

# Das sinkende Bangkok: Bodensenkungen im Raum Bangkok

"Bangkok sinkt" - so lauten die Schlagzeilen von kleinen Nachrichtenmeldungen, die von Zeit zu Zeit seit den letzten 4-5 Jahren in Lokalzeitungen erscheinen. Die Nachrichten offenbaren nicht viel Neues mit Ausnahme der Tatsache, daß Bangkok mit einer Rate von ca. 5-10 cm jährlich sinkt und daß nur eine kleine Bevölkerungsgruppe von dieser Tatsache betroffen ist. Dennoch riefen diese Meldungen verständlicherweise gleichermaßen Neugier und Befürchtungen in der Öffentlichkeit hervor. Wenn die Stadt in dieser Geschwindigkeit sinkt, was würde dann demnächst passieren, und wann ist der Tag gekommen, an dem die Stadt unter dem Meeresspiegel versunken ist?



## Die Situation

Das Sinken Bangkoks wurde zum erstenmal offenkundig, als Tiefbauingenieure 1969 eine Bodensenkung feststellten. Diesem Phänomen ist man in vielen Großstädten der Welt, z.B. Tokio, Osaka, Taipei und Mexico City begegnet. Wie hat sich die Situation seit dieser Zeit entwickelt?

Ein Forschungsprojekt zu diesem Thema, durchgeführt vom Asian Institute of Technology, fand heraus, daß sich in der Periode 1978-1981 enorme Bodensenkungen in verschiedenen Bodenschichten im Raum Bangkok vollzogen. In einer Tiefenschicht von 10 m wurde ein Absinken um 5-10% der Gesamtsenkung gemessen, in einer Tiefe von 10-50 m sank der Boden um 30-35%, in 50-200 m Tiefe wurden 55-60% und in Schichten tiefer als 200 m 5% gemessen.

Man fand auch heraus, daß 1981 östliche und südöstliche Gebiete Bangkoks, mit einer Fläche von ca. 300 qkm und einer Bevölkerung von mehr als 1.000.000 Menschen, 10 cm jährlich sanken. Betroffen waren vor allem Gebiete in der Nähe der Hauptstraßen von Lard Prao, Ramkamhaeng und Sukumvit, diese sanken um 13-14 cm. Gebiete im Stadtzentrum, Dusit, Phayathai, Patumwan, Bangrak und Yanawa, senkten sich um 5-10 cm, während der nördliche Teil der Stadt um weniger als 5 cm sank.

## Die Folgen

**1. Überschwemmung:** Unmittelbare Folge der Bodensenkung ist die Tatsache, daß die Stadt beinahe jedes Jahr, vor allem während der Monsoonzeit (Mai-November) überschwemmt wird. Überschwemmung

## Überschwemmungen in Bangkok

kann hauptsächlich durch zwei Faktoren verursacht sein. Erstens durch starke Regenfälle des Monsoons. Betragen die Niederschläge 30 mm/Stunde, wird die Stadt sofort überflutet, wenn die Wassermassen nicht sofort abgeleitet werden können. Dieser Fall ereignete sich vor kurzem (9.-11.5.1986), die Wasserflut tötete acht Menschen (Bangkok Post 11.5.86). Regnet es 30 mm in zwölf Stunden, kann das dürftige Abwässersystem eine Überschwemmung gerade noch verhindern. Zweitens kann die Überschwemmung dadurch verursacht sein, daß der Chao Phya Fluß über die Ufer tritt, er fließt vom Norden durch die Stadt und mündet im Golf von Thailand im Südchinesischen Meer. Bangkok liegt ca. 70 km nördlich der Flußmündung. Das Übertreten des Flusses kann durch Meereshochwasser verursacht werden, dies trifft gewöhnlich für die Zeit von Oktober bis Dezember zu. Der höchste Wasserstand des Meeres liegt dann etwa 1,35 m höher als im Durchschnitt. Die gewaltigen einströmenden Meeresswassermengen flußaufwärts treffen mit dem flußabwärtsfließenden Wasserströmen genau an der Stelle zusammen, wo Bangkok gelegen ist.

Bangkok wird unvermeidlich überschwemmt, da diese gewaltigen Wassermassen nicht unverzüglich in das Meer abgeleitet werden können. Die Bodensenkung im Stadtgebiet wird dazu beitragen, das Überschwemmungsproblem so weit zu eskalieren, bis es kaum noch zu bewältigen sein wird. Erste Erfahrungen diesbezüglich wurden 1983 bereits gemacht, als große Teile Bangkoks (vor allem die östlichen

und südöstlichen Gebiete) mehr als drei Monate unter Wasser waren und unanschätzbare Schäden für die Wirtschaft des Landes und die Gesundheit der Bevölkerung die Folge waren.

**2. Das Abwässerproblem:** Bangkoks Abwässersystem ist dürftig, noch gänzlich abhängig vom Fluß Chao Phya, denn die meisten Entwässerungskanäle und Leitungen sind direkt mit dem Fluß verbunden. Wenn das Erdniveau absinkt, während Meeres- und Flußpiegel ansteigen, gibt es einen Wasserrückstau im Abwässersystem, der das gesamte System lahmlegt. So ist es in vergangenen Jahren der Fall gewesen, daß Wasser, das nicht absichern konnte, aus bestimmten tiefer gelegenen Gebieten abgepumpt werden mußte. Dieses Pumpsystem hört jedoch auf zu funktionieren, sobald das Flußniveau höher ist als das der Abwässerskanäle oder das der nicht kanalisierten Gebiete.

## 3. Auswirkungen auf die Bebauung:

Bodensenkungen können zu vielfältigen Schäden an Gebäuden führen, statische Probleme aufwerfen und das Stadtbild verunstalten.

Bodensenkung, die in verschiedenen Tiefen auftritt, beeinträchtigt Gebäudekonstruktionen, die auf verschiedenen Bodenniveaus ruhen, in unterschiedlichem Ausmaß. Straßen und Häuser oder Gebäude wurden ursprünglich auf gleicher Ebene gebaut, als sich aber das Land absenkte, wurden die Straßenniveaus durch Ausgleichen der Oberfläche beibehalten, während

die Gebäude möglicherweise bis unter die Straßenebene absackten. Dies ergibt ein häßliches Bild, das heute in vielen Teilen Bangkoks beobachtet werden kann, vor allem die Geschäftshäuser entlang der Charansanitwong und Phahonyothin Straße sind drastische Beispiele hierfür. Instabile Gebäudekonstruktion kann bei Bodensenkung Risse oder möglicherweise sogar den Zusammenbruch des Gebäudes zur Folge haben, ein Problem, was in Bangkok nicht unbekannt ist.

Ein anderes Beispiel ist der Damm an der Schleuse beim Pra Kanong Kanal, östlich von Bangkok, der ursprünglich in einer Höhe von 2,5 m gebaut wurde. Aufgrund von 60 cm Bodensenkung in den vergangenen paar Jahren wurde der Dampfer 1978 auf 2,8 m hochgezogen. Als der Wasserspiegel auf 2,32 m stieg, wurde der Damm zum wiederholten Male auf 3.15 m erhöht.

Hinzu kommt, daß die Bodensenkung unvorhersehbare technische Probleme beim Hoch- und Tiefbau aufwirft.

#### Die Ursachen des Problems

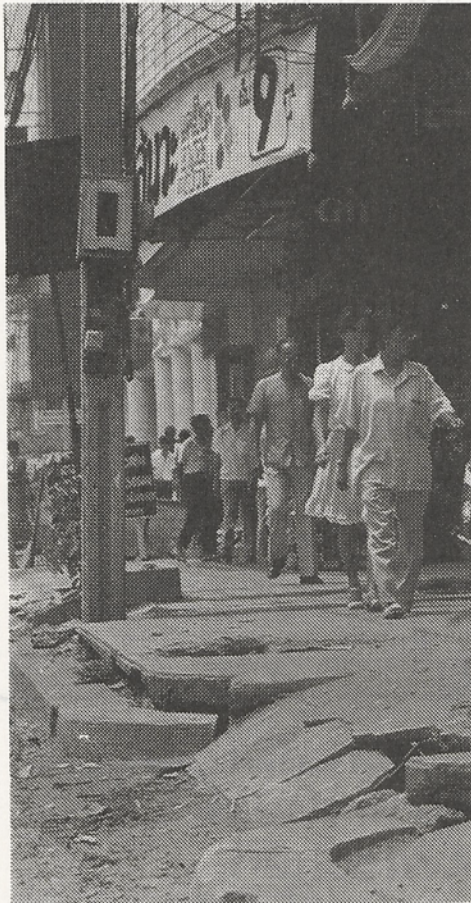
Im allgemeinen kann Bodensenkung durch verschiedene ökologische Veränderungen verursacht sein, so z.B. durch:

1. Entfernung von Gesteinsmassen, z.B. beim Bergbau oder beim Bau von Tunneln;
2. tektonische Bewegungen, namentlich Erdverschiebungen infolge der Unausgewogenheit von Druckverhältnissen auf der Erdoberfläche;
3. natürliche Verfestigung und Trockenheit des Bodens;
4. die Veränderung der Bodendichte durch Wasser verursacht;
5. außergewöhnlich hohen Oberflächendruck;
6. extrem starke Ausbeutung von unterirdischen Flüssigkeiten, wie z.B. Gas, Erdöl und Wasser.

Der Hauptgrund für die Bodensenkung in Bangkok, verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Untersuchungen zu Folge, ist aber das extensive Abpumpen aus Tiefbrunnen für private, öffentliche ebenso wie für industrielle Zwecke. Als Folge sinkt der Grundwasserspiegel so rapide, daß er durch natürliche Bedingungen nicht wieder aufgefüllt werden kann. Dies führt zu einem Absinken des Wasserdrucks. Vermindert sich der Druck im Untergrund, kann das Gewicht der Erde die Bodenschichten zusammendrücken, die Verdichtung hat das Absinken der Erdoberfläche zur Folge.

Es wird berichtet, daß 1982 pro Tag 1.400.000 m<sup>3</sup> Wasser aus Bangkoks unterirdischen Beständen gepumpt wurde. Von diesen wurden 940.000 m<sup>3</sup> vom privaten Sektor, dagegen 460.000 m<sup>3</sup> durch die städtischen Wasserwerke Bangkoks (Bangkok Metropolitan Waterwork Authority) abgepumpt. Diese extremen Pumpraten führten zu einem Absinken des Grundwassers unter 50 m.

In manchen Gebieten ist Meerwasser anstelle des frischen Grundwassers eingedrungen, was eine Veränderung der Wasserqualität für den Verbraucher zur Folge



Risse zwischen Fahrbahn und Gehsteigen in Bangkok

hatte. Schlimmer wurde es seit 1978, als sich das Ausmaß der Bodensenkung im Stadtgebiet gewaltig ausgedehnt hatte, hauptsächlich Gebiete im Osten, wo keine öffentliche Wasserversorgung bestand, die Wohn- und Gewerbegebiete von Samut Prakarn, Minburi, Lard Krabang, Bangpli, sind davon betroffen. Bleibt die Rate des Wasserverbrauchs aus den Tiefbrunnen derart hoch, so wird im Jahr 2000 mathematischen Schätzungen zufolge der Verbrauch an Grundwasser durch den öffentlichen und privaten Sektor bei 3.000.000 m<sup>3</sup> pro Tag liegen. Dies hätte ein Absinken des Grundwasserspiegels auf 100-115 m zur Folge (momentan liegt der Spiegel bei 40-50 m). Bangkok, vor allem der östliche Teil, würde um 2.2 m, das Zentrum um ca. 1,7 m absinken. Wenn

man bedenkt, daß Bangkok derzeit im Schnitt 1-2 m über dem Meeresspiegel liegt, würde innerhalb der nächsten 15-20 Jahre die Stadt unter den Meeresspiegel absinken.

#### Was wurde bislang zur Abhilfe des Problems getan?

Es wäre übertrieben, würde man behaupten, es sei gar nichts in den vergangenen Jahren zur Lösung dieses Problems geschehen. Einiges wurde unternommen, ob es ausreichend und effektiv war, das ist eine andere Sache.

#### Gesetzliche Maßnahmen

Als Reaktion auf die Krise hat die Regierung ein Gesetz, das Grundwassergesetz von 1977 verabschiedet. Durch dieses Gesetz wurde Grundwasser zur nationalen Ressource erklärt, die öffentliche Ausbeutung und sachgerechte Verwendung sollte durch das Industrieministerium der Regierung geregelt werden. Der Raum Bangkok und 5 angrenzende Provinzen wurden zu "kontrollierten Gebieten" erklärt, in denen die Bevölkerung eine Genehmigung erwerben mußte, um einen Tiefbrunnen ausschachten und ihn in Betrieb nehmen zu können. Die Genehmigung hat zehn Jahre Gültigkeit. Bestimmte Kriterien werden zur Erteilung zur Voraussetzung gemacht, so darf z.B. in einem Gebiet, das mit Leitungswasser versorgt wird, ein Tiefbrunnen nur für den Haushaltsgebrauch, nicht aber für kommerzielle oder industrielle Zwecke gegraben werden, der Durchmesser des Schachtes darf 4 Fuß nicht überschreiten. In bestimmten Gebieten, in denen andere Wasserquellen nicht zur Verfügung stehen oder diese unzureichend sind, darf Grundwasser gepumpt werden. Jemand, der keine Lizenz hat, wird mit einer Geldbuße von 20.000 Baht oder Gefängnis mit bis zu 6 Monaten bestraft.

In einem Land, in dem die Umsetzung von Gesetzen von einer korrupten Bürokratie halbherzig geschieht, wen kümmert da die Existenz gesetzlicher Bestimmungen?

So ist beispielsweise die extensive und beschleunigte Abholzung im Land in den vergangenen Jahrzehnten ein gutes Beispiel dieser Tatsache.

#### Verwaltungsmaßnahmen

Bislang sind keine nennenswerten - mit Ausnahme der, die am grünen Tisch erfolgten - praktischen Aktionen erfolgt, die als dem Ausmaß der Krise angemessen erscheinen mögen. So sind etwa bestimmte Vorbeugungsmaßnahmen durch das Büro des nationalen Umweltkomitees (National Committee of Environment) geplant worden, die noch der Zustimmung des Kabinetts bedürfen. Ein Bericht des Komitees von 1982

hat allerdings keine näheren Maßnahmen vorgeschlagen. Kürzlich hat die Stadtverwaltung Bangkoks (Bangkok Metropolitan Administration) Versuche unternommen, der Überschwemmung der Stadt durch den Bau von Dämmen mit Hochwasserschleusen und die Installation von Pumpstationen vorzubeugen. Die Frage stellt sich jedoch, in welchem Verhältnis diese Maßnahmen zu des Wurzels Übel, der Bodensenkung, stehen.

Wer ist zur Verantwortung zu ziehen?

Unserer Auffassung nach ist das rapide Wachstum der Stadt der wesentliche Grund der Überausbeutung von Grundwasser. Der schnellen Verstädterung auf der einen Seite stand auf der anderen eine mangelnde Planung bei der Bereitstellung von öffentlichen Versorgungseinrichtungen, hier beispielsweise der Wasserversorgung gegenüber, was ein extensives Ausschachten von Tiefbrunnen erforderlich machte. Bevölkerung, Industrie und Gewerbetreibende haben so nicht die Schuld für den großen Wasserverbrauch zu tragen. Dagegen sind zwei Institutionen zur Verantwortung zu ziehen: (Bangkok Metropolitan Waterwork Authority und Bangkok Metropolitan Administration), das städtische Wasserwerk und die Stadtverwaltung Bangkoks. Das erste ist eines der größten staatlichen Unternehmen, das trotz starker Unterstützung durch öffentliche Haushalte und Weltbankkredite ineffektiv und korrupt ist und somit

unfähig, den wachsenden Bedürfnissen einer stark expandierenden Stadt nachzukommen. Von Zeit zu Zeit wurde von Seiten der Gewerkschaft die Ineffektivität und Korruption des Managements dieser Institution herausgestellt, ein Sachverhalt, der an dieser Stelle leider nicht im Detail ausgebreitet werden kann. Die Stadtverwaltung untersteht der lokalen Regierung, welche die meiste Zeit ihrer neueren Geschichte korrupt und autoritär gewesen ist. Bis vor kurzem noch wurde der Bevölkerung Bangkoks das Recht der Teilnahme an Planungs- und Entscheidungsprozessen auf örtlicher Ebene verweigert, mit Ausnahme der kurzen demokratischen Zwischenphase von 1973-76. Nun, da die Bevölkerung durch direkte Wahl des Gouverneurs von Bangkok, des Stadtparlaments und der Ratsversammlung repräsentiert ist, bleibt zu hoffen, daß die Interessen und Anregungen der Bevölkerung stärker ernst genommen werden.

Was gibt's zu tun?

Wir können hier keine genaue Anleitung zum Handeln geben außer einigen Hinweisen und einer Aufforderung, dem Problem mehr ernsthafte Aufmerksamkeit zu schenken. Abgesehen von den technischen Aspekten des Phänomens, existiert bislang noch keine ausreichende Studie über die Auswirkungen der Bodensenkung auf die sozialen, ökonomischen und gesundheitlichen Bedingungen der Bevölkerung, ebenso hinsichtlich

der Umweltauswirkungen sind keine genauen Aussagen zu machen. Unserer Einschätzung nach liegt eine besondere Gefahr in der Tatsache, daß die Öffentlichkeit nicht genügend informiert ist und so kein Bewußtsein von dem Ausmaß und den Konsequenzen der Krise hat. Das städtische Leben der fast 7 Mio.-Bevölkerung verläuft so, als ob keine ernsthafte Gefahr drohen würde!

Suparb Pas-Ong  
(vom Englischen ins Deutsche  
übersetzt von S. Wycisk)

Literatur:

Akagi, T., *Some Land Subsidence Experiences in Japan and Their Relevance to Subsidence in Bangkok, Thailand, Geotechnical Engineering, Vol.10 No.1, 1979*

Asian Institute of Technology, *Investigation of Land Subsidence Caused by Deep Well Pumping in the Bangkok Area, Comprehensive Report 1978-1981, Submitted to National Environment Board, Bangkok Thailand 1981*

Brand, E.W. and Paveen, Titi, *Deep Well Pumping and Subsidence in the Bangkok Area, Proceedings Fourth Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.1, pp. 1-7, Bangkok 1971*

## Das Nam Choan-Dammprojekt am oberen River Kwai Ein Disput zwischen Naturschützern und EGAT

In Thailand produziert die "Electricity Generating Authority of Thailand" (EGAT) durch den Gebrauch von Erdöl, Gas, Kohle und Wasserkraft, Strom.

Im Vergleich mit den vielen Staudämmen für Bewässerungsanlagen, die vom thailändischen Bewässerungsamt gebaut wurden, sind Thailands Staudämme für Wasserkraftwerke, für die die EGAT verantwortlich ist, groß und bilden riesige Stauseen.

Einer dieser Stauseen soll in den Bergtälern des oberen Kwai Yai-Flusses gebildet werden, wenn das erst kürzlich wieder vorgelegte Nam Choan Damm-Projekt durchgesetzt wird.

Der Fluß Kwai Yai fließt durch die Provinz Kanchanaburi im Westen Thailands, wo noch viel ursprüng-

licher Dschungel mit seiner vielfältigen Flora und Fauna erhalten ist.

Die Flüsse Kwai Yai und Kwai Noi fließen im großen Mae Klong zusammen, der sich durch die Provinzen Kanchanaburi, Ratchaburi und Samut Songkram schlängelt.

Die Projekte von EGAT in diesem Gebiet schließen vier Staustufen ein, wovon drei Staudämme bereits gebaut wurden; nämlich der Sri Nakharin Damm am Kwai Yai, der die größte Kapazität von allen aufweist, der Thung Na Damm, ein kleiner Damm unterhalb des Sri Nakharin, dessen Pumpstation das Wasser aus seinem Staubecken zu-

rück zum Sri Nakharin Damm pumpt, und der Khao Laem Damm, der so groß ist wie der Sri Nakharin Damm und sich am Kwai Noi befindet. Zusätzlich gibt es am Mae Klong noch einen vierten Damm zur Bewässerung, der Vajiralongkorn Damm genannt wird.

Der noch unvollendete Nam Choan Stausee bildet eine Wasseroberfläche von 142 km<sup>2</sup> im Kwai Yai Tal, 135 km nördlich vom Sri Nakharin Damm. Dieses Stromgebiet beträgt ungefähr 4.908 km<sup>2</sup>. Der Damm wird 187 m hoch, 430 m lang und aus Steinen gebaut sein. Das Fassungsvermögen des Stausees wird 5,95 Mrd. cbm Wasser betragen. Die vier 145 Megawatt Generatoren mit einer Gesamtkapazität von 580 Megawatt sind nur mit der des Bumipol Dammes, dem größten Elektrizitätserzeuger Thailands, vergleichbar.

Als Begründung für den Bau des Staudammes argumentierte EGAT mit Einsparungen bei den Erdölkosten. Weiterhin führten sie folgende Vorteile an:

(1) Die hohe Elektrizitätserzeu-