2$  erzeugt wird. Die Hauptquellen sind Verbrennungsmotoren und Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas, Holz oder Abfälle. Die Abgase von Großfeuerungsanlagen werden in der Regel über Schornsteine abgeleitet und deshalb stärker verdünnt als solche aus bodennahen Quellen. In Ballungsgebieten ist daher der Straßenverkehr die bedeutendste  $\text{NO}_x$ -Quelle, wobei der größte Anteil aus Dieselmotoren stammt. Stickstoffdioxid schädigt die Schleimhaut und reizt die Augen. Es zeigt eine stärker schädigende Wirkung als Stickstoffmonoxid und steht deshalb im Zentrum der Bemühungen um saubere Luft (UBA 2013).

Die analog Kapitel 6.8 erhaltenen Messdaten für  $\text{NO}_2$  werden in Tabelle 27 getrennt nach urban (städtisch), ländlich sowie für Regen(wet)- und Trocken(dry)perioden (vgl. Kap. 6.7) zusammenfassend dargestellt.

Tab. 27: NO<sub>2</sub>-Belastung für den angegebenen Untersuchungszeitraum (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

Zeiteinheit	NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 urban						NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) 2008 ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	32,0	42,3	28,4	25,3	29,0	26,9	85,7	2,4	85,7	2,3	85,7	2,3
1 Std. (Alarm)			74,0	0,1					85,7	0,1		
24 Stunden	0,0	23,5					100,0	0,0				
Jahr	8,1		1,4		1,4		100,0		71,4		71,4	

Zeiteinheit	NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet urban						NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) wet ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	36,9	38,2	34,1	19,9	34,1	23,4	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
1 Std. (Alarm)			100,0	0,0					100,0	0,0		
24 Stunden	0,0	19,9					100,0	0,0				
Jahr	12,2		2,4		2,4		85,7		85,7		85,7	

Zeiteinheit	NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry urban						NO <sub>2</sub> (µg / m <sup>3</sup> ) dry ländlich					
	Korea		EU		WHO		Korea		EU		WHO	
	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS	SUG	DÜS
1 Stunde	43,3	33,1	42,2	21,9	42,2	22,5	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
1 Std. (Alarm)			100,0	0,0					100,0	0,0		
24 Stunden	0,0	20,5					100,0	0,0				
Jahr	18,1		7,2		7,2		100,0		100,0		100,0	

SUG Stationen (in %), die Messdaten unter dem Grenzwert liefern  
DÜS Durchschnittliche Überschreitung pro Station

Aus der Tabelle 27 ist zu entnehmen, wie viele der untersuchten Messstationen Daten lieferten, die den gesetzlichen Grenzwert nicht einhalten.

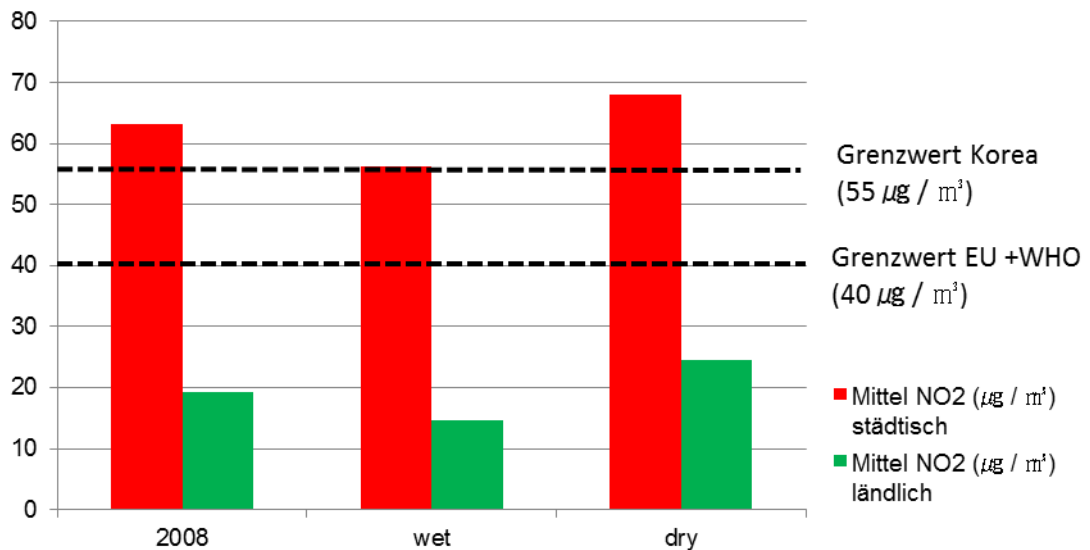


Abb. 108: Durchschnittliche NO<sub>2</sub>-Belastung im Untersuchungszeitraum (Januar 2008 – April 2009) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

Für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) wurden in Korea 3 Grenzwerte festgelegt: für 1 h (190 µg/m<sup>3</sup>), für 24 h (115 µg/m<sup>3</sup>) und für 1 Jahr (55 µg/m<sup>3</sup>). Die Messdaten für NO<sub>2</sub> an den ländlichen Stationen liegen fast immer unter dem zulässigen Höchstwert. Alle Messstationen im städtischen Raum in den drei Untersuchungszeiträumen lieferten Messwerte für 24 h, die über dem zulässigen Grenzwert liegen. Die Messwerte an den städtischen Messstationen liegen insgesamt deutlich über denen der ländlichen Gebiete. In der Trockenperiode ist der durchschnittliche NO<sub>2</sub>-Gehalt am größten und liegt um rund 1,5fach über dem von EU und WHO empfohlenen Höchstwert. In der Regenperiode wird der von Korea festgelegte Jahreshöchstwert von 55 µg/m<sup>3</sup> im städtischen Gebiet geringfügig überschritten, während im ländlichen Gebiet in allen drei Untersuchungszeiträumen auch die strengeren Höchstwertempfehlungen der WHO eingehalten werden (Abb. 108). Die NO<sub>2</sub>-Belastung im städtischen Raum stellt eine ernstzunehmende Gefahr für die Gesundheit der Menschen sowie für die Umwelt dar.

## 7.4 Hintergrundbelastung

Durch eine Unterscheidung der Schadstoffmessdaten, die an städtischen oder ländlichen Stationen erfasst worden sind, ist es möglich, die sogenannte Hintergrundbelastung zu ermitteln. Diese ist für jeden Schadstoff diejenige Konzentration, welche nicht vom Hauptemitter, d.h. dem Straßenverkehr, verursacht wird. Sie entspricht im Untersuchungszeitraum den mittleren Schadstoffbelastungen an den sieben ländlichen Stationen. Durch die Ermittlung der Hintergrundbelastung ist es möglich, die vom Verkehr verursachte Höhe der Schadstoffkonzentrationen im städtischen Raum zu erfassen. Dies ist insofern informativ, um einzuschätzen, durch welche Emittenten ein Untersuchungsgebiet belastet ist.

Zur Erfassung der Hintergrundbelastung wurden die durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungszeitraum an den sieben ländlichen Messstationen ermittelt. Aus den Messdaten an den 83 städtischen Stationen erfolgte die Berechnung der durchschnittlichen Gesamt-Schadstoffbelastung für den urbanen Raum (Tab. 28).

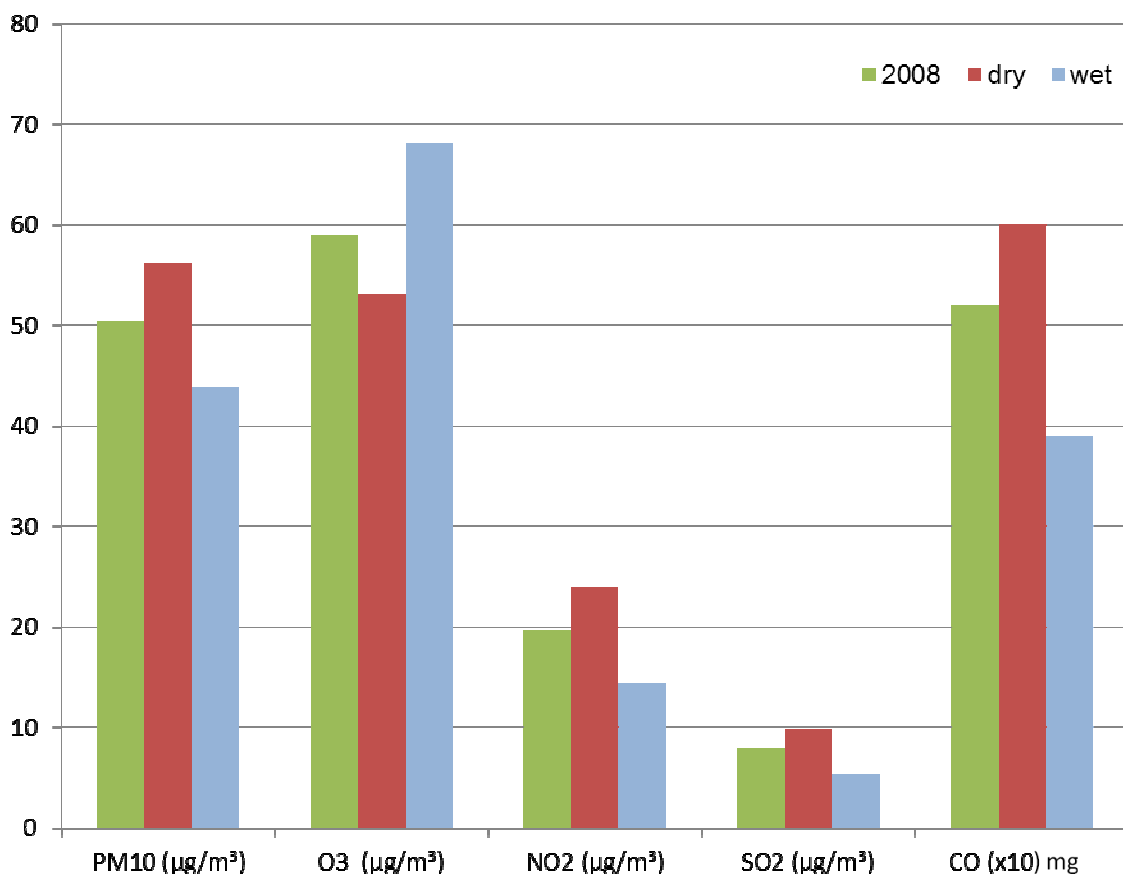


Abb. 109: Mittlere Schadstoffbelastung der sieben ländlichen Stationen (= Hintergrundbelastung) über die drei Untersuchungszeiträume (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).



Tab. 28: Mittlere Schadstoffbelastungen an den 7 ländlichen und 83 urbanen Messstationen  
(Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013)

<b>2008</b> Januar 2008 - Dezember 2008					
Station	PM-10 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
71	43,16	68,09	16,11	0,48	10,04
131	50,80	65,47	26,02	0,52	12,85
162	67,32	42,57	23,68	0,34	6,56
302	57,78	50,33	24,36	0,71	6,63
303	45,82	53,12	18,00	0,56	5,72
308	45,46	58,90	13,06	0,63	5,20
309	48,73	90,32	13,04	0,41	7,70
MW 7 ländliche	51,30	61,26	19,18	0,52	7,81
MW 83 urbane	57,27	38,06	63,13	0,72	16,40

<b>nass</b> April 2008 - September 2008					
Station	PM-10 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
71	42,75	77,40	12,45	0,40	7,82
131	45,49	75,89	23,27	0,43	10,23
162	56,64	54,07	17,73	0,26	4,84
302	49,62	60,74	20,51	0,52	4,69
303	52,37	73,04	15,13	0,49	4,33
308	38,52	68,89	8,23	0,53	3,54
309	44,50	103,81	10,45	0,32	4,57
MW 7 ländliche	44,63	69,93	14,68	0,39	5,51
MW 83 urbane	57,20	50,67	56,26	0,59	12,81

<b>trocken</b> Oktober 2008 - März 2009					
Station	PM-10 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
71	50,73	57,36	19,66	0,52	12,92
131	54,58	56,33	28,87	0,59	15,97
162	74,54	33,22	43,27	0,59	10,63
302	61,03	36,51	26,39	0,77	6,49
303	55,96	62,64	21,72	0,70	7,33
308	52,25	50,05	15,72	0,63	6,36
309	51,69	83,12	15,34	0,48	11,38
MW 7 ländliche	57,25	54,18	24,42	0,61	10,15
MW 83 urbane	64,16	28,21	68,00	0,86	18,61

Abbildung 109 zeigt die mittlere Schadstoffbelastung der sieben ländlichen Stationen. Dies entspricht der Hintergrundbelastung, denn die ländlichen Stationen werden nur geringfügig von Verkehr als Hauptemittent beeinflusst. Aus der Differenz der durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen im urbanen und ländlichen Raum wurden im Folgenden diejenigen Schadstoffkonzentrationen errechnet, die vom Verkehr verursacht wurden, und jene, die als Hintergrundbelastung benannt werden können (Abb. 110) Da der Ozongehalt in den ländlichen Gebieten höher als im urbanen Raum ist (vgl. Kap. 7.3.4), wurde dieser Schadstoff bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

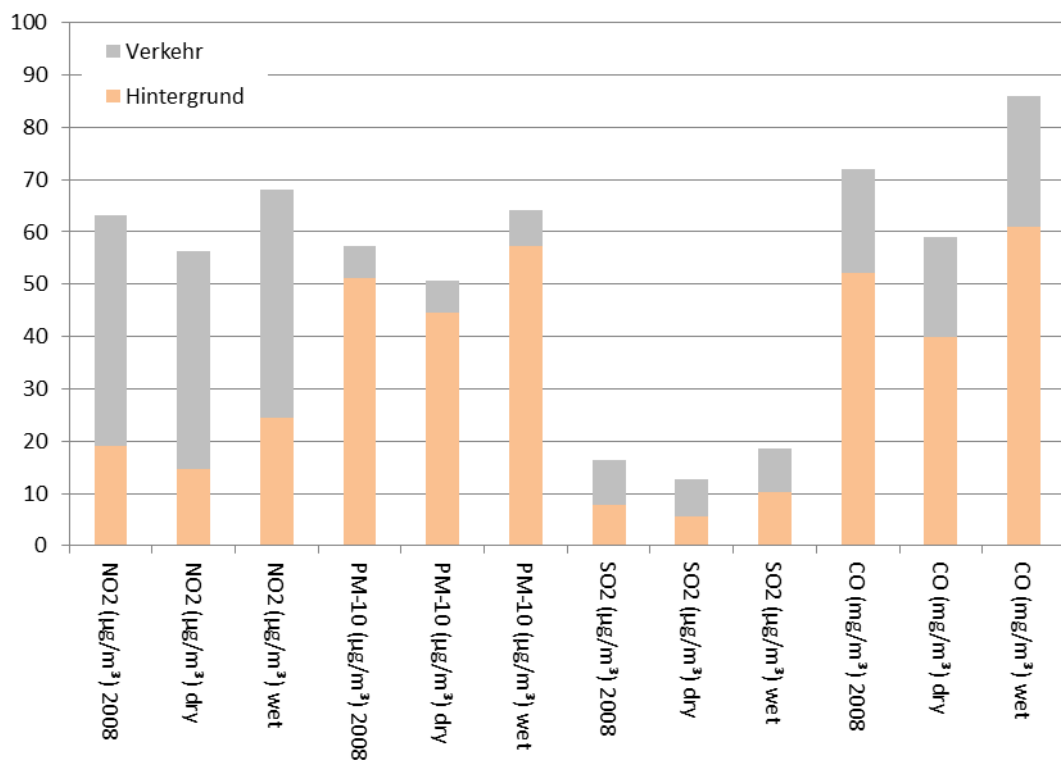


Abb. 110: mittlere Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungszeitraum (Januar 2008 – April 2009) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

In Abbildung 110 und 111 wurde das Verhältnis der ländlichen zur städtischen Schadstoffsituation dargestellt. NO<sub>2</sub> weist den größten Unterschied auf. In der Regenperiode beträgt der Unterschied der NO<sub>2</sub> Konzentration, die im ländlichen Raum gemessen wurde etwa die Hälfte (59 %) von der im städtischen Gebiet. In der Trockenperiode beträgt der Unterschied zwischen städtischen und ländlichen Stationen sogar 79 %. Die auffällig hohen NO<sub>2</sub>-Werte sind auf Belastungen durch hohes Verkehrsaufkommen zurück zu führen. SO<sub>2</sub> weist ähnlich hohe Unterschiede auf. Die Höhe der SO<sub>2</sub> Konzentration, die im ländlichen Raum gemessen wurde, beträgt in der Trockenphase 58 % von der im städtischen Gebiet, in der Regenphase sind 43 %. Die Abweichung der Konzentration von CO (~ 30 %) und PM-10 (~ 8 %) ist über alle drei Perioden

relativ konstant. Bei Ozon verhält es sich genau anders herum. Hier weisen die ländlichen Stationen bis zu 83 % (Regenphase) höhere Werte auf als die städtischen. Selbst in der Trockenphase ist die Ozonkonzentration in den ländlichen Gebieten fast doppelt so hoch wie in den städtischen (auf Grundlage von (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

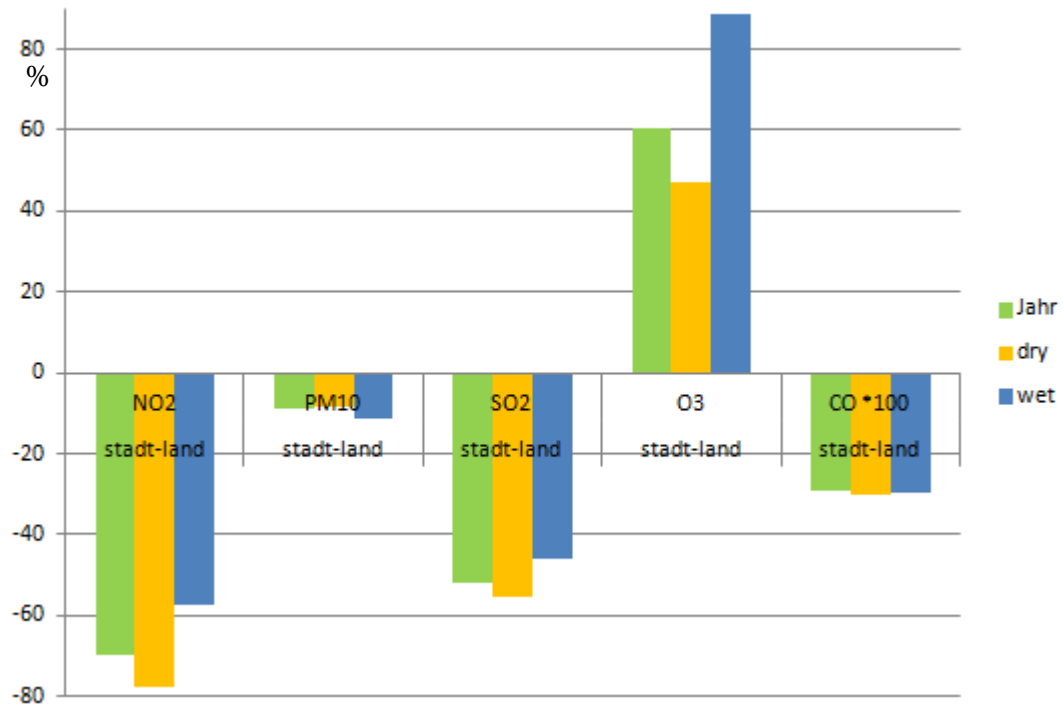


Abb. 111: Verhältnis der Schadstoffkonzentrationen Stadt - Land in % (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013).

### 7.5 Tagesganglinien des Verkehrs und der Schadstoffkonzentrationen

In den Abbildung 112 - 114 werden die Tagesganglinie des PKW-Verkehrs im Zusammenhang mit den Tagesganglinien der Schadstoffkonzentrationen NO<sub>2</sub>, PM-10 und O<sub>3</sub> dargestellt. Die Tagesganglinie des stündlichen PKW-Verkehrs wurde aus offiziellen Verkehrszählungen (Kap. 6.5) erstellt. Die Tagesganglinie des PKW-Verkehrs mit zwei Maxima zeigt einen typischen Verlauf für Straßen mit starkem Pendlerverkehr. Für die fünf Tagesganglinien der stündlichen Schadstoffkonzentrationen wurden die Mittelwerte pro Schadstoff an den 83 urbanen Messstationen (Kap. 6.7) im Untersuchungszeitraum zugrunde gelegt.

### 7.5.1 PKW- und NO<sub>2</sub> -Tagesganglinien

Die Tagesganglinie des PKW-Verkehrs korreliert mit den NO<sub>2</sub>-Schadstoffganglinien aller drei Perioden im Untersuchungszeitraum (Abb. 112), sowohl für die ländlichen als auch für die städtischen Gebiete. Die Emissionen durch den Verkehr sind die Hauptquelle für hohe NO<sub>2</sub>-Schadstoffbelastung, wie auch von JO & PARK 2005, CARSLAW & BEEVERS 2004 und FUJITA ET AL. 2003 in KIM & GULDMANN 2011:2806) beschrieben wurde. Während der Anstieg der drei Schadstoffkurven am Morgen nahezu zeitgleich zur Verkehrsdichte erfolgt, ist dieser am Abend einige Zeit später zu verzeichnen. Die zwei Tagesmaxima am Morgen (ab 6 Uhr) und am Abend (Feiertagsverkehr) werden auch von KIM & GULDMANN (2011:2806) nachgewiesen. Die Tagesganglinie des PKW-Verkehrs mit zwei Maxima zeigt einen typischen Verlauf für Straßen mit starkem Pendlerverkehr.

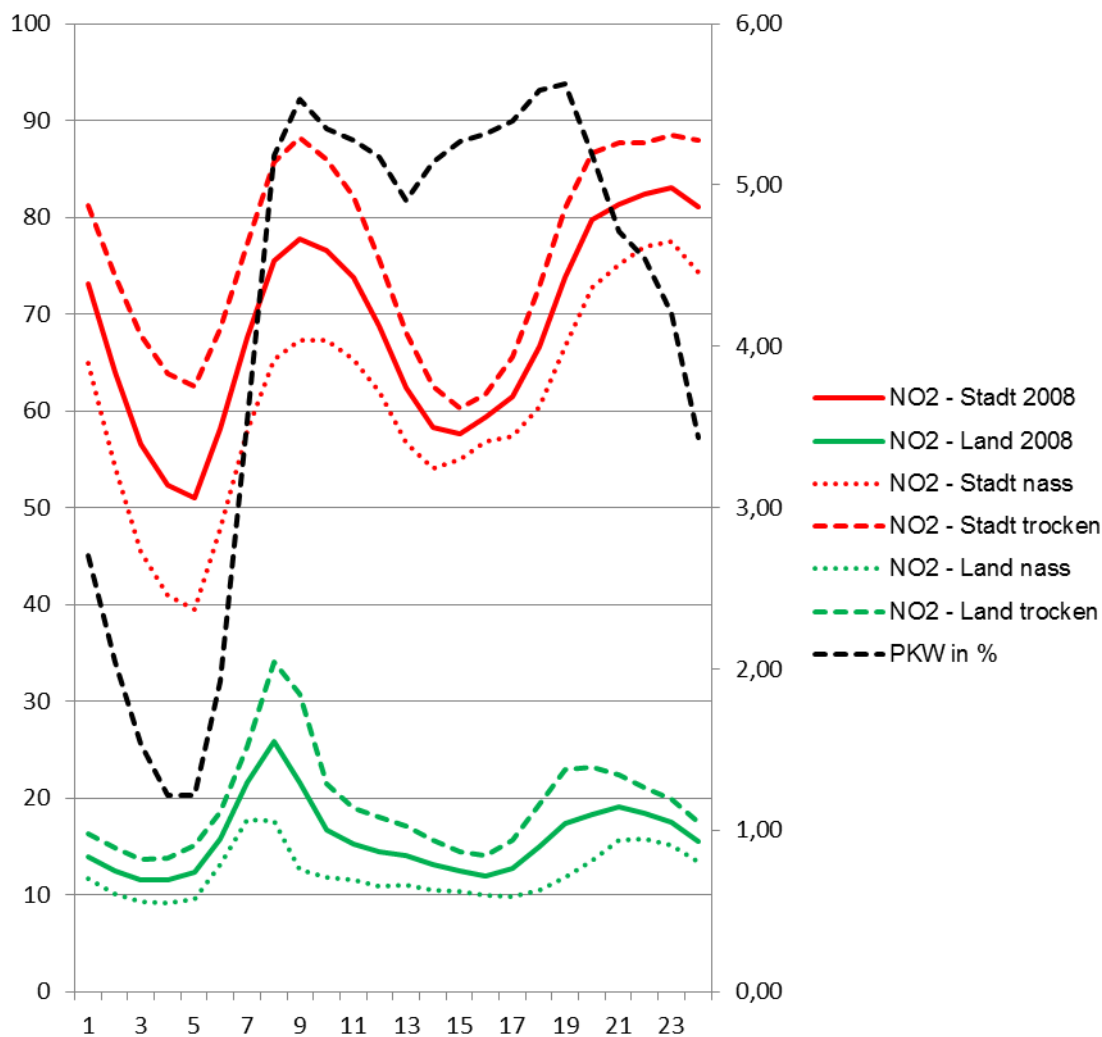


Abb. 112: PKW- und NO<sub>2</sub> -Tagesganglinien (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013 und GTDM 2013).

## 7.5.2 PKW- und FM-10 -Tagesganglinien

Die Konzentration von PM-10 (Abb. 113) zeigt zwei eng beieinander liegende Maxima am späten Vormittag sowie am frühen Nachmittag. Während der Gehalt am Morgen noch mit dem Fahrzeugaufkommen wächst und das mittägliche Zwischenminimum mit dem Minimum des Fahrzeugaufkommens zusammenfällt, verlaufen die Trends in der zweiten Tageshälfte total umgekehrt. Alle drei Perioden zeigen zwei Maxima am Tag. Die Korrelation zwischen Verkehrsaufkommen und PM-10-Konzentration ist nicht so gut, weil der Verkehr nicht die Hauptursache für hohe PM-10-Konzentrationen darstellt (KIM & GULDMANN 2011:2806). Die Quellen für hohe Konzentrationen an Feinstaub sind sehr unterschiedlich, wie im Kapitel 7.3.3 ausgeführt wurde. Verkehrsbedingte Feinstaub-Emissionen in städtischen Regionen sind überwiegend auf Dieselfahrzeuge zurückzuführen (KIM & GULDMANN 2011: 2808-9).

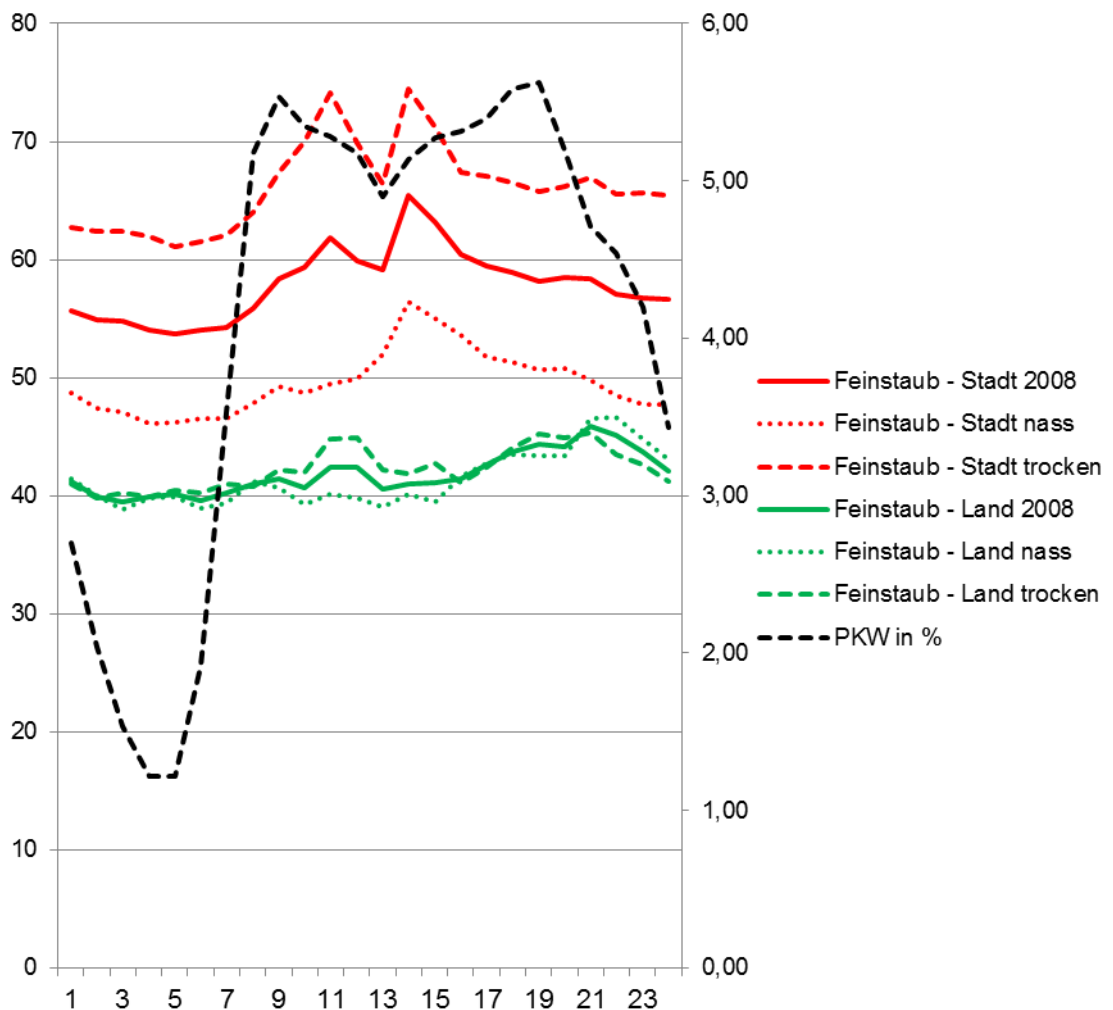


Abb. 113: PKW- und PM-10 (Feinstaub) - Tagesganglinien (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013 und GTDM 2013).

### 7.5.3 PKW- und O<sub>3</sub> -Tagesganglinien

Die Ozonkonzentration sinkt - im Gegensatz zum Fahrzeugaufkommen - bis zu einem Tagesminimum am frühen Vormittag (Abb. 114). Dann erfolgt ein rascher Anstieg bis zum spätnachmittäglichen Tagesmaximum, bevor ein ebenso rascher Abfall am Abend eintritt. Die O<sub>3</sub>-Ganglinien zeigen andere Kurvenverläufe als der Verkehr, denn O<sub>3</sub> wird durch photochemische Prozesse gebildet und z. B. durch Stickstoffmonoxid abgebaut (reduziert). Demzufolge ist die O<sub>3</sub>-Konzentration verkehrsbedingt in der Stadt geringer als auf dem Land, wie im Kapitel 7.3.4 ausgeführt wurde (KIM & GULDMANN 2011:2807). O<sub>3</sub>-Konzentrationen zeigen einen steilen Anstieg, wenn die Sonneneinstrahlung beginnt. Normalerweise sind die Höchststände der UV-Strahlung gegen 13.00 Uhr, aber die höchsten Konzentrationen von O<sub>3</sub> treten etwa 16 Uhr auf, da auch höhere Temperaturen am Nachmittag die O<sub>3</sub>-Bildung begünstigen können (KIM & HAN 2012:143).

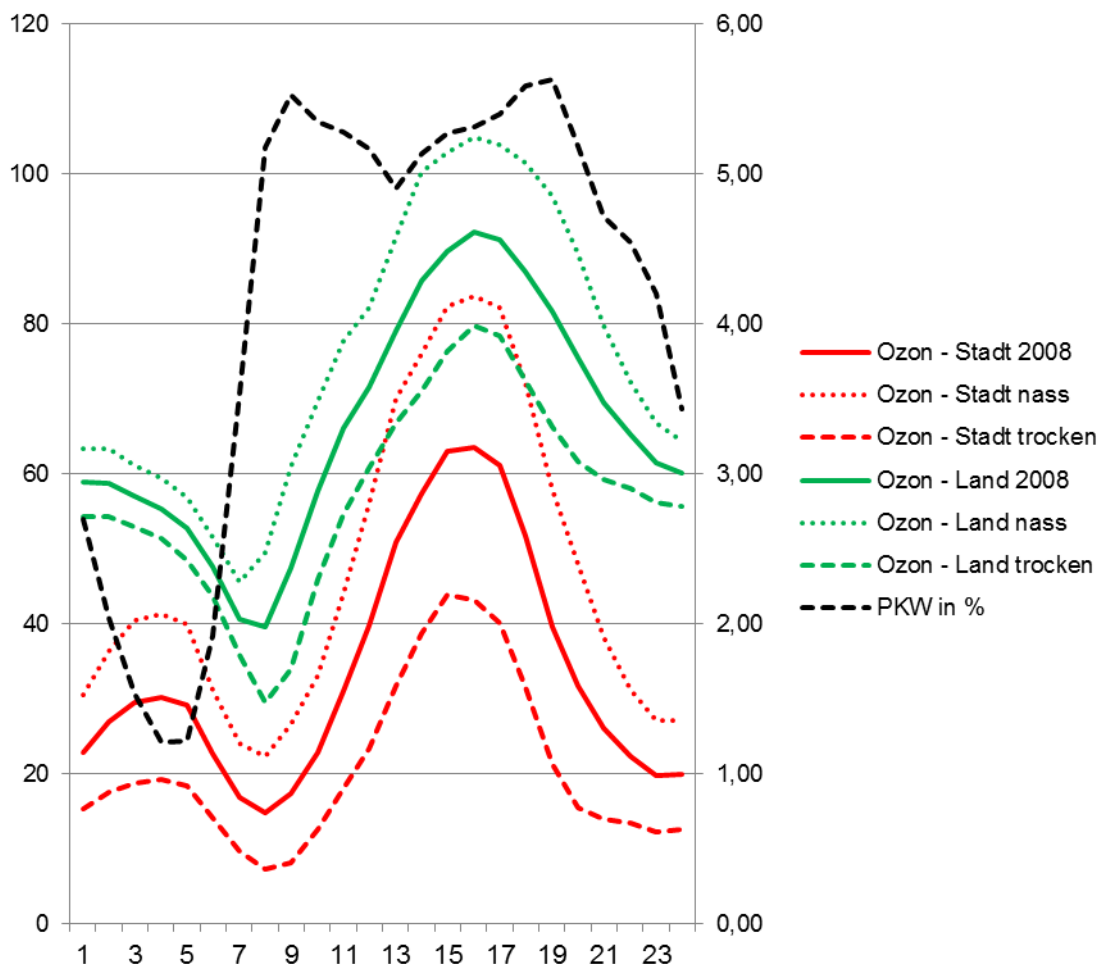


Abb. 114: PKW- und O<sub>3</sub> -Tagesganglinien (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von AIRKOREA 2013 und GTDM 2013).

Solange die Ozonbildung höher als der Abbau ist, steigt die O<sub>3</sub>-Konzentration. Am Abend wird kein O<sub>3</sub> gebildet und somit bleibt während der Nacht ein gleichbleibendes Konzentrationsniveau. Mit der Zunahme der Verkehrsströme am Morgen (Stickstoffmonoxidbildung) wird Ozon reduziert und die Konzentration sinkt. Man kann daher erwarten, dass höhere Verkehrsströme zu niedrigeren O<sub>3</sub>-Konzentrationen führen (KIM & GULDMANN 2011:2807).

## 7.6 Fazit

Ausgehend von 90 punktuellen Messungen und den ermittelten eigenen Daten (Abb. 115) sollte in dieser Arbeit die Schadstoffsituation im Grüngürtel erfasst werden.

Das Modell MISKAM ist für Ausbreitungsprozesse von einigen hundert Metern geeignet.<sup>48</sup> Es berücksichtigt physikalische Prozesse, die in der Nähe von Gebäuden ablaufen und Einfluss auf den Schadstofftransport ausüben. MISKAM ist ein dreidimensionales numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell für Windverteilungen und Immissionskonzentrationen in Straßen oder Stadtteilen. Es ermöglicht, das Strömungsverhalten in der Umgebung von Gebäuden realistisch zu modellieren.

Für die drei Testgebiete (Kap. 6.12.1) wurden im Rahmen der Zielsetzung für diese Arbeit Validierungen für die Anwendbarkeit des Modells MISKAM begonnen.

Prinzipiell erscheint das Modell MISKAM als geeignet. Für die exakte Anwendung auf die zu untersuchende Schadstoffproblematik müssen weitere Validierungsrechnungen durchgeführt werden. Denn die für die Modellierung zur Verfügung stehenden Eingangsparameter (Verkehrsdaten, Klimadaten, fehlende exakte Positionen der Schadstoffmessstationen) waren für ein befriedigendes Validierungsergebnis zu ungenau. Neben genaueren Eingangsparametern erfordert dies mehr Rechenkapazität, die im Rahmen dieser Arbeit nicht zur Verfügung stand. Mit befriedigenden Validierungsergebnissen wird es möglich sein, die Schadstoffbelastung städtischer Regionen, in denen keine punktuellen Messdaten vorliegen, zu erfassen. Die begonnen Untersuchungen sollten zielgerichtet weiter geführt werden, denn sie bilden die Grundlage für weitere Forschungen auf dem sensiblen Gebiet der Umweltbelastungen.

---

<sup>48</sup> Das Modell MISKAM ist nach Aussage der TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie in Jena) vom 15.07.2012 auf die vorliegende Problematik anwendbar.

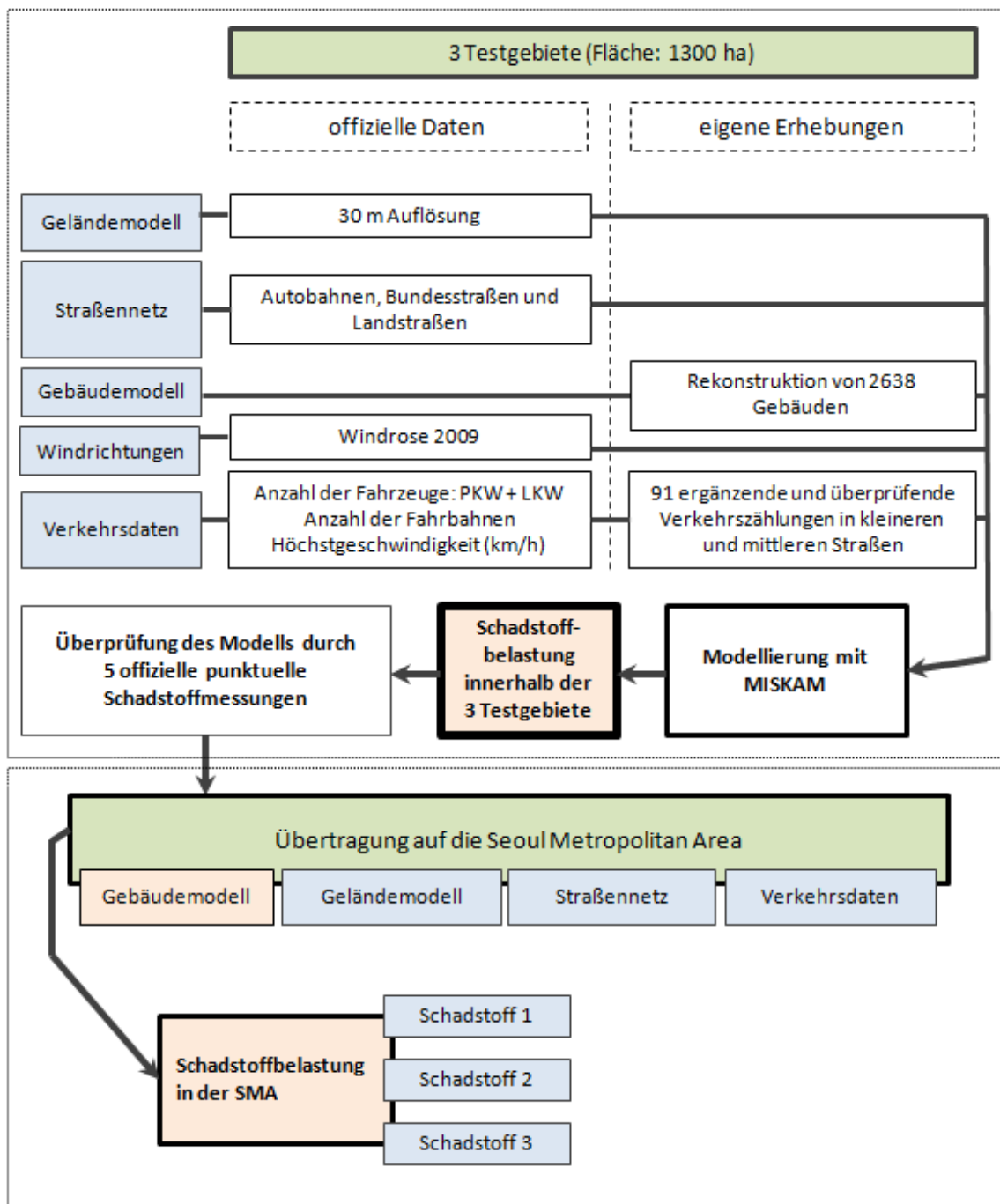


Abb. 115: schematische Darstellung der Arbeitsschritte zur Schadstoffmodellierung (Quelle: eigener Entwurf).



## 8. Lärm

### 8.1 Allgemeines

Die Wahrnehmung von Geräuschen im täglichen Leben ist von großer Bedeutung für das menschliche Wohlbefinden. Nach Angaben der World Health Organization (WHO) wird eine nachteilige Wirkung von Lärm als eine Änderung in der Morphologie und Physiologie des Organismus definiert, welche zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit, zusätzlichen Stress zu kompensieren, führt, oder die Anfälligkeit eines Organismus für die schädlichen Auswirkungen von anderen Umwelteinflüssen erhöht (WHO 1999:39-41). Zwischen Umweltlärm und spezifischen Erkrankungen bestehen Beziehungen (WHO 2011). Es wird berichtet, dass bei Kindern eine chronische Lärmbelastung die Lesefähigkeit und das Langzeitgedächtnis beeinflusst und zu einem erhöhten Blutdruck führen kann (KIM ET AL. 2012 und STANSFELD & MATHESON 2003 in KIM & Ho 2012:272), bei Erwachsenen trägt die Lärmbelastung zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Schlaganfällen bei (SØRENSEN ET AL. 2011 in KIM & Ho 2012:272). Darüber hinaus wurden direkte Folgen wie Schlafstörungen, Störungen bei der Kommunikation und andere schädliche Auswirkungen ebenfalls beobachtet (FIRDAUS & AHMAD 2010 in KIM & Ho 2012:272).

### 8.2 Kriterien zur Lärmerfassung

Auf der Website des MOE (Korean Ministry of Environment) als zuständige Behörde konnte eine modellierte Lärmkarte (Abb. 116) eingesehen werden (NOISE 2013). Daraus ist zu schlussfolgern, dass in Korea Lärmmodellierungen durchgeführt werden. Leider stellt das MOE keine Modellierungsergebnisse zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit eigene Lärmmodellierungen durchgeführt. Mit Hilfe von verschiedenen Eingangsparametern (Geländemodell, Gebäudemodell, Straßennetz und der Verkehrssituation) konnte eine Modellierung des Schallpegels durchgeführt werden.

Lärm-Modellierungsprogramme sind komplex und teuer. Im Rahmen des Budgets dieser Forschungsarbeit war es nicht möglich, ein entsprechendes Modellierungsprogramm zu erwerben. Durch Kontakte zur Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) war es möglich, die Modellierungssoftware LIMA kostenlos zu nutzen. Mittels LIMA kann aus der Durchflussdichte des Verkehrs und einem Gebäudemodell der Schallpegel für entsprechende Untersuchungsgebiete berechnet werden.

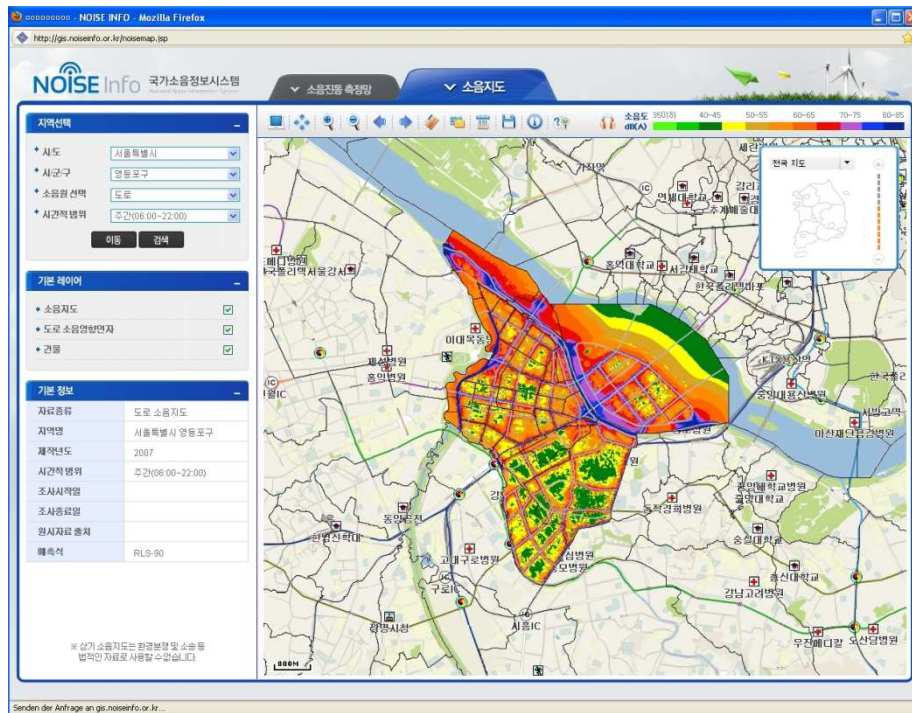


Abb. 116: Schallpegelmodellierung in der Seoul City (Quelle: NOISE 2013).

Eigene Lärmmessungen konnten aus Kostengründen nicht durchgeführt werden. Eine weitere Recherche ergab, dass das MOE Schallpegelmessungen an 178 Stationen in der Seoul City und in der umgebenden Gyeonggi-Provinz verwaltet (Übersichtskarte in Abb. 88, Kapitel 6.9).

Die Daten lagen für 14 Quartale im Zeitraum von 1/2009 bis 2/2012 (Abb. 117) für jede Station vor. Die Schallpegelwerte [in dB(A)] für 9:00; 12:00; 16:00; 20:00; 23:00 und 1:00 Uhr sind quartalsweise gemittelt.

Es konnten keine Informationen erhalten werden, in welcher Höhe über dem Erdboden die Lärmmessungen durchgeführt werden. Der Schallpegel [dB (A)] nimmt in Abhängigkeit von der Höhe zu. Ohne genaue Kenntnis über den Standort der Meßstation kann ein Fehler von mehreren Dezibel [dB(A)] auftreten.

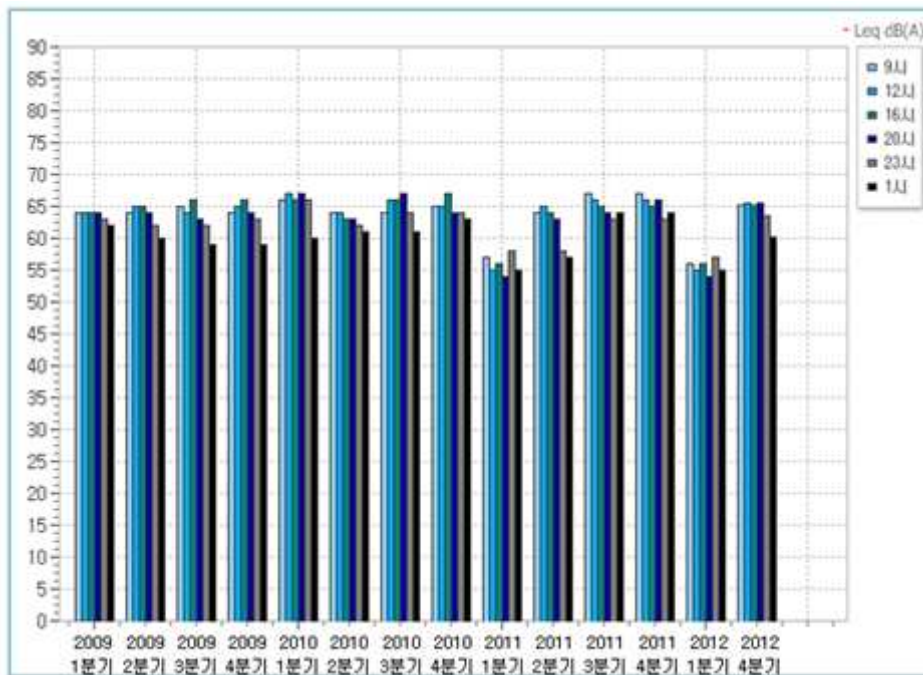


Abb. 117: offizielle Lärmmessungen [db(A)] Station 1 Area 1 (Quelle: NOISE 2013).

Zur Lärmmodellierung mittels LIMA wird der Tagesmittelwert der Verkehrsdichte benötigt. Daraus berechnet LIMA den durchschnittlichen Schallpegel für drei Zeiträume (6 bis 18; 18 bis 22 und 22 bis 6 Uhr). Es musste geklärt werden, ob die quartalsweise gemittelten, offiziellen Schallpegelmessungen von Seoul mit den modellierten Lärmdaten (durch LIMA) vergleichbar sind. Dazu wurden die durchschnittlichen Verkehrsdaten (Ganglinie des Verkehrs Abb. 84 in Kap. 6.6) für den den jeweiligen Tagesabschnitt zugrunde gelegt und miteinander verglichen (Tab. 29).

Tab. 29: Unterschied zwischen DTV (daily traffic volume, tägliches Verkehrsaufkommen) bei offiziellen Lärmmessungen und bei LIMA (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von Verkehr, LIMA 2013 und NOISE 2013)

Uhrzeit	DTV	Abweichung (in %)
6:00 -18 Uhr	4.104	
9:00 - 12:00 - 16:00	3.916	4,6
18:00 - 22:00 Uhr	4.009	
20:00 Uhr	3.956	1,3
22:00 - 6:00	1.824	
23:00 + 1:00	2.472	35,5

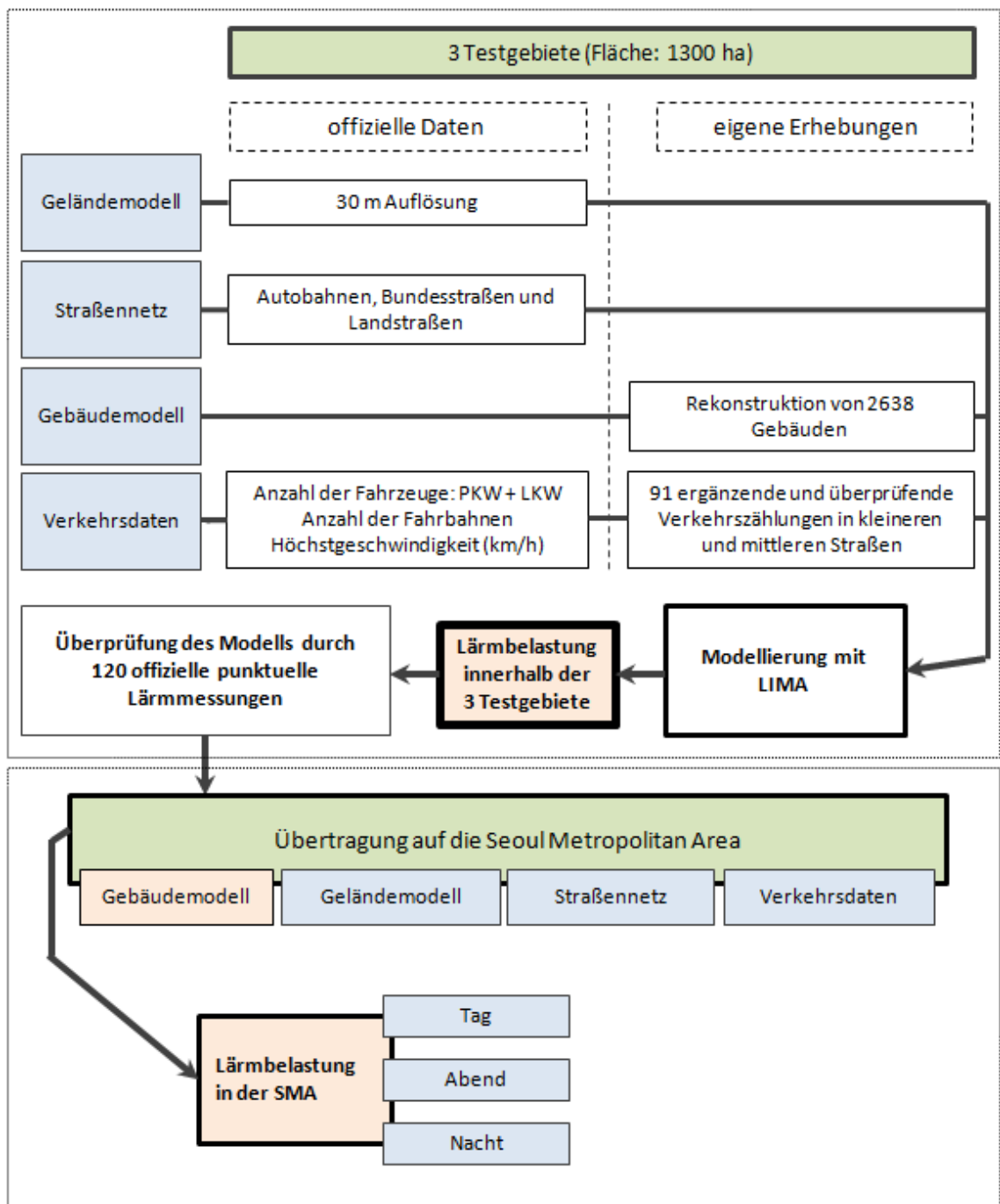


Abb. 118: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte zur Schallpegelmodellierung (Quelle: eigener Entwurf).

Aus der Tabelle 29 ist ersichtlich, dass sich der durchschnittliche Verkehr (DTV) am Tag von 6 bis 18 Uhr im Vergleich zu 9; 12; 16 Uhr nur geringfügig (4,6 %) unterscheidet, ebenso der Verkehr am Abend (1,3 %). Diese offiziellen Verkehrsdaten können zur Modellierung mittels LIMA verwendet werden, die Verkehrsdaten in der Nacht sind ungeeignet. Abbildung 118 zeigt das Schema der durchgeführten Schallpegelmodellierung.

### 8.3 Schallpegelmodellierung mit LIMA

Lärmmodelle zur Berechnung von Umweltlärmbelastungen werden zunehmend komplexer. Gleichzeitig wachsen Umfang und Qualität digitaler Geodaten, die im GIS zur Verfügung stehen und dort auch gepflegt werden. Diese Entwicklungen erfordern neue Ansätze bei der Programmierung und Datenhaltung von Umweltmodellen.

Mit Hilfe von LIMA ist es möglich, großflächige Schallimmissionsberechnungen in vertretbaren Rechenzeiten durchzuführen. Da für großräumige Untersuchungen mit gleicher Genauigkeit gerechnet werden kann wie für Einzelpunktuntersuchungen, haben die erstellten Schallimmissionspläne eine hohe Ausgabegenauigkeit. Mittels LIMA können Schallimmissionsberechnungen basierend auf dem Straßenverkehr und mittels der Software-Erweiterung Fanamos auch für den Flugverkehr durchgeführt werden. Da sich der Airport von Seoul 40 Kilometer Luftlinie westlich der City Hall befindet, konnte der Einfluss von Fluglärm als verschwindend gering eingeordnet werden (IVU 2013).

Mit Hilfe von LIMA wurden die durchschnittlichen Schallpegel für die drei Zeiträume Tag (06:00 bis 18:00 Uhr), Abend (18:00 bis 22:00 Uhr) und Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr) modelliert.

In den Abbildungen 119-121 sind die Modellierungsergebnisse für die drei Testgebiete dargestellt.

Für die Testgebiete wurde auf Empfehlung der Mitarbeiter der TLUG für die farbige Darstellung die elfstufige Farbskallierung nach DIN 18005 verwendet (BMU 2012:9).

Die Auswertung der Schallpegel für die drei Zeiträume (Tag, Abend, Nacht) ergab in allen drei Testgebieten, dass an den Straßen der höchste Lärmpegel gemessen wurde. Gebiete mit einer dichten Bebauung (durchgehend gelbe Fläche Abb. 119-121) weisen die geringsten Lärmpegel auf.

Ein Vergleich der drei Untersuchungszeiträume zeigt, dass der Geräuschpegel tagsüber am höchsten ist. Diese Tatsache wurde in einer vergleichenden Studie von KIM & Ho (2012:274) bestätigt. Die Abendwerte besitzen noch immer vergleichbar hohe Schallpegel. Dies ist drauf zurückzuführen, dass für den Zeitraum Abend (18:00 bis 22:00 Uhr) noch immer ein hohes Verkehrsaufkommen herrscht. Die niedrigsten Lärmpegel existieren in der Nacht, weil in diesem Zeitraum der Verkehr am geringsten ist.

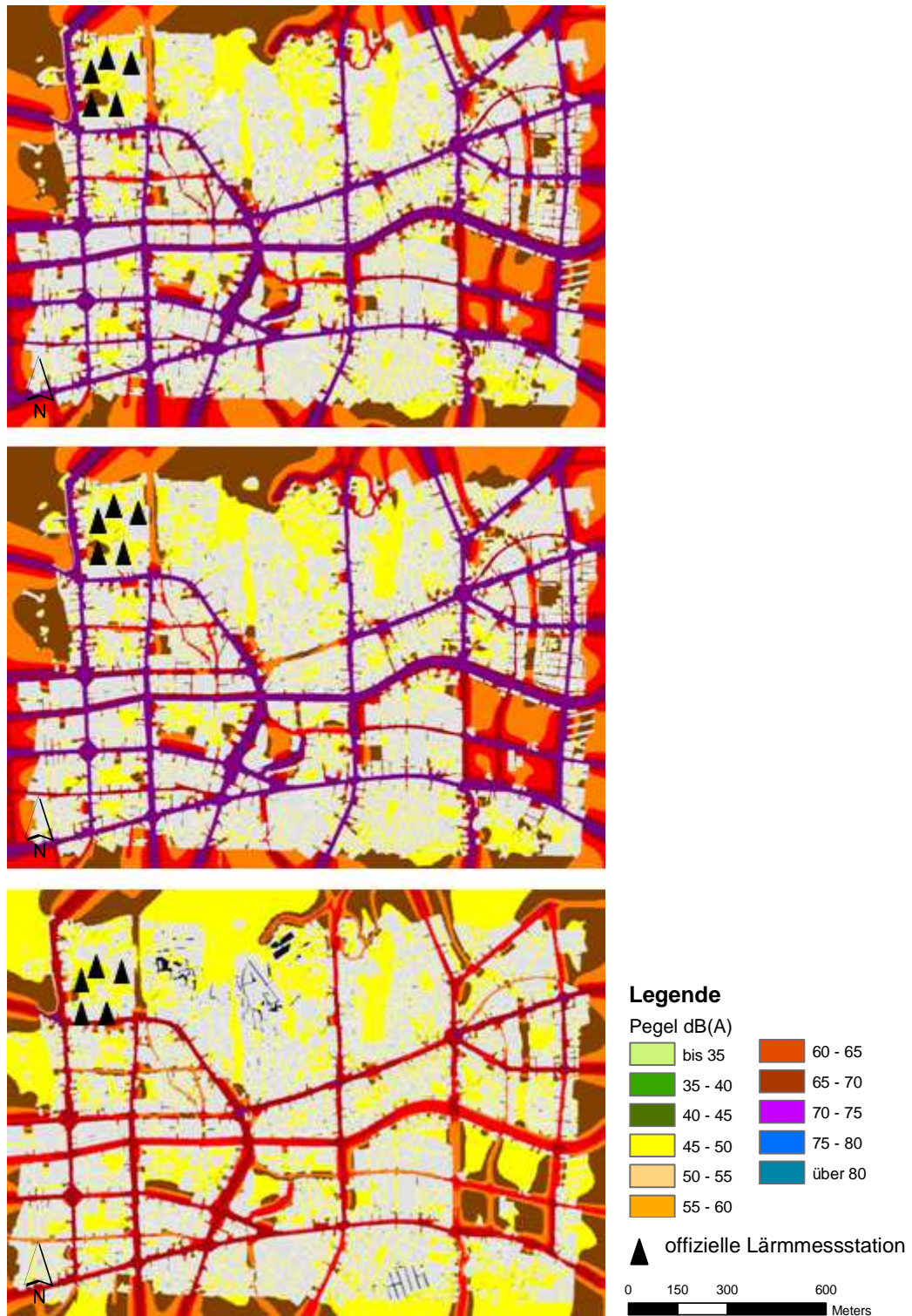


Abb. 119: Testgebiet 1: Lärmbelastung in dB (A) für den Tag (06:00 bis 18:00 Uhr, oben), für den Abend (18:00 bis 22:00 Uhr, mitte) und für die Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr, unten) (nach DIN 18005) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von BMU 2012:9 und LIMA-Modellierung).

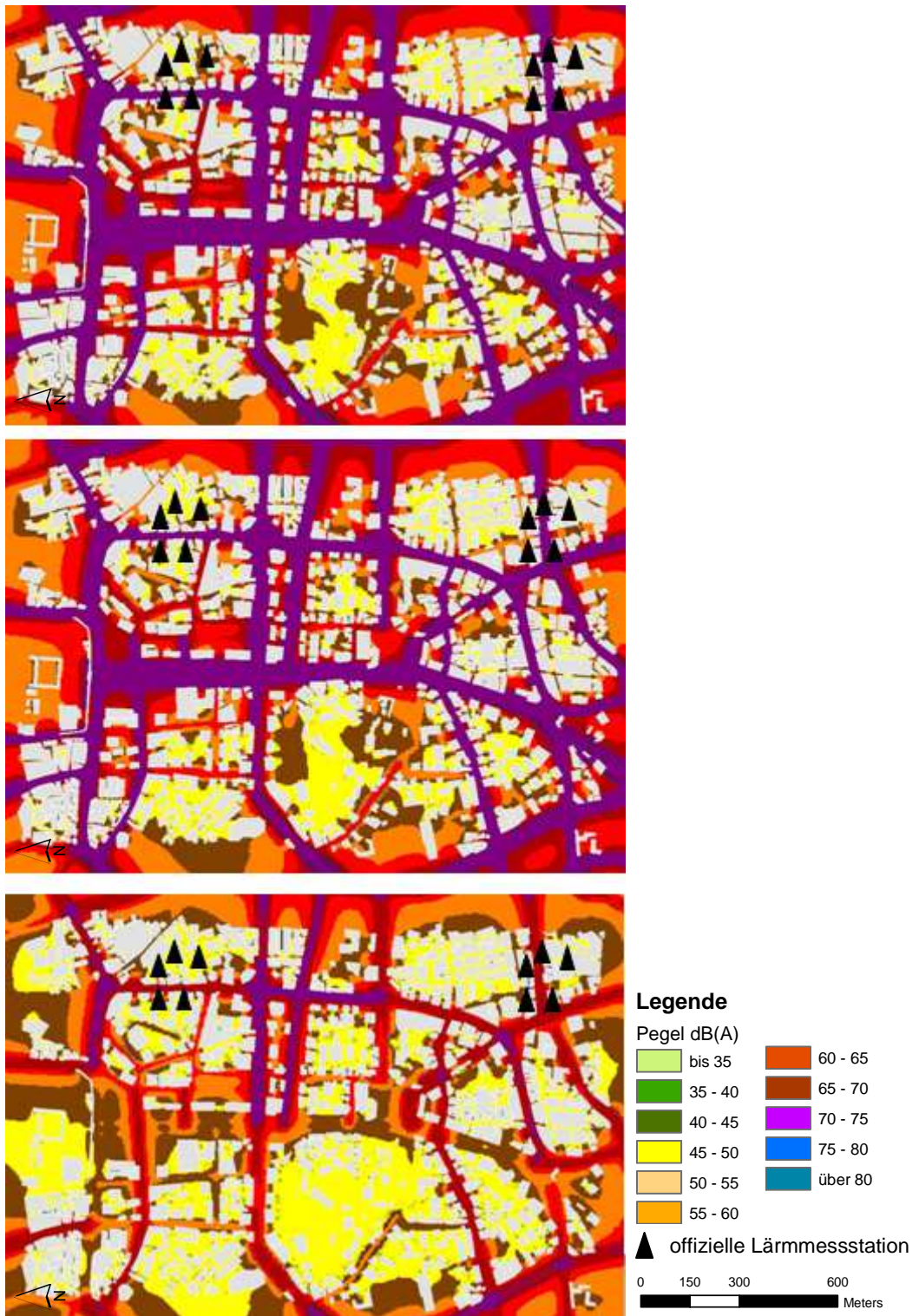


Abb. 120: Testgebiet 2: Lärmbelastung in dB (A) für den Tag (06:00 bis 18:00 Uhr, oben), für den Abend (18:00 bis 22:00 Uhr, mitte) und für die Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr, unten) (nach DIN 18005) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von BMU 2012:9 und LIMA-Modellierung).

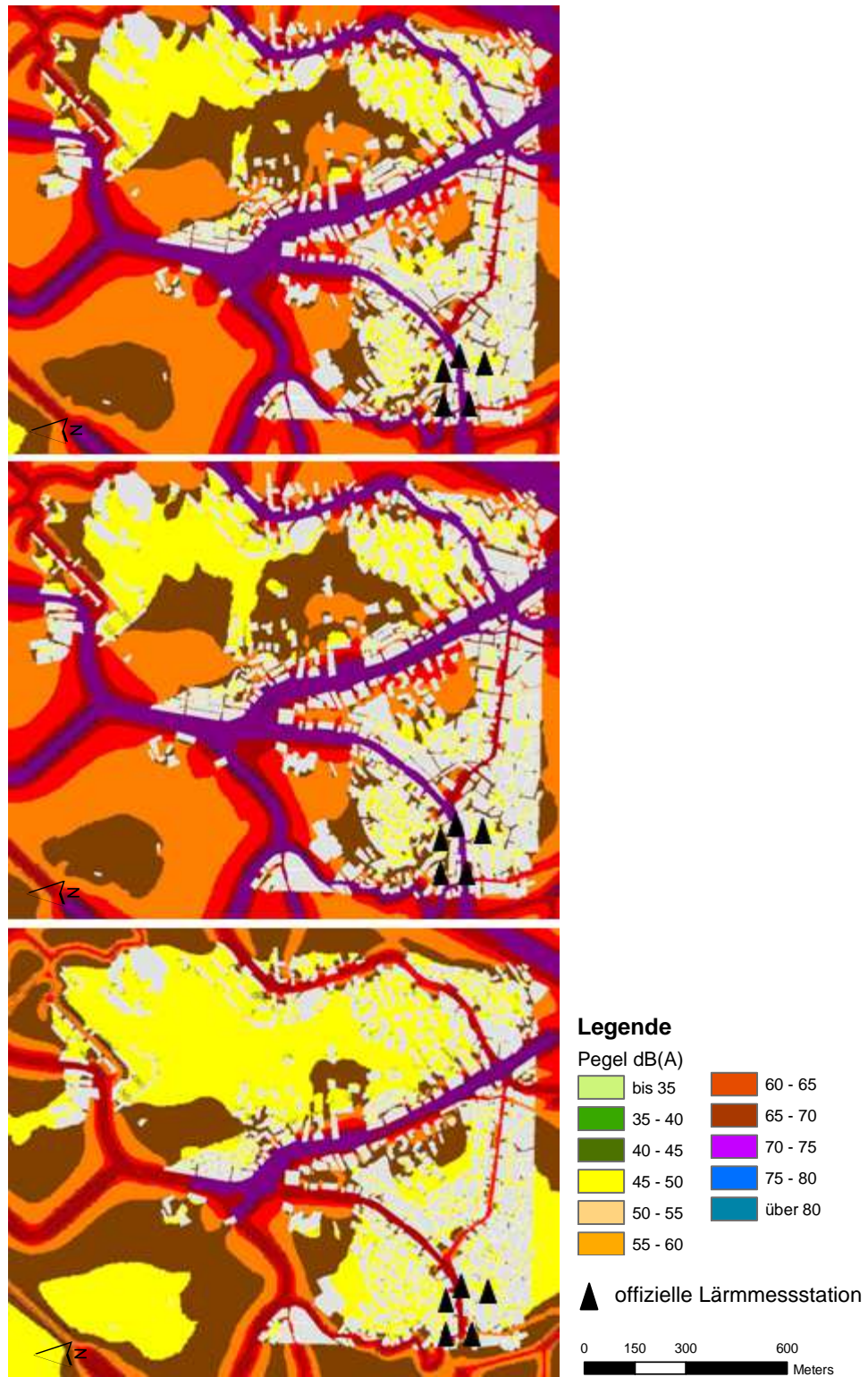


Abb. 121: Testgebiet 3: Lärmbelastung in dB (A) für den Tag (06:00 bis 18:00 Uhr, oben), für den Abend (18:00 bis 22:00 Uhr, mitte) und für die Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr, unten) (nach DIN 18005) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von BMU 2012:9 und LIMA-Modellierung).



Laut LEE & CHANG & PARK (2008:709) kann von einem vernachlässigbaren Modellierungsfehler ausgegangen werden, wenn die Differenz zwischen dem gemessenen und dem modellierten Schallpegel weniger als 3 dB(A) beträgt. Beim Vergleich der Schallpegeldaten, die von offiziellen Messstationen in den drei Testgebieten für die drei Zeiträume gemessen worden sind, mit den Modellierungsergebnissen, wurden bei 10 der 20 Messstationen Werte über 3 dB(A) festgestellt (Tab. 30; rot markiert).

Tab. 30: LIMA-Modellierung im Vergleich zu den offiziellen Schallpegelmessungen  
(Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von NOISE 2013 und LIMA-Modellierung)

Area	Station	Höhe (m)	LIMA (db)			offizielle Lärmmessungen (db)			Differenz lima / offiziell (db)		
			day	evening	night	day	evening	night	day	evening	night
1	1	2	57,8	50,6	56,2	63,6	59,5	63,1	5,82	8,86	6,85
1	2	45	52,3	45,4	50,9	50,4	46,3	49,8	-1,87	0,92	-1,07
1	3	53	56,2	48,9	54,6	57,0	48,0	54,2	0,82	-0,93	-0,43
1	4	2	77,7	70,4	76,1	61,8	58,8	62,3	-15,9	-11,7	-13,8
1	5	2	56,1	50,3	55,3	53,5	47,8	52,9	-2,57	-2,48	-2,43
2	1	2	57,9	50,8	56,4	66,2	58,3	67,9	8,34	7,54	11,51
2	2	66	61	53,4	59,3	67,0	59,3	68,3	6,01	5,92	8,95
2	3	2	45,2	39,3	44,4	67,9	58,4	69,2	22,72	19,12	24,78
2	4	14	72,2	64,0	70,6	71,1	67,4	71,6	-1,07	3,36	0,98
2	5	13	73,9	66,4	72,2	72,5	69,1	72,1	-1,41	2,74	-0,15
2	6	49	72,1	64,6	70,4	70,4	68,5	68,4	-1,73	3,9	-1,98
2	7	2	56,8	49,9	55,4	57,9	50,8	53,1	1,12	0,85	-2,34
2	8	11	58,6	51,5	57,1	59,0	53,7	55,1	0,42	2,21	-2,04
2	9	5	60,8	53,7	59,3	59,1	55,2	56,3	-1,67	1,5	-3,01
2	10	43	71,8	64,3	70,1	70,4	68,5	68,4	-1,43	4,2	-1,68
3	1	42	69,6	59,6	67,9	68,6	64,1	69,3	-1,01	4,46	1,35
3	2	2	60,7	54,8	59,9	50,4	43,3	48,7	-10,3	-11,5	-11,3
3	3	2	60,8	54,9	60,0	51,7	44,4	49,3	-9,09	-10,5	-10,8
3	4	2	63,1	57,0	62,1	54,6	47,5	53,3	-8,54	-9,46	-8,85
3	5	19	73,9	66,4	72,2	72,4	68,0	73,2	-1,47	1,64	0,98

In diesen Zusammenhang wurde festgestellt, dass die Ganglinien (pro Zeitraum) für Schallpegel der Area 3 Station 2 (Abb. 122) größere Lärmpegelunterschiede in drei Jahren aufwiesen, als die Ganglinien der Schallpegel in Area 3 Station 5 (Abb. 123). Die Ursache dafür ist nicht bekannt, könnte aber ein Grund für die hohe Fehlerquote sein (Tab. 30).

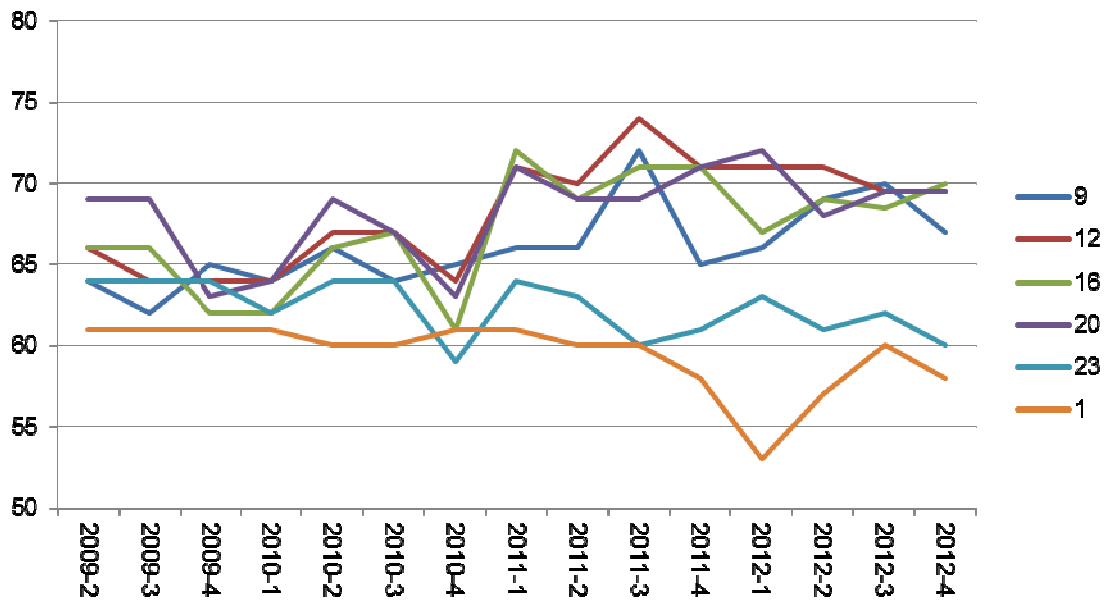


Abb. 122: Messtation 2 in Area 3: Ganglinien der Schallpegel im Zeitraum von 2/2009 bis 4/2012 (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von NOISE 2013).

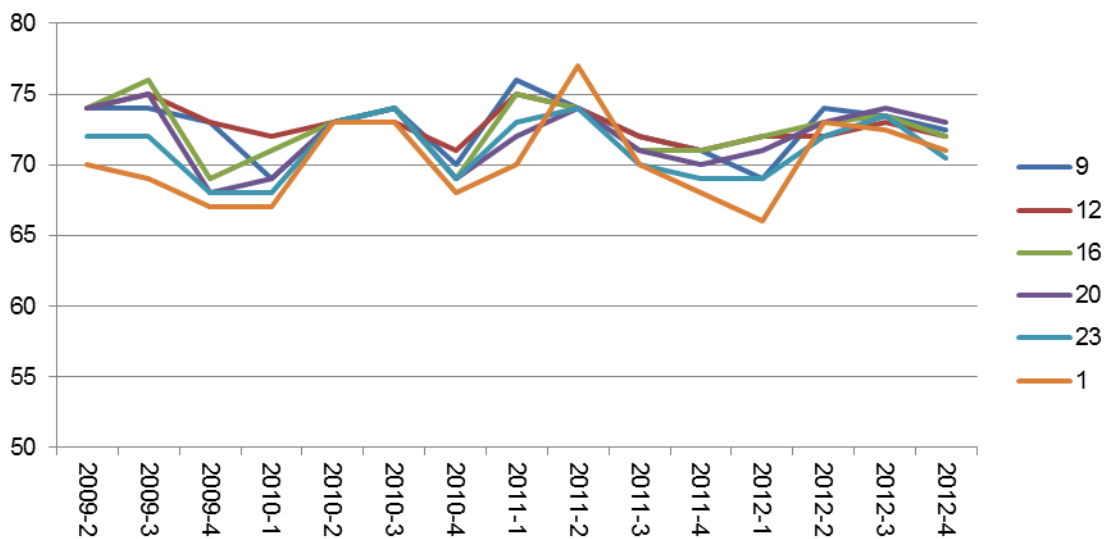


Abb. 123: Messtation 5 in Area 3: Ganglinien der Schallpegel im Zeitraum von 2/2009 bis 4/2012 (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von NOISE 2013).

Weitere Fehlerquellen für die inakzeptablen Differenzen bei der vergleichenden Auswertung der errechneten Schallpegel sind in Tabelle 31 zusammengefasst.

Tab. 31: Fehlerquellen der Validierung (Quelle: eigener Entwurf)

<b>Fehlerquellen</b>	
<b>Gebäudemodell</b>	Die Rekonstruktion der mehr als 2.000 Gebäude in den drei Testgebieten birgt Ungenauigkeiten, weil nicht alle Bebauungen, die für eine sehr exakte Lärmmodellierung notwendig wären, rekonstruiert werden konnten.
<b>Gebäudehöhe</b>	Da die genaue Höhe (über NN) der offiziellen Schallpegelmessungen nicht bekannt war, können Wertedifferenzen bis 4 dB(A) auftreten.
<b>Lärmmessstationen</b>	Die exakten Koordinaten der Lärmmessstationen waren nicht bekannt, sodass der Standort der Messungen nur aus einer Übersichtskarte ersichtlich war (bis zu 100 m Ungenauigkeit).
<b>Verkehrsdaten</b>	Die offiziellen Verkehrsinformationen enthalten keine Informationen zu kleineren Straßen, deshalb wurden eigene Verkehrszählungen durchgeführt. Der Untersuchungszeitraum von zwei Wochen war möglicherweise zu kurz, um repräsentative Daten zur Verkehrsdichte zu erhalten.
<b>Klimaparameter</b>	Die Modellierung erfolgte ohne Berücksichtigung der lokalen Windbedingungen.
<b>offizielle Lärmmessungen</b>	Die Mittelwerte der offiziellen Lärmpegelmessungen sind zu ungenau.

#### 8.4 Auswertung

Trotz der aufgetreten Probleme bei der Validierung, konnte im Rahmen dieser Arbeit mit dem Modell LIMA für die Seoul City und dem Grüngürtel eine großflächige Modellierung der Lärmsituation für ein Gebiet von mehr als 2.000 km<sup>2</sup> durchgeführt werden. Als Eingangsparameter dienten das Geländemodell, das Gebäudemodell, die Verkehrsdaten und das Straßennetz (Abb. 118). Die Ergebnisse der Modellierung sind in Abbildung 124 (# 1, 3 und 5) dargestellt, die drei Abbildungen auf der linken Hälfte zeigen den Schallpegel am Tag, Abend und in der Nacht in der elfstufigen Farbskalierung nach DIN 18005 (BMU 2012:9) für die Seoul City und den Grüngürtel. Der Vergleich dieser drei Untersuchungszeiträume zeigt, dass der Schallpegel tagsüber am höchsten ist. Der Schallpegel zwischen dem Tag, Abend und der Nacht weist einen signifikanten Unterschied auf. Die Ergebnisse der Schallpegelmodellierung können als repräsentativ für die Seoul City und den Grüngürtel beurteilt werden. Es besteht danach eine Korrelation zwischen Verkehrsaufkommen und Lärmbelastung. Es wurde bestätigt, dass Fahrzeuge die wichtigste Quelle der Lärmbelastung in städtischen Gebieten sind (KIM & HO 2012:278).

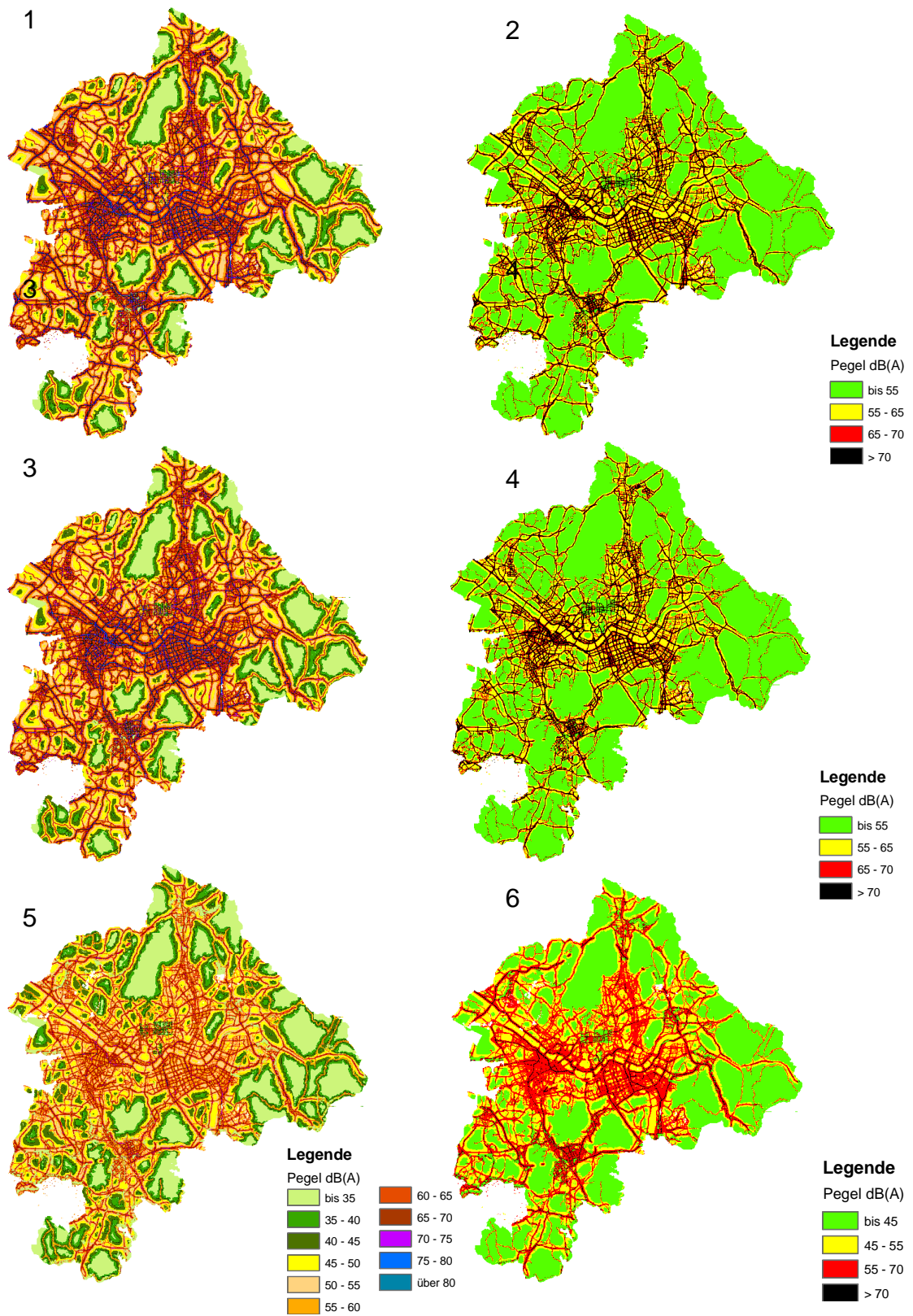


Abb. 124: Lärmbelastung in dB (A) für den Tag (06:00 - 18:00 Uhr), Abend (18:00 - 22:00 Uhr) und die Nacht (22:00 - 06:00 Uhr) innerhalb der Seoul City und dem Grüngürtel (unterteilt nach DIN 18005: 1, 3 und 5 sowie nach vier selbstständig festgelegten Belastungsgrenzen 2, 4 und 6) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von BAUNVO 2003 und LIMA-Modellierung).

Um eine Einschätzung von Belastungsbereichen vorzunehmen zu können, wurden die Ergebnisse der Schallpegelmodellierungen in vier Gruppen unterteilt (Tab. 32). Die Klassifizierung erfolgte auf Grundlage der Baunutzungsverordnung BAUNVO (2003) und Empfehlungen der WHO (WHO 1999:40-41). Die vier Klassen unterscheiden die Lärmbelastungen [dB(A)] nach den Kriterien „gering, mäßig, hoch und gesundheitsgefährdend“.

Tab. 32: Belastungsgrenzen für die Seoul City und den Grüngürtel (Quelle: verändert nach BAUNVO 2003 UND WHO 1999:40-41)

Lärmbelastung	Tag (6 - 18 Uhr) dB	Abends (18 - 22 Uhr) dB	Nacht (22 - 6 Uhr) dB
<b>gering</b>	< 55	< 55	< 45
<b>mäßig</b>	55 - 65	55 - 65	45 - 55
<b>hoch</b>	> 65	> 65	> 55
<b>gesundheitsgefährdend</b>	> 70	> 70	> 70

Diese Einteilung ist abhängig von der jeweiligen Nutzungsart (wie gewerbliche und industrielle Anlagen, Wohngebiete oder Krankenhäuser). Zur Vereinfachung wurde für folgende Auswertung die Richtlinie für „allgemeine Wohngebiete“ laut BAUNVO (2003) für alle untersuchten Nutzungsarten verwendet. Für nicht-urbane Nutzungsflächen existieren jedoch keine Belastungsgrenzen.

Eine Lärmbelastung > 70 db (A) wurde von der WHO (1999:40-41) unabhängig von der Tageszeit als „gesundheitsgefährdend“ eingestuft. Wie in Abbildung 124 (# 2, 4 und 6) zu sehen ist, besitzt die Seoul City entlang der Hauptverkehrsstraßen eine hohe Lärmbelastung. Dies wird durch verschiedene Studien bestätigt (POPESCU ET AL. 2011 und MEHDI ET AL. 2011 und QUIS 2001 in KIM & HO 2012:274). Die ruhigeren Zonen sind verkehrsarme Gebiete. Aufgrund der niedrigeren Lärmbelastungsgrenzen zeigt die Karte #6 (Abb. 124) für die Nacht eine größere Anzahl hoher Belastungszonen. Dies lässt auf ein hohes Verkehrsaufkommen in der Nacht schließen.

## 8.5 Fazit

Mit Hilfe der rekonstruierten georeferenzierten Landnutzungskarte und GIS war es möglich die mittlere Lärmbelastung für fünf Landnutzungsklassen zu ermitteln (Abb. 125).

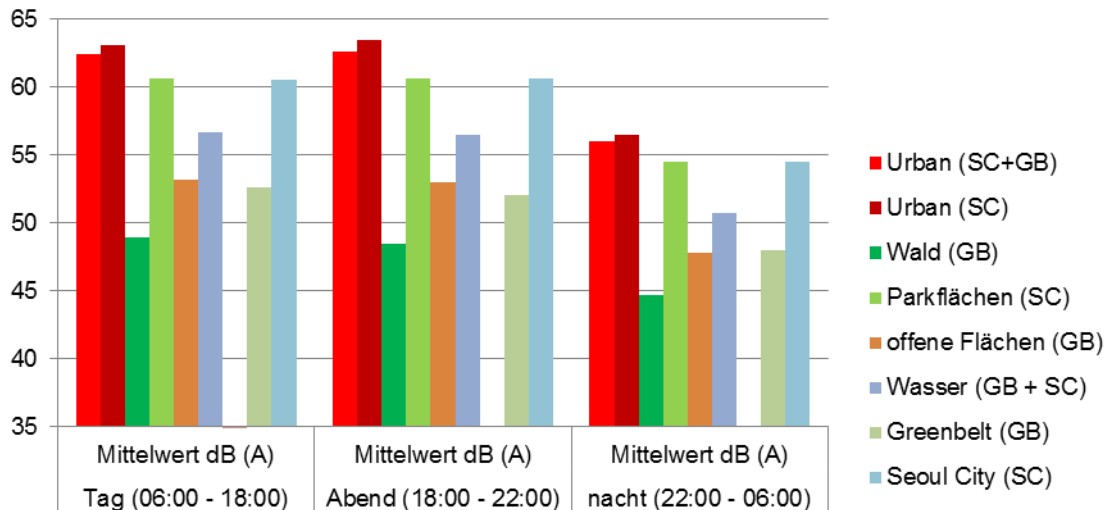


Abb. 125: Lärmbelastung (dB [A]) über drei Tageszeiträume in der Seoul City (SC) und in dem Grüngürtel (GB) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von LIMA-Modellierung).

Zum Vergleich wurden die mittleren Schallpegel der Seoul City und des Grüngürtels in Abbildung 125 dargestellt. Der durchschnittliche Schallpegel in der Seoul City liegt bei rund 60 db(A) am Tag und Abend sowie bei 54 db(A) in der Nacht. Im Grüngürtel ist der durchschnittliche Schallpegel in jeder der drei Tageszeiträume 7 db(A) niedriger. Innerhalb der Seoul City besitzen die urbanen Gebiete den höchsten Schallpegel (56 - 62 db(A)). Städtische Parkflächen sind nur etwas leiser als die urbanen Flächen der Seoul City. Städtische Parks würden somit keinen Erholungseffekt als lärmberuhigte Zone bieten. Es ist zu vermuten, dass die Parkflächen zu klein sind, um ausgeprägte lärmberuhigte Zentralbereiche zu besitzen (vgl. Seoul Forest, Kapitel 4.6.5). Bewaldete Gebiete weisen die geringsten Schallpegel aller fünf untersuchten Landnutzungsarten auf. Es ist bekannt, dass große Waldflächen den Straßenlärm reduzieren können. Zudem befinden sich weniger Straßen und somit geringerer Straßenverkehr (als Hauptursache für den Lärm) innerhalb der bewaldeten Gebiete. Durch eine Aufforstung der offenen Flächen ließe sich der Schallpegel um mehrere Dezibel verringern.

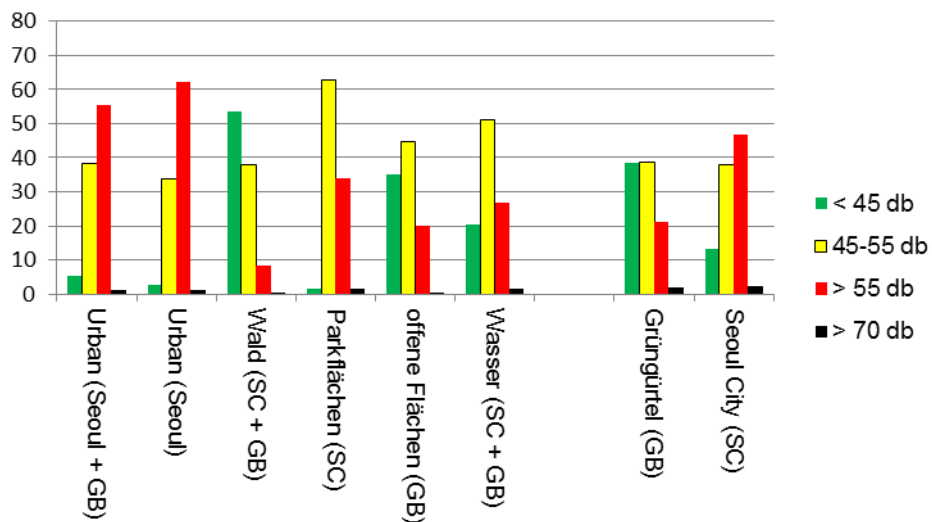
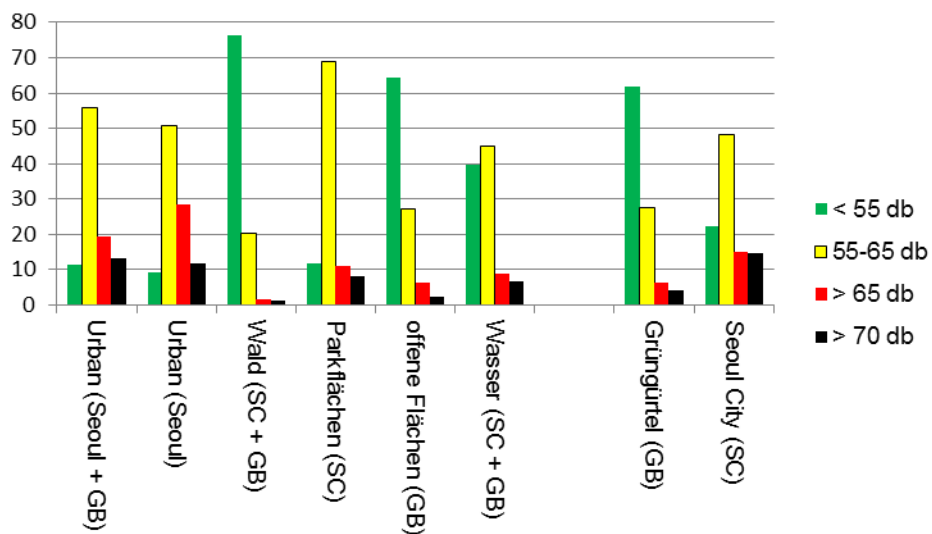
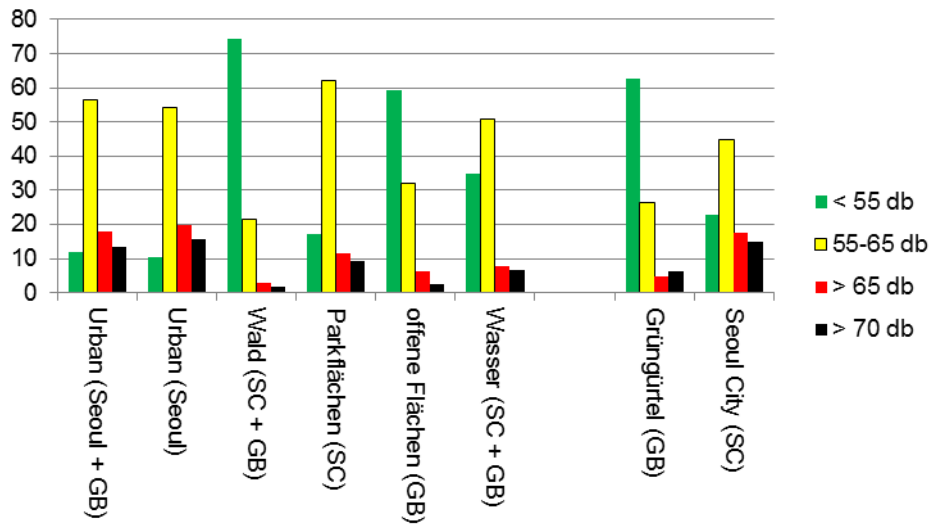


Abb. 126: Verteilung der Belastungsgrenzen (in %) für die Landnutzungsarten innerhalb der Seoul City (SC) und dem Grüngürtel (GB) für Tag (06:00 bis 18:00 Uhr, oben), Abend (18:00 bis 22:00 Uhr, mitte) und Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr, unten) (Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von LIMA-Modellierung).

## 9. Oberflächentemperatur

### 9.1 Einleitung

Globale Klimaänderungen haben das Leben auf dem Planeten Erde schon immer auf vielfältigste, teilweise dramatisch existenzielle Weise bestimmt. Die Kombinationen von kurz- und mittelfristigen Periodizitäten und Trends (möglicherweise als Ausdruck langperiodischer Vorgänge), sowie von singulären Katastrophen (z. B. Vulkanausbrüchen oder kosmischen Attacken) waren und sind bis heute allerdings nicht eindeutig und umfassend aufzuklären. Insbesondere Neubewertungen des Anteils anthropogener Effekte liefern immer wieder Stoff zu unterschiedlichsten Zukunftsprognosen für die Menschheit. Gleichsam ermöglicht der unaufhaltsame Anstieg des Erkenntnisstandes über die Gesetzmäßigkeiten der Verkopplung umweltrelevanter Prozesse (vgl. (KUTTLER 2011<sup>1</sup>, KUTTLER 2011<sup>2</sup>, KUTTLER 2012) die Möglichkeit zur partiell gezielten Prognose und Beeinflussung, von Beherrschung jedoch ganz zu schweigen.

Klima und Wetter werden primär durch Temperaturen charakterisiert. Sie sind sowohl messbare physikalische Phänomene als auch Basis zur Quantifizierung der Triebkräfte von Stoff- und Energietransportprozessen. Ihre bestmögliche Kenntnis kann somit bewirken, dass sowohl die jeweiligen Zustände als auch die naturwissenschaftlich determinierten Richtungen von Veränderungen klarer verstanden, aber auch stochastische Einflüsse als solche identifiziert werden können.

Die NASA begann ihr ziviles, satellitengestütztes Fernerkundungsprogramm 1972. Landsat-7 mit seinem erweiterten opto-mechanischen Sensorsystem (Enhanced Thematic Mapper) ETM+ nahm 1999 seine Arbeit auf und liefert optische Fernerkundungsdaten (Remote Sensing Data) in acht Spektralbereichen mit 30 m Ortsauflösung, wobei das panchromatische Band 8 sogar mit 15 m auflöst. (Band 6 als Thermalkanal wird eigentlich nur mit 60 m Auflösung vermessen, erfährt aber eine automatische Verfeinerung auf 30 m) (NASA 2013).

Im Jahr 2003 fiel allerdings der Zeilenabtastdetektor („Scan Line Detector“) aus, so dass hochauflösende Daten seitdem nur noch innerhalb von Streifen mit 25 km erzeugt werden (CHEN ET AL. 2001). Es dürfte abzusehen sein, dass ETM+ - Messungen sogar nach dem nunmehr begonnen Einsatz von Landsat-8 mit zwei Thermalkanälen (Start am 11.02.2013, erste Aufnahmen am 18.03.2013) weiterhin genutzt werden, so wie das bisher auch mit TM-Werten der Vorgängertypen der Fall war (CHEN ET AL. 2001, MADHAVAN ET AL. 2001, PHINN ET AL. 2002, JIMÉNEZ-MUÑOZ & SOBRINO 2003, LI ET AL. 2004, LI 2006, STATHOPOULOU ET AL. 2007, VAN ET AL. 2009, BECHTEL 2012, BORBORA ET AL. 2012 und KUMAR ET AL. 2012).



Der grundlegende physikalische Effekt für eine Temperaturbestimmung mittels Fernerkundung besteht in der Tatsache, dass jeder Körper auf spezifische Weise Strahlung aussendet, die eine Verteilung über die Wellenlänge besitzt. Für den idealen schwarzen Körper mit Temperatur TB wurde die Beziehung zur Dichte der emittierten Energie B in Form der PLANCKSchen Gleichung formuliert (Planck, 1900):

$$B(\lambda, TB) = \frac{2 h c^2 \lambda^{-5}}{\exp\left(\frac{h c}{k \lambda TB}\right) - 1}, \quad (1)$$

die folgende Naturkonstanten enthält:

das PLANCKSche Wirkungsquantum  $h = 6,626.069.57E-34 \text{ J s}$ ,

die Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 299.792.458 \text{ m s}^{-1}$ ,

die BOLTZMANN-Konstante  $k = 1,380.648.8 \text{ E-23 J K}^{-1}$ .

Damit entsteht in konkreter Form

$$B(\lambda, TB) = \frac{1,9104E+8 \text{ Wm}^{-2} \mu\text{m}^4 \text{sr}^{-1} \cdot \lambda^{-5}}{\exp[14387,1 \mu\text{mK} / (\lambda \cdot TB)] - 1}. \quad (2)$$

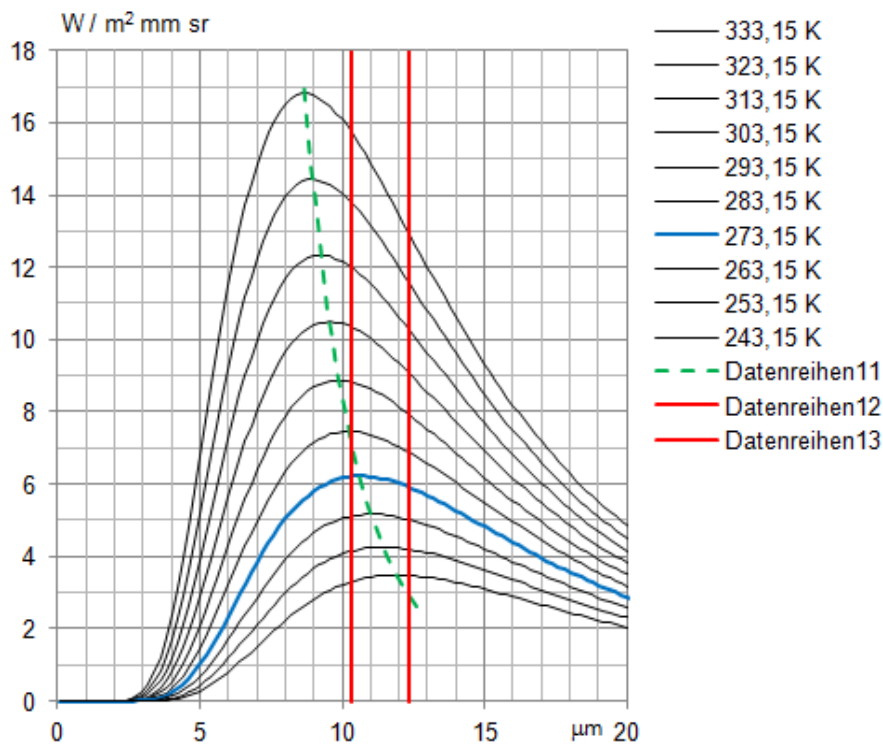


Abb. 127: Graphische Darstellung der PLANCKSchen Gleichung und WIENSchen Verschiebung (grün) mit Messbereich von ETM+ Band 6 (rot) (Quelle: eigener Entwurf).

Aus Abbildung 127 ist erkennbar, dass sich das Maximum der Strahlungsdichte mit zunehmender Temperatur nach oben verlagert und dabei seine Position zu kleineren Wellenlängen hin verschoben wird. Dieser Sachverhalt kommt im WIENSchen Verschiebungsgesetz zum Ausdruck (JONES 2000):

$$\lambda_{\max} \cdot TB = 2897,7721 \mu\text{m K.} \quad (3)$$

Des Weiteren sind die Messbereichsgrenzen des thermischen Bandes von Landsat-7 dargestellt. Im üblichen Temperaturbereich für gemäßigte Breiten (- 30 °C .. + 60 °C) wird also die Energie um das Maximum bzw. in dessen Nähe erfasst.

## 9.2 Praktisches

### 9.2.1 Sondenspezifik

Die veröffentlichten Sondernaufnahmen bestehen aus Pixeln auf der Erdoberfläche, die mit Messwerten (digital numbers, DN) gefüllt sind und einer regelmäßigen Kalibrierung unterliegen (VOGELMANN ET AL. 2001, SCHOTT ET AL. 2001, BARSİ ET AL. 2003, CHANDER ET AL. 2009 und BARSİ ET AL. 2010) (Kap. 6.2).

Daraus ist die mit L bezeichnete Spektrale Strahlungsdichte am Sensor zu berechnen. Für ETM+ lautet die Beziehung gem. Kalibrierung vom 01.07.2000 im Modus geringer Spreizung (low gain mode):

$$L = 6,70866E-2 \cdot (DN - 1) \text{ W/m}^2 \mu\text{m sr.} \quad (4)$$

Im nächsten Schritt kann daraus die Schwarzkörpertemperatur am Sensor (at-sensor brightness temperature, TB) bestimmt werden. Hierzu ist die PLANCKSche Gleichung mit der Sondenspezifik zu kombinieren.

Letztere besteht darin, dass der Sensor des Bandes 6 (Thermal Infrared Band, TIR-Band) eintreffende Strahlung nur im Intervall [10,31  $\mu\text{m}$ ; 12,36  $\mu\text{m}$ ] erfasst. Dies geschieht jedoch nicht wellenlängenunabhängig oder 100 %ig, sondern wird gemäß Abbildung 128 durch die Relative Spektrale Erregung (Relative Spectral Response, RSR) beschrieben (TEILLET ET AL. 2001).

Die mit RSR gewichtete Integration von Gl. (2) über den Erfassungsbereich der Wellenlänge des TIR-Bandes:

$$L(TB) = \frac{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} RSR(\lambda) \cdot B(\lambda, TB) d\lambda}{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} RSR(\lambda) d\lambda} \quad (5)$$

stellt die Beziehung zwischen TB und L her und kann numerisch mittels SIMPSON-Regel (SCHWARZ & KÖCHLER 2006:311-316) ausgeführt werden.

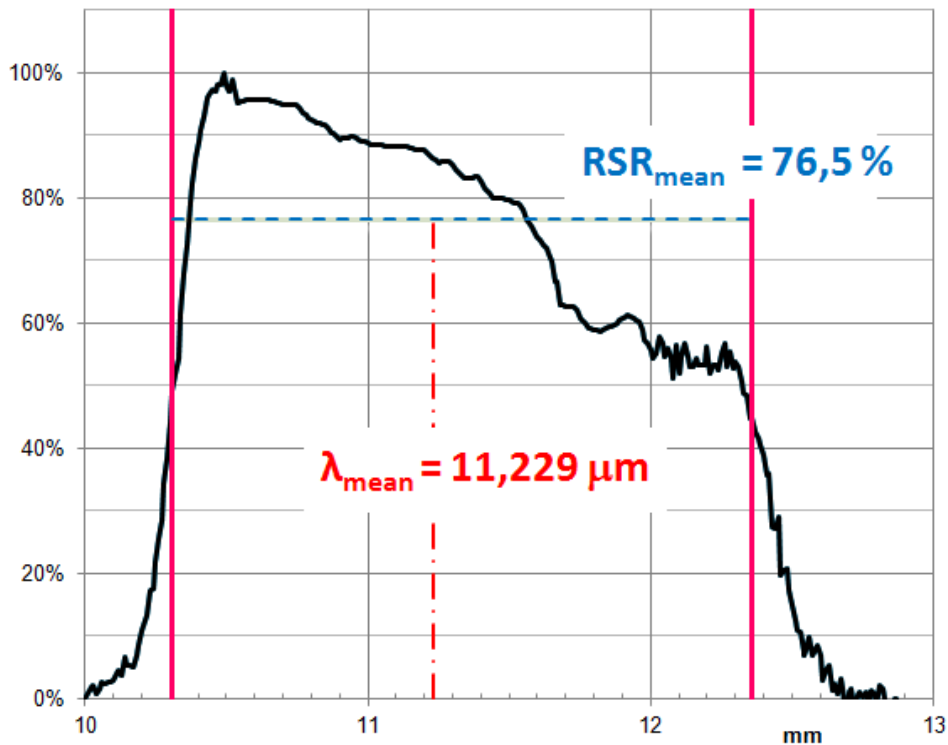


Abb. 128: RSR von ETM+ Band 6 (Quelle: eigener Entwurf).

Um TB als explizite Funktion von L darzustellen, wurde hier die Entwicklung als Potenzreihe (ZEIDLER 2003) gewählt, deren Konstanten in einer Excel-Datei mittels linearer Regression bei sukzessiver Erniedrigung der Ordnung bis zum Erreichen eines signifikanten Minimalansatzes fünfter Ordnung und extrem guter Korrelation ( $R^2 = 0,9999999$ ) bestimmt wurden:

$$TB = (-2,8342E-5 L^5 - 3,8678E-2 L^4 + 5,1747E-1 L^3 - 4,3518 L^2 + 3,0134E1 L + 174,77) K. \quad (6)$$

Der Kurvenverlauf ist in Abbildung 128 dargestellt. Damit liegt eine klar nachvollziehbare Alternative zu der ansonsten zitierten Inversen PLANCKschen Gleichung vor (ANIELLO ET AL. 1995).

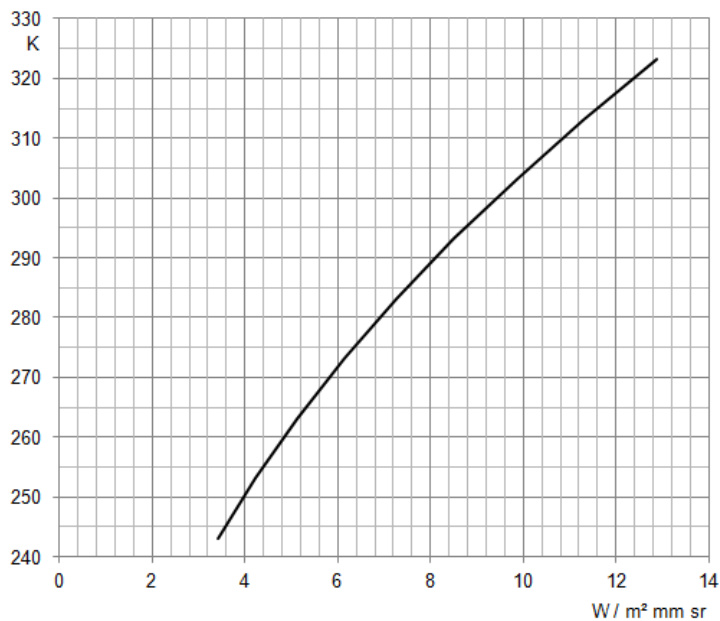


Abb. 129: TB als Funktion der spektralen Strahlungsdichte L am Sensor (gem. Gl. 6) (Quelle: eigener Entwurf).

Hier soll noch auf die vorliegende Ungenauigkeit der TB-Zuordnung hingewiesen werden: Auf Grund der benutzten 8-bit-Technik weisen die DN-Werte eine Quantelung im Intervall [0;255] auf, d. h. es erfolgt eine Rundung auf ganze Zahlen, die somit eine maximale Unsicherheit von  $\pm 0,5$  Einheiten aufweisen. Bei Benutzung von Gleichung (4) und (6) resultiert eine maximale Unsicherheit der TB-Werte, die im relevanten TB-Intervall [240 K;320 K] dargestellt werden kann (Abb. 129 und 130).

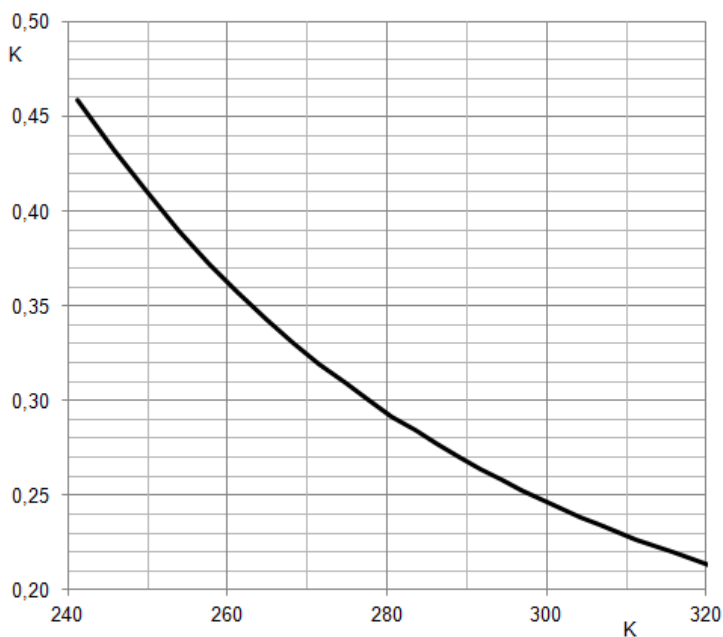


Abb. 130: Maximale Unsicherheit  $\pm \Delta T_B$  wegen  $\Delta DN = \pm 0,5$  (Quelle: eigener Entwurf).

Temperaturangaben aus Fernerkundungsmessungen brauchen also gar nicht genauer als mit der ersten Dezimalstelle hinter dem Komma angegeben zu werden, und selbst die bleibt recht unsicher, was es bei statistischen Vergleichen zu berücksichtigen gilt.

### 9.2.2 Korrekturen

Die pixelweise Berechnung der TB-Werte stellt zunächst eine wesentliche erste Etappe bei der Auswertung der thermischen Fernerkundungsdaten dar; manche Autoren (ROTH ET AL. 1989, ANIELLO ET AL. 1995 und BECHTEL 2012) blieben sogar auf dieser Stufe stehen.

Ist man jedoch nicht nur an Informationen bzgl. der an den Sensoren eintreffenden Strahlung, sondern an Angaben zur strahlenden Erdoberfläche interessiert, sind weitere Bearbeitungen der Messergebnisse notwendig (vgl. (RICHTER 2011)).

In dieser Arbeit werden als wichtigste die Korrekturen bzgl. Emissionsgrad und Transmission benutzt, was auch in aktuellen Übersichtsartikeln beschrieben wird (LI 2012, LI ET AL. 2012 und LI ET AL. 2013).

#### 9.2.2.1 Emissionsgrad

Die PLANCKsche Gleichung (1) wurde für den Idealfall des schwarzen Strahlers abgeleitet. Reale Körper emittieren jedoch immer einen geringeren Energiestrom R:

$$R(\lambda, LST) = \varepsilon(\lambda, LST) \cdot B(\lambda, TB), \quad (7)$$

was zur Folge hat, dass bei gleicher gemessener Strahlungsdichte die wahre Oberflächentemperatur („*land surface temperature*“, LST) stets größer als TB ist. Der Emissionsgrad („*emissivity*“)  $\varepsilon$  aus dem Intervall (0; 1) repräsentiert somit die Material- und Oberflächenspezifität jedes einzelnen Pixels. Seine Ermittlung ist bei Sonden mit mehreren thermischen Kanälen („*Multi-Channel Methods*“) prinzipiell möglich. ETM+ verfügt jedoch nur über einen TIR-Kanal, so dass in dieser Arbeit ein anderer Weg genutzt wurde: die Klassifikationsbegründete Methode Classification-Based Emissivity Method, CBEM) (LI ET AL. 2012). Hierzu nimmt man -ganz allgemein ausgedrückt - Einteilungen der Erdoberfläche in Landbedeckungstypen („*land cover types*“, LCT) vor und weist jedem LCT einen  $\varepsilon$ -Wert zu. Speziell zur Klassifizierung von bewachsenen Flächen wurden z. B. die Informationen der ETM+ -Bänder 3 und 4 benutzt, um einen Normierten Differenz-Vegetations-Index (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) zu berechnen und nach LCT zu klassifizieren (VALOR & CASELLES 1996 und SOBRINO & RAISSOUNI 2001). Schließlich unternahm man sogar den Versuch, den Emissionsgrad direkt aus

gemessenen NDVI-Werten zu berechnen, obwohl die Autoren dieses Verfahrens auf die ausschließliche Gültigkeit in der untersuchten Region von Botswana hingewiesen hatten (VAN DE GRIEND & OWE 1993).

Da in dieser Arbeit ohnehin der Vergleich von bewachsenen und urbanen Flächen im Zentrum des Interesses stehen sollte, war die klare Zuordnung der lokalen LCT (land cover type: Landnutzungs-kategorie vgl. land use type) von vornherein unabdingbar. Deshalb wurde der Weg beschritten, mittels des Softwarepakets eCognition (ECOGNITION 2013) jeweils mehrere Bänder der Satellitenaufnahmen simultan zur Erkennung der Landnutzung einzusetzen und mit den TIR-Aufnahmen zu koppeln. Bei Erkennung mehrerer Bedeckungsarten in einem Pixel war subjektiv die Entscheidung für den dominanten Typ zu fällen.

Tab. 33: Effektive Emissionsgrade der verwendeten LCT (Quelle: eigener Entwurf)

LCT	$\epsilon$ (eps)
<b>Laubwald</b>	0,92
<b>Nadelwald</b>	0,95
<b>offen</b>	0,91
<b>urban</b>	0,90
<b>Wasser</b>	0,99
<b>Wiese</b>	0,92

Emissionsgrade wurden in einer Reihe von Veröffentlichungen (NICHOL 1994, NICHOL 1995, VALOR & CASELLES 1996, SCHOTT ET AL. 2001, WENG 2001, NICHOL 2005, ZHANG ET AL. 2006, STATHOPOULOU & CARTALIS 2007, MALICK ET AL. 2008, VAN ET AL. 2009, COLL ET AL. 2010, SUN ET AL. 2010 und KUMAR ET AL. 2012) angegeben, woraus für diese Arbeit Tabelle 33 abgeleitet wurde. Dabei ist eine Unabhängigkeit von Temperatur und Wellenlänge vorausgesetzt, und geometrische Effekte bleiben hier ohnehin unberücksichtigt.

#### 9.2.2.2 Transmissionsgrad

Strahlung wird beim Passieren eines durchlässigen Mediums absorbiert, und man bezeichnet das Verhältnis von durchgelassener zu ausgesendeter Strahlungsdichte als Transmissionsgrad (transmittance)  $\tau$ . An der ETM+ - Sonde trifft somit auch nur ein verringerter Anteil der am Boden emittierten Strahlung ein, der jedoch zusätzlich um die von der Atmosphäre direkt an die Sonde geleitete Thermostrahlung verändert ist.

Zur Eliminierung dieser Verfälschungen wurde eine Reihe von Verfahren entwickelt, über die auch aktuelle Vergleichsstudien vorliegen (WENIG 2009 UND LI ET AL. 2013). In dieser Arbeit fiel die Entscheidung nach umfangreichen Tests zugunsten der Ein-Fenster-Methode (Mono-Window Algorithm, MWA), die 2001 erstmals beschrieben wurde (QIN ET AL. 2001) und in der Zwischenzeit einige Überarbeitungen und Kommentare erfuhr (ZHANG ET AL. 2006 und LIU & ZHANG 2011 UND DENG & WU 2013). Sie benötigt neben den TB-Werten aus den

Sondenmessungen den Gesamtwassergehalt  $w$  der Luftsäule von der Erdoberfläche bis zum Sensor, die Lufttemperatur  $T_{üB}$  über dem Boden und die effektive mittlere Atmosphärentemperatur  $T_A$ . Diese drei neuen Kenngrößen liegen vor, wenn man eine zeitgleiche meteorologische Ballonmessung über der untersuchten Fläche besitzt, die Höhenprofile von Lufttemperatur  $T(z)$  und relativer Luftfeuchtigkeit  $RLF(z)$  liefert. Die Temperaturabhängigkeit der Wasserdampfsättigungskonzentration in Luft ist hinreichend bekannt (Kohlrausch, 1996) und kann in folgender Form angegeben werden:

$$c_{\text{Sättigung}}(T) / \text{gm}^{-3} = \begin{cases} 5,2902 \exp\left(0,0566 \cdot \frac{T}{^{\circ}\text{C}}\right) & \text{bei } T \geq 0^{\circ}\text{C} \\ 5,6185 \exp\left(0,0874 \cdot \frac{T}{^{\circ}\text{C}}\right) & \text{bei } T < 0^{\circ}\text{C} \end{cases} \quad (8)$$

Multiplikation mit der gemessenen  $RLF$  liefert die aktuelle Wasserdampfkonzentration („absolute Feuchte“)  $c(z)$ :

$$c(z) = RLF(z) \cdot c_{\text{Sättigung}}(T(z)), \quad (9)$$

die man über die jeweilige Höhe  $h$  integriert, um den zugehörigen Wasserdampfgehalt  $w_s(h)$  zu gewinnen:

$$w_s(h) = \int_{z \text{ an Oberfläche}}^h c(z) dz \quad (10)$$

Im Weiteren wird der Wert in Höhe der Sonde als Gesamtwasserdampfgehalt (*total water vapour content*)  $w$  bezeichnet:

$$w = w_s(z \text{ am Sensor}) \quad (11)$$

Die in der Originalarbeit (QIN ET AL. 2001) verwendeten vier Gleichungen zur Berechnung des Transmissionsgrades aus dem Gesamtwasserdampfgehalt  $w$  wurden hier mittels linearer Regression in eine einzige Beziehung von sehr guter Korrelation ( $R^2 = 0,999$ ) überführt:

$$\tau = 1.0042095 - 0.119036 \cdot w / \text{gcm}^{-2} - 0,008008 \cdot w^2 / \text{g}^2 \text{cm}^{-4} \\ - 0,000911 \cdot T_{üB} / ^{\circ}\text{C} - 0,0013997 \cdot T_{üB} / ^{\circ}\text{C} \cdot w / \text{gcm}^{-2} \quad (12)$$

Damit ist auch die ohnehin aus der Ballonmessung anfallende TüB in die atmosphärische Korrektur einbezogen. Die effektive mittlere Atmosphärentemperatur kann wie folgt approximiert werden (SOBRINO ET AL. 1991):

$$T_A = \frac{\int_{z \text{ an Oberfläche}}^{z \text{ am Sensor}} T(z) dw_s(z)}{w} \quad (13)$$

Die numerischen Integrationen erfolgen (wie in Kapitel 9.2.1) mittels SIMPSON Regel. Die beiden Parameter  $\tau$  und  $T_A$  charakterisieren eine gesamte Aufnahme. Entsprechend der pixelweisen LCT-Zuordnung sind die jeweiligen  $\varepsilon$ -Werte zu benutzen und mit den gemäß Kapitel 9.2.1 ermittelten TB gem. folgender allgemeinen Formel des MWA zu kombinieren:

$$LST / K = \frac{a \cdot (1 - C - D) + [b \cdot (1 - C - D) + C + D] \cdot TB / K - D \cdot TA / K}{C} \quad (14)$$

Als Hilfsvariablen wurden dazu eingeführt:

$$C = \varepsilon \cdot \tau, \quad (15)$$

$$D = (1 - \tau) \cdot [1 + (1 - \varepsilon) \cdot \tau]. \quad (16)$$

Damit ist die generelle Vorgehensweise zur Gewinnung von LST-Werten (land surface temperature; Oberflächentemperatur) in dieser Arbeit umrissen, während in den nächsten Kapitel die entwickelte Methode auf ausgewählte Testgebiete angewandt wurde (Kap. 6).

### 9.2.3 Beispiel Testgebiet 10 (area X)

Als erste Testfläche in Seoul wurde ein quadratisches Gebiet von 36 km<sup>2</sup> Ausmaß herangezogen, über das bereits Messungen aus den Jahren 2002 und 2008 veröffentlicht worden waren (BHANG & PARK 2009).

An fünf wolkenfreien Tagen des Jahres 2002 lagen ETM+ -Messungen vor (Kap. 6.10). Mittels eCognition wurden jeweils die LCT zugeordnet und bei Übereinstimmung an mindestens drei von fünf Tagen als gesichert erklärt (Tab. 34). Die restlichen Pixel blieben bei der weiteren Auswertung unberücksichtigt, und gleichzeitig wurde impliziert, dass es bzgl. der Landnutzung von area X im Beobachtungszeitraum keine Veränderungen existierten.



Tab. 34: LCT-Verteilung von Testgebiet 10 (area X) (Quelle: eigener Entwurf)

LCT	Anzahl Pixel	Anteil an gesichert zugeordneter Gesamtfläche in %
urban	30.261	76,06
Laubwald	5.429	13,65
Nadelwald	941	2,37
offen	1.122	2,82
Wasser	1.523	3,83
Wiese	504	1,27
Summe	39780	100

Zur Ermittlung der MWA-Parameter dienen die Ballonmessungen der in der Nähe von Seoul befindlichen Wetterstation Osan (UWAS 2012) am Morgen der jeweiligen Messtage, d. h. ca. drei Stunden vor der Satellitenaufnahme. Abbildung 131 zeigt die übermittelten Höhenprofile von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit bis in die maximale Aufstiegshöhe der Ballons zwischen 30 und 35 km an. In ca. 10 km Höhe erkennt man den Beginn der Tropopause und dessen jahreszeitliche Verschiebung.

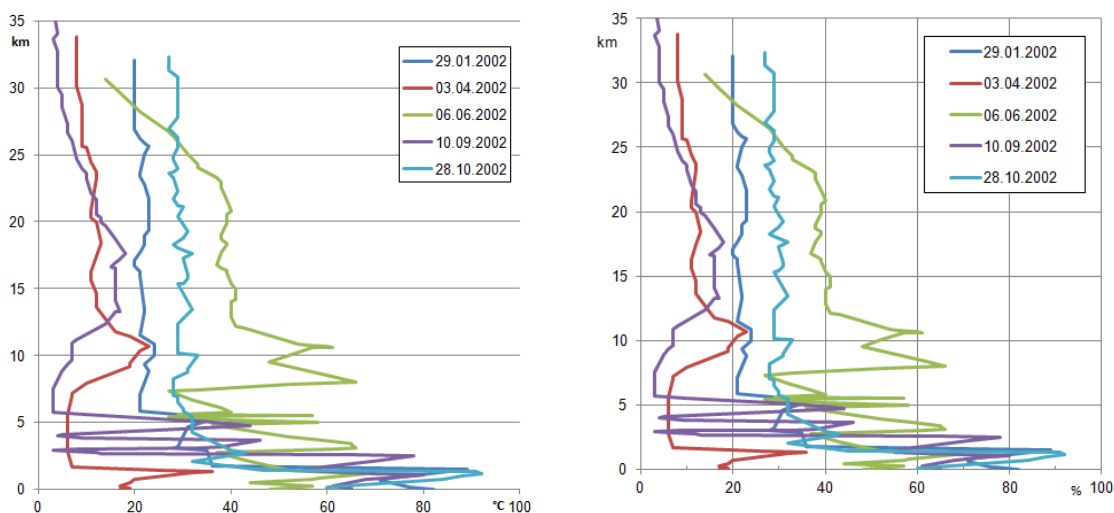


Abb. 131: Höhenprofile der Ballonmessungen 2002: Lufttemperatur (links) und relative Luftfeuchtigkeit (rechts) (Quelle: eigener Entwurf).

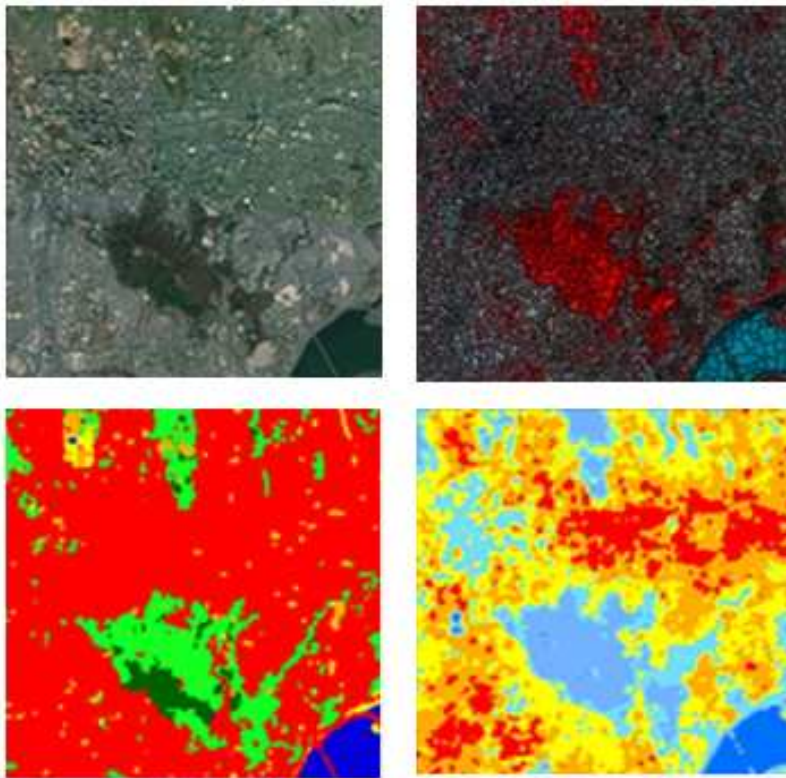


Abb. 132: Visuelle Satellitenaufnahme (oben links), eCognition-Puzzlebild (oben rechts), rekonstruierte Landnutzung (unten links) von area X und LST-Verteilung<sup>49</sup> (unten rechts) am 10.09.2002 (Quellen: GDEM 2013, ECOGNITION 2013 und GOOGLE EARTH).

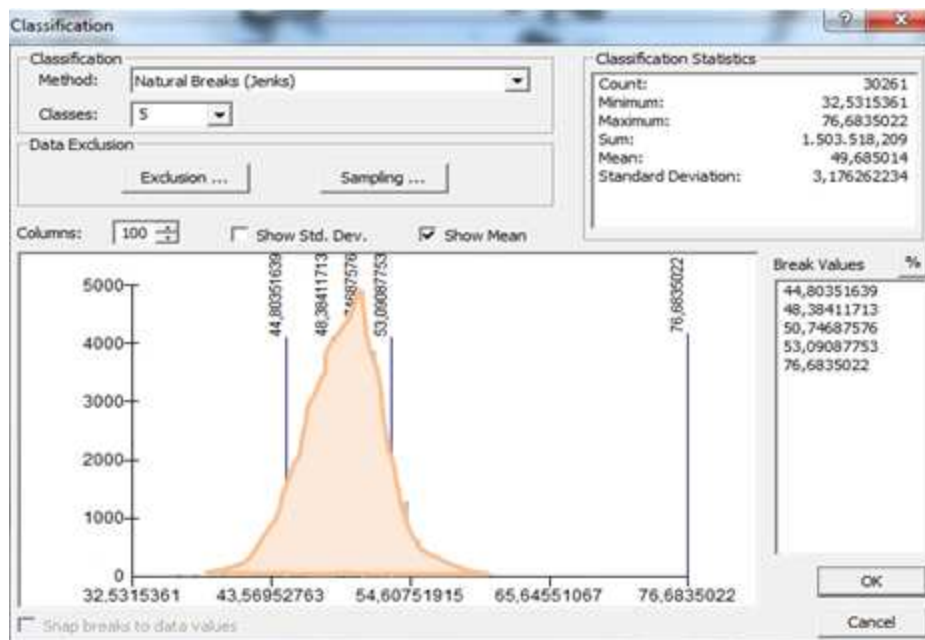


Abb. 133: GIS-Statistik inkl. Verteilungsdichte: LST, area X, urban, 10.09.2002 (Quellen: verändert nach ArcGIS 2013).

<sup>49</sup> Das „land surface temperature“-Bild weist sehr gute optische Übereinstimmung mit dem Ergebnis von 2008 (BHANG & PARK 2009) auf. Ein quantitativer Vergleich war jedoch auf Grund gezielter Verfälschung (BHANG 2013) nicht möglich.

Der prinzipielle Weg zur Auswertung der einzelnen ETM+ -Aufnahmen ist in Abbildung 132 verdeutlicht. Die LST-Verteilung liegt gleichzeitig als Matrix in GIS vor und erlaubt weitere quantifizierte Bewertungen. Abbildung 133 gibt als Beispiel die Statistik der LST-Werte eines LCT-Typs für ein konkretes Datum wieder. Die Verteilungsdichtekurve wurde manuell in das Histogramm eingetragen. Sie besitzt eine relativ symmetrische Form. Mittels  $\chi^2$ -Test (Storm 1979:194) muss jedoch das Vorliegen einer Normalverteilung abgelehnt werden. Analoges gilt für die gefundenen LST-Verteilungen aller anderen Aufnahmen.

In dieser Arbeit wurde ein möglichst einfacher Vergleich zwischen den LCT angestrebt. Dazu sind in Abbildung 135 die Mittelwerte mit ihren Jahrganglinien dargestellt. Es offenbaren sich nahezu parallele Verläufe. Laub- und Nadelwald unterscheiden sich voneinander im Juni und September, was ein Zeichen höherer biologischer Aktivität infolge der Belaubung sein könnte (PHINN ET AL. 2002).

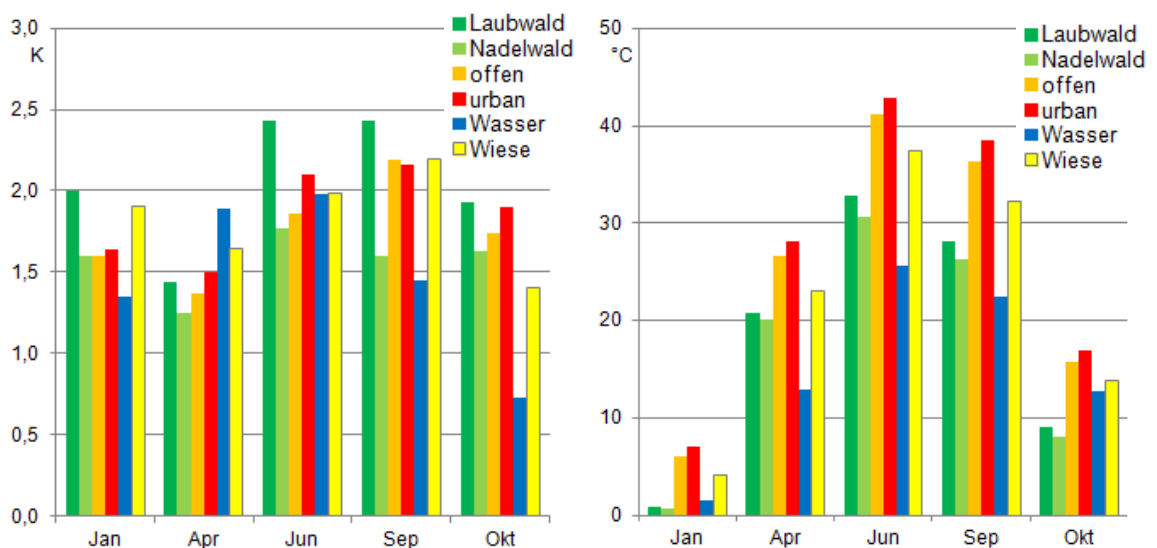


Abb. 134: Mittelwerte (rechts) und Standardabweichungen (links) der LST für die einzelnen LCT, area X, 2002 (Quelle: eigener Entwurf).

In Abbildung 134 (links) sind die LST-Mittelwerte und deren Standardabweichungen jeweils monatsweise gruppiert. Diese Daten bilden die Basis zur statistischen Prüfung, ob an den fünf Messdaten unterschiedlicher LCT als paarweise gleich angesehen werden können. Zu derartigen Mittelwertsvergleichen bietet sich der doppelte t-Test an. Der gesamte Test-Algorithmus wurde in einer Excel-Datei ausgeführt. Bei 95 %iger statistischer Sicherheit waren zu keinem der fünf Messzeitpunkte die mittleren Temperaturen unterschiedlicher LCT paarweise gleich.

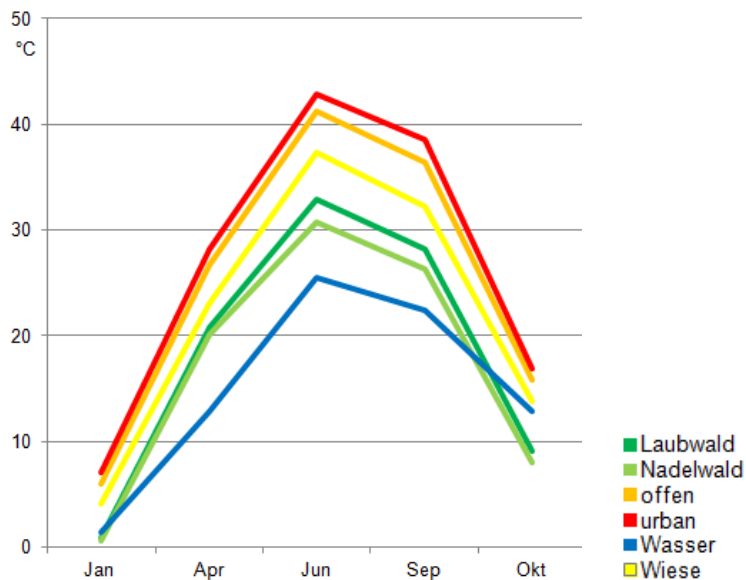


Abb. 135: Ganglinien der mittleren LCT-LST 2002 area X (Quelle: eigener Entwurf).

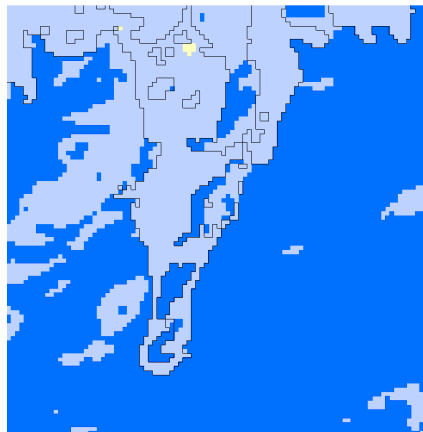
### 9.3.1 Globale Effekte

Die an area X demonstrierte Vorgehensweise bei den Messungen des Jahres 2002 wurde auf den neun weiteren Gebieten (area 1 .. 9) mit jeweils 9 km<sup>2</sup> Ausdehnung wiederholt. In Abbildung 136 und 137 wird ein optischer Eindruck von den LCT-bedingten LST-Verteilungen und deren Veränderungen von Januar bis Oktober 2002 vermittelt. Es zeigte sich, dass die Stadtgebiete bei jeder Aufnahme am wärmsten sind. Die statistische Prüfung der Mittelwerte brachte folgende, noch aufzuklärende Befunde:

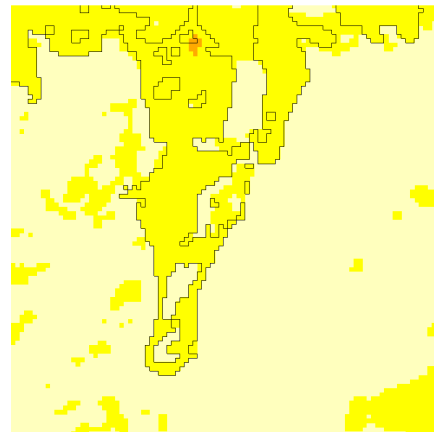
- area 1:       offen = urban im Juni, September, Oktober,
- area 3:       Laubwald = Nadelwald im Juni,  
              offen = urban im Oktober,  
              Wasser = Wiese im Oktober,
- area 4:       Laubwald = Wasser im April,
- area 6:       Laubwald = Nadelwald im Januar, September, Oktober,
- area 7:       offen = urban im Juni und, September,
- area 8:       Laubwald = Nadelwald im Januar,

während bei den areas 2, 5, 9 bzw. X keine signifikanten Gleichheiten zu verzeichnen waren. Gemäß der Anteile jedes LCT an den einzelnen areas erfolgte die gewichtete Mittelung der LST, so dass die in Abbildung 138 dargestellten Ganglinien entstanden, die auf Grund des vergrößerten Probenumfangs statistisch besser abgesichert sind als in Abbildung 135. Es sind jedoch nur geringfügige Veränderungen erkennbar. Im September wurden wiederum die höchsten LST für alle LCT registriert. Lediglich Laub- und Nadelwald liegen näher beieinander, obwohl die Differenzen immer noch signifikant sind.

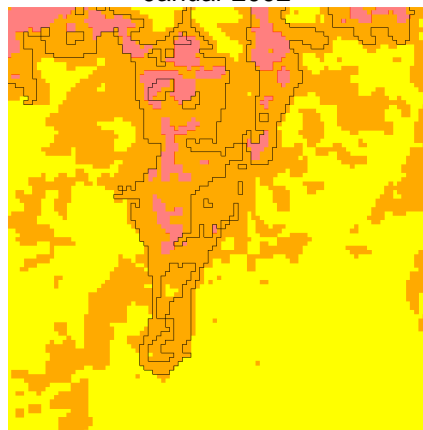
Area 1: Landoberflächentemperatur (LST) (2002)



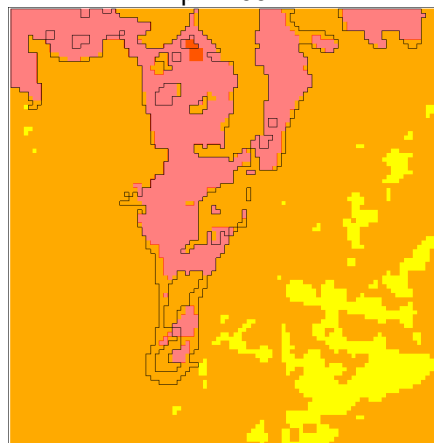
Januar 2002



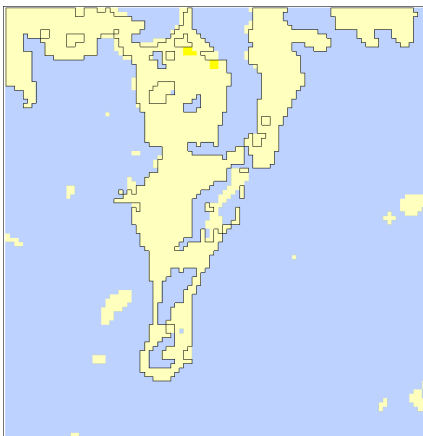
April 2002



Juni 2002



September 2002



Oktober 2002

LST (Land Surface Temperature, °C)

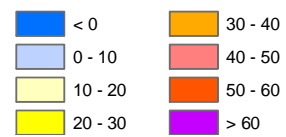


Abb. 136: Area 1: Landoberflächentemperatur für fünf Landsat-7-Aufnahmen mit Markierung des urbanen Gebietes (Quelle: eigener Entwurf basierend auf GDEM 2013).

### Area 10: Landoberflächentemperatur (LST) (2002)

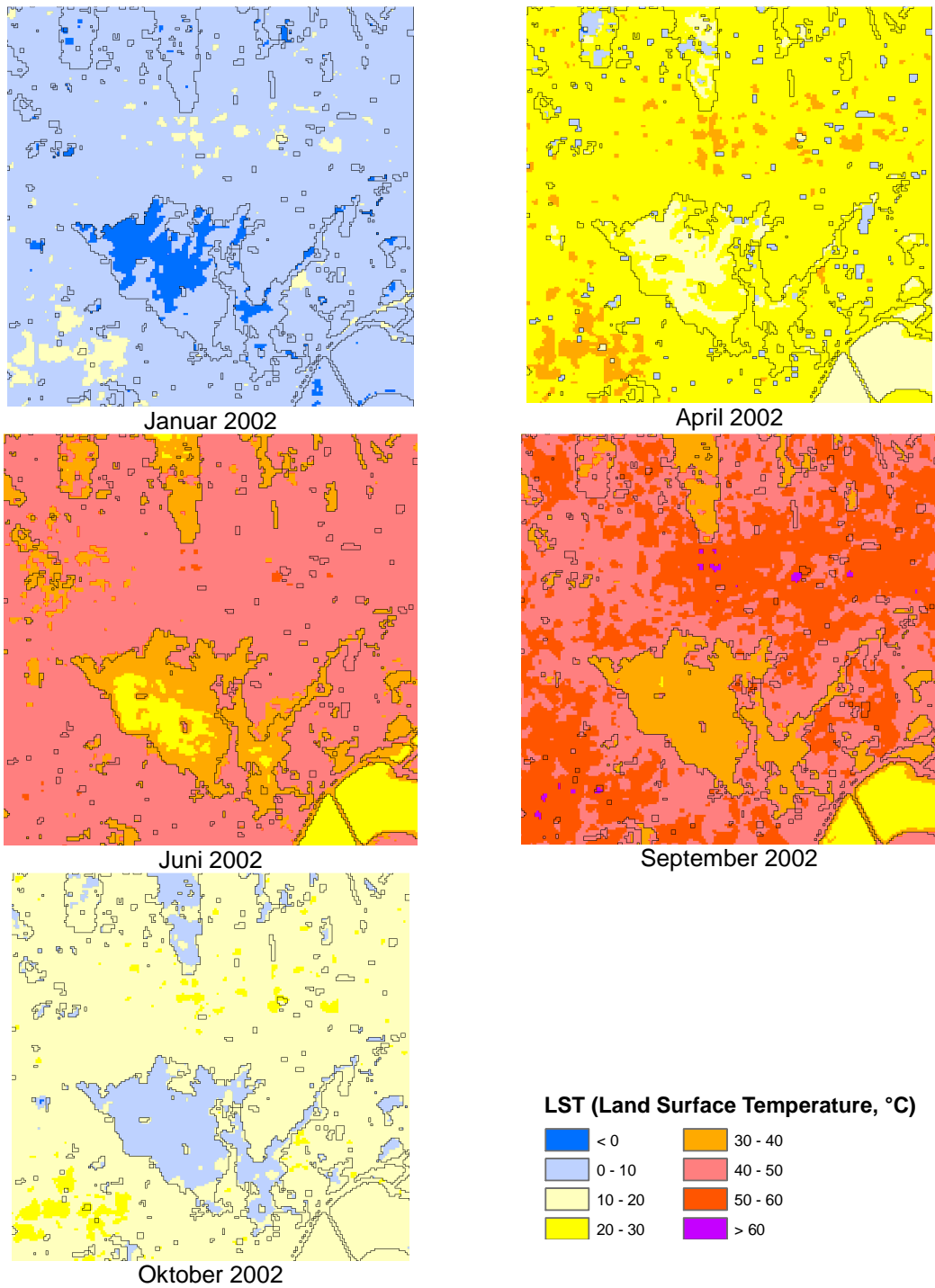


Abb. 137: Area 10: Landoberflächentemperatur für fünf Landsat-7-Aufnahmen mit Markierung des urbanen Gebietes (Quelle: eigener Entwurf basierend auf GDEM 2013).

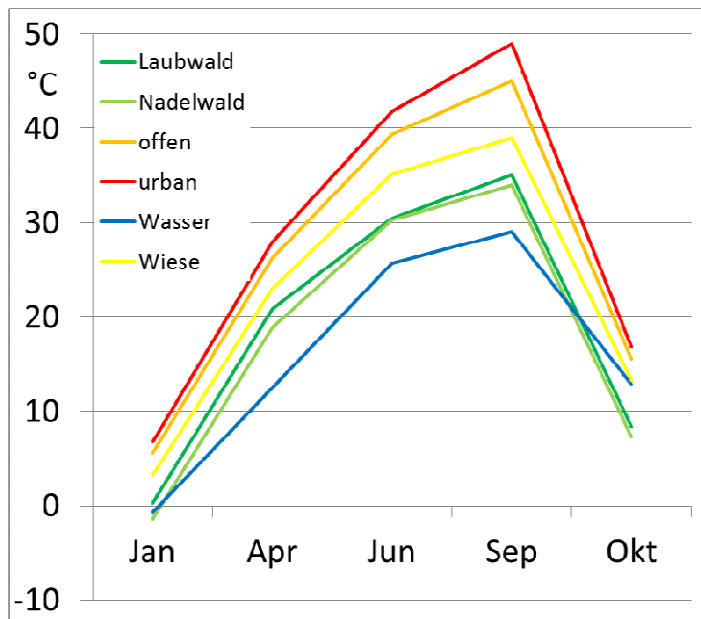


Abb. 138: Ganglinien der mittleren LCT-LST 2002 über alle 10 Testgebiete (Quelle: eigener Entwurf).

### 9.3.2. Lokale Effekte

Die Temperaturen an den Grenzen zwischen zwei LCT (speziell zwischen Wald und urban) zeigen in den Abbildung 136 und 137 oftmals keine schroffen, sondern allmähliche Übergänge an. Es lag deshalb nahe, einen Übergangsbereich zu postulieren, in dem vor allem durch konvektiven Transport in der Luft ein Temperatúrausgleich bewirkt wird. Im einfachsten Fall wurde davon ausgegangen, dass dieser Prozess richtungsunabhängig sei und nur horizontal senkrecht zur Grenzlinie zwischen zwei LCT abläuft.

Dazu wurden zwei Beispiele ausgewählt: In area 1 schiebt sich ein urbaner Keil in den Wald, und im Süden von area X wird ein zusammenhängendes Waldgebiet von bebauten Flächen eingehüllt. Ausgehend von der LCT-Grenze können mittels GIS pixelbreite Streifen zusammengefasst werden, die sich in 30 m-Schritten voranbewegen. Abbildung 139 zeigt die entstehende Streifenstruktur in area X für die Wirkung vom Wald in die urbane Zone hinein.

In eine statistisch auswertbaren Form wurde o. g. Hypothese wie folgt gebracht: Für den ersten Streifen ab der Grenze liefert GIS Pixelzahl, Mittelwert und Standardabweichung der LST ( $n_{\text{Streifen}}$ ;  $T_{m,\text{Streifen}}$ ;  $s_{\text{Streifen}}$ ). Für den Rest des bebauten Gebietes werden die analogen drei Werte angegeben ( $n_{\text{Rest}}$ ;  $T_{m,\text{Rest}}$ ;  $s_{\text{Rest}}$ ). Mittels t-Test wird geprüft, ob die mittlere Temperatur von Streifen und Rest identisch sind. Ist dies der Fall, unterscheidet sich der Streifen nicht signifikant vom Rest der urbanen Fläche.

Anderenfalls kann jedoch davon ausgegangen werden, dass eine thermische Wirkung von Wald auf urban vorliegt. Man geht also einen Schritt weiter und wählt den nächsten Streifen aus und vergleicht ihn mit dem ihm zugeordneten Rest. Diese Prozedur wird solange wiederholt, bis man zum ersten Mal auf Gleichheit der LST-Mittelwerte trifft. Dort ist die Wirkungsgrenze erreicht.

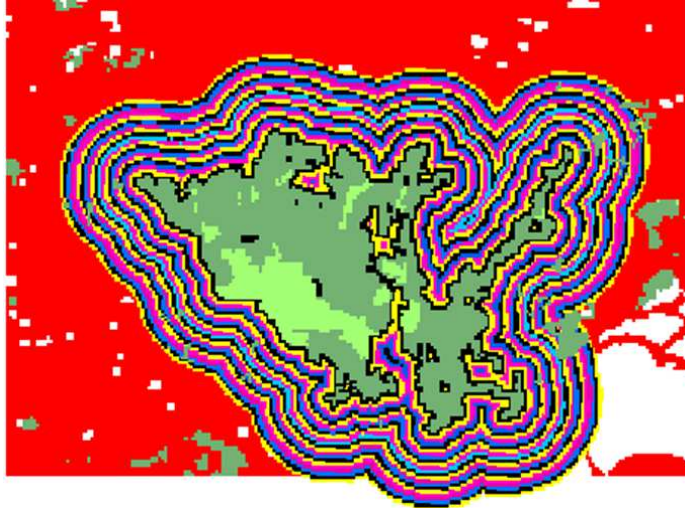


Abb. 139: Streifen konstanten Abstands vom Wald in die urbane Zone hinein, area X (Quelle: eigener Entwurf, basierend auf GIS)

Für das hier benutzte Beispiel konnten die in Tabelle 35 bzw. Abbildung 140 angegebenen Wirktiefen als signifikant ausgewiesen werden. Außer im Januar zeigt der Wald seine kühlende Wirkung, die vor allem im April und Juni am größten ist. Vom urbanen Gebiet reicht die wärmende Beeinflussung in den Laubwald am weitesten im Januar und ist im Rest des Jahres nahezu gleich groß. Der Nadelwald wird in der Regel weniger tief erwärmt als der Laubwald, wobei das Maximum im Juni und September erreicht wird.

Tab. 35: Wirktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet, area X, 2002 (Quelle: eigener Entwurf)

	<b>Wald in urban</b>	<b>urban in Laubwald</b>	<b>urban in Nadelwald</b>
<b>Januar</b>	< 30 m	270 m	120 m
<b>April</b>	300 m	210 m	120 m
<b>Juni</b>	300 m	240 m	210 m
<b>September</b>	270 m	210 m	210 m
<b>Oktober</b>	120 m	210 m	180 m

Im zweiten Beispiel bildet das urbane Gebiet von area 1 einen Keil in den Wald hinein (Abb. 140). Die signifikanten Einwirkungsabstände (Tab. 36, Abb. 141) lassen erkennen, dass der Laubwald auch hier stärker wirkt als der Nadelwald, und beide weisen im Oktober ihre Minima auf. Die in diesem Fall viel kleinere urbane Zone besitzt weniger Kraft, in den Wald zu wärmen. Das Minimum liegt im Januar und April, und das Maximum wurde im Oktober gefunden.





Abb. 140: Streifen konstanten Abstands von der urbanen Zone in den Wald hinein, area 1 (Quelle: eigener Entwurf, basierend auf GIS).

Tab. 36 Wirktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet, area 1, 2002 (Quelle: eigener Entwurf)

	Wald in urban	urban in Laubwald	urban in Nadelwald
<b>Januar</b>	60 m	270 m	150 m
<b>April</b>	60 m	270 m	120 m
<b>Juni</b>	120 m	180 m	120 m
<b>September</b>	120 m	120 m	90 m
<b>Oktober</b>	120 m	270 m	150 m

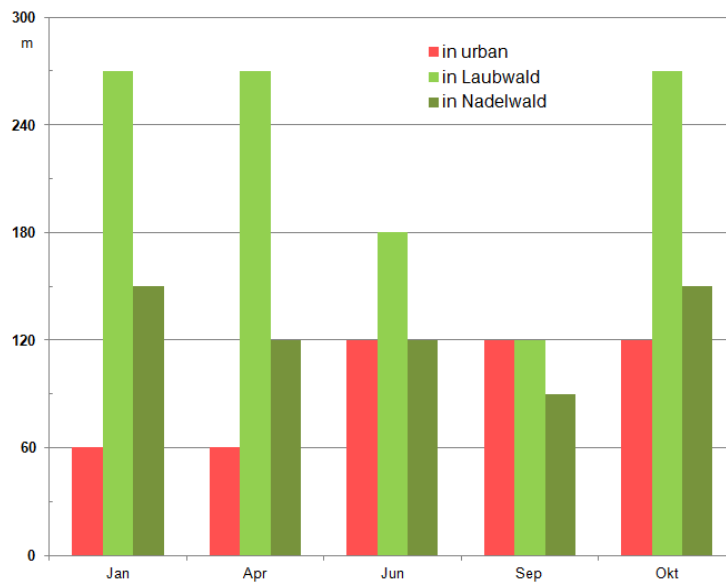


Abb. 141: Wirktiefen zwischen Wald und urbanem Gebiet, area 1, 2002 (Quelle: eigener Entwurf).

Somit dürfte mit dem entwickelten Modell der wechselseitigen Beeinflussung zweier LCT-Gebiete über deren Grenze hinweg ein erster Zugang zur fundierten Beschreibung lokaler thermischer Ausgleichsvorgänge gelegt worden sein.

#### 9.4. Messungen 2000 bis 2012

Anhand von zehn Testgebieten aus dem Jahre 2002 können die gewonnenen Erfahrungen auf die gesamte Seoul Metropolitan Area (SMA) übertragen werden. Zwischen 2000 und 2012 ließen sich allerdings nur 33 Landsat-Aufnahmen finden, bei denen das gesamte Gebiet frei von Wolken und anderen Sichtbeeinträchtigungen war. An Hand der visuellen Bilder von 2012 wurde zunächst in jeweils drei Bereiche (Grüngürtel, Löcher im Grüngürtel, Stadtgebiet) zerlegt und für jeden die Zuordnung der LCT vorgenommen. Dies geschah unter der Prämisse, dass während des gesamten Zeitraumes keine bedeutsamen Veränderungen der Landnutzung erfolgten und eine Projektion auf den aktuellen Zustand legitim ist. Für jeden Messtag erfolgte analog Kapitel 9.3.1 die Auswertung der meteorologischen Aufnahme incl. Bestimmung der MWA-Parameter. Zur LST-Berechnung wurde außerdem die auf alle hier benutzten LCT erweiterte Liste der Emissionsgrade (Tab. 37) verwendet. Die über die zwölf Jahre willkürlich verteilten individuellen Aufnahmen wurden benutzt, um ein zeitliches Verhalten zu identifizieren.

Tab. 37: Effektive Emissionsgrade der für die SMA verwendeten Landbedeckungsklassen (Quelle: eigener Entwurf)

LCT (land cover type)	$\epsilon$ (eps)
urban	0,90
Wald	0,98
Stadtparks	0,98
Gewächshäuser	0,90
Wiese	0,95
offene Flächen	0,91
Wasser	0,99
Asphalt (Straßen)	0,91

Tab. 38: Regressionsparameter des zeitlichen Verlaufs der mittleren LCT-LST SMA 2000-2012 (SC = Seoul City, GB = Greenbelt) (Quelle: eigener Entwurf)

LCT	Mittelwert a0 in °C	Amplitude a1 in K	Frühlingspunkt a2	Datum des Maximums
urban (SC + GB)	28,3	22,0	14.04.	11 Juli
Straße (SC + GB)	27,2	21,7	14.04.	11 Juli
Gewächshaus (GB)	27,2	19,4	13.04.	11 Juli
offen (GB)	25,7	20,8	15.04.	12 Juli
Wiese (SC + GB)	23,0	19,4	12.04.	9 Juli
Park (SC)	20,7	19,0	13.04.	10 Juli
Wald (GB)	17,7	17,6	13.04.	10 Juli
Wasser (SC + GB)	15,9	14,6	16.04.	13 Juli

Die Regressionskoeffizienten  $a_0$ ,  $a_1$  und  $a_2$  aller LCT sind in Tabelle 38 angegeben, wobei sich in jedem Fall ein äußerst zufriedenstellender Korrelationskoeffizient ( $R^2 = 0,90 \dots 0,96$ ) ergab.

Die LCT sind nach absteigenden Mittelwerten  $a_0$  geordnet, die wiederum den gleichen Trend wie bei den Messungen 2002 anzeigen. Nahezu simultan verändern sich die Amplituden, und die Frühlingspunkte (sowie das Sommermaximum) variieren lediglich um vier Tage. Auch hier ist die „Außenseiterrolle“ des Wassers klar erkennbar.

Auf Grund der Vernachlässigbarkeit des linearen Trends ( $a_3 = 0$ ) war es berechtigt, die Temperaturserien auf ein Jahr zu projizieren, d. h. lediglich in Abhängigkeit vom Tag und Monat darzustellen (Abb. 142).

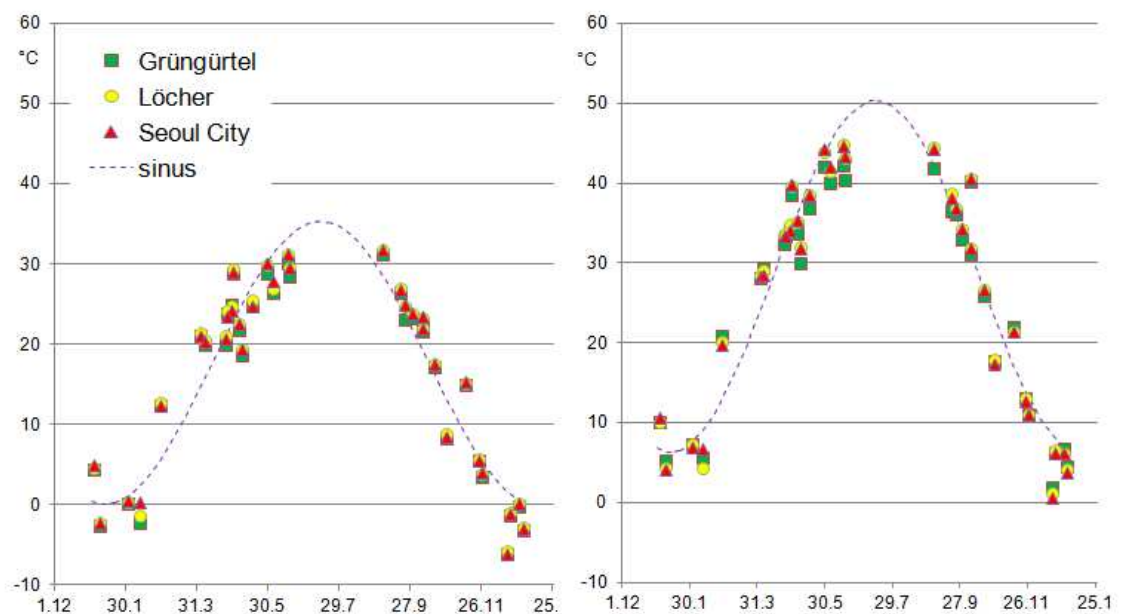


Abb. 142: Mittlere Temperaturen von urbanen Flächen (links) und Wald (rechts) in 1-Jahr-Darstellung (Quelle: eigener Entwurf).

## 9.5 Fazit

Gemäß der Zielstellung in dieser Arbeit wurde die thermische Wirkung des Grüngürtels untersucht. Auf der Basis frei erhältlicher Infrarot-Messwerte der ETM+ -Sonde des Satelliten Landsat-7 ließen sich sehr feinaufgelöste Verteilungen der Oberflächentemperatur im Gebiet der Megacity Seoul berechnen, nachdem publizierte Auswertelgorithmen in mehreren Punkten modifiziert worden waren. Aus Aufnahmen im sichtbaren Bereich konnte jedem Pixel der Temperatureaufnahme der jeweilige Landnutzungstyp und damit auch der Emissionsgrad emittierter Wärmestrahlung zugeordnet werden. Die atmosphärische Korrektur mittels angepasstem Mono-Window-Algorithmus benutzte die Ergebnisse zeit- und ortsnahe vorgenommener Wetterballonmessungen. Für eine erste Serie wurden zehn Gebiete ausgewählt, die in unterschiedlichem Anteil urbane und bewaldete Flächen (aber auch offene Zonen sowie Wiesen und Wasser) aufwiesen. Dazu lagen im Jahr 2002 fünf wolkenfreie Aufnahmen zwischen Januar und Oktober vor. Dieses Jahr wurde ausgewählt, da seit Anfang 2003 die Sonde einen Defekt aufweist, so dass streifenweise keine Messwerte vorliegen und man sich nur auf die Restdaten stützen kann.

Zunächst konnte zu allen fünf Zeitpunkten bestätigt werden, dass urbane Gebiete die höchsten und Waldflächen die niedrigsten Oberflächentemperaturen aufweisen. Das Wasser der fließenden und ruhenden Gewässer gehorcht dabei eigenen Regeln, bietet jedoch im Sommer auch eine Kühlpotential für die Stadt. An einigen Beispielen verlief der Versuch positiv, statistisch gesicherte Angaben zur Größe von Übergangszonen zwischen Wald und Stadt mittels eines einfachen, richtungsunabhängigen Modells zu ermitteln. Die Gesamtbreite der thermischen Beeinflussung schwankte jahreszeitabhängig zwischen 300 und 500 m , was auf eine effektive Gestaltung von Vegetationsbereichen in km-Größe zur Kühlung urbaner Gebiete verweist. Es konnte somit nachgewiesen werden, dass Waldflächen stets niedrigere Oberflächentemperaturen aufweisen, als die urbanen Gebiete.

## 10 Résumé: Kapitel B

Zum ökologischen Einfluss des Grüngürtels gibt es nur eine vergleichbar geringe Anzahl von Forschungen. Es bestand deshalb ein hoher Anreiz, Untersuchungen zu dieser Thematik durchzuführen. In Teil B dieser Arbeit werden deshalb Methoden zur Berechnung der Umweltparameter Schadstoffe, Lärm und Oberflächentemperatur für den Bereich des Grüngürtels beschrieben. Die Untersuchungen wurden unter Anwendung von Modellen vorgenommen und ausführlich diskutiert. Für die Modellierung der Schadstoffbelastung fehlten entscheidende Eingangsdaten, sodass keine Berechnungen für den Grüngürtel möglich waren. Weitere Forschungen auf diesem Gebiet könnten zielführend sein. Aus punktuellen Messungen konnten jedoch allgemeingültige Aussagen zur Schadstoffbelastung in urbanen und ländlichen Gebieten getroffen werden. Die Berechnungen des Schallpegels (mittel Modell LimA) waren befriedigend. Die Modellierungsergebnisse ermöglichten es, eine aussagekräftige Beurteilung der Lärmsituation innerhalb der Seoul City und des Grüngürtels zu treffen. Die Berechnungen der Oberflächentemperatur basierten auf einer Weiterentwicklung bereits publizierter Algorithmen. Damit wurde es möglich, Temperaturverteilungen in Abhängigkeit der Landnutzung zu berechnen und Temperaturdifferenzen zu bewerten. Die zur Auswertung notwendigen Daten sind weltweit verfügbar, sodass es möglich ist, Temperaturverteilungen für andere Städte zu erstellen. Mit Hilfe dieser drei ökologischen Parameter sollten Unterschiede zwischen dem Grüngürtel und der Seoul City analysiert und die Bedeutung des Grüngürtels beurteilt werden. Die Ergebnisse der drei Einflussgrößen sind in Tabelle 39 zusammengefasst.

Tab. 39: Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen (Quelle: eigener Entwurf)

Ökologischer Parameter	
<b>Temperatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- die Waldflächen des Grüngürtels besitzen geringere Oberflächentemperaturen als die urbanen Gebiete der Seoul City oder Wiesenflächen innerhalb des Grüngürtels</li><li>- es existiert ein Pufferbereich, in welchem der Wald kühlend in die Stadt wirkt (und auch umgekehrt)</li></ul>
<b>Lärm</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- die Höhe des Schallpegels ist unabhängig von der Landnutzungsart</li><li>- Verkehr ist die Hauptquelle für Lärmbelastungen</li><li>- die Seoul City ist deutlich höher lärmbelastet als der umgebene Grüngürtel</li></ul>
<b>Schadstoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Grünflächen führen zu einem Abbau von Luftschadstoffen</li><li>- die Schadstoffbelastung ist in ländlichen Gebieten niedriger als in städtischen Gebieten</li></ul>

## 11 Zusammenfassung

### 11.1 Rückblick

Als der Seouler Grüngürtel 1971 ausgewiesen wurde, war die Stadtfläche von Seoul nicht vollständig erschlossen. Vor allem im Süden der Seoul City existierten noch keine Transportwege oder Infrastrukturen. Daraus resultierte ein relativ geringer Einfluss des Grüngürtels auf die Stadtentwicklung von Seoul bis zum Ende der 1970er Jahre. Durch die Bevölkerungszunahme in den 1980er Jahren, hatte sich die Urbanisierung von Seoul bis an die Grenzen des Grüngürtels ausgedehnt. Die Regierung beließ das Bauverbot im Grüngürtel und errichtete zahlreiche Wohnstädte (Satellitenstädte) außerhalb des Grüngürtels. Infolgedessen muss festgestellt werden, dass der Grüngürtel die Suburbanisierung von Seoul nicht verhindern konnte, denn es hatte sich ein urbaner leap frog über den Grüngürtel vollzogen. Anschließend hatte sich die seit den 1990er Jahren fast vollständig erschlossene Kernstadt (Seoul City) zu einer Metropolregion (Seoul Metropolregion Region) entwickelt.

Der Grüngürtel um Seoul erzeugte eine physische Verknappung von bebaubarer Fläche und beschleunigte den Anstieg der Bodenpreise innerhalb der Seoul City. Diese Preisentwicklung führte wiederum zu einem hohen Nutzungskonflikt auf die Fläche innerhalb der Seoul City. Die Motivation ist sehr groß, unbebaute Freiflächen zu erschließen oder öffentliche Grünflächen beziehungsweise den bewaldeten Stadtpark Namsan zu bebauen.

Auch der Druck auf eine Lockerung der strengen Erschließungsregularien für den Grüngürtel ist stetig gewachsen. Es existieren seit nunmehr drei Jahrzehnten kontroverse Diskussionen, wie die Grüngürtelzone um Seoul genutzt werden soll.

Die Debatten sind zumeist auf ökonomische Auswirkungen für die Stadt ausgerichtet. Ökologische Faktoren werden bei der Argumentation zur Grüngürtelerschließung nur marginal betrachtet.

Die in dieser Arbeit in Teil B durchgeführten Untersuchungen zu den ökologischen Einflüssen des Grüngürtels auf die Seoul City sind aus diesen Gründen hochaktuell und sehr bedeutend.

Die Grünflächen des Grüngürtels besitzen eine Vielzahl von ökologischen Vorzügen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen dazu dienen, die aktuellen Diskussionen über eine zukünftige Nutzung des Seouler Grüngürtels verstärkt unter Einbeziehung von ökologischen Gesichtspunkten zu führen.

Wichtet man die Interessenlagen aus Ökonomie, Ökologie und Stadtplanung gleichermaßen, gibt es keine eindeutige Antwort auf die Frage, ob sich der Grüngürtel vorteilhaft oder nachteilig auf die Entwicklung von Seoul ausgewirkt hat. Zumindest lässt sich an dem Beispiel von Seoul erkennen, welchen

Einfluss eine strikte Grüngürtelpolitik auf eine Stadt besitzt. Die Forschungen an dieser Arbeit haben gezeigt, dass es einen eindeutig positiven ökologischen Effekt hätte, wenn der Grüngürtel um Seoul erhalten oder sogar aufgeforstet werden würde.

Die Ausführungen und Erkenntnisse aus den Modellierungen dieser Forschungsarbeit ermöglichen es, Handlungsempfehlungen auch für andere Städte abzugeben, um das ökologische Potential zu bewerten. Das in dieser Arbeit für Seoul entwickelte Temperaturmodell konnte bereits zur Bewertung von Temperaturveränderungen bei der Stadtplanung für die australische Großstadt Sydney erfolgreich eingesetzt werden.

## 11.2 Ausblick

Aus den geführten Debatten um die Zukunft des Seouler Grüngürtels sind vier Szenarien denkbar:

### 1) *teilweise Erschließung des Grüngürtels*

Die Grüngürtelzone sollte teilweise durch Bebauung erschlossen werden. Die Erschließung sollte dort erfolgen, wo entsprechende Gebiete einen geringen Nutzeffekt (ökonomisch und ökologisch) besitzen.

### 2) *uneingeschränkte Erschließung des Grüngürtels*

Es sollte keine Beschränkung für die Erschließung des Grüngürtels existieren. Große ungenutzte Freiflächen und Waldgebiete könnten erschlossen werden, um Bauungen durchzuführen. Es bedarf keiner Regularien für einschränkende Landerschließungen, denn die ausgeprägte Topographie würde die Erschließungsmöglichkeiten (vor allem im Norden und Osten) ohnehin erheblich einschränken.

### 3) *keine Veränderung*

Die Grüngürtelzone sollte weiterhin als RDZ (*restricted development zone*) belassen werden. Der Umweltschutz, der Schutz von Erholungsgebieten und die Bewahrung von landwirtschaftlichen Flächen stehen im Vordergrund.

### 4) *Aufforstung der Agrarflächen*

Die brachliegenden Flächen und landwirtschaftlich genutzten Regionen machen rund 23 % der Grüngürtelfläche aus. Dies entspricht rund 351 km<sup>2</sup>. Auf dieser Fläche sollten intensive Aufforstungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Folgende Kriterien sollten bei der Diskussion beachtet werden:

### 1) *teilweise Erschließung des Grüngürtels*

Würden die überwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb des Grüngürtels bebaut werden, würde sich die Temperatur dieser Gebiete erhöhen. Die Lärmsituation würde sich durch eine zunehmende Anzahl von Straßen erhöhen. Damit einhergehend würde sich auch die Schadstoffbelastung dieser Regionen vergrößern. Die Auswirkungen einer Bebauung würden nicht den gesamten Grüngürtel betreffen, aber insgesamt zu geringeren ökologischen Vorzügen führen.

### *2) uneingeschränkte Erschließung des Grüngürtels*

Sollte eine vollständige Bebauung in dem Grüngürtel genehmigt werden, würde sich die Temperatur in der urbanen Agglomeration von Seoul deutlich erhöhen. Durch den intensiven Ausbau von Transportwegen würde sich in dem gesamten (ehemaligen) Grüngürtelgebiet die Schadstoffkonzentration erhöhen. Damit einhergehend würde auch die Lärmbelastung deutlich gesteigert.

Es gibt jedoch mächtige Fürsprecher für dieses Szenario. Rund 64 % der Grüngürtelfläche sind im Besitz von koreanischen Großunternehmen (chaebols). Der Staat besitzt 20 % und der private Besitz erstreckt sich über 16 % der Grüngürtelfläche. Würden die RDZ Regularien gelockert, würde sich der Wert von Grund und Boden deutlich steigern. Dies wäre im Interesse der einflussreichen koreanischen Großunternehmen (chaebols), die eine enge Verbindung zur politischen Klasse von Korea besitzen. Unter ökologischen Aspekten wäre dieses Szenario am ungünstigsten.

### *3) keine Veränderung*

In diesem Szenario würde die aktuelle Situation bestehen bleiben. Der Grüngürtel wäre im Norden, Osten und Süden relativ intakt und besitzt eine sehr hohe Zerstückelung im Nordwesten und Südwesten. Im Westen der Seoul City würden weiterhin nur Fragmente des Grüngürtels bestehen bleiben. Die Diskussionen um die ökologisch wie ökonomisch relativ nutzlosen landwirtschaftlichen Flächen wären nicht beendet. Pendlerbewegungen würden auch weiterhin zu hohen Lärm- und Schadstoffbelastungen entlang der Ausfallstraßen führen.

### *4) Aufforstung der Agrarflächen*

Durch eine Aufforstung der landwirtschaftlich genutzten Flächen und brachliegenden Gebiete wäre es möglich, eine spürbare Temperaturabsenkung dieser Grüngürtelregion zu erzielen. Ein geschlossenes Waldgebiet würde auch zu einem höheren kühlenden Einfluss auf die Stadt führen. Es könnte davon ausgegangen werden, dass sich die Schadstoffbelastung verringert und nur an den Ausfallstraßen von der Seoul Metropolitan Area in die Seoul City weiterhin hohe Lärmbelastungen auftreten. Dieses Szenario wäre unter ökologischen Gesichtspunkten am vorteilhaftesten.



In Auswertung der Ergebnisse dieser Arbeit zum ökologischen Einfluss des Grüngürtels werden zwei Handlungsempfehlungen formuliert.

1) Brachflächen und landwirtschaftliche Flächen besitzen eine Fläche von mehr 351 km<sup>2</sup>. Sie stellen sowohl unter einem ökonomischen als auch ökologischen Gesichtspunkt die Region mit dem höchsten Potential für eine Veränderung dar. Ökologisch gesehen, besitzen Brachflächen und landwirtschaftliche Nutzflächen einen geringeren Wert als Waldgebiete. Würde der ökonomische Druck steigen, Regionen des Grüngürtels zurückzubauen, wäre es sinnvoll, sich auf die Erschließung dieser Gebiete zu beschränken (schwarze Quadrate, Abb. 143). Alle drei Gebiete befinden sich in der bereits intensiv erschlossenen Region nord- und südwestlich der Seoul City. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass keine vollständige Bebauung dieser Gebiete erfolgt. Vielmehr sollten ausreichende Grünflächen belassen werden, um der dann dort lebenden Bevölkerung Erholungsbereiche anzubieten. Zudem sollten die neuen urbanen Gebiete nicht als reine Wohngebiete angelegt werden. Die Ansiedlung von Firmen und Geschäften könnten zur Stärkung weiterer Subzentren beitragen, die die Pendlerströme in die Seoul City verringern würden. Im Ausgleich zu einer Erschließung der landwirtschaftlichen Gebiete und Brachflächen sollten grüne Korridore (grüne Quadrate, Abb. 143) im Osten und Südosten geschützt werden. Der Grüngürtel könnte sich somit halbkreisförmig um die Seoul City schließen.

2) Unter rein ökologischer Betrachtung wäre es hingegen noch günstiger, die Brachflächen und landwirtschaftlichen Flächen aufzuforsten. Der finanzielle Wert von Gebäuden mit Blick auf eine Waldfläche würde sich erhöhen, aber dieses Szenario erscheint aus Kostengründen und aufgrund des Widerstandes verschiedener Interessengruppen nur schwer zu realisieren.

Es sollten nicht nur *think tanks* der Seoul City (SDI) die Entscheidungen beeinflussen. Auch Wissenschaftlern sollte Gehör verschafft werden und die Rechte der privaten Landeigentümer gestärkt werden. Es wäre ein deutliches Zeichen für die koreanische Demokratie, wenn alle politischen Gruppen einen offenen Dialog zur Grüngürtelpolitik führen würden.

Das weltweit wirksame Grüngürtelkonzept sollte bei der Planung von anderen Großstädten Vorbildwirkung haben.

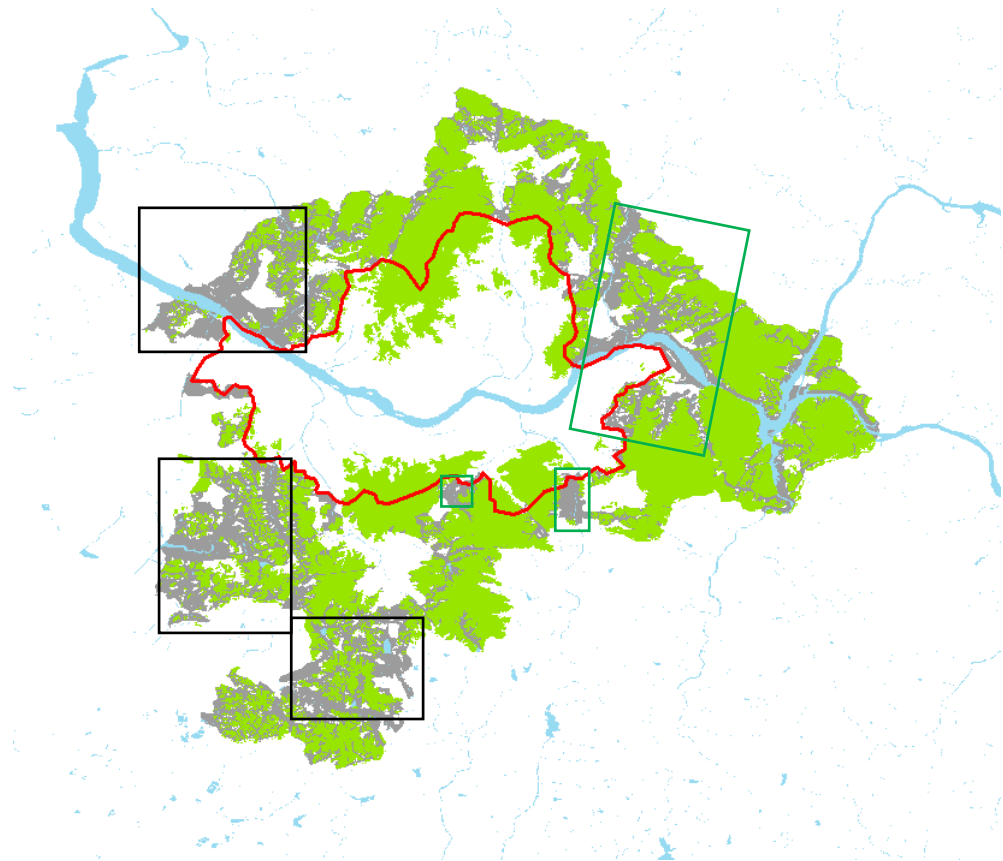


Abb. 143: Grüngürtel von Seoul mit Erschließungsflächen und grünen Brücken, basierend auf einer ökologischen Betrachtung (Quelle: eigener Entwurf).

## Literaturverzeichnis

- AHK (2007): Korea - Führer für Geschäftsleute: Informationen und Tipps für Geschäftsreise und Langzeitaufenthalt. Bundesagentur für Außenwirtschaft (bfai), Frankfurt a.M.
- AHK (2008): Wachstumsmarkt Erneuerbare Energien in Korea. Seoul.
- ALLEN R.W. & S. D. ADAR (2011): Are both air pollution and noise driving adverse cardiovascular health effects from motor vehicles? In: *Environmental Research*, 111, 1, S.184-185.
- AMATIL, M. & M. YOKOHARI (2005): Temporal changes and local variations in the functions of London's green belt. In: *Landscape and Urban Planning*, 75, S.12 - 142.
- AMSDEN, A. H. (1989). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. New York: Oxford University Press.
- ANIELLO, C. & K. MORGAN & A. BUSEBEY & L. NEWLAND (1995): Mapping Micro-Urban Heat Islands using Landsat TM and a GIS. In: *Computers & Geosciences*, 21, S.965-969.
- AOSHIMA, Y. (1999): Preface. In: Inoguchi, T. & E. Newman & G. Paoletto (1999): *Cities and the environment: new approaches for eco-societies*. Tokio.
- BAE, C.-H. C. & M.-J. JUN (2003): Counterfactual planning: what if there had been no greenbelt in Seoul? In: *Journal of Planning Education and Research*, 22, S.374-383.
- BAE, C.-H. C. (1998): Korea's Greenbelts: Impacts and options for change. In: *Pacific Rim Law and Policy Review*, 7, S.479 - 502.
- BAE, G.-N. & S.-B. LEE & S.-M. PARK (2007): Vehicle-related Fine Particulate Air Pollution in Seoul, Korea. In: *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 1, 12, S.1-8.
- BARRADAS, V. L. (1991): Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City. In: *International Journal of Biometeorology*, 35, S.24-28.
- BARSI, J. A. & B. L. MARKHAM & J. R. SCHOTT & S. J. HOOK & N. G. RAQUENO (2010): Twenty-five years of Landsat thermal band calibration. IEEE, 2010 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Honolulu, Hawaii, USA, S.2287-2290.
- BARSI, J. A. & J. R. SCHOTT & F. D. Palluconi & D. L. Helder & S. J. Hook & B. L. Markham & G. Chander & E. M. O'Donnel (2003): Landsat TM and ETN+ thermal band calibration. In: *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29, S.141-153.
- BECHTEL, B. (2012): Robustness of Annual Cycle Parameters to Characterize the Urban Thermal Landscapes. In: *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 9, S.876-880.
- BECKETT, K.P. & P. H. FREER-SMITH, G. TAYLOR (1998): Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. In: *Environmental Pollution*, 9, S.347-360.
- Bender, H.-U. et. Al. (1997): *Terra - Erdkunde S II. Lehrband Landschaftszonen und Stadtökologie*. Gotha.
- BENGSTON, D. N. & R. S. POTTS & D. P. FAN & G. GOETZ (2005): An analysis of the public discourse about urban sprawl in the United States: monitoring concern about a major threat to forests. In: *Forest Policy and Economics*, 7, S.745-756.
- BENGSTON, D. N. & Y. C. YOUN (2006): Urban Containment Policies and the Protection of Natural Areas: The Case of Seoul's Greenbelt. In: *Ecology and Society*, 11, 1, 3, S.1-15.
- BHANG, K. J. & S.-S. PARK (2009): Evaluation of Surface Temperature Variation With Surface Settings on the Urban Heat Island in Seoul, Korea, Using Landsat-7 ETM+ and SPOT. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 6, S.708-712.

- BHANG, K. J. (2013): persönliche Email-Nachricht, 07.02.2013.
- BOOTH, P. (2003): *Planning by Consent: the Origins and Nature of British Development Control*. Routledge, London.
- BORBORA, J. & A. K. DAS & R. SAHA & N. HAZARIKA (2012): Assessment of Urban Heat island effect in Guwahati - A remote sensing based study, *Conference Reports, Guwahati, India*, S.1-6.
- BORREGO C. & H. MARTINS & O. TCHEPEL & L. SALMIM & A. MONTEIRO A. MIRANDA (2006): How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective. In: *Environmental Modeling and Software*, 21, 4, S.461-467.
- BOVILL, P. (2002): Loosening the green belt. In: *Planning*, S.19-20.
- BRONGER, D. & M. STRELOW (1996): *Manila - Bangkok - Seoul: Regionalentwicklung und Raumwirtschaftspolitik in den Philippinen, Thailand und Südkorea*. Hamburg.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): *EEG - das Erneuerbare Energiengesetz*. Berlin
- CAN A. & M. RADEMAKER & T. VAN RENTERGHEM & V. MISHRA & M. VAN POPPEL & A. TOUHAFI (2011): Correlation analysis of noise and ultrafine particle counts in a street canyon. In: *Science of the Total Environment*, 409, 3, S.564-572.
- CARLSLAW, D. C. & S. D. BEEVERS (2004): Investigating the potential importance of primary NO<sub>2</sub> emissions in a street canyon. In: *Atmospheric Environment*, 38, S.3585-3594.
- CHAN, C. & K. J. CGUANG & W. J. CHEN W. T. CCHANG & C. T. LEE & C. M. PENG (2008): Increasing cardiopulmonary emergency visits by long-range transported Asian dust storms in Taiwan. In: *Environmental Research*, 106, S.393-400.
- CHANDER, G. & B. L. MARKHAM & D. K. HELDER (2009): Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. In: *Remote Sensing of Environment*, 113, S.893-903.
- CHANDLER, T. J. (1965): *The Climate of London*, Hutchinson, London.
- CHANG, D.M. (1997): *Ökologisch orientierte Stadtplanung in Seoul, Südkorea: Fallbeispiel: Angukdong Chongrogu, Seoul*. Dissertation. Aachen.
- CHENY. S. & P. C. SHEEN & E. R. CHEN & Y. K. LIU & T. WU C. Y. YANG (2004): Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei, Taiwan. In: *Environmental Research*, 95, S.151-155.
- CHEN, P. & S. C. LIEW & L. K. KWONG (2001): Dependence Of Urban Temperature Elevation On Land Cover Types. *Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, 5-9 November 2001, Singapore, 2, S.1135-1139.
- CHO C.-J. (2002): The Korean growth-management programs: issues, problems and possible reforms. In: *Land Use Policy*, 19, S.13-27.
- CHOE, S. C. (2003): Evolution of Modern City Planning. In: *Seoul, Twentieths Century: Growth & Change in the Last 100 Years*. Seoul, S.489-542.
- CHOE, S. C. (2004): Reform of planning controls for an urban-rural continuum in Korea. In: SORENSEN, A. & P. J. MARCOTULLIO & J. GRANT (2004): *Towards sustainable cities: East Asian, North American, and European perspectives on managing urban regions*, Vermont, S.253-266.
- CHOI, C.-J. (1986): P'ungsu, the Korean Traditional Geographic Thoughts. In: *Korea Journal*, 26, 5, S.35-45.
- CHOI, C.-J. (2001): Establishment and management of riparian buffer zones in Han River basin, Korea. In: *Water Resources Management*, 48, S.100-107.

- CHUNMEI, W. & L. ZHAOLAN (2010): Environmental Policies in China over the Past 10 Years: Progress, Problems and Prospects. In: *Procedia Environmental Sciences*, 2, S.1701-1712.
- COLL, C. & J. M. GALVE & J. M. SANCHEZ & V. CASELLES (2010): Validation of Landsat-7/ETM+ Thermal-Band Calibration and Atmospheric Correction With Ground-Based Measurements. In: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48, S.547-553.
- CUMINGS, B. (1997). *Korea's place in the sun: A modern history*. New York: W.W. Norton&Company.
- CURTIS, C. (1996): Can strategic planning contribute to a reduction in car-based travel. In: *Transportation Policy* 3, S.55-65.
- DE RIDDER K. & V. ADAMEC & A. BANUELOS & M. BRUSE & M. BURGER & O. DAMSGAARD (2004): Short communication: an integrated methodology to assess the benefits of urban green space. In: *Science of the Total Environment*, 1, S.489-497.
- DEAKIN, R. (1855): *Flora of the Colosseum of Rome*. London, VIII: 237.
- DEGE, E. (2000): Seoul - Von der Metropole zur Metropolregion. In: *Geographische Rundschau*, 52, S.4-10.
- DENG, C. & C. WU (2013): Examining the impacts of urban biophysical compositions on surface urban heat island: A spectral unmixing and thermal mixing approach. In: *Remote Sensing of Environment*, 131, S.262-274.
- DENG, F. F. & Y. Q. HUANG (2003): Uneven land reform and urban sprawls in China: the case of Beijing. In: *Progress in Planning*, 61, S.211-236.
- DORMELS, R. (2007): Seoul - ein Beispiel ostasiatischer Stadtentwicklung. In: LINDHART, S. & S. WEIGELIN-SCHWIEDRZIK (2007): *Ostasien im 20. Jahrhundert*. Wien.
- ELSON, M. (1986): *Green Belts: Conflict Mediation in the Urban Fringe*. London.
- ENGELHARD, K. (2004): *Südkorea: Vom Entwicklungsland zum Industriestaat*. Münster.
- ESCOBEDO, F. & D. J. NOWAK & J. WAGNER & C. L. DE LA MAZA & M. RODRÍGUEZ & D. E. CRANE (2008): Analyzing the cost-effectiveness of Santiago Chile's policy of using urban forests to improve air quality. In: *Journal of Environmental Management and Tourism*, 86, S.148-157.
- FAIZ, A. (1993): Automotive emissions in developing countries: relative implications for global warming, acidification and urban air quality. In: *Transportation Research*, 27, S.167-186.
- FELLENBERG, G. (1991): *Lebensraum Stadt*. Stuttgart.
- FINKE, L. (1986): *Landschaftsökologie*. Braunschweig.
- FIRDAUS G. & A. AHMAD (2010): Noise pollution and human health: a case study of Municipal Corporation of Delhi. In: *Indoor Built Environment*, 19, 6, S.648-656.
- FORSBERG B. & N. STJERNBERG & S. WALL (1997): Prevalence of respiratory and hyperreactivity symptoms in relation to levels of criteria air pollutants in Sweden. In: *European Journal of Public Health*, 7, S.291-296.
- FREER-SMITH, P. H. & S. HOLLOWAY & A. GOODMAN (1997): The uptake of particulates by an urban woodland: site description and particulate composition. In: *Environmental Pollution*, 95, S.27-35.
- FUJITA, E. M. & W. R. STOCKWELL & D. E. CAMPBELL & R. E. KEISLAR & D. R. LAWSON (2003): Evolution of the magnitude and spatial extent of the weekend ozone effect in California's south coast air basin, 1981-2000. In: *Journal of the Air & Waste Management Association*, 53, S.802-815.
- FUJITA, K. (2000): Asian crisis, financial systems and urban development. In: *Urban Studies*, 37, S.2197-2216.

- GÄBE, W. (2004): Urbane Räume. Ulmer. Stuttgart.
- GIBERT, A. (1993): Third world cities: the changing national settlement system. In: *Urban Studies*, 30, S.721-740.
- GILBERT, O.L. (1994): Städtische Ökosysteme. Radebeul.
- GO, C., & J.-T. PARK (1993): Migrations and housing characteristics due to New Town developments in the SMA. Korean Research Institute for Human Settlements, Yanyang.
- HA, S.-K. (2007). Housing regeneration and building sustainable low-income communities in Korea. In: *Habitat International*, 31, S.116-129.
- HA, S.-K. (2010): Housing, social capital and community development in Seoul. In: *Cities*, 27, S.35-42.
- HAN, J. S. & K. J. MOON & J. Y. AHN & Y. D. HONG & Y. J. KIM & S. Y. RYO & S. S. CLIF, & T. A. CAHILL (2004): Characteristics of ion components and trace elements of fine particles at Gosan, Korea in spring time from 2001 to 2002. In: *Environmental Monitoring and Assessment*, 92, S.73-93.
- HE, Z. & Y. J. KIM & K. O. OGUNJOBI & C. S. HONG (2003): Characteristics of PM<sub>2.5</sub> species and long-range transport of air masses at Taeon background station, South Korea. In: *Atmospheric Environment*, 37, S.219-230.
- HILL, R. C., & J. W. KIM (2000). Global cities and developmental state: New York, Tokyo and Seoul. In: *Urban Studies*, 37, S.2167-2195.
- HILLVI U. & I. ELASSON & S. LINDQVIST (2008): The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Goeteborg, Sweden). In: *International Journal of Climatology*, 18, S.681-700.
- HONG, S. K. & I. J. SONG & J. WU (2007): Fengshui theory in urban landscape planning. In: *Urban Ecosystem*, 10, S.221 - 237
- HONG, Y.-C. & X.-C. PAN & S.-Y. KIM, K. PARK & E.-J. PARK & X. JIN & S.-M. YI & Y.-H. KIM & C.-H. PARK & S. SONG & H. KIM (2010): Asian Dust Storm and pulmonary function of school children in Seoul. In: *Science of the Total Environment*, 408, S.754-759.
- HONJO T. & H. SUGAWARA & T. MIKAMI & K. NARITA & K. KIMURA & N. KUWATA (2002): Observation of thermal effect of Shinjuku Gyoen park, Fourth Symposium on the Urban Environment. In: *American Meteorological Society*, S.84-85.
- HOWARD, E. (1946): *Garden Cities of To-morrow*. New York.
- HUNG, T. & D. UCHIHAMA & S. OCHI & Y. YASUOKA (2006): Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. In: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, S.34-48.
- HWANG, K. (2003): Seoul's Parks and Green Spaces in the Twentieth Century. In: *Seoul, Twentieth Century: Growth & Change in the Last 100 Years*. Seoul, S.365-431.
- HWANG, K.Y. & B. SON (2001): Four year-old Namsan Tunnel Congestion Pricing Scheme in Seoul. Success or Failure? In: *IATSS Research*, 26, 1, 2002, 28-36.
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. - C. & J. A. SOBRINO (2003): A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. In: *Journal of Geophysical Research*, 108, S.2-9.
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, J.- C. (2012): persönliche Email-Nachricht, 21.12.2012.
- JIN, Y.H. (2001): Greenbelt Zone Regulations are relaxed across the country. In: *Space and Environment*, 12, 16, S.1-4.

- JO, W. K. & J. H. PARK (2005): Characteristics of roadside air pollution in Korean metropolitan city (Daegu) over last 5 to 6 years: temporal variations, standard exceedances, and dependence on meteorological conditions.  
In: *Chemosphere*, 59, S.1557-1573.
- JONES, H. R. N. (2000): Radiation Heat Transfer. In: *Oxford Chemistry Primers*, New York, Oxford University Press, 89, S.8-9.
- JOO, S.S. (2007): 20 years of „NGO revolution“ reshaped society. In: *The Korean Herald* vom 20.07.2007, S.4.
- JUN, M.-J. & J.-W. HUR (2001): Commuting costs of “leap-frog” newtown development in Seoul. In: *Cities*, 18, 3, S.151-158.
- JUN, Y. & Z. JINXING (2007): The failure and success of greenbelt program in Beijing.  
In: *Urban Forestry & Urban Greening*, 6, S.287-296.
- YANGA, J. & J. MCBRIDE & J. ZHOUB & Z. SUN (2005): The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction.  
In: *Urban Forestry & Urban Greening*, 3, S.65-78.
- JU, M.-J. & C.-H. C. BAE (2000) Estimating the commuting costs of Seoul's greenbelt.  
In: *International Regional Science Review*, 23, 3, S.300-315.
- JUN, Y. & Z. JINXING (2007): The failure and success of greenbelt program in Beijing.  
In: *Urban Forestry & Urban Greening*, 6, S.287-296.
- KHAN, F. I. & S. A. ABBASI (2001): Effective design of greenbelts using mathematical models.  
In: *Journal of Hazardous Materials*, 81, S.33-65.
- KIM, J. (2007<sup>3</sup>): Take me out to Jamsil! In: *Seoul*, 4, S.98.
- KIM, J.-W. & S.J. KI & J. MOON & S. K. YOO & A. RYU & J. WON & .H. CHOI & J. H. KIM (2007<sup>4</sup>): Mass Load-Based Pollution Management of the Han River and Its Tributaries, Korea. In: *Environmental Management*, 41, 1, S.12-19.
- KIM, B.H. & W.S. LEE & Y.-O.KIM & H.-O.LEE & M.-S. HAN (2005): Relationship between akinete germination and vegetative population of *Anabaena flos-aquae* (Nostocales, Cyanobacteria) in Seokchon reservoir (Seoul, Korea).  
In: *Archiv für Hydrobiologie*, 5, 2005, 163, 1, S.49-64.
- KIM, C.-H., & K.-H. KIM (2000). The political economy of Korean government policies on real estate market. *Urban Studies*, 37, S.1157-1169.
- KIM, E. M. (1997). *Big business strong state: Collusion and conflict in South Korean development, 1960 - 1990*. Albany: State University of New York Press.
- KIM, H. M. & S. S. HAN (2012): Seoul. In: *Cities*, 29, S.142-154.
- KIM, H. O. (2007): Beitrag sehr hochauflösender Satellitenfernerkundungsdaten zur Aktualisierung der Biotop- und Nutzungstypenkartierung in Stadtgebieten - Dargestellt am Beispiel von Seoul - (Diss.). Berlin, Fakultät VI -Planen Bauen Umwelt, Technische Universität Berlin.
- KIM, H.-M., Y.- K. HUR & K.- S. JANG (2008): Property tax capitalization effects in Seoul, 2009 Housing Researchers Conference, Sydney, Australien, 2009, 05.08 - 07.08.2009, Sydney.
- KIM, J. B. (2004) The Peace Belt Project. In: *Space and Environment*, 7, 21, S.6-7
- KIM, K. H. & D. X. HO & J. C. BROWN & J.-M. OH & C. G. PARK & I. C. RYU (2012): Some insights into the relationship between urban air pollution and noise levels. In: *Science of the Total Environment*, 424, S.271-279.

- KIM, K.H. & G. H. CHOI & C. H. KANG & J. H. LEE & J. Y. KIM & Y. H. YOUN & S. R. LEE (2003): The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events. In: *Atmospheric Environment*, 37, S.753-765.
- KIM, K.-J. & S.-C. CHOE (2011): In Search of Sustainable Urban Form for Seoul. In: SORENSEN, A. & J. OKATA (2011) *Megacities: Urban Form, Governance, and Sustainability*, Springer, London. S.15-41.
- KIM, K.S. & S.J. PARK & Y.-J. KWEON (2007): Highway traffic noise effects on land price in an urban area. In: *Journal of hazardous materials*, 6, S.275-280.
- KIM, S. H. (2007<sup>1</sup>): Greenbelt Management in Korea: the National Trust Approach. In: *Space and Environment*, 28, 2, S.6-8.
- KIM, S. H. (2007<sup>2</sup>): *Contemporary Korean Architecture*. Berlin.
- KIM, W. & S.-J. DOH & Y. YU & M. LEE (2008): Role of Chinese wind-blown dust in enhancing environmental pollution in Metropolitan Seoul. In: *Environmental Pollution*, 153, S.333-341.
- KIM, Y. & J.-M. GULDMANN (2011): Impact of traffic flows and wind directions on air pollution concentrations in Seoul, Korea. In: *Atmospheric Environment*, 45, S.2803-2810.
- KINDERMANN, G. K. (2005): *Der Aufstieg Koreas in der Weltpolitik: von der Landesöffnung bis zur Gegenwart*. München.
- KLÆBOE R. & M. KOLBENSTVEDT J. CLENCH-AAS & A. BARTONOVA (2000): Oslo traffic study - part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance. In: *Atmospheric Environment*, 34, 27, S.4727-4736.
- KO, D.-H. (2005): The Hanyang's establishment and urban structure in early Chosun Dynasty. In: *Journal of Local History and Culture*, 8, S.67-103.
- KOCH, M. (2001): *Ökologische Stadtentwicklung: innovative Konzepte für Städtebau, Verkehr und Infrastruktur*. Stuttgart.
- KOHLRAUSCH, F. (1996): *Praktische Physik, Bd. 3: Tabellen*. Stuttgart: Teubner.
- KOJIMA, R. (1996): Introduction: population migration and urbanization in developing countries. In: *The Developing Economies*, 34, S.349-369.
- KÖLLNER, P. & T. KERN (2005): *Südkorea und Nordkorea: Einführung in Geschichte, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft*. Campus-Verlag. Frankfurt a.M.
- KOREAN OVERSEAS INFORMATION SERVICE (KOIS) (2005): *Tatsachen über Korea*. Seoul.
- KÜHN, M. (2003): Greenbelt and Green Heart: separating and integrating landscapes in European city regions. In: *Landscape and Urban Planning*, 64, S.19-27.
- KUMAR K. S. & P. U. BHASKAR & K. PADMAKUMARI (2012): Application of Thermal Remote Sensing for Study of the Relationship between Urban Heat Island and Urban Land Use/Cover Changes. *Conference Reports*, Guwahati, India.
- KUTTLER, W. (2011<sup>1</sup>): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen. *Environmental Sciences Europe*, 23:11.
- KUTTLER, W. (2011<sup>2</sup>): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 2, Maßnahmen. *Environmental Sciences Europe*, 23:21, S.1-15.
- KUTTLER, W. (2012): Chapter 6: Climate Change on the Urban Scale -Effects and Counter-Measures in Central Europe. In: *Human and Social Dimensions of Climate Change*, S.105-142.
- KWON, W.-Y. & K.J. KIM (2001): *Urban Management in Seoul: Policy Issues and Responses*. Seoul.



- LAU, J. & W. T. HUNG & C. S. CHEUNG & D. YUEN (2008): Contributions of roadside vehicle emissions to general air quality in Hong Kong. In: *Transportation Research*, 13, S.19-26.
- LAZZARINI, M. & P. R. MARPU & H. GHEDIRA (2013): Temperature-land cover interactions: The inversion of urban heat island phenomenon in desert city areas. *Remote Sensing of Environment*, 130, S.136-152.
- LEE, C.-M. & K.-H. AHN (2005): Five New Towns in the Seoul metropolitan area and their attractions in non-working trips: Implications on self-containment of New Towns. In: *Habitat International*, 29, S.647-666.
- LEE, D.-M. (2004): *Korea Statistical Yearbook*. National Statistical Office. Seoul.
- LEE, H. S. & C.-M. KANG & B.-W. KANG & H. K. KIM (1999): Seasonal variations of acidic air pollutants in Seoul, South Korea. In: *Atmospheric Environment*, 33, S.3143-3152.
- LEE, K.-I., K.-J. KIM & S.-J. KWON (2005): A Study on Characteristics of Subway Utilization and Pedestrians. Accessibility at New Towns in Korea. In: *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 4, 1, S.85-95.
- LEE, K.-M. (2003<sup>2</sup>): Transformation of Seoul's Modern Urban Landscape. In: *Seoul, Twentieths Century: Growth & Change in the Last 100 Years*. Seoul, S.91-150.
- LEE, K.-S. (2003): Seoul's Urban Growth in the 20th Century: From a Pre-modern City to a Global Metropolis. In: *Seoul, Twentieths Century: Growth & Change in the Last 100 Years*. Seoul, S. 21-90.
- LEE, S.-W., S. I. CHANG & Y.-M. PARK (2008): Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. In: *Applied Acoustics*, 69, S.704-714.
- LEE, S.-K. (2001<sup>2</sup>): *Zukunftsfähige städtebauliche Strategien für Seoul im Hinblick auf Stadtkultur, Ökologie und Stadtentwicklung*. Dissertation. Dortmund.
- LEE, Y. H. (1991): *Umweltpolitik und Umweltinformation in Ballungsräumen: vergleichende Fallstudie der Umweltinformationssysteme in Berlin (West) und Seoul (Republik Korea)*. Berlin.
- LEE, Y. H. (2001): *Nachhaltige Entwicklung am Beispiel der Metropolen Seoul und Berlin*. Berlin
- LI, F. & T. J. JACKSON & J. THOMAS & W. P. KUSTAS & T. J. SCHMUGGE & A. FRENCH & N. ANDRE & M. H. COSH & H. MICHAEL & R. BINDLISH (2004): Deriving land surface temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. In: *Remote Sensing of Environment*, 92, S.521-534.
- LI, J. (2006): Estimating Land Surface Temperature from Landsat-5 TM (in chin.). In: *Remote Sensing Technology and Application*, 21, S.322-327.
- LI, Z.-L. & H. WU & N. WANG & Q. NING & S. QIU & J. A. SOBRINO & Z. WAN & B.-H. TANG & G. YAN (2012): Land surface emissivity retrieval from satellite data. In: *International Journal of Remote Sensing*, S.1-44,
- LI, Z.-L. (2012): Land-Surface Temperature and Thermal Infrared Emissivity. In: *Advanced Remote Sensing*, S.235-271.
- LIU, L. & Y. ZHANG (2011): Urban Heat Island Analysis Using the landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. In: *Remote Sensing*, 3, S.1535-1552.
- LOCK, D. (2000): Lifting the blanket. In: *Town Country Planning*, S.79-80.
- MADHAVAN, B. B. & S. KUBO & N. KURISAKI & T. V. L. N. SIVAKUMAR (2001): Appraising the anatomy and spatial growth of the Bangkok Metropolitan area using vegetation-impervious-soil model through remote sensing. In: *International Journal of Remote Sensing*, 22, S.789-806.

- MALLICK, J. & Y. KANT & B. BHARATH (2008): Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+. *Journal of the Indian Geophysical Union*, 12, S. 131-140.
- MARQUEZ L. O. & N. C. SMITH (1999): A framework for linking urban form and air quality. In: *Environmental Modeling and Software*, 14, S.541-548.
- MCHUGH C. A. & D. J. CARRUTHERS & H. A. EDMUNDS (1997): ADMS- Urban: an air quality management system for traffic, domestic and industrial pollution. In: *International Journal of Environment and Pollution*, 8, S.666-674.
- MCPHERSON, E.G. & K. I. SCOTT & J. R. SIMPSON (1998): Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California using existing models. In: *Atmospheric Environment*, 32, S.75-84.
- MCPHERSON, E.G. & J. R. SIMPSON, P. J PEPER & Q. XIAO (1999): Benefit-cost analysis of Modesto's municipal urban forest. In: *Journal of Arboriculture*, 25, S.235-248.
- MEHDI, M. R. & M. KIM & J. C. SEONG & M. H. ARSALAN (2011): Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. In: *Environmental International*, 37, 1, S.97-104.
- MEURER, M. (1997): Stadtökologie. Eine historische, aktuelle und zukünftige Perspektive. In: *Geographische Rundschau*, 10, 49, S.548-555.
- MURPHY E. & E. A. KING (2010): Strategic environmental noise mapping: methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. In: *Environment International*, 36, 3, S.290-298.
- NARITA K. & T. MIKAMI & T. HONJO & H. SUGAWARA & K. KIMURA & N. KUWATA (2002): Observations about cool-island phenomena in urban park. Fourth Symposium on the Urban Environment. In: *American Meteorological Society*, S.86-87
- NEUMAN, M. (2005): The compact city fallacy. In: *Journal of Planning Education and Research*, 25, S.11-26.
- NICHOL, J. (2005): Remote Sensing of Urban Heat Islands by Day and Night. In: *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71, S.613-621.
- NICHOL, J. E. & T. P. HANG (2012): Temporal characteristics of thermal satellite images for urban heat stress and heat island mapping. In: *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 74, S.153-162.
- NICHOL, J. E. (1994): A GIS-Based Approach to Microclimate Monitoring in Singapore's High-Rise Housing estates. In: *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 60, S.1225-1232.
- NICHOL, J. E. (1995): Monitoring Tropical Rain Forest Microclimate. In: *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61, S.1159-1165.
- NOWAK, D. J., C. A. CARDELINO & S. T. RAO & H. TAHA (1998): Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California using existing models. In: *Atmospheric Environment*, 32, S.2709-2711.
- NOWAK, D.J. & D. E. CRANE & J. C. STEVENS (2006): Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. In: *Urban Forest Urban Green*, 4, S.115- 123.
- NOWAK, D.J. & D. E. CRANE & J. C. STEVENS, M. IBARRA (2002): Brooklyn's urban forest. General Technical Report NE-290. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA.
- OECD (2005): OECD Territorial Review of Seoul, Korea. Paris.
- OECD (2012): OECD Economic Surveys: Korea. Paris.

- OKATA J. & A. MURAYAMA (2011): Tokyo's Urban Growth, Urban Form and Sustainability. In: SORENSEN, A. & J. OKATA (2011) Megacities: Urban Form, Governance, and Sustainability, Springer, London. S.15-41.
- OKAZAKI, S. (2011): Enclosed Spaces for Seoul and Kaesong based on Feng-Shui, Konferenz: Symbiosis between Man and Nature in Japanese Architecture and Garden, iaSU 2011 International Conference "Archi-Cultural Translations through the Silkroad", Istanbul, Turkey, 2011, 16.03-18.03.2011.
- OKE T. R. (1989): The micrometeorology of the urban forest. In: Philosophical Transactions of the Royal Society London, 324, S.335-349.
- OKE T. R. (1976): The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands. In: Atmosphere, 14, S.268-277.
- PARK, Y.-H. & K.-S. LEE & H. Y. LEE & I. SON & J.R. LEE (2003): Atlas of Korea. Sung Ji Mun Hwa Co. Ltd. Seoul
- PARK, H. S. (1986): Features of the heat island in Seoul and its surrounding cities. In: Atmospheric Environment, 20, S.1859-1866.
- PARK, H. S. (2005): Policy for Enhancing City attractiveness: Korea's experiences. In: Space and Environment, 6, 23, S.10-12.
- PEISER, R. B. & A. C. CHANG (1999): Is it possible to build financially successful New Towns? The Milton Keynes experiences. In: Urban Studies, 36, 10, S.1679-1703.
- PEISER, R. B. (1984): Financial feasibility models in New Town development: Risk evaluation in the United States. In: Town Planning Review, 55, 1, S.75-90.
- PETERS, H. (1954): Biologie einer Großstadt. Heidelberg.
- PHINN, S. & M. STANFORD & P. SCARTH & A. T. MURRAY & P. T. SHYY (2002): Monitoring the composition of environmental based on the vegetation-impervious surface-soil (VIS) model by subpixel analysis techniques. In: International Journal of Remote Sensing, 23, S.4131-4153.
- PLANCK, M. (1900): Über eine Verbesserung der Wienschen Spektralgleichung. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 2, S. 237-245. In: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Frankfurt/M., 2007.
- POPESCU D. I. & R. E. TUNS & I. F. MOHOLEA (2011): The urban acoustic environment - a survey for road traffic noise. In: Carpathian Journal of Earth And Environmental Sciences, 6, S.285-292.
- POTOGLOU, D. & P. S. KANAROGLOU (2005): Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada. In: Transportation Research Part, 10, S.97-109.
- POWE, N.A. & K. G. WILLIS (2004): Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO<sub>2</sub> and PM-10) absorption attributable to woodland. In: Journal of Environmental Management, 70, S.119-128.
- QIN, Z. & A. KARNIELI & P. BERLINER (2001): A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. In: International Journal of Remote Sensing, 22, S.3719-3746.
- QUIS, D. (2001): Annoyance from road traffic noise: a review. In: Journal of Environmental Psychology, 21, S.101-120.
- RAHMANI S. & S. M. MOUSAVI & M. J. KAMALI (2011): Modeling of road-traffic noise with the use of genetic algorithm. In: Applied Soft Computing, 11, 1, S.1008-1013.
- RICHTER, R. (2011): Atmospheric Correction Methods for Optical Remote Sensing Imagery of Land. In: WENG, Q. (2011): Advances in Environmental Remote Sensing, Algorithms, and Applications, Boca Raton, CRC Press, S.161-172.

- ROORDA-KNAPE, M.C. & N. A. H. JANSSEN & J. DE HARTOG & P. H. N. VON VLIET & H. HARSSEMA & B. BRUNEKREEF (1999): Traffic related air pollution in city districts near motorways. In: *The Science of the Total Environment*, 235, S.339-341.
- ROTH, M. & T. R. OKE & W. J. EMERY (1989): Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. In: *International Journal of Remote Sensing*, 10, S.1699-1720.
- RUANO, M. (1999): *Ökologischer Städtebau*. Stuttgart.
- RUDDER, B. & F. LINKE (1940): *Biologie der Großstadt*. Dresden, Leipzig.
- RYU, J.H. (2004): Naturalizing Landscapes and the Politics of Hybridity: Gwanghwamun to Cheonggyecheon. In: *Korea Journal*, 44, 3, S.8-34.
- SASSEN, S. (2001). *The global city: New York, London, Tokyo*. Princeton University Press, Princeton.
- SCHMIDT, E.G. (1991): *Der Stadtparkteich - ein urbanes Ökosystem. Modell einer ganzheitlich-funktionalen*
- SCHMIDT, E. G. (1995): *Naturschutz und Landschaftspflege*. In: RITTER, E.H. (1995): *Stadtökologie*. Berlin.
- SCHOTT, J. R. & J. A. BARSİ & B. L. NORDGREN & N. G. RAQUENDO & D. DE ALWIS (2001): Calibration of Landsat thermal data and application to water resource studies. In: *Remote Sensing of Environment*, 78, S. 108-117.
- SCHULTE, G. (1995): *Der naturwissenschaftliche Zugang zur Stadtökologie*. In: RITTER, E.H. (1995): *Stadtökologie*. Berlin.
- SCHÜTTEMEYER, A. (2005): *Verdichtete Siedlungsräume in Sydney*. Bonn.
- SCHWARZ, H. R. & N. KÖCHLER (2006): *Numerische Mathematik*, Stuttgart, Teubner.
- SCOTT, K.I. & E. G. MCPHERSON & J. R. SIMPSON (1998): Air pollutant uptake by Sacramento's urban forest. In: *J. Arbor*, 24, S.224-233.
- SEIER, J. ET. AL. (2002): *Deutschland und Korea - Chancen zur Zusammenarbeit im Umweltbereich*. Sternenfels.
- SEIFERT, W. (2007): *Japans Systemtransformation in den 1930er-Jahren und die „Asiatisierung“ Ostasiens*. In: LINDHART, S. & S.WEIGELIN-SCHWIEDRZIK (2007): *Ostasien im 20. Jahrhundert*. Wien.
- SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE (SDI) (2000): *Thematic Maps of Seoul*. Seoul.
- SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE (SDI) (2005): *Changing Profile of Seoul. Major Statistics and Trends*. Seoul
- SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE (SDI) (2007): *Thematic Maps of Seoul 2007*. Seoul.
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG<sup>2</sup>) (2006): *2020 Seoul urban plan*. Seoul Metropolitan Government. Seoul.
- SHARKEY, T.D. & E. L. SINGSAAS (1995): Why plants emit isoprene. In: *Nature*, 374, S.769.
- SHIN, K.-H., & CICCANTELL, P. S. (2009). The steel and shipbuilding industries of South Korea: Rising East Asia and globalization. In: *Journal of World-Systems Research*, 167, S.192.
- SHIN, K.-H., & TIMBERLAKE, M. (2006): Korea's global city: Structural and political implications of Seoul's ascendance in the global urban hierarchy. In: *International Journal of Comparative Sociology*, 47, S.145-173.
- SINIGOJ, G. (2007): *Kalter Krieg in Ostasien: Der Koreakrieg*. In: LINDHART, S. & S. WEIGELIN-SCHWIEDRZIK (2007): *Ostasien im 20. Jahrhundert*. Wien.

- SMALL, K. A. & C. KAZIMI (1995): On the cost of air pollution from motor vehicles.  
In: Journal of Transport Economics and Policy, 29, S.7-32.
- SOBRINO (2013): Satellite-derived Land surface temperature: Current status and perspectives.  
In: Remote Sensing of Environment, 131, S.14-37.
- SOBRINO, J. A. & N. RAISSOUNI (2001): A Comparative Study of Land Surface Emissivity Retrieval from NOAA Data.  
In: Remote Sensing of Environment, 48, S.256-266.
- SOBRINO, J.A. & C. COLL & V. CASELLES (1991): Atmospheric correction for land surface temperature using NOAA-11 AVHRR channels 4 and 5. In: Remote Sensing of Environment, 38, S.19-34.
- SOHN, S.-K. & H. SHIM (2010): Factors generating boardings at Metro stations in the Seoul metropolitan area.  
In: Cities, 27, S.358-368.
- SOHN, S.-K. (2003): Changes in the Residential Features of Seoul in the 20th Century.  
In: Seoul, Twentieth Century: Growth & Change in the Last 100 Years. Seoul, S.213-304.
- SON, J. M. (1985): Studies on the urban planning - Japanese rule in Korea.  
In: Journal of Korean Planners Association, 20, S.202 - 224.
- SONG, I. J. (1998): Analyse des Stadtökosystems als ökologische Grundlage für die Stadtplanung. Hamburg.
- SØRENSEN, M. & M. HVIDBERG & Z. J. ADERSEN & R. B. NORDSBORG & K. G. LILLELUND & J. JAKOBSEN (2011): Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. In: European Heart Journal, 32, 6, S.737-744.
- SØRENSEN, A. (2001): Subcentres and Satellite Cities: Tokyo's 20th Century Experience of Planned Polycentrism.  
In: International Planning Studies, 6, 1, S.9-32.
- SPRONKEN-SMITH R. A. & T. R. OKE (1998): The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates.  
In: International Journal of Remote Sensing, 19, S.2085-2140.
- STANSFELD, S. A. & M. P. MATHESON (2003): Noise pollution: non-auditory effects on health.  
In: British Medical Bulletin, 68, 1, S.243-257.
- STATHOPOULOU, M. & C. CARTALIS & M. PETRAKIS (2007): Integrating CORINE land cover data and Landsat TM for surface emissivity definition: an application for the urban area of Athens, Greece.  
In: International Journal of Remote Sensing, 28, S.3291-3304.
- STATHOPOULOU, M. & C. CARTALIS (2007): Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece. In: Solar Energy, 81, S.358-368.
- STORM, R. (1979): Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle. Leipzig, VEB Fachbuch Verlag.
- STREUTKER, D. R. (2002): A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas.  
In: International Journal of Remote Sensing, 23, S.2595-2608.
- STREUTKER, D. R. (2003): Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas.  
In: Remote Sensing of Environment, 85, S.282-289.
- SUH, T. S. (2007): Area-Wide Plan for the MAC & Adjacent Area. In: Space and Environment, 2, 28, S.4-6.

- SUKOPP, H. (2005): Geschichte der Stadtökologie. In: Biodiversität im besiedelten Bereich - Grundlagen und Beispiele zur Umsetzung des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt. Tagungsbeiträge der gemeinsamen Tagung der „Bundes-/Länder Arbeitsgruppe Biotopkartierung im besiedelten Bereich (21. Jahrestagung)“ und des "Arbeitskreises Stadtökologie in der Gesellschaft für Ökologie" vom 13. bis 15. Mai 2004 in Jena, Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, XX, S.1-8.
- SUKOPP, H. & P. WERNER (1982): Nature in cities: A report and review of studies and experiments concerning ecology, wildlife, and nature conservation in urban and suburban areas. Straßburg.
- SUKOPP, H. & W. SCHULTE & R. FLÜECK & P. WERNER (2000): Naturschutz und Landschaftspflege im besiedelten Bereich. In: Natur und Landschaft, 40, Sonderheft 31, S.1-72.
- SUKOPP, H. (1998): Urban Ecology - Scientific and Practical Aspects. In: BREUSTE, J. (1998): Urban Ecology. Leipzig.
- SUN, Q. & J. TAN & Y. XU (2010): An ERDAS image processing method for retrieving LS Tand describing urban heat evolution: a case study in the Pearl River Delta Region in South China. In: Environmental Earth Sciences, 59, S.1047-1055.
- TAEHAN, M. & H. KOGBOWON (2003): Handbook of Korea. Korean Overseas Information Service. Seoul.
- TAHA, H. & H. AKBARI & A. ROSENFELD & J. HUANG (1988): Residential Cooling Loads and the Urban Heat Island - the Effects of Albedo. In: Building and Environment, 23, S.271-283.
- TEILLET, O. M. & J. L. BARKER & B. L. MARKHAM & R. R. IRISH & G. FEDOSEJEVSN & J. C. STORY (2001): Radiometric cross-calibration of the Landsat-7 ETM+ and Landsat-5 TM sensors based on tandem data sets. In: Remote Sensing of Environment, 78, S.39-54.
- TEMBATA, H. & S. OKAZAKI (2011): Enclosed Spaces for Seoul and Kaesong based on Feng-Shui. In: Intercultural Understanding, 1, S.89-97.
- TURNER, J. A., & Y.-C. KIM (2004): Introduction: Interpreting the idea of a global economy. England, Ashgate.
- VALOR, E. & V. CASELLES (1996): Mapping Land Surface Emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American Areas. In: Remote Sensing of Environment, 57, S.167-184.
- VAN DE GRIEND, A. A. & M. OWE (1993): On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. In: International Journal of Remote Sensing, 14, S.1119-1131.
- VAN, T. T. & L. V. TRUNG & H. T. LAN (2009): Application of Thermal Remote Sensing in Study of Surface Temperature Distribution of Ho Chi Minh City. 7th FIG Regional Conference, Spatial Data Serving for Sustainable Development, Hanoi, Vietnam, 19-22 October, S.1-11.
- VOGELMANN, J. E. & D. HELDER & R. MORFITT & M. J. CHOATE & J. W. MERCHANT & H. BULLEY (2001): Effects of Landsat 5 Thematic Mapper and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus radiometric and geometric calibrations and corrections on landscape characterization. In: Remote Sensing of Environment, 78, S.55-70.
- WEIDNER, H. (1939): Die Großstadt als Lebensraum der Insekten, ihre Biotope und ihre Besiedlung. Verh. VIII. Intern. Kongr. Entmologie 2, S.1347-1361.
- WENG, Q. (2001): A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. International Journal of Remote Sensing, 22, S.1999-2014.
- WENG, Q. (2009): Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. In: Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, S.335-344.
- WILLIAMS, K. & E. BURTON & M. JENKS (2001): Achieving Sustainable Urban Form. London. New York.

- WILSON, J. S. & M. CLAY & E. MARTIN & D. STUCKEY & K. VEDDER-RISCH (2003): Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. In: *Remote Sensing of Environment*, 86, S.303-321.
- WITTIG, R. & H. SUKOPP (1998): *Stadtökologie*. Stuttgart.
- WITTIG, R. ET. AL.. (1995): Wie soll die aus ökologischer Sicht ideale Stadt aussehen? Forderungen der Ökologie an die Stadt der Zukunft. In: *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 4, 1995, S.157-161.
- WYATT, N. (1998): The time is nigh to loosen the belt. In: *Planning*, S.12-13.
- KIM, Y.-H. & S.-B. RYOO & J.-J. BAIK & I.-S. PARK & H.-J. KOO & J.-C. NAM (2008): Does the restoration of an inner-city stream in Seoul affect local thermal environment? In: *Theoretical and Applied Climatology*, 92, S.239-248.
- YAMAMOTO, H. (1993): *Technological Innovation and the Development of Transportation in Japan*, United Nations University Press, Tokyo.
- YANG, J. & J. MCBRIDE & J. ZHOU & Z. SUN (2005): The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. In: *Urban Forest Urban Green*, 3, S.65-78.
- YEO, M. J. & Y. P. KIM (2012): Flexible operation of the Cap-and-Trade System for the air pollutants in the Seoul Metropolitan area. In: *Journal of Environmental Management*, 105, S.138-143.
- YOKOHARI, M. & K. TAKEUCHI & T. WATANABE & S. YOKOTA (2000): Beyond greenbelts and zoning: A new planning concept for the environment of Asian mega-cities. In: *Landscape and Urban Planning*, 47, S.159-171.
- YOO, S.-H. & S.-J. KWAK & J.-S. LEE (2008): Using a choice experiment to measure the environmental costs of air pollution impacts in Seoul. In: *Journal of Environmental Management*, 86, 308.
- YONG, J. L. & Y. W. LIM & J. Y. YANG & C. S. KIM & Y. C. SHIN & D. C. SHIN (2011): Evaluating the PM damage cost due to urban air pollution and vehicle emissions in Seoul, Korea. In: *Journal of Environmental Management*, 92, S.603-609.
- YOO, S.-H. & S.-J. KWAK & J.-S. LEE (2008): Using a choice experiment to measure the environmental costs of air pollution impacts in Seoul. In: *Journal of Environmental Management*, 86, S.308-318.
- ZEIDLER, E. (2003): *Taschenbuch der Mathematik*. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, Teubner.
- ZHANG, J. & Y. WANG & Y. LI (2006): A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ In: *Computers & Geosciences*, 32, S.1796-1805.
- ZHANG, T. (2000): Land market forces and government's role in sprawl - the case of China. In: *Cities*, 17, S.123-135.
- ZHANG, Z. & M. JI & J. SHU & Z. DENG & Y. WU (2008): Surface Urban Heat Islands in Shanghai, China: Examining the Relationship between Land Surface Temperature and Impervious Surface Fractions Derived from Landsat ETM+ Imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII, Teil B8.
- ZONNEVELD, I. S. (1995): *Land ecology. An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*, SPB Academic Publishing, Amsterdam.

## Internetquellen

- 3D GIS (2013): Digitales Gebäudemodell der Seoul City <<http://www.3dgis.seoul.go.kr>> (Zugriff am 10.02.2013)
- AIRKOREA (2013): Introduction <[www.airkorea.or.kr](http://www.airkorea.or.kr)> (Zugriff am 08.07.2013)
- BAUM (2013): Baum Architects <<http://www.baum.co.kr>> (Zugriff am 12.07.2013)
- BAUNUTZUNGSVERORDNUNG (BAUNVO) (2003): Baunutzungsverordnung: BauNVO <<http://beck-online.beck.de>> (Zugriff am 12.09.2013)
- BIMSCHV (2013): Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) (34. BImSchV) <[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_34/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_34/gesamt.pdf)> (Zugriff am 08.09.2013)
- BUNDANG (offizielle Website der Stadt) (2007): <<http://bundang.chamc.co.kr>> (Zugriff am 21.09.2012)
- BUNDANG INTERNATIONAL SCHOOL (2007): Bundang International School <<http://www.ymca.co.kr>> (Zugriff am 21.09.2011)
- BUNDESAGENTUR FÜR AUßENWIRTSCHAFT (bfai) (2008): Wirtschaftsdaten kompakt <[https://www.bfai.de/ext/anlagen/PubAnlage\\_4590.pdf](https://www.bfai.de/ext/anlagen/PubAnlage_4590.pdf)> (Zugriff am 02.06.2013)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2012): Schallschutz im Städtebau; Lärmkarten; Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen <[http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3710\\_55\\_146\\_laermaktionsplanung\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3710_55_146_laermaktionsplanung_bf.pdf)> (Zugriff am 02.09.2013)
- DEPARTMENT OF GEOGRAPHY HONG KONG BAPTIST UNIVERSITY (DGHKBU) (2007): South Korea: Geoje, Busan, Gyeongju and Seoul <<http://www.geog.hkbu.edu.hk/programmes/Fieldguide2006-07.pdf>> (Zugriff am 05.06.2011)
- DIGITAL GLOBE (2013): Worldmap <<http://www.digitalglobe.com>> (Zugriff am 20.07.2013)
- ECOGNITION (2012): eCognition trimble <<http://www.ecognition.com>> (Zugriff am 06.11.2012)
- ESRI GIS (ArcGIS) (2013): ArcGIS Mapping and Spatial Analysis for Understanding Our World <[www.esri.com](http://www.esri.com)> (Zugriff am 10.09.2013)
- EUNPYEONG CITY GOVERNMENT (2008): New Town Eunpyeong <<http://www.eunpyeong.seoul.kr/foreign/eng/administration/ad1.asp?flag=1>> (Zugriff am 20.03.2012)
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2013): Air pollution <<http://www.eea.europa.eu/themes/air>> (Zugriff am 10.09.2013)
- GDEM (2013): Aster GDEM <<http://www.gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp>> (Zugriff am 10.04.2013)
- GOOGLE EARTH (2013): Google Earth <<http://www.earth.google.com>> (Zugriff am 10.07.2013)
- GTDB (2013): Statistical Information Seoul <[gtdb.gg.go.kr](http://gtdb.gg.go.kr)> (Zugriff am 10.08.2013)
- HAMAN City (HC) (2013): Haman City Guide <<http://www.hanam.go.kr/contents/en/index.jsp>> (Zugriff am 08.07.2013)
- HANGANG PARK (offizielle Webseite) (2008): Guide to Hangang Parks by District <<http://hangang.seoul.go.kr/eng/index.html>> (Zugriff am 05.06.2013)
- HWANG, K. Y. (2005): Restoring Cheonggyecheon Stream in the Downtown Seoul. In: Center for Sustainable Urban Regeneration <<http://csur.t.u-tokyo.ac.jp/ws2004/papers/B7-Hwang.pdf>> (Zugriff am 05.06.2011)
- ICHINOSE, T. & Y. SHEN & K.-R. YE (2007): Nature restoration and redevelopment in urban areas of Japan, China and Korea



- <[http://www.homepage.mac.com/tomohiro\\_ichinose/presentation/2007taskforce.pdf](http://www.homepage.mac.com/tomohiro_ichinose/presentation/2007taskforce.pdf)> (Zugriff am 05.06.2012)
- INTERNATIONALES STADTBAUATELIER (ISA) (2013): New Town planning of Eunpyeong district (2004)  
<[http://www.stadtbauatelier.de/index.php?article\\_id=49](http://www.stadtbauatelier.de/index.php?article_id=49)> (Zugriff am 12.07.2013)
- IVU GMBH (IVU) (2013): Lärmberechnung mit LimA unter ArcGIS <[http://www.ivu-umwelt.de/front\\_content.php?idcat=25](http://www.ivu-umwelt.de/front_content.php?idcat=25)>  
(Zugriff am 10.09.2013)
- KIM, B. K. (2006?): "Les villes nouvelles de Séoul depuis la crise économique de 1997-1998" <<http://www.univ-paris4.fr/fr/spip.php?article4723>> (Zugriff am 05.06.2013)
- KMOE (Korean Ministry of Environment) (2011) <[http://eng.me.go.kr/docs\\_mamo/tasks/total\\_load.jsp](http://eng.me.go.kr/docs_mamo/tasks/total_load.jsp)> (Zugriff am 05.06.2013)
- KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION (KMA) (2013): <<http://web.kma.go.kr/eng/weather/climate/worldclimate.jsp>> (Zugriff am 10.06.2013)
- KOREA WATER RESOURCES ASSOCIATION (KWRA) (2008): Water Resources in Korea <[http://www.kwra.or.kr/news/en\\_02.html](http://www.kwra.or.kr/news/en_02.html)>  
(Zugriff am 06.06.2011)
- KOREAN STATISTICAL INFORMATION SERVICE (KOSIS) (2013): Statistical Database  
<[http://kosis.kr/eng/database/database\\_001000.jsp?listid=A&subtitle=Population/Household](http://kosis.kr/eng/database/database_001000.jsp?listid=A&subtitle=Population/Household)> (Zugriff am 03.09.2013)
- LEE J.-K. & H.-K. KIM & K.-H. AHN (2004): The Promotion of Private Sector for New Town Development in Korea. In: Korea Real Estate Analysis Association (KREAA) <[www.kreaa.org/AsRES/doc/LeeJinKyung\(H3\).doc](http://www.kreaa.org/AsRES/doc/LeeJinKyung(H3).doc)> (Zugriff am 10.08.2013)
- MINISTRY OF ENVIRONMENT (SOUTH KOREA) (MOE) (2008): History of MOE.  
<<http://eng.me.go.kr/docs/moe/history.html?topmenu=A>> (Zugriff am 03.06.2012).
- MLTM (2013<sup>1</sup>): Landuse Korea <<http://www.english.mltm.go.kr/intro.do>> (Zugriff am 10.02.2013)
- MLTM (2013): The fourth comprehensive national territorial plan  
<<http://english.mltm.go.kr/LCMS/DWN.jsp?fold=/eng0202/&fileName=The+fourth+comprehensive+national+territorial+plan.PDF>> <Zugriff am 02.08.2013>
- MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT (MUNICH RE) (2005): Megastädte - Megarisiken. Trends und Herausforderungen für Versicherung und Risikomanagement. <<http://www.munichre.com>> (Zugriff am 02.06.2013)
- NASA (2013<sup>1</sup>): Landsat 7 <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=3221>> (Zugriff am 20.10.2013)
- NASA (2013<sup>2</sup>): Landsat 8 <<http://ldcm.gsfc.nasa.gov/index.html>> (Zugriff am 20.10.2013)
- NOISE INFORMATION SYSTEM (NOISE) (2013): Noise Info <<http://gis.noiseinfo.or.kr>> (Zugriff am 22.07.2013)
- NAVER (2013): Naver Street View <<http://www.map.naver.com>> (Zugriff am 11.04.2013)
- OECD (2013): OECD Better Life Index - Environment <<http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/environment>>  
(Zugriff am 12.10.2013)
- PARK, K.-D. (2007?): Cheonggycheon Restoration Project  
<[http://www.wfeo.org/documents/download/Cheonggycheon%20Restoration%20Project\\_%20Korea.pdf](http://www.wfeo.org/documents/download/Cheonggycheon%20Restoration%20Project_%20Korea.pdf)>  
(Zugriff am 05.06.2012)
- QUANTUM GIS (QUANTUMGIS) (2013): QUANTUM GIS <[WWW.QGIS.ORG/DE](http://WWW.QGIS.ORG/DE)> (ZUGRIFF AM 10.09.2013)
- SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE (SDI) (2009): Urban Planning of Seoul <<http://spp.seoul.go.kr>> (Zugriff am 05.07.2013)

- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2006): Four-year Plan of the Fourth Elected City Administration (2006-2010).  
<[http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/down/inti\\_4yearMasterPlan.pdf](http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/down/inti_4yearMasterPlan.pdf)> (Zugriff am 03.06.2013)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2006<sup>2</sup>): Playing with Park <<http://english.seoul.go.kr>> (Zugriff am 05.06.2011)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2008): Population Trend  
<[http://stat-app.seoul.go.kr/sws/sws999p.jsp?id=dt\\_b10tab&idtype=3&a\\_lang=2&fpub=3&selitem=>](http://stat-app.seoul.go.kr/sws/sws999p.jsp?id=dt_b10tab&idtype=3&a_lang=2&fpub=3&selitem=>)>  
(Zugriff am 03.06.2011)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2008<sup>2</sup>): Statistics about Seoul.  
<[http://english.seoul.go.kr/today/about/about\\_12stat.htm](http://english.seoul.go.kr/today/about/about_12stat.htm)> (Zugriff am 04.06.2012)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2008<sup>3</sup>): A Clean, Attractive and Global city, Seoul.  
<[http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/inti\\_KeyCityProjects.htm](http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/inti_KeyCityProjects.htm)> (Zugriff am 03.06.2013)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2008<sup>5</sup>): Seoul Forest Project  
<[http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/inti\\_04forest.htm](http://english.seoul.go.kr/gover/initiatives/inti_04forest.htm)> (Zugriff am 05.06.2012)
- SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT (SMG) (2008<sup>4</sup>): Welcome to Seoul Forest  
<[http://parks.seoul.go.kr/main/english/seoulforest/sub\\_intro.htm](http://parks.seoul.go.kr/main/english/seoulforest/sub_intro.htm)> (Zugriff am 05.06.2011)
- SHIN, J. H. (2005): Daylighting of Cheong-Gye Chon for an Urban Water Feature in Seoul  
<[www.iwahq.org/.../conference\\_graphics/beijing2006/workshops/cities%20of%20the%20future/Jongho%20Shin-l.pdf](http://www.iwahq.org/.../conference_graphics/beijing2006/workshops/cities%20of%20the%20future/Jongho%20Shin-l.pdf)>  
(Zugriff am 05.06.2012)
- SHIN, S.-Y. & M.-H. KIM & J.-H. MOK (2006): The Effects of Seoul Forest Project on Neighborhood Housing Prices  
<<http://www.mailing.sdi.re.kr>> (Zugriff am 05.06.2013)
- SPOT (2013): SPOT-vegetation programme <<http://www.spot-vegetation.com>> (Zugriff am 04.06.2013)
- STATISTISCHES LANDESAMT BERLIN (2003): Grünes Berlin. Pressemitteilung 135/03  
<<http://www.statistik-berlin.de/pms2000/sg01/2003/03-06-05.html>> (Zugriff am 05.06.2011)
- SUH, I. & G. BANIC (2007): Eunpyeong New Town Seoul. <[http://www.reai.harvard.edu/research/pdfs/all\\_IngoGorana.pdf](http://www.reai.harvard.edu/research/pdfs/all_IngoGorana.pdf)>  
(Zugriff am 05.06.2012)
- TLUG (2013): Ganglinie A 4 <[www.verkehr2000.de](http://www.verkehr2000.de)> (Zugriff am 07.08.2013)
- TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT (TMG) (2013): History of Tokyo  
<<http://www.metro.tokyo.jp/english/profile/appendix01.htm>> (Zugriff am 02.09.2013)
- TOP UNIVERSITIES (TU) (2013): Worldwide University rankings  
<[http://www.topuniversities.com/search?key=seoul+national+university&type=university\\_profile&sort\\_by=search\\_api\\_advanced\\_profile&uni\\_filter\\_off=&uni\\_filter=1&location=South+Korea&subject=>](http://www.topuniversities.com/search?key=seoul+national+university&type=university_profile&sort_by=search_api_advanced_profile&uni_filter_off=&uni_filter=1&location=South+Korea&subject=>)> (Zugriff am 10.08.2013)
- UK GOVERNMENT DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE CHANGE (DECC) (2011): Climate: Observations, projections and impact: Korea <<https://www.gov.uk/government/organisations/department-of-energy-climate-change>>  
(Zugriff am 10.08.2013)
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2013) Luftschadstoffe <<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe>> (Zugriff am 12.08.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2007): World urbanization prospects the 2007 revision population database <<http://esa.un.org/unup>>  
(Zugriff am 02.06.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2012<sup>1</sup>): Percentage Urban in Cities

- <[http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F15-Percentage\\_Urban\\_in\\_Cities.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F15-Percentage_Urban_in_Cities.xls)> (Zugriff am 09.09.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2012<sup>2</sup>): Total Population  
<[http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F05-Total\\_Population.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F05-Total_Population.xls)> (Zugriff am 09.09.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2012<sup>3</sup>): Urban Population  
<[http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F03-Urban\\_Population-1.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F03-Urban_Population-1.xls)> (Zugriff am 09.09.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2012<sup>4</sup>): Cities over 750K  
<[http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F12-Cities\\_Over\\_750K.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F12-Cities_Over_750K.xls)> (Zugriff am 09.09.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2012<sup>5</sup>): Largest Cities  
<[http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F11a-30\\_Largest\\_Cities.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F11a-30_Largest_Cities.xls)> (Zugriff am 09.09.2013)
- UNITED NATIONS (UN) (2013): UNO-Weltbevölkerungsbericht  
<<http://www.unric.org>> (Zugriff am 12.09.2013)
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO) (2008): UNESCO's Man and the Biosphere Programme (MAB) <<http://www.unesco.org/mab/mabProg>> (Zugriff am 02.06.2011).
- UNIVERSITY OF WASHINGTON (UOW) (2013): Introduction to Geographic Information Systems  
<[http://courses.washington.edu/gis250/lessons/introduction\\_gis/](http://courses.washington.edu/gis250/lessons/introduction_gis/)> (Zugriff am 14.10.2013)
- UNIVERSITY OF WYOMING (UWYO) (2013): Atmospheric Soundings <<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>>  
(Zugriff am 20.07.2013)
- US ARMY MEDDAC-KOREA (USMK) (2013): Korea <<http://www.korea.amedd.army.mil>> (Zugriff am 02.08.2013)
- USGS (2013): Earth Explorer <<https://earthexplorer.usgs.gov>> (Zugriff am 10.10.2013)
- UWAS (2012): Station 47122 [Osan] <<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>> (Zugriff am 11.11.2012)
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (1999): Adverse Health Effects Of Noise  
<<http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>> (Zugriff am 10.09.2013)
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (2011): Burden of Disease from Environmental Noise  
<<http://docs.wind-watch.org/WHO-burden-of-disease-from-environmental-noise-2011.pdf>> (Zugriff am 10.09.2013)
- YONGSAN PARK PLANING OFFICE (YPPPO) (2008): Yongsan Park: Present Condition and Background  
<<http://www.park.go.kr/jsp/ur/eng/ht/background.jsp>> (Zugriff am 05.06.2012)