

Universität Passau
Philosophische Fakultät
Lehrstuhl für Anthropogeographie
Betreuer: Prof. Dr. Ernst Struck
Masterarbeit
Wintersemester 2014/2015

Die Problematik der Wasserversorgung im Stadtgebiet Lima Metropolitana unter Berücksichtigung struktureller Stadtentwicklungsprozesse, klimatischer und ökologischer Aspekte – Ursachen der Versorgungsengpässe und Lösungsansätze zur Verminderung des Wasserstresses und zur Verbesserung des Wasserzugangs

Mario Schachinger
Gartenstraße 100, 84359 Simbach am Inn
MarioSchachinger@gmx.de
Master Geographie: Kultur, Umwelt und Tourismus
Matrikelnummer: 50437
Fachsemester: 06
Abgabetermin: 17.10.2014

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1. Einleitung	8
2. Die Stadtentwicklung Limas	11
2.1. Überblick: Verstädterungsprozesse und sozialräumliche Strukturen in lateinamerikanischen Metropolen	11
2.2. Lima: eine Übersicht – Lage, administrative Gliederung, Bevölkerungsentwicklung und Informalität.....	14
2.3. Lima: die Phasen der Stadtentwicklung.....	19
2.3.1. Lima: das Modell der lateinamerikanischen Großstadt und die Dynamik stadtstrukturellen Wandels	19
2.3.2. Die Phasen der <i>barriada</i> -Bildung in Lima – Begrifflichkeit und Entstehung von <i>barriadas</i>	24
2.3.3. Die illegale Landnahme: von der Besetzung bis zur Legalisierung.....	32
2.3.4. Mögliche stadtstrukturelle Ursachen für die Probleme bei der Grundversorgung in den <i>barriadas</i>	34
3. Die Problematik der zentralen Wasserversorgung in der Metropolregion Lima	39
3.1 Ausgangssituation: Einführung in den Standort Lima	39
3.1.1. Die Versorgungsgesellschaft SEDAPAL.....	40
3.1.2. Die Wasserressourcen der Metropolregion Lima.....	40
3.1.3. Der Río Rímac – die Lebensader der Hauptstadt.....	41
3.1.4. Wasserqualität und Umweltbelastung des Río Rímacs und seinen Zuflüssen.....	42
3.1.5. Das Abflussvolumen des Río Rímacs, jahreszeitliche Schwankungen und der Wasserbedarf Limas.....	49
3.1.6. Die Beanspruchung des Río Rímacs durch den Energie- und Landwirtschaftssektor	52
3.1.7. Klimabedingte Auswirkungen auf die Wasserversorgung Limas – der Humboldt- Strom und die natürliche Speicherfunktion der Andengletscher	55
3.1.8. Bauliche Strategien gegen die Verknappung der (Trink-)Wasserressourcen	58
3.2. Die Trinkwasserversorgung von Lima Metropolitana: Versorgungsprobleme, mangelnde Investitionen und Tarifstruktur	61
3.2.1. Überblick: Wasserversorgungssysteme der Stadt	61

3.2.2. Exkurs: das Problem der nachträglichen Verschmutzung von Trinkwasser in den Haushalten der <i>barriadas</i>	63
3.2.3 Investitionen in den peruanischen Siedlungswassersektor.....	66
3.2.4. Die Privatisierungen des Siedlungswassersektors als Lösung?	69
3.2.5. Grundvoraussetzungen für das Funktionieren von öffentlich-privaten Partnerschaften	71
3.2.6. Mögliche Fehlentwicklungen bei öffentlich-privaten Partnerschaften	72
3.2.7. Grundproblematik: Tarifgestaltung in wasserarmen Ländern bzw. Regionen	75
3.2.8 Überblick: die Tarifgestaltung in Lima	77
3.2.9. Die Dimension des Wasserpreissystems	79
3.2.10. Das Wasserpreissystem in Lima	81
3.2.11. Das zukünftige Wasserpreissystem von Lima Metropolitana? – Das Modell Chile: höhere Effizienz und mehr Zugangsmöglichkeiten.....	85
3.3 Alternative Lösungsansätze: drei ausgewählte Projekte – Umweltbildung – Pflanzenkläranlagen und dezentrale Versorgungsgemeinschaften	87
3.3.1. Projekt <i>Ecolegios</i>	88
3.3.2. Projekt Pflanzenkläranlagen.....	90
3.3.3. Dezentrale Versorgung als Ausweg: Lokale Verbrauchergemeinschaften - <i>COVAAPs (comités vecinales de administración del agua potable)</i>	93
4. Fazit und zukünftige Entwicklung	97
Literaturverzeichnis.....	100
Eidesstattliche Erklärung.....	108

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Die naturräumliche Unterteilung Perus von West nach Ost in Costa, Sierra und Selva (Seite 15)
- Abbildung 2: Der Río Rímac – die Lebensader der Hauptstadt (Seite 15)
- Abbildung 3: Lima und die drei *conos*: Cono Norte, Cono Este und Cono Sur (Seite 16)
- Abbildung 4: Die Distrikte der Metropolregion Lima; die sechs Distrikte der Provinz Callao sind grün eingefärbt (Seite 17)
- Abbildung 5: Die Bevölkerungsentwicklung der Metropolregion Lima (1995 – 2014) und die jährliche Wachstumsrate in Prozent (Seite 18)
- Abbildung 6: Das Modell der lateinamerikanischen Großstadt bis ca. 1970 (Seite 20)
- Abbildung 7: *tugurios* und ältere *barriadas*, die sich wie ein Gürtel (gekennzeichnet durch rote Umrandung in der Abb.) um das historische Zentrum Limas legen (Seite 21)
- Abbildung 8: Eine der ersten *gated communities* in Lima: die Wohnanlage *El Cuadro* in *Chaclacayo* im Osten Limas (Seite 23)
- Abbildung 9: Das *Centro Comercial Plaza Lima Norte* in Nord-Lima, im Hintergrund schlängeln sich illegal Hüttensiedlungen die Steilhänge hinauf (Seite 23)
- Abbildung 10: Das Modell der Struktur und Entwicklung der lateinamerikanischen Stadt (Seite 24)
- Abbildung 11: Die Distrikte San Isidor (hellblau), Miraflores (rosa), La Molina (blau), San Borja (gelb) und Santiago de Surco (grün) (Seite 24)
- Abbildung 12: Der Urbanisierungsprozess Limas (Seite 27)
- Abbildung 13: Blick auf den *Cerro San Cristobal* mit der darunterliegenden *barriada Leticia* (Seite 28)
- Abbildung 14: Die an einem Steilhang gelegene *barriadita La Nueva Rinconada* im Süden von Lima in *San Juan de Miraflores* (Seite 33)
- Abbildung 15: Aufgrund fehlender finanzieller Mittel fehlt es vor allem in den Distrikten der *conos* an Investitionen in die öffentliche Infrastruktur; Straße im Distrikt *Comas* (Seite 38)
- Abbildung 16: Netzauslastung in Abhängigkeit zum monatlichen Einkommen. Je höher das Einkommen, umso höher ist auch die Netzauslastung (Seite 38)

- Abbildung 17: Die natürliche Wasserscheide des Río Rímacs zwischen den Wasserscheiden des Río Chillón und dem Río Lurín (Seite 42)
- Abbildung 18: Minenabbaugebiete im Flussbecken des Río Rímacs und seinen Zuflüssen (Stand 1997); bei den eingetragenen Minen in der Karte handelt es sich sowohl um aktive als auch um stillgelegte Minen (Seite 44)
- Abbildung 19: die Lokalisierung der Entnahmestellen von Sediment- und Wasserproben im Rímacbecken, wobei diese Abb. den Grad der Kontamination der Sedimentproben an den jeweiligen Entnahmestellen wiedergibt (Seite 49)
- Abbildung 20: Das durchschnittliches Abflussvolumen des Río Rímacs in m³/Jahr (Seite 50)
- Abbildung 21: Verlauf des absoluten Gesamtspeichers aller 21 Wasserreservoirs in Mio. m³; graue Kurve zeigt trockenenes Jahr 2004 und schwarze Kurve den Verlauf der Speicherkapazität in einem regenreichen Jahr (Seite 53)
- Abbildung 22: Die Einzugsgebiete des Rímacs, Chillón und Lurín und die Gletscherregionen aus denen sie zu einem Großteil gespeist werden (Seite 55)
- Abbildung 23: Jährliche Niederschlagsmenge Peru (Seite 57)
- Abbildung 24: Das rapide Abschmelzen des Gletscher *La Viuda* in den Zentralanden (Seite 58)
- Abbildung 25: Wassertrasse *Marca II* (Seite 60)
- Abbildung 26: Lokalisierung der Bauprojekte *Marca I-IV* in den Anden; *Marca IV* befindet sich noch in der Bauphase (Seite 61)
- Abbildung 27: Lagune *Marcapomacocha-Antacota* (Seite 61)
- Abbildung 28: Wasserturm im Hafenviertel Callao (Seite 62)
- Abbildung 29: Tanklastwagen in einer *barriada* im Distrikt *San Martín de Porres* (Seite 63)
- Abbildung 30: An den offiziellen Zapfsäulen von SEDAPAL können die *camiones cisternas* ihr Wasser kaufen (Seite 63)
- Abbildung 31: Verschiedene Varianten der Trinkwasserversorgung in Lima (Seite 64)
- Abbildung 32: Derartige Wasserfässer werden von Tankwägen mit Wasser befüllt (Seite 65)

- Abbildung 33: Wasserfilter der in *San Juan de Miraflores* eingesetzt wurde. Hierbei handelt es sich um ein open-source-product, das erstmals in Nicaragua eingesetzt wurde (Seite 66)
- Abbildung 34: Vergleich der Entwicklung der Netzabdeckung in Lima zum Landesdurchschnitt. Die Angaben beinhaltet nicht nur Haushalte, die über household connections an das zentrale Versorgungsnetz angeschlossen sind, sondern auch öffentliche Anschlüsse (außerhalb von Wohnungen) und *pilonos* (Seite 67)
- Abbildung 35: Gesamtinvestitionen (Summe aus privaten und staatlichen Investitionen) in den vier Infrastruktursektoren (Seite 69)
- Abbildung 36: Jährliche Gesamtinvestition im peruanischen Siedlungswassersektor je Einwohner. In der Abbildung ist von einer Inflationsbereinigung der Zahlen in den 1980er Jahren auszugehen (Seite 70)
- Abbildung 37: Verschieden Varianten von öffentlich-privaten Partnerschaften (Seite 71)
- Abbildung 38: Anzahl der Haushalte in Peru die über einen Wasserzähler verfügen; Daten für 2011 nur bis zum ersten Quartal (Seite 76)
- Abbildung 39: Anzahl der Haushalte in % die von unabhängigen Wasseranbietern in verschiedenen südamerikanischen Städten beliefert werden (Seite 77)
- Abbildung 40: Bewässerung von Grünanlagen und Parks in den Distrikten Comas (links) und Miraflores (rechts), diese kosten- und ressourcenintensive und obendrein ineffektive Bewässerungsmethode wird in ganz Lima Metropolitana angewandt (Seite 87)
- Abbildung 41: Installation von *grifos ahorradores* (Wassersparhähnen) (Seite 89)
- Abbildung 42: *Tratamiento y reúso de aguas negras* (Wiederaufbereitung von Grau- und Schwarzwasser an einer Modellschule in *San Juan de Lurigancho* (Seite 89)
- Abbildung 43: Vetiver-Gras in einer Pflanzenkläranlage (Seite 91)
- Abbildung 44: Querschnitt einer Pflanzenkläranlage (Seite 92)
- Abbildung 45: Verschiedene Bauabschnitte einer Pflanzenkläranlage (Seite 92)
- Abbildung 46: Aufbau einer Pflanzenkläranlage (Seite 92)
- Abbildung 47: Tägliche Ausgaben eines Tankwagens (Seite 94)

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Die verschiedenen Anschlussvarianten in Prozent anhand ausgewählter Distrikte; die Tabelle gibt Auskunft darüber wie stark die Netzabdeckung mit dem Einkommen bzw. den Sozialschichten in den ausgewählten Distrikten korrelieren; grün = Oberschicht, obere Mittelschicht und Mittelschicht, gelb = untere Mittelschicht, aufsteigende Unterschicht, rot = typische Unterschicht, untere Unterschicht und Schicht in extremer Armut (Seite 39)
- Tabelle 2: Die Laborergebnisse der Wasserproben von den verschiedenen Entnahmestellen; nach den Richtwerten des peruanischen Wassergesetz ist lediglich an der letzten Entnahmestelle eine erhöhte Nickelkonzentration festzustellen (Seite 46)
- Tabelle 3: Kategorisierung der Laborergebnisse nach den Grenzwerten der WHO; Grenzwertüberschreitungen sind grau eingefärbt; an fast allen Entnahmestellen ist eine erhöhte Arsenkonzentration zu verzeichnen (Seite 47)
- Tabelle 4: Bewertung der Laborergebnisse nach schwedischen Grenzwertrichtlinien; an fast allen Entnahmestellen sind erhöhte Kupfer-, Blei-, Zink-, Cadmium- und Arsenkonzentrationen zu verzeichnen; die WHO listet für Zink keinen Grenzwert, Erklärung: Gelbe Einfärbung = sehr niedrig, dunkelblau = niedrig, olivfarben = mittel, hellblau = hoch, rot = sehr hoch (Seite 47)
- Tabelle 5: Eine Überprüfung der Sedimentproben ergab nach schwedischen Grenzwertrichtlinien hohe bis sehr hohe Belastungswerte für Kupfer, Blei, Zink, Cadmium und Arsen, Erklärung: Gelbe Einfärbung = sehr niedrig, dunkelblau = niedrig, olivfarben = mittel, hellblau = hoch, rot = sehr hoch (Seite 47)
- Tabelle 6: das von SEDAPAL entnommene Grundwasser von 1998-2004 und die jährliche Gesamtmenge in m³ (Seite 51)
- Tabelle 7: Wasserkraftwerke am Río Rímac und dessen Zubringerfluss Santa Eulalia (Seite 54)
- Tabelle 8: Landesweite Netzabdeckung in % gemessen an der Gesamtbevölkerung (Seite 68)
- Tabelle 9: Haushalte die über keinen Wasserzähler verfügen werden in je nach Distriktzugehörigkeit in 2 Kategorien eingeteilt, Angaben nach m³ im Monat (Seite 81)
- Tabelle 10: Das Tarifsysteem in Lima (Seite 82)

Abkürzungsverzeichnis

BMBF:	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMZ:	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CAS:	Communal Social Assistance Committees
CIM:	Centrum für internationale Entwicklung und Migration
CONAM:	Consejo Nacional del Ambiente
COVAAP:	Comités vecinales de administración del agua potable
EPS:	Las Entidades Prestadoras de Salud
ESAL:	Empresa de Saneamiento de Lima
FOVIDA:	Fomento de la Vida
GIZ:	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
LiWa:	Lima Water
MDG:	United Nations Millenium Development Goals
MEM:	Ministerio de Energía y Minas
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MINEDU:	Ministerio de Educación
NGO:	Non-Governmental Organization
SEDAPAL:	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SUNASS:	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
UFZ:	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UN:	United Nations
UNCHS:	United Nations Centre for Human Settlements
UNDP:	United Nations Development Program
UN-	
HABITAT:	United Nations Human Settlements Program
USD:	US-Dollar

1. Einleitung

Die Diskussion über die Globalisierung und ihre negativen Begleiterscheinungen konzentrieren sich auf die großen Wohlstandsunterschiede zwischen den armen und den reichen Ländern. Eine Kluft die deutlich sichtbar ist. Weniger Beachtung wird anderen Gegensätzen geschenkt, die einen Einfluss auf den Wohlstand der einzelnen Länder und das Wohlergehen ihrer Bürgerinnen und Bürger haben. Ein typisches Beispiel für diese globale Trennlinie ist der Zugang zu sauberem Wasser (vgl. UNDP 2006, S. 33). Im September 2000 verabschiedeten 189 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen acht Entwicklungsziele die bis zum Jahr 2015 erreicht werden sollen – die MDGs (United Nations Millennium Development Goals). Der siebte Punkt beinhaltet die Halbierung der Anzahl der Menschen die keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben. Laut Angaben der UN hat sich die Gesamtsituation in Lateinamerika und den Ländern der Karibik seit 1990 deutlich verbessert.¹ In Peru liegt die landesweite Versorgungsrate (Anschluss an das zentrale Wasserversorgungssystem) aber immer noch unter 70 % (vgl. BAUER 2010, S. 23).

Nach Schätzungen des United Nations Human Settlements Programm (UN-HABITAT) warten weltweit noch etwa eine Mrd. Menschen (Stand 2005) auf einen Wasseranschluss und eine funktionierende Abwasserentsorgung – die meisten von ihnen leben in den sog. Entwicklungsländern der Dritten Welt. Jährlich sterben rund eine Mio. Menschen an den Auswirkungen einer unzureichenden Versorgung mit sauberem Wasser und noch einmal so viele erkranken an deren Folgen (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 99).

Trotz einer intensivierten Entwicklungsarbeit und einer Erhöhung der finanziellen Zuwendungen an die Länder der Dritten Welt hat sich die Lage zwar ein Stück weit verbessert, sie ist aber in vielen Ländern noch mangelhaft – betrachtet man die Anzahl der Menschen, die tatsächlich einen Zugang zu ausreichend sauberem Trinkwasser haben. Vor allem in den städtischen Regionen in den einkommensschwachen Ländern ist die Versorgungssituation besonders schlecht.

¹ Steigerung der Versorgungsrate seit 1990 von 85 auf 93 % in den Ländern Lateinamerikas und in der Karibik (Stand 2008: vgl. UNITED NATIONS 2010).

Kritik an der Millenniumsvereinbarung der UN: Die UN deklarierte als Basisjahr für die Fortschrittsmessung nicht das Jahr 2000, sondern das Jahr 1990. Der Wortlaut der Formulierung der Millenniums-Entwicklungsziele wird von Kritikern oftmals als zu vage bezeichnet. So wird im Punkt sieben der MDG von einem „nachhaltigen Zugang zu gesundem Trinkwasser“ oder von einem „verbesserten Zugang zu sauberem Trinkwasser“ gesprochen. Ein „verbesserter Zugang zu sauberem Trinkwasser“ muss aber nicht zwingend beinhalten, dass ein ausreichender Zugang zu sauberem Trinkwasser gewährleistet ist oder ob die jeweiligen Menschen an das zentrale Wasserversorgungsnetz angeschlossen sind bzw. ihr Wasser zusätzlich von informellen Wasserhändlern beziehen. Außerdem wird die Qualität des zur Verfügung stehenden Wassers auch nicht miteinbezogen. Im Rahmen der internationalen Berichterstattung werden beispielsweise Menschen, die mindestens 20 Liter sauberes Wasser aus einer Quelle, die weniger als einen Kilometer von ihrer Wohnung entfernt ist, in der Kategorie „mit Zugang zu Wasser“ gelistet. Des Weiteren fehlt es in den sog. Entwicklungsländern oftmals an Kapazitäten zur Erfassung ökonomischer, ökologischer und sozialer Daten. Das Fehlen von statistischen Grundlagen und das Auftreten von methodischen Problemen erschwert die Bewertung der Fortschrittsprozesse der MDG (vgl. MARTENS & DEBIEL 2008).

So haben in Lateinamerika und den Ländern der Karibik etwa 20 bis 30 % (Stand 2001), was etwa 80 bis 100 Mio.² Menschen entspricht, der in Städten lebenden Bevölkerung keinen Zugang zu einer zentralen Wasserversorgung (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S.99f.). Menschen, die keinen Zugang zu Trinkwasser und/oder Sanitäreinrichtungen haben leben zumeist in informellen Marginalsiedlungen – es sind also überwiegend Menschen der unteren sozialen Schichten, die unter einer mangelnden Wasserversorgung leiden (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 101). Hierbei liegt das Problem oftmals nicht in der absoluten Verfügbarkeit der Ressource Wasser, sondern vielmehr in der sozialen Verfügbarkeit. Daher wird die unzureichende Trink- und Abwasserversorgung fälschlicherweise überwiegend als eine Fehlentwicklung betrachtet, die nur die marginalisierten Gruppen betrifft und nicht die gesamte Gesellschaft (vgl. MÜLLER-MAHN et al. 2010, S. 38f.).

Die Problemfelder sind aber weitaus vielschichtiger und deshalb aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten: unzulängliches Management auf politischer und institutioneller Ebene, Fehlen von Regulierungsbehörden, ungeklärte Eigentums- und Grundstücksverhältnisse in den informellen Siedlungen oder die fehlende Wertschätzung der Ressource Wasser – um an dieser Stelle nur einige Aspekte zu nennen. Zusätzlich verschärfen die wachsenden sozialen Differenzen in den meisten lateinamerikanischen Großstädten die Situation in der städtischen Trinkwasserversorgung.

Fragestellung und Vorgehensweise

Die Forschungsarbeit behandelt die Problematik der Wasserversorgung in der peruanischen Hauptstadt Lima³. Etwa 97 % der peruanischen Wasserreserven liegen östlich der Anden im regenreichen Amazonastiefland. Da aber rund 80 % der Bevölkerung an der hyperariden Westküste des Landes leben, herrscht in vielen Gegenden Wasserknappheit – so leidet auch die Küstenmetropole Lima an einem Versorgungsdefizit. Lima ist nach Kairo die zweitgrößte Wüstenmetropole der Welt. Jahr für Jahr wird es schwieriger, die Bevölkerung mit ausreichend Trinkwasser zu versorgen. Hierbei spielen sowohl stadtplanerische Aspekte eine gewichtige Rolle – vor allem, was die Versorgung städtischer Randgebiete betrifft – als auch klimatische und ökologische Einflüsse, die die Wasserbilanz der Stadt verändern (vgl. SCHÜTZE & ROBLETO 2009, S. 31f.).

² Hierbei handelt es sich um indikative Schätzungen, da für die meisten Länder keine zuverlässigen Daten vorliegen. Die Statistiken der MDG beziehen sich auf einen „verbesserten Zugang zu sauberem Trinkwasser“, wobei die Angaben von 80 bis 100 Mio. Menschen sich auf Personen beziehen, die keinen „angemessenen Zugang zu Trinkwasser“ haben.

³ Ist im Folgenden von Lima die Rede bezieht sich die Arbeit auf die Metropolregion Lima, d. h. die Distrikte der Hauptstadt Lima plus der Sonderprovinz Callao und ihrer Distrikte.

Um die Problematik der Wasserversorgung in Lima verstehen und analysieren zu können, ist es unabdingbar die Stadtentwicklungs- und Verstädterungsprozesse der peruanischen Hauptstadt zu skizzieren. Aufgrund der Verstädterungs- und Transformationsprozesse in den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Struktur der ehemaligen Kolonialstadt grundlegend verändert. Die unkontrollierte Verstädterung und die damit verbundene Ausdehnung des Stadtkörpers haben dazu geführt, dass vor allem suburbane Siedlungsbiote nicht mit öffentlicher Infrastruktur versorgt sind. Die chronische Unterversorgung städtischer Randsiedlungen mit öffentlichen Gütern trägt im Wesentlichen dazu bei, dass große Bevölkerungsteile keinen regelmäßigen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben. Die Ursachen der Unterversorgung sind komplex, haben aber zumeist in den ungeklärten Besitzverhältnissen der Anwohner, in der schwer zu erschließenden Lage der informellen Ansiedlung und in der geringen Zahlungsfähigkeit der Menschen ihren Ursprung.

Neben den stadtstrukturellen Ursachen beeinflussen auch klimatische, ökologische und sozioökonomische Aspekte die Versorgungslage der Metropole. Die Folgen des Klimawandels haben bereits jetzt eine drastische Auswirkung auf die Wasserspeicherfunktion und die Niederschlagsmengen der Anden und folglich auch für die Wasserversorgung Limas. Folgt man den Prognosen der Klimaforscher verschwindet, in den nächsten 25 bis 30 Jahren ein Großteil der andinen Gletscher Perus. Die wenigen Wasserquellen, die der Millionenmetropole zur Verfügung stehen, werden zusätzlich durch industrielle, landwirtschaftliche und zivilisatorische Abwässer verschmutzt – hauptsächlich durch Minenabwässer. Darüber hinaus verschärfen sozioökonomische Gesichtspunkte wie eine veraltete und unsoziale Tarifstruktur und die damit einhergehende Benachteiligung von Geringverdienern, mangelnde Investitionen in den Siedlungswassersektor und Schwächen auf institutioneller Ebene die Situation (vgl. SCHÜTZE & ROBLETO 2009, S. 32f., ROSNEBERG 2006, S. 2f.).

Die Arbeit verfolgt das Ziel die vielfältigen Ursachen der Wasserknappheit zu thematisieren und davon ausgehend Möglichkeiten und Handlungsspielräume aufzuzeigen den Wasserstress, gegen den die Millionenmetropole seit Jahrzehnten kämpft, zu verringern und welche Ansätze verfolgt werden müssen, um auch den Ärmsten in den städtischen Randsiedlungen und informellen Behausungen eine adäquate Trinkwasserversorgung zu gewährleisten. Neben der Literaturrecherche und -analyse wurden zudem sieben Experteninterviews geführt, deren Inhalt für die Erstellung dieser Masterarbeit herangezogen wurde. Die Interviews wurden in diesem Zusammenhang sinngemäß wiedergegeben.

2. Die Stadtentwicklung Limas

2.1. Überblick: Verstädterungsprozesse und sozialräumliche Strukturen in lateinamerikanischen Metropolen

Der südamerikanische Kontinent als eine der Großregionen der Dritten Welt weist mit einer Verstädterungsrate von mehr als 75 % die mit Abstand höchste Quote auf. Folgt man den Prognosen, leben im Jahr 2030 ca. 604 Mio. Menschen in den Großstädten Lateinamerikas – im Jahr 2000 betrug diese Zahl 391 Mio. (Daten für 2000 nach dem United Nations Human Settlements Programme 2001).

Die Siedlungsorganisation der Vereinten Nationen (UNCHS) prognostiziert für die Länder, die bereits einen hohen Verstädterungsgrad aufweisen, einen Rückgang der Wachstumsraten in den kommenden Jahren (z.B. Brasilien, Argentinien, Kolumbien oder Peru). Der Bevölkerungs- und Flächenwachstum der Städte setzt sich aber dennoch fort. Bedingt durch den explosionsartigen Bevölkerungsanstieg der vergangenen Jahrzehnte und der damit verbundenen Ausdehnung des Stadtkörpers und der Verdichtung ehemals peripherer Gebiete verlaufen die Entwicklungsprozesse in den meisten Metropolen des Subkontinents unkontrolliert – gepaart mit ökologischen, ökonomischen, sozioökonomischen und politischen Diskrepanzen – und führen zu einer weiteren Verschärfung der Fragmentierung. Einer Fragmentierung der städtischen Gesellschaft, sowie der räumlichen Stadtstrukturen. Diese Entwicklung spiegelt sich in der Verschärfung von sozialen Disparitäten in der Stadtgesellschaft und der sich immer deutlicher abzeichnenden sozialräumlichen Segregation wider (vgl. COY 2002, S. 13, vgl. PLÖGER 2006, S. 46f.). Als negative Begleiterscheinungen der Verstädterung in den Ländern des Südens benennen DEFFNER und STRUCK (2007) vor allem Probleme mit der infrastrukturellen Versorgung und der Bereitstellung von Wohnraum.

Immer größere Bereiche an den Stadträndern, Marginalflächen oder auch zum Teil in zentrumsnahen Gebieten werden zu Lebensräumen der Armen (vgl. COY 2002, S. 13f.). Aufgrund der ungleichen Ausstattung von den oben genannten Räumen mit Kapital, Infrastruktur und öffentlichen Leistungen spricht PLÖGER (2006) hier von einer sozialräumlichen Fragmentierung. Eng verbunden mit der ungleichen Ausstattung von Räumen ist die Exklusion – die Vergrößerung der Kluft zwischen den einzelnen sozialen Schichten und die Reproduktion von Ausgrenzungsmechanismen (vgl. PLÖGER 2006, S. 47). BÄHR und MERTINS (2000) sehen Bevölkerungsanteile von 50 % und mehr, die in marginalisierten Räumen leben, als realistisch an. Ein weiterer Umstand, der den Prozess der

fortschreitenden gesellschaftlichen, stadt- und sozialräumlichen Fragmentierung untermauert (vgl. COY 2002, S. 13).

Die erwähnten Entwicklungen bzw. Fehlentwicklungen sind in vielen Metropolen des südamerikanischen Kontinents zu beobachten. Jedoch gibt es auch Positivbeispiele in der Stadtentwicklung, wie es COY (2002) an den beiden brasilianischen Städten Curitiba und Porto Alegre aufzeigt.

Noch bis in die 70er Jahre konnten die sozialräumlichen Strukturen und die typischen Segregationsmuster in den lateinamerikanischen Großstädten eindeutig erkannt werden. In der aktuellen Phase der Stadtentwicklung werden diese Muster zum Teil aufgebrochen und überformt. Die Erhöhung der Komplexität der Raumstruktur ist die Folge. Seitdem haben sich diese Strukturen grundlegend verändert und zunehmend auseinanderentwickelt. Die jeweiligen Überlagerungsprozesse richten sich nach dem lokalen Wohlstandsniveau, der Einbindung in globale Strukturen und dem Grad an sozialer Ungleichheit (vgl. PLÖGER 2006, S. 48).

Seit Mitte der 90er Jahre spricht man in der Fachliteratur diesbezüglich häufig von einer Fragmentierung des städtischen Raums (vgl. DÍAZ 1997, FISCHER & PARNREITER 2002, MEYER-KRIESTEN et al. 2004). Folgt man dem Begriff der Fragmentierung zerfällt die Stadtlandschaft in ein „polynukleares Mosaik“, bestehend aus homogenen Zellen ohne funktionalen Zusammenhang.⁴ Die zunehmende Heterogenität der Gesellschaft spielt dabei ebenso eine Rolle wie der Zerfall der städtischen Räume in unterschiedlich strukturierte Zellen. Der übergeordnete Rahmen verliert an Bedeutung und Kohäsionskraft. Vor allem dort, wo Marktkräfte nicht von einer staatlichen oder einer anderen Form der Regulierung kontrolliert werden, wird die Entstehung fragmentierter Stadtlandschaften begünstigt. Kennzeichnend für die sozialräumliche Fragmentierung ist es, dass Wohngebiete unterschiedlicher sozialer Schichten in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander liegen (vgl. PLÖGER 2006, S. 49).

Die räumliche Nähe von unterschiedlichen Schichten betrachten FISCHER und PARNREITER (2002, S. 246) nicht als soziale Integration oder Annäherung, sondern vielmehr als Produktion bzw. Reproduktion sozialer Ungleichheit und Ausgrenzungsmechanismen auf engstem Raum.

Einige Autoren hingegen sehen in den kleinräumigen Segregationsmustern die Möglichkeit einer erhöhten sozialen Integration. SABATINI und SALCEDO (2004) zeigen an der chilenischen Hauptstadt Santiago de Chile, dass durch die Ansiedlungen von

⁴ Kritik am Begriff der Fragmentierung: vgl. LÖW 2001, S.109.

gated communities in weniger wohlhabenden Gebieten der Stadt die traditionellen Segregationsmuster aufgebrochen werden können und durch die Bereitstellung einer verbesserten Versorgung mit öffentlichen Gütern die sozialräumliche Integration begünstigt werden kann.

Da Entwicklungen wie in Santiago de Chile eher die Ausnahme als die Regel darstellen, kann jedoch nicht von einer Abnahme der sozialräumlichen Ungleichheit in Südamerika gesprochen werden. Die Prozesse der sozialräumlichen Fragmentierung auf die Herausbildung von homogenen Zellen in einem heterogenen Ganzen herunterzubrechen, wäre ebenso unzureichend. Betrachtet man die Entwicklung der Stadtlandschaften in Südamerika, lösen sich die einzelnen Raumeinheiten stärker aus dem gesamtstädtischen Zusammenhang. Außerdem werden sie durch eine größere interne Heterogenität ausgezeichnet. Als logische Konsequenz zerfällt der städtische Raum nicht in homogene, sondern vielmehr in heterogene Zellen. DÍAZ (1997, S. 10) erkennt im Prozess der Fragmentierung daher nicht die Chance auf sozialräumliche Integration, sondern vielmehr die instabile Lage breiter Sozialschichten. Diese instabile Situation sieht DÍAZ (1997) in den zunehmenden Unsicherheiten großer Bevölkerungsteile begründet. Einer dieser vielen Unsicherheitsfaktoren manifestiert sich in der ungleichen Ausstattung von sozialen Räumen mit öffentlicher Infrastruktur wie dem Zugang zu sauberem Trinkwasser.

2.2. Lima: eine Übersicht – Lage, administrative Gliederung, Bevölkerungsentwicklung und Informalität

Lage

Der Andenstaat unterteilt sich von West nach Ost in drei große Naturräume: den schmalen Küstenstreifen (*costa*), das zwischen den Kordilleren gelegene Hochland (*sierra*) und das weiträumige Amazonastiefland (*selva*). Auf zwölf Grad südlicher Breite liegt die Hauptstadt Lima etwa in der Mitte des peruanischen Küstenstreifens. Der wüstenähnliche Charakter des Umlandes wird nur von wenigen Flussoasen unterbrochen. Die peruanische Hauptstadt ist von einem kühleren Klima und größeren Schwankungen geprägt, als es die geringe Entfernung zum Äquator vermuten lässt. Durchquert wird Lima von den drei Flüssen: Rímac, Lurín und Chillón, wobei der Río Rímac das größte Abflussvolumen aufweist und weite Teile der Hauptstadt mit Wasser versorgt (vgl. PLÖGER, 2006, S. 51).



Abb. 1: Die naturräumliche Unterteilung Perus von West nach Ost in Costa, Sierra und Selva, Quelle: GEOGRAFIAENACCION.

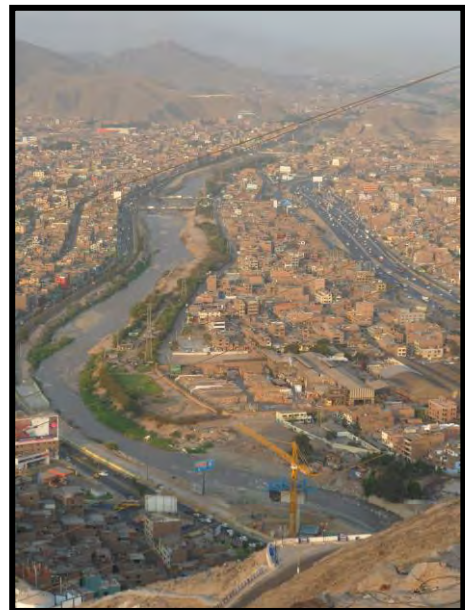


Abb. 2: Der Río Rímac – die Lebensader der Hauptstadt, Quelle: Eigene Photographie.

Administrative Gliederung

Peru ist nach wie vor ein zentralistisch geprägtes Land, wobei in den letzten Jahren einige Anstrengungen unternommen wurden, die Verwaltungsstrukturen zu dezentralisieren. Die größten Raumeinheiten bilden die 24 Departments (*departamentos*), die sich wiederum in 194 Provinzen (*provincias*) untergliedern. Diese beiden Verwaltungsstrukturen sind mit verhältnismäßig wenigen Befugnissen ausgestattet. Das Department Lima untergliedert sich in 10 Provinzen, wobei die Metropolregion Lima seit 1972 auch die Sonderprovinz Callao umfasst. Die 194 *provincias* untergliedern sich ihrerseits wieder in 1828 Distrikte (*distritos*). Zusammen umfassen Lima und Callao 49 Distrikte – die Stadtteile der Wüstenmetropole (vgl. INEI 2002, S. 89f.). Seit den 90er Jahren wird die Region Lima Metropolitana sowohl in der Fachliteratur als auch im öffentlichen Sprachgebrauch in mehrere große Stadtbereiche unterteilt: den zentralen Bereich (*ciudad consolidada*) und die im Norden, Osten und Süden ausufernden Stadterweiterungsgebiete (*conos*) (vgl. PLÖGER 2006, S. 51f.).

Die sog. *conos* weisen seit Mitte/Ende der 50er Jahren den größten Teil des Bevölkerungszuwachses auf. Die Distrikte von Callao werden in der Regel als eigenes Stadtgebiet betrachtet (vgl. PLÖGER 2006, S. 52f.).

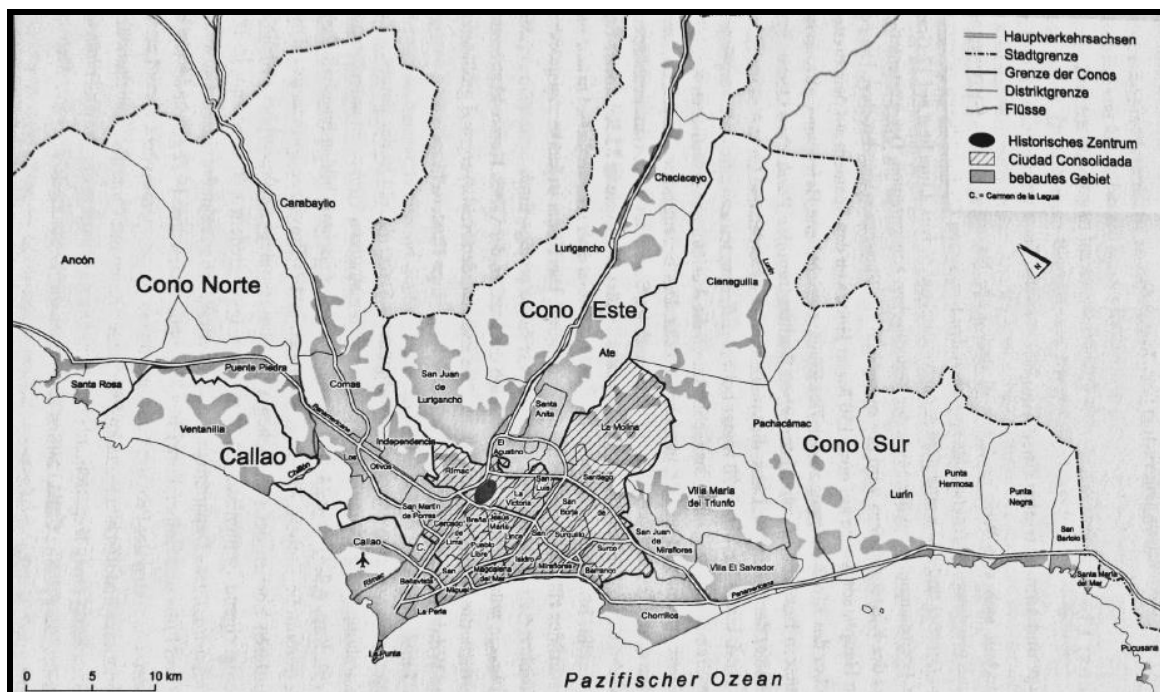


Abb. 3: Lima und die drei conos: Cono Norte, Cono Este und der Cono Sur Quelle: PLÖGER 2006.

Bevölkerungsentwicklung

Laut den Erhebungen des INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) im Juni 2013 leben augenblicklich etwa 30,5 Mio. Menschen in Peru. Somit verfügt Peru über die fünftgrößte Bevölkerung Lateinamerikas hinter Brasilien, Mexiko, Kolumbien und Argentinien. Die jährliche Zuwachsrate gemessen an der Gesamtbevölkerung des Andenstaates lag im Jahr 2013 bei 1,13 %. Die Metropolregion Lima mit ihren 43 Distrikten plus der 6 Distrikte der Sonderprovinz Callao umfasst momentan 9,6 Mio. Einwohner. Mit einer jährlichen Zuwachsrate von ca. 1,6 % wird der Raum Lima Metropolitana in wenigen Jahren die 10 Millionen-Einwohnermarke erreicht haben (vgl. INEI 2013).

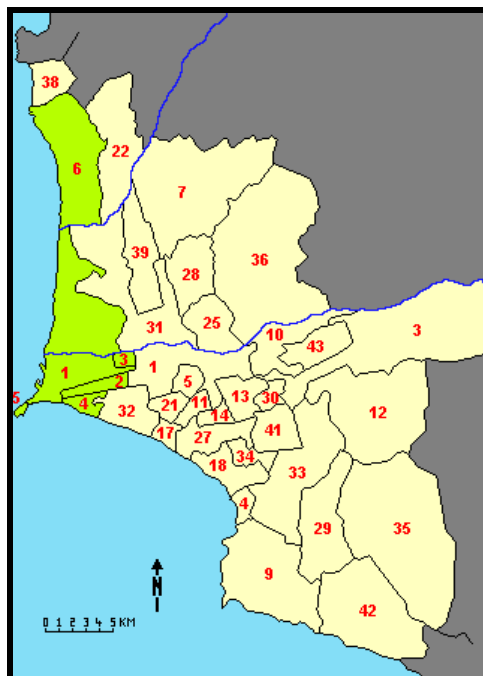


Abb. 4: Die innerstädtischen Distrikte der Metropolregion Lima; die sechs Distrikte der Provinz Callao sind grün eingefärbt, Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach INKATOUR.

Ab Mitte der 1940er Jahre durchlebte Peru eine grundlegende Veränderung in der Bevölkerungsstruktur – aus einer ländlich geprägten Gesellschaft entwickelte sich eine städtische. Der Bevölkerungsschwerpunkt verlagerte sich aus dem Hochland der Anden in die Küstenregion. Im Zeitraum von 1940 bis 2005 verzeichnete die Küstenmetropole einen höheren Zuwachs als Peru. In den 70er Jahren lag die Zuwachsrate zwischenzeitlich bei mehr als 6,5 % – ein Umstand, der die dominante Position Limas innerhalb der peruanischen Städtehierarchie verdeutlicht. Gründe für die Migration in dieser Phase waren vor allem wirtschaftliche Motive, die fehlgeschlagenen Agrarreform in den 70er Jahren und die

Zuwanderung von Bürgerkriegsflüchtlingen aus den südlichen Teilen des Landes (v.a. aus der Region Ayacucho) Ende der 1980er Jahre. Seit dem Zensus des Jahres 1993 verringert sich die Rate kontinuierlich und entspricht in etwa dem Landesdurchschnitt. Das Bevölkerungswachstum wird augenblicklich hauptsächlich durch Geburtenüberschuss erzielt. Die Zuwanderung aus anderen Landesteilen trägt hingegen nur noch minimal zum Wachstum bei (vgl. PLÖGER 2006, S. 53f.).

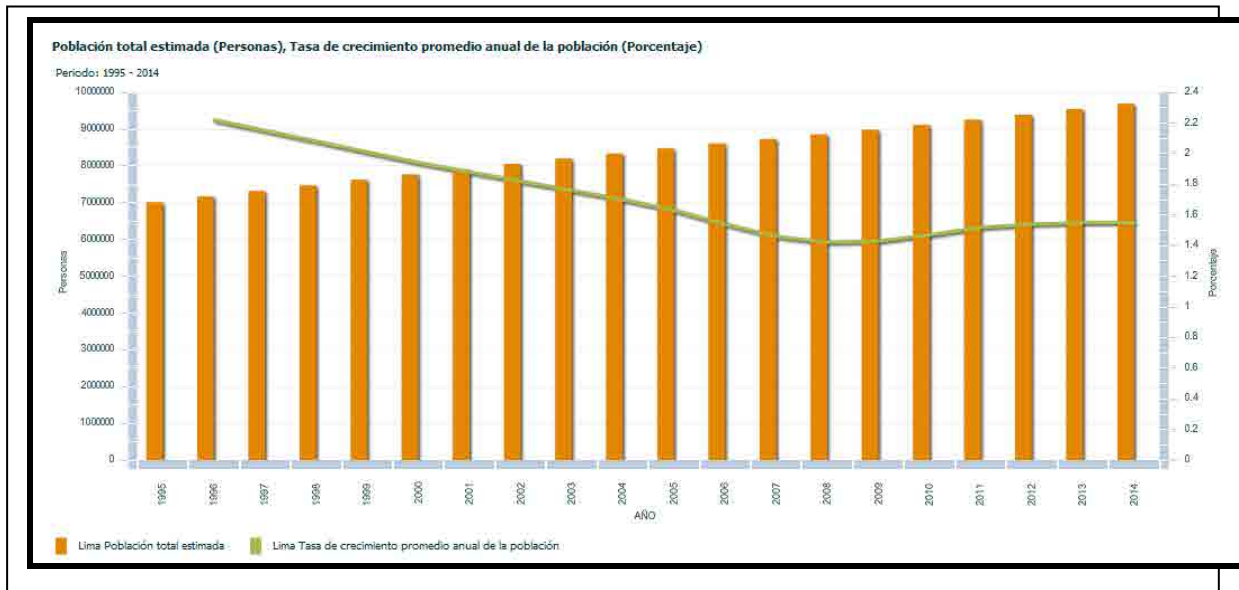


Abb. 5: Die Bevölkerungsentwicklung der Metropolregion Lima (1995 – 2014) und die jährliche Wachstumsrate in Prozent, Quelle: INEI.

Informalität, Regier- und Steuerbarkeit

Megastädte wie Lima unterliegen vielfältigen Prozessen des globalen, ökologischen und sozioökonomisch-politischen Wandels. MITCHELL (1999) und KRAAS (2008) benennen Megastädte zumeist als Risikogebiete. Umweltverschmutzung, Überlastungserscheinungen der Infrastruktur, Ressourcenverbrauch, Naturkatastrophen oder vom Menschen verursachte Risiken bedrohen bzw. behindern das Funktionieren megaurbaner Ökonomien und Gesellschaften. Vor allem benachteiligte Bevölkerungsgruppen sind einer wachsenden Armut, Vulnerabilität, sozialräumlicher Segregation und Fragmentierungsprozessen z. T. hilflos ausgesetzt (vgl. KRAAS & MERTINS 2008, S. 4).

Der explosionsartige Bevölkerungsanstieg der peruanischen Hauptstadt in den vergangenen Jahrzehnten macht sich in der Ausdehnung des Stadtkörpers und der Verdichtung ehemals peripherer Flächen bemerkbar. Lima verzeichnet momentan eine Wachstumsrate von etwa 1,6 %, was einem jährlichen Zuwachs von 100.000 bis 130.000 Menschen entspricht. Angesichts dieser hohen Wachstumszahlen sind die Verwaltung der Stadt Lima und die zuständigen Distriktbehörden hoffnungslos überfordert. Daher ist es der öffentlichen Verwaltung nicht möglich große Teile der Bevölkerung mit ausreichend Wohnraum, einer adäquaten öffentlichen Infrastruktur, Beschäftigungsmöglichkeiten, einem Ver- und Entsorgungssystem, sowie Gesundheits- und Bildungseinrichtungen zu versorgen. Die unzulängliche infrastrukturelle Versorgung mit öffentlichen Gütern begünstigt in den meisten informellen Siedlungen die Herausbildung von selbstorganisierten Lösungen – Informalität. Die unzureichende Flächennutzungsplanung und -kontrolle führt dazu, dass der Grad an informellen Strukturen und Prozessen stetig ansteigt. Die informelle Wirtschaft reicht von nicht genehmigten Bautätigkeiten über unregistrierte Transportunternehmen bis hin zu informellen Wasserhändlern (vgl. KRAAS & MERTINS 2008, S. 8).

Weitere Defizite, die sowohl in Lima als auch in anderen südamerikanischen Großstädten anzutreffen sind, sind die schwachen Steuerungs- und Ordnungsstrukturen in der Verwaltung, die geringe Vernetzung von Institutionen auf horizontaler Ebene und die Koordination und Kontrollzuständigkeiten der Behörden. Das Fehlen einer integrierenden Raum- oder Regionalplanung in Kombination mit der immer schneller fortschreitenden Ausbreitung des Stadtkörpers macht es nahezu unmöglich, eine wirksame Flächennutzungsplanung und -kontrolle durchzusetzen (vgl. KRAAS & MERTINS 2008, S. 8f.).

2.3. Lima: die Phasen der Stadtentwicklung

2.3.1. Lima: das Modell der lateinamerikanischen Großstadt und die Dynamik stadtstrukturellen Wandels

Im Zeitraum von 1940 bis zu Beginn der 1980er Jahre bildeten sich für die lateinamerikanischen Großstädte typische Strukturmuster heraus. Unter ähnlichen sozialen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen fanden in den meisten Großstädten des Kontinents vergleichbare Stadtentwicklungsprozesse statt. Vor allem deutschsprachigen Geographen gelang es dadurch, ein verallgemeinerndes, kulturgenetisches Modell der südamerikanischen Stadt zu erstellen (vgl. BÄHR 1976, BÄHR & MERTINS 1981, GORMSEN 1981, BORSDORF 1982). Ziel war es, die Überformung der lateinamerikanischen Großstadt in einem Modell zu erfassen (vgl. PLÖGER 2006, S. 57).

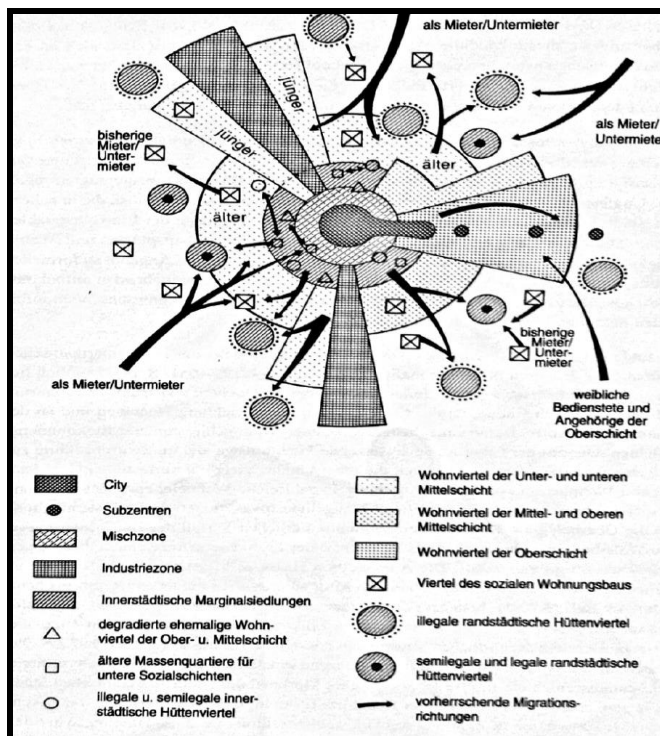


Abb.6: Das Modell der lateinamerikanischen Großstadt bis ca. 1970, Quelle: BÄHR & MERTINS 1981.

Prägend für diese Phase der Stadtentwicklung war das wechselseitige Verhältnis aus Modernisierungsprozessen, der Industrialisierung und der Vernachlässigung des nationalen Handels. Der explosionsartige Anstieg der Bevölkerungszahlen in den Großstädten in dieser Epoche beruhte auf den ausgeprägten regionalen Ungleichheiten. Die massive Stadt-Land-Wanderung lag in der Hoffnung der Zuwanderer begründet, Zugang zu Arbeitsplätzen und Ausbildungsmöglichkeiten zu erlangen (vgl. PLÖGER 2006, S. 57).

Die Wohnraumkapazitäten der Großstädte und das Angebot an formellen Arbeitsplätzen waren jedoch zu gering. Dieser Missstand begünstigte den stark anwachsenden informellen Sektor und die Entstehung von informellen Marginalsiedlungen (vgl. PLÖGER 2006, S. 57).

Bis zum Ende der 70er Jahre kann das Modell der lateinamerikanischen Großstadt (vgl. BÄHR & MERTINS 1981) auf Lima übertragen werden. Anhand von Verkehrsachsen ließen sich drei große Industriekorridore zwischen dem Zentrum und der Hafenstadt Callao, an der Carretera Central in Richtung Hochland und an der Panamerica Norte ausmachen. In deren Umgebung siedelten Angehörige der unteren Einkommensschichten (vgl. PLÖGER 2006, S. 57). Die Entwicklung zentrumsnaher Wohngebiete in Lima schlug im Gegensatz zu vergleichbaren Metropolen eine andere Richtung ein. Anstatt einer Aufwertung der Gegend erfuhren die zentral gelegenen Wohnhäuser eine Degradierung – sofern sie nicht Teil der Citybildung und -erweiterung wurden (vgl. BÄHR 1995, S. 173f.). Der Funktionsverlust des Zentrums (Abwanderung von Behörden, Ministerien etc. nach in die noblen Stadtviertel von *San Isidro* und *Miraflores*) führte zur Aufgabe zentrumsnaher Wohnviertel durch die Oberschicht. Verlassene Wohnflächen wurden aufgeteilt und an sozial schwächere Schichten vermietet. Fehlende Ressourcen führten letztendlich zu einem kontinuierlichen Verfall der Bausubstanz. Die zum Teil schlechten Wohnbedingungen und der Anstieg sozialer Konflikte sind kennzeichnend für die innerstädtischen Armenviertel – die *tugurios*. Bis heute ist das historische Zentrum der Metropole von einem Gürtel aus *tugurios* und älteren *barriadas* (zum Begriff *barriada* siehe 2.3.2.) umgeben (siehe Abb. 7) (vgl. PLÖGER 2006, S. 57).

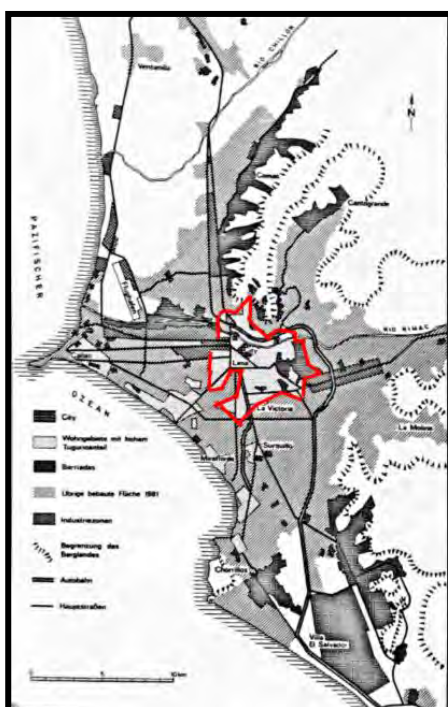


Abb. 7: *tugurios* und ältere *barriadas*, die sich wie ein Gürtel (gekennzeichnet durch rote Umrandung in der Abb.) um das historische Zentrum Limas legen, Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach BÄHR & MERTINS 1981.

Die sektoralen Abwanderungsbewegungen führten allerdings schon seit den 20er/30er Jahren zu einer Verlagerung der höheren Einkommensschichten in Richtung der südlichen Vororte von *San Isidro* und *Miraflores*. Bis heute werden die Viertel der Oberschicht von Wohngebieten mittlerer Einkommensschichten flankiert. Eine Entwicklung, die auch typisch für andere lateinamerikanische Großstädte war, war die Verlagerungen hochrangiger Dienstleistungsstandorte und kommerzieller Aktivitäten in die Oberschichtsektoren oder in deren unmittelbare Umgebung. Der damit verbundene Anstieg der Immobilienpreise führte folglich zu einer Verdrängung und Verdichtung der Wohnfunktion. Diese Prozesse sind in *Miraflores* und *San Isidro* seit den 60er Jahren zu beobachten. Diese Wohngebiete verloren für die oberen Sozialschichten an Qualität und Exklusivität. Eine Fortsetzung der Wanderung in die eingeschlagene Richtung war aufgrund der Küste als natürliche Barriere nicht möglich. Die sektorale Abwanderung erstreckte sich nun in Richtung des Andenabhanges nach Osten und Südosten. Dies führte zur Entstehung der Distrikte *La Molina*, *San Borja* und dem Viertel *Monterrico* im Norden des Distrikts *Santiago de Surco*. Dieser Suburbanisierungsprozess der Ober- und oberen Mittelschicht führte zur Herausbildung deutlicher Segregationsmuster und setzt sich bis heute fort (vgl. PLÖGER 2006, S. 58f.). BÄHR (1995) erkannte zum Teil richtig, dass sich die zukünftigen Ansatzpunkte gehobener Wohngebiete nur noch weit außerhalb des Stadtkörpers abzeichnen würden – durch „Überspringung“ des *barriada*-Gürtels. Beispiele hierfür sind *Chaclacayo* oder Niederlassungen zwischen den südlichen Badevororten *Punta Hermosa* und *Santa María del Mar*. Ein weiterer Trend, der sich seit Mitte der 90er Jahre abzeichnet und bis heute fortsetzt, ist weniger die räumliche Ausweitung, sondern vielmehr die Verdichtung innerhalb bestehender Viertel wie *Miraflores* und *San Isidro*. Vor allem in diesen beiden Oberschichtvierteln müssen Einfamilienhäuser immer öfters Apartment-Hochhäusern weichen (vgl. BÄHR 1995, S. 176f.).

Das verallgemeinernde Modell der lateinamerikanischen Großstadt aus den 1970er und 1980er Jahren kann für das Lima des 21. Jahrhunderts nur noch bedingt angewandt werden bzw. musste einer Modifizierung unterzogen werden. Aufgrund der immer rascher fortschreitenden Globalisierung, ökonomischer Transformationsprozesse und sozioökonomischer Veränderungen schwächt sich die Tendenz einer klaren räumlichen Trennung zwischen der *ciudad rica* und der *ciudad pobre* immer mehr ab. Großräumig betrachtet zeichnet sich eine sozialräumliche Mischung des städtischen Raums ab, wohingegen sich auf Mikroebene immer deutlichere Segregationsmuster abzeichnen. Wie in vielen Millionenstädten Brasiliens ist auch in Lima die Entstehung hermetisch abgeschlossener Luxusviertel in ärmlicher Nachbarschaft zu beobachten.

Beispiele für *gated communities* bzw. *barrios cerrados* in Lima finden sich zur Genüge in den Distrikten *La Molina* oder *Santiago de Surco*. Einer der bekanntesten Wohnkomplexe dieser Art ist *Las Casuarinas* in *Santiago de Surco* – eine der exklusivsten und am besten gesicherten Wohngegenden der Stadt.



Abb. 8: Eine der ersten *gated communities* in Lima: die Wohnanlage *El Cuadro* in *Chaclacayo* im Osten Limas, Quelle: Eigene Fotografien.

Ein weiterer Faktor, der das Prinzip der räumlichen Fragmentierung in der peruanischen Küstenmetropole verdeutlicht, ist die unterschiedliche Verteilung von Infrastruktur und Funktionen. Moderne Einkaufszentren nach nordamerikanischem Vorbild waren bis vor wenigen Jahren noch den Oberschichtvierteln vorbehalten. Diese räumliche Begrenzungen werden zum Teil revidiert und riesige *shopping-malls* unabhängig von der räumlichen Konzentration oberer Schichten auch in ärmeren Stadtteilen errichtet. Einer dieser Konsumtempel wurde im Jahr 2009 in Nordlima eröffnet – das *Centro Comercial Plaza Lima Norte*. Auch ohne erhöhte Sicherheits- bzw. Zwangsmaßnahmen sind *shoppings-malls* wie der *Plaza Norte* für ärmere Bevölkerungsteile nur schwer zugänglich, da diese zumeist nur mit dem PKW zu erreichen sind (vgl. BORSDORF et al. 2002, S. 300f., S. 303).

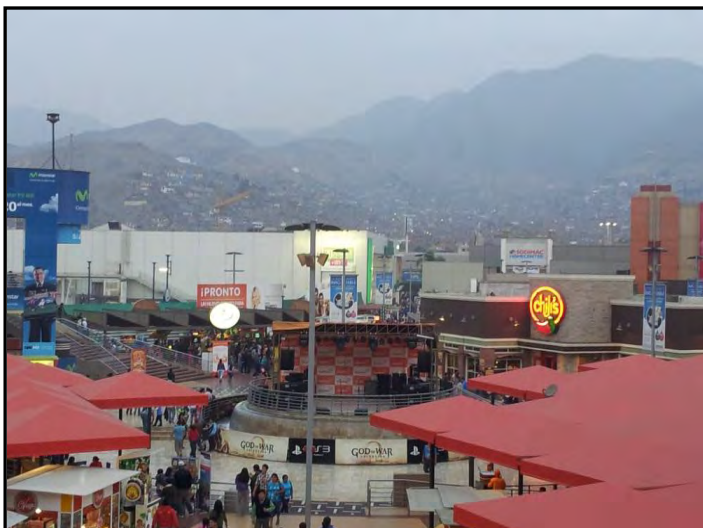


Abb. 9: Das *Centro Comercial Plaza Lima Norte* in Nord-Lima, im Hintergrund schlängeln sich illegal Hüttensiedlungen die Steilhänge hinauf, Quelle: Eigene Fotografie.

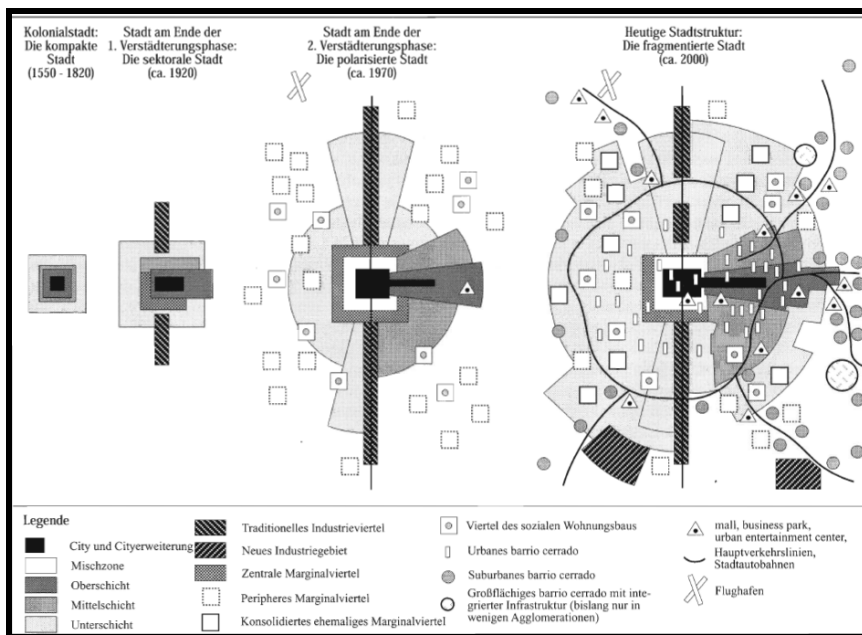


Abb. 10: Das Modell der Struktur und Entwicklung der lateinamerikanischen Stadt, Quelle: BORSDORF et al. 2002.

Ebenso hat sich die Verkehrsanbindung städtischer Randgebiete in den letzten Jahren gewandelt. Die Schnellbuslinien des *Metropolitanos* in Lima reichen erst seit wenigen Jahren bis in die nördlichen und südlichen *conos* der Stadt und werden ständig erweitert. Einerseits soll dadurch der allmählich kollabierende Straßenverkehr der Hauptstadt entlastet werden und zum anderen die Distanzen zu potentiellen Arbeitsplätzen verkürzt werden. Bis jetzt greift die Mehrheit der Limeños aber noch immer auf die gängigen Verkehrsmittel wie Taxi, *colectivo* (Sammeltaxi) oder *micro* (Kombis oder Kleinbusse) zurück (vgl. BORSDORF et al. 2002, S. 300f.).

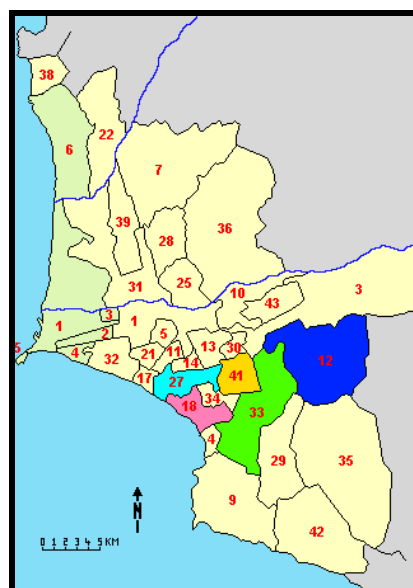


Abb. 11: Die Distrikte San Isidor (hellblau), Miraflores (rosa), La Molina (blau), San Borja (gelb) und Santiago de Surco (grün), Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach INKATOUR.

2.3.2. Die Phasen der *barriada*-Bildung in Lima – Begrifflichkeit und Entstehung von *barriadas*

Die Invasion und widerrechtliche Besetzung von öffentlichem oder privatem Land durch einkommensschwache Sozialschichten seit Anfang der 40er Jahre ist der umfangreichste und zugleich radikalste Prozess, der die Stadtentwicklung der Wüstenmetropole in den vergangenen Jahrzehnten prägte und immer noch zeichnet (vgl. GOLDE-PONGRATZ 2004, S. 38).

Die Entstehung von informellen Marginalsiedlungen (*barriadas*) erfolgt zumeist über illegale Landnahme als Hüttensiedlungen und durchläuft dann eine langsame Konsolidierungsphase. Bis heute ist die Definition der Nichtregierungsorganisation Desco aus dem Jahr 1969 gültig: *Barriadas* sind demnach Siedlungsformen, die zuerst bewohnt und später urbanisiert werden, also mit öffentlichen Leistungen und Infrastruktur versorgt werden. In der Hochphase der *barriada*-Bildung fanden die Neuankömmlinge zunächst Unterkunft in den zentrumsnahen *tugurios* und organisierten von dort aus kollektive Landbesetzungen. Die Ausdehnung der *barriadas* wurde im Wesentlichen durch das Zusammenwirken von zwei Faktoren begünstigt: dem eklatanten Mangel an bezahlbarem Wohnraum und das Vorhandensein brachliegender Flächen in Staatsbesitz außerhalb des Stadtkörpers. Die größten Probleme, die im Rahmen der Entstehung von illegalen Siedlungen und der damit verbundenen großflächigen Ausdehnung des Stadtkörpers auftreten, sind das Fehlen einer übergeordneten Raumplanung und die hohen Kosten bei der nachträglichen infrastrukturellen Erschließung (vgl. PLÖGER, S. 59, RIOFRÍO 1996, S. 161). Die Fachliteratur unterscheidet seit den 70er Jahren neben der illegalen Siedlungsform noch die semilegale Ansiedlung von Bewohnern (vgl. BRÜCHER & MERTINS 1978, S. 44). Beide Siedlungstypen, sowohl die illegale als auch die semilegale Form, weisen eine hohe Schnittmenge bezüglich der Kriterien informeller Tätigkeiten auf. Der gravierende Unterschied liegt in der Landnahme und in den Besitzstrukturen der beiden Siedlungstypen. Wie bereits erwähnt entstehen illegal angelegte Wohnviertel durch die Besetzung öffentlicher oder privater Ländereien. Dieser Prozess geht mit dem Bau einfachster Hütten einher, um den Besitzanspruch auf das besetzte Land zu demonstrieren. Bei der Besiedlung semilegaler Viertel wird das Stück Land vom Eigentümer selbst oder durch eine von ihm bevollmächtigte Person mit der Parzellierung beauftragt. Anschließend werden die Grundstücke verkauft (vgl. BÄHR 1995, S. 141f.). Nicht allzu selten unterlässt der Eigentümer jedoch nach Verkauf des Grundstücks die Übertragung der Besitzrechte in das Grundbuch. Dennoch ist die Rechtssicherheit weitaus größer als in illegalen Vierteln. Anhand von gezahlten Monatsraten oder anderen Verkaufsbelegen kann die Legalisierung des

Wohneigentums durch die zuständige Gemeinde erreicht werden. Darüber hinaus erfolgt eine raschere Investition in die Konsolidierung der Hütten als in illegalen Niederlassungen. Dieser Prozess wird durch die bessere ökonomische Situation der Bewohner begünstigt (vgl. BÄHR & MERTINS 1981, S. 25f.).

Generell entstehen illegale Hüttensiedlungen an Standorten, die zumeist für die öffentlichen oder privaten Eigentümer von geringer Bedeutung bzw. Wertschätzung sind. Das zu besetzende Land befindet sich häufig auf wüsten- bis halbwüstenartigen Flächen oder an steilen, schwer zu erschließenden Hängen. Ein Großteil der *barriadas* geht auf geplante Landbesetzungsaktionen zurück. Die illegalen Siedlungen wachsen zwar durch „spontan-sukzessiven Zuzug“ (BÄHR 1995, S. 144) ihre Entstehung ist aber auf keinen Fall spontan. Einige der größten *barriadas* wie *Villa el Salvador* sind im Ursprung das Ergebnis staatlicher Umsiedlungsaktionen. Nach langer organisatorischer Vorbereitung erfolgen die Landbesetzungen häufig in der Nacht, an Wochenenden oder vor Feiertagen. Grund hierfür ist die geringe Polizeipräsenz. Vor einer Besetzung versichern sich die oftmals gut organisierten Besetzer der Unterstützung einflussreicher Politiker oder Geistlicher, um das Risiko einer gewaltsamen Vertreibung durch Polizei oder Militär zu mindern (vgl. BÄHR 1995, S. 144f.). Seit der Entstehung der ersten *barriadas* vor mehr als 70 Jahren hat der Anteil der in Marginalsiedlungen lebenden Bevölkerung stetig zugenommen. Schon 1961 lebten etwa 17 % der Gesamtbevölkerung Limas in *barriadas*. Innerhalb einer Dekade erhöhte sich der Anteil auf 24 %, bis 1981 auf 32 % und bis 1993 auf 35 %. In einigen Distrikten der *conos* beträgt der Anteil mehr als die Hälfte (vgl. PLÖGER, S. 59f.). GOLDE-PONGRATZ (2004) bezifferte den Anteil zu Beginn des 21. Jahrhunderts auf mehr als 40 %. Bis Ende der 60er Jahre war Lima „eine von *barriadas* umgebene Metropole“ (PLÖGER 2006, S. 60). Aufgrund des rasanten Anstiegs von Marginalsiedlungen bezeichnet LUDEÑA (1998, S. 12) die Küstenmetropole gegen Ende der 1990er Jahre als „Mega-*barriada*“, in der sich die Informalität der Stadtentwicklungsprozesse und die Zunahme der sozialen Differenzen manifestieren. KROß (1992, S. 206) geht richtig in der Annahme, wenn er in den *barriadas* „den dominanten Träger der Stadtentwicklung in Lima“ sieht.

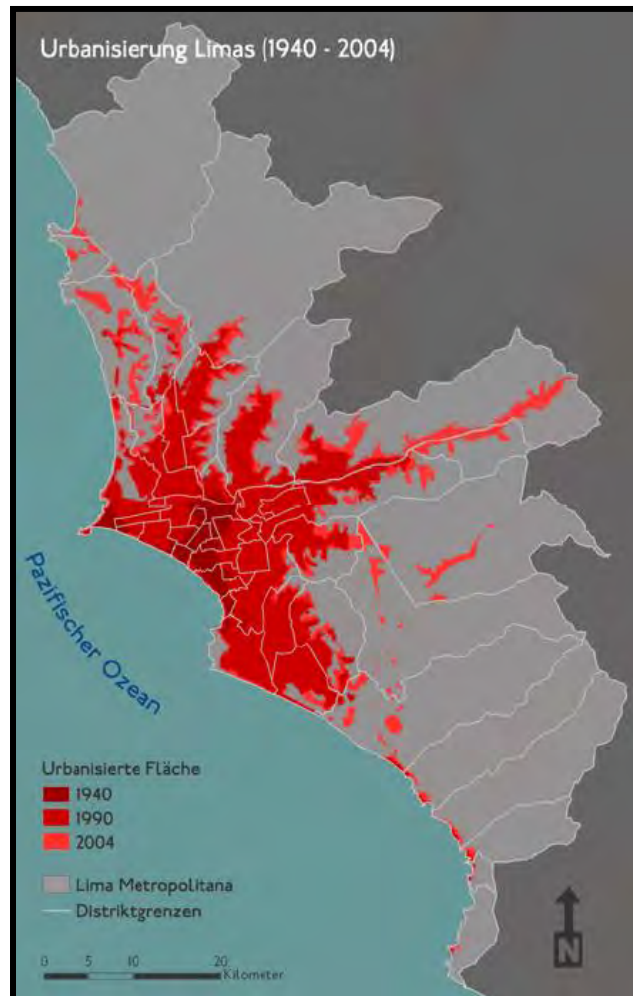


Abb.12: Der Urbanisierungsprozess Limas, Quelle: OSWALD 2007.

Erste Phase der *barriada*-Bildung (1940-1954/55)

BARREDA und RAMÍREZ (2004) machen drei Phasen der *barriada*-Entstehung aus. Im Folgenden wird die erste und zugleich bedeutendste Phase der *barriada*-Entwicklung behandelt. Ausgehend von dieser Entwicklung wurde die unkontrollierte Ausdehnung des Stadtkörpers und die damit einhergehende Bildung von rand- und innerstädtischen Marginalsiedlungen begünstigt. Eine der in dieser Arbeit behandelten Negativbegleiterscheinungen dieses Prozesses ist die Unterversorgung der *barriadas* mit öffentlichen Gütern und Infrastruktur.

Bereits in der ersten Phase der *barriada*-Entwicklung (1940 - 1954/55) machten die Elendsviertel von Lima etwa 6 % der Stadtfläche aus, wobei in ihnen aber 10 % der Stadtbevölkerung lebten. Diese hatte sich innerhalb von 15 Jahren von 645.000 im Jahr 1940 auf 1,2 Mio. im Jahr 1955 fast verdoppelt. Rechnet man die *barriada*-Bevölkerung und die

tugurio-Bevölkerung zusammen, lebten im Jahr 1955 etwa 70 % der Bevölkerung Limas in Elendsvierteln (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 236).

Die Entstehung der ersten beiden *barriadas* in Lima begann bereits in den 1920er-Jahren. Die Besetzung des Siedlungslandes in den Jahren 1924 und 1928 erfolgte auf friedliche Art und Weise. Wegen der schlechten Wohn- und Lebensverhältnissen auf den *haciendas* (Landgut, das im Auftrag von Großgrundbesitzern zumeist von Indios bewirtschaftet wurde) verließen zahlreiche Indio- und Arbeiterfamilien ihre Behausungen und gründeten die beiden Marginalsiedlungen *Armatambo* und *Puerto Nuevo* (heute gelegen in der Sonderprovinz Callao). Die dritte *barriada*, die vor 1940 entstand, war die Niederlassung *Leticia* am Hügel *Cerro San Cristobal* nahe dem historischen Zentrum gelegen. Bis heute steht *Leticia*, aufgrund der gut sichtbaren Hügellage, exemplarisch für die *barriada*-Bildung in Lima und die Marginalisierung weiter Teile der Bevölkerung (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 222f.).



Abb. 13: Blick auf den *Cerro San Cristobal* mit der darunterliegenden *barriada Leticia*,
Quelle: Eigene Fotografie.

Das große Erdbeben im Frühjahr 1940 verursachte die erste große Welle von *barriada*-Neubildungen in Lima. Tausende Limeños, vor allem in den Vierteln Callao und *Chorillos*, verloren ihren Wohnungen. Da es an bezahlbarem Wohnraum mangelte, siedelten viele der obdachlosen Familien in die bereits bestehenden *barriadas* wie *Puerto Nuevo* über oder gründeten neue Siedlungen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 224).

In der Phase von 1946 bis 1947 erfolgte die Gründung der Siedlung *San Cosme*. Die Neugründung dieser *barriada* ist daher von Bedeutung, da erstmals ein privates Grundstück

durch organisierte Invasion besetzt wurde. Bei den vorangegangenen handelte es sich um Gebiete in Staatsbesitz (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 225). Ab 1940 bildeten sich an den damaligen nord- und nordöstlichen Randzonen Limas – an den Hügeln *San Comse*, *El Augustino*, *San Christobal*, *Altillo* und *Arrastre Bajo*, sowie am linken und rechten Rímac-Ufer – in immer kürzeren Abständen neue *barriadas*. Komplettiert wurde der *barriada*-Gürtel, der von den Ufern des Río Rímacs bis zum *Cerro El Augustino* reichte, durch den intensiv zunehmenden Verfall des innerstädtischen Wohnraums (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 228f.). Bis Ende der 40er Jahre lebten schätzungsweise etwa 250.000 Menschen in 55 *barriadas* (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 227). Kennzeichnend für die ersten *barriadas* war ihre Konzentrierung auf kleinere, agrarisch oder wirtschaftlich nicht nutzbare Flächen in unmittelbarer Nähe der bebauten Gebiete von Lima und Callao. Die *barriadas* der ersten Stunde wiesen so einen relativ guten Zugang zu Industriegebieten und zur Altstadt auf (vgl. BÄHR 1995, S. 178).

Politische Rahmenbedingungen der ersten Phase der *barriada*-Entwicklung

Erste Ansätze einer offiziellen Städte- und Wohnungsbaupolitik, die sich dem voranschreitenden urbanen Elend annahm, war erst unter Präsident Benavides (1933 - 1939) zu erkennen. Der Umfang der Baumaßnahmen war jedoch viel zu gering, um eine städtebauliche Dimension zu erreichen oder eine ernsthafte Lösung des Wohnungsproblems bereitzustellen, das sich bereits Mitte/Ende der 30er Jahre abzeichnete. SÁNCHEZ und CALDERÓN (1980, S. 30f.) hingegen datieren den Beginn einer offiziellen Städte- und Wohnungsbaupolitik auf das Jahr 1946 mit der Gründung der *Corporación Nacional de Vivienda* und des *Oficina Nacional Planeamiento Urbano*. Die Kompetenzen dieser Institutionen umfassten die Planung, die Sanierung, den Neubau, die Verwaltung und die Kreditgewährung. Ziel der beiden Einrichtungen waren städtebauliche Maßnahmen für niedrige Einkommensklassen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 231).

Unter Präsident General Manuel Odría (1948 - 1956) erlangte das Problem der städtischen Verelendung erstmals politische Priorität. Im Grunde setzte Odría die Politik seiner Amtsvorgänger Benavides und Bustamante fort und forcierte den Bau von Wohneinheiten für sozial schwächere Schichten. In den Jahren zwischen 1949 und 1951 wurden unter der Federführung Odrías zwei weitere Organisationen gegründet, die im Allgemeinen eine Verbesserung der Lebensbedingungen von Arbeitern und Angestellten herbeiführen sollten: die *Junta de Obras Públicas* und den *Fondo Nacional de Salud y Bienestar Social*. Im Gegensatz zu den Vorgängerregierungen nutzte das Regime Odría die Städte- und

Wohnungsbaupolitik dazu, seine Macht zu konsolidieren und sie als Mittel einer neuen politischen Strategie zu instrumentalisieren. Diese Vorgehensweise wurde in den kommenden Jahrzehnten immer wieder gerne von Regierungen angewandt und gilt als eine der Hauptursachen für die unkontrollierte Ausdehnung des Stadtkörpers und der damit einhergehenden infrastrukturellen Mangelversorgung in den Marginalsiedlungen von Lima (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 230f.).

Als Odría mithilfe von Agrarexport-Oligarchen an die Macht gekommen war, ging er rigoros gegen Arbeiter, Gewerkschaftsbewegungen und Kommunisten vor. Die Macht dauerhaft zu sichern, war aber nur mit Unterstützung der Basis der Arbeiterpartei und der Gewerkschaften möglich, die wiederum einen Großteil der *barriada*-Bevölkerung repräsentierten. Die positive wirtschaftliche Entwicklung Perus nach dem Zweiten Weltkrieg und während des Koreakriegs erlaubte es dem Regime, Lohnerhöhungen durchzusetzen, öffentliche Arbeitsprogramme in Lima zu initiieren, den Wohnungsbau für sozial schwache Familien voranzutreiben und vor allem der ärmlichen *barriada*-Bevölkerung Wohltätigkeiten zukommen zu lassen. Die *barriada*-Bewohner Limas sollten so zur tragenden Säule des Odría-Regimes gemacht werden. Die Politik gegenüber den Marginalsiedlungen und den dort lebenden Menschen war nunmehr nicht nur von städtebaulich-sozialer Art, sondern sollte vor allem dazu dienen, das System Odrías zu stabilisieren. Odría wollte eine paternalistische Abhängigkeit der Armen von den Herrschenden schaffen. Indem die Odría-Administration einklagbare Rechte, wie die Vergabe von Eigentumstiteln auf Grundstücke verweigerte, waren die *barriada*-Bewohner – die ihre Behausungen zumeist auf staatlichen Grund errichtet hatten – letztendlich vom Wohlwollen des Präsidenten abhängig. Die Bewohner der Randsiedlungen mussten daher jeden Tag mit der Eventualität rechnen, von Polizei oder Militär gewaltsam vertrieben zu werden – ohne eine Überlebensalternative zu besitzen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 232).

Das Hauptproblem der *barriada*-Politik Odrías lag jedoch in der gezielten Förderung von Landbesetzungen und Invasionen. Odría ging dazu über, Landbesetzungen im Nachhinein öffentlich oder informell zu autorisieren und schuf so eine zentrale Bedingung für die Entwicklung der Marginalviertel. Durch diese Maßnahmen gelang es Odría, billige Bau- und Wohnflächen zur Verfügung zu stellen und sich die Loyalität von Hunderttausenden zu sichern, ohne sich jedoch Gedanken zu machen, wie die neu entstandenen *barriadas* in naher Zukunft mit öffentlichen Gütern und Infrastruktur versorgt werden sollten – ein ernüchternder Zustand, der in vielen Marginalsiedlungen Limas bis dato andauert (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 232).

Die Politik Odrías ist insoweit als problematisch zu bewerten, da auf der einen Seite eine Entpolitisierung der *barriada*-Bewohner erfolgte. Auf der anderen führte sein Vorhaben, die Bevölkerung der Marginalsiedlungen als Systemstabilisator zu benutzen, zu einer latenten Politisierung derselben. Die *barriadas* wurden so Teil des politischen Systems (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 233).

Das Odría-Regime ebnete so den Weg für hunderte illegale Landinbesitznahmen in den kommenden Jahrzehnten. Eine Vielzahl der in dieser Periode entstandenen *barriadas* konnte sich bis heute nicht vollständig konsolidieren und werden bereits durch Prozesse der Verslumung⁵ erfasst.

Die zweite und dritte Phase der *barriada*-Entwicklung

PLÖGER (2006) bezeichnet die zweite Phase der *barriada*-Bildung als „klassische Expansionsphase“. Diese Periode umfasste den Zeitraum zwischen 1954/55 bis 1984 und wurde gekennzeichnet von einer massiven Zuwanderungsbewegung. Im Vergleich zur ersten Phase änderte sich die Landnahme insofern, als nunmehr vermehrt Niederlassungen außerhalb des besiedelten Stadtkörpers – auf brachliegendem Staatsgebiet – entstanden. In der ersten Phase entstanden die *barriadas* vorwiegend innerhalb des bewohnten Stadtkörpers. Seit den 1960er Jahren war der Staat jedoch gezwungen, eine tolerantere Haltung gegenüber den illegalen Landbesetzungen einzunehmen. Diese Haltung resultierte aus dem Mangel an verfügbarem und bezahlbarem Wohnraum. So gehen einige der größten *barriadas* wie *Villa El Salvador*, *Huaycán* oder *Mi Perú* nicht auf illegale Landbesetzungen zurück. Diese von staatlicher Seite gestützten *barriadas* wurden über Kreditprogramme sowie städtebauliche und technische Maßnahmen gefördert. Die Niederlassungen der zweiten Phase konnten daher einen höheren Konsolidierungsgrad erreichen und formen die Keimzellen der heutigen *conos* (vgl. PLÖGER 2006, S. 60, ZOLEZZI 2003, S. 203). Vor allem gegenüber semilegalen Hüttsiedlungen nahmen Staat und Regierung seit Mitte der 70er Jahre eine lockere Haltung ein. Wollte man nicht Unsummen an Mittel investieren, war die Tolerierung von informellen Siedlungen der einfachste Weg, die Wohnmisere der unteren Sozialschichten zwar nicht zu lösen, aber dennoch erheblich zu mindern. Die befürchteten sozial- und innenpolitischen Spannungen konnten dadurch nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wurden aber bis zu einem gewissen Grad kalkulierbarer. Stadtplanerische Aspekte wie das Bedürfnis der

⁵ Das UN-HABITAT definiert ein Slum als eine Siedlung, in der mehr als die Hälfte der Einwohner in unzumutbaren Unterkünften ohne grundlegende Versorgungseinrichtungen wie Eigentumsrechte, Zugang zu sauberem Wasser, Zugang zu sanitären Einrichtungen und ohne ausreichenden Wohnraum leben.

Bewohner nach einer funktionierenden Infrastruktur wurden hierbei jedoch außen vor gelassen bzw. zunächst nicht beachtet (vgl. BÄHR 1995, S. 145f.).

In den 80er Jahren verlangsamte sich das rasante Tempo des expansiven Flächenwachstums. Der Wunsch der Menschen eigenes Wohneigentum zu besitzen, bestand nach wie vor, jedoch verhinderte das Zusammenwirken von verschiedenen Faktoren eine weitere Ausdehnung. Vor allem die weitgehende Erschöpfung von bebaubarem Grund an den Stadträndern und die nicht mehr zumutbaren Pendlerentfernungen zu eventuellen Arbeitsstätten schränkten das Wachstum der *barriadas* ein. Es wurden zwar vereinzelt Versuche unternommen, innerhalb oder am Rande der informellen Siedlungen Industriegebiete auszuweisen, um somit Arbeitsplätze zu schaffen und der Informalität ein Stück weit entgegenzuwirken, jedoch waren diese Vorhaben nicht sehr wirksam. Ebenso zeichnete sich eine allmähliche Verdichtung des Wohnraums in den *barriadas* ab. Darüber hinaus wurden auch kleinste Baulücken und extreme Hanglagen bebaut (vgl. BÄHR 1995, S. 178f.).

Die dritte und letzte Phase der *barriada*-Bildung setzte Ende der 80er Jahre ein. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um kleinere informelle Marginalsiedlungen – die sog. *barriaditas*. Allein zwischen 1993 und 1997 entstanden im Raum Lima 833 neue *barriadas*, in denen bis heute über 400.000 Menschen leben. Die *barriaditas* entstanden wie die Siedlungen der ersten Phase in enger Abhängigkeit zum bestehenden Stadtkörper. Diese bezogen sich aber nicht auf den konsolidierten Teil der Stadt, sondern vielmehr auf die *conos*. Dieser Umstand begünstigte die fortschreitende Ausuferung des Stadtkörpers. Die Erschließung der Niederlassungen der dritten Phase mit städtischer Infrastruktur wird durch die Tatsache erschwert, dass die Besiedlungen auf dafür ungeeignetem Wüstenboden oder an steilen Berghängen errichtet wurden. Eine nachträglich infrastrukturelle Erschließung ist mit einem enormen Aufwand und hohen Kosten verbunden. Bei den Bewohnern der *barriaditas* handelt es sich kaum noch um Migranten aus anderen Teilen des Landes. Die meisten sind Kinder der ersten und zweiten Zuwanderungsgeneration (vgl. PLÖGER 2006, S. 60, BARREDA & RAMÍREZ 2004, S. 208).

In den 1990er Jahren forcierte der peruanische Staat die Formalisierung von Marginalsiedlungen. Ziel war es, die armen Bevölkerungsteile stärker an die Regierung zu binden. Des Weiteren glaubte man durch eine erhöhte Rechtssicherheit der Besitztitel, die Marginalsiedlungen stärker in marktgesteuerte Kreisläufe einbinden zu können und so dem informellen Wirtschaftssektor entgegenzuwirken. Letzteres war nur bedingt von Erfolg gekrönt. Nach eigenen Angaben gelang es der 1996 gegründeten „Kommission zur Formalisierung informellen Eigentums“, zwischen 1996 und 2005, mehr als 650.000

Besitztitel zu verleihen. Mit dieser Politik wurde ein Schlussstrich unter die Vorgehensweise vorangegangener Regierungen gezogen, den Mangel an Wohnraum für untere Sozialschichten über öffentliche Wohnungsbauprogramme zu beheben bzw. groß angelegte Umsiedlungsaktionen wie im Falle der *barriada Villa El Salvador* gezielt zu unterstützen oder zu tolerieren (vgl. PLÖGER 2006, S. 60f., RIOFRÍO 2004, S. 100).



Abb. 14.: Die an einem Steilhang gelegene *barriada* *La Nueva Rinconada* im Süden von Lima in *San Juan de Miraflores*, Quelle: Eigene Photographie.

2.3.3. Die illegale Landnahme: von der Besetzung bis zur Legalisierung

Die einzelnen Schritte des Legalisierungsprozesses von Grundeigentum werden wegen der Komplexität und des Umfangs an dieser Stelle nur kurz skizziert.⁶

Seit dem Gesetz 13517 vom 14. Februar 1961 besteht in Peru die Möglichkeit zur Legalisierung von widerrechtlich besetztem Land. Vor diesem Gesetzeserlass bestand für die Bewohner der *barriadas* die tägliche Gefahr der gewaltsamen Vertreibung – ob sie das Land nun durch Invasion, mit offizieller Duldung oder gar durch Förderung erhalten hatten. Ohne eine formale Legalisierung haben die Anwohner weder ein Anrecht auf ihren Grundbesitz (der durch Besetzung des besagten Landes erworben wurde), noch haben sie einen Anspruch auf die Grundversorgung mit öffentlicher Infrastruktur. Das Gesetz 13517 verbot zugleich neue Invasionen. Aufgrund der wachsenden Verelendung und Metropolisierung waren künftige Invasionen jedoch unausweichlich. Auch repressive Maßnahmen der späteren Militär- und Zivilregierungen konnten diese Entwicklung nicht stoppen. Also ging man dazu

⁶ Der Legalisierungsprozess von Grundeigentum in Marginalsiedlungen: vgl. hierzu STAPELFELDT 1990, S. 325-330, CALDERÓN & OLIVERA 1979, S. 60-74, sowie QUEDENA & VILLAVICENCIO 1984, S. 28-40.

über, die Tendenz hinzunehmen. Die Rechtsstatuten der besetzten Ländereien unterscheiden sich maßgeblich. Nach COLLIER (1978) wurden ca. 50 % der Elendsviertel auf Staatsgebiet errichtet, weitere 15 % auf Privatland und mehr als ein Drittel auf Gebieten mit ungeklärtem Besitztitel. Auf letzteres erheben in manchen Fällen mehrere Personen gleichzeitig einen Eigentumsanspruch. Diese Rechtsunsicherheit ist zum Teil in der peruanischen Verfassung verankert. Demnach kann eine Privatperson Staatsland in Besitz nehmen, wenn das Territorium landwirtschaftlich oder zur Gewinnung von Bodenschätzen genutzt werden soll. Wird das Land nicht entsprechend genutzt, fällt es wieder an den Staat zurück. Erst 20 Jahre nach der Besitzerteilung kann das Grundstück für den Wohnungsbau verwendet werden – vor allem diese Regelung wird immer wieder missachtet. Allzu oft kommt es vor, dass Personen Rechtsansprüche auf okkupiertes Land geltend machen, wobei die Forderung nicht eindeutig juristisch belegt werden kann (zum Teil existiert keine staatliche Registrierung von Grundeigentum). In der Vergangenheit wurden diese Ansprüche nicht selten mit Gewalt durchgesetzt. Ob die Okkupanten vertrieben werden oder bleiben dürfen bzw. geduldet werden, hängt nicht zuletzt von der Wichtigkeit des besetzten Territoriums ab. Handelt es sich um Privatland, erfolgt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gewaltsame Vertreibung. Handelt es sich um Land in Staatsbesitz, das für eine bestimmte Funktion vorhergesehen ist (z.B. Industrieansiedlung etc.) gilt dasselbe. Bei staatlichem Land ohne stadtplanerische Bedeutung kann es sein, dass die Besetzung ohne Folgen bleibt. Ebenso verhält es sich, wenn die Bewohner politisch unterstützt werden (siehe 2.4.2.) (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 323f.).

Die Legalisierung von Grundeigentum ist ein komplizierter und langwieriger Prozess und kann aus politischen und juristischen Gründen nur organisiert geführt werden. Die peruanische Bürokratie weist eine starke interne Hierarchie und Differenzierung auf. Jedes Verfahren ist strengstens geregelt und Teil eines exakten Gesamtmechanismus. Andererseits werden die bürokratischen Prozesse von einem System aus persönlicher Abhängigkeit, persönlicher Machtausübung, gegenseitigen Vergünstigungen und Korruption überlagert. Um seine Rechtsansprüche durchzusetzen, sind gute Rechtskenntnisse und eine sachliche Argumentation weniger von Bedeutung. Vielmehr kommt es darauf an über Kenntnisse der Person zu verfügen, die mit der Angelegenheit betraut ist. Ebenso ist es unabdingbar, sich die Unterstützung einflussreicher Personen zu sichern. Der peruanische Verwaltungsapparat orientiert sich nicht an formalen Regeln, sondern an persönlicher Macht. Die Bewohner einer *barriada* können die Legalisierung ihrer Ansprüche nur durch langen und zähen Kampf,

unendlicher Geduld, Unterwerfung, Mobilisierung, öffentlicher Aufmerksamkeit und Unterstützung erlangen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 324f.).

Sind die Bewohner legale Eigentümer des von ihnen bewohnten Grundstücks, sind sie nicht länger von einer Vertreibung bedroht. Der Prozess kann sich aber über viele Jahre, sogar Jahrzehnte erstrecken und erfordert einen täglichen Kampf mit der Bürokratie. Darüber hinaus ist der Kampf um die Anerkennung des Grundeigentums mit enormen finanziellen Aufwendungen der Bewohner verbunden (Bezahlung von Ingenieuren, Gutachten, Beamten, Bearbeitungsgebühren etc.). Neben den bürokratischen und finanziellen Hürden ist vor allem eine funktionierende Bewohner-Organisation unentbehrlich. Folglich sind in Lima nur wenige *barriada*-Bewohner Eigentümer ihres Grundstücks. Auch in älteren *barriadas* wie *Leticia* liegt der Eigentümeranteil nur bei 38 %. Insgesamt sind weniger als 30 % der Bewohner von Marginalsiedlungen in Lima Grundstücksbesitzer. Die Anzahl der legalisierten Grundstücke hat sich aufgrund der Verleihung von Besitztitel Mitte/Ende der 90er Jahre deutlich erhöht, was aber nichts daran ändert, dass noch immer ein Großteil der *barriada*-Bewohner auf illegal erworbenen Grundstücken lebt. Daher wäre es wünschenswert, den Prozess der Legalisierung in Zukunft zu entbürokratisieren und die verantwortlichen Behörden mehr in die Verantwortung zu ziehen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 330f., PLÖGER 2006, S. 60f.).

2.3.4. Mögliche stadtstrukturelle Ursachen für die Probleme bei der Grundversorgung in den *barriadas*

Ungeklärte Besitzverhältnisse in den Marginalsiedlungen

Ausgehend von dieser Entwicklung sind folglich vor allem die Marginalsiedlungen der peruanischen Hauptstadt von einer stark defizitären Grundversorgung, sowie von einem hohen Grad an Umweltverschmutzung betroffen. Die ungeklärten Besitzverhältnisse in den *barriadas* tragen im Wesentlichen zur infrastrukturellen Unterversorgung der Marginalsiedlungen bei. Liegt kein offizieller Besitztitel vor, existieren die Behausungen der *barriada*-Bevölkerung nicht. Demnach entfällt auch der Anspruch auf eine Versorgung mit öffentlichen Gütern wie eben der Trinkwasserversorgung. Zumal haben der Wasserversorger SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) und die Behörden nur ein geringes Interesse die Marginalsiedlungen der Stadt mit Wasser zu versorgen bzw. diese an das zentrale Rohrleitungssystem anzubinden. Dies liegt zum einen an der schwierigen baulichen Erschließbarkeit der Siedlungen und zum anderen an der geringen Zahlungsfähigkeit der Bewohner und das damit verbundene finanzielle Risiko der

Betreibergesellschaft. Das Gesetz 13517 aus dem Jahr 1961 beinhaltet bis auf wenige Ausnahmen auch die Installation einer Grundversorgung. Der Anspruch auf Grundversorgung ist aber Bestandteil des Prozesses der Legalisierung von Grundeigentum und trägt zu dessen außerordentlicher Dauer bei (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 344).

Dezentralisierung: Stärkung oder Schwächung der Distriktebenen?

Die neoliberale Wirtschaftspolitik und die internationalen Finanzinstitutionen veranlassten den peruanischen Staat dazu von seiner stark zentralistisch geprägten Regierungsform ein Stück weit abzurücken und eine gemäßigte Politik der Dezentralisierung zu verfolgen. Eine Dezentralisierung der staatlichen Strukturen sollte die Distriktebenen stärken und die öffentlichen Gelder an die lokale Situation angepasst verteilen (vgl. PLÖGER 2006, S. 66).

ROBERTS (2003) betrachtet eine solche Politik als problematisch, sobald der Staat lediglich Verantwortung auf die lokale Verwaltung überträgt, ohne jedoch die lokalen Akteure auf ihre neugewonnenen Kompetenzen vorzubereiten oder sie dementsprechend finanziell auszustatten. Im Idealfall sollte eine Dezentralisierung die Mechanismen der Bürgerbeteiligung stärken und eine fühlbare Verbesserung auf der lokalen Handlungsebene bewirken. Eine partizipativ ausgerichtete Lokalpolitik kann es den Behörden ermöglichen, zusammen mit der Bevölkerung zeitnah auf Probleme zu reagieren und diese zu lösen (vgl. ROBERTS 2003, S.56f.).

Während der Regierungszeit des autoritären Präsidenten Fujimori (1990-2000) fand Mitte der 90er Jahre eine Umstrukturierung der Behördenhierarchie statt. Diese war durch eine ambivalente Konstellation aus Machtkonzentration und Dezentralisierung gekennzeichnet (vgl. CALDERÓN 1999, S. 2). Einerseits wurden verschiedene Verantwortungsbereiche auf oberster Regierungsebene konzentriert, andererseits die Distriktverwaltungen mit mehr Befugnissen ausgestattet. Als Ausgleich wurden die regionalen Verwaltungsebenen (Department- und Provinzverwaltung, sowie Metropolbehörde von Lima) in ihrer Entscheidungsgewalt beschnitten. CALDERÓN (1999, S. 6) sieht in dieser Vorgehensweise die behördliche Zersplitterung Limas in „überforderte Distrikte“. Die Schwächung der Metropolebenen macht es nahezu unmöglich übergeordnete Ansätze einer Stadtentwicklungspolitik zu verwirklichen. Das IMP (*Instituto Metropolitana de Planificación*), das für die Stadtplanung auf Metropolebene zuständig ist, verfügt praktisch über keine Befugnisse, um eine integrierte, langfristig angelegte Stadtentwicklungspolitik zu betreiben (vgl. CASTRO-POZO 2000, S. 105).

Die Distrikte verfügen vor allem im Bereich der Stadtplanung und dem Bauwesen nur über wenige Rechte. Der Haushalt der einzelnen Distrikte wird zu einem großen Teil durch eine Ausgleichszahlung des Staates bestritten. Diese Zahlung orientiert sich an der Einwohnerzahl, sowie an einer lokalen Steuer (hauptsächlich auf Immobilien- und Grundstückseigentum). Dadurch stehen den Distrikten in unterschiedlicher Höhe Haushaltsmittel für die Leistungsversorgung ihrer Bürger zur Verfügung. Steuerzahler, die in einem wohlhabenden Distrikt wie in *La Molina* leben, besitzen eine höhere Zahlungsfähigkeit und können daher auch höhere lokale Steuersätze entrichten. Dies führt in der Regel zu einer umfangreicheren Leistungsversorgung seitens der Distriktverwaltung. Die Mehrheit der Bevölkerung in den ärmeren Distrikten bezahlt keine Steuern. In *El Agustino* liegt die Steuerquote bei 10 %, in *Comas* etwa bei 20 %. Selbst in einigen Distrikten der konsolidierten Stadt wie in *Barranco* oder *Breña* entrichten nur etwa 40 % der Haushalte die Lokalsteuer. Dies geschieht aus folgenden zwei Gründen: Zum einen fehlt es den Bewohnern der ärmeren Vierteln an den finanziellen Mitteln, um die Lokalsteuer begleichen zu können und zum anderen erfüllen aus der Sicht der Bewohner viele Distriktverwaltungen ihren Versorgungsauftrag nicht oder nur unzureichend. Hieraus ergibt sich aus einer Fehlentwicklung die nächste. Fehlt es den Distrikten an Budget, können auch die Aufgaben nur unzureichend erfüllt werden. Die meisten *barriadas* fallen in den Verwaltungsbereich der *conos* bzw. deren Stadterweiterungen in südlicher, nördlicher oder östlicher Richtung. Aufgrund der schlechten finanziellen Lage der in den *conos* gelegenen Distrikte ist es den einzelnen Verwaltungen nicht möglich, sich den Missständen in den *barriadas* anzunehmen. Daher ist es beispielsweise für ärmere Distriktverwaltungen wie *Comas*, *Ventanilla* oder *Puente Piedra* oftmals einfacher, die illegalen Marginalsiedlungen in ihrem Urzustand zu belassen und sich so ihrer Probleme nicht annehmen zu müssen – da diese rein rechtlich nicht existieren und somit keinen Anspruch auf öffentliche Leistungen haben. Nach Aussagen der schweizerischen NGO Aynimundo kam es in der Vergangenheit schon mehrmals zu Rechtsstreiten zwischen zwei Distrikten, als der Grundbesitz von *barriada*-Bewohner nachträglich legalisiert wurde. Die Streitfrage war hierbei der Verlauf der Distriktgrenzen und welche Verwaltung in Zukunft die öffentlichen Aufgaben in der *barriada* übernehmen muss. Folglich bewirkt die Dezentralisierung eine tendenzielle Verstärkung der sozialen Ungleichheit, da den ärmeren Distrikten die nötigen Haushaltsmittel fehlen, die Missstände zu beheben (vgl. PLÖGER 2006, S. 68f., EL COMERCIO 2005, Interview mit Jan Weber von der NGO Aynimundo, geführt am 15.4.2013, Barranco/Lima).



Abb. 15: Aufgrund fehlender finanzieller Mittel fehlt es vor allem in den Distrikten der *conos* an Investitionen in die öffentliche Infrastruktur, Straße im Distrikt *Comas*, Quelle: Eigene Photographie.

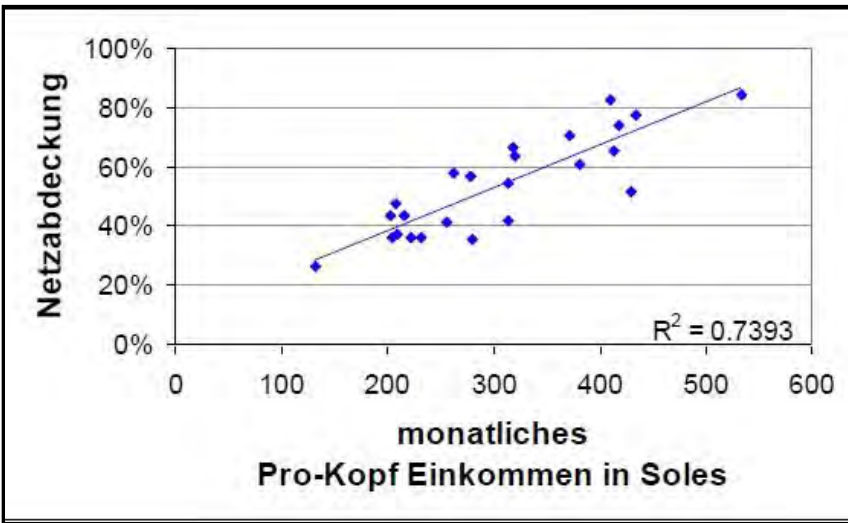


Abb. 16: Netzabdeckung in Abhängigkeit zum monatlichen Einkommens. Je höher das Einkommen, umso höher ist auch die Netzabdeckung, Quelle: BAUER 2010, verändert nach INEI 2007, PNUD 2009.

Distrikte	Alle Haushalte	Öffentlicher Anschluss innerhalb der Wohnung	Öffentlicher Anschluss außerhalb der Wohnung aber innerhalb des Gebäudes	Öffentlicher Wasseranschluss (genutzt von mehreren Haushalten)	Brunnen	Tanklastwagen (camiones cisternas)	Fluss	Andere
TOTAL	1227455	66,6	7,8	7,6	3,2	12,9	0,6	1,3
LIMA	71818	74	18	5,3	0,4	0,8	0,1	1,4
BARRANCO	9020	81,7	15,6	1,6	0,1	0,1	-	0,9
CARABAYLLO	20800	61,9	3,8	7,1	5,8	15,3	3,3	2,8
CHACLACAYO	6557	48,8	2,9	2,5	41,3	2,4	0,9	1,2
CHORRILLOS	38059	62,9	5,9	5,7	5,5	18,8	0,2	1
COMAS	68064	75,7	4,4	4,4	2,5	11	0,3	1,7
EL AGUSTINO	25239	58,8	6,2	17,1	1,7	13,9	0,4	1,9
LA MOLINA	15379	86	4,5	3,4	1,4	3,2	0,1	1,4
LA VICTORIA	48192	74,2	17,3	6,2	0,5	0,5	0	1,2
LOS OLIVOS	44573	53,8	2,2	16,1	0,6	25,6	0,6	1,1
MIRAFLORES	22597	85,2	13,3	0,9	0,1	0,2	0	0,3
PUENTE PIEDRA	20259	25,2	2,9	25,3	25	18,2	1,5	2,1
RIMAC	36617	74,4	14	5,3	0,5	4,5	0,1	1,2
SAN BORJA	20296	91,7	5,5	2,1	-	0,1	0,1	0,5
SAN ISIDRO	15826	86,1	13,2	0,2	0,1	0,2	0	0,1
S.J. DE LURIGANCHO	110148	50	6,1	7,2	4,6	30,1	0,6	1,4
S.J. DE MIRAFLORES	51930	58,2	2,2	11,2	2,9	24	0,4	1,1
S.M. DE PORRES	69466	76	7,2	8,8	1,5	5,6	0,2	0,7
SANTIAGO DE SURCO	40559	84	7,1	4,8	1,1	1,7	0,1	1,2
VILLA EL SALVADOR	53018	61,3	4,7	4,3	3,2	24,7	0,3	1,7
CALLAO	68043	66,8	7,7	13,2	2	8,4	0,1	1,9
VENTANILLA	22739	28,3	1,4	24,9	3,3	40,8	0,4	0,9

Tab. 1: Die verschiedenen Anschlussvarianten in Prozent anhand ausgewählter Distrikte; die Tabelle gibt Auskunft darüber wie stark die Netzabdeckung mit dem Einkommen bzw. den Sozialschichten in den ausgewählten Distrikten korrelieren; grün = Oberschicht, obere Mittelschicht und Mittelschicht, gelb = untere Mittelschicht, aufsteigende Unterschicht, rot = typische Unterschicht, untere Unterschicht und Schicht in extremer Armut, Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach INEI 2007 und APOYO 2003, Plöger 2006.

3. Die Problematik der zentralen Wasserversorgung in der Metropolregion Lima

3.1 Ausgangssituation: Einführung in den Standort Lima

Wie eingangs bereits erwähnt ist der Anteil an Stadtbewohnern die in Südamerika und in den Ländern der Karibik ohne einen ausreichenden Zugang zu sauberem Trinkwasser⁷ auskommen müssen erschreckend hoch. In den genannten Regionen liegt die Rate der Stadtbewohner die nicht an das öffentliche Wasserversorgungsnetz angeschlossen sind zwischen 20 bis 30 %. Laut dem INEI beträgt die Versorgungsrate der Stadt Lima rund 82 % (Stand 2008)⁸. Auf den ersten Blick erscheint diese Angabe sehr vielversprechend. De facto bedeutet es aber, dass etwa 18 % der Bevölkerung Limas nicht an das öffentliche Wassernetz angeschlossen sind – also mehr als eine Mio. Menschen. Die Betroffenen leben zumeist in Marginalsiedlungen oder informell errichteten Niederlassungen (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 99f.). Oftmals sind die errichteten Gebäude/Behausungen in den Marginalsiedlungen illegal auf widerrechtlich besetztem Land gebaut, d. h. die Hauseigentümer verfügen über keinen Besitztitel. Hieraus ergibt sich ein schwerwiegendes Problem. Aufgrund der ungeklärten Besitzverhältnisse ist es für die Versorgungsgesellschaften sehr riskant Wasser- und Abwasserleitungen in illegal erbaute Siedlungen zu verlegen. Darüber hinaus sind Städte wie Lima chaotisch gewachsen. Die meisten Ansiedlungen sind jenseits offizieller Baupläne oder Vorschriften errichtet worden. Die Ausdehnung des Stadtkörpers erfolgte ohne annähernd ausreichendes Flächenmanagement. Der Anschluss an das zentrale Wasserversorgungsnetz ist für die Versorgungsgesellschaften selten kosteneffektiv. Der Anschluss von Marginalsiedlungen an das Versorgungsnetz ist mit einem enormen planerischen und finanziellen Aufwand verbunden. Häufig fehlt es den Versorgern aber auch an den erforderlichen Kapazitäten eine flächendeckende Wasserversorgung zu garantieren oder einfach an der notwendigen Verantwortung gegenüber den benachteiligten Verbrauchergruppen (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 100f.).

Ein stadtweites Wasserversorgungsnetz in Lima zu errichten, wäre zwar wünschenswert aber vielerorts schlicht unfinanzierbar und aufgrund der geographischen Lage vieler *barriadas* an Steilhängen bautechnisch sehr schwierig zu realisieren. Daher müssen Mittel und Wege gefunden werden, um eine bessere Versorgung für einkommensschwache und derzeit nicht

⁷ Die WHO geht davon aus, dass eine fünfköpfige Familie pro Tag etwa 250 Liter Wasser benötigt, um Mindestbedürfnisse wie Trinkwasser, Kochen, Abspülen, Putzen, Körperreinigung, Wäschewaschen und Putzen befriedigen zu können.

⁸ Die Angaben schwanken jedoch sehr stark zwischen 82 und 89 %. Da die Bewohner von illegalen Marginalsiedlungen nicht in offiziellen Statistiken und Umfragen erscheinen, ist die tatsächliche Versorgungsrate deutlich niedriger einzuschätzen. Darüber hinaus beinhaltet die Versorgungsrate von 82 % nicht nur netzgebundene Anschlüsse, sondern auch öffentliche Brunnen und Anschlüsse außerhalb der Wohnung (FOVIDA 2011).

versorgbare Gruppen zu erreichen. Hierbei stellt sich auch die Frage der Kostenreduzierung und der Erreichung eines höheren Kostendeckungsgrads.

Neben den durch die Stadtentwicklungsprozesse verursachten Engpässen in der Wasserversorgung leidet die Metropole auch an einem klimatisch verursachten Wasserstress. Zwei Faktoren beeinflussen die Wasserbilanz der peruanischen Hauptstadt negativ: zum einen das hyperaride Küstenklima (weniger als 20 mm Jahresdurchschnittsniederschlag) und zum anderen das rapide Abschmelzen der Kordillerengletscher, sowie die immer unregelmäßigeren Niederschlagsmengen in den Zentralanden. Die Arbeit behandelt zwar schwerpunktmäßig die durch fehlendes Flächenmanagement und unkontrollierter Ausdehnung des Stadtkörpers hervorgerufenen Wasserversorgungsprobleme, die klimabedingte Wasserknappheit darf in diesem Zusammenhang jedoch nicht unerwähnt bleiben (vgl. MINAM & SENAMHI, 2010)

3.1.1. Die Versorgungsgesellschaft SEDAPAL

Bis 1981 lag die Wasserversorgung Limas in den Händen der staatlichen Wasserwerke ESAL (Empresa de Saneamiento de Lima) ehe sie durch die neugegründete Gesellschaft SEDAPAL abgelöst wurde (vgl. STAPELFELDT, S. 344). Der staatliche Versorger SEDAPAL ist für die Wasserver- und -entsorgung in Lima verantwortlich. SEDAPAL wird als Kapitalgesellschaft geführt und untersteht dem Ministerium für Wohnungs-, Bau- und Sanitärwesen. In seinem operativen Geschäftsbereich ist das Unternehmen jedoch technisch, administrativ, wirtschaftlich und finanziell unabhängig (vgl. SEDAPAL 2009a, S. 12f.). Von den 49 Distrikten Limas werden 46 direkt von SEDAPAL versorgt, zwei weitere nur zu einem Teil und eine Dritte *municipalidad* regelt die Wasserversorgung eigenverantwortlich. Der Betreiber sammelt, behandelt und verteilt das Wasser für Haushalts-, Industrie- und Gewerbebezwecke (vgl. SEDAPAL 2009b, S. 8).

3.1.2. Die Wasserressourcen der Metropolregion Lima

Im November 1981 veröffentlichte der neugegründete Wasserversorger SEDAPAL einen neuen Versorgungsplan (Plan Maestro de Agua Potable y Desagüe para Lima Metropolitana). In diesem Plan wurden die Hauptquellen benannt, die in Zukunft die Versorgung der Stadt sicherstellen sollten: der Río Rímac (31m³/sec), der Río Chillón (8,8 m³/sec) und der Río Lurín (4,1 m³/sec). Außerdem bestehen noch die Möglichkeiten den Río Mantaro (16 m³/sec),

den Río Mala (6 m³/sec), den Río Chancay (6 m³/sec) sowie Abwässer, Oberflächenwasser und Grundwasserreservoirs zu nutzen. (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 345).



Abb. 17.: Die natürliche Wasserscheide des Río Rímac zwischen den Wasserscheiden des Río Chillón und dem Río Lurín, Quelle: SENAMHI 2008.

3.1.3. Der Río Rímac – die Lebensader der Hauptstadt

Der Río Rímac mit einer Länge von nur 204 km ist entscheidend für die Versorgung der peruanischen Hauptstadt. Er entspringt in den Anden am Berg *Uco* in einer Höhe von etwa 5.100 m und passiert auf seinem Weg an die Pazifikküste den *Ticticocha See* auf einer Höhe von 4.697 m. Der Fluss wird zu einem großen Teil von abschmelzendem Gletscherwasser gespeist, wobei die genaue Menge an Gletscherabfluss bis jetzt noch nicht exakt festgestellt werden konnte (vgl. PAINTER 2007, S. 8).

Der Fluss durchquert in südwestlicher Richtung die Provinzen *Huarochirí* und *Lima*. Das Rímacbecken erstreckt sich über eine Fläche von etwa 3.400 km² mit insgesamt 23 Nebenflussläufen. Je nach Höhenlage unterscheidet man den Río Rímac in drei Flussabschnitte (vgl. PAINTER 2007, S. 8):

- 1.) Der höchstgelegene Abschnitt des Flusses (5.100 m - 3.500 m) mit häufigen Niederschlägen hat aufgrund der Gletscher, der natürlichen und z.T. auch künstlich angelegten Stauseen eine wichtige Speicherfunktion. Sie sammeln das Wasser und speisen das Rímacbecken in der Trockenzeit.

- 2.) Der mittlere Höhenabschnitt des Rímacs (3.500 m - 1.000 m), gekennzeichnet durch abnehmende Niederschläge, ist vor allem für die Wasserkraft von Bedeutung. Das Wasser wird in dieser Region aber auch intensiv für landwirtschaftliche Zwecke und der Versorgung von Haushalten verwendet.
- 3.) Im unteren Teil des Flusses (1.000 m und niedriger) gibt es nur noch sehr wenig Niederschlag. Das Wasser und die daraus gewonnene Energie kommen in der Metropolregion Lima zum Einsatz. In diesem Teilabschnitt findet die größte Verschmutzung des Flusses statt.

3.1.4. Wasserqualität und Umweltbelastung des Río Rímac und seinen Zuflüssen

Auf dem Weg in die Pazifikmetropole sind der Río Rímac und seine Zuflüsse einer Vielzahl von Umweltbelastungen ausgesetzt. Die Problematik der Wasserverschmutzung und die bedenkliche Trinkwasserqualität beeinflussen die qualitative Wasserbilanz der peruanischen Hauptstadt in einem erheblichen Maß.

Im Flussbecken des Rímacs befinden sich zahlreiche Bergabbaugebiete (sieben aktive Bergbauminen, 20 still gelegte Bergwerke und eine Raffinerie, Stand 1999), die das mit Schwermetallen angereicherte Minenabwasser zum Teil ungeklärt (in erster Linie Blei, Arsen, Cadmium, Zink und Kupfer) in die Flüsse abführen (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 345, MÉNDEZ 2005, S. 6f.). Im Jahr 2002 veröffentlichte das peruanische Bergbauministerium (MEM) eine Liste von 21 Bergbaukonzernen die über eine staatlich autorisierte Abbaugenehmigung von metallischen Rohstoffen in der Rímac-Region verfügen. Ob und wieviele Minen in der Region im Jahr 2002 in Betrieb waren und welche den Abbau bereits eingestellt haben, geht aus den Informationen des MEM nicht hervor.

Das Kerngebiet des Rohstoffabbaus konzentriert sich auf die Provinzen *Lima* und *Huarochirí* (beide Provinzen sind Teil des Departments Lima), genauer gesagt auf die Distrikte *Chicla*, *San Mateo Matucana*, *Surco*, *Huanza* und *Carampoma*. Im besagten Gebiet wird vornehmlich nach Kupfer, Zink, Silber und Blei geschürft. In den mineralreichen Abbaugebieten wird die Fördermenge seit Jahren kontinuierlich erhöht. So haben die größten Minenbetreiber der Region, *Los Quenuales S.A.* und *Peru Bar S.A.* ihre Fördermengen in den Jahren von 1999 bis 2004 um ein Vielfaches erhöht. Die Gesellschaft *Los Quenuales S.A.* hat seine Zink- und Bleiförderung verdoppelt. In derselben Zeitspanne hat *Peru Bar S.A.* die Zinkproduktion verdreifacht (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 4). 25 km nordöstlich von Lima befindet sich zudem

eine der größten Eisenerzraffinerien Südamerikas: *Cajamarquilla*. Die Raffinerie produziert vor allem hochwertiges Zink. Im Jahr 1999 erhöhte die Raffinerie ihre Produktion von 100.000 auf 120.000 Tonnen Zink. Nach Angaben des brasilianischen Betreibers *Votorantim* soll in Zukunft die Kapazität der Zinkraffinerie auf 320.000 Tonnen im Jahr erhöht werden. Für den Herstellungsprozess entnimmt die Anlage *Cajamarquilla* 1,0 m³/sec an Flusswasser, wobei eine Produktionssteigerung auch eine erhöhte Flusswasserentnahme impliziert. Die bei der Zinkherstellung⁹ anfallenden Schwermetalle Arsen, Cadmium oder Quecksilber gelangen nicht allzu selten in den Flusskreislauf des Rímacs (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 5, HANDELSBLATT 2007).

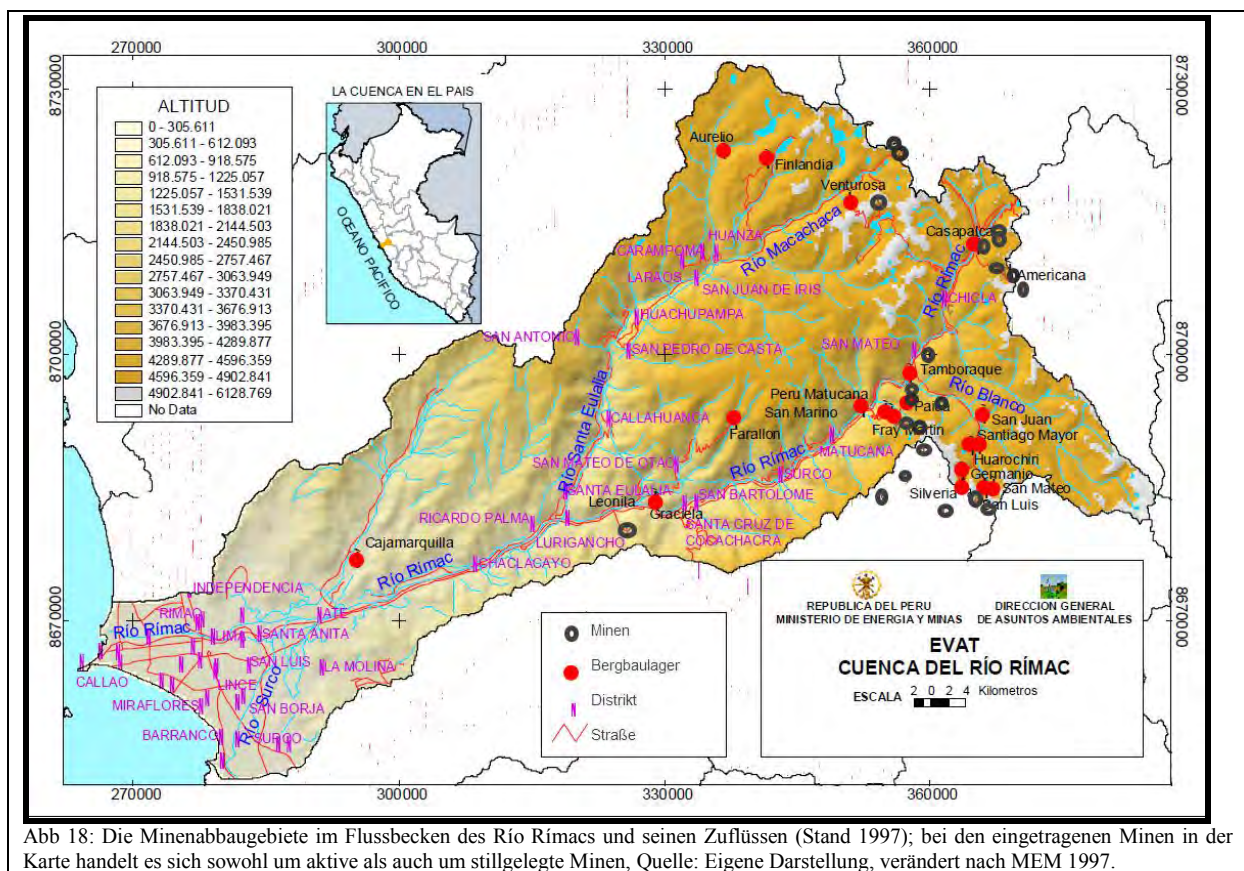


Abb 18: Die Minenabbauebiete im Flussbecken des Río Rímacs und seinen Zuflüssen (Stand 1997); bei den eingetragenen Minen in der Karte handelt es sich sowohl um aktive als auch um stillgelegte Minen, Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach MEM 1997.

Darüber hinaus durchläuft der Rímac landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen. So werden auch Pflanzengifte und Rückstände von Kunstdünger in den Fluss eingeleitet. Neben den industriellen und landwirtschaftlichen Verschmutzungen benutzen zahlreiche Dörfer den Strom auch für die Entsorgung des anfallenden Hausmülls und der Abwässer. Das mit biologischen und chemischen Schadstoffen verschmutzte Wasser erreicht so die größte Kläranlage Lima, *La Atarjea* (Distrikt *El Augustino*). Die Wasseraufbereitung in der

⁹ Vgl. Zink- und Cadmiumherstellung in: WIBERG, N. (2007): Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102., stark umgearbeitete und verbesserte Auflage, S. 1483-1488. - Berlin/New York.

Kläranlage entspricht nur bedingt westlichen Standards. Nach Angaben von SEDAPAL (2005) werden lediglich Polymere verwendet, um die Wassertrübung zu reduzieren. Um den pH-Wert des Wassers auf ein neutrales Niveau zu senken und Schwermetalle herauszulösen wird Kalziumoxid verwendet. Gegen organische Schadstoffe kommen Sandfilter und Chlor zum Einsatz. Die Maßnahmen sind aber nur bedingt dazu geeignet die Schwermetallrückstände im Trinkwasser zu eliminieren (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 19).

Da finanzielle Ressourcen und Kontrollinstanzen fehlen, ist das genaue Ausmaß der Vergiftung unbekannt bzw. gelangt nicht immer an die Öffentlichkeit. In manchen Fällen werden die Grenzwerte bestimmter Schwermetallbelastungen höher angesetzt, damit der Eindruck entsteht, die Wasserwerte des Rímacs seien unbedenklich. In jüngster Vergangenheit berichteten peruanische Medien vermehrt über mit Schwermetall verseuchtes Trinkwasser. Die größte peruanische Tageszeitung *El Comercio* warnte in der Ausgabe vom 22. Mai 2005 vor einer erhöhten Arsenkonzentration im Trinkwasser. Laboranalysen hätten ergeben, dass die Arsenkonzentrationen zwischen 0,011 und 0,012 mg/l den von der WHO festgesetzten Grenzwert von 0,010 überschreiten. Die Wasserproben wurden dem Bericht zufolge in verschiedenen Distrikten der Hauptstadt entnommen. Problematisch ist außerdem, dass nur die wenigsten Bewohner der Hauptstadt die gesundheitlichen Risiken von Schwermetallen in Trinkwasser und deren Folgen abschätzen können. In einem Bericht des MEM (Ministerio de Energía y Minas) aus dem Jahr 1997 wird die Belastung des Rimacwassers durch Schwermetalle zwar thematisiert, aber keine Aussage darüber getroffen welche Gefahren für Mensch und Umwelt bestehen. Ebenso wenig wird der Grad der Kontamination durch Schwermetalle wie Blei, Arsen oder Cadmium angegeben (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 345, MEM 1997, S. 24, MÉNDEZ 2005, S. 19).

In einer Studie von MÉNDEZ (2005) wurde an verschiedenen Standorten des Río Rímacs und seinen Zuflüssen Wasser- und Sedimentproben entnommen und anschließend im Labor analysiert – die Ergebnisse sind besorgniserregend. Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Proben nach den Höchstbelastungsgrenzwerten des peruanischen Wassergesetzes, nach den Grenzwerten der Weltgesundheitsorganisation (WHO)¹⁰ und nach den in Schweden (SEPA: Swedish Environmental Protection Agency)¹¹ geltenden Wasserstandards bzw. Richtlinien bewertet.

¹⁰ Die Grenzwerte der WHO werden zum Teil nach anderen Parametern bestimmt und bei den Angaben handelt es sich oftmals um vorläufige Werte.

¹¹ Die Grenzwertrichtlinien für Schwermetallbelastung in Schweden sind mit den Bestimmungen in Deutschland (Deutsche Trinkwasserverordnung) vergleichbar, wobei die *Swedish Environmental Protection Agency* zum Teil strenger bewertet.

Nach den Richtlinien des peruanischen Wassergesetzes (Ley General de Aguas No. 17752)¹² wird die Wasserqualität des Rímacs und seinen Nebenflüssen als akzeptabel und angemessen für den häuslichen Gebrauch klassifiziert. Bis auf eine Entnahmestelle konnte MÉNDEZ nach den Richtlinien des peruanischen Wasserrechts keine Grenzwertüberschreitungen des untersuchten Flusswassers feststellen. Alle Wasserproben bewegen sich demnach in den Kategorien¹³ I und II der peruanischen Trinkwasserbestimmungen. Die zum Teil beachtlich hohe Menge an Metallkonzentrationen im Rímacwasser geben den peruanischen Umweltbehörden offensichtlich keinen Anlass, das Ausmaß der Kontamination kritisch zu beanstanden, da man sich ja an den Grenzwerten des peruanischen Wasserrechts orientiert. Die Schwermetallbelastungen des Flusssediments werden bis dato von den peruanischen Behörden ganz außer Acht gelassen (vgl. CEPES 2003, S. 61, MÉNDEZ 2005, S. 19, S. 56f.).

In den nachfolgenden Tabellen werden die Laborergebnisse der Studie tabellarisch dargestellt und nach den jeweiligen Grenzwertbestimmungen (Peru, WHO und Schweden) kategorisiert (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 25f., S.27f.):

Sampling Sites	Cu mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cr mg/L	Co mg/L	Ni mg/L	Cd mg/L	Mo mg/L	As mg/L	Hg µg/L	Bi mg/L	Peruvian Water Quality Law
Tieticocha Lake Outlet	0.0008	< 0.002	< 0.005	0.002	0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.00026	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002	I - II
Chunchan Creek	0.0023	0.0026	0.075	0.008	0.38	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.006	0.011	< 0.2	< 0.002	I - II
Rímac River	0.0016	0.0022	0.279	0.003	1.05	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.005	0.015	< 0.2	< 0.002	I - II
Blanco River	0.021	≤ 0.002	< 0.002	0.009	0.003	< 0.001	< 0.002	< 0.002	≤ 0.0002	< 0.005	≤ 0.002	0.25	< 0.002	I - II
Rímac River	0.015	0.0023	< 0.002	0.019	0.004	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0004	< 0.005	0.004	0.34	< 0.002	I - II
Pazac Creek	0.022	< 0.002	0.204	0.003	0.007	< 0.001	< 0.002	≤ 0.002	0.0008	< 0.005	0.031	0.33	< 0.002	I - II
Rímac River	0.017	< 0.002	0.265	< 0.002	0.09	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0011	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002	I - II
Santa Enlalis River	0.016	≤ 0.002	0.012	< 0.002	< 0.002	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0005	< 0.005	0.008	0.21	< 0.002	I - II
Rímac River	0.024	0.0025	0.086	0.005	0.005	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0007	< 0.005	0.021	< 0.2	< 0.002	I - II
Rímac River Naval Base	0.0072	≤ 0.002	0.035	0.029	0.066	0.008	≤ 0.002	0.005	0.0002	0.044	0.010	< 0.2	< 0.002	I - II

Tab. 2: Die Laborergebnisse der Wasserproben von den verschiedenen Entnahmestellen; nach den Richtwerten des peruanischen Wassergesetz ist lediglich an der letzten Entnahmestelle eine erhöhte Nickelkonzentration festzustellen, Quelle: MÉNDEZ 2005.

¹² Mehrfache Modifizierung bzw. Erweiterung des ursprünglichen Gesetzes aus dem Jahr 1969 erfolgte 1983 und 2003. Nach dem *Ley General des Aguas* soll das Gesetz die Erhaltung und die Bewahrung der Wasserressourcen sichern, sowie die Verwaltung, die Besitzverhältnisse und den Gebrauch derselben regeln (vgl. CEPES, 2007).

¹³ Um die Wasserqualität zu kontrollieren, erfolgte für den Gebrauch von Trinkwasser die Einteilung in sechs Kategorien: I) Nach einfacher Desinfektion ist Wasser für den häuslichen Gebrauch geeignet, II) Nach Chlorierung, Ausfällung, Filtration und Sedimentation (nach den Richtlinien des Gesundheitsministeriums) ist Wasser für den häuslichen Gebrauch geeignet, III) Wasser kann für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Produkten und der Versorgung von Tieren verwendet werden, IV) Wasser kann für Erholungszwecke verwendet werden (Schwimmbäder und ähnliche Zwecke), V) Wasser geeignet für die Zucht von Schalentieren, VI) Wasserqualität geeignet für kommerzielle Fischerei (vgl. MÉNDEZ 2005).

Sampling Sites	Cu mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cr mg/L	Co mg/L	Ni mg/L	Cd mg/L	Mo mg/L	As mg/L	Hg µg/L	Bi mg/L
Titicocha Lake Outlet	0.0008	< 0.002	< 0.005	0.002	0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.00026	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002
Chunchán Creek	0.0023	0.0026	0.075	0.008	0.38	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.006	0.011	< 0.2	< 0.002
Rimac River	0.0016	0.0022	0.279	0.003	1.05	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.005	0.015	< 0.2	< 0.002
Blanco River	0.021	≤ 0.002	< 0.002	0.009	0.003	< 0.001	< 0.002	< 0.002	≤ 0.0002	< 0.005	≤ 0.002	0.25	< 0.002
Rimac River	0.015	0.0023	< 0.002	0.019	0.004	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0004	< 0.005	0.004	0.34	< 0.002
Parac Creek	0.022	< 0.002	0.204	0.003	0.007	< 0.001	< 0.002	≤ 0.002	0.0008	< 0.005	0.031	0.33	< 0.002
Rimac River	0.017	< 0.002	0.265	< 0.002	0.09	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0011	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002
Santa Eulalia River	0.016	≤ 0.002	0.012	< 0.002	< 0.002	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0005	< 0.005	0.008	0.21	< 0.002
Rimac River	0.024	0.0025	0.086	0.005	0.005	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0007	< 0.005	0.021	< 0.2	< 0.002
Rimac River Naval Base	0.0072	≤ 0.002	0.035	0.029	0.066	0.008	≤ 0.002	0.005	0.0002	0.044	0.010	< 0.2	< 0.002

Tab. 3: Die Kategorisierung der Laborergebnisse nach den Grenzwerten der WHO; Grenzwertüberschreitungen sind grau eingefärbt; an fast allen Entnahmestellen ist eine erhöhte Arsenkonzentration zu verzeichnen, Quelle: MÉNDEZ 2005.

Sampling Sites	Co mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Cr mg/L	Co mg/L	Ni mg/L	Cd mg/L	Mo mg/L	As mg/L	Hg µg/L	Bi mg/L
Titicocha Lake Outlet	0.0008	< 0.002	< 0.005	0.002	0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.00026	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002
Chunchán Creek	0.0023	0.0026	0.075	0.008	0.38	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.006	0.011	< 0.2	< 0.002
Rimac River	0.0016	0.0022	0.279	0.003	1.05	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0010	0.005	0.015	< 0.2	< 0.002
Blanco River	0.021	≤ 0.002	< 0.002	0.009	0.003	< 0.001	< 0.002	< 0.002	≤ 0.0002	< 0.005	≤ 0.002	0.25	< 0.002
Rimac River	0.015	0.0023	< 0.002	0.019	0.004	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0004	< 0.005	0.004	0.34	< 0.002
Parac Creek	0.022	< 0.002	0.204	0.003	0.007	< 0.001	< 0.002	≤ 0.002	0.0008	< 0.005	0.031	0.33	< 0.002
Rimac River	0.017	< 0.002	0.265	< 0.002	0.09	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0011	< 0.005	0.019	< 0.2	< 0.002
Santa Eulalia River	0.016	≤ 0.002	0.012	< 0.002	< 0.002	< 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0005	< 0.005	0.008	0.21	< 0.002
Rimac River	0.024	0.0025	0.086	0.005	0.005	≤ 0.001	< 0.002	< 0.002	0.0007	< 0.005	0.021	< 0.2	< 0.002
Rimac River Naval Base	0.0072	≤ 0.002	0.035	0.029	0.066	0.008	≤ 0.002	0.005	0.0002	0.044	0.010	< 0.2	< 0.002

Tab. 4: Die Bewertung der Laborergebnisse nach schwedischen Grenzwertrichtlinien; an fast allen Entnahmestellen sind erhöhte Kupfer-, Blei-, Zink-, Cadmium- und Arsenkonzentrationen zu verzeichnen; die WHO listet für Zink keinen Grenzwert, Erklärung: Gelbe Einfärbung = sehr niedrig, dunkelblau = niedrig, olivfarben = mittel, hellblau = hoch, rot = sehr hoch, Quelle: MÉNDEZ 2005.

Sampling Sites	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Fe %	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Co mg/kg	Cd mg/kg	Mo mg/kg	As mg/kg	Hg mg/kg	Sb mg/kg	Bi mg/kg	Mn mg/kg	Ag mg/kg
Titicocha Lake Outlet	64	231	708	4.95	23	57	13	20	10	304	0.37	204	17	1100	16
Chunchán Creek	301	706	2342	3.87	21	34	15	6.5	6	148	0.17	12	2	3200	8.1
Rimac River	210	721	8076	4.97	19	32	17	11	15	403	0.17	30	4	14000	7.2
Blanco River	31	62	160	4.61	17	33	14	< 0.5	8	31	0.11	< 2	< 2	840	< 0.5
Rimac River	52	215	356	4.14	14	39	14	1.0	< 5	31	0.17	2.5	2	750	2.0
Parac Creek	796	1488	6325	5.72	11	24	24	31	< 5	1543	0.53	10	6	3100	16
Rimac River	667	1766	5514	6.46	9	24	24	19	5	1005	0.69	48	7	3100	26
Santa Eulalia River	390	388	3552	4.57	13	28	22	10	≤ 5	205	0.72	11	3	2800	10.2
Rimac River	439	732	4728	4.48	16	26	18	15	5	236	1.5	21	≤ 2	1300	16
Rimac River Naval Base	329	419	1528	5.70	22	71	17	5	< 5	254	0.89	7	≤ 2	1100	5.0

Tab. 5: Eine Überprüfung der Sedimentproben ergab nach schwedischen Grenzwertrichtlinien hohe bis sehr hohe Belastungswerte für Kupfer, Blei, Zink, Cadmium und Arsen, Erklärung: Gelbe Einfärbung = sehr niedrig, dunkelblau = niedrig, olivfarben = mittel, hellblau = hoch, rot = sehr hoch, Quelle: MÉNDEZ 2005.

Betrachtet man die Auswertung der Wasserproben, wurden an den insgesamt zehn Entnahmestellen vier gesundheitsgefährdende Metalle (Cadmium, Kupfer, Zink, Arsen) mit einer erhöhten Konzentration festgestellt. Cadmium überschritt an sieben Entnahmestellen die als unbedenklich geltende Menge von 0,0003 mg/l. Eine erhöhte Aufnahme von Cadmium kann zu schweren Lungen-, Leber- und Nierenschäden führen. Eine erhöhte Kupferkonzentration war nach MÉNDEZ (2005) an insgesamt sechs Entnahmestellen zu verzeichnen. Vor allem eine erhöhte Konzentration nahe der Wasseraufbereitungsanlage *La Atareja* ist als kritisch einzustufen. Eine Kupfervergiftung wirkt sich insbesondere auf Kleinkinder aus, da deren körpereigener Kupferstoffwechsel weniger gut funktioniert als der bei Erwachsenen. Die Folgen können chronische Magen-Darmerkrankungen oder eine frühkindliche Leberzirrhose sein. Chronische Magen-Darmerkrankungen sind häufig bei Kleinkindern und Kindern in ärmeren Gegenden zu beobachten. Die Untersuchung der Zinkbelastung in den entnommenen Proben ergab an sechs Entnahmestellen eine hohe Kontamination. Zinkvergiftungen treten aber nur in sehr seltenen Fällen auf. Erst ab einer Einnahme von 4-8 g Zink kann es zu Fieber, Erbrechen, Durchfall und Koliken kommen. Die hohen Arsenkonzentrationen stellen jedoch das größte Risiko für Mensch und Umwelt dar. Arsenverbindungen sind die in der Erdkruste am meisten verbreiteten Stoffe. Durch die regen Bergbauaktivitäten im Flussbecken des Rímacs gelangt das Arsen als Nebenprodukt in den Wasserkreislauf. An sieben Entnahmestellen wurde eine hohe Arsenbelastung nachgewiesen. Erhöhte Arsenbelastungen können folgenreiche schwere Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben. Bei einer Langzeiteinwirkung von Arsen auf den menschlichen Körper kann eine Vielzahl der menschlichen Organe geschädigt werden. Akute Arsenvergiftungen treten nur in seltenen Fällen auf, wobei der regelmäßige Konsum von kontaminiertem Trinkwasser zu Haut-, Lungen-, Nieren-, Blasen- und Leberkrebs führen kann (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 22f., WATER TREATMENT SOLUTIONS LENNTECH).

Die Analyse von Wasserproben ist jedoch nur eine Momentaufnahme. Verschiedene Faktoren wie beispielsweise die jahreszeitlich bedingte Schwankung des Abflussvolumens können die Auswertung der Laborergebnisse erschweren. Im Gegensatz zur Wasseranalyse erlaubt es die Sedimentanalyse den Wissenschaftlern, aussagekräftigere Angaben zum Kontaminationsgrad des Wassers zu machen, sowie die Verunreinigung des Flusswassers über einen längeren Zeitraum hinweg zu beurteilen. Die Analyse von Sedimentproben spiegelt so den wahren Grad der Kontamination wider. Die hohen und sehr hohen Belastungswerte der Sedimentproben in der Abb. x belegen die kontinuierliche Verschmutzung des Wassers. Die Analyse der Wasser- und Sedimentproben wurde im Jahr 2005 durchgeführt.

Es ist anzunehmen, dass die Höhe der Belastung in den folgenden Jahren nicht abgenommen hat. Vielmehr ist von einer Zunahme der Verschmutzung auszugehen. Aufgrund der steigenden Rohstoffpreise in den vergangenen Jahren haben die im Land operierenden Bergbauunternehmen ihre Fördermengen weiter erhöht. Da sich die peruanischen Umweltrichtlinien nicht geändert haben und keine funktionierenden Kontrollinstanzen vorhanden sind oder diese durch Korruption und Vetternwirtschaft gelähmt sind, wird sich dieser bedenkliche Trend weiter fortsetzen. In einigen Bergabbaugebieten konnte jedoch durch den heftigen Protest der Bevölkerung bestehende und /oder geplante Minenprojekte verhindert bzw. ein vorläufiger Baustopp erzwungen werden. Ein Beispiel hierfür ist der seit Jahren anhaltende Protest gegen die geplante Mine *Conga* in Nord-Peru nördlich von Cajamarca. Solange jedoch die peruanische Regierung dem Bergbausektor uneingeschränkte Priorisierung gegenüber ökologischen Vorbehalten einräumt, wird und kann sich diesbezüglich nichts ändern. Die wirtschaftliche Abhängigkeit Perus mit dem Geschäft von Rohstoffen macht es der Regierung nahezu unmöglich, diesbezüglich einen anderen Kurs einzuschlagen. Wobei in naher Zukunft ein Umdenken stattfinden muss, will man die ökologische Vielfalt nicht gänzlich Preis geben. Weitaus bedenklicher ist die Tatsache, dass Millionen von Menschen ihren täglichen Trinkwasserbedarf indirekt aus dem Rímac decken. Die peruanische Regierung und die internationalen Minenbetreiber scheinen jedoch das Risiko, die Gesundheit der Konsumenten wohlwissend zu gefährden, in Kauf zu nehmen (vgl. MÉNDEZ 2005, S. 23f., SPIEGEL-ONLINE 2012, AMERIKA21.DE 2012 & 2013).

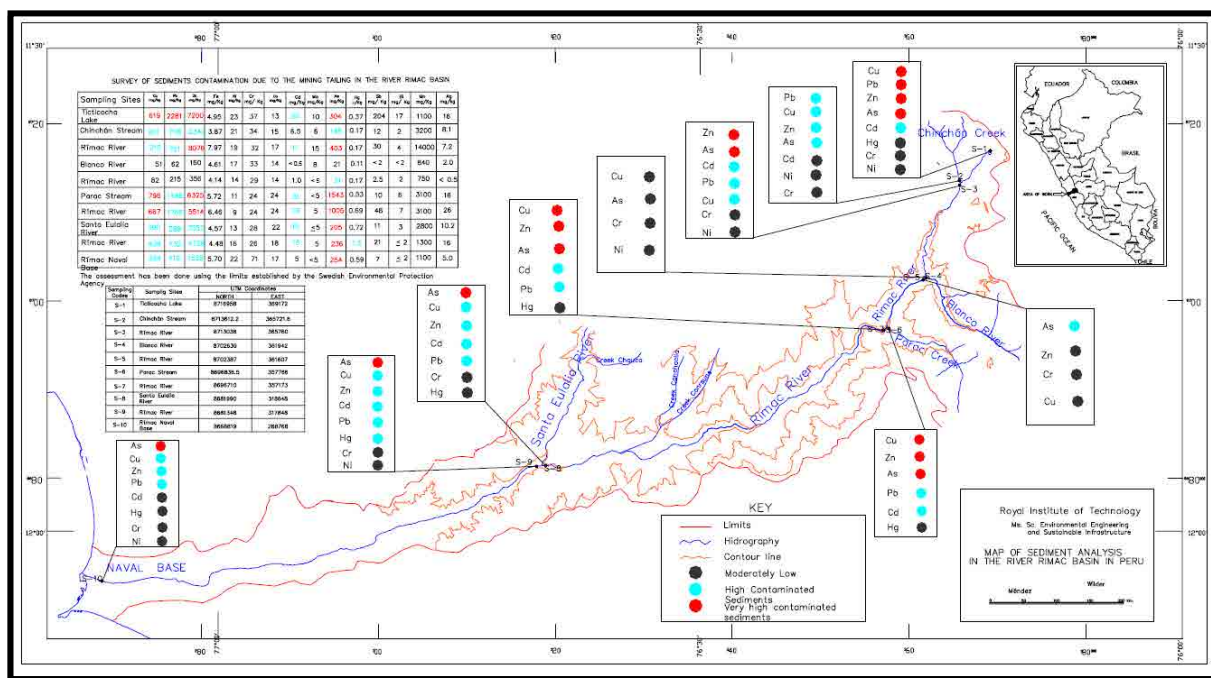


Abb. 19: Die Lokalisierung der Entnahmestellen von Sediment- und Wasserproben im Rímacbecken, wobei diese Abb. den Grad der Kontamination der Sedimentproben an den jeweiligen Entnahmestellen wiedergibt, Quelle: MÉNDEZ 2005.

3.1.5. Das Abflussvolumen des Río Rímac, jahreszeitliche Schwankungen und der Wasserbedarf Limas

Der Fluss Rímac ist der mit Abstand wichtigste Wasserlieferant der Küstenmetropole. Etwa 75 % des zur Verfügung stehenden Trinkwassers stammen aus demselben. Das Abflussregime des Flusses ist durch das Schmelzwasser der Gletscher, sowie dem Niederschlag in den Anden geprägt. Dabei unterliegt der Fluss großen jahreszeitlichen Schwankungen – je nach Intensität der Regenfälle in den Bergen. In den Sommermonaten von Januar bis März/April, wenn Sommer und die saisonale Regenzeit in den Anden zusammenfallen kann der Abfluss des Rímacs ein Maximum von 60 m³/sec erreichen. In dieser Zeit fallen im oberen Einzugsgebiet des Flusses etwa zwei Drittel der Gesamtjahresniederschläge. Nur 5 % der Niederschläge entfallen auf die Wintermonate Juni bis August/September (vgl. STAPELFELDT 1990, S. 345, FERNÁNDEZ 2007, LEAVELL 2007, S. 4f.).

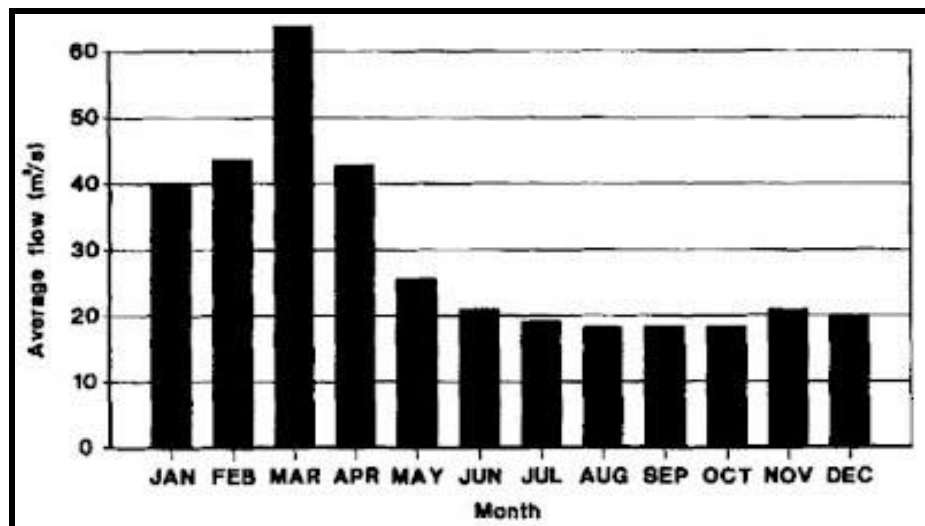


Abb. 20: Das durchschnittliche Abflussvolumen des Río Rímacs in m³/Monat, Quelle: LA TOUCHE 1997.

In den 80er Jahren lag der durchschnittliche Abfluss des Rímacs noch bei 31 m³/sec. Mittlerweile beläuft sich der Abfluss auf 25 m³/sec (entspricht etwa 800 Mio. m³/Jahr). Es ist anzunehmen, dass der Rückgang des Abflussvolumens bzw. die starken jährlichen Schwankungen im engen Zusammenhang mit dem Abschmelzen der Andengletscher und der zunehmenden Unregelmäßigkeit der Regenfälle in den Sommermonaten stehen.

Im Wasserwerk *La Atajera*¹⁴ wurden im Jahr 2009 etwa 79 % des der Großstadt zur Verfügung stehenden Wassers aufbereitet und in das Versorgungssystem eingespeist. *La Atajera* kann maximal 18 m³/sec aufbereiten. Bei starkem Abfluss muss daher ein Großteil des Wassers vorbeigeleitet werden. 14 % des jährlichen Wasserbedarfs der Stadt gewinnt

¹⁴ La Atajera verfügt insgesamt über acht Speicherbecken mit einem Fassungsvermögen von 220.000 m³.

SEDAPAL aus Grundwasserbrunnen¹⁵ und weitere 7 % aus dem Río Chillón. Laut LEAVELL (2007) existieren in Lima mehr als 2000 privat betriebene Grundwasserbrunnen, die Industrie (v.a. Getränkeindustrie) und Kommunen zur privaten Versorgung betreiben. Zusammen mit den von SEDAPAL verwendeten Brunnen führt die Übernutzung der Grundwasserressourcen zum rapiden Absinken des Pegels und zum Eindringen von salzigem Meerwasser in die Grundwasserreservoirs. LEAVELL (2007) schätzt den Abfall des Grundwasserspiegels jährlich auf 1-2 Meter. Gespeichert wird das von SEDAPAL geförderte Grundwasser in mehreren Reservoirs mit einem Gesamtfassungsvermögen von 500.000 m³ (vgl. FERNÁNDEZ 2007, LEAVELL 2007).

Year	m ³ /s	Volume Production Millions m ³
1998	7.36	232.0
1999	6.88	217.1
2000	6.03	190.3
2001	5.60	176.6
2002	5.19	163.6
2003	4.04	127.4
2004	5.50	174.4

Tab 6: Das von SEDAPAL entnommene Grundwasser von 1998-2004 und die jährliche Gesamtmenge in m³, Quelle: SEDAPAL 2004.

Die Flüsse Chillón und Lurín haben im Gegensatz zum Río Rímac ein geringeres Abflussvolumen und daher auch eine minder wichtige Bedeutung für die Wasserversorgung der Stadt. Der Chillón¹⁷ mit einem Abfluss von etwa 8 m³/sec und der Lurín mit einem durchschnittlichen Volumen von 4 m³/sec werden vor allem für die Bewässerung von Grünflächen und zur lokalen Nutzung verwendet. Der Lurín liegt in den Wintermonaten trocken (vgl. LA TOUCHE 1997, LEAVELL 2007, FERNÁNDEZ 2007).

Die Stadt Lima ist hinsichtlich ihrer Wasserversorgung auf das Fortbestehen der Andengletscher und der Regelmäßigkeit der Niederschläge in den Anden angewiesen. Messungen haben ergeben, dass die andinen Gletscher seit 1970 rund 22 % ihrer Masse verloren haben. Das gespeicherte Wasservolumen hat sich innerhalb von drei Dekaden von 51

¹⁵ Stand 1982/1983: 250 von SEDAPAL betriebene Grundwasserbrunnen, Stand 2007: 456 von SEDAPAL betriebene Brunnen (vgl. LEAVELL 2007).

¹⁶ Im angegebenen Zeitraum ist eine kontinuierliche Abnahme der Grundwassermengen zu beobachten. Im Jahr 2004 ist jedoch aufgrund der ausgebliebenen Niederschläge in den Zentralanden eine erhöhte Entnahme festzustellen (vgl. LEAVELL 2007).

¹⁷ Das Wasser des Chillón wird im gleichnamigen Wasserwerk aufbereitet und verfügt über eine Speicherkapazität von 14.000 m³. Das Aufbereitungsvolumen beträgt 2 m³/sec (vgl. LEAVELL 2007).

Mrd. m³ auf 44 Mrd. m³ verringert. Ebenso prognostizieren Klimaforscher die Abnahme der Niederschlagsmengen in den Sommermonaten. Schon heute stößt Lima Metropolitana an seine Grenzen, wenn es um die quantitative Versorgung mit Wasser geht. Im Jahr 2005 konnte SEDAPAL 21,5 m³/sec zur Verfügung stellen. Um jedoch alle Netzanschlüsse abdecken zu können, benötigt SEDAPAL 23,1 m³/sec. Hierbei handelt es sich jedoch nur um die Haushalte, die über einen Wasseranschluss verfügen. Die *barriada*-Bevölkerung, die größtenteils über keinen Wasseranschluss verfügt, wird in diesen Berechnungen außen vor gelassen. Der Trinkwasserverbrauch wird in den kommenden Jahren aber nicht abnehmen. Mit einem jährlichen Zuwachs von mehr als 100.000 Menschen ist davon auszugehen, dass sich die Situation noch verschärfen wird. Der *Consejo Nacional del Ambiente* (Conam) schätzte im Jahr 2005 den Anstieg des Trinkwasserverbrauchs für das Jahr 2015 auf 27,7 m³/sec. Andere Prognosen sind in ihren Berechnungen nicht so optimistisch. LA TOUCHE (1997) beziffert den Wasserbedarf für das Jahr 2020 auf 37 bis 40 m³/sec. Diese Prognosen gehen davon aus, dass sich der Bevölkerungsanstieg in diesem Tempo fortsetzt (vgl. TADDEY 2007, LA TOUCHE 1997, LEAVELL 2007).

Wasserspeicher

Um den Unregelmäßigkeiten in der Wasserversorgung entgegenzuwirken existieren momentan 21 Stauseen und zwei Staudämme an den Oberläufen des Rímacs und seinen Nebenflüssen. Diese verfügen über eine Gesamtspeicherkapazität von 282 Mio. m³. Nach Aussagen von SEDAPAL soll das Speichervolumen in den nächsten Jahren noch erhöht werden. Das Maximum an gespeichertem Wasser wird in den Monaten April und Mai erreicht. In regenreichen Jahren wie 2006/07 sind die Speicher zu 95 % gefüllt (262 Mio. Kubikmeter m³). In der Trockensaison werden davon 142 Mio. m³ abgelassen, um die Wasserversorgung der Küstenhauptstadt zu garantieren. Das Speicherniveau ist jedoch von Jahr zu Jahr unterschiedlich und es lassen sich immer schwieriger Vorhersagen treffen. Im Jahr 2004 standen dem Wasserversorger SEDAPAL aufgrund von ausgebliebenen Niederschlägen nur 58% der Speicherkapazität zur Verfügung (Arte Reportage: Lima – eine Stadt trocknet aus, vgl. MÉNDEZ 2005, S. 4, JUÁREZ 2006, S. 23f., ZEEB 2010, S. 11).

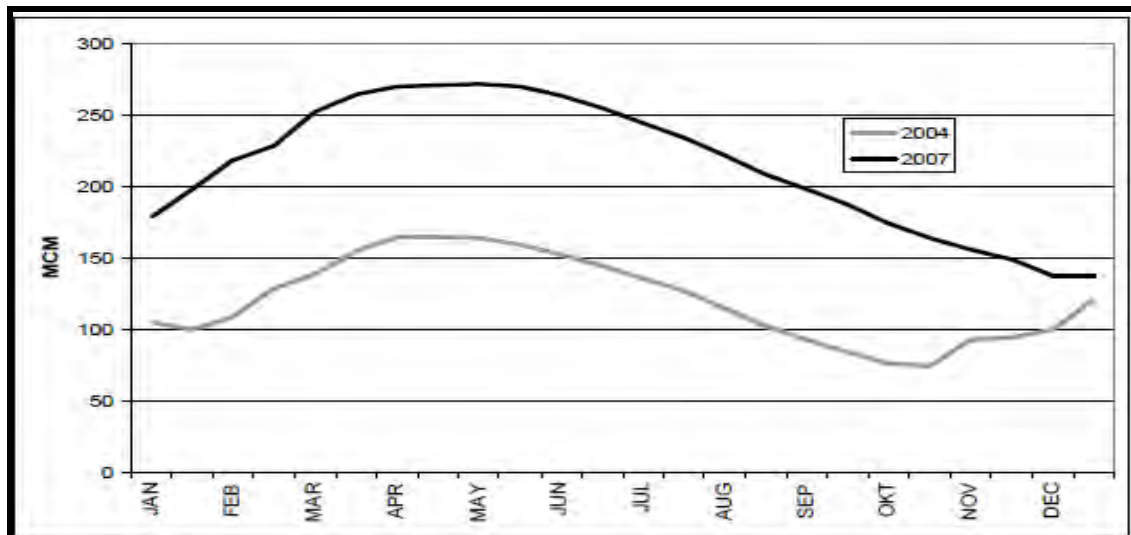


Abb. 21: Verlaufskurve des absoluten Gesamtspeichers aller 21 Wasserreservoirs in Mio. m³; graue Kurve zeigt trockenenes Jahr 2004 und schwarze Kurve den Verlauf der Speicherkapazität in einem regenreichen Jahr, Quelle: SEDAPAL (keine Jahresangabe).

Die Abb. x verdeutlicht die Bedeutung der Wasservorratsspeicher der Anden und erinnert zugleich an die unsichere Versorgungssituation der Millionenstadt. Die Folgen einer Trockenperiode können durch die Speicherseen in den Zentralanden kompensiert werden. Folgen jedoch zwei oder sogar drei niederschlagsarme Jahre aufeinander, kann SEDAPAL die Versorgung der Millionenstadt nicht mehr garantieren und es kommt zu gravierenden Versorgungsengpässen.

3.1.6. Die Beanspruchung des Río Rímacs durch den Energie- und Landwirtschaftssektor

Die ohnehin stark beanspruchten Wasserressourcen der Hauptstadt werden aber neben der zivilisatorischen und der industriellen Verwendung auch vom Energie- und Landwirtschaftssektor zur Strom- und Lebensmittelerzeugung genutzt – ein Umstand, der die knappen Wasserquellen Limas noch zusätzlich belastet.

Energiesektor

Die Wasserkraft gilt als wichtigste Energiequelle Perus. Im Jahr 2008 wurden 59 % des Energiebedarfs durch Wasserkraft gedeckt. Die restlichen 41 % wurden durch Thermalenergie gewonnen und weniger als 1% durch Windenergie. Diese Bilanz hört sich zunächst gut an, da Wasserkraft allgemein als sauberer Energieträger gilt. Im Einzugsgebiet des Río Rímacs stellt sich die Situation jedoch gegenteilig dar. Wie bereits dargestellt hängt die Metropolregion Lima am Tropf des Río Rímacs, der vom Schmelzwasser der Gletscher und den Niederschlägen in den Anden gespeist wird. Die Energieerzeuger sind aber ebenso vom Schmelzwasser der Anden abhängig. Der Río Rímac versorgt insgesamt fünf große

Kraftwerke mit Wasser, davon befinden sich zwei am Nebenfluss Santa Eulalia. Laut dem *Ministerio de Energía y Minas* (MEM) werden 10 % der Gesamtenergie Perus in diesen Wasserkraftwerken gewonnen (vgl. MEM 2009, S. 19).

<i>Name</i>	<i>River</i>	<i>Construction</i> ²⁸	<i>Effective Capacity</i>	<i>Electricity Production (2008)</i> ²⁹
Callahuanca	Santa Eulalia	1938	80 MW	596 GW h
Huampani	Rímac	1959	30 MW	228 GW h
Huinco	Santa Eulalia	1960	247 MW	1,041 GW h
Matucana	Rímac	1971	129 MW	781 GW h
Moyopampa	Rímac	1951	65 MW	547 GW h

Tab. 7: Die Wasserkraftwerke am Río Rímac und dessen Zubringerfluss Santa Eulalia, Quelle: MEM 2009 et al., verändert nach ZEEB 2010.

Bereits jetzt kommt es schon zu Verteilungskämpfen und Interessenskonflikten zwischen den Kraftwerksbetreibern, der ortsansässigen Andenbevölkerung und den Wasserversorgungsgesellschaften.

Die Metropolregion Lima steuert diesbezüglich auf ein doppeltes Problem zu: Zum einen verfügt sie über immer weniger Wasser und zum anderen gibt es ohne Wasser kein Strom. An manchen Tagen müssen die Kraftwerksbetreiber Wasser zurückhalten, um genügend Strom für die Hauptstadt bereitstellen zu können. Von offizieller Seite und dem amerikanischen Betreiber *Duke Energy* dabei wird das Problem der Wasserknappheit dementiert oder kleingeredet. Die Errichtung mehrere kleinerer und dezentral gelegener Wasserkraftwerke könnte diesbezüglich die Situation etwas entschärfen, wird aber bis dato von Energieerzeugern und Behörden nicht in Erwägung gezogen. Ebenso scheint es unerlässlich, an einer alternativen Energieversorgung zu arbeiten. Je nach regionalem Standort ist ein Mix aus Wind- und Sonnenenergie denkbar. (Arte Reportage: Lima – eine Stadt trocknet aus, vgl. MEM 2009, S. 19).

Landwirtschaftssektor

Ein Teil des Rímacwassers wird auch zur landwirtschaftlichen Erzeugung genutzt. Laut Angaben des Landwirtschaftsministeriums wurden im Jahr 2000 etwa 15 % des zur Verfügung stehenden Wassers zur Bewässerung verwendet. Nach ORTEGA (2000) lag die Entnahme von Frischwasser aus dem Rímac im Jahr 2000 bei 22 %. Eine Wasseraufsichtsbehörde die dem Landwirtschaftsministerium untersteht, überwacht die Verteilung von Wasser zur Nutzung von landwirtschaftlichen Zwecken. Aufgrund der

urbanen Expansion in den vergangenen Jahrzehnten haben die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Rímacbecken deutlich abgenommen. Zwischen 1975 und 1993 hat sich die landwirtschaftliche Nutzfläche von 9.000 auf 4.100 ha verringert. Im Landesdurchschnitt werden jedoch Unmengen von Trinkwasser für die Bewässerung von Agrarflächen benötigt. Nach Angaben des Landwirtschaftsministeriums werden jährlich etwa 80 % der verfügbaren Wasserressourcen für die Versorgung von Anbauflächen benötigt. Dieser enorm hohe Verbrauch liegt vor allem in der Verwendung traditioneller, zum Teil veralteter Bewässerungssysteme begründet. Darüber hinaus gehen zwischen 35 bis 40 % des Wassers auf dem Weg zum Verbraucher verloren, da sich die meisten Rohrleitungen in einem katastrophalen Zustand befinden. Daher muss es in Zukunft das Ziel sein, die knappe Ressource effizienter zu nutzen und modernere Bewässerungssysteme zu etablieren (vgl. ORTEGA 2000, S. 131, MINAM 2010, S. 140).

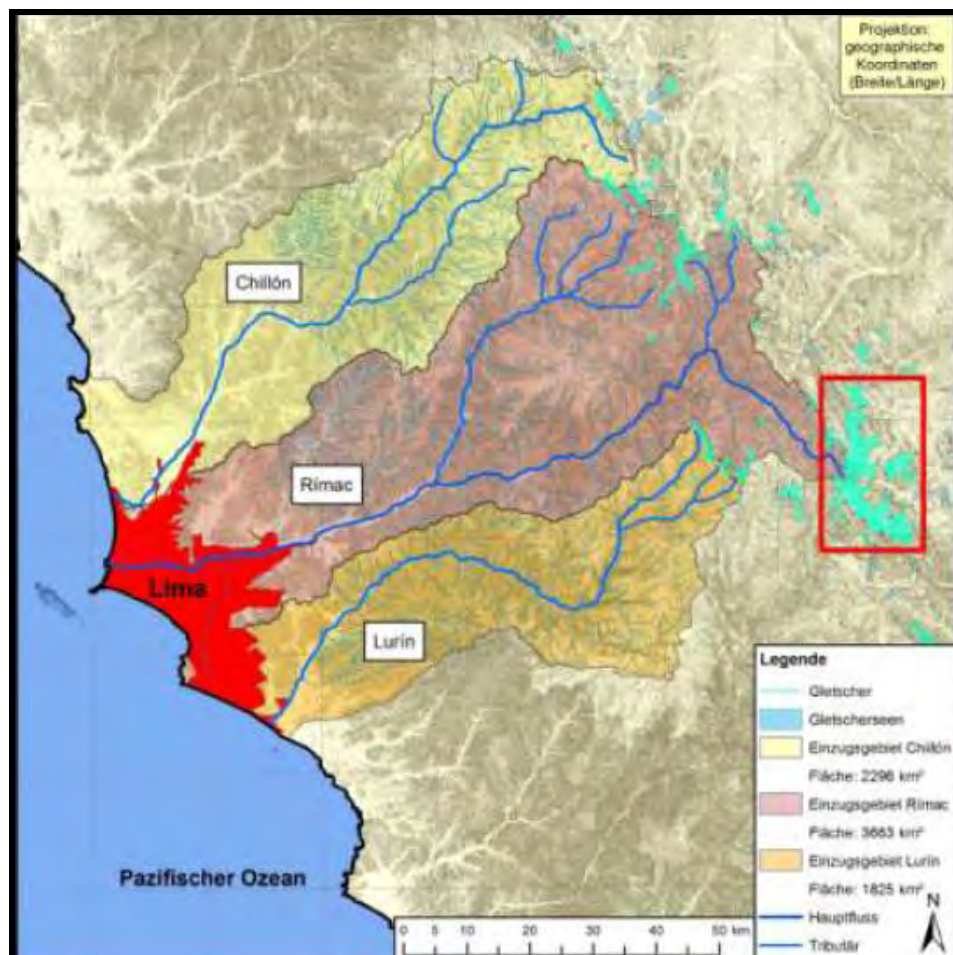
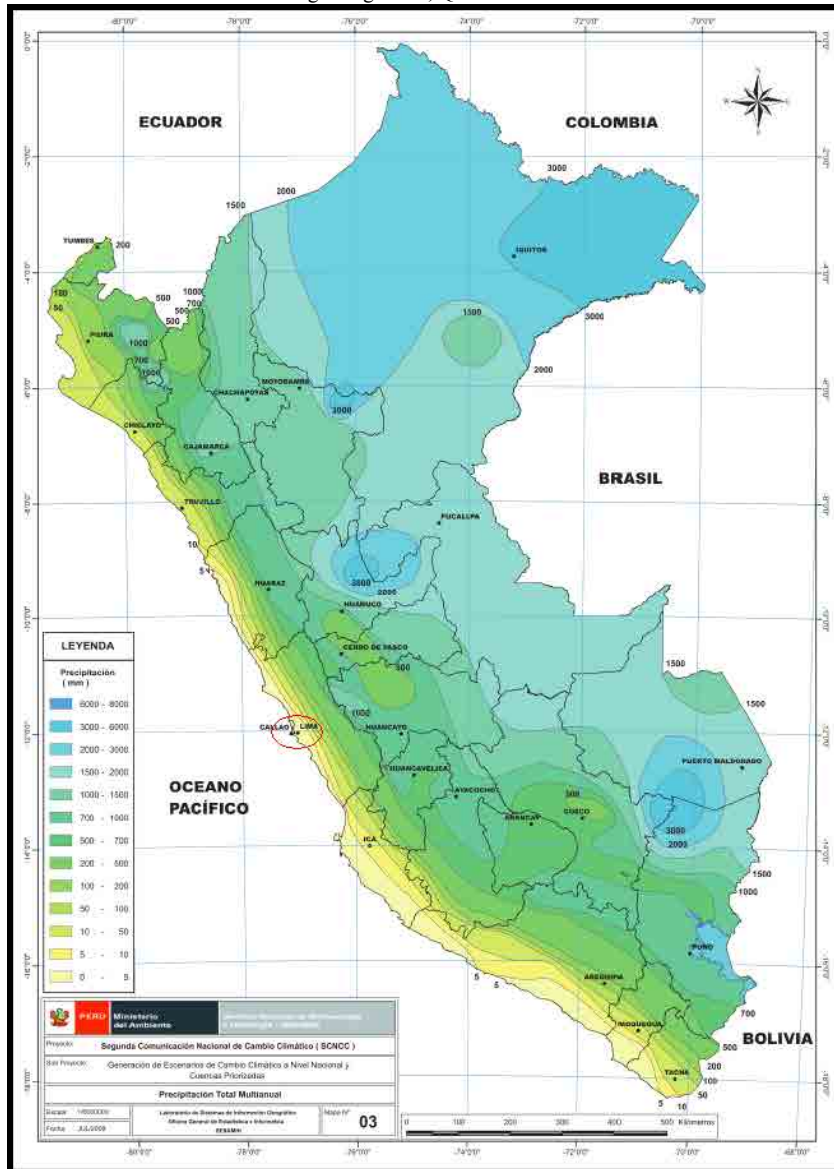


Abb. 22: Die Einzugsgebiete des Rímacs, Chillón und Lurín und die Gletscherregionen aus denen sie zu einem Großteil gespeist werden, Quelle: DRENKHAN 2010.

3.1.7. Klimabedingte Auswirkungen auf die Wasserversorgung Limas – der Humboldt-Strom und die natürliche Speicherfunktion der Andengletscher

Mehr als dreiviertel der Gesamtbevölkerung Perus leben auf der pazifischen, küstennahen Seite des Landes. Auf diesen ca. 3000 km langen hyperariden Küstenstreifen entfallen weniger als 2 % der nationalen Wasserressourcen. Das hyperaride Klima der Küstenwüste reicht von 30°S bis 7°S. Verursacht wird dieses trockene Klima durch den Humboldt Strom. Ein südpazifisches Hoch transportiert kaltes Tiefseewasser in nördliche Richtung. Am Nazca-Rücken bei San Juan (15°S) wird es zum Auftrieb gezwungen. Das kalte Oberflächenwasser kühlt die darüber liegenden Luftmassen ab. Eine daraus entstehende stabile Inversionsschicht unterbindet Niederschlag und Konvektion. Dadurch beträgt die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge in Lima weniger als 20 mm. Die natürliche Niederschlagsmenge nimmt daher eine untergeordnete Rolle in der Wasserbilanz der Küstenregion ein. Die peruanische Hauptstadt leidet folglich unter einem extremen hygrischen Stress und ist nahezu vollständig auf externe Wasserquellen angewiesen. Zwischen 75 bis 80 % des Trinkwassers entstammen der Schnee-, Eisschmelze der andinen Gletscher und den Niederschlagsmengen der Zentralanden (vgl. LEAVELL 2007, S. 2, PAINTER 2007, S. 6f., DRENKHAN 2010, S. 9).

Abb. 23: Die Jährliche Niederschlagsmenge Peru, Quelle: MINAM & SENAMHI 2010.



Eine drastische Veränderung des Gletscherhaushalts in den Zentralanden und Schwankungen in den Abflussvolumina der Gebirgsflüsse in den nächsten beiden Jahrzehnten ist aufgrund des Klimawandels als sehr wahrscheinlich anzusehen. Nur durch gezielte Vorbeugungs- und Anpassungsmaßnahmen seitens der unmittelbar betroffenen Bevölkerung, der Kommunen, des Staates Peru und der internationalen Gemeinschaft können die daraus resultierenden Gefahren abgemindert werden (vgl. DRENKHAN 2010, S. 37).

Die Auswirkungen sind vor allem schon jetzt in den Gletscherregionen der Anden sichtbar. Rund 69,9 % des globalen Süßwassers sind in Gletschern gespeichert. Über viele Generationen hinweg wird Trinkwasser in den Eismassen der Gletscher gespeichert, bevor es wieder in den aktiven Wasserkreislauf übergeht. Die gemittelte Verweildauer eines Wasserpartikels im Gletscherinneren beträgt etwa 1600 Jahre. Untersuchungen der zentralen Andengletscher belegen: Im Vergleich zur potenziellen Akkumulation der Eismassen findet

ein viel zu schnelles Abschmelzen und Abfließen der Eismassen statt. 70 % aller tropischen Gletscher befinden sich in den peruanischen Anden. Seit Beginn der Beobachtungen im Jahr 1960 hat die Gesamtfläche der andinen Eismassen des peruanischen Hochlands von 2041 km² auf 1596 km² (Stand 1997) abgenommen (vgl. DRENKHAN 2010, S. 8f.).

Die für die Wasserversorgung von Lima relevanten Gletscher liegen in den Westkordillern der Zentralanden. Im Nordosten der Kordillern liegen die Gletschermassen der *Cordillera la Viuda* und der *Cordillera de la Corte*. Die erste Kordillere entwässert vollständig. Die *Cordillera de la Corte* entwässert nur aus ihrem nördlichen Teil durch den Gletscher *La Chonta* in den Río Chillón. Die südliche Hälfte der *Cordillera de la Corte* und die im Osten gelegenen Gletscher um den *Shullcon* (vgl. Abb. x: rote Umrandung; Gletschergebiet Shullcon in den Westkordillern) versorgen die beiden Flüsse Santa Eulalia im Norden und den Río Blanco im Süden mit Schmelzwasser (Zusammenfluss bei Chosica) und speisen somit den Río Rímac. Die Gletscher der Gebirgszüge *La Viuda* und *Corte* weisen jedoch nur kleinere Eiskappen auf und spielen für die Versorgung der Region Lima nur noch eine untergeordnete Rolle. Vielmehr von Bedeutung ist das Schmelzwasser der insgesamt 27 Tal- und Plateaugletscher um den *Shullcon* (vgl. DRENKHAN 2010, S. 9).



Abb. 24: Das rapide Abschmelzen des Gletschermassivs *La Viuda* in den Zentralanden, Quelle: SEDAPAL 2011.

Es ist also anzunehmen, dass sich die Speicherkapazität der andinen Schnee- und Eiskörper in den kommenden Dekaden verringern wird und schlimmstenfalls ganz entfällt. Bisher dienten die Gletscher als natürliche Wasserspeicher und regulierten den Abfluss talabwärts. Hierbei stellt sich die Frage, inwieweit die bereits bestehenden Gletscherseen und/oder die andinen Sumpfgebiete die Speicherfunktion der Gletscher kompensieren bzw. ersetzen können (vgl. DRENKHAN 2010, S. 37).

Aufgrund des Temperaturanstiegs in den Zentralanden ist in den nächsten 25 bis 50 Jahren mit einem Anstieg des Abflusses zu rechnen. Neben einer erheblichen Erhöhung des Naturgefahren-Potenzials (Seeausbrüche, Schlammlawinen, Überschwemmungen etc.) muss auch diskutiert werden, wie nachhaltig die Bewohner im Rímacbecken mit diesem kurzfristigen Überschuss umgehen. Darüber hinaus wird auch die Verhaltensänderung und Anpassungsfähigkeit der Menschen in Bezug auf den (Trink-)Wasserverbrauch eine entscheidende Rolle spielen (vgl. DRENKHAN, 2010, S. 38f.).

In Zukunft können extreme Hochwasserspitzen im Sommer und extremer Niedrigwasserabfluss in den Wintermonaten den betroffenen Menschen zu schaffen machen. Die tropischen Gletscher auf der Pazifikseite Perus haben eine enorm wichtige Pufferfunktion. Die zum Teil hohen Sommerniederschläge können in Form von Schnee und Eis gespeichert werden. In den trockenen Wintermonaten werden diese in Form von Schmelzwasser wieder freigegeben. Demnach kann es in Zukunft zu extremen Abflussamplituden in der Regenzeit und zu einer geringeren Wasserverfügbarkeit von Trinkwasser in der Trockenzeit kommen. Vor allem der zuletzt genannte Aspekt birgt für die verschiedenen Sektoren der Wassernutzung ein erhöhtes Gefahrenpotenzial (vgl. DRENKHAN 2010, S. 40).

3.1.8. Bauliche Strategien gegen die Verknappung der (Trink-)Wasserressourcen

Bereits in den 90er Jahren wurden bauliche Strategien entwickelt, um der Verknappung der (Trink-) Wasserressourcen entgegenzuwirken. In Form der Projekte *Marca I-IV*¹⁸ wurden Tunnel und Aquädukte errichtet, um Wasser von der atlantischen Wasserscheide hin zur pazifischen Wasserscheide umzuleiten und so dem Flusssystem des Río Rímac zusätzlich Wasser einzuspeisen. Im Fall von *Marca I* werden die Gewässer des Ríos Mantaro, der im Wassereinzugsgebiet des Atlantiks liegt, durch transandine Tunnel und Kanäle in den Río Rímac eingeleitet. *Marca II* verbindet die Lagune *Marcapomacocha-Antacota* über ein zwölf

¹⁸ *Marca I-III* sind bereits abgeschlossen; *Marca IV* befand sich während der Recherche für die Masterarbeit noch in der Bauphase.

km langes Aquädukt und ein zehn km langes Tunnelsystem mit der Wasserscheide des Río Rímacs (siehe Abb.25) (vgl. DRENKHAN 2010, S. 37, ZEEB 2010, S. 9).



Abb. 25: Die Wassertrasse *Marca II*, Quelle: DRENKHAN 2010.

Marca III besteht aus einer Reihe von Kanälen und Tunneln, die der *Marcapomacocha-Antacota* noch zusätzlich Wasser zuführt. Das Tunnel- und Kanalsystem von *Marca IV* soll in Zukunfterste die Lagune *Huascachocha* mit der Lagune *Marcapomacocha-Antacota* verbinden. Die Kosten für die bauliche Umsetzung der Projekte *Marca I-VI* beliefen bzw. belaufen sich auf mehrere Hundertmillionen Dollar. Neben den immens hohen Investitionssummen der *Marca-Projekte* sind die ökologischen Folgen, die ein solcher Eingriff in der sensiblen Flora der Andenwelt hervorrufen kann, noch nicht abzuschätzen. Zudem reichen die Kanal- und Tunnelsysteme von *Marca I-IV* nicht aus, um eine lückenlose Wasserversorgung der Stadt zu gewährleisten. Vor allem die sich häufenden Niederschlagsvariationen stellen den Wasserversorger SEDAPAL vor große Herausforderungen. In den Jahren 2004 und 2005 zwangen ausbleibende und verspätete Niederschläge SEDAPAL dazu, das Wasser zu rationieren. Aufgrund des Klimawandels ist davon auszugehen, dass sich die Variabilität der Niederschläge in den kommenden Jahren noch erhöhen wird. Daher plant SEDAPAL in Zukunft noch weitere Projekte dieser Größenordnung. Genauere Angaben sind bisher aber noch nicht bekannt (vgl. OSWALD 2007, S. 22, LEAVELL 2010, S. 4f.).

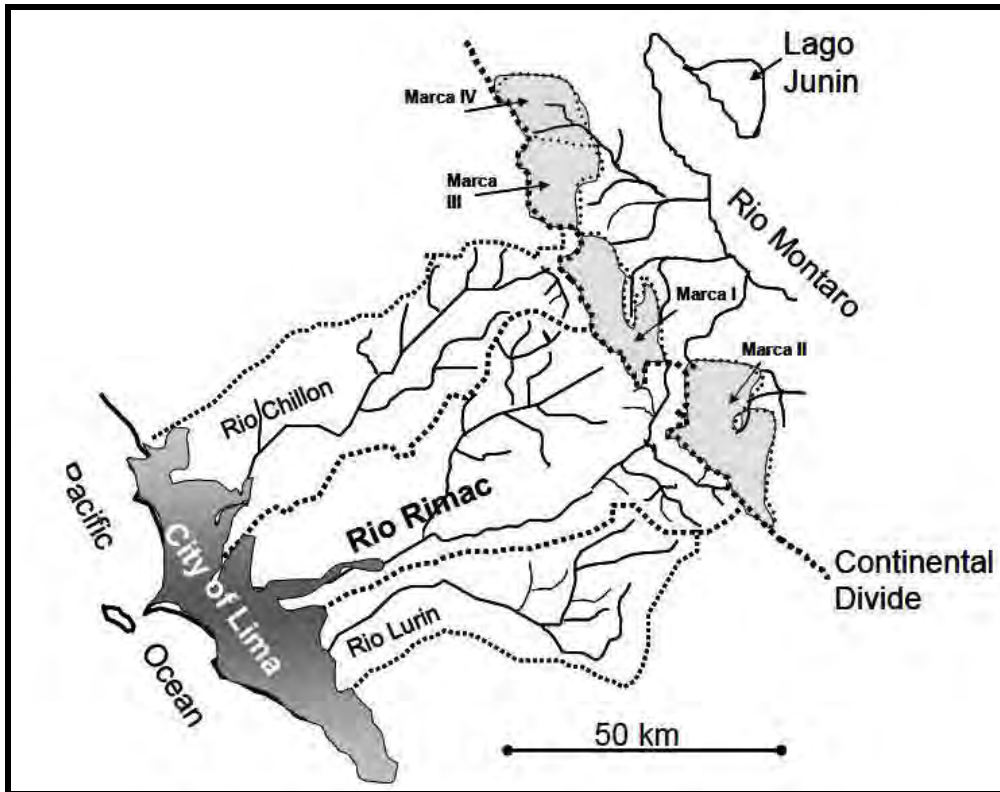


Abb.26: Die Lokalisierung der Bauprojekte *Marca I-IV* in den Anden; *Marca IV* befindet sich noch in der Bauphase, Quelle: Leavell, 2010.



Abb. 27: Die Lagune *Marcapomacocha-Antacota*, Quelle: Google Maps, verändert.

3.2. Die Trinkwasserversorgung von Lima Metropolitana: Versorgungsprobleme, mangelnde Investitionen und Tarifstruktur

3.2.1. Überblick: Wasserversorgungssysteme der Stadt

In Lima gibt es drei typische Varianten der Trinkwasserversorgung:

Die **household connections** sind von SEDAPAL betriebene Rohrleitungen, die eine direkte Versorgung von Haushalten mit Trinkwasser gewährleisten. Diese Form der Versorgung ist in den meisten westlichen Ländern Standard. Die Versorgung von Wohngebäuden, öffentlichen Einrichtungen etc. über Rohrleitungen mit Trinkwasser ist die sicherste und hygienischste Variante der Bereitstellung, mitunter aber die teuerste. In vielen Distrikten der Stadt sind die Rohrleitungen jedoch in einem maroden Zustand. Nach Angaben des Betreibers SEDAPAL und dem *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* gehen etwa 35 % des Trinkwassers durch Risse und Lecks in den Leitungen verloren. Nach unabhängigen Expertenmeinungen beläuft sich der Verlust in manchen Stadtteilen auf bis zu 60 % (Interview mit Dipl. Ing. Christian León, Projektleiter LiWa, geführt am 17.07.2013, Miraflores/Lima). Aufgrund der Netzverluste kommt es häufig zu Druckabfällen und es besteht die Gefahr der Verunreinigung des Trinkwassers. Um die Druckverluste auszugleichen, existieren im Raum Lima Metropolitana mehrere Hundert Wassertürme. Diese Speichertürme dienen nicht nur dazu den Druckabfall auszugleichen sondern sind zugleich ein zusätzliches Reservoir bei Wasserausfall (vgl. DRENKHAN 2010, S. 1f., PERÚ 21 2011).



Abb. 28: Ein Wasserturm im Hafenviertel Callao, Quelle: Eigene Photographie.

Als zweite Versorgungsvariante in Lima findet man häufig öffentliche Wasserbecken und -hähne, die sog. **pilones**. Die **pilones** stehen meistens nur einer bestimmten Anzahl von Haushalten zur Verfügung. Diese Form der Trinkwasserversorgung findet man vor allem in älteren *barriadas*, die bereits einen gewissen Grad der Konsolidierung durchlaufen haben. Die Entnahme des Wassers erfolgt über Schläuche und Behälter. Hierbei besteht die Gefahr der nachträglichen Verschmutzung (Interview mit Dipl. Ing. Christian Léon, Projektleiter LiWa, geführt am 17.07.2013, Miraflores/Lima).

Eine weitere Variante der Wasserversorgung bilden die **caminoes cisternas** (Tanklastwagen). Die **caminoes cisternas** versorgen zumeist die Randbezirke und Marginalsiedlungen der Stadt. Der Preisunterschied bei der Versorgung durch **household connections** und der mit **caminoes cisternas** ist enorm. Die Tanklastwagen besitzen einen deutlich höheren Preis pro Kubikmeter. Je nach Entfernung und Erreichbarkeit der Marginalsiedlung verlangen die Wasserhändler mehr als das Fünffache des üblichen Kubikmeterpreises¹⁹. Zudem ist die Qualität des gelieferten Trinkwassers oftmals von zweifelhafter Qualität. Offiziell beziehen die **camiones cisternas** ihr Wasser direkt von Verteilerstellen des Betreibers SEDAPAL und bezahlen dafür weniger als der übliche Kubikmeterpreis²⁰. Um ihr Gehalt jedoch aufzubessern befüllen viele Fahrer ihre Tanks aus inoffiziellen Grundwasserbrunnen. Die ohnehin schon mangelhafte Qualität des Trinkwassers ist aus illegalen Entnahmestellen oftmals noch um ein vielfaches schlechter (vgl. FOVIDA 2011, S. 15f.).



Abb. 29: Tanklastwagen in einer *barriada* im Distrikt *San Martín de Porres*, Quelle: Eigene Photographie.



Abb. 30: An den offiziellen Zapfsäulen von SEDAPAL können die *camiones cisternas* ihr Wasser kaufen, Quelle: FOVIDA 2011.

¹⁹ Die Wassertarife in Lima siehe Tab. 9. Der Kubikmeter Wasser aus den *camiones cisternas* kostet zwischen 7-10 Soles/m³ (vgl. FOVIDA 2004).

²⁰ 2009 belief sich der Preis für *caminoes cisternas* auf 0,8 Soles/m³ (vgl. FOVIDA 2011).

Ein weiteres Problem ist die starke Verunreinigung der Wassertanks. Da es SEDAPAL nicht vorschreibt bzw. nur bedingt kontrolliert, warten und säubern die wenigsten Fahrer die Wasserbehälter ihrer Tankwagen. In vielen Fällen weisen die Wassertanks daher eine starke Verunreinigung auf und bergen ein zusätzliches Gesundheitsrisiko für die Konsumenten. Einem Großteil der armen Bevölkerung fehlt es jedoch am nötigen Verständnis, um die Qualität des Wassers richtig einschätzen zu können. Außerdem kommt es auch vor, dass Bewohner von Marginalsiedlungen keine oder nur eine untergeordnete Präferenz für sauberes Trinkwasser haben, da sie de facto über eine Wasserquelle – wenn auch nur über eine unregelmäßige und teure – verfügen und andere Probleme oftmals schwerer wiegen (Arbeitslosigkeit, Krankheit, Schulbildung der Kinder etc.). Andererseits haben die Konsumenten gar keine andere Möglichkeit ihr Wasser aus anderen Quellen zu beziehen, da es an Alternativen mangelt.

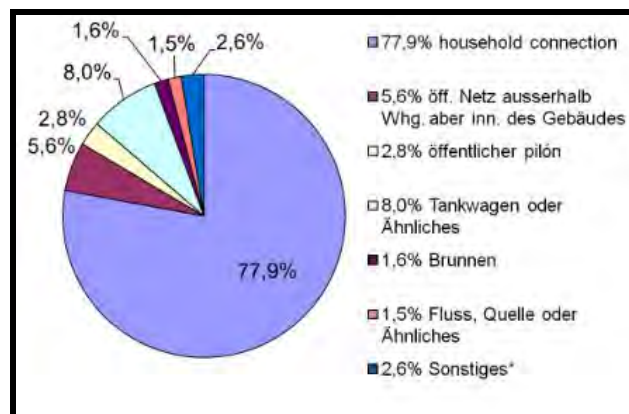


Abb. 31: Verschiedene Varianten der Trinkwasserversorgung in Lima, Quelle: BAUER 2010, verändert nach INEI 2008.

3.2.2. Exkurs: das Problem der nachträglichen Verschmutzung von Trinkwasser in den Haushalten der *barriadas*

Menschen, die in *barriadas* leben haben, oftmals nur die Möglichkeit ihren täglichen Wasserbedarf aus Tankwagen zu decken. Neben den hohen Kosten birgt diese Form der Wasserversorgung ein erhebliches gesundheitliches Risiko in sich. Die ohnehin schlechte Trinkwasserqualität (siehe 3.1.4.) wird oftmals noch durch nachträgliche Verunreinigung weiterhin beeinträchtigt. Beispielsweise gelangen durch die unvorschriftsmäßige Behandlung des Wassers seitens der Wasserhändler Bakterien und Parasiten in das Wasser. Das angelieferte Wasser wird in Tonnen aufbewahrt und nur provisorisch mit Deckeln oder Plastikfolien verschlossen. Außerdem lagert das Trinkwasser oftmals sieben bis zehn Tage in den verunreinigten Tanklastwagen. So wird das Trinkwasser zum einen durch die hohe Staubbelastung und zum anderen durch die vielen herumstreunenden Tieren verunreinigt.

In vielen *barriadas* werden auch Zuchttiere wie Hühner oder Schweine gehalten, die eine zusätzliche Gefahrenquelle darstellen. Vielen *barriada*-Bewohnern fehlt es an der erforderlichen Bildung, um die Gefahren der Trinkwasserverschmutzung auf Mikroebene zu erkennen und richtig einschätzen zu können.



Abb. 32: Derartige Wasserfässer werden von Tankwägen mit Wasser befüllt, Quelle: Eigene Photographien.

Außerdem verwechseln viele Menschen klares Wasser mit sauberem. Der Gedanke, dass das Wasser auch mit nicht sichtbaren Krankheitserregern verunreinigt sein könnte, ist den meisten fremd. Die schweizerische NGO Aynimundo versucht die *barriada*-Bewohner diesbezüglich zu sensibilisieren und ihnen die Gefahren der nachträglichen Verunreinigung von Wasser zu verdeutlichen. Magen-Darmerkrankungen, die durch kontaminiertes Wasser hervorgerufen werden, gefährden nicht nur die Gesundheit der Menschen, sondern verursachen auch eine Reihe von Folgekosten wie Arztbesuche oder Arbeitsausfälle. Vor allem Kleinkinder und Jugendliche sind am häufigsten von Magen-Darmkrankheiten betroffen. Um die Zahl der Erkrankungen zu reduzieren, hat die NGO Anfang 2013 begonnen, einfache Wasserfilter in den Haushalten der *barriadas* einzusetzen. Die Wasserfilter werden jedoch nicht verschenkt, sondern in bereits bestehenden *tiendas* (Kioske) vertrieben. Dabei werden die Händler durch Mikrokredite seitens der NGO und der Herstellerfirma unterstützt. Die Kioskbetreiber können die Filter direkt vom Hersteller beziehen. Zu Projektbeginn wurden die Wasserfilter

öffentlichen Einrichtungen kostenlos zur Verfügung gestellt, um die *barriada*-Bewohner darauf aufmerksam zu machen und sie vom Nutzen der Filter zu überzeugen. Die Kosten für einen Filter betragen 60 soles (ca. 16 Euro). Die Investition in einen Wasserfilter ist für die Familien in den *barriadas* eine enorme finanzielle Belastung. Wegen der kurzen Amortisierungsphase ist die Anschaffung eines Filters jedoch für viele Familien lohnend. Bei ordnungsgemäßer Handhabung (Filter muss einmal im Monat gereinigt werden) hat der Wasserfilter eine Lebensdauer von zwei bis vier Jahren. Neben den Folgekosten, die durch verunreinigtes Trinkwasser entstehen, sparen sich die Familien auch das Abkochen des Wassers. Der Wasserfilter beseitigt Bakterien und Parasiten zu 99,9 %. Die Poren des Filters sind so gebrannt, dass Bakterien und Parasiten diesen nicht passieren können. Obendrein enthalten die Poren des Filters Makromoleküle, die mit den Enzymen der Bakterien interagieren und diese deaktivieren. Ziel des Projekts war es, innerhalb eines Jahres 100 Familien mit Wasserfiltern zu versorgen. Momentan benutzen mehr als 80 Familien einen Wasserfilter (Stand Juni 2014). Der Filter kann zwar keine Schwermetallrückstände beseitigen, vermindert aber das Risiko deutlich, an Magen-Darmlleiden zu erkranken. Das Einsatzgebiet der NGO befindet sich in *San Juan de Miraflores* im Ortsteil *Pamplona Alta* (Interview mit Jan Weber von der NGO Aynimundo, geführt am 15.4.2013, Barranco/Lima).



Abb. 33: Wasserfilter der in *San Juan de Miraflores* eingesetzt wurde. Hierbei handelt es sich um ein open-source-product, das erstmals in Nicaragua eingesetzt wurde, Quelle: Eigene Photographien.

3.2.3 Investitionen in den peruanischen Siedlungswassersektor

Der Idealfall einer städtischen Wasserversorgung ist ein stadtweites Leitungsnetz an das möglichst viele Haushalte und andere Verbraucher angeschlossen sind. Pro angeschlossene Gebäudeeinheit steigt die Verbraucherdichte und die Versorgungskosten nehmen im Umkehrschluss ab. Mit der Zuverlässigkeit und der Qualität der Versorgung steigt in den meisten städtischen Gebieten auch die Zahlungsbereitschaft. Der Auf- und Ausbau sowie der Unterhalt von Wasserleitungen ist jedoch kostspielig und ein komplexes Aufgabengebiet. In einer rasch wachsenden Stadt wie Lima ist es vor allem entlang der Peripherie sehr aufwendig und kostenintensiv ein zentrales Wasserleitungsnetz zu planen und umzusetzen (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 106).

Das zentrale Wasserleitungsnetz erreicht in Lima etwa 82 bis 83 % der Haushalte. Hierbei kommt es häufig zu Lieferausfällen, die vor allem die weniger zentral gelegenen Stadterweiterungsgebiete der *conos*, in jüngerer Vergangenheit aber immer öfters auch Teile der konsolidierten Stadt betreffen (vgl. PERÚ 21 2011).



Abb. 34: Vergleich der Entwicklung der Netzabdeckung in Lima zum Landesdurchschnitt. Die Angaben beinhaltet nicht nur Haushalte, die über *household connections* an das zentrale Versorgungsnetz angeschlossen sind, sondern auch öffentliche Anschlüsse (außerhalb von Wohnungen) und *pilones*, Quelle: INEI 2011.

Im Vergleich zu seinen Nachbarstaaten wie Brasilien, Chile oder auch Kolumbien, die landesweite Versorgungsraten von über 90 % aufweisen, erreichen die peruanischen Wasserversorger nur etwa 70 % Haushalte. In Hinblick auf die Versorgung mit sanitären Leistungen sieht die Versorgungslage sogar noch schlechter aus (vgl. BAUER 2010, S. 14f.).

Versorgung	2003	2004	2005	2006	2007
Trinkwasser	68,6	68,0	67,2	68,6	68,6
Sanitäre Versorgung	49,4	50,9	51,3	52,2	53,3

Tab. 8: Landesweite Netzabdeckung in % gemessen an der Gesamtbevölkerung; Quelle: BAUER 2010.

Im peruanischen Siedlungswassersektor kam es im Vergleich zu anderen lateinamerikanischen Staaten nie zu einer nennenswerten privatwirtschaftlichen Beteiligung. Versuche einer Privatisierung sind in der Vergangenheit vor allem am Widerstand der peruanischen Bevölkerung gescheitert, die gegenüber einer privaten Beteiligung in der infrastrukturellen Grundversorgung²¹ sehr skeptisch eingestellt sind. Ferner sind die Investitionen zur Bereitstellung von Netzkapazitäten mit enormen Kosten verbunden und können im Falle von Unrentabilität nicht anderweitig verwendet werden. Des Weiteren sind die Tarife²² für Trink- und Abwasser sehr günstig, was wiederum eine lange Amortisierung bedeutet. Diese Faktoren machen den peruanischen Siedlungswassersektor zu einem natürlichen Monopol und erschweren den Markteintritt, der zudem mit hohen Risiken verbunden ist. Die Kosten für den Wassersektor werden daher seit jeher von staatlicher Seite getragen. Unverständlicher Weise wurde diesem Sektor nur immer geringe Aufmerksamkeit geschenkt und das geringe Investitionsniveau blieb deutlich hinter anderen Infrastruktursektoren zurück (vgl. BAUER 2010, S. 15f).

²¹ Bereiche wie Elektrizität, Straßennutzung und Telekommunikation sind privatisiert bzw. Teil einer öffentlich-privaten Partnerschaft.

²² Die Tarifgestaltung obliegt der Regulierungsbehörde SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) und wird bei Bedarf alle fünf Jahre angepasst.

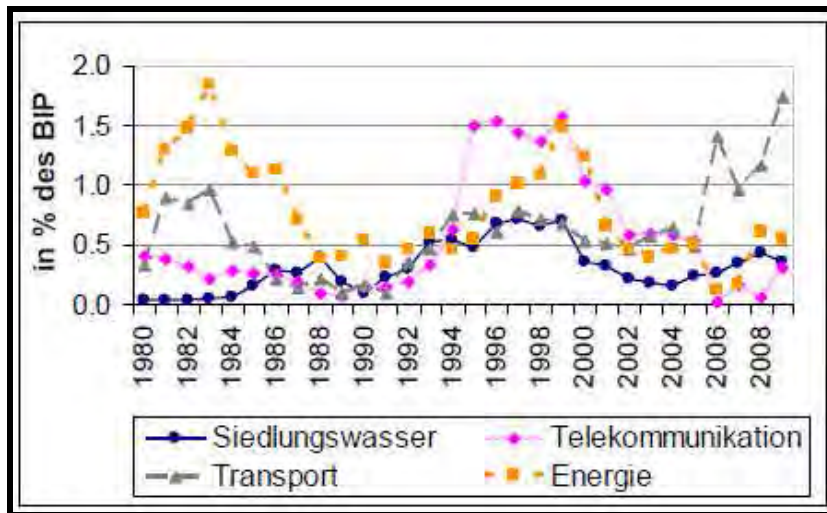


Abb. 35: Gesamtinvestitionen (Summe aus privaten und staatlichen Investitionen) in den vier Infrastruktursektoren, Quelle: BAUER 2010.

Aus der obenstehenden Abbildung geht hervor, dass die Investitionen bis zur Machtübernahme Fujimoris im Jahr 1990 nur sehr gering waren. Hauptgrund für das stetig ansteigende Investitionsvolumen bis 1999 war der Ausbruch der Cholera im Jahr 1991. Die katastrophalen Zustände im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung begünstigten ein schnelles Ausbreiten der Krankheit über die Landesgrenzen hinaus und forderten Tausende Tote. Dieser Umstand zwang das Fujimori-Regime zu einem raschen Handeln. Neben den betroffenen Familien setzte dem Land vor allem das Ausfuhrverbot seiner Agrarprodukte stark zu. Anstatt jedoch die richtigen Lehren aus der Choleraepidemie zu ziehen wurden die Auswirkungen, welche eine defizitäre Wasser- und Abwasserinfrastruktur haben kann beiseite geschoben und die Politik wandte sich wieder populäreren Sektoren wie dem Straßen-, Wohnungsbau und Energiesektor zu. Nach 1999 fielen die Investitionen in den Siedlungswassersektor wieder stark ab. Erst mit dem Amtsantritt von Alan García im Jahr 2006 und dem von ihm ins Leben gerufene Programm *Agua para Todos* war ein Anstieg des Investitionsniveaus zu beobachten – zumindest bis zum Jahr 2008 (vgl. BAUER 2010, S. 16f.).

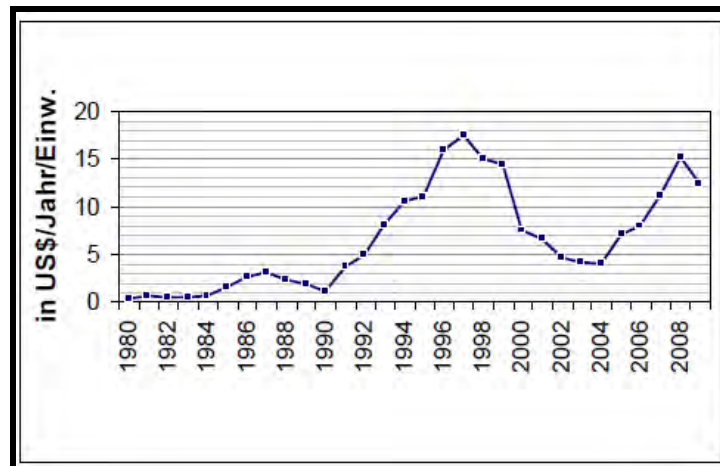


Abb. 36: Jährliche Gesamtinvestition im peruanischen Siedlungswassersektor je Einwohner. In der Abbildung ist von einer Inflationsbereinigung der Zahlen in den 1980er Jahren auszugehen, Quelle: BAUER 2010.

Die größte Investition in den Siedlungswassersektor erfolgte im Jahr 1997 (siehe Abb. 36). Diese betrug 17,38 US\$/Einwohner. In Deutschland lag die Investition ein Jahr zuvor bei mehr als 100 US\$/Einwohner. Bis heute hat das Investitionsvolumen des peruanischen Staates in den Siedlungswassersektor nie mehr als 0,5 % des BIP erreicht. Der *Bericht über die menschliche Entwicklung* der UN aus dem Jahr 2006 sieht aber mindestens 1 % des BIP als erforderlich an, um ein Mindestmaß an Wasser- und Sanitärversorgung zu gewährleisten (vgl. BAUER 2010, S. 17f.).

Wie aus den Abb. 35 und 36 hervorgeht wurde über Jahre hinweg wenig und wenn, dann nur sehr unregelmäßig in den peruanischen Wasserver- und -entsorgungssektor investiert. Die jahrzehntelange finanzielle Vernachlässigung des Siedlungswassersektors ist einer der Hauptgründe für die landesweite Versorgungsproblematik. Außerdem waren die getätigten Investitionen während der Regierungszeit Fujimoris nur von mangelhafter Qualität und wurden ohne ausreichende Fallanalysen durchgeführt. Dies wiederum erklärt die hohen Netzverluste von bis zu 40 % und ein allmähliches Kollabieren der öffentlichen Trinkwasserleitungen (vgl. BAUER 2010, S. 18).

3.2.4. Die Privatisierungen des Siedlungswassersektors als Lösung?

Wie im Punkt 3.2.3. dargestellt leidet der peruanische Siedlungswassersektor seit Jahrzehnten an einer chronischen Unterfinanzierung und an einem Mangel an verfügbarem Kapital. Das Fehlen von nachhaltig getätigten Investitionen und verfügbarem Finanzmitteln trägt wesentlich zum desaströsen Zustand des bestehenden Wasserleitungsnetzes und der Unterversorgung von Marginalsiedlungen bei. Daher wurden in der jüngeren Vergangenheit schon häufiger die Frage aufgeworfen warum das peruanischen Wasserversorgungsnetz nicht

privatisiert wird. Einige Aspekte die bisher gegen eine Privatisierung sprachen wurden in Punkt 3.2.3. bereits erläutert. In den Nachbarländern Chile, Bolivien oder Argentinien war die Einführung des Wettbewerbs um das Recht, das öffentliche Wasserversorgungsnetz betreiben zu dürfen Teil der Reform des Siedlungswassersektors – mit unterschiedlichen Ausgangslagen und unterschiedlichem Erfolg. Eine denkbare Variante der Privatisierung wäre der Verkauf von Konzessionen an private Dienstleistungsunternehmen. Das Spektrum der Privatisierung des Wassersektors ist jedoch um ein vielfaches umfangreicher und es gibt mehrere Modelle einer öffentlich-privaten Partnerschaft. Es wäre daher falsch die Beteiligung von privaten Versorgern unter dem Begriff der Privatisierung zu subsumieren. Hierbei gibt es eine breite Palette an verschiedensten Marktvereinbarungen (vgl. UNDP 2006, S. 118).

Option	Besitzverhältnisse	Management	Investitionen	Risiko	Dauer (in Jahren)	Beispiele
Dienstleistungsvertrag	Öffentlich	Öffentlich-Privat	Öffentlich	Öffentlich	1-2	Finnland, Maharashtra (Indien)
Bewirtschaftungsvertrag	Öffentlich	Privat	Öffentlich	Öffentlich	3-5	Johannesburg (Südafrika), Monagas (Venezuela), Atlanta (USA)
Pachtvertrag (affermage)	Öffentlich	Privat	Öffentlich	Öffentlich-Privat	6-15	Abidschan (Côte d'Ivoire), Dakar (Senegal)
Konzession	Öffentlich	Privat	Privat	Privat	20-30	Manila (Philippinen), Buenos Aires (Argentinien), Durban (Südafrika), La Paz-El Alto (Bolivien), Jakarta (Indonesien)
Privatisierung (Verkauf von Staats-eigentum)	Privat	Privat	Privat	Privat	Unbegrenzt	Chile, Großbritannien

Abb. 37: Verschieden Varianten von öffentlich-privaten Partnerschaften, Quelle: JAGLIN 2005.

Generell bedeutet die Beteiligung des Privatsektors an der öffentlichen Wasserversorgung einen Einfluss auf die Managementstrukturen, das Investitionsverhalten und die Verteilung des Risikos. Das Maß an privater Beteiligung unterscheidet sich je nach Vereinbarung (siehe Abb. 37). Grundsätzlich behält der öffentliche Sektor noch immer die Entscheidungshoheit in Teilbereichen der Wasserversorgung wie dem Management oder den Besitzverhältnissen und gibt diese nur in wenigen Fällen vollständig aus der Hand. Im Nachbarland Chile fand in den 80er eine vollständige Privatisierung des Wassersektors statt. Zum Zeitpunkt der Privatisierung waren die meisten Haushalte schon an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen. Das aufzubringende Investitionsvolumen des privaten Betreibers konnte so niedrig gehalten und die Amortisierungszeit verkürzt werden. Seit der Privatisierung konnte eine gute Leistungsbereitstellung hinsichtlich der Effizienz und der Zugangsgerechtigkeit erreicht werden. Eine private Übernahme des peruanischen Wassersektors würde jedoch

Unsummen von Kapital verschlingen, da man das marode Versorgungsnetz zunächst modernisieren und ggf. erweitern müssten – ein wesentlicher Aspekt der bis jetzt gegen den Verkauf des Wassersektors spricht bzw. eine Investition für Privatisiers uninteressant macht (vgl. UNDP 2006, S. 119).

In den 90er Jahren erfolgten private Investitionen in den Wasserbereich hauptsächlich über Konzessionen. Private Versorgungsunternehmen aus dem In- und Ausland übernahmen hierbei die Verantwortung für die Finanzierung und die Instandhaltung der Versorgungssysteme. In vielen Fällen konnte die Effizienz gesteigert werden, Netzverluste reduziert und die Liefermenge erhöht werden.²³ Neben einigen Positivbeispielen findet sich in der jüngeren Vergangenheit aber auch eine Reihe von Fehlschlägen. So zum Beispiel in Bolivien und Argentinien. Im bolivischen *Chochabamba* scheiterte die Konzessionsvereinbarung an politischen Protesten der Bevölkerung. In Buenos Aires kollabierte ein auf 30 Jahre geschlossener Konzessionsvertrag aufgrund der Wirtschaftskrise im Jahr 2001. Die anfängliche Begeisterung für Konzessionen in den 90er-Jahren ist mittlerweile einer gewissen Skepsis gewichen. Große internationale Wasserversorgungsunternehmen wie *Suez*, *Veolia Environnement* und *Thames Water* ziehen sich vermehrt aus Konzessionsverträgen in Entwicklungsländern zurück. Oftmals auf Druck von Regierungen und Regulierungsbehörden (vgl. UNDP 2006, S. 119f.).

3.2.5. Grundvoraussetzungen für das Funktionieren von öffentlich-privaten Partnerschaften

Bei einer Beteiligung des privaten Sektors an der Wasserversorgung ist es zunächst wichtig auf Transparenz zu setzen. In Bolivien wurde weder von staatlicher Seite, noch von Unternehmensseite und den nationalen und internationalen Geldgebern der Versuch unternommen die Öffentlichkeit umfangreich zu informieren oder auf die Belange der ärmeren Bevölkerung einzugehen. Die Gewohnheitsrechte der Bevölkerung wurden nicht beachtet und übergangen. Ein Faktor der politische Sprengkraft in sich barg und letztendlich zum Scheitern der Konzessionsabkommen führte. Ebenso wichtig ist die Balance zwischen kommerziellen und sozialen Anforderungen. Firmen erwerben Konzessionen um Gewinne zu erwirtschaften. Eine Gebührenerhöhung zur Finanzierung von Gewinnen oder Investitionen kann unter Umständen die Wasserversorgung von armen Haushalten gefährden. Leider werden nur in den seltensten Fällen die privaten Wasserversorgungsunternehmen auch ihrer sozialen Verantwortung gegenüber der finanziell schlechter gestellten Bevölkerung gerecht. Der dritte Aspekt ist wohl der wichtigste und zugleich der schwierigste im Hinblick auf eine

²³ Positivbeispiel Marokko: Verkauf von vier Konzessionen in den Jahren 1997 bis 2002. Die Gesamtversorgungsrate konnte von 65 auf 88 % gesteigert werden. Heute wird etwa die Hälfte der Bevölkerung über Konzessionen mit Wasser versorgt (UNDP 2006).

private Beteiligung am Wassersektor. Viele private Versorger unterschätzten die Komplexität den Zugang zu Wasser für Arme zu verbessern. Hierbei spielt es vor allem eine wichtige Rolle die Armen Haushalte zunächst identifizieren zu können und dann im zweiten Schritt eine Verbesserung der Versorgung anzustreben. Die Identifikation von armen Haushalten ist von enormer Wichtigkeit, um öffentliche Gelder und subventionierte Hausanschlüsse gezielt einsetzen zu können. In Peru stellt dies ein großes Problem dar, da ein Großteil der Bevölkerung, die nicht über einen Wasseranschluss verfügen, in den *barriadas* leben, d.h. in den meisten Fällen auf widerrechtlich besetztem Land. Die Bewohner verfügen demnach über keinen Eigentumstitel und erscheinen nicht in offiziellen Umfragen und staatlichen Statistiken, da sie faktisch nicht existieren. Dieser Umstand hemmt die Entwicklung in Bezug auf die Herstellung von mehr Versorgungsgerechtigkeit (vgl. UNDP 2006, S. 120f.).

3.2.6. Mögliche Fehlentwicklungen bei öffentlich-privaten Partnerschaften

Private Investoren können in Industrieländern auf eine umfangreiche Infrastruktur zurückgreifen. Das bereits vorhandene Wasserversorgungsnetz wurde zuvor aus öffentlichen Mitteln finanziert und instand gehalten. Zudem finden private Wasserunternehmen in Industrieländern ein um vielfach höheres Durchschnittseinkommen vor als in Entwicklungsländern, was die Zahlungsfähigkeit der Menschen erhöht. Daher ist es möglich ein nahezu 100 %-ige Netzabdeckung zu erreichen und der Gesamtbevölkerung frisches Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. In Peru und anderen Entwicklungsländern ist die Wasserinfrastruktur schlecht entwickelt und zum Teil in einem sehr bedenklichen Zustand. Eine geringe Anschlussquote und eine hohe Armutsrate macht es für privatwirtschaftliche Versorger nahezu unmöglich einen Ausgleich zwischen wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und der Versorgung aller Menschen mit bezahlbarem Wasser zu finden (vgl. UNDP 2006, S. 121f.).

Die häufigsten Fehlentwicklungen die im Rahmen der Regulierung, der finanziellen Nachhaltigkeit und der Transparenz bei Vertragsabschlüsse auftreten hängen oftmals mit der Zielvorgabe der privaten Versorger das Leitungsnetz auszuweiten (i), der Neuverhandlung von Tarifen (ii) und der Finanzierung (iii) zusammen (vgl. UNDP 2006, S. 121f.).

- (i) Bei der Vergabe von Konzessionen ist das primäre Ziel die Ausweitung des Versorgungsnetzes. In vielen Fällen steigt die Anzahl der Anschlüsse nur in einem geringen Umfang, wobei ärmere Stadtgebiete die geringsten Fortschrittsquoten aufweisen.
- (ii) Bei der Übernahme oder Beteiligung von privaten Unternehmen werden zunächst neue Tarifen verhandelt. Die neue Festlegung von Wassertarifen ist eine politische Angelegenheit und oberstes Ziel ist es Gewinne zu erwirtschaften. Eine Tarifpolitik die nur auf Gewinnmaximierung ausgelegt ist, kann zu politischen und sozialen Spannungen führen. Kalkulieren Konzessionsinhaber die anfallenden Kosten für den Ausbau der Infrastruktur und der Instandhaltung der bestehenden Systeme zu gering, werden die Tarife unverhältnismäßig erhöht und dadurch die Mehrkosten auf die Tarife umgelegt.
- (iii) Der Finanzierungsplan ist mitunter eines der wichtigsten Kriterien bei einer Beteiligung des privaten Sektors aber zeitgleich oftmals das größte Problem. Um das Versorgungsnetz erweitern zu können ist ein Mindestvolumen an Investitionen unbedingt erforderlich. Privatisierungsversuche in der Vergangenheit wurden häufig über eine hohe Auslandsverschuldung finanziert. In Buenos Aires beispielsweise wurden die Investitionen in den Wassersektor hauptsächlich über Anleihen finanziert – das Eigenkapital lag bei unter 5 %. Die getätigten Auslandsanleihen wurden in Dollar festgeschrieben, wobei die Einnahmen jedoch in lokaler Währung abgerechnet wurden. Folglich entstand eine starke Abhängigkeit von den Wechselkursschwankungen des Dollars. Durch die Finanzkrise in Argentinien wurden die Konzessionen mit horrenden Schulden belastet. Der Nettoverlust des argentinischen Konzessionsbetreibers von mehr als 1,6 Mrd. USD wurde fast ausschließlich durch die Geldentwertung hervorgerufen. Eine verdreifachte Auslandsverschuldung zwang den Privatversorger zur Aufgabe.

Die öffentlich-private Partnerschaft daher als Allzwecklösung zu betrachten wäre übereilt. Ein klares und schnell umsetzbares Erfolgsmuster, das für alle Länder sinnvoll und leicht zu finanzieren ist gibt es nicht. In Lateinamerika gibt es aber durchaus öffentliche Versorger die Weltspitzenleistungen erzielen (Porto Alegre in Brasilien), sowie auch einige private Versorger die eine fast vollständige Netzabdeckung erreichen (Chile). Die meisten Versorgungsunternehmen – privat oder öffentlich – versagen bei der Versorgung von einkommenschwachen Haushalten. Dieses Versagen hat seine Ursachen in der

Unterfinanzierung und dem schlechten Management. Länder die seit jeher Probleme mit dem Management von öffentlichen Versorgern haben werden diese wohl kaum durch die bloße Übertragung der Versorgungsaufgaben auf Privatversorger lösen können. Denn sowohl öffentliche als auch private Gesellschaften stoßen vor allem bei der Versorgung der Armen auf dieselben Probleme: unsicherer oder illegaler Grundbesitz, schwer zu erschließendes Terrain, große Entfernung zwischen den Hauptleitungen und städtischen Randgebieten, illegale Anschlüsse und Probleme bei der Rechnungseintreibung. Ohne einen schlüssigen nationalen Plan, d. h. die Schaffung gesetzlicher Rahmenbedingungen (Vereinfachung der Legalisierung von Grundeigentum, Bekämpfung institutioneller Schwächen, neue Tarifstrukturen etc.) und einen durchdachte Finanzierungsstrategie wird es weder dem öffentlichen noch den privaten Sektor gelingen die Wasserversorgungskrise lösen zu können (vgl. UNDP 2006 S. 124, SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 116f.).

3.2.7. Grundproblematik: Tarifgestaltung in wasserarmen Ländern bzw. Regionen

In wasserarmen Ländern und Regionen der Welt sind regulierte Wassertarife ein beliebtes Mittel, um Gerechtigkeits- und Effizienzkriterien zu erfüllen – oftmals wird aber genau das Gegenteil erreicht. **Pauschaltarife** werden insbesondere dann angewandt, wenn keine Möglichkeit besteht, den Wasserverbrauch mit Wasserzählern zu erfassen, zu kontrollieren und abzurechnen. Laut SUNASS und EPS (Las Entidades Prestadoras de Salud) verfügten im Jahr 2011 etwa 62 % der peruanischen Haushalte über einen Wasserzähler (vgl. UNDP 2006, S. 109).

Indikator	2008	2009	2010	2011*
Anschlüsse an die Trinkwasserversorgung (in Mio.)	2,891	3,006	3,093	3,131
Anschlüsse an die Abwasserversorgung (in Mio.)	2,490	2,696	2,782	2,817
Anschlüsse mit Wasseruhr (in %)	53,3	54,6	56	62,43
Aktive Anschlüsse (%)	88,7	89	89,7	90,18
Bevorratungsquote (Bevorratungen pro 1000 Anschlüsse)	162	138,5	114,5	86,6
Nicht abgerechnetes Wasser (in %)	42,10	42,10	41,50	39,82

Abb.38: Anzahl der Haushalte die in Peru über einen Wasserzähler verfügen; Daten für 2011 nur bis zum erstem Quartal, Quelle: BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2011.

Um den Zugang zu Wasser zu erleichtern bzw. erschwinglicher zu machen, werden unter anderem auch **Blocktarife** bzw. **Stufentarife** eingesetzt. Dabei erfolgt die Einteilung in verschiedene Preisstufen anhand des Verbrauchs. Viele Versorgungsunternehmen setzen die **Blocktarife** aber zu niedrig an. Folglich können die Gesamtbetriebskosten nicht gedeckt werden und alle Haushalte, die über einen direkten Wasseranschluss verfügen, werden subventioniert – unabhängig vom Einkommen. **Blocktarife** sind für ärmere Haushalte ohne direkten Wasseranschluss insofern von Nachteil, da diese zumeist Wasser von privaten Händlern zu Höchstpreisen zukaufen müssen. Das Gleiche gilt, wenn sich mehrere ärmere Haushalte zusammenschließen und sich einen Wasseranschluss teilen. Durch das gemeinsam erreichte Verbrauchsniveau erfolgt die Einstufung in eine höhere Preisklasse (vgl. UNDP 2006, S. 109).

Eine subventionierte soziale Preisabstufung ist nur dann sinnvoll, wenn arme Haushalte auch über einen Wasseranschluss verfügen. Eine Quersubvention von Haushalten mit niedrigem Verbrauch und niedrigem Einkommen durch Haushalte mit hohem Verbrauch und hohem Einkommen ist nur dann effektiv, wenn eine ausreichende Anzahl an Konsumenten die

höheren Blocktarife zahlt. Die Auswirkungen von Subventionen auf die Versorgerseite hängen von der Einkommensstruktur der belieferten Haushalte ab. Ist der Anteil an einkommensschwachen Haushalten, die beliefert werden gering, gestaltet sich auch die Subventionsregression niedriger (vgl. UNDP 2006, S. 109).

Menschen, die Wasser von informellen Wasserhändlern beziehen, haben oftmals keine andere Wahl und müssen die überteuerten Wasserpreise hinnehmen. Die Kosten für einen Wasseranschluss liegen in Südamerika durchschnittlich bei 128 USD – für arme Menschen eine nicht zu bezahlende Summe. Abgesehen von der finanziellen Barriere ist es den Versorgungsunternehmen jedoch zu riskant, Wasser an Haushalte zu liefern, die keinen offiziellen Eigentumstitel haben (vgl. UNDP 2006, S. 110).

Stadt	Von unabhängigen Anbietern belieferte Haushalte (in %)	Durchschnittspreis (US-Dollar pro Kubikmeter)		Art des Anbieters
		Unabhängige Anbieter	Versorgungsunternehmen	
Cordoba, Argentinien	15–20	1,25–2,50	0,54	Netzwerk
Asunción, Paraguay	30	0,30–0,40	0,40	Kleines Netzwerk
Barranquilla, Kolumbien	20–25	5,50–6,40	0,55	Tankwagen
Guatemala City	>32	2,70–4,50	0,42	Tankwagen
Lima, Peru	26–30	2,4	0,28	Tankwagen

Abb. 39: Anzahl der Haushalte in % die von unabhängigen Wasseranbietern in verschiedenen südamerikanischen Städten beliefert werden, Quelle: SOLO 2003.

Im Idealfall sollten Wassertarife so gestaltet sein, dass auch ein Angebot für einkommensschwache Gruppen besteht. Die Tauglichkeit der Tarifstruktur für die Versorgerseite muss aber ebenso gewährleistet sein. Es ist nahezu unmöglich, sämtliche Bereitstellungskosten zuzüglich der Infrastrukturinvestitionen durch Verbraucherabgaben oder Anschlussgebühren zu erwirtschaften. Da eine volle Kostendeckung illusorisch ist, sind Quersubventionen über die Tarifstruktur oder Steuern nötig, wobei die Kosten pro Einheit und die erforderlichen Subventionsmittel möglichst gering gehalten werden sollten. Je weniger Subventionen erforderlich sind, umso früher ist es möglich das Leitungsnetz auszubauen und die Unabhängigkeit von externen Geldgebern zu erreichen. Jedem Menschen eine angemessene Versorgung an Trinkwasser zu ermöglichen bedeutet nicht automatisch, jedem die gleiche Form der Wasserversorgung zu Verfügung zu stellen. In einkommensschwachen und schwer zu erschließenden Gebieten ist eine gut organisierte öffentliche Wasserzapfstelle beispielsweise weitaus besser als die Abhängigkeit von privaten Wasserlieferanten (vgl. SATTERTHWAIT & MCGRANAHAN 2007, S. 104f.).

3.2.8 Überblick: die Tarifgestaltung in Lima

Der Umweltökonom Dr. Paul Lehmann vom *Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ)* in Leipzig befasst sich im Rahmen des Projekts *Lima Water*²⁴ seit mehreren Jahren mit der Wasserproblematik in der peruanischen Hauptstadt und beschäftigt sich hierbei schwerpunktmäßig mit der Tarifgestaltung im peruanischen Wassersektor. Nach LEHMANN (2010) wird der Andenhauptstadt in den nächsten Jahren ein kurzfristiger Wasserüberschuss zur Verfügung stehen, der durch das rasche Abschmelzen der Andengletscher hervorgerufen wird. Doch vor allem im Umgang mit der Ressource Wasser sieht der Umweltökonom die größten Probleme. Ändert sich diesbezüglich nichts, wird Lima in 20 bis 30 Jahren auf ein unlösbares Wasserproblem zusteuern. Eines der Hauptprobleme im Umgang mit Wasser sind die zu niedrigen Wasserpreise. Die Wasserkosten belaufen sich momentan etwa auf ein Drittel bis zur Hälfte dessen, was ein Kubikmeter Wasser in Deutschland kostet. Die Einnahmen von SEDAPAL reichen zwar aus, um die Bereitstellungskosten decken zu können, für den Ausbau der Infrastruktur und die Reduzierung von Netzverlusten fehlt jedoch das Geld. Um nur ansatzweise nachhaltig wirtschaften zu können, müssten die Tarife in etwa deutsches Preisniveau erreichen. Bei kostendeckenden Wasserpreisen könnten sich jedoch etwa 10 bis 20 % der Einwohner Limas das Wasser nicht mehr leisten. Daher ist es unbedingt erforderlich, für diesen Teil der Bevölkerung Sozialtarife bzw. Quersubventionen einzuführen. Wie in vielen anderen Ländern gibt es auch in Peru einen Stufentarif, d. h. dass der Verbrauch bis zu einer gewissen an Menge Wasser sehr günstig ist – das Wasser wird somit jedoch zu einem günstigeren Preis abgegeben, als zur Kostendeckung erforderlich wäre. Hierbei wird von einem Grundbedarf zwischen 500 bis 700 Liter pro Familie ausgegangen. Alles was darüber hinaus geht, kostet deutlich mehr als die Kostendeckung. Dadurch sollen Vielverbraucher, von denen ausgegangen wird, dass sie ein höheres Pro-Kopf-Einkommen haben, Wenigverbraucher subventionieren. In der Realität sieht es aber oftmals so aus, dass arme Großfamilien, die mehr als die festgesetzte Subventionsmenge verbrauchen, wohlhabendere Singlehaushalte und Kleinfamilien mitfinanzieren. Denkbar wäre deshalb ein Grundtarif, der sich nach dem Pro-Kopf-Einkommen richtet. Ein ähnliches Modell hat in Chile zu Erfolg geführt, wobei das Sozialsystem im Nachbarstaat um ein vielfaches fortschrittlicher ist und das Pro-Kopf-Einkommen zentral erfasst wird. Ebenso möglich wäre

²⁴ Projekt *Lima Water*: Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat im Februar 2004 den Förderschwerpunkt "Forschung für die nachhaltige Entwicklung der Megastädte von morgen" bekannt gegeben. Das Projekt "LiWa" ist eines von zehn Projekten, das vom BMBF für die Durchführung der fünfjährigen Hauptphase (2008 - 2013) ausgewählt wurde. Zusätzlich hat das BMBF eine Verlängerung bis Mai 2014 genehmigt. Ziel des Projektes "Nachhaltiges Management von Wasser und Abwasser in urbanen Wachstumszentren unter Bewältigung des Klimawandels - Konzepte für Lima Metropolitana (Peru) - (LiWa)" ist die nachhaltige Planung und das Management einer der entscheidenden Lebensadern, (Wasser und Abwasser) in Lima, einem der urbanen Wachstumszentren der Welt mit besonders schwierigen Randbedingungen. Das Projekt stellt dabei insbesondere auf die Auswirkungen des Klimawandels und die Förderung energieeffizienter Strukturen ab.

es, das Durchschnittseinkommen der einzelnen Stadtbezirke zu erfassen und nach diesem Muster die Wassertarife zu gestalten. Die sozialräumliche Vermischung der Stadtstrukturen in den vergangenen Dekaden würde die Umsetzung dieses Tarifmodells jedoch erheblich erschweren. Eine Preiserhöhung für Großabnehmer könnte sich auf wirtschaftliche Beziehungen nachteilig auswirken und das Image der Regierung beschädigen. Entweder wird das Wasser zukünftig direkt vom Staat subventioniert oder es muss ein radikales Umdenken in den Köpfen der Menschen stattfinden. Nach LEHMANN (2013) wären eine Kombination aus Sozialtarifen und Quersubventionen am sinnvollsten, sowie die Förderung innovativer Technologien und die Etablierung dezentraler Wasserversorgungssysteme (siehe 3.3.3.), dort wo eine zentrale Versorgung nicht möglich ist (Interview mit Dr. Paul Lehmann vom UFZ, durchgeführt am 20.10.2013, via Skype).

Tarifstruktur im Stadtgebiet Lima Metropolitana – Möglichkeiten zur Veränderung

Die klimatisch bedingte Versorgungsmisere im Stadtgebiet Lima wird durch die erheblichen Mängel in der Versorgungsinfrastruktur (Wasser- und Abwasserinfrastruktur) noch zusätzlich verstärkt. Die Netzverluste von bis zu 40 % (in einigen Distrikten sogar bis zu 60 %) erhöhen den Wasserstress der Millionenmetropole unaufhörlich. Darüber hinaus führt das Konsumverhalten der Einwohner (Schätzungen reichen von 150 bis 260 Liter pro Person und Tag) und der steigende Bevölkerungsdruck zu einer unausweichlichen Übernutzung der Ressource Wasser. Die unverhältnismäßigen Wasserpreise können als eine der Ursachen für die Wasserproblematik in Lima ausgemacht werden. In einer Reform der Preisgestaltung der Wassertarife sehen viele einen möglichen Lösungsansatz. Aus den Mehrerlösen wären eine Restrukturierung der Wasserversorgung und eine Ausweitung des Versorgungsnetzes realisierbar. Zudem könnte ein reformiertes Tarifsystem Anreize zum Wassersparen geben und so zu einem nachhaltigeren Einsatz der kostbaren Ressource führen (vgl. ROGERS 2002 et al. S. 2).

Das Neudesign und die Umsetzung von Wasserpreisen ist jedoch ein komplexes Aufgabengebiet. In den meisten Entwicklungsländern sind die Wasserpreise sehr niedrig angesetzt. Dies kann mehrere Gründe haben. Die Wasserpreisgestaltung in einem Land kann vielfältigen politischen oder institutionellen Zwängen unterliegen. Dazu gehören rechtliche Beschränkungen, Informationsprobleme oder informelle Regeln, wie beispielsweise die Wahrnehmung von Wasser als Menschenrecht. Ebenso spielen politische Beweggründe eine Rolle. Um wiedergewählt zu werden, setzten viele Politiker auf das altbewährte Mittel, die Preise von öffentlichen Gütern wie Wasser niedrig zu halten. Um jedoch ein zukunftsfähiges

Tarifsystem zu gestalten, ist es nicht ausreichend, sich nur mit dem Preisdesign zu befassen, sondern es wird unabdingbar, sich auch mit den institutionellen und technischen Rahmenbedingungen auseinanderzusetzen (vgl. LEHMANN 2010, S. 3f.).

3.2.9. Die Dimension des Wasserpreissystems

Um die Einflussfaktoren auf den Wasserpreis verstehen zu können, ist es notwendig drei Dimensionen zu betrachten: das Wasserpreisdesign, die institutionelle und die technische Umwelt. Diese drei Dimensionen bilden das Wasserpreissystem.

In der Realität ist das **Wasserpreisdesign** diejenige Dimension die den Wasserpreis am stärksten beeinflusst. In diesem Kontext ist es wichtig zwischen netzbasierter Wasserversorgung und dezentraler Wasserversorgung aus Brunnen und Tanklastwagen von privaten Wasserverkäufern zu unterscheiden. In der Regel unterliegt die netzbasierte Wasserversorgung der Preisregulierung der Regierung. Im Gegensatz dazu kommt die dezentrale Wasserversorgung einem freien und liberalisierten Wassermarkt am nächsten. Eine Diskussion und Bewertung des Wasserpreisdesign ist aber nur für die netzbasierte Wasserversorgung möglich. Im Wesentlichen prägen vier Elemente das Wasserpreisdesign (vgl. LEHMANN 2010, S. 7):

- (1) Die Festlegung der zahlungspflichtigen Parteien (Parteien die das verbrauchte Wasser auch tatsächlich bezahlen). Dies können beispielsweise private oder öffentliche Wasserkonsumenten, Verursacher von Abwässern oder Hausbesitzer sein.
- (2) Die Bemessungsgrundlage bestimmt die zu zahlende Menge an verbrauchtem Wasser. Die Bemessungsgrundlage legt also fest, wieviel für eine Menge an verbrauchtem Wasser, eingeleitetem Abwasser oder verschmutztem Wasser gezahlt werden muss.
- (3) Das dritte Element, das durchschnittliche Preisniveau von Wasser, kann auf der Grundlage von unterschiedlichen Konzepten kalkuliert werden: Grenzkosten gegenüber Durchschnittskosten oder kurzfristige gegenüber langfristigen Kosten etc.

- (4) Schlussendlich bestimmt aber der Tarif, wie sich der Wasserpreis auf verschiedene Verbrauchergruppen auswirkt. Der Tarif kann entweder unabhängig vom Wasserpreis festgelegt werden oder variabel, d. h. je nach Wasserverbrauch – eine Kombination aus beiden ist möglich. Der Tarif kann einheitlich sein (alle Verbraucher zahlen den gleichen Preis) oder differenziert.

Neben dem Wasserpreisdiseign ist das **institutionelle Umfeld** eine weitere wichtige Dimension die eine unmittelbare Auswirkung auf die Wasserpreisgestaltung hat. Das institutionelle Umfeld beinhaltet beispielsweise das komplexe Gefüge der Rechtsnormen in die der Wasserpreis eingebettet ist. Für den Wasserverbrauch entscheidend ist nicht nur der Preis, sondern auch die Technologie für die Wasserbereitstellung. Darüber hinaus kann das Konsumverhalten der Verbraucher vom Informationsgehalt und den Einschränkungen (und den zugrunde liegenden Transaktionskosten) beeinflusst werden. Auf der einen Seite können sich Informationsprobleme negativ auf die Verbraucherseite auswirken. In diesem Zusammenhang werden zwei entscheidende Fragen aufgeworfen: Sind sich Konsumenten tatsächlich darüber im Klaren welchen Preis sie für eine bestimmte Menge Wasser zahlen? Dies ist nicht der Fall wenn die Wasserkosten jährlich abgerechnet werden oder im monatlichen Mietpreis inbegriffen sind. Die zweite Frage lautet: Sind Konsumenten über verfügbare Wassertechnologie, mit der Wasser gespart werden kann, informiert? Auf der anderen Seite kann ein Informationsdefizit auch negative Folgen für den Versorger haben. Hier muss die Frage gestellt werden, ob das Versorgungsunternehmen überhaupt in der Lage ist, seine Konsumenten zu überwachen und die Durchsetzung der Wasserpreise zu kontrollieren. Andernfalls könnten Kunden den Anreiz haben, zu betrügen. All diese konstitutionellen Zwänge und Bedingungen beeinflussen die Festlegung der Wasserpreise (vgl. LEHMANN 2010, S. 7f.).

Ebenso hat das **technische Umfeld** einen Einfluss auf die tatsächliche Effektivität des Wasserpreises. Anreize Wasser zu sparen, sind nur dann wirksam, wenn jeder Nutzer aus einem kontrollier- und messbaren Versorgungsnetz gespeist wird. Die Anreize entfallen, wenn Wasser von Gemeinschaftsanschlüssen oder nicht messbaren Quellen bezogen wird.

In diesem Fall ist es technisch sehr schwierig und mit einem hohen Aufwand verbunden, den richtigen Preis für die verbrauchte Menge an Wasser zu bestimmen (vgl. LEHMANN 2010, S. 8).

3.2.10. Das Wasserpreissystem in Lima

Lima: das Wasserpreisdesign

Das Versorgungsunternehmen SEDAPAL ist für die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung verantwortlich. Die staatliche Regulierungsbehörde SUNASS ist für die Wasserpreisgestaltung zuständig. Die Behörde untersteht hierbei nur der peruanischen Zentralregierung. Die Bemessungsgrundlage ist der Verbrauch von Trinkwasser in Kubikmeter – für diejenigen Haushalte, die an eine Wasseruhr angeschlossen sind. Verbraucher ohne Wasserzähler zahlen eine Pauschalabgabe. Jedem Haushalt wird ein bestimmtes Verbrauchsvolumen an Wasser zugeteilt. Das Verbrauchsvolumen richtet sich nach Distriktzugehörigkeit und der Kontinuität der Wasserversorgung (siehe Tab. 8). Haushalten in wohlhabenderen Distrikten wird eine höhere Menge zugeteilt als Haushalten in ärmeren Distrikten, die über ein geringeres Einkommen verfügen. Die SUNASS geht diesbezüglich davon aus, dass Haushalte in reicheren Distrikten eine höhere Zahlungsbereitschaft haben (vgl. LEHMANN 2010, S. 9).

Category	Up to 3 hours water supply per day	4 to 6 hours water supply per day	7 to 24 hours water supply per day
Social	4	7	12
Domestic			
Districts I	17		30
Districts II	15		21
Commercial	15		18
Industrial		27	
State		34	
	Districts		
I	Provincia de Lima: Barranco, Breña, Cercado de Lima, Chorrillos, Cieneguilla, Jesús María, La Molina, La Victoria, Lince, Los Olivos, Magdalena del Mar, Miraflores, Pueblo Libre, Rimac, San Borja, San Isidro, San Luis, San Miguel, Santiago de Surco, Surquillo Provincia de Callao: Bellavista, Callao, La Perla, La Punta		
II	Provincia de Lima: Ancón, Ate, Carabayllo, Comas, Chaclacayo, El Agustino, Independencia, Lurigancho, Lurín, Pachacámac, Puente Piedra, Pucusana, San Martín de Porres, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Santa Anita, Surco Viejo, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Santa Rosa Provincia de Callao: Carmen de la Legua, Ventanilla		

Tabelle 9: Haushalte, die über keinen Wasserzähler verfügen werden in je nach Distriktzugehörigkeit in zwei Kategorien eingeteilt; Angaben nach m³/Monat, Quelle: SUNASS 2006.

Für diejenigen Abnehmer, die an einen Wasserzähler angeschlossen sind gilt ein sog. zweistufiger Tarif mit einem kategorienunabhängigen Festpreis und einem volumenbezogenen Tarif (siehe Tab. 9). Der progressive Tarif erhöht sich je nach Verbrauchsvolumen. Einen gesonderten Tarif gibt es für Verbraucher, die über einen eigenen Brunnen ihr Wasser beziehen, aber an das Abwassernetz angeschlossen sind. Die bedeutendste Kategorie ist hierbei der Haushaltsverbrauch. Die Haushaltskategorie macht rund 90 % der Anschlüsse aus und 75 % des gezahlten Wasservolumens. Auffällig ist hierbei, dass der Wasserverbrauch bis zu einer gewissen Menge ziemlich günstig ist. Ab einem Verbrauch von mehr als 30 m³ wird das Wasser erheblich teurer. Insbesondere ärmere Großfamilien quersubventionieren dadurch andere Verbrauchergruppen (siehe 3.2.8.) (vgl. SEDAPAL 2007, S. 20).

				Price in PEN
Fixed Charge				4.444
Variable Charge	Class	Category	Range in m ³	Price in PEN/m ³
	Residential	Social	>0	1.311
		Domestic	0-20	1.311
			21-30	1.735
			31-50	2.675
			51-80	2.675
			>80	4.005
	Non-residential	Comercial	>0	5.291
		Industrial	>0	5.291
		State	>0	2.675
		Use of sanitation only		3.082

Tabelle 10: Das Tarifsystme in Lima, Quelle: SUNASS 2008.

Lima: das institutionelle Umfeld

Ein erhebliches Problem bzgl. der Wasserpreisgestaltung ist das Informationsdefizit, sowohl auf Verbraucher- als auch auf Versorgerseite. Nach LEHMANN (2010) fehlt es den meisten Limeños an Informationen und Wissen, um die prekäre Versorgungssituation ihrer Hauptstadt richtig verstehen und einschätzen zu können. LEHMANN (2010) attestiert vor allem der Ober- und Mittelschicht einen verschwenderischen Umgang mit der Ressource Wasser. Große Teile der Bevölkerung wissen weder woher Lima sein Trinkwasser bezieht, noch wohin die Abwässer fließen. Darüber hinaus fehlt es oftmals am Wissen über die Gefahren einer fehlenden Trinkwasser- und Abwasserversorgung wie beispielsweise Durchfallerkrankungen oder die Folgen mangelnder Hygiene. Viele Verbraucher befürchten auch, dass mit dem Anschluss an eine netzgebundene Versorgung und die Abrechnung der Wasserkosten über einen Wasserzähler auch ihre Kosten ansteigen, wobei dies nicht zwingend der Fall ist. Dies

ist einer der Hauptgründe, warum Verbraucher oftmals nicht an das zentrale Versorgungsnetz angeschlossen werden wollen oder sich weigern eine Wasseruhr zu installieren. Auch der Handlungsspielraum des Versorgers SEDAPAL ist durch einen Mangel an Informationen eingeschränkt. LEHMANN (2010) sieht vor allem im Missmanagement und in der Korruption zwei der Hauptprobleme. Beides stört die Einführung einer sinnvollen und nachhaltigeren Wasserpreisgestaltung erheblich (vgl. LEHMANN 2010, S. 10f.).

Lima: das technische Umfeld

Zwischen 82 und 89 % der Bevölkerung sind an das zentrale Wasserversorgungsnetz angeschlossen. Die restliche Bevölkerung ist von dezentralen Versorgern abhängig. Nur etwa 70 % der angeschlossenen Haushalte werden über Wasserzähler abgerechnet. Die übrigen 30 % werden nach Vorlage wie in Tab. 8 abgerechnet. Zuverlässige Angaben darüber, wie viele Haushalte sich einen Wasseranschluss teilen, liegen nicht vor. Ein weiteres Problem, das die technische Bereitstellung von Wasser erschwert sind die zum Teil hohen Netzverluste, die auf die jahrzehntelange Unterfinanzierung des Wassersektors (3.2.3) und das fehlende Investitionskapital für Instandhaltung und Netzausbau zurückzuführen sind (vgl. LEHMANN 2010, S. 12).

Vorschläge für ein nachhaltigeres Wasserpreissystem

Um das Wasserpreissystem in Lima bewerten zu können, müssen drei Einflussfaktoren berücksichtigt werden: (1) die Gestaltung der Wasserpreise (die Zahler, die Bemessungsgrundlage, die Höhe und die Art der Tarife), (2) das institutionelle Umfeld (rechtliche Einschränkungen, sowie das Informationsdefizit) und (3) das technische Umfeld (Qualität der Wasserleitungen, Vorhandensein von Wasserzählern etc.) (vgl. LEHMANN 2010, S. 17).

Um die Gesamtleistung des Wasserpreissystems in Lima zu verbessern, sind mehrere Maßnahmen unbedingt erforderlich. Zunächst muss die längst überfällige Modifikation des Wasserpreisdesigns bzw. der Wasserpreisgestaltung erfolgen. Um die Effizienz und die Kostendeckung zu erhöhen, sollte das Preisniveau erhöht werden. Ärmere Verbraucher sollten hierbei über Sozialtarife quersubventioniert werden. Die Identifikation von armen Haushalten erweist sich aber oftmals als schwierig und muss mit einer Verbesserung des Sozialsystems einhergehen. Zudem plädiert LEHMANN (2010) für eine direkte Kopplung der Preisdifferenzierung an das Einkommen. Diese Maßnahmen scheinen zwar radikal, aber nach Ansicht von LEHMANN (2010) und anderen Experten zwingend notwendig in Anbetracht

der problematischen Versorgungslage. Eine entsprechende Änderung wurde bereits von der Aufsichtsbehörde SUNASS ins Auge gefasst. Eine weitere Notwendigkeit wird es sein, die Bemessungsgrundlage in Bezug auf den Trinkwasserverbrauch und der Erzeugung von Abwässern zu modifizieren. Vor allem für Haushalte, die nicht über einen Wasserzähler verfügen, wird sich diese Modifizierung als schwierig erweisen. Nichtsdestotrotz sollte die Änderung bzw. die Anpassung der Bemessungsgrundlage bei größeren Industrieabnehmern umzusetzen sein, da diese für einen Großteil der Wasserverschmutzung verantwortlich sind.

Ebenso sollten auch dezentrale Wasserversorger in Bezug auf das Wasserpreisdesign stärker reguliert werden. Eine striktere Regulierung – hinsichtlich Preis und Qualität des angelieferten Wassers – würde die Gesamteffizienz der Wassernutzung von netzungebundenen Verbrauchern erheblich verbessern (vgl. LEHMANN 2010, S. 18).

Um ein wirkungsvolles und effizientes Wasserpreissystem realisieren zu können, wird es nicht ausreichen, sich bloß auf die Wasserpreisgestaltung zu fokussieren. Ebenso notwendig wird es sein, sich dem technischen und institutionellen Umfeld anzunehmen. LEHMANN (2010) sieht hierbei die Chance in ausgedehnten und auf Dauer ausgerichteten Sensibilisierungs- und Informationskampagnen, die die Knappheit der Ressource Wasser und die Vorteile eines bewussten Umgangs thematisieren. Im Hinblick auf das technische Umfeld sind Maßnahmen und Investitionen erforderlich, um die Infrastruktur zu erneuern und auszuweiten – dazu gehört auch die Etablierung von wassersparenden und wasseraufbereitenden Technologien. Diese Maßnahmen könnten dazu beitragen, die Gesamtleistung erheblich zu verbessern und Eingriffe der Politik vielleicht gänzlich unnötig machen. Beispielsweise wären Regulierungsmaßnahmen für die dezentrale Versorgung überflüssig, wenn alle Verbraucher an das Wassernetz angeschlossen wären. Auch die Installation von Wasserzählern in allen Haushalten hätte nicht nur Vorteile für den Versorger, sondern auch für die Verbraucher. Ein messbarer Wasserverbrauch könnte den Konsumenten dazu bewegen, sparsamer mit der Ressource Wasser umzugehen, um die Einstufung in den nächsthöheren Tarifblock zu verhindern. Ein komplexes Tarifsysteem, das sich an den Einkommen der Haushalte orientiert, wäre hinfällig. Eine erfolgreiche Reform des aktuellen Wasserpreissystems sollte aber aus einem Maßnahmenpaket bestehen, das alle drei Kategorien beinhaltet (vgl. LEHMANN 2010, S. 18).

3.2.11. Das zukünftige Wasserpreissystem von Lima Metropolitana? – Das Modell Chile: höhere Effizienz und mehr Zugangsmöglichkeiten

Im Nachbarland Chile ist die Wasserversorgung privatisiert. Ein stark regulatorisches System sorgt für mehr Effizienz bei der Wasserversorgung und garantiert zugleich ein hohes Niveau an Zugangsgerechtigkeit. Voraussetzung für das Funktionieren des chilenischen Tarifmodells waren das Vorhandensein einer intakten Wasserversorgung und die Möglichkeit sozial schwächere Haushalte zu identifizieren. Diesbezüglich hat Peru noch einen langen Weg vor sich (vgl. GÓMEZ-LOBO & CONTRERAS 2003, S. 393).

In Chile erhalten Haushalte – in Abhängigkeit zu ihrem Einkommen – Subventionen zur Begleichung der Wasserrechnung. Das Ministerium für soziale Planung verteilt die Subventionen an einzelne Regionen. Die Verteilung der Fördermittel obliegt wiederum den Städten und Gemeinden. Die Subventionen decken 25 bis 85 % der monatlichen Wasserrechnung eines Haushaltes für bis zu 15 m³ Wasser im Monat ab. Die Menge an subventioniertem Wasser ist je nach Region unterschiedlich und jeder Haushalt muss die Wassersubventionen bei der zuständigen Behörde beantragen. Zur Identifizierung und Erfassung von sozioökonomischen Bedürfnissen wird in Chile das *Communal Social Assistance Committees* (CAS) verwendet. Das CAS ist das Hauptinstrument des chilenischen Sozialsystems und ist in der Lage die ökonomische Situation von Haushalten zu ermitteln. Das System basiert auf einem persönlichen Interview von 50 Fragen. Die 50 Fragen sind in insgesamt neun Kategorien unterteilt. Die Befragung ist für zwei Jahre gültig. Das Problem hierbei ist, dass sich die Bedingungen auch innerhalb eines 2-Jahres-Turnus ändern können (vgl. GÓMEZ-LOBO & CONTRERAS 2003, S. 394).

Die Regierung erstattet dem Versorgungsunternehmen den Betrag auf der Basis des tatsächlichen Wasserverbrauchs. Die Mittel dafür werden komplett aus dem Haushalt der Zentralregierung finanziert. Die Subventionen fungieren wie ein progressiver Blocktarif, d.h. die Subventionen stehen in einem umgekehrten Verhältnis zum Haushaltseinkommen. Die Unterstützung nimmt in dem Maße ab, in dem das Einkommen über der Mindestschwelle für einkommensabhängige Subventionen liegt. Im Jahr 1998 erhielten etwa 13 % der chilenischen Haushalte Subventionen. Die Kosten beliefen sich hierbei auf 33,6 Mio. USD. Die staatlichen Subventionen haben es in Chile ermöglicht die Gebühren – wenn nötig – zu erhöhen, Ressourcen für die Instandhaltung und Netzerweiterung bereitzustellen und Versorgungsnachteile für arme Menschen zu minimieren (vgl. GÓMEZ-LOBO & CONTRERAS 2003, S. 395f.).

Es besteht aber weiterhin die Schwierigkeit, die bedürftigen Zielgruppen exakt zu identifizieren. Wie erwähnt sind die Subventionen für einzelne Regionen unterschiedlich. In einigen Regionen erhalten bis zu 30 % der Haushalte Subventionen für ihre Wasserrechnung. Da sich auch die Wassertarife regional unterscheiden, kann es vorkommen, dass sozial schwache Haushalte in Regionen mit niedrigen Wassertarifen keine Unterstützung bekommen. In Regionen mit höheren Wassertarifen besteht wiederum die Möglichkeit, dass Haushalte mit einem höheren Einkommen zusätzlich Subventionen erhalten. Trotz einiger Identifizierungsschwierigkeiten des chilenischen Tarifsystems war die Einführung von progressiven Blocktarifen ein nötiger Schritt in Richtung höhere Effizienz und mehr Versorgungsgerechtigkeit (vgl. GÓMEZ-LOBO & CONTRERAS 2003, S. 398f.).

Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass das chilenische Modell nicht ohne weiteres auf Peru übertragen werden kann. Ersten erfordert das chilenische System die Fähigkeit, Haushalte mit niedrigem Einkommen zumindest Ansatzweise identifizieren zu können, sowie die volle Unterstützung der Regierung und die transparente Verteilung der Subventionen. Zweitens müssen alle Haushalte über einen Wasserzähler verfügen (vgl. UNDP 2006, S. 127).

3.3 Alternative Lösungsansätze: drei ausgewählte Projekte – Umweltbildung – Pflanzenkläranlagen und dezentrale Versorgungsgemeinschaften

In ganz Peru gibt es zahlreiche internationale Nichtregierungs- und Regierungsorganisationen die sich der Problematik der Wasserversorgung annehmen. Auch die peruanische Regierung unterhält mehrere Programme, die die Bevölkerung dazu bewegen sollen, Wasser zu sparen bzw. den Zugang zu Wasser zu verbessern. Eines der wohl bekanntesten ist die Initiative *Agua para todos*, die im Jahr 2006 ins Leben gerufen wurde. Die Projektinhalte reichen von Wassersparhähnen und alternativen Bewässerungssystemen, über Trockentoiletten und Wasserfiltern bis hin zu Pflanzenkläranlagen, die Grau- und Schwarzwasser recyceln. Die meisten der Projekte sind zwar lokal begrenzt, können aber ein Ansatz sein, um die prekäre Situation der defizitären Wasserversorgung abzumildern und langfristig zu verbessern. Vor allem Initiativen wie das Projekt *Ecolegios* – eine Kooperation der GIZ (Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit) und dem peruanischen Umwelt- und Bildungsministerium – sollen dazu beitragen das Verbraucherbewusstsein und den Umgang mit Wasser nachhaltig zu verändern. In Gegenden wie *San Isidro*, *La Molina* oder *Miraflores* liegt der tägliche Wasserverbrauch nahezu bei 400 Liter pro Person, wohingegen die Bewohner in städtischen Randsiedlungen oftmals nicht mehr als 25 Liter pro Person zur Verfügung haben. Ein Beispiel für den sorglosen und verschwenderischen Umgang mit der Ressource Wasser ist die sintflutartige Bewässerung von Grünflächen und Parkanlagen mit Trinkwasser. Aufgrund der schwierigen Versorgungslage eigentlich nicht vorstellbar (Interview mit Christian León, Projektleiter LiWa, geführt am 17.07.2013, Miraflores/Lima).



Abb. 40: Bewässerung von Grünanlagen und Parks in den Distrikten Comas (links) und Miraflores (rechts), diese kosten- und ressourcenintensive und obendrein ineffektive Bewässerungsmethode wird in ganz Lima Metropolitana angewandt, Quelle: Eigen Photographien.

Die Bewässerung von Grünflächen mit Trinkwasser obliegt zwar den einzelnen Distriktverwaltungen und steht nicht im Zusammenhang mit dem Wasserverbrauch von Privathaushalten, ist aber dennoch ein gutes Beispiel für den Stellenwert der Ressource Wasser in der peruanischen Bevölkerung. Nur Wenige beanstanden diese Bewässerungsmethode, zumal die Pflanzen mit Trinkwasser gegossen werden – ein Indiz dafür, dass den Meisten die Problematik zwar bekannt, aber nicht im Geringsten bewusst ist, welche drastischen Auswirkungen der Wassermangel auf die Metropolregion Lima haben kann.

3.3.1. Projekt *Ecolegios*

Das Projekt *Ecolegios* wurde vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) im Jahr 2010 initiiert und die GIZ damit beauftragt, das Projekt umzusetzen. Die politischen Träger auf peruanischer Seite sind das peruanische Umweltministerium (MINAM) und das peruanische Bildungsministerium (MINEDU). *Ecolegios* befasst sich mit der Thematik der Ökoeffizienz und dem Ressourcenschutz an staatlichen Schulen. Mit Hilfe von theorie- und praxisorientierten Projekten soll den Schülern und Lehrkräften ein nachhaltigeres Umweltbewusstsein vermittelt werden. Das gering ausgebildete Umweltbewusstsein in Politik und Gesellschaft ist vor allem auf Mängel im öffentlichen Schulsystem zurückzuführen. Es sind zwar Elemente der Umwelterziehung im Lehrplan enthalten, die Umsetzung im Schulalltag wird aufgrund der fehlenden Qualifikation des Lehrpersonals und der Theorielastigkeit jedoch erheblich erschwert. Vor allem junge Menschen sollen in Zukunft das erlernte Wissen direkt in die Gesellschaft einbringen. Die vier Themenschwerpunkte des Programms – Energie, Wasser, Biodiversität und Abfall – werden fächerübergreifend an die Schüler herangetragen. In Einzugsgebiet Lima Metropolitana nehmen rund 20 Schulen am Projekt teil. Der Ansatzpunkt richtet sich stets nach den Möglichkeiten und dem Bildungsniveau der Schule. Unter den 20 Schulen befinden sich welche, in denen bereits Umweltprojekte zur Bewusstseinsbildung vorhanden waren und welche, in denen es im Bereich der Umweltpädagogik stark mangelte. Kinder und Lehrer an den Schulen analysierten zusammen mit Fachkräften der GIZ die größten Schwachpunkte hinsichtlich der vier Themenschwerpunkte. Die Initiative soll stets von den Schülern ausgehen und anschließend wird eruiert, wo angesetzt werden kann, um beispielsweise den Wasser- oder Energieverbrauch zu senken. Eine der vielen kleinen Erfolgsgeschichten des Projekts *Ecolegios* ist die Installation von über 1000 Wassersparhähnen an Schulen. Die Idee wurde von Schülern eingebracht und anschließend von einem peruanischen Unternehmen

entwickelt und umgesetzt und als Patent angemeldet. Allein durch diese einfache Maßnahme kann beim Händewaschen bis zu 90 % an Wasser gespart werden. Die Wassersparhähne verfügen über ein einfaches mechanisches Ventil, das beim Waschvorgang angezogen wird. Lässt man das Ventil wieder los, hört das Wasser auf zu fließen. Die Idee ist ebenso simpel wie effektiv.

Instalación de grifos ahorradores y reúso de agua para el lavado de manos y riego del jardín
I.E. Paola Frassinetti – Arequipa – Perú

La institución educativa no cuenta con grifos ahorradores

El Problema

- Deterioro de grifos, lavaderos y tuberías.
- Bajo nivel de conciencia sobre la conservación del agua en Los(as) estudiantes, quienes dejan los grifos abiertos.
- Elevado gasto económico en los recibos de agua.
- Proliferación de insectos alrededor de los lavaderos generando peligro de contaminación y enfermedades.

La medida

Se contrató personal especializado (gasfnero) para la mejora de la infraestructura de las instalaciones (tuberías) de agua. Ecolegios facilitó 22 grifos ahorradores y se instalaron en la institución educativa.

Gestión Institucional
Se incorporó el enfoque ambiental en el PEI, considerando de importancia el tema de la conservación del agua. Se fortalecieron las alianzas estratégicas con el MINAM, MINEDU, Ecolegios. Los actores involucrados promovieron el protagonismo estudiantil en las acciones ambientales.

Gestión pedagógica
En el PCI se introdujo el tema ambiental y la importancia de la conservación del agua. Se han producido recursos pedagógicos enfocados en el tema. Además de la capacitación a los estudiantes, los padres de familia participaron en talleres para la conservación del agua.

Gestión Ambiental
Se demuestra a la comunidad educativa la tecnología de accesorios funcionales con innovación para generar ahorro de agua. Los(as) estudiantes se sensibilizan mediante la práctica y la implementan en sus hogares. Se genera ahorro del consumo de agua en la IE. Se promueven prácticas saludables.

Beneficios Económicos:
22 grifos instalados que ahorran hasta un 90% de agua en el lavado de manos. La I.E. cuenta con grifos temporizados que ahorran hasta un 60% en el lavado de manos.

Abb. 41: Installation von grifos ahorradores (Wassersparhähnen), Quelle: PROJEKTUNTERLAGEN ECOLEGIOS.

Im Rahmen von *Ecolegios* wurde ein weiteres Pilotprojekt an einer Modellschule in *San Juan de Lurigancho* umgesetzt. Die Schule verbraucht im Durchschnitt rund 4000 Liter Wasser am Tag. Das dabei entstehende Abwasser wurde ungeklärt rückgeführt und in den Pazifik eingeleitet. Aufgrund eines fehlenden Abwassersystems ist die Einleitung von Grau- und Schwarzwasser in den Pazifik gängige Praxis. Mit Unterstützung der GIZ und dem BMZ wurde an der Schule eine Kompaktanlage zur Trennung von Grau- und Schwarzwasser installiert. Die Anlage kann bis zu 4000 Liter Grau- und Schwarzwasser am Tag recyceln. Das wiederaufbereitete Wasser besitzt augenblicklich zwar noch keine Trinkwasserqualität, kann aber dazu verwendet werden, die Grünanlagen der Schule zu bewässern. Da die Grünanlagen der Schule nur 800 Liter Wasser am Tag verbrauchen wird das restliche Wasser dazu verwendet, öffentliche Parks in der näheren Umgebung der Schule zu bewässern. Das Projekt wird mittlerweile auch von der peruanischen Regierung unterstützt. Die hohen Anschaffungskosten von 25.000 USD können durch die Abnahme von mehreren Kompaktanlagen deutlich gesenkt werden. In Zukunft sollen die Wasseraufbereitungsanlagen über die peruanische Regierung importiert werden. Herr Tritschler, der Projektleiter von *Ecolegios* rechnet aufgrund der Zollbefreiung von einer Kosteneinsparung bis zu 50 %.

Er betont, dass das peruanische Bildungs- und Umweltministerium die Problematik der Ressourcenverschwendung zusehends erkennen. Durch Projekte wie *Ecolegios* ist der erste Schritt in Richtung nachhaltigem Umgang mit Ressourcen gemacht. Nach Ende der Projektlaufzeit sollen die peruanischen Bildungs- und Umweltbehörden die Federführung übernehmen. Indem man bereits den Jüngsten einen bewussteren Umgang mit der Umwelt vermittelt, kann sich auch langfristig ein gesellschaftlicher Wandel vollziehen. Eines der Grundprobleme ist aber nach wie vor der zu niedrige Wasserpreis. Die Pauschalтарife belaufen sich in etwa auf 40-50 Sol (10-12 Euro) pro Monat. Ebenso wie andere Experten sieht es Herr Tritschler als längst überfällige Maßnahme an, die Wasserpreise zu erhöhen (Interview mit Markus Tritschler von der GIZ, Projektleiter *Ecolegios*, geführt am 08.05.2013, San Isidro/Lima).



Abb. 42: Tratamiento y reúso de aguas negras (Wiederaufbereitung von Grau- und Schwarzwasser an einer Modellschule in *San Juan de Lurigancho*, Quelle: PROJEKTUNTERLAGEN *ECOLEGIOS*.

3.3.2. Projekt Pflanzenkläranlagen

In Pflanzenkläranlagen erfolgt die Aufbereitung von Grauwasser. Durch mechanische, physikalische, chemische und biologische Vorgänge wird Grauwasser recycelt und kann anschließend zur Bewässerung von Grünflächen verwendet werden. Der deutsche Agraringenieur Alois Kennerknecht²⁵ lebt seit mehr als 20 Jahren in Peru und hat während dieser Zeit schon unzählige Pflanzenkläranlagen installiert. Die Pflanzenkläranlagen kommen

²⁵ Der deutsche Agraringenieur Alois Kennerknecht kam ursprünglich als integrierter Experte der CIM (Centrum für internationale Migration und Entwicklung) nach Peru, um bei der Rehabilitation von Terrassen und Kanälen der präinkaa Bewässerungsanlagen mitzuhelfen.

sowohl in Privathaushalten zum Einsatz, aber finden ebenso in Hotelanlagen, Krankenhäusern oder öffentlichen Einrichtungen ihre Verwendung. Das Grauwasser wird vom Filtersubstrat und den Pflanzen absorbiert. Die Pflanzen nutzen die Wasserinhaltsstoffe zur Deckung Ihres Nährstoffbedarfs. Das dichte Wurzelwerk der Pflanzen bietet einen optimalen Lebensraum für Mikroorganismen und Bakterien. Diese übernehmen einen Großteil der Reinigungsleistung. Bei der Bepflanzung kommt Vetiver-Gras (*Vetiveria zizanioides*) zum Einsatz, denn das sehr robuste und genügsame Süßgras ist hinsichtlich des Klimas, sowie der Bodeneigenschaften unempfindlich. Das Vetiver-Gras wächst an extrem feuchten aber ebenso an Trockenstandorten. Das Gras wächst sehr schnell und seine Wurzeln reichen bis zu drei Meter tief in das Erdreiche. Die biologische Reinigung von Abwässern ist eine der vielen positiven Eigenschaften des Süßgrases. Vetiver-Gras kann hohe Konzentrationen an Nitrat, Phosphat und Salz binden. Sogar Schwermetalle und landwirtschaftliche Chemikalien können absorbiert werden. Das dicht wurzelnde Gras kann zudem zur Stabilisierung von Hängen eingesetzt werden und schützt Böden vor Winderosion.



Abb: 43: Vetiver-Gras in einer Pflanzenkläranlage,
Quelle: MITTERMAYER (Kein Datum)

Der Bau einer Pflanzenkläranlage ist mit einfachsten Mitteln zu bewerkstelligen und die Bereitstellungskosten für Baumaterialien halten sich in Grenzen. Bevor man sich für den Bau einer Pflanzenkläranlage entscheidet, muss vorab kalkuliert werden, für wie viele Personen die Anlage genutzt werden soll. Bei einer vierköpfigen Familie geht man von einer Fläche von 8 m² aus, d. h. 2 m² pro Person. Für einen Vierpersonenhaushalt benötigt man 8 Drainagerohre, 4 Plastikroher zur Entlüftung der Anlage, 180 Vetiver-Pflanzen, 2,5 m³ Sand und 5,3 m³ Kies.



Abb. 44: Querschnitt einer Pflanzenkläranlage,
Quelle: Eigene Darstellung.



Abb. 45: Verschiedene Bauabschnitte einer Pflanzenkläranlage, Quelle: MITTERMAYER (Kein Datum)

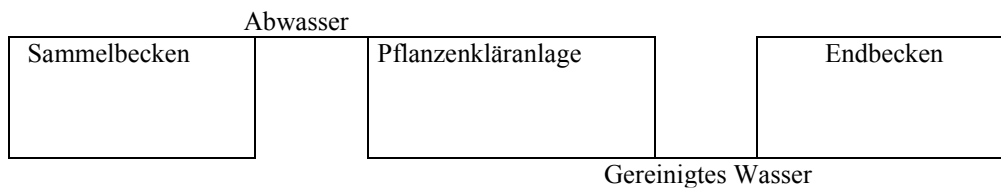


Abb. 46: Aufbau einer Pflanzenkläranlage, Quelle: Eigene Darstellung

Die Funktionsweise einer Pflanzenkläranlage ist simpel. Das Abwasser wird zunächst in einem Sammelbecken aufgefangen. Über ein leichtes Gefälle wird das Grauwasser in die Kläranlage eingeleitet. Die ersten vier Drainagerohre werden zwischen der Sand- und der oberen Kiesschicht verlegt (siehe Abb. 45). Das Abwasser kann so gleichmäßig im Beet verteilt werden. Das recycelte Grauwasser kann über die vier am Boden verlegten Drainagerohre in das Endbecken entfließen.

Das von Alois Kennerknecht ins Leben gerufenen Projekt der Pflanzenkläranlagen hat sich im Laufe der Jahre schon mehrfach bewährt. Die Einsatzmöglichkeiten der Anlage sind vielfältig. Je nach Anforderungen kann die Kläranlage für beliebig viele Haushalte oder Einrichtungen wie Schulen oder Behörden konzipiert werden – einzige Voraussetzung ist das Vorhandensein von genügend Platz für die Konstruktion. Für den Agraringenieur Alois Kennerknecht ist es aber ebenso wichtig, dass die Betreuung und Wartung der Anlage immer in verantwortungsvolle Hände gegeben wird. Herr Kennerknecht ist ebenso wie Herr Tritschler vom Projekt *Ecolegios* der Meinung, dass bereits an Vor- und Grundschulen der erste Schritt in Richtung nachhaltigerem Umgang mit Ressourcen gemacht werden muss. Auch Herr Kennerknecht sieht in Pauschaltarifen und dem immer noch zu niedrigen Wasserpreis das größte Problem. Vor allem plädiert Herr Kennerknecht für die flächendeckende Einführung von Abwassergebühren (Interview mit Alois Kennerknecht, geführt am 10.07.2013, San Isidro/Lima, GRÜNE WÜSTE PERU E.V.).

3.3.3. Dezentrale Versorgung als Ausweg: Lokale Verbrauchergemeinschaften - COVAAPs (*comités vecinales de administración del agua potable*)

Wie bereits dargelegt obliegt die Verantwortung für die zentrale Wasserversorgung dem Versorgungsunternehmen SEDAPAL (siehe 3.1.1.). Nur in sehr seltenen Fällen erreicht die zentrale Wasserversorgung auch städtische Randsiedlungen. Diese sind hauptsächlich auf dezentrale Wasserversorger angewiesen, d.h. in den meisten Fällen auf die *caminoes cisternas* (siehe 3.2.1.). Das Versagen der netzgebundenen Versorgung ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Aufgrund des geringen Investitionskapitals (niedrige Wasserpreise, hohe Wasserverluste und Missmanagement) und der hohen Investitionskosten (geographische Lage, schnelles Wachstum und fehlende Stadtplanung) ist eine nicht zu schließende Finanzierungslücke entstanden, die das fehlende Angebot durch den Versorger SEDAPAL verursacht. Einer der vielen Gründe, warum Millionen von Menschen in Lima von einer dezentralen Wasserversorgung abhängig sind. Die dezentrale Wasserversorgung ist in ihrer jetzigen Form jedoch keine Zukunftslösung. Die geringe Qualität des gelieferten Wassers, die hohen Preise und die Informalität der Versorgung lassen den Anschluss an das zentrale Netz

als den einzigen Ausweg erscheinen. Diesbezüglich muss man sich jedoch drei Fragen stellen: Ist eine zu 100 % netzgebundene Wasserversorgung auf absehbare Zeit überhaupt zu verwirklichen? Auf welche Ursachen sind die Probleme dezentraler Wasserversorgung zurückzuführen? Welche Ansätze können verfolgt werden, um die Steuerung der dezentralen Wasserversorgung zu verbessern? Das fehlende Angebot seitens SEDAPAL wird durch die fehlende Nachfrage in den städtischen Randsiedlungen komplementiert. Die geographische Lage vieler *barriadas* würde immense Anschlusskosten verursachen und da ein Großteil der *barriada*-Bewohner keine legalen Landbesitzer sind, stehen sie stattlichen Eingriffen skeptisch gegenüber (vgl. LEHMANN & SCHOENEMANN 2011, S. 5f.)

Die unregelmäßigen Besitzverhältnisse in den *barriadas* und der geringe Wasserverbrauch²⁶ in den städtischen Randsiedlungen – der wiederum auf die hohen Preise dezentraler Versorger zurückzuführen ist und auf das fehlende Wissen um die Bedeutung von Wasser für die Gesundheit – machen es für SEDAPAL zudem uninteressant eine Netzanbindung in besagten Gebieten anzustreben. Die hohen Kosten von dezentralen Anbietern sind zum einen auf die hohen Bereitstellungskosten der *caminoes cisternas* (siehe Abb. 47) und zum anderen auf ihre Monopolstellung zurückzuführen.

Preis bei Tankwagen: 7-10 PEN/m ³	
Tägliche Kosten eines Tankwagens:	
Wasser	19,47 PEN
Fahrer	26,08 PEN
Beifahrer	17,70 PEN
Kraftstoff	82,81 PEN
Wartung	12,85 PEN
Gesamtkosten	158,91 PEN
Absatz	42,72 m ³ /Tag
Stückkosten	3,72 PEN/m ³

Abb. 47: Tägliche Ausgaben eines Tankwagens, Quelle: FOVIDA 2004.

Da klassische Lösungsansätze, (u.a. Abgabe für Wasserentnahme, Preisregulierung für Versorger, Genehmigung mit verpflichtende Qualitätsstandards) ebenso wie bisherige Ansätze einer dezentralen Wasserversorgung (u.a. zu viele Akteure, viele verschiedene Technologien, starke Widerstände gegen staatliche Eingriffe) versagt haben, haben sich in

²⁶ Der Netzverbrauch in Lima liegt bei durchschnittlich 260 Liter/Kopf/Tag, wohingegen der Durchschnittsverbrauch in periurbanen Gebieten bei 25-30 Liter/Kopf/Tag liegt (FOVIDA 2004).

einigen Randgebieten lokale Verbrauchergemeinschaften gebildet, sog. *COVAAPs*²⁷ (*comités vecinales de administración del agua potable*). Diese selbst organisierten Gesellschaften bauen lokale Wasserreservoirs, die über Tankwagen befüllt werden. Zudem übernehmen die *COVAAPs* die tägliche Befüllung der hauseigenen Wassertanks. Die Tankwagen sind in diesem Fall keine Privatanbieter, sondern Angestellte der Versorgungsgesellschaft. Ein einfaches lokales Leitungsnetz mit Entnahmestellen unterstützt die Versorgung der Anwohner. Der Bau eines semidezentralen Leitungsnetzes wird in Eigenregie der Bewohner bewerkstelligt und erfolgt ohne externe Unterstützung. Die Finanzierung der lokalen Versorgungsgemeinschaft erfolgt über den Preis. Die Wasserpreise übersteigen zwar den üblichen Netzpreis von SEDAPAL, sind aber bei weitem weniger kostenintensiv als die Preise dezentraler Versorger. Zudem wird die Qualität in den lokalen Wasserreservoirs in regelmäßigen Abständen kontrolliert. Eine *COVAAP* kann bis zu 150 Familien mit Wasser versorgen. Die Vorteile von *COVAAPs* gegenüber einer Versorgung mit Tanklastwagen liegen klar auf der Hand. Da die Mitglieder einer *COVAAP* eine kontinuierliche Wasserstelle in der Nähe haben, sind sie nicht mehr von den unregelmäßigen und übersteuerten Wasserlieferungen der *caminoes cisternas* abhängig. Die Abnahme von größeren Mengen an Wasser garantiert einen günstigeren Preis. Darüber hinaus müssen sich die Verbraucher nicht mehr selbst um die Versorgung kümmern. Ein Vorteil gegenüber einer netzgebundenen Versorgung ist die transparentere Kostenstruktur, sowie die höhere Zahlungsmoral der Haushalte. Beahlt jemand seine Wasserrechnung aufgrund opportunistischen Verhaltens nicht, ist die Wahrscheinlichkeit relativ hoch, mit gemeinschaftlichen Sanktionen rechnen zu müssen. Die weitaus bessere Qualität des gelieferten Wassers wirkt sich zusätzlich positiv auf die Zahlungsmoral der Verbraucher aus (Interview mit Dr. Paul Lehmann vom UFZ, geführt am 13.11.2014, via Skype, vgl. LEHMANN & SCHOENEMANN 2011, S. 7f.).

COVAAPs sind ein hervorragendes Beispiel dafür, dass eine bessere Steuerung der dezentralen Versorgung möglich ist. Da eine 100%ige Wasserversorgung über ein zentrales Versorgungsnetz auf absehbare Zeit unrealistisch ist, bieten *COVAAPs* den Menschen in städtischen Randsiedlungen zumindest ein Mindestmaß an Versorgung.

²⁷ Ursprünglich im Rahmen eines Förderprogramms der Europäischen Union entstanden.

Voraussetzung für das Funktionieren von lokalen Verbrauchergemeinschaften ist ein hohes Maß an Organisation, Verantwortung und vor allem die Einhaltung von Qualitätsstandards²⁸ (vgl. LEHMANN & SCHOENEMANN 2011, S. 23).

Auch bei SEDAPAL findet diesbezüglich ein Umdenken statt. Noch im Jahr 2008 verkündete die Versorgungsgesellschaft bis 2011 alle Haushalte an das zentrale Versorgungsnetz anschließen zu wollen. SEDAPAL war wohl bewusst, dass dies ein unrealistisches Vorhaben war. Die Aussage sollte vielmehr eine kommunikative und besänftigende Wirkung auf die Menschen haben. Mit dem Amtsantritt des neuen SEDPAL-Präsidenten Eduardo Isimodes wird man sich auch bei SEDAPAL der Bedeutung und Möglichkeiten einer dezentralen Wasserversorgung bewusst. Zunehmend werden auch alternative Lösungen in Betracht gezogen, um die Versorgungssituation in städtischen Randsiedlungen zu verbessern. Nach Angaben des Projektleiters von LiWa Herrn Léon will Isimodes in Zukunft die Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen und Nichtregierungsorganisationen intensivieren und deren Knowhow nutzen, um die Versorgungsrate in bisher unterversorgten Gebieten zu erhöhen (Interview mit Dipl. Ing. Christian Léon, Projektleiter LiWa; geführt am 13.05.2013; Miraflores/Lima).

²⁸ Die Organisation FOVIDA (2011) analysierte und beurteilte im Jahr 2006 insgesamt 48 COVAAPs. Zwei in *Lurín*, acht in *Pachacamac*, zwei in *Puente Piedra*, 13 in *Villa María del Triunfo*, zwölf in *San Juan de Lurigancho*, zwei in *San Juan de Miraflores* und sechs in *Comas*. Die untersuchten COVAAPs konnten die Versorgungssituation im Allgemeinen verbessern, jedoch gab es Beanstandungen bezüglich der Wasserqualität. In einigen Wasserproben war die Chlorkonzentration zu hoch. Hinsichtlich der Regelmäßigkeit der Versorgung konnten 38 der Versorgungsgesellschaften die tägliche Versorgung mit Frischwasser gewährleisten, in vier Fällen wurde an drei Wochentagen Wasser verkauft, in zwei Fällen zweimal wöchentlich und in fünf COVAAPs konnte lediglich einmal pro Woche Trinkwasser zur Verfügung gestellt werden. Die Pauschaltarife variierten zwischen 35 und 70 Soles im Monat. Insgesamt versorgen die 48 COVAAPs mehr als 10.000 Haushalte (vgl. FOVIDA 2011, S. 16f.).

4. Fazit und zukünftige Entwicklung

Die Problematik der Wasserversorgung in Lima ist eine sehr komplexe und umfangreiche Thematik. Den Mangel an Wasser auf einen Faktor reduzieren zu wollen, ist praktisch nicht möglich. So ist die negative Wasserbilanz der Küstenmetropole auf ein Geflecht von Ursachen zurückzuführen. Der explosionsartige Bevölkerungswachstum und der Mangel an bezahlbarem Wohnraum haben die unkontrollierte Ausuferung des Stadtkörpers begünstigt. Das Fehlen eines nachhaltigen Flächenmanagements und die Überforderung unterfinanzierter Distriktverwaltungen führten zwangsläufig zu einer Unterversorgung städtischer Randsiedlungen mit öffentlicher Infrastruktur – allen voran der Wasser- und Sanitärversorgung. Außerdem sind die Stadterweiterungsgebiete in den meisten Fällen auf illegale Weise entstanden. Selbst in *barriadas* der ersten Entwicklungsphase (siehe 2.1.2.) liegt der Anteil an legalen Grundstücksbesitzern unter 30 %. Der langwierige Legalisierungsprozess von Grundeigentum und die schwer zu erschließende Lage von Marginalsiedlungen machen die Versorgung von *barriadas* mit öffentlicher Infrastruktur zu einem risikoreichen und vor allem kostenintensiven Unterfangen. Darüber hinaus fehlt es den Behörden und dem Versorger SEDAPAL an der nötigen Verantwortung ihrem Versorgungsauftrag gerecht zu werden. Zudem flossen über Jahrzehnte hinweg nur wenige Investitionen in den Siedlungswassersektor. Neben den stadtplanerischen, rechtlichen, sozialen, finanziellen und geographischen Schwierigkeiten spielen aber auch klimatische und ökologische Aspekte eine gewichtige Rolle. Der hygrische Stress dem die Millionenmetropole ausgesetzt ist, wird neben dem natürlich bedingten Wassermangel (weniger als 20 mm Niederschlag im Jahr), durch das rapide Abschmelzen der Andengletscher noch verstärkt. Auch werden die knappen Wasserressourcen der Stadt durch industrielle und zivilisatorische Abwässer belastet. Ein veraltetes und unsoziales Tarifsystem, sowie zu niedrige Wasserpreise fördern den zum Teil verschwenderischen Umgang der Limeños mit der Ressource Wasser.

Ein Patentrezept zur Lösung der Problematik gibt es nicht. Vielmehr sind mehrere ineinander greifende Lösungsmechanismen notwendig, um den Wasserstress wenigstens reduzieren zu können – denn eine endgültige Lösung scheint kaum realisierbar. Allen Expertenmeinungen zufolge muss der schon längst überfällige Schritt in Richtung Tarifierhöhung und der flächendeckenden Einführung von Abwasserpreisen erfolgen. Erforderlich sind Tarife, die auch einen Anreiz bieten, Wasser zu sparen. Außerdem wird es nötig sein, Sozialtarife – finanziert durch Quersubventionen – einzuführen und Pauschaltarife für die Großindustrie abzuschaffen bzw. zu erhöhen.

Ein Prozess, der sich über Generationen hinziehen wird, ist die Bildung eines ausgeprägten Umweltbewusstseins und ein nachhaltigerer Umgang mit der Ressource Wasser. Initiativen wie das Projekt *Ecolegios* können der Anstoß für eine nachhaltige Bewusstseinsbildung sein. Denn nur wenn bereits den Jüngsten in den Vor- und Grundschulen ein bewusster Umgang mit Wasser vermittelt wird, kann der Gedanke auch dauerhaft in die peruanische Gesellschaft eingepflanzt werden.

Wie bereits erwähnt, ist es schlichtweg illusorisch, eine Versorgungsrate von 100 % zu erreichen. Da es auch in Zukunft schwierig sein wird, allen Bewohnern das gleiche Maß an Versorgung bereitzustellen, müssen alternative Lösungen eingesetzt werden, um zumindest jedem Limeño einen regelmäßigen und sicheren Zugang zu sauberem Wasser zu gewährleisten. Es muss gelingen, den informellen Wasserverkauf in legale Wirtschaftskreisläufe einzubinden und das Monopol der *camiones cisternas* zu unterbinden. Denkbar wäre zunächst eine striktere staatliche Kontrolle der *camiones cisternas*, vor allem was die Wasserqualität und den Preis anbelangt. In einem nächsten Schritt müssen dezentrale Versorgungsgemeinschaften gefördert und formalisiert werden. Durch die staatliche Unterstützung und Förderung von dezentralen Versorgungsvarianten kann die Versorgung städtischer Randsiedlung gelingen – vorausgesetzt SEDAPAL, die peruanische Zentralregierung und lokale Regierungen werden sich ihres Versorgungsauftrags bewusst. Kooperationen mit lokalen Verbrauchergemeinschaften, NGOs, Kooperativen oder Gemeinschaftsorganisationen können wichtige Beiträge zu mehr Versorgungseffizienz und einer verbesserten Finanzierung leisten. Lokale Regierungen müssen einen fördernden Rahmen schaffen, in dem verschiedene Akteure operieren und zusammenarbeiten können (vgl. SATTERTHWAITE & MCGRANAHAN 2007, S. 119f.).

Die Voraussetzungen für eine nachhaltigere Stadtentwicklung liegen nach MERTINS (1997) in der Schaffung ordnungspolitischer Rahmenbedingungen, der geordneten Dezentralisierung von Verantwortung und der finanziellen Stärkung von Entscheidungsträgern auf regionaler und kommunaler Ebene, sowie die Verbesserung legislativer, exekutiver und administrativer Kompetenzen. Als ebenso wichtig erachtet MERTINS (1997) die Erhöhung des Partizipationsgrads der betroffenen Zielgruppe, sowie die Bereitschaft für eine Bewusstseinsänderung auf verschiedenen Handlungsebenen (national, regional, kommunal, Stadtteil/-viertel) (vgl. MERTINS 1997, S. 308f.).

Die alles entscheidende Frage ist allerdings, wie sich die Metropolregion Lima in den kommenden Jahren entwickeln wird. Wächst die Stadt weiterhin unkontrolliert und ohne systematisches Flächenmanagement wird sich die Problematik der Wasserversorgung

zunehmend verschärfen. Ein weiterer Einflussfaktor wird das Verbraucherverhalten der Konsumenten sein. In den Distrikten von *Miraflores*, *San Isidro* oder *La Molina* liegt der tägliche pro Kopfverbrauch teilweise bei 400 Liter. Auch MERTINS (1997, S. 316) sieht vor allem im geringen Umweltbewusstsein eines der zentralen Probleme. Die mangelnde Sensibilisierung für eine ökologische und ressourcenschonende Stadtentwicklung wird besonders den städtischen Eliten attestiert. Diese werden in den seltensten Situationen mit den stadtökologischen Problemen (unzureichende Wasserver- und -entsorgung, Müllentsorgung etc.) konfrontiert, erkennen deren Konsequenzen nicht oder sind nicht bereit entsprechend zu handeln. Eine merkliche Tarifierhöhung für entsprechende Verbrauchergruppen kann dieser Entwicklung kurzfristig entgegenwirken und dem verschwenderischen Umgang mit der Ressource Wasser stoppen.

Die wohl größte unbekannt Variable in dieser Gleichung ist die Entwicklung der klimatischen Bedingungen. Wie sich das Weltklima in den kommenden Jahrzehnten verändern wird, ist schwer abzuschätzen und von Peru selbst nicht zu beeinflussen. Setzt sich die rasante Klimaerwärmung fort, ist es allzu wahrscheinlich, dass die andinen Gletscher allmählich verschwinden und die natürliche Speicher- und Versorgungsfunktion der Andengletscher entfällt (siehe 3.1.7.). In diesem Fall ist davon auszugehen, dass man versuchen wird, den gesamten Wasserbedarf von der wasserreichen Amazonastiefebene auf der pazifischen Wasserscheide zu decken (siehe 3.1.8.). Neben den technologischen Herausforderungen und der immens hohen finanziellen Belastung, wird vor allem zu diskutieren sein, welche Auswirkungen ein derartiger Eingriff auf das sensible Ökosystem des Amazonas haben wird.

Die Situation der Metropolregion Lima führt der Menschheit einmal mehr vor Augen welche drastischen Auswirkungen der sorglose und verschwenderische Umgang mit natürlichen Ressourcen haben kann. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass vor allem Industrie- und Schwellenländer für das klimabedingte Abschmelzen der Andengletscher verantwortlich sind und es wir sind, die die Rohstoffe nachfragen, die im Rímacbecken und in den Anden abgebaut werden und zur Verschmutzung des Wassers führen. Das Fortbestehen der Küstenhauptstadt Lima ist demnach nicht nur vom Verhalten der Bewohner Limas abhängig, sondern auch vom Verhalten der Industrienationen und der damit verbundenen Entwicklung des Weltklimas.

Literaturverzeichnis

- APOYO OPINIÓN Y MERCADO (2003): Perfiles Zonales de Lima Metropolitana 2003. - Lima.
- BAUER, A. (2010): Widersprüche und Herausforderungen eines vergessenen Sektors: Auswirkungen von Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung im ländlichen und städtischen Peru. - Lima.
- BARREDA, J.; RAMÍREZ, D. (2004): Lima: consolidación y expansion de una ciudad popular. In: SERIE PERÚ HOY: Las ciudades en el Perú. - Lima, S. 199-218.
- BÄHR, J. (1976): Neuere Entwicklungstendenzen lateinamerikanischer Großstädte. - Geographische Rundschau 28 (4), S. 125-133.
- BÄHR, J. & MERTINS, G. (1981): Idealschema der der sozialräumlichen Differenzierung lateinamerikanischer Großstädte. - Geographische Zeitschrift 69 (1), S. 1-33.
- BÄHR, J. & KLÜCKMANN, G. (1985): Sozialräumliche Differenzierung von Wohngebieten unterer Einkommensgruppen in lateinamerikanischen Metropolen: Die Beispiele Santiago de Chile und Lima. - Ibero-Amerikanisches Archiv 11, S. 283-314.
- BÄHR, J. (1995): Die lateinamerikanische Großstadt: Verstädterungsprozesse und Stadtstrukturen. - Darmstadt, S. 119-208.
- BÄHR, J. & Mertins, G. (2000): Marginalviertel in Großstädten der Dritten Welt. - Geographische Rundschau 52 (7/8), S. 19-26.
- BITHAS, K. (2008): The sustainable residential water use: Sustainability, efficiency and social equity. The European experience. In: ECOLOGICAL ECONOMICS 68, S. 221-229.
- BORSODORF, A. (1982): Die lateinamerikanische Großstadt im Wandel. Zwischenbericht zur Diskussion um ein Modell. - Geographische Rundschau 34 (11), S. 498-501.
- BORSODORF, A.; BÄHR, J. & JANOSCHKA, M. (2002): Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels in Lateinamerika im Modell der lateinamerikanischen Großstadt. - Geographica Helvetica 57 (4), S. 300-310.
- BRÜCHER, W. & MERTINS, G. (1978): Intraurbane Mobilität unterer sozialer Schichten, randstädtische Elendsviertel und sozialer Wohnungsbau in Bogotá/Kolumbien. - Marburger Geographische Schriften 77, S. 1-130.
- CALDERÓN, J. (1999): Acceso por los pobres al suelo urbanoy mercado inmobiliario en Lima Metropolitana. Lincoln Institut Research Report, S. 1-10. (kein Ort)
- CALDERÓN, J. & OLIVERA, L. (1979): Manual del Poblador de Pueblo Jóvenes. DESCO. - Lima, S. 60-74.
- CASTRO-POZO, H. (2000): Régimen legal urbana – doctrina y legislación: derecho urbanístico en el Perú. - Lima.

- CEPES (2003): Ley General de Aguas. Centro Peruano de Estudios Sociales. - Lima.
- COLLIER, D. (1978): Barriadas y Elites: de Odría a Velasco. - Lima.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (CONAM) (2005): Perspectivas del medio ambiente urbano. Geo Lima y Callao. - Lima.
- COY, M. (2002): Jüngere Tendenzen der Verstädterung in Lateinamerika. In: BODEMER, K.; NOLTE, D. & SAGMEISTER, H. (Hrsg.): Lateinamerika Jahrbuch 2002. - Frankfurt am Main, S. 9- 42.
- DÍAZ, F. (1997): La ciudad en América Latina: entre la globalización y la crisis. - América Latina Hoy 15 (April), S. 5-13.
- DRENKHAN, F. (2010): Flächen- und Massenbilanzierung tropischer Gletscher in Peru von 1985-2008 anhand von ASTER- und Landsat-Daten. Eine Abschätzung des glazialen Wasserspeichers in Bezug auf die Wasserversorgung Limas. - Stuttgart.
- FERNÁNDEZ-MALDONADO, A. M. (2008): Expanding networks for the urban poor: Water and telecommunications services in Lima, Peru. In: Geoforum 39. - Delft, S. 1884-1896.
- FISCHER, K. & PARNREITER, C. (2002): Transformationen und neue Formen der Segregation in den Städten Lateinamerikas. - Geographica Helvetica 57 (4), S. 224-252.
- FOVIDA (2004): Queremos agua limpia. Fomento de la Vida (FOVIDA). - Lima.
- FOVIDA (2011): Sistemas alternativos de servicios de agua y de saneamiento. - Lima.
- GÓMEZ-LOBO, A. & CONTRERAS, D. (2003): Water Subsidy Policies: A Comparison of the Chilean and Colombian Schemes. In: THE WORLD BANK ECONOMIC REVIEW, Volume 17, Number 3, S. 391-409.
- GOLDEN-PONGRATZ, K. (2004): The barriadas of Lima: Utopian City of Self-Organisation, S.38-45. (kein Ort)
- GORMSEN, E. (1981): Die Städte in Spanisch-Amerika. Ein zeiträumliches Entwicklungsmodell der letzten hundert Jahre. – Erdkunde 35 (4), S. 290-303.
- IMP (2007): Atlas Ambiental de Lima 2006. Instituto Metropolitano de Planificación. - Lima.
- INEI (2002): Almanque de Lima y Callao 2001-2002. - Lima.
- INEI (2007): Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. - Lima.
- INEI (2008): IV Censo Nacional Económico 2008. - Lima.
- INEI (2011): Anuario de Estadísticas Ambientales INEI – 2011. - Lima.
- INEI (2013): Estado de la Población Peruana 2013. - Lima.

- JAGLIN, S. (2005) : Services d'eau en Afrique subsaharienne. La fragmentation urbaine en question. Paris: Editions du CNRS. In : COLLECTION ESPACES ET MILIEUX. - Paris.
- JUÁREZ, S. & HENRY, S. (2006): Contaminación del Río Rímac por Metales Pesados y Efecto en la Agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana. Reporte final de investigación para Agropolis - Programa Internacional de becas de investigación en Agricultura Urbana. - Lima.
- KRASS, F. & MERTINS, G. (2008): Megastädte in Entwicklungsländern. Vulnerabilität, Informalität, Regier- und Steuerbarkeit. - Geographische Rundschau 60 (11), S. 4-10.
- KROß, E. (1992): Die Barriadas von Lima – Stadtentwicklungsprozesse in einer lateinamerikanischen Metropole. Bochumer Geographische Schriften 55. - Paderborn.
- LA TOUCHE, M.C.D. (1997): The Water Resources of Lima, Peru. Water and Environment Journal, Vol. 11, Issue 6. - San Fransisco, S. 437-439.
- LEAVELL, D. (2007): The impacts of climate change on the mountain glaciers of the central Andes, and the future of water supply in Lima, Perú. - Newark.
- LEHMANN, P. (2010): Challenges to Water Pricing in Developing Countries: The Case of Lima, Peru. - Leipzig
- LEHMANN, P. & SCHOENEMANN, B. (2011): Regulierung der dezentralen Wasserversorgung in periurbanen Räumen: Herausforderungen und Lösungsansätze. - Leipzig
- LÖW, M. (2001): Raumsoziologie. - Frankfurt am Main, S.100-109.
- LUDEÑA, W. (1998): Lima – Neoliberalismus, Architektur und Stadt. In: TRIALOG 57, S. 5-17.
- MARTENS, J. & DEBIEL, T. (2008): INEF Policy Brief 4/2008. Das MDG-Projekt in der Krise. Halbzeitbilanz und Zukunftsperspektiven. - Duisburg/Essen, S. 1-24.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas) (1997): Evaluacion Ambiental Territorial de la cuenca del Río Rimac. - Lima.
- MEM (2002): Atlas Mining of Peru 2002. Ministerio de Energía y Minas. - Lima.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas) (2009): Anuario Estadístico de Electricidad 2008. - Lima.
- MÉNDEZ, W. (2005): Contamination of Rimac River Basin Peru, Due to Mining Tailings. - Stockholm.
- MERTINS, G. (1997): Limitationen einer nachhaltigen Großstadtentwicklung in Ländern der Dritten Welt. In: KOHLHEPP, G. & COY, M. (Hrsg.): Mensch-Umwelt-Beziehungen und nachhaltige Entwicklung in der Dritten Welt. - Tübinger Geographische Studien. S. 297-323.

MEYER-KRIESTEN, K.; PLÖGER, J. & BÄHR, J. (2004): Wandel der Stadtstruktur in Lateinamerika- sozialräumliche und funktionale Ausdifferenzierung in Santiago de Chile und Lima. - Geographische Rundschau 56 (6), S. 30-37.

MINAM & SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) (2010): Climate Scenarios for Peru to 2030. Second National Communication on Climate Change. Executive Summary. - Lima.

MINAM (Ministerio del Ambiente) (2010): Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010. - Lima.

MITCHELL, J.K. (1999): Crucibles of Hazard: Mega-Cities and Disasters in Transition. - Tokyo.

MÜLLER-MAHN, D.;BECKEDORF, A.-S.;ABDALLA, S.M. & ZUG, S. (2010): Wasserversorgung und Stadtentwicklung in Khartum. - Geographische Rundschau 62 (10), S. 38-44.

MITTERMAYER, M (Kein Datum): Pflanzenkläranlagen. - Weihenstephan-Triesdorf-

ORTEGA, L. (2000): Contaminación y Tratamiento de la Aguas del Río Rímac. In: FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean: Gestión de la Calidad del Agua y Control de la Contaminación en América Latina y el Caribe. - Lima, S. 129-159.

OSWALD, P. (2007): Ecosan – Eine nachhaltige Lösung für die Sanitärprobleme der Marginalsiedlungen Limas (Peru)? - Dresden.

PAINTER, James (2007): Deglaciation in the Andean Region. Occasional Papers: Topical background research for the HDR. (kein Ort)

PNUD (2009a): Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009: Por una densidad del Estado al servicio de la gente. - Lima.

PLÖGER, J. (2006): Die nachträglich abgeschotteten Nachbarschaften in Lima (Peru). Eine Analyse sozialräumlicher Kontrollmaßnahmen im Kontext zunehmender Unsicherheit. In: GEOGRAPHISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT KIEL (Hrsg.): Kieler Geographische Schriften Band 112. - Kiel, S. 46-69.

QUEDENA, E. & VILLAVICENCIO, A. (1984): Manual del Poblador. - Lima, S. 28-40.

RIOFRÍO, G. (1996) : Lima : Mega-city and mega problem. In : GILBERT, A. (Hrsg.) : The Mega-City in Latin America. - Tokyo/New York/Paris, S. 155-172.

RIOFRÍO, G. (2004) : Pobreza y desarrollo urbano en Perú. In : SERIE PERÚ HOY : Las ciudades en el Perú. - Lima, S. 71-111.

ROBERTS, B. (2003) : The ambiguity of globalization and Latin Americas Cities. In : BORSODORF, A. & PARNREITER, C. : International Research on Metropolises – Milestones and Frontiers. ISR-Forschungsberichte, Bd. 29, S. 43-64.

ROGERS, P.; DE SILVA, R. & BHATIA, R. (2002) : Water is a economic good : How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. In : WATER POLICY (4), S. 1-17.

ROSENBERGER, M. (2006) : Klimawandel in Peru – alle zwei Minuten ein Fussballfeld Wald weniger. (kein Ort)

SABATINI, F. & SALCEDO, R. (2004): Gated communities and the poor: Functional integration in a context of aggressive capitalist colonisation of lower class areas. Vortragspapier. Symposium "Territory, Control and Enclosure". - Preotria.

SÁNCHEZ LÉON, A. & OLIVERA, L. (1980): El Laberinto de la Ciudad. Politicas Urbanas del Estado 1950-1979. DESCO. - Lima.

SATTERTHWAITE, D. & MCGRANAHAN, D. (2007): Die Wasser und- und Sanitärversorgung verbessern. In: WORLDWATCH INSTITUTE (Hrsg.): Der Planet der Städte. Zur Lage der Welt 2007. - Münster, S.99-123.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) (2008): Quienes Somos. 39 años al servicio de la meteorología en el país (1969-2008). - Lima.

SEDAPAL (2004): Memoria Annual 2004. Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. - Lima.

SEDAPAL (2007): Memoria Anual 2007." Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). - Lima.

SUNASS (2006): Resolución que aprueba la fórmula tarifaria, estructuras tarifarias y metas de gestión de servicio de agua potable y alcantarillado de Lima - SEDAPAL S.A. - Resolución de Consejo Directivo No. 034-206-SUNASS-CD.

SUNASS (2008): Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL - Estructura Tarifaria. - Lima.

SCHÜTZE, M. & ROBLETO, G. (1999) : Wasserversorgung in Megacities. Die Lebensader versiegt. In : POLITISCHE ÖKOLOGIE 114 : Schwerpunkt Megacities, S. 31-33.

SOLO, T. M. (2003): Independent Water Entrepreneurs in Latin America: The other private sector in Water Services, World Bank. - Washington, DC, S.11.

STAPELFELDT, G. (1990): Verelendung und Urbanisierung in der Dritten Welt. Der Fall Lima/Peru. In: Sozialwissenschaftliche Studien zu internationalen Problemen, Band 147. - Saarbrücken, S. 221-353.

STRUCK, E. & DEFFNER, V. (2007): Lateinamerikas Städte im Wandel. Geographische Stadtforschung zu Lateinamerika in deutschsprachigen Raum seit 2000 – Themen, Trends und kritische Analyse. In: ROTHFUß, E. & GAMERITH, W. (Hrsg.): Stadtwelten in den Americas. - Passauer Schriften zur Geographie. S.13-36.

UNCS (HABITAT) (2001): Cities in a Globalizing World. Global Report on Human Settlements 2001. - London.

UNITED NATIONS (2010): The Millennium Development Goals Report 2010. - New York.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM (2006): Bericht über die menschliche Entwicklung 2006. Nicht nur eine Frage der Knappheit. Macht, Armut und die globale Wasserkrise. - Berlin.

WIBERG, N. (2007): Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102., stark umgearbeitete und verbesserte Auflage. - Berlin/New York, S. 1483-1488.

ZEEB, CH. (2010): Adaptation to Climate Change in the Rímac River Basin. (kein Ort)

ZOLEZZI, M. (2003): Las clases sociales en el Perú y las nuevas clases medias en formación. In: GAMERO, J. & ZEBALLOS, M.: Perú Hoy – La clase media existe? - Lima, S. 179-206.

Internetquellen

AMERIKA21.DE (2012):

URL: amerika21.de/2013/06/83324/conga-proteste. - Neue Proteste gegen Bergbauprojekt Conga in Peru (Zugriff 16.06.2014).

AMERIKA21.DE (2013):

URL: amerika21.de/meldung/2012/08/56011/bergbau-conga-peru. - Bergbauprojekt in Peru wird für bestimmte Zeit gestoppt (Zugriff 16.06.2014).

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE:

URL: http://www.ixpos.de/IXPOS/Content/DE/Ihr-geschaeft-im-ausland/_SharedDocs/Downloads/bmwi-markterschliessungsprogramm-2012/bmwi-mep-marktstudie-wasserwirtschaft-peru-bolivien.pdf (Zugriff 21.09.14)

GEOGRAFIAENACCION:

URL: geografiaenaccion3052.blogspot.com (Zugriff 21.05.14.)

INKATOUR:

URL: http://www.inkatour.com/album/cartes/lima_districts.php?lg=de (Zugriff 31.7.2014)

PROJEKT ECOLEGIOS:

URL: <http://www.ecolegios.org.pe/Ecolegios/index.html> (Zugriff 04.08.14)

PROJEKT GRÜNE WÜSTE E.V.:

URL: <http://www.gruene-wueste-peru.de/> (Zugriff 02.10.2014)

SEDAPAL (2009a):

URL:<http://www.sedapal.com.pe/contenido/00312358.pdf> (Zugriff 31.03.2013)

SEDAPAL (2009b):

URL: http://www.sunass.gob.pe/pmo_sedapal.php (Zugriff 15.09.13)

SPIEGEL-ONLINE (2012):

URL: Spiegel-online: Proteste gegen Bergbau-Multi: Perus Kleinbauern proben den Aufstand
www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/peru-protest-gegen-kupferminenbetreiber-xstrata-a-835883.html (Zugriff 16.06.2014).

SPIEGEL-ONLINE (2013):

URL: Spiegel-online: Peru: Drei Menschen sterben bei Protesten gegen US-Bergbauprojekt
<http://www.spiegel.de/politik/ausland/notstand-in-peru-drei-menschen-sterben-bei-protesten-gegen-bergbau-a-842523.html> (Zugriff 16.06.2014)

SUNASS:

URL:http://www.sunass.gob.pe/documentos/indicadores/2008/ranking_desempe%C3%B1o_eps_2008.pdf (Zugriff 03.05.14)

WATER TREATMENT SOLUTIONS LENNTECH:

URL: www.lenntech.de/element-und-wasser/cadmium-und-wasser.htm
(Zugriff am 14.06.2014).

Tageszeitungen

El Comercio

21.03.2005: Vecinos piden nuevos distritos por insatisfacción en servicios

22.05.2005: Preocupante Nivel de Arsénico en el Agua

Perú 21

29.11.2011 SEDAPAL pierde 30 % de lo produce

Handelsblatt

05.02.2007 Perus Erzbergbau treibt Projekte voran

Filmmaterial

Arte

22.07.2010 Lima – eine Stadt trocknet aus

Interviews

Interview mit Jan Weber von der NGO Aynimundo; geführt am 15.4.2013, Barranco/Lima.

Erstes Interview mit Dipl. Ing. Christian Léon, Projektleiter LiWa, geführt am 17.04.2013, Miraflores/Lima.

Zweites Interview mit Dipl. Ing. Christian Léon, Projektleiter LiWa, geführt am 13.05.2013, Miraflores/Lima

Interview mit Markus Tritscherl von der GIZ, Projektleiter *Ecolegios*, geführt am 08.05.2013, San Isidro/Lima.

Erstes Interview mit Dr. Paul Lehmann vom UFZ, geführt am 20.10.2013, via Skype.

Zweites Interview mit Dr. Paul Lehmann vom UFZ, geführt am 13.11.2013, via Skype.

Interview mit Alois Kennerknecht, geführt am 10.07.2013, San Isidro/Lima.

Wechselkurs Soles – Euro

1 Nuevo Sol (PEN) = 0,26 Euro

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt wurde, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Passau, den 17.10.2014 _____ Mario Schachinger