

Erdsicht - Einblicke in geographische und geoinformationstechnische Arbeitsweisen

Schriftenreihe des geographischen Instituts der Universität Göttingen,
Abteilung Kartographie, GIS und Fernerkundung
Herausgegeben von Prof. Dr. Martin Kappas



Daniel Karthe

Trinkwasser in Calcutta



Versorgungsproblematik
einer indischen Megastadt



ibidem

Daniel Karthe

Trinkwasser in Calcutta
Versorgungsproblematik einer indischen Megastadt

ERDSICHT - EINBLICKE IN GEOGRAPHISCHE UND GEOINFORMATIONSTECHNISCHE ARBEITSWEISEN

Schriftenreihe des Geographischen Instituts der Universität Göttingen,
Abteilung Kartographie, GIS und Fernerkundung

Herausgegeben von Prof. Dr. Martin Kappas

ISSN 1614-4716

- 5 *Randy Thomsen*
Change Detection – fernerkundungsgestützte Methoden zur Ableitung des
Landnutzungswandels in den Tropen (Fallbeispiel Dominikanische Republik)
ISBN 3-89821-433-8
- 6 *Sören Steinbach*
Visualisierung und Quantifizierung von Überschwemmungsbereichen am Mittellauf
der Elbe
GIS-gestützte Modellierung von Überschwemmungen
ISBN 3-89821-530-X
- 7 *Jobst Augustin*
Das Seegangsklima der Ostsee zwischen 1958 und 2002 auf Grundlage numerischer
Daten
ISBN 3-89821-572-5
- 8 *Martin Kappas*
Naturraumpotential und Landnutzung im Oudalan – eine Fallstudie aus dem Sahel
Burkina Fasos zur Anwendbarkeit von Fernerkundungsmethoden im regionalen
Maßstab
ISBN 3-89821-664-0
- 9 *Ortwin Kessels*
Qualitätsanalyse verschiedener digitaler Geländemodelle und deren Eignung für die
Prozessierung von Satellitenbilddaten in den Tropen
ISBN 3-89821-603-9
- 10 *Christian Knieper*
Remote Sensing Based Analysis of Land Cover and Land Cover Change in Central
Sulawesi, Indonesia
ISBN 3-89821-646-2
- 11 *Mareike Lehrling*
Klimaentwicklung in Alaska - eine GIS-gestützte Erfassung und Analyse der raum-
zeitlichen Entwicklung von Temperatur und Niederschlag
ISBN 3-89821-670-5

Daniel Karthe

TRINKWASSER IN CALCUTTA
Versorgungsproblematik einer indischen Megastadt

ibidem-Verlag
Stuttgart

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

∞

ISBN: 978-3-8382-5661-0

© *ibidem*-Verlag
Stuttgart 2006
Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und elektronische Speicherformen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

VORWORT DES HERAUSGEBERS

Die Reihe „Erdsicht – Einblicke in Geographische und Geoinformationstechnische Arbeitsweisen“ soll Forschungsergebnisse und Arbeiten im Bereich der Erdsystemforschung vorstellen. Die Betrachtung der Erde als System ist als Inhalt heutiger und zukünftiger Geowissenschaftlicher Gemeinschaftsforschung dringend gefordert. Die Herausforderungen liegen zum einen in der Erforschung der vielfältigen Interaktionen zwischen den verschiedenen Teilbereichen des Systems Erde. Hierzu zählen Wechselwirkungen zwischen fester Erde und Atmosphäre, zwischen der Landoberfläche und der Hydrosphäre oder zwischen Biosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre. Der Mensch steht dabei mit seinen zentralen Nutzungsansprüchen (Ernährung – landwirtschaftliche Nutzung – Ressourcennutzung) im Mittelpunkt eines vielfach vernetzten Erdsystems. Der Mensch verändert Landschaften und Atmosphäre und greift somit in alle Skalenbereiche des Erdsystems ein. Insofern müssen diese Veränderungen beobachtet und bewertet werden, damit Konzepte für ein nachhaltiges Erdsystemmanagement auf den unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen entwickelt werden können. Die neuen Geoinformationstechniken (Geostatistik; Geographische Informationssysteme – GIS; luft- und Satellitengestützte Fernerkundungssysteme – Remote Sensing) helfen dabei das System Erde zu beobachten und zu begreifen. Ohne diese Techniken ist eine ganzheitliche Betrachtung der Erde und eine flächenhafte Bereitstellung von Informationen über das Erdsystem nicht möglich.

Die Arbeit zur Trinkwasserqualität in Kalkutta von Daniel Karthe behandelt ein wichtiges Zukunftsthema in der Geographie. Wasser als allgemeines, tägliches Gut, das wir zum Überleben benötigen, ist in vielen Regionen der Erde mittlerweile sehr knapp geworden und unterliegt bezüglich seiner Qualität (Trinkwasser) sehr starken Schwankungen. Die Sorge um „gutes Wasser“ hat auch immer ein

Stück mit Gesundheitsvorsorge zu tun. Hierzu gilt es geeignete Rahmenbedingungen aufzustellen und die konkurrierenden Raumfunktionen und Raumnutzungen in ihrer Bedeutung für den Trinkwasser- und Naturschutz zu erkennen. Es ist von wesentlicher Bedeutung für unsere Zukunft einen nachhaltigen Gewässerschutz zu erzielen. Stichworte hierzu sind ein gut funktionierendes direktes Gewässerqualitäts-management und ein auf Trinkwasserqualität abzielendes Einzugsgebietsmanagement.

Die Arbeit von Herrn Karthe liefert wesentliche Basisdaten zur Trinkwasserqualität für den vom Menschen überbelasteten städtischen Verdichtungs- (Lebens)raum Kalkutta.

Martin Kappas

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Wasserversorgung von Megastädten: Weltweite Entwicklung.....	2
1.2. Wasserversorgung in Indien – regionale Besonderheiten.....	6
2. Mikrobiologie und Chemie des Wassers.....	11
2.1. Mikrobiologie des Wassers.....	11
2.1.1. Bakterien: die häufigste Erregergruppe.....	12
2.1.2. Viren: die kleinsten bekannten Krankheitserreger.....	16
2.1.3. Protozoen.....	19
2.1.4. Helminthe: die größten menschlichen Parasiten.....	20
2.1.5. Mikrobiologische Wasseruntersuchungen.....	21
2.2. Chemisch-physikalische Parameter der Wasserqualität.....	23
2.2.1. Überblick.....	23
2.2.2. Auswirkungen von chemischer Wasserkontamination auf den menschlichen Organismus.....	24
2.2.3. Ursachen verschiedener Belastungen.....	29
2.2.4. Gesetzliche Grenzwerte.....	30
2.2.5. Arsen: ein besonderes Problem.....	33
2.3. Grundlagen der Wasseraufbereitung.....	36
3. Regionalgeographische Grundlagen	41
3.1. Wasser in der Unteren Gangesebene.....	41
3.1.1. Hydrogeologie	42
3.1.2. Klima und Hydrologie	47
3.2. Die Agglomeration Calcutta.....	50
3.2.1. Stadt- und Bevölkerungsentwicklung in Calcutta.....	50
3.2.2. Trinkwasserversorgung in Calcutta.....	53
4. Trinkwasserqualität in Calcutta: der Status Quo.....	62
4.1. Methodik.....	62
4.1.1. Entnahme von Wasserproben.....	62
4.1.2. Bakteriologische Untersuchungen.....	65
4.1.3. Chemische Untersuchungen.....	66
4.1.4. Befragung der Bevölkerung.....	74
4.1.5. Weitere Erhebungsquellen.....	76
4.2. Trinkwasserqualität in Calcutta: Ergebnisse der chemischen und bakteriologischen Untersuchungen.....	77
4.2.1. Wasserbakteriologie.....	77
4.2.2. Chemische Belastung.....	90
4.2.3. Bewertung der Oberflächengewässer.....	100
4.2.4. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	100
4.3. Problembewußtsein der Bevölkerung: Ergebnisse der Befragung.....	103
4.3.1. Charakteristika der Untersuchungsgruppe.....	103
4.3.2. Ergebnisse der Befragung.....	103

4.3.3. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.....	107
4.4. Weitere Studien.....	110
4.4.1. Leitungswasserversorgung und die Calcutta Municipal Corporation	111
4.4.2. Grundwasserbelastung und Absenkung des Grundwasserspiegels.....	113
4.4.3. Abwasserentsorgung.....	118
4.4.4. Unzufriedenheit der Bevölkerung und Ausbruch trinkwasserinduzierter Erkrankungen	122
5. Abschließende Betrachtungen.....	125
6. Bibliographie.....	128
6.1. Zitierte Quellen.....	128
6.2. Standorte der Literatur.....	138
7. Anhang.....	139
7.1. Zusammenstellung der Entnahmestelle.....	139
7.1.1. 'Public Taps'.....	140
7.1.2. Städtisches Leitungswasser (CMC) im Haushalt.....	143
7.1.3. Handpumpen.....	144
7.1.4. Leitungswasser aus Tiefbrunnen.....	148
7.1.5. Oberflächenwasser.....	151
7.2. Auswertung der bakteriologischen Untersuchungen.....	153
7.3. Verwendeter Fragebogen.....	155
7.4. Untersuchungsergebnisse.....	159

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Bevölkerungsreichste Städte der Welt (2015).....	5
Tabelle 2: Größen verschiedener im Wasser auftretender Pathogene.....	11
Tabelle 3: Überlebensdauer pathogener Mikroorganismen im Wasser.....	22
Tabelle 4: Gesundheitliche Bedeutung verschiedener Spurenstoffe	27
Tabelle 5: Industriell bedingte Wasserbelastung in Indien.....	29
Tabelle 6: Grenz- und Richtwerte für Trinkwasser.....	33
Tabelle 7: Anorganische Verbindungen des Arsens.....	35
Tabelle 8: Organische Verbindungen des Arsens.....	35
Tabelle 9: Eliminierung von Krankheitserregern durch Erhitzung.....	38
Tabelle 10: Gerätekonfiguration bei den Untersuchungen per AAS.....	72
Tabelle 11: Fragwürdige Nachweisgenen für Flammen-AAS in einigen indischen Labors.....	74
Tabelle 12: Variationskoeffizienten der Wasserbakteriologie für verschiedene Versorgungssysteme.....	82
Tabelle 13: Verwendete Kriterien zur Abgrenzung verschiedener Wohngebiete..	85
Tabelle 14: Grundcharakteristika der chemischen Wasserqualität (nach Versorgungssystem).....	91
Tabelle 15: Charakteristika der Befragtengruppe.....	103
Tabelle 16: Herkunft des verwendeten Trinkwassers.....	103
Tabelle 17: Auftreten wasserinduzierter Erkrankungen.....	106
Tabelle 18: Arsenbelastung des Grundwassers in Behala.....	115
Tabelle 19: Kontamination von Abwässern.....	121

Im Anhang befindet sich eine Zusammenstellung sämtlicher Messergebnisse und einiger statistischer Auswertungen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des weltweiten Wasserverbrauchs.....	3
Abbildung 2: "Open air defecation".....	7
Abbildung 3: Slumanteile verschiedener indischer Großstädte (1981).....	9
Abbildung 4: Slumgebiet in Howrah.....	9
Abbildung 5: Verbreitung von <i>Vibrio cholerae</i> O139, November 1992.....	13
Abbildung 6: Ausbreitung von <i>Vibrio cholerae</i> O139 bis März 1993.....	14
Abbildung 7: Ausbreitung von <i>Vibrio cholerae</i> O139 bis Juli 1993.....	14
Abbildung 8: Lage Calcuttas in der unteren Gangesebene.....	43
Abbildung 9: Klimadiagramm der Station Alipore (Calcutta).....	47
Abbildung 10: Müllablagerungen am Ufer des Hooghly River.....	49
Abbildung 11: Verteilung der Bevölkerungsdichte.....	51
Abbildung 12: Bevölkerungsanstieg in Calcutta seit der Stadtgründung.....	52
Abbildung 13: Flächenmäßiges Wachstum Calcuttas (Gebiet der CMC).....	53
Abbildung 14: Obdachloser im Zentrum Calcuttas.....	55
Abbildung 15: "Unfiltered Water Supply" in der College Street	57
Abbildung 16: Tala Reservoir.....	58
Abbildung 17: Städtischer Tiefbrunnen ("tubewell") im Stadtzentrum (Esplanade).....	59
Abbildung 18: Handpumpe in der Eliot Road.....	59
Abbildung 19: Entwicklung der Grundwasserentnahme durch städtische Tief- und Flachbrunnen (inklusive Handpumpen) von 1986 bis 1998.....	60
Abbildung 20: Anteil verschiedener Komponenten an der Wasserversorgung Calcuttas.....	61
Abbildung 21: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (Nachmonsun). 78	78
Abbildung 22: Bakteriologische Wasserqualität der Handpumpen (Nachmonsun) ..	78
Abbildung 23: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (Vormonsun)... 78	78
Abbildung 24: Bakteriologische Wasserqualität der Handpumpen (Vormonsun)..	78
Abbildung 25: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (Monsun)..... 78	78
Abbildung 26: Bakteriologische Wasserqualität der Handpumpen (Monsun)... 78	78
Abbildung 27: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (Haushalt; vom Wasserwerk Palta)..... 80	80
Abbildung 28: Bakteriologische Qualität des Leitungswasser (öffentliche Hähne)	80
Abbildung 29: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (aus lokalem Grundwasser)..... 80	80
Abbildung 30: Bakteriologische Wasserqualität bei Handpumpen..... 80	80
Abbildung 31: Bakteriologische Wasserqualität bei Inneninstallationen..... 83	83
Abbildung 32: Bakteriologische Wasserqualität bei öffentlichen Außeninstallationen..... 83	83

Abbildung 33: Bakteriologische Wasserqualität in den Wohnvierteln der Oberschicht	83
Abbildung 34: Bakteriologische Wasserqualität in den Wohnvierteln der Unterschicht	83
Abbildung 35: Bakteriologische Qualität des Leitungswassers (vom Wasserwerk Palta).....	87
Abbildung 36: Bakteriologische Qualität des Grundwassers	89
Abbildung 37: Chemische Qualität des Leitungswassers (Haushalt; aus Palta)...	93
Abbildung 38: Chemische Qualität des Leitungswassers (Straßenrand).....	93
Abbildung 39: Chemische Qualität des Leitungswassers (aus lokalem Grundwasser).....	93
Abbildung 40: Chemische Qualität des Handpumpen-Wassers.....	93
Abbildung 41: Toxikologie des Leitungswassers (Haushalt, aus Palta).....	94
Abbildung 42: Toxikologie des Leitungswassers (Straßenrand, aus Palta).....	94
Abbildung 43: Toxikologie des Leitungswassers (aus lokalem Grundwasser)....	94
Abbildung 44: Toxikologie des Handpumpen-Wassers.....	94
Abbildung 45: Chemische Wasserbelastung nach Problemstoffen.....	96
Abbildung 46: Chemische Qualität bei Leitungswasser (Inneninstallationen)..	98
Abbildung 47: Chemische Qualität bei Leitungswasser (öffentl. Außeninstallationen).....	98
Abbildung 48: Chemische Wasserqualität in Vierteln der Oberschicht.....	98
Abbildung 49: Chemische Wasserqualität in Vierteln der Unterschicht.....	98
Abbildung 50: Toxikologie des Leitungswassers (Haushalt, aus Palta).....	98
Abbildung 51: Toxikologie des Leitungswassers (Straße, aus Palta).....	98
Abbildung 52: Toxikologie des Wassers in Vierteln der Oberschicht.....	99
Abbildung 53: Toxikologie des Wassers in Vierteln der Unterschicht.....	99
Abbildung 54: Wasserqualität in Calcutta	101
Abbildung 55: Werbung für den "Aquaguard"-Wasserfilter (mit UV-Desinfektion).....	105
Abbildung 56: Werbung für den Nuvac-Wasserfilter (UV-Desinfektion).....	105
Abbildung 57: Kuhfladen trocknen an einer Hauswand im Stadtteil Kidderpore .	108
Abbildung 58: Müllhalde direkt neben einem Tiefbrunnen (Esplanade).....	109
Abbildung 59: Müllansammlungen und öffentliches Urinal (rechts im Bild) direkt neben einer Handpumpe (Eliot Road).....	109
Abbildung 60: Bakteriologische Wasserqualität bei Handpumpen.....	113
Abbildung 61: Schwankungen der piezometrischen Grundwasseroberfläche....	118
Abbildung 62: Kritikatur zur Situation während des Monsuns.....	119
Abbildung 63: Schlange an einer öffentlichen Entnahmestelle in Shibpore....	123
Abbildung 64: Öffentliche Entnahmestelle in der AJC Bose Road.....	124

Im Anhang befindet sich eine Karte der Entnahmestelle.

Verwendete Abkürzungen

AAS	Atom- <u>A</u> bsorptions- <u>S</u> pektrometer
AES	Atom- <u>E</u> missions- <u>S</u> pektrometer
BOD	biologischer Sauerstoffbedarf (bezogen auf 5 Tage; <u>B</u> iological <u>O</u> xygen <u>D</u> emand)
EDL lamp)	Elektrodenlose Entladungslampe (<u>e</u> lectrodeless <u>d</u> ischarge <u>l</u> amp)
HCL	Hohlkathodenlampe (<u>h</u> ollow <u>c</u> athode <u>l</u> amp)
CMC	<u>C</u> alcutta <u>M</u> unicipal <u>C</u> orporation
CMD	<u>C</u> alcutta <u>M</u> etropolitan <u>D</u> istrict
CUA	<u>C</u> alcutta <u>U</u> rban <u>A</u> gglomeration
CMWSA	<u>C</u> alcutta <u>M</u> etropolitan <u>W</u> ater <u>S</u> upply <u>A</u> uthority (Untereinheit der CMC, die für Wasserversorgung verantwortlich ist)
COD	chemischer Sauerstoffbedarf (<u>C</u> hemical <u>O</u> xxygen <u>D</u> emand)
MDL	maximal erwünschter Wert (<u>m</u> aximum <u>d</u> esirable <u>l</u> imit)
MLD	Millionen Liter pro Tag (<u>m</u> illion <u>l</u> iters <u>d</u> aily)
MPL	erlaubter Grenzwert (<u>m</u> aximum <u>p</u> ermissible <u>l</u> imit)
MPN	wahrscheinlicher Wert (<u>m</u> ost <u>p</u> robable <u>n</u> umber)
Rs	Indische Rupien (Rupes; derzeit entsprechen Rs 50 etwa 1 €)

WHO Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)

USEPA Umweltschutzbehörde der USA (United States Environmental Protection Agency)

Alle weiteren Abkürzungen sind entweder im Text, z.B. als Formelzeichen erläutert, oder es handelt sich um allgemein übliche Kurzformen für chemische Elemente bzw. physikalische Einheiten.

Danksagung

Die nachfolgende Arbeit beruht auf Untersuchungen, die ich während eines einjährigen Aufenthaltes in Calcutta sowie in dessen Anschluß durchgeführt habe. Dazu bin ich den folgenden Personen und Institutionen zum Dank verpflichtet, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre:

- Frau Prof. Dr. Ingrid Dörner, Herrn Prof. Dr. Martin Kappas und Herrn Prof. Dr. Paul Gans, die meine Arbeit betreuten und Kontakte sowie die Teilnahme an Tagungen/Konferenzen vermittelten;
- dem Deutschen Akademischen Austauschdienst als meinem Stipendiengeber, der mir den Zugang zu zahlreichen Forschungsinstitutionen überhaupt erst ermöglicht hat;
- Herrn Prof. Dr. G.S. Ghatak, Professor für Geologie am Presidency College, Calcutta, der in Indien mein Betreuer war und zahlreiche nützliche Kontakte herstellte;
- Herrn Prof. Prof. Dr. D. Pal, Professor für Mikrobiologie am All India Institute of Hygiene and Public Health, Calcutta, für seine Unterstützung bei den bakteriologischen Wasseruntersuchungen;
- Frau Dr. Snigda Palchowdhury, für ihre Unterstützung bei den chemischen Analysen per AAS (Flamme) am Presidency College, Calcutta;
- Frau Martina Langlotz, für ihre Unterstützung bei den chemischen Analysen per AAS (Flamme und Graphitrohr) im Geographischen Institut, Mannheim;
- Herrn Dr. Dipankar Chakraborty, Direktor der School of Environmental Studies, Jadavpur University, Calcutta, für die Durchführung der Untersuchungen auf Arsen und den Einblick in unveröffentlichte Forschungsunterlagen;
- Frau Prof. Dr. Snigda Ganguly, Professorin für Organische Chemie am Presidency College, Calcutta, für ihre Unterstützung mit den Untersuchungen auf chemischen Sauerstoffbedarf;
- Frau Garga Chatterjee, für ihre Unterstützung mit weiteren Untersuchungen auf chemischen Sauerstoffbedarf am Center for Study of Man and Environment, Calcutta;

- Herrn Dr. P.C. Mandal (Direktor), Herrn Dr. D.K. Das und Herrn D.K. Basak aus der Abteilung für Geochemie der Geological Survey of India, Calcutta für ihre Unterstützung bei den Untersuchungen auf Chloride, Hydrogenvcarbonate und elektrische Leitfähigkeit;
- Herrn Prof. Surnimal Chanda, Professor für Mikrobiologie, sowie seinen Kollegen Herrn Prabhatish Bhattacharya und Bikash Poddar in der Geologie des Center for Study of Man and Environment, Calcutta, für den Einblick in ihre Forschungsunterlagen;
- Herrn Dr. U.P. Shrivastava, Direktor des Central Groundwater Board, Calcutta, für den Einblick in seine Unterlagen;
- Herrn K.K. Ganguly, für seine unermüdliche Unterstützung bei der Suche nach Fachliteratur bei der Geological Survey of India, Calcutta;
- meinen Eltern sowie meinen Freunden Björn Langlotz und Silke Fechter fürs Korrekturlesen meiner Arbeit.

1. Einleitung

Im Jahr 1981 setzte sich die Weltgesundheitsorganisation zum Ziel, innerhalb der nächsten 10 Jahre die gesamte Weltbevölkerung mit sicherem Trinkwasser zu versorgen, und die gesamte dafür notwendige Infrastruktur zu schaffen.¹

Die sogenannte 'Trinkwasserdekade' liegt inzwischen rund 10 Jahre zurück, und die folgende Fallstudie aus Calcutta soll zeigen, inwiefern die damals gesetzten Ziele heute erreicht sind oder verfehlt wurden. Dabei soll auf die verschiedene Probleme, die sich im Rahmen der Trinkwasserversorgung und deren Management ergeben, eingegangen werden:

- Wasserknappheit und Folgeerscheinungen übermäßiger Grundwasser-extraktion;
- chemische und bakteriologische Kontamination und Aufbereitung von Rohwässern und Trinkwasser;
- Rekontamination bereits aufbereiteten Wassers im Leitungsnetz und
- Gesundheitsgefährdungen durch mikrobielle und chemische Wasserbelastung.

Nach einer Einführung zur weltweiten Situation der Trinkwasserversorgung in Megastädten und wasserbezogenen Problemen in Indien sollen einige Grundlagen der Mikrobiologie und Chemie des Wassers, der Wasseraufbereitung sowie der Grundwasserhydrologie dargestellt werden und ein Überblick über die natur- und siedlungsräumlichen Gegebenheiten der unteren Gangesebene gewährt werden, die in der anschließenden Fallstudie zur gegenwärtigen Situation der Trinkwasserversorgung in Calcutta Anwendung finden. Dazu wurden aus verschiedenen Stadtteilen Wasserproben entnommen und auf ihre chemische und bakterielle Kontamination untersucht, eine Befragung zum Thema Trinkwasserbelastung durchgeführt, und bereits vorliegende Studien ausgewertet.

¹ HOFFMANN, T. (1997), S. 116.

1.1. Wasserversorgung von Megastädten: Weltweite Entwicklung

Zu Beginn der 80er Jahre hatte etwa ein Drittel der Weltbevölkerung keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Gleichzeitig wurden rund 80% aller Infektionskrankheiten mit tödlichem Verlauf durch den Konsum von kontaminiertem Trinkwasser ausgelöst.²

Die 1981 von der Weltgesundheitsorganisation initiierte 'Wasserdekade' verfolgte das Ziel, diese Situation entscheidend verbessern und allen Erdbewohnern unbedenkliches Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Aber selbst Jahre nach dem Ende dieser Wasserdekade fehlt einem Drittel der Weltbevölkerung der Zugang zu sauberem Trinkwasser, und weltweit gesehen bleiben Durchfallerkrankungen die häufigste Todesursache.³ Genaue Aussagen lassen sich sicherlich nur schwer treffen, aber die folgenden Zahlen vermitteln einen Eindruck über das Ausmaß des Problems:

- 1992 starben konservativen Schätzungen zufolge etwa 3.2 Millionen Menschen an Durchfallerkrankungen⁴; viele Autoren gehen von rund 9 Millionen Toten im Jahr⁵ aus, oder halten sogar 18 Millionen Tote im Kindesalter⁶ pro Jahr für realistisch.
- Zu jedem beliebigen Zeitpunkt leiden weltweit etwa 1.5 Milliarden Menschen an wasserinduzierten Krankheiten.⁷
- In Entwicklungsländern gehen durchschnittlich 10% eines Arbeitslebens durch wasserübertragene Krankheiten verloren.⁸

² PERRY, J. & VANDERKLEIN, E. (1996), S. 2.

³ HOFFMANN, T. (1997), S. 118.

⁴ HOFFMANN, T. (1997), S. 118.

⁵ MARCINEK, J. & ROSENKRANZ, E. (1996), S. 303.

⁶ LAL, S. (1994), S. 65.

⁷ MARCINEK, J. & ROSENKRANZ, E. (1996), S. 303.

⁸ BISCHÖFLICHES HILFSWERK MISEREOR E.V. (Hrsg.) (1996), S. 13.