



Wasserwirtschaft Thailand

gefördert vom:



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WA0734 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



RWTHAACHEN

Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen

Mies-van-der-Rohe-Str. 1 • 52074 Aachen

Tel: 0241 80 25207 • Fax: 0241 80 22285 • isa@isa.rwth-aachen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Daten und Fakten zum Thema Wasser.....	5
3	Rechtliche Rahmenbedingungen der Wasserwirtschaft.....	6
4	Organisationsstruktur der Wasserwirtschaft.....	8
5	Situation der Wasserwirtschaft.....	10
5.1	Wasserversorgung.....	10
5.2	Sanitäranlagen.....	13
5.3	Abwasserableitung und -behandlung.....	13
5.4	Wasserwiederverwendung.....	18
6	Marktpotential: Investitions- und Infrastrukturbedarf der Wasserwirtschaft	19
7	Ausblick für Technologieeinsatz.....	20
7.1	Membrantechnik	20
7.2	Sanierung von Leitungen	20
7.3	Dezentrale Ver- und Entsorgung	20
7.4	Aufbereitung von Trinkwasser	20
8	Messen und sonstige Veranstaltungen	21
9	Zusätzliche Informationen.....	22
10	Literaturnachweis	23

1 Einleitung

In Thailand lassen sich drei Jahreszeiten unterscheiden: Die Regenzeit, bedingt durch den Südwestmonsun, dauert etwa von Mitte Mai bis Mitte Oktober. Die Trockenzeit im Winter (Mitte Oktober bis Mitte Februar) bringt den trockensten Monat mit sich, den Dezember. Die dritte Jahreszeit von Mitte Februar bis Mitte Mai ist der Sommer. Die höchsten Temperaturen werden in der Regel im April erreicht. (KHEDARI et al., 2002)

In der heißen Jahreszeit (Februar bis April) werden Temperaturen bis zu 38°C und mehr erreicht, die Tiefsttemperaturen liegen bei 12°C. Die Luftfeuchtigkeit beträgt je nach Landesteil bzw. Klimazone zwischen 30 und 100%. (KHEDARI et al., 2002)



In den vergangenen Jahrzehnten hat das Bewusstsein für Umweltschutz landesweit zugenommen. Die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung haben laut BARTSCH (2004) in den vergangenen Jahren aufgrund der wachsenden Gewässerverschmutzung Auftrieb bekommen. Auch zwei Drittel der Bevölkerung in Bangkok sehen die Wasserverschmutzung als ernstzunehmendes Problem an. (ROOMRATANAPUN, 2001; Bartsch, 2004)

Im Jahr 2009 kam es zu politischen Unruhen in Thailand, die im April zu einer zeitweiligen Verhängung des Ausnahmezustands in Bangkok und den

umliegenden Provinzen führten. Da weiterhin einige Provinzen unter Notstandsrecht stehen und insbesondere die Grenzregion zu Kambodscha als politisch instabil gilt, sollten die Reise- und Sicherheitshinweise des Auswärtigen Amts vor der Einreise unbedingt berücksichtigt werden. (AA, 2009b)

2 Daten und Fakten zum Thema Wasser

	Daten	Bezugsjahr	Quelle
Nutzbare Wasserreserven	410 Mrd. m ³ /a ^{a)}	2007	UNESCAP (2008)
Anteil der genutzten Wasserreserven	21,2%	2002	UNESCAP (2008)
Gesamtwasserverbrauch	87,1 Mrd. m ³ /a	2002	UNESCAP (2008)
- davon Grundwasser	10,3% ^{b)}		VISVANATHAN und CIPPE (2001)
Verbrauch Landwirtschaft/Bewässerung	82,7 Mrd. m ³ /a	2002	UNESCAP (2008)
Verbrauch Industrie	2,2 Mrd. m ³ /a	2002	UNESCAP (2008)
Verbrauch Haushalte und öffentliche Einrichtungen	2,2 Mrd. m ³ /a ^{c)}	2002	UNESCAP (2008)
Durchschnittlicher Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauch	ca. 96,4 l/(E*d)	2002	UNESCAP (2008)
Bevölkerungsanteil mit Anschluss an:			
- öffentliche Trinkwasserversorgung gesamt	97%	2006	UNSTATS (2008)
- Sanitäreanlagen gesamt	93%	2006	UNSTATS (2008)
Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen	ca. 85	2001	PCD (2001)
- Klärkapazität	2,8 Mio. m ³ /d	2001	PCD (2001)

a) Darin sind alle erneuerbaren Wasservorkommen enthalten, auch diejenigen, die von außerhalb des Landes nach Thailand zufließen, unter Berücksichtigung der Mengen, die von Ländern oberhalb und unterhalb des Zustroms genutzt werden. Die internen erneuerbaren Wasservorkommen betragen 210 Mrd. m³/a. (UNESCAP, 2008)

b) errechnet aus jährlichem Verbrauch von Grundwasser von 8,99 Mrd. m³/a (VISVANATHAN und CIPPE, 2001)

c) errechnet aus Gesamtwasserverbrauch abzüglich Verbrauch Landwirtschaft und Industrie

3 Rechtliche Rahmenbedingungen der Wasserwirtschaft

Gesetze und Verordnungen (nach: PCD, 2004; HEYD und NEEF, 2006; SOPHANASIRI, 2007)

The Enhancement and Conservation of the National Environment Quality Act B.E. 2535 (NEQA 1992)

- Verursacherprinzip: Abwasser muss vom Verursacher behandelt werden, bevor es in die Umwelt eingeleitet werden darf
- Die Behandlung kann auch an zentrale Abwasserreinigungsanlagen abgegeben werden.

Pollution Prevention and Mitigation Policy (1997-2016)

Ziele:

- Die Wasserqualität der von Verschmutzung betroffenen Oberflächengewässer soll steigen.
- Der gelöste Sauerstoff im unteren Lauf des Chao Phraya und des Thachin soll bis 2006 ≥ 4 mg/l betragen, bei ihren Nebenflüssen ≥ 2 mg/l.
- Die Hauptflüsse, die durch städtisches Gebiet fließen, sollen den Standards für Oberflächenwasserqualität entsprechen.
- Die Qualität der Küstengewässer soll den Küstengewässerqualitätsstandards entsprechen. Dabei sollen touristische Gebiete bevorzugt berücksichtigt werden.

The Building Control Act (geändert 1992)

- Grundstückseigentümer müssen Toiletten und Baderäume einrichten.
- Bei größeren Gebäuden müssen geeignete Abteilungen eingerichtet werden, um die vom Environmental Quality Promotion and Preservation Act gestellten Anforderungen erfüllen zu können.

The Decentralization Law (1999)

- Verantwortung soll von zentrale an lokale Stellen übertragen werden.
- Öffentliche Ausgaben sollten bis 2001 zu 20% von lokalen Behörden getätigt werden, bis 2006 zu 35% (tatsächlich: 8,4% im Jahr 2002)

Vorschriften zur Wasserqualität (nach: PCD,2009)

- Trinkwasserstandards für Trinkwasser, Wasser in Flaschen und Grundwasser zu Trinkwasserzwecken
- Oberflächenwasserqualitätsstandards
- Grundwasserqualitätsstandards
- Abwasserablaufstandards
- Küstengewässerqualitätsstandards
- Wasserqualität für Süßwasserlebewesen

4 Organisationsstruktur der Wasserwirtschaft

Zentrale Ministerien und nachgeordnete Behörden (nach: HEYD und NEEF, 2006; WEPA, 2009)

Innenministerium

- The Metropolitan Waterworks Authority
- The Provincial Waterworks Authority

Ministerium für natürliche Ressourcen und Umwelt (Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE))

- zuständig für die Erfüllung des "The Enhancement and Conservation of National Environment Quality Act"
- Grenzwerte für Boden, Luft und Wasser
- Pollution Control Department
- Department of Environmental Quality Promotion (DEQP)
- Department of Water Resources (DWR)
- Department of Groundwater Resources (DGR)
- National Park, Plant and Wildlife Conservation Department
- Upstream Management Units
- Department of Marine and Coastal Resources
- Royal Forrest Department

Landwirtschaftsministerium (Ministry of Agriculture and Cooperatives (MoAC))

- Royal Irrigation Department

Gremien und Organisationen

Metropolitan Waterworks Authority

- staatliches Unternehmen, dem Innenministerium zugeordnet
- zuständig für die Wasserversorgung in den Provinzen Bangkok, Nonthaburi und Samut Prakan

Zuständigkeiten

Thailand ist eine Monarchie mit demokratisch gewählter Regierung. Das Land ist stark zentralistisch organisiert. Es ist in 76 Provinzen eingeteilt, die wiederum in Bezirke, Unterbezirke und Ortschaft unterteilt sind. Die Metropole Bangkok gilt als eigenständige Provinz und wird von der Bangkok Metropolitan Administration

(BMA) verwaltet. Die Zuständigkeiten in den Behörden und Organisationen sind teilweise komplex verteilt und auf einigen Ebenen auch konkurrierend. Detaillierte Erläuterung der Strukturen und der Bemühungen um die Dezentralisierung können MUTEBI (2004) sowie HEYD und NEEF (2006) entnommen werden.

5 Situation der Wasserwirtschaft

5.1 Wasserversorgung

Thailand hat ein Süßwassereinzugsgebiet von etwa 512.000 km², in dem sich 25 Flussbecken befinden. Die Niederschlagsmenge schwankt stark mit den Jahreszeiten: In der Monsunzeit von Mitte Mai bis Mitte Oktober fallen durchschnittlich 80% bis 90% der Oberflächenwasserabflüsse an. In Bangkok fallen beispielsweise an 125 Regentagen innerhalb eines Jahres durchschnittlich etwa 1.500 mm Niederschlag. (JICA, 1999; VISVANATHAN und CIPPE, 2001)

Grundwasser deckt mit 8,99 Mrd. m³ nur etwa 10,3% des jährlichen Bedarfs an Süßwasser. Die meisten Grundwasservorkommen befinden sich in der Region um Bangkok und werden für die dort ansässige Industrie genutzt. Landesweit versickern etwa 12,5% der Niederschläge im Erdboden, allerdings erreichen nur etwa 8,75% die Grundwasservorkommen. Wegen dieser geologischen Besonderheit und der übermäßigen Wasserentnahme sind diese Vorkommen vom Eintritt von Salzwasser und Erdreichsetzungen bedroht. (VISVANATHAN und CIPPE, 2001)

In den vergangenen Jahren hat sich der Wasserbedarf landesweit massiv erhöht: Von 1980 bis 1990 verdoppelte er sich und steigt weiterhin jährlich um 10% (WORLD BANK, 2001). Insgesamt werden nun etwa 21,2% der erneuerbaren Wasservorkommen ausgebeutet (UNESCAP, 2008). In der Metropole Bangkok erhöhte sich der Verbrauch von 0,36 Mio. m³ pro Tag im Jahr 1979 auf 7,5 Mio. m³ pro Tag im Jahr 2000 (MOLLE et al., 2000). Die Stadt liegt in der Nähe der Mündung des Flusses Chayo Phraya im Golf von Thailand. Da das Oberflächenwasser des Chayo Phraya nicht ausreicht, werden die Grundwasservorkommen in einem Maße abgepumpt, dass Bangkok sich laut LO und YEUNG (1996) stark absenkt. Dies könnte in einigen Jahren zu einer Unterschreitung des Meeresspiegels und daraus resultierenden Überschwemmungen führen. In der industriell geprägten Metropole Bangkok leben etwa 10% der Einwohner des Landes (BMA, 2005). Der jährliche Niederschlag im Flussbecken des Chao Phraya beträgt im Jahresmittel allerdings nur 1 bis 1,4 Mrd. m³. Im Fluss müssen jedoch jährlich 2,5 Mrd. m³ verbleiben, um das Eindringen von Salzwasser in die Flussmündung zu verhindern. Landwirtschaft, Industrie und Bevölkerung der sogenannten "Reisschüssel Thailands" (HEYD und NEEF, 2006) werden daher überwiegend mit Wasser aus zwei Staudämmen mit einer Kapazität von 22,9 Mrd. m³ versorgt. Davon werden 6,6 Mrd. m³ für den Antrieb von Turbinen zur Stromerzeugung benötigt. (PUNPUING und ROSS, 2001; ROOMRATANAPUN, 2001; VISVANATHAN und CIPPE, 2001)

Eine Auswahl der zulässigen Grenzwerte für physikalisch-chemische Parameter in Trinkwasser ist in Tabelle 5.1 aufgeführt.

Tabelle 5.1: Thailändische Trinkwasserrichtlinie (MI, 1978)

Parameter	Einheit	Standards	
		"Maximum acceptable concentration"	"Maximum allowable concentration"
Färbung	[Pt-Co]	5	15
Geschmack	-	Neutral	Neutral
Geruch	-	Neutral	Neutral
Trübung	[NTU]	5	20
Abfiltrierbare Stoffe	[mg/l]	500	1.500
Eisen	[mg/l]	0,5	1,0
Mangan	[mg/l]	0,3	0,5
Alkylbenzylsulfonat	[mg/l]	0,5	1,0
Phenolische Substanzen	[mg/l]	0,001	0,002
Standard-Keimzahl	Kolonien/cm ³	500	-
Gesamtkoliforme	Anzahl/100 cm ³	<2,2	-
E.coli	Anzahl/100 cm ³	0	-

Aufgrund der starken Nutzung des Oberflächenwassers und der Einleitung von ungeklärtem Abwasser in die Flüsse, eigneten sich einem Bericht des Pollution Control Departments zufolge im Jahr 1997 nur 14% des Oberflächenwassers als Trinkwasserquelle. Etwa die Hälfte war für den Einsatz zur Bewässerung in der Landwirtschaft tauglich. Die restliche Menge war von schlechter Qualität, wobei keine Definition von "schlecht" angegeben wird. Die zulässigen Werte für die fünf Oberflächenwasserqualitäten finden sich in PCD (1994). Ein niedriger Gehalt an gelöstem Sauerstoff und hohe Konzentrationen an Nitratstickstoffen, Fäkalkoliformen und eine starke Trübung beeinträchtigen die Oberflächenwasserqualität. Laut PCD (2009) ist die Wasserqualität der größten Flüsse Chao Phraya und Tha Chin zwischen 1989 und 1994 unter den zulässigen Wert der Class 4 der Oberflächenwasserqualitätsstandards (Wasser für Konsum nach spezieller Aufbereitung) abgesunken. Der gelöste Sauerstoff betrug unter 2 mg/l, der BSB lag über 4 mg/l und die Gesamtkoliformen bei mehr als 20.000/100 ml. Die Landwirtschaft trägt stark zur Verschmutzung der Wasservorkommen bei;

einerseits durch Überdüngung und übermäßigen Einsatz von Pestiziden, andererseits durch übermäßige Bewässerung mit der daraus resultierenden Versalzung der Böden. Gleichzeitig stellt die Verschmutzung der Wasservorkommen für die Landwirte wie beispielsweise Reisbauern sowie Schrimps- und Fischzüchter eine Bedrohung dar. (TABUCANON, 2000; ADEEL et al., 2002; VAGNERON, 2007)

In der heißen Jahreszeit kommt es zu Trinkwassermangel. In einer Dürrephase 1994 kam es im Abfluss des Phra Khanong Kanal im Stadtgebiet Bangkoks zu einer Senkung des gelösten Sauerstoffs auf fast 0 mg/l mit einer Belastung durch Gesamtkoliforme von 770.000/100 ml (PCD, 2004). Laut ROOMRATANAPUN (2001) versucht die Regierung jedes Jahr, Reisbauern von einer zweiten Erntephase in der Trockenzeit abzuhalten und somit bis zu 9 Mrd. m³ Wasser einzusparen. Besonders von der Verschmutzung betroffen sind die Flüsse Kwae Yai, Lopburi, Pong, Sakaekrang und Bueng Boraphet, ebenso wie Maeklong, Bangpakong, Phasak, Phetchaburi, Oing, Wang, Yom und Nan. Aus den landesweit verbreiteten Absetzgruben und Behältern zur Sammlung septischer Abwässer versickert mit Fäkalien stark belastetes Abwasser und vermischt sich mit dem Grundwasser. Das Wasser der Küstenregionen erreicht zeitweise nicht mehr die Standards für Schwimmen, unter anderem in Chonburi Bay, Loy Island, Pattaya Beach, Bangsaen und der Provinz Phuket; dort überstieg die Belastung mit Gesamtkoliformen einen Wert von 19.000/ml. In den kommenden Jahren wird mit einer Beschleunigung und Ausbreitung der Wasserverschmutzung aufgrund des Bevölkerungswachstums und der Ausbreitung der Industrie und Landwirtschaft gerechnet. (KESSOMBOON, 1996; PCD, 2004)

In den vergangenen Jahrzehnten sind die Bauern im Norden Thailands angehalten worden, vom Opiumanbau auf den Anbau von Obst, Gemüse und Schnittblumen umzusteigen. Allerdings müssen diese Pflanzen im Gegensatz zu Mohn künstlich bewässert werden. Viele der Anbaupflanzen haben einen hohen Wasserbedarf, vor allem in der heißen Jahreszeit zwischen März und Mai.

Die Nutzung und Verteilung des knappen Süßwassers führte zunehmend zu Konflikten, zum Beispiel zwischen direkten Nachbarn, aber auch zwischen Ortschaften oberhalb und unterhalb eines Stroms. Anfang der 1990er Jahre gab es daher Bestrebungen, die Bewohner in die Entwicklung eines Wassermanagementkonzepts einzubeziehen und die Verwaltungsstrukturen zu dezentralisieren. Problematisch sind hierbei aber die stark zersplitterten Autoritäten verschiedener Ministerien und der politischen Strukturen. (HEYD und NEEF, 2006)

In Thailands Städten existierte 2002 im Sinne der Millenniumsziele der Vereinten Nationen (siehe Anhang) eine ausreichende Trinkwasserversorgung für 95% der Einwohner, auf dem Land sind 80% der Einwohner angemessen versorgt. Um die Millenniumsziele zu erreichen, muss unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums bis 2015 die Wasserversorgung für ca. 5,2 Mio. Einwohner der städtischen und ca. 5,1 Mio. Einwohner der ländlichen Gebiete eingerichtet und sicher gestellt werden. Weiterhin muss Thailand bis 2015 sein Süßwasserangebot zum Anbau von Feldfrüchten von 51 Mrd. m³ im Jahr 2002 auf 84 Mrd. m³ pro Jahr vergrößern, damit die Zahl der Hungernden halbiert werden kann. (ROCKSTRÖM et al., 2005)

5.2 Sanitäranlagen

Im Fortschrittsbericht der Vereinten Nationen zur weltweiten Verbesserung der Versorgung mit sanitären Anlagen wird angegeben, dass in Thailand im Jahr 2006 für 96% der Bevölkerung angemessene Sanitäranlagen¹ zur Verfügung standen (für 95% der Einwohner in Städten und 96% auf dem Land). In den Städten stellen geteilte Sanitäranlagen für 5% der Einwohner die zweithäufigste Einrichtung dar, auf dem Land sind dies 4% (4% der Gesamtbevölkerung). (UNICEF/WHO, 2008)

Um die Millenniumsziele zu erreichen, müssen in Thailand auf Basis der Daten von 2002 (angemessene Sanitäranlagen für 97% der städtischen und 100% der ländlichen Einwohner) bis 2015 Sanitäranlagen für 5,9 Mio. Einwohner der städtischen Gebiete errichtet werden. Dabei sind Landflucht und Bevölkerungswachstum berücksichtigt. (ROCKSTRÖM et al., 2005)

5.3 Abwasserableitung und -behandlung

Bei der Abwasserentsorgung sollen Grau- und Schwarzwasser generell getrennt werden. Das Schwarzwasser wird dezentral in Behältern zur Sammlung septischer Abwässer behandelt. Bauvorschriften sehen einen Behälter pro Gebäude vor. Das Überstandswasser der Faulung und das Grauwasser werden in Kanäle, Gräben und Teiche abgelassen und sollen grundsätzlich in Abwasserreinigungsanlagen behandelt werden. Es gibt allerdings kein Gesetz, das den Anschluss von Privathaushalten an kommunale Kläranlagen zwingend vorschreibt. Außerdem werden die Inbetriebnahme oder die ordnungsgemäße Funktion der Behälter zur Sammlung septischer Abwässer praktisch nicht überprüft. Da viele Behälter entweder nicht den vorgeschriebenen Baunormen entsprechen oder nach kurzer Zeit nicht mehr die erforderliche Reinigungsleistung erreichen, wird ein Teil des Abwassers nicht mehr vorbehandelt. Es versickert ungeklärt und verschmutzt das Grundwasser. (GIRI et al., 2006; BRIX et al., 2007)

¹ Definition der verschiedenen Typen von Sanitäranlagen siehe Anhang.

Einer Untersuchung von PANUVATVANICH et al. (2009) zufolge verfügen nur 42% der ländlichen Gemeinden über eine geeignete Behandlungsanlage für den zurück bleibenden Fäkalschlamm, wovon wiederum weniger als ein Viertel funktions-tüchtig ist. Daher wird der Faulschlamm unbehandelt auf die Felder ausgebracht oder einfach in Oberflächengewässer abgelassen, was eine große organische Belastung für die Gewässer und eine Gesundheitsgefahr durch enthaltene Krankheitserreger bedeutet. (GIRI et al., 2006; BRIX et al., 2007)

Tabelle 5.2: Zusammenfassung von Typ und Größe der Gebäude, die der Einleitungskontrolle unterliegen (PCD, 2005)

	Größe				
	A	B	C	D	E
Eigentums- wohnungen	≥500 Einheiten	100-500 Einheiten	<100 Einheiten	-	-
Hotels	≥200 Räume	60-200 Räume	<60 Räume	-	-
Wohnheime	-	≥250 Räume	50-250 Räume	10-50 Räume	
Massage-Praxen	-	≥5.000 m ²	1.000- 5.000 m ²		
Krankenhäuser	≥30 Betten	10-30 Betten	-	-	-
Schulen, Colleges, Universitäten oder Institute	≥25.000 m ²	5.000- 25.000 m ²	-	-	-
Regierungsbüros, staatliche Unternehmen, internationale Vertretungen, Banken und Bürogebäude	≥55.000 m ²	10.000- 55.000 m ²	5.000- 10.000 m ²	-	-
Warenhäuser	≥25.000 m ²	5.000- 25.000 m ²	-	-	-
Lebensmittelmärkte	≥2.500 m ²	1.500- 2.500 m ²	1.000- 1.500 m ²	500- 1.000 m ²	-
Restaurants und Lebensmittelläden	≥2.500 m ²	500- 2.500 m ²	250-500 m ²	100- 250 m ²	<100 m ²

Die sogenannten "Klongs" prägen das Bild vieler thailändischer Städte. Diese offenen Kanäle dienten im 19. Jahrhundert als Wasserstraßen und natürliche Entwässerung der Stadt. In der Folgezeit wurde der Verkehr weitgehend auf neue Straßen verlegt und zahlreiche Klongs zugeschüttet. (PUNPUING und ROSS, 2001) Die Klongs dienen heute als eine Art Abfallstabilisierungs- und -transportbecken. Dadurch steigt die Gefahr der Verbreitung von Krankheitserregern. In einer Untersuchung von ANCENO et al. (2007) wurde in zwei der größten Klongs in einem städtischen Rengebiet in Pathumthani eine Temperatur von mehr als 30°C gemessen. In diese Klongs werden die Abläufe mehrerer Kläranlagen sowie unbehandeltes Niederschlagswasser aus teilweise sehr stark mit Organika belasteten Quellen eingeleitet. Hier wurden signifikante Mengen von Krankheitserregern, Parasiten und Indikatorparametern nachgewiesen, wie Escherichia Coli, Giardia lamblia und Cryptosporidium parvum. (ANCENO et al., 2007)

Tabelle 5.3: Ablaufanforderungen an Abwasser in Thailand (nach: PCD, 2005)^{a)}

Parameter	Einheit	Bandbreite oder maximal erlaubte Werte für verschiedene Gebäudetypen				
		A	B	C	D	E
pH-Wert	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
BSB	mg/l	20	30	40	50	200
Gelöste Feststoffe	mg/l	30	40	50	50	60
Absetzbare Feststoffe	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Total Dissolved Solids (TDS) ^{b)}	mg/l	500	500	500	500	-
Sulfide	mg/l	1,0	1,0	3,0	4,0	-

a) Die aufgeführten Grenzwerte basieren auf Empfehlungen von American Public Health Association, American Water Works Association und Water Pollution Control Federation (PCD, 2005).
b) Diese Werte stehen in Zusammenhang mit dem TDS des verwendeten Trinkwassers (PCD, 2005).

Täglich fallen in Bangkok 2,5 Mio. m³ Abwasser an, davon sind etwa zwei Drittel kommunales Abwasser, der Rest stammt aus industriellen Quellen. Der Abwasseranfall entspricht in etwa der Kapazität aller Kläranlagen Thailands, wobei davon für Bangkok nur etwa 1 Mio. m³ zur Verfügung stehen. Die Abwasserbehandlung untersteht der Metropolitan Waterworks Authority. Die Einleitung von ungeklärtem Abwasser in den Chao Phraya und in die mehr als tausend Klongs, die täglich über 1 Mio. m³ Wasser transportieren, führen zu einer hohen Geruchsbelästigung der direkten Anwohner. Aufgrund der starken Wasserverschmutzung wurde mit dem Bau eines zentralen Abwassersystems begonnen. (ROOMRATANAPUN, 2001; PCD, 2003; VAGNERON, 2007)

Da das Abwasser bereits in den Gebäuden getrennt gesammelt und teilweise aufbereitet wird, gelten unterschiedliche Anforderungen an die verschiedenen Gebäudetypen. Die Gebäudetypen sind in Tabelle 5.2 aufgeführt, die Ableitungsanforderungen in Tabelle 5.3. Für andere Gebäudetypen gilt: Es muss nur Schwarzwasser vorbehandelt werden (SOPHANASIRI, 2007).

Die Thais verwenden nach dem Toilettengang Wasser zur hygienischen Reinigung anstelle von Toilettenpapier. Dies hat einen Einfluss auf die biologische Abbaubarkeit des Abwassers, da niedrigere Feststoffkonzentrationen resultieren. (GIRI et al., 2006)

Tabelle 5.4: Abwasserqualität einer typischen Abwasserreinigungsanlage (GIRI et al., 2006)

Parameter	Einheit	Jahreszeit	Anlage Sri Phrya	
			Zulauf	Ablauf
NH ₄ -N	[mg/l]	Trockenzeit	11,0	2,5
		Regenzeit	22,2	4,3
NO ₂ -N	[mg/l]	Trockenzeit	0,4	<0,2
		Regenzeit	0,9	3,9
NO ₃ -N	[mg/l]	Trockenzeit	1,4	8,2
		Regenzeit	2,1	12,7-
Fäkalkoliforme	[CFU/ml]	Trockenzeit	3,8•10 ⁴	1,7•10 ³
		Regenzeit	5,6•10 ⁴	3,3•10 ³

Die Werte wurden aus vier Messungen pro Jahreszeit gemittelt (GIRI et al., 2006):

Trockenzeit: 25. und 29. September, 20. Oktober und 4. November 1998

Regenzeit: 27. Mai, 8., 10. und 16. Juni 1999

Tabelle 5.4 zeigt die Zu- und Ablaufwerte einiger Parameter der Kläranlage Sri Phraya während der Regen- und der Trockenzeit. Die Anlage wird mit Grauwasser und dem Überstandswasser der Behälter zur Sammlung septischer Abwässer beschickt. Das eingeleitete Abwasser weist geringere organische Verschmutzungen als typisches Haushaltsabwasser auf. Außerdem führen die hohen Temperaturen zu einem raschen Abbau der Organik. Zwischen Trocken- und Regenzeit lassen sich deutliche Unterschiede bei allen Parametern erkennen, die bei der Anlagenkonzeption berücksichtigt werden müssen. Der hohe Niederschlag der Regenzeit führt dazu, dass die Kanäle gespült werden und ein Anstieg der Konzentrationen aller aufgeführten Parameter zu verzeichnen ist. Diese Zusammenhänge werden laut GIRI et al. (2006) von lokalen Ingenieuren noch nicht genügend berücksichtigt, da westlichen Trends in der Abwasserreinigung nachgeeeifert wird. PCD (2001) lässt sich entnehmen, dass im Jahr 2001

insgesamt 85 Kläranlagen mit einem Abwasservolumen von etwa 2,8 Mio. m³ pro Tag in Thailand existierten. Zu der Zeit befanden sich 23 davon im Bau. Mit dieser Klärkapazität konnten etwa 20% der anfallenden häuslichen Abwässer aufbereitet werden. In Bangkok wurden bis 2006 sechs weitere Kläranlagen fertig gestellt. Die Anlagen der Metropole Bangkok sind überwiegend mit dem Belebungsverfahren ausgestattet. Landesweit sind die gängigsten Reinigungsverfahren unbelüftete und belüftete Abwasserteiche oder Pflanzenkläranlagen. Die meisten Anlagen befinden sich in Bangkok selbst und in seinem Umland. (PCD, 2001; PCD, 2003; DDS, 2006)

Es gibt vielfach Probleme beim Betreiben von Kläranlagen. Die zentralen Abwasserbehandlungsanlagen sind zum Teil nicht funktionstüchtig. Als weitere Gründe für die unzureichende Abwasserreinigung werden ein ungenügender Anschlussgrad an die bestehenden Anlagen, zu wenige und unqualifizierte Mitarbeiter und die hohen laufenden Kosten genannt. Die eingesetzten Reinigungsverfahren sind häufig an Verfahren in Industrieländern anderer Klimazonen orientiert, die allerdings unter tropischen Bedingungen nicht die gleiche Reinigungsleistung erbringen. (CHEVAKIDAGARN, 2004; GIRI et al., 2006; BRIX et al., 2007)

Die Ablaufwerte sind laut CHEVAKIDAGARN (2004) vom Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Umwelt nur für den biochemischen Sauerstoffbedarf, gelöste Feststoffe und Kjeldahl-Stickstoff festgelegt (vgl. Tabelle 5.5).

Tabelle 5.5: Zulässige Ablaufkonzentrationen von Kläranlagen (nach: CHEVAKIDAGARN, 2004)

Parameter	Ablaufkonzentration [mg/l]
BSB ₅	20
TSS	30
TKN	35

Eine Studie von KONNERUP et al. (2009) am Asian Institute of Technology in Bangkok zeigt, dass in Pflanzenkläranlagen, die mit den Zierpflanzenarten Canna und Heliconia bewachsen sind, eine zusätzliche Reinigung des Abwassers von Stickstoffverbindungen möglich ist. Zudem können die Zierpflanzen gegebenenfalls zu kommerziellen Zwecken genutzt werden. Die Pflanzen wachsen infolge des tropischen Klimas ganzjährig. (KONNERUP et al., 2009)

Ein Teil der Abwasserbehandlungsanlagen entlang der Küste wurde durch den Tsunami im Jahr 2004 zerstört. Die dänische Regierung und andere Staaten

gaben den Thailändern finanzielle Unterstützung für den Wiederaufbau einer adäquaten Abwasserreinigung in einigen der betroffenen Gebiete. Damit die Fehler der Vergangenheit nicht wiederholt würden, achtete man auf robuste Technik und geringe laufende Kosten. Außerdem sollten die Anlagen den lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Es wurden verschiedene Bauweisen konzipiert und getestet: In einigen Pflanzenkläranlagen wird Grauwasser und Überstandswasser aus den Behältern zur Sammlung septischer Abwässer behandelt, andere reinigen Flusswasser von den darin enthaltenen Abwasserinhaltsstoffen. Für die sehr stark von Touristen frequentierte Insel Ko Phi Phi Don wurde wegen Platzmangel eine Anlage entwickelt, die optisch attraktiv ist und kaum Geruchsemissionen hat. Der Durchsatz beträgt 400 m³ täglich. (BRIX et al., 2007)

5.4 Wasserwiederverwendung

Für die Wiederverwendung von Süßwasser gibt es in Thailand noch keine gesetzliche Grundlage oder technische Handlungsanweisung. VISVANATHAN und CIPPE (2001) haben versucht, das Potential der Wasserwiederverwendung für industrielle Zwecke zu ermitteln. Die thailändische Industrie verbraucht pro erwirtschafteter Einheit am Bruttosozialprodukt nur ein Dreißigstel des Süßwasserangebots im Vergleich zur Landwirtschaft. Ein Großteil (60 bis 80%) des eingesetzten Süßwassers in der Industrie wird zu Kühlzwecken verwendet. Dieses Wasser steht prinzipiell für eine Kreislaufführung zur Verfügung. Insgesamt verbraucht die Industrie aber nur 2,5% des jährlich verwendeten Süßwassers. (UNESCAP, 2008) Somit ist das Potential für eine Wasserwiederverwendung relativ gering.

Für die Verwendung alternativer Wasserressourcen, wie z.B. Regen- oder Grauwasser, sind keine eigenen rechtlichen Bestimmungen bekannt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herangezogen werden können. Die WHO unterscheidet zwischen Süßwasser, das zu Trinkwasserzwecken wie Trinken, dem Zubereiten von Speisen und hygienischen Anwendungen eingesetzt wird, und Süßwasser, das zu anderen Zwecken wie der Toilettenspülung, Wäsche waschen oder der Bewässerung eingesetzt wird. (WHO, 2006; WHO/UNEP, 2006)

6 Marktpotential: Investitions- und Infrastrukturbedarf der Wasserwirtschaft

Als Richtlinie zur Verbesserung der Wasserqualität der Oberflächengewässer wird in der "Pollution Prevention and Mitigation Policy 1997-2016" unter anderem gefordert, dass eine zentrale Abwassersammlung und -behandlung in Gemeinden und gesundheitlichen Einrichtungen unter Beteiligung des Privatsektors errichtet werden soll. (PCD, 2004) Häufig eignen sich zentrale Abwasserreinigungsanlagen mit hohen Wartungskosten und laufenden Aufwendungen nicht für Entwicklungsländer. BRIX et al. (2007) bestätigen dies auch für Thailand. Dennoch spricht sich laut einer Befragung von ROOMRATANAPUN (2001) die Mehrheit der Bangkokener Bewohner (72,6%), die nach ihrer bevorzugten Lösung für die Abwasserentsorgung der Stadt befragt wurden, für ein zentralisiertes Abwassersystem aus. Demgegenüber sprechen sich 15,1% für kleine Kläranlagen, 9,6% für Hauskläranlagen und 2,7% für Behälter zur Sammlung septischer Abwässer aus.

Aufgrund der traditionellen Trennung zwischen Schwarz- und Grauwasser könnten darauf aufbauend Systeme zur dezentralen Aufbereitung von Grauwasser eingesetzt werden. Da derzeit viele Behälter zur Sammlung septischer Abwässer undicht sind und ungereinigtes Abwasser ins Erdreich gelangt, besteht auf lange Sicht Bedarf, diese auszutauschen oder auf Trockentoiletten umzurüsten. (GIRI et al., 2006) Laut BARTSCH (2004) "dürfen sich für ausländische Anbieter moderner Umwelttechnik gute Absatz- und Kooperationsmöglichkeiten ergeben, da die entsprechenden Ausrüstungen und Technologien im Inhalt nicht oder nur beschränkt verfügbar sind". Um die Funktionsweise von Abwasserreinigungstechnik unter den tropischen Bedingungen zu berücksichtigen, finden sich in CHEVAKIDAGARN (2004) ergänzende Hinweise zur Anpassung der Technik.

Für viele Landwirte, insbesondere im Umland Bangkoks, bedeutet die Wasserverschmutzung ein wirtschaftliches Risiko, da sie mit Ernteausschlägen rechnen müssen. Sie nutzen Wasser aus Bewässerungskanälen, in die teilweise ungeklärtes Abwasser aus Privathaushalten eingeleitet wird. Besonders für Garnelen- und Fischzüchter stellt verschmutztes Wasser ein Problem dar. Mit diesen Zuchten können allerdings im Vergleich zu anderen Anbauprodukten die höchsten Erträge erwirtschaftet werden, so dass sich eine Aufbereitungstechnik für das Nutzwasser lohnen könnte. Bereits heute setzt ein kleiner Teil der Landwirte einfache Reinigungstechniken wie Dekantieren oder Chemikalieneinsatz ein. Die Wasserverschmutzung kostet die Landwirte Geld, das sie für Reinigungstechniken oder den Wechsel zu anderen Wasserquellen, wie Brunnen, Trinkwasser oder Trinkwasserleitungen, ausgeben müssen. (VAGNERON, 2007)

7 Ausblick für Technologieeinsatz

7.1 Membrantechnik

Für die Aufbereitung industrieller Abwässer werden Membranen bereits in Pilotversuchen eingesetzt. Laut VISVANATHAN und CIPPE (2001) könnten sich Gewerbebetriebe gleicher Produktionsfelder zusammenschließen und die Reinigung von Abwasser durch Membrantechnik finanzieren. Sobald hier Anreize seitens der Regierung zur Wasserwiederverwendung geschaffen würden, könnte etwa die Hälfte der Abwässer im Kreis geführt werden. (VISVANATHAN und CIPPE, 2001)

7.2 Sanierung von Leitungen

Über die Zustände der thailändischen Leitungssysteme liegen kaum Informationen in deutscher oder englischer Sprache vor. Als Besonderheit ist die offene Form der Klongs und ihre Funktion als Transportmittel für Abfall zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 5.3).

7.3 Dezentrale Ver- und Entsorgung

Die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sind überwiegend dezentral organisiert. Schwarz- und Grauwasser werden getrennt und das Schwarzwasser wird vor Ort aufbereitet. Dies ist aufgrund der vorgeschriebenen Ablaufwerte für Gebäude gesetzlich vorgeschrieben (vgl. Kapitel 5.3). Sowohl die Aufbereitungstechnik als auch die Sanitäreanlagen sollten für den Export hierauf ausgerichtet sein.

7.4 Aufbereitung von Trinkwasser

Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, kann der Zustand insbesondere des zur Bewässerung zur Verfügung stehenden Wassers wirtschaftlichen Schaden bereiten. Allerdings stehen den betroffenen Landwirten nur geringe Margen für die Abwasseraufbereitung zur Verfügung (VAGNERON, 2007), so dass Potential für kostengünstige Technik vorhanden sein dürfte.

8 Messen und sonstige Veranstaltungen

Entech Pollutec Asia (Internation Exhibition of Environmental Protection and Pollution Control Technology)

- jährlich stattfindend in Bangkok
- Industrieausstellung für Umweltschutz, u.a. für Wasser- und Abwasserbehandlung
- <http://www.thai-exhibition.com/entech>

Pumps and Valves Asia

- jährlich stattfindend in Bangkok
- u.a. Aussteller von Wasser- und Abwasserpumpen
- <http://www.thai-exhibition.com/pumps-valves>

9 Zusätzliche Informationen

Derzeit lässt sich noch nicht überblicken, inwiefern die angespannte politische Situation zusätzlich zur weltweiten Wirtschaftskrise Auswirkungen auf die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Landes hat.

Aktuelle Ausschreibungen finden sich unter www.gtai.de.

Ansprechpartner in Deutschland

Asian Development Bank

Rahmhofstraße 2
60313 Frankfurt am Main
<http://www.adb.org/ero>

Ansprechpartner in Thailand

Deutsche Botschaft Bangkok

Embassy of the Federal Republic of Germany
9 South Sathorn Road
Bangkok 10120
<http://www.bangkok.diplo.de>

Metropolitan Waterworks Authority

MWA Call Center
400 Prachachuen Road, Laksi
Bangkok 10120
<http://english.mwa.co.th>

Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG)

Dr. Herbert Baumgartner
DEG Büro Bangkok
Empire Tower 1905
195 South Sathorn Road
Sathorn, Yannawa
Bangkok 10120
<http://www.deginvest.de>

10 Literaturnachweis

- AA (2009a) Auswärtiges Amt (2009): Thailand Länderinformationen, <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Laenderinformationen/01-Laender/Thailand.html> (26.06.09)
- AA (2009b) Auswärtiges Amt (2009): Reise- und Sicherheitsinformationen Thailand, <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Laenderinformationen/Thailand/Sicherheitshinweise.html> (17.09.09)
- ADEEL et al. (2002) Adeel, Z., Tabucanon, M., Inna, Y., Thanomphan, M., Wattayakorn, G., Tsukamoto, K., Vongvisessomjai, S. (2002): Capacity development needs in the Chao Phraya River basin and the Gulf of Thailand, Managing Shared Waters Conference, 23.–28. Juni 2002, Hamilton, Kanada
- ANCENO et al. (2007) Anceno, A.J., Ozaki, M., Dang, Y.N.D, Chuluun, B., Shipin, O.V. (2007): "Canal networks as extended waste stabilization ponds: fate of pathogens in constructed waterways in Pathumthani Province, Thailand, Water, Science & Technology, Vol. 55 Nr. 3, IWA Publishing
- BARTSCH (2004) Bartsch, U.-P. (2004): Thailand: Abfallentsorgung genießt größte Priorität, in: Umwelttechnik – Aktuelle Trends in Asien. Bundesagentur für Außenwirtschaft, Agrippastraße 87-93, 50678 Köln
- BMA (2005) Bangkok Metropolitan Area (2005): Population in Bangkok Metropolis, Vicinity and Whole Kingdom: 2000-2005, <http://city.bangkok.go.th/en/bt-geography.php>
- BRIX et al. (2007) Brix, H., Koottatep, H., Laugesen, C.H. (2007): Wastewater treatment in tsunami affected areas of Thailand by constructed wetlands, Water Science & Technology Vol. 56, Nr 3, IWA Publishing
- CHEVAKIDAGARN (2004) Chevakidagarn, P. (2004): Upgrading the conventional activated sludge process under tropical temperature conditions, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Nr. 48, Bochum
- DDS (2006) Department of Drainage and Sewerage (2006): 13 der alten Kläranlagen in Bangkok und Die 7 neuen Kläranlagen in Bangkok, Bangkok Metropolitan Administration; in: SOPHANASIRI (2007):
- FISCHER (2008) Fischer Taschenbuch Verlag (2008): Der Fischer Weltatlas. Staaten. Länder. Gebiete. ISBN 978-3-596-18193-3
- FISCHER 2009 (2008) Fischer Taschenbuch Verlag (2008): Der Fischer Weltatlas 2009. Zahlen. Daten .Fakten. ISBN 978-3-596-72009-5

- GIRI et al. (2006) Giri, R.R., Takeuchi, J., Ozaki, H. (2006): Biodegradation of domestic wastewater under the simulated conditions of Thailand, *Water and Environment Journal*, Nr. 20, ISSN 1747-6585
- HEYD und NEEF (2006) Heyd, H., Neef, A. (2006): Public participation in water management in northern Thai highlands, *Water Policy*, Nr. 8, IWA Publishing
- JICA (1999) JICA (1999): The Kingdom of Thailand, Bangkok Metropolitan Administration, The Study for The Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok, Final Report, Vol. II Main Report, prepared by Japan International Cooperation Agency; in: SOPHANASIRI, 2007
- KESSOMBOON (1996) Kessomboon, S. (1996): Bangkok's Experience in wastewater management; *Wastewater Management in Asia, Proceeding of the Citynet/Life, Regional Training Workshop on Wastewater Management*, Colombo, Sri Lanka
- KHEDARI et al. (2002) Khedari, J., Sangprajak, A., Hirunlabh, J. (2002): Thailand climatic zones, *Renewable Energy*, Nr. 25, www.elsevier.com/locate/renene
- KONNERUP et al. (2009) Konnerup, D., Koottatep, T., Brix, H. (2009): Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with *Canna* and *Heliconia*, *Ecological Engineering*, Nr. 35, www.elsevier.com/locate/ecoleng
- LO und YEUNG (1996) Lo, F.-C., Yeung, Y.-M. (1996): *Emerging World Cities in Pacific Asia*, United Nations University Press, Tokyo; in: VAGNERON (2007)
- MI (1978) Ministry of Industry (1978): *Drinking Water Standards*, Notification of the Ministry of Industry No. 322, B.E. 2521, issued under the Industrial Products Standards Act B.E. 2511 (1968), published in the Royal Gazette, Vol. 95, Part 68, dated July 4, B.E. 2521 (1978), http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water01.html#s1 (18.09.2009)
- MOLLE et al. (2000) Molle, F., Chompadit, C., Keawkulaya, J. (2000): Dry-season water allocation in the Chao Phraya basin: what is at stake and how to gain in efficiency and equity, *Proceedings of the International Conference The Chao Phraya Delta: historical development, dynamics and challenges of Thailand's rice bowl*, 12–15 December 2000, Kasetsart University: Bangkok; in: VAGNERON (2007)
- MUTEBI (2004) Mutebi, AM (2004): Recentralising while Decentralising: Centre-Local Relations and 'CEO' Governors in Thailand, *The Asia Pacific Journal of Public Administration*, Nr. 26

- PANUVATVANICH (2009) Panuvatvanich, A., Koottatep, T., Kone, D. (2009): Influence of sand layer depth and percolate impounding regime on nitrogen transformation in vertical-flow constructed wetlands treating faecal sludge, *Water Research*, Nr. 43, www.elsevier.com/locate/watres
- PCD (1994) Pollution Control Department (1994): Surface Water Quality Standards, Notification of the National Environmental Board, No. 8, B.E. 2537 (1994), issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E. 2535 (1992), published in the Royal Government Gazette, Vol. 111, Part 16, dated February 24, B.E.2537 (1994) http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water05.html#s3 (18.09.2009)
- PCD (2001) Pollution Control Department (2001): Status of domestic wastewater management in Thailand, Ministry of Science, Technology and Environment, Thailand; in: CHEVAKIDAGARN (2004)
- PCD (2003) Pollution Control Department (2003): The Study of WWTP and Sludge Quantity from WWTP in Thailand, in: SOPHANASIRI (2007)
- PCD (2004) Pollution Control Department (2004): Pollution Prevention and Mitigation Policy – Water Pollution, http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_polwater.html (18.09.2009)
- PCD (2005) Pollution Control Department (2005): Water Quality Standards, http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s3
- PCD (2009) Pollution Control Department (2009): Water Quality Standards, Übersicht, http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water.html (18.09.2009)
- PUNPUING und ROSS (2001) Punpuing, S., Ross, H. (2001): Commuting – The human side of Bangkok's transport problems, *Cities*, Vol. 18, Nr. 1, www.elsevier.com/locate/cities
- ROCKSTRÖM et al. (2005) Rockström, J., Axberg, GN, Falkenmark, M., Lannerstad, M., Rosemarin, A., Caldwell, I., Arvidson, A., Nordström, M. (2005): Sustainable Pathways to Attain the Millennium Development Goals: Assessing the Key Role of Water, Energy and Sanitation, Stockholm Environment Institute, <http://www.sei.se/SustMDG31Auglowres.pdf> (29.09.2008)
- ROOMRATANAPUN (2001) Roomratanapun, W. (2001): Introducing centralised wastewater treatment in Bangkok: a study of factors determining its acceptability, *Habitat International* Nr. 25, www.elsevier.com/locate/habitat

- SOPHANASIRI (2007) SOPHANASIRI, N. (2007): Abwasserreinigung in tropischen Klimazonen am Beispiel Thailands, Diplomarbeit, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Aachen
- TABUCANON (2000) Tabucanon (2000): Perspectives of financing of environmentally sound technologies in Thailand, Expert Group Meeting on the Promotion of New Forms of Financing for Transfer, Development and Application of Environmentally Sound Technologies, New Delhi 15–17 November, 2000; in: VAGNERON (2007)
- UNESCAP (2008) United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (2008): Statistical Yearbook for Asia and the Pacific, ISBN: 978-92-1-120569-5
- UNICEF/WHO (2008) Unicef und World Health Organisation (2008): Progress on drinking water and sanitation, http://www.wssinfo.org/en/40_MDG2008.html, (23.10.2008)
- UNSTATS (2009) United Nations Statistics Division (2009): Millennium Development Goals Indicators Israel, <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Data.aspx> (09.09.2009)
- VAGNERON (2007) Vagneron, I. (2007): Economic appraisal of profitability and sustainability of peri-urban agriculture in Bangkok, Ecological Economics Nr. 61, www.elsevier.com/locate/ecocon
- VISVANATHAN und CIPPE (2001) Visvanathan, C. and Cippe, A. (2001): Strategies for development of industrial wastewater reuse in Thailand, Water Science and Technology, Vol 43 Nr. 10, IWA Publishing
- WEPA (2009) Water Environment Partnership in Asia (2009): <http://www.wepa-db.net/policies/structure/chart/thailand/mnre.htm>
- WHO (2006) World Health Organisation (2006): Guidelines for Drinking-water Quality, ISBN 9241546964
- WHO/UNEP (2006) WHO/UNEP (2006): WHO Guidelines For The Safe Use Of Wastewater, Excreta And Greywater, World Health Organisation/United Nations Environment Programme; ISBN 9241546867
- WORLD BANK (2001) World Bank (2001): Thailand Environment Monitor 2000, The World Bank, Washington (USA); in: Vagneron (2007)

Wasserwirtschaftliche Länderstudien

Anhang

gefördert vom:



Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WA0734 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



RWTHAACHEN

Institut für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen
Mies-van-der-Rohe-Str. 1 • 52074 Aachen
Tel: 0241 80 25207 • Fax: 0241 80 22285 • isa@isa.rwth-aachen.de

Millenniumsziele

Im Jahr 2000 vereinbarten die Vertreter von 189 Staaten die sogenannten Millenniumsziele. Ausgehend von der weltweiten Situation 1990 soll bis zum Jahr 2015 der Anteil der hungernden Bevölkerung halbiert werden, ebenso der Anteil der Bevölkerung, der keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser hat. Außerdem soll neben weiteren Zielen eine nachhaltige, umweltschonende Entwicklung ermöglicht werden. (UN, 2000)

Zur Bestandsaufnahme der herrschenden Situation wurden Indikatoren zu den einzelnen Zielen aufgestellt. In Bezug auf die Wasserver- und Abwasserentsorgung sind dies (UN, 2009):

- Ausbeutung der Wasservorkommen
- Anteil der Bevölkerung mit Zugang zu geeigneter Trinkwasserversorgung
- Anteil der Bevölkerung mit Zugang zu geeigneten Sanitäreinrichtungen

ROCKSTRÖM ET AL. (2005) versuchen auf der Basis der Daten zur Trinkwasserversorgung im Jahr 2002 die Millenniumsziele zu quantifizieren. Dabei wurde zunächst die Gesamtbevölkerung errechnet, die im Jahr 2015 in jeweils untersuchten Land existieren dürfte. Da zum Beispiel der Anteil der Menschen, die keinen Zugang zu einer angemessenen Trinkwasserversorgung haben, halbiert werden soll, wurde der potentielle Bevölkerungszuwachs ebenfalls berücksichtigt und in die Zahl der Menschen, für die dieser Zugang zur Verfügung gestellt werden muss, einbezogen. Zudem wurde die potentielle Landflucht in die Prognose mit einbezogen.

Wenn für ein Land ein großes Bevölkerungswachstum prognostiziert wird, ist dies der Grund, warum bei hohen Versorgungsraten im Bezugsjahr dennoch ein großer Bedarf an Neuzugängen besteht. Die ermittelte "Zielbevölkerung" wird noch einmal in Stadt- und Landbevölkerung unterteilt, wobei die Verschiebungen zwischen diesen Bevölkerungsgruppen, zum Beispiel durch Landflucht, in den Prognosen berücksichtigt wurden.

Halbierung der Hungernden

Das erste Ziel der Millenniumsdeklaration besteht in der Halbierung der Hungernden bis zum Jahr 2015. ROCKSTRÖM ET AL. (2005) bezieht hier die klimatische Situation ein, da die Verfügbarkeit von Wasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Anbauflächen essentiell für die Gewinnung von Nahrungsmitteln ist. "Hungernder" im Sinne der Studie ist ein Mensch, der eine vorgegebene Kalorienzahl nicht erreicht.

Um die notwendige Wassermenge zu bestimmen, die zur Produktion der benötigten Nahrungsmittel aufgebracht werden muss, werden mehrere Faktoren ermittelt. Hierzu gehören klimatische Gegebenheiten wie Niederschlagsmenge und wiederkehrende Trockenjahre, Evaporation und Beschaffenheit des Bodens. Außerdem wird eine Zunahme des Fleischverzehrs aufgenommen, da für die Fleischproduktion wesentlich mehr Wasser benötigt wird. Für pflanzliche Nahrungsmittel werden $0,5 \text{ m}^3$ Wasser für 1000 kcal benötigt, für die gleiche Kalorienmenge tierischen Proteins 4 m^3 Wasser.

Die Strategie der meisten Regierungen besteht darin, für die zusätzliche Wasserversorgung Staudämme zu bauen und die Infrastruktur zu erweitern. Dadurch werden Flüsse und Grundwasser in hohem Maße übernutzt. Mit der Ausweitung von Ackerflächen drohen die Millenniumsziele der nachhaltigen Entwicklung und der Halbierung des Anteils der Hungernden in Konkurrenz zu geraten. Daher müssen andere Wege zur Bewässerung gefunden, vorhandene Vorkommen durch Tröpfchenbewässerung nachhaltiger genutzt und die Effektivität der Anbaumethoden erhöht werden. (ROCKSTRÖM ET AL., 2005)

ROCKSTRÖM ET AL. (2005) haben für die untersuchten Länder unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums ermittelt, wie viel Wasser 2015 nach derzeitiger landwirtschaftlicher Produktivität insgesamt für die Nahrungsmittelversorgung benötigt wird. Außerdem wurde der Wasserbedarf ermittelt, der durch Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft ermöglicht würde.

Trinkwasserversorgung

Im Sinne der Millenniumsziele werden als angemessene Wasserversorgung der Menschen folgende Bezugsquellen betrachtet (UNICEF/WHO, 2009):

- Hausanschluss
- Öffentlicher Wasserkran
- Bohrloch
- Geschützte Brunnen und Quellen
- Regenwassersammlung

Als nicht angemessen gelten folgende Bezugsquellen (UNICEF/WHO, 2009):

- Ungeschützte Brunnen und Quellen
- Flüsse und Teiche
- Durch private Verkäufer angebotenes Wasser

- Wasserflaschen (aufgrund ihrer geringen Menge, nicht wegen mangelnder Qualität)
- Mit Tanklastzügen angeliefertes Wasser

Sanitäranlagen

Als angemessene Sanitäranlagen werden Spültoiletten betrachtet, die an Abwasserableitung, Klärtanks oder -gruben angeschlossen sind, ebenso einige Formen von Latrinen und Komposttoiletten. Als nicht angemessen gelten Spültoiletten ohne Anschluss an Abwasserableitung, offene oder hängende Latrinen und die Darmentleerung ohne sanitäre Einrichtung im Freien, wie z.B. in Büschen, Wäldern und Wasserläufen. Es wird zudem noch abgegrenzt, wie viele Menschen Sanitäreinrichtungen nutzen, die sich mehrere Haushalte teilen. Als "offene Defäkation" wird neben der Darmentleerung im Freien auch die Entsorgung von Fäkalien zusammen mit dem festen Abfall bezeichnet. (UNICEF/WHO, 2009)

Literaturnachweis

- ROCKSTRÖM ET AL. (2005) Rockström, J., Axberg, GN, Falkenmark, M., Lannerstad, M., Rosemarin, A., Caldwell, I., Arvidson, A., Nordström, M. (2005): Sustainable Pathways to Attain the Millennium Development Goals: Assessing the Key Role of Water, Energy and Sanitation. Stockholm Environment Institute, <http://www.sei.se/SustMDG31Auglowres.pdf> (29.09.2008)
- UN (2000) United Nations (2000): United Nations Millennium Declaration. http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/GAResolutions/55_2/a_res55_2e.pdf
- UNICEF/WHO (2009) UNICEF/WHO (2009): Meeting The MDG Drinking Water And Sanitation Target – Definitions of Indicators. <http://www.unicef.org/wes/mdgreport/definition.php> (17.04.2009)