

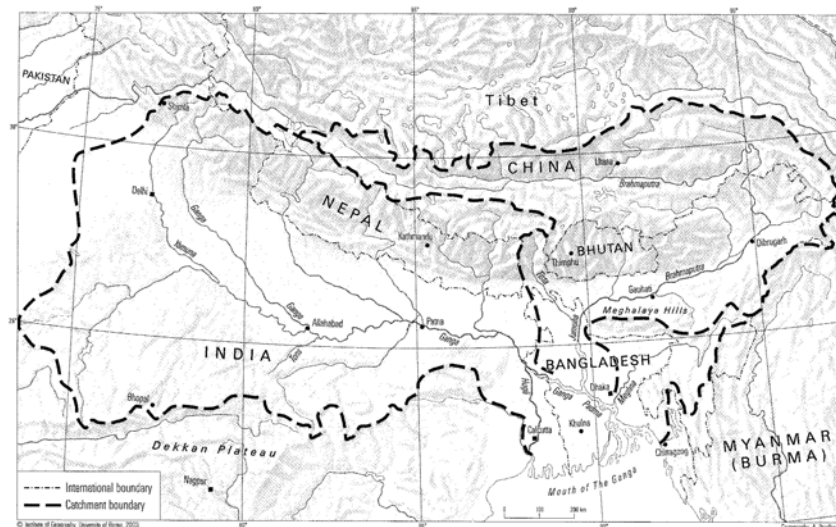
## Regionales Flussmanagement: Das Ganges Delta in Indien

Alexandra Anna Kiss

Adresse: Johann-Fleck-Straße 27, 24106 Kiel, alexa@jura24.com

### 1. Einleitung

Der **Ganges** (Padma) ist mit einer Länge von rund 2.700 Kilometern der Hauptstrom im Norden Vorderindiens. Er entspringt in 3.300 m Höhe im Kumaun-Himalaya durch den Zusammenfluss von Alaknanda und Bhagirathi und durchströmt mit geringem Gefälle in starken Windungen die fruchtbare und dicht besiedelte Gangesebene. Zusammen mit dem Brahmaputra (Jamuna) und Meghna bildet er in Bengalen das annähernd 105.640 Quadratkilometer große und aus rund 240 Flüssen bestehende Gangesdelta, das größte Delta der Welt. Es ist doppelt so groß wie das Delta des Mississippi und dreimal so groß wie das des Nil. (Erdkunde I, 2001; Ahmad, Q.K.,1994)



**Abb.1:** Einzugsgebiet der Flüsse Ganges, Brahmaputra und Meghna (Hofer, T. und Messerli, B., 2003)

Ein solches **Flussdelta** entsteht, wenn beim niveaugleichen Einmünden in das Meer oder einen See infolge plötzlicher Strömungsverminderung und somit nachlassender Transportkraft des Flusses mitgeführte Schwebstoffe an dieser Stelle abgelagert werden. Dadurch wächst der Mündungsbereich in das Meer oder den See hinein. Auf diesem Aufschüttungsgebiet fächert der Fluss auf und lagert die Schwebstoffe auch im Bereich der Deltaarme ab. So entsteht ein dreieckiges Mündungsgebiet, das der Form des griechischen Buchstabens Delta gleicht und daher seinen Namen hat. Ein Delta kann sich besonders leicht in Seen und an Flachküsten mit geringen Gezeiten- und Meeresströmungen, aber auch untermeerisch bilden. Die Mündungen der Flussarme schieben sich schneller in das stehende Gewässer vor als die Bereiche dazwischen, so dass das Delta einen sehr unregelmäßigen Umriss erhält. Zwischen den Deltaarmen bleiben die weniger aufgeschütteten Teile als offene Wasserflächen

oder Sümpfe erhalten. Das jährliche Vorrücken eines Deltas ist recht unterschiedlich, am Po beträgt es bis zu 135 m, am Nil vor der Errichtung des Assuan-Staudammes bis zu 33 m, an der Donau bis zu ca. 12 m. (Schülerduden Erdkunde II, Ein Lexikon der allgemeinen geographischen Begriffe, 2001)



**Abb. 2:** Das Ganges-Delta ([www.kented.org.uk/ngfl/rivers/pictures/gangesdelta.jpg](http://www.kented.org.uk/ngfl/rivers/pictures/gangesdelta.jpg) 14.1.2004)

Das Delta des Ganges bildet ein Labyrinth aus Wasserstraßen, Seen, Sümpfen und den *Chars* (Schwemmlandinseln), welches ständig sein Aussehen ändert, da die Flüsse in den weichen Sedimentböden häufig ihren Verlauf wechseln. Diese Deltaebene, die sich selten mehr als 5 m über den Meeresspiegel erhebt, wird regelmäßig während der sommerlichen Regenzeit von Hochwassern überschwemmt. 30 bis 80 Prozent des Landes stehen dann unter Wasser. Die Menschen leben angepasst an diesen natürlichen Rhythmus, dennoch fordern die Fluten jährlich viele Todesopfer und zerstören Ernten und Häuser. ([www.suedasien.net](http://www.suedasien.net) 15.1.2004)

Das Ganges-Delta besteht aus dem aktiven östlichen und dem weniger aktiven westlichen Teil.

### **1.1 Das weniger aktive westliche Delta**

Der westliche Teil des Deltas wird heute von vertrockneten Kanälen bestimmt, welche den sichtbaren Formenbestand prägen. Bei den Kanälen handelt es sich um Überreste früherer Verläufe des Ganges und seiner Nebenarme. Die meisten dieser Kanäle zeigen eine begrenzt verschlängelte Form, die nunmehr von Menschenhand modifiziert wird. Sie werden von den Gezeiten dominiert und sind von ähnlicher Größe wie die derzeit aktiven Kanäle im Osten. Die Flüsse Hooghly und Pular sind Beispiele alter bestimmender Verläufe des Ganges, die nicht länger über signifikanten Basisabfluss verfügen und vollständig von den Gezeiten bestimmt sind.

### **1.2 Das aktive östliche Delta**

Der wesentliche Einfluss auf den Formenbestand des Deltas wird auf den aktiven Küstenbereich zurückgeführt, der durch einen empfindlichen natürlichen Formenbestand eines entstehenden Deltas mit sehr geringem Gefälle verkörpert wird. Zyklone und Fluten sind bedeutungsvolle Ereignisse. Dieser potentiell instabile Küstenteil des Deltas war über einige Jahrhunderte hinweg Gegenstand menschlicher Einwirkung, vor allem durch die Konstruktion von Deichen und Poldern, um das Eindringen von Salzwasser zu begrenzen und so die Bedingungen für die Landwirtschaft zu verbessern und eine wachsende Bevölkerungszahl zu unterstützen.

Neben Maßnahmen wie einer groß angelegten Polderkonstruktion in den 1960er Jahren, gab es auch unvorhergesehene morphologische Konsequenzen, wie etwa erhöhte Sedimentation und Stauung des Entwässerungsprozesses.

## 2. Bevölkerung

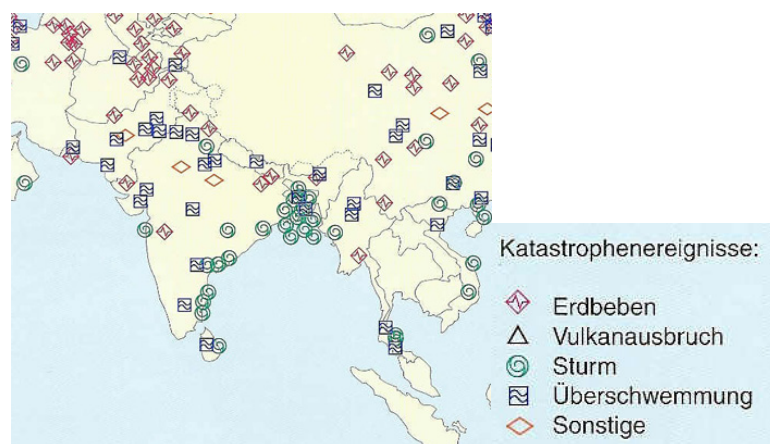
143,4 Mio. Menschen leben heute im Ganges-Delta, das sich über China, Bhutan, Bangladesch, Indien und Nepal erstreckt. Bangladesch ist mit 1.000 Einw./km<sup>2</sup> der am dichtesten besiedelte Flächenstaat der Welt (<http://harenberg.de.synkron.corpex-net.de/sw765.asp>, 20.1.2004 und Schmuck, H., 2003).

Die sozio-ökonomischen Probleme wie Armut und Unterernährung aufgrund der Bevölkerungsexplosion sind besonders gravierend und lähmen die wirtschaftliche Entwicklung. Die Bevölkerung lebt überwiegend auf dem Land, rund ein Viertel in den wenigen Städten, vor allem in Dhaka.

Früher lebten die Bewohner des Deltas in höher gelegenen Regionen, der rapide Bevölkerungsanstieg zwang jedoch immer mehr Siedler in die Küstenregionen (Geographische Rundschau 55, 2003).

## 3. Naturkatastrophen

Überschwemmungen zur Monsunzeit hat es schon immer gegeben und die Zyklone konnten in unbewohnten Regionen keine messbaren Schäden anrichten. Die heutige Folgen und Schäden der klimatischen Einflüsse sind so drastisch, weil sich einerseits die Bevölkerung in der Deltaebene explosionsartig vermehrt und Menschen in die Natur eingreifen und sie verändern.



**Abb.4:** Katastrophenereignisse in Asien (aus: Weltkarte der Naturgefahren, Münchner Rück 1998)

## 4. Überschwemmungen durch klimatische Einflüsse

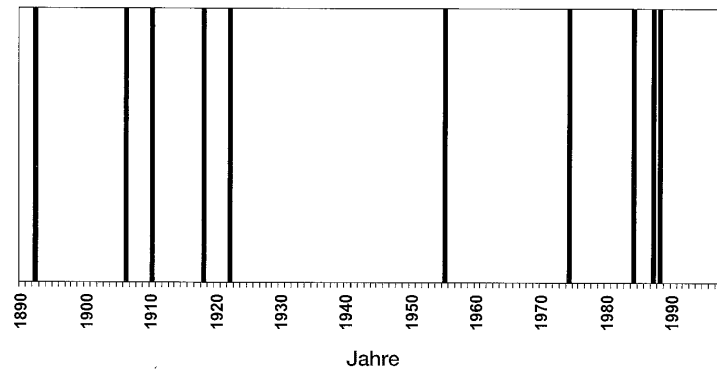
Überflutungen wie Sturm- oder Schichtfluten stellen die größte Gefahr im Ganges-Delta dar. Sie verursachen enorme Schäden an öffentlichen Einrichtungen, Häusern, Grund und Boden, Ernten, Straßen, Brücken, Wasserleitungen usw.. Andererseits sind Überschwemmungen notwendig für eine gute Ernte (Houscht, M.P. Flood Action Plan von 1989).

Das weitgehend flache und auf Meeresspiegelhöhe liegende Bangladesch wird von zwei Seiten durch Fluten bedroht: Einerseits wurde mehrfach das Gebiet im Ganges-Delta bis weit in das Hinterland meterhoch vom Meer überspült, andererseits nehmen die jährlichen Monsunhochwasser des Ganges, Brahmaputra und Meghna noch größere Flächen ein (Münchner Rück, Topics 2000).

Es gab in jedem Jahrhundert beinahe ein halbes Dutzend Überflutungen, die in Ausmaß und Intensität der von 1988 nahe kommen (Rahman, 1989 in Geographische Rundschau 55, 2003). Systematische Aufzeichnungen sind erst ab dem 20. Jahrhundert vorhanden. Die früheste schriftlich festgehaltene Überschwemmung ist die von 1769.

1787 führten ein Erdbeben und eine katastrophale Überschwemmung zur drastischen Veränderung des Flussnetzes in Bengalen. Der Brahmaputra, der vor 1787 ein Zufluss des Meghna war, verlegte sein Flussbett nach Süden und vereinigte sich weiter südlich mit dem Ganges.

Zwischen 1890 und 2000 wurde Bangladesch von elf schweren Fluten heimgesucht. Die Grafik zeigt, dass Überschwemmungen seit dieser Zeit zugenommen haben, jedoch in unterschiedlichen Intervallen stattfinden.



**Abb. 3:** Großräumige Überschwemmungen in Bangladesch, 1890-1988 (Hofer & Messerli, 2003)

Die folgend dargestellten Aspekte, die das Überschwemmungsgeschehen im Ganges-Delta beeinflussen, sind sowohl anthropogener als auch klimatischer Art. Für die Zunahme der Überschwemmungen sind folgende mögliche Ursachen zu nennen.

#### 4.1 Monsunniederschläge

Der alljährliche Niederschlag im Ganges- und Brahmaputrabecken schwankt zwischen 100 und 400 cm, wobei die größte Menge während des Monsuns vom 1. Juni bis 30. September fällt und ein beträchtlicher Teil des Ganges-Deltas überflutet wird.

Die Flut von Juni bis September 1987 forderte im gesamten Gangesgebiet 2.550 Menschenleben und verursachte zwei Mrd. US\$ Schaden, die Flut von 1998 hatte ebenfalls verheerende Folgen, da Bangladesch komplett überflutet wurde, 3.000 Menschen starben und 1. Mrd. US\$ Schaden entstand (Münchner Rück, Weltkarte der Naturgefahren, 1998).

Im September 2000 führte ein eine Woche andauernder Starkregen dazu, dass schätzungsweise 19 Millionen Menschen von der Überflutung betroffen waren, von denen mehr als 1200 Menschen starben oder vermisst wurden. Der Gesamtschaden betrug etwa 7,2 Mrd. US\$ (Töpfer, E., 2000 in <http://images.google.de/imgres?imgurl=www.suedasien.net>, 22.1.04).

#### 3.2 Zyklone

In der Zeit vor und nach dem Monsun bilden sich im Golf von Bengalen Tiefdruckgebiete, die sich zu Zyklonen mit Windgeschwindigkeiten bis 280 km/h entwickeln können. Nicht die Stürme, sondern die bis zu 10 m hohen Flutwellen haben verheerenden Auswirkungen. Die Küste Bangladeschs gehört zu den Gebieten, die am stärksten von extremen meteorologischen und hydrologischen Bedingungen betroffen sind. Besonders die Mengha-Mündung ist von Folgen der Zyklone betroffen. Im Ganges-Delta wurden zwischen 1961 und 1991 mehr als 700.000 Menschenleben durch 15 Zyklone und seine Folgen gefordert (Töpfer, E., 2000 in <http://images.google.de/imgres?imgurl=www.suedasien.net>,

22.1.04) (Bonell, M. et al. 1993). Zwischen 1960 und 1969 wurde Bangladesch von 16, 1970-79 von 14, 1980-85 von 3 und zwischen 1986 bis 1991 von 5 Zyklonen ergriffen (Ahmad, Q.K. et al., 1994).

## **5. Überschwemmungen durch anthropogene Einflüsse**

### **5.1 Bau von Dämmen**

Das Ansteigen der Überschwemmungen hängt nach 1975 mit dem Bau von Dämmen entlang der großen Flüsse in Bangladesch zusammen. Seitliche Dämme dienen normalerweise zur Verhinderung von regulären Überschwemmungen. Sie versagen jedoch im Schutz gegen enorme Überflutungen, dafür diese nicht konzipiert sind und so dass das Ausmaß einer Flut verheerende Folgen hat.

### **5.2 Verlust von Feuchtgebieten**

In den von Überschwemmungen betroffenen Gebieten des Ganges-Deltas ist ein Verlust von Sümpfen und Teichen zu verzeichnen. Diese Feuchtgebiete dienten früher als vorübergehende natürliche Speicherräume von Überschusswasser. Diese Gebiete verschwanden nach und nach nicht nur im Ganges-Delta, sondern auch in nördlicheren Einzugsgebieten. Sie mussten landwirtschaftlicher Nutzung, Straßenbau oder der Konstruktion von Dämmen Platz machen.

Folge dieser Entwicklung ist, dass Möglichkeiten der vorübergehenden Speicherung von Überschusswasser geringer geworden sind und es im Unterlauf der großen Flüsse zu höheren Abflussspitzen kommt.

## **6. Wirtschaft im Ganges-Delta**

Früher war das gesamte Delta von **Mangroven-Wald** bedeckt, welcher nach und nach von Neusiedlern abgeholzt wurde, so dass sich schrittweise **Landwirtschaft** entwickeln konnte. Während zu Beginn des letzten Jahrhunderts der östliche Teil des Deltas dicht bewaldet war, sind heute nur noch kleine Überreste vorhanden.

Die regelmäßigen monsunbedingten Überschwemmungen bringen fruchtbaren Schlamm bzw. wertvollen Naturdünger auf die Felder, so dass meist drei Reisernten pro Jahr eingefahren werden können. Die häufig von Naturkatastrophen heimgesuchte Agrarwirtschaft ist einseitig auf den Anbau von Bewässerungsreis zum Eigenverbrauch und Jute für den Export orientiert. Außerdem werden Tee, Zuckerrohr und Tabak angebaut. Trotz der Gefahr von Überschwemmung und Hochwasser wird unter dem enormen Bevölkerungsdruck in Bangladesch jedes verfügbare Stück Land kultiviert und die ursprüngliche Naturlandschaft zugunsten von Reisanbauflächen immer weiter zurückgedrängt. Die Erträge sind jedoch nicht sehr ergiebig, da aus der Bevölkerungsexplosion und dem Landdruck eine Flurzersplitterung resultiert.

Im Delta wird mit traditionellen Methoden verstärkt und sehr ertragreich **Küstenfischerei** betrieben. Der Schlamm, welchen die Überschwemmungen mit sich bringen, verschafft Bangladesch den Status eines der fruchtbarsten Schwemmlandebenen der Erde und lässt eine enorme Vielfalt an Fischarten Laichplätze finden. Die Hauptgebiete der Fischerei sind die Überflutungsebenen und die miteinander vernetzten Hauptflüsse.

Das Delta besitzt riesige **Feuchtgebiete**, in denen Flüsse, Wasserläufe, Frischwasserseen, Sümpfe, Wasserspeicher, Fischteiche, überflutete kultivierte Felder, Flussmündungssysteme mit Gezeitenwirkung und ausgedehnte Mangroven-Flachmoore zu finden sind.



**Abb.5:** Mangrovenwald ([www.geology.iupui.edu/research/SedLab/images/mangrove.jpg](http://www.geology.iupui.edu/research/SedLab/images/mangrove.jpg), 20.1.04)

Die erst gering entwickelte **Industrie** ist auf Agroindustrien konzentriert. Im Nordosten des Landes liegen ausgedehnte Erdgasfelder. Bangladesch ist infrastrukturell schlecht erschlossen; Hauptverkehrsträger sind die Binnenwasserstraßen.

## **7. Beeinflussung des Deltas durch den Ganges**

Die fruchtbare Region wird mit ihren immergrünen tropischen Regenwäldern und zahlreichen Reisfeldern von einem Netzwerk stark verzweigter Wasserläufe bewässert, die dem Himalaya entspringen. Sie ist deshalb so fruchtbar, da der Golf von Bengalen durch die Gezeiten fruchtbares Schwemmland mit sich bringt.

Durch die fortschreitende Abholzung des Gebirgsmassivs und seiner vorgelagerten Gebiete wird der Erosionsprozess beschleunigt. Folglich werden die Flüsse immer stärker mit Sedimenten angereichert, die sie auf ihrem Weg zum Golf von Bengalen im Tiefland von Bangladesch oder im Küstenbereich absetzen. Daraus resultiert eine zunehmende Versandung und Erhöhung der Flussläufe, die das Aussehen des Deltas verändern. Zu Zeiten der starken Monsunregen sind die Flüsse nicht mehr in der Lage, die Schmelzwässer aus dem Himalaya aufzufangen, so dass als Folge schwerer Stürme das Wasser vom Meer in das Landesinnere peitscht und zur tödlichen Gefahr wird (Ahmad, Q.K. et al., 1994).

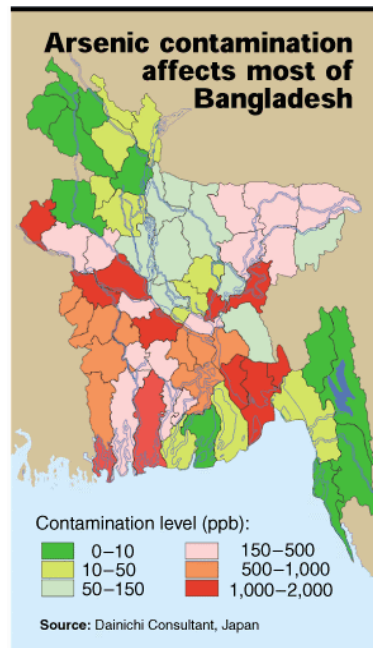
### **7.1 Probleme durch den Fluss**

In Westbengalen und Bangladesch sind die weltweit höchsten Konzentrationen von Arsen im Trinkwasser nachzuweisen. In den USA liegt die Arsenkonzentration im Trinkwasser bei 0,01 mg/l, in Bangladesch und Westbengalen erreichen diese Werte über 0,05 mg/l (Chowdhury et al. 1997 in Geographische Rundschau 55, 2003). Etwa 1 Mrd. Menschen konsumiert heute kontaminiertes Trinkwasser mit bis zu 3700 µg/l Arsen. Dies entspricht dem 370fachen des von der WHO empfohlenen Grenzwerts (10 µg/l). Dadurch treten bei einem Großteil der Bevölkerung die typischen Symptome einer Arsenvergiftung auf: Auflösung oder Verhärtung der Haut, erhöhte Krebsrisiken, insbesondere Hautkrebs, aber auch Leberschäden und Atemprobleme werden beobachtet.

Eine weitere Problematik des Ganges-Deltas ist die Verseuchung der Reisfelder mit Arsen, was die Menschen über die Nahrungsmittelkette zusätzlich belastet ([www.gknk.uni-karlsruhe.de/frank/Projekt.shtml](http://www.gknk.uni-karlsruhe.de/frank/Projekt.shtml), 20.1.2004).

In West-Bengalen bauen Fluss- Sedimente mit mehreren 100 Metern Mächtigkeit den Untergrund des Flusslaufs auf. Weiter flussabwärts, Richtung Golf von Bengalen, gehen diese Sedimente mit

zunehmender Mächtigkeit bis zu 10 km in Delta-Ablagerungen über. Diese insgesamt fein- bis mittelkörnigen Lockersedimente wurden in den letzten 2 Millionen Jahren im Pleistozän abgelagert und bieten Grundwasser recht gute Fließwege, so dass sich dort mehrere Grundwasserleiter ausgebildet haben. Deren Wasser führen heute zum Teil hohe Konzentrationen des geruchs- und geschmacksneutralen Arsens (Ahmad, Q.K. et al., 1994).



**Abb.6:** Arsen-Verseuchung (www.nvo.com/ghosh\_research/nss-folder/pictures/arsenicmap.gif, nvo.com 20.1.2004)

Über die Freisetzung von Arsen im Grundwasser gibt es zwei Hypothesen über Oxidation und Reduktion:

### **Oxydation**

Trinkwasser wird mit Handpumpen aus zahlreichen Brunnen gewonnen. Durch das Heraufpumpen des Grundwassers gelangen Luft und Wasser in den Untergrund, so dass dort Sulfidmineralien oxidieren und Arsen freigesetzt wird. Dieses gelangt nun in das Trinkwasser. Nach dieser Hypothese verursacht der Mensch die Arsenproblematik

### **Reduktion**

In den vergangenen Jahrtausenden gelangte arsenreiches Material mit Sedimenten aus dem Himalaya in die flachen Regionen. Dieses lagerte sich auf überfluteten Flächen ab und wurde von anderen Materialien überlagert, so dass es heute eine Sedimentschicht und somit einen Teil des Grundwasserleiters bildet. Durch starke Reduktion konnte sich das Arsen aus der Verbindung mit Eisenoxid oder Magnesiumoxid lösen und in das Grundwasser gelangen. Dieses These ist geologischer Natur.

## 7.2 Auswirkungen der Arsenproblematik

Die Aufnahme von Arsen über die Haut wie beim Händewaschen oder Baden ist minimal. Wird Arsen über das Trinkwasser aufgenommen, hat dieses schwerwiegende Folgen: Schädigung innerer Organe, Haut-, Lungen-, Blasen- und Nierenkrebs sowie Diabetes lassen sich vermehrt nachweisen. Die Folgen der Kontaminierung sind jedoch nicht nur gesundheitlicher, sondern auch sozialer Art. Besonders arme Bevölkerungsgruppen können weder die Kosten für eine ärztliche Behandlung aufbringen, noch können sie für ihren Lebensunterhalt sorgen. Hinzu kommt die mögliche soziale Ausgrenzung.

## 8. Managementkonzepte für das Delta

Bangladesh litt in den letzten 40 Jahren etwa dreißigmal an Fluten mit zerstörerischem Charakter. Das Nachdenken über Flutkontrollmaßnahmen begann bereits Ende der 1940er Jahre und hatte schon vor Beginn der Diskussionen über den **Flood-Action-Plan** zum Bau von knapp 6.000 Kilometern Dämmen, 1.700 Flutkontrollanlagen und 4.300 Kilometern Entwässerungskanälen geführt. Im Jahre 1951 beschloss Indien den Bau des Farakka-Dammes am Ganges, um das Wasser kontrollieren zu können (Khan, A.H., 1994). Viele der Anlagen wiesen bereits beträchtliche Schäden auf und litten unter fehlender bzw. unzulänglicher Instandhaltung, als 1989 die Idee des Flood-Action-Plans entstand. Der Damm wurde aufgrund der positiven geographischen Voraussetzungen in Farakka gebaut.

Die Überschwemmungskatastrophe von 1988, bei der auch erstmals die sogenannten „model towns“ der Hauptstadt Dhaka überschwemmt wurden, bildete den Hintergrund für den Flood-Action-Plan. 80 Prozent des Landes standen damals unter Wasser, 1.900 Menschen starben, knapp 30 Millionen verloren ihr Heim und es entstand ein Schaden in Höhe von 1,2 Milliarden US\$.

Wenige Monate später entstanden vier große Studien, deren Ziel es war, Maßnahmen zur Verhinderung von Überschwemmungskatastrophen zu entwickeln. An den Studien waren eine französische Ingenieurfirma, das UNO-Entwicklungsprogramm (UNDP), Japan und die amerikanische Entwicklungsbehörde (USAID) beteiligt.

Ein Vorschlag war, auf einer Strecke von 3.500 Kilometern ein Netz von Dämmen und Schleusen entlang der großen Flüsse zu errichten, welches Überschwemmungen verhindern sollte. USAID war jedoch der Meinung, dass eine solche Eindeichung weder ökonomisch noch technisch machbar sei und sprach sich für ein effizientes Frühwarnsystem sowie den Schutz vor allem der urbanen Zentren aus.

1989 wurde der Weltbank die Koordinierung aller Flood-Action-Plan-Aktivitäten übertragen. Wenig später verständigten sich in London 15 Geber sowie die Regierung Bangladeshs auf einen 33 Komponenten umfassenden Plan. Zwischen 1990-1995 sollten insgesamt 150 Millionen US-\$ aufgewendet werden. Ziel des Flood-Action-Plans war ein besseres Verständnis der wasserwirtschaftlichen, landwirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Zusammenhänge und sinnvolle sowie nachhaltige Maßnahmen im Wassersektor aufzuzeigen.

Bei der Entwicklung des Flood-Action-Plans erhielt der Bau von Deichen eine besondere Bedeutung. Überschwemmungen wurden dabei als das Problem und ihre Verhinderung als die Lösung verstanden.

In der ersten Phase von 1990 bis 1995 war der Flood-Action-Plan im wesentlichen ein Studien- und Testprogramm, das sogenannte Hauptkomponenten enthielt. Dazu gehörten Befestigungsmaßnahmen am rechten Brahmaputra-Ufer, Wirbelsturmschutz, Flutvorhersage, Warnsysteme und eine Reihe von Regionalstudien.



Es wurden unterstützende Studien entwickelt, die u.a. bereits bestehende Wasserprojekte und die Folgen von Deich- und Dammkonstruktionen für die Umwelt und die Fischerei untersuchten (Ahmad, Q.K. et al., 1994).

Deutschland und die Niederlande finanzierten das noch unabgeschlossene Projekt einer Polderbewirtschaftung (in Schleswig-Holstein: Koog), wobei z.B. eine Kontrolle des Wasserhaushalts mit Hilfe von Schleusen vorgesehen war, die den Ein- und Auslass des Wassers regeln sollen.

Ergebnisse aus der Studien- und Testphase stehen noch aus. Es folgt nun in einer zweiten Phase die praktische Umsetzung von weiteren wichtigen Projekten mit den Schwerpunkten der Errichtung bzw. Rehabilitierung von Deichen zum Schutz von städtischen Siedlungen und Bewässerungsflächen. Auf der im Dezember 1995 in Dhaka stattfindenden Konferenz erfolgten jedoch noch keine festen Mittelzusagen seitens der Geber. Vorgesehen ist ein Programm mit den Eckpunkten eines nationalen Wassermanagementplans, einer Stärkung von Organisationen, die mit der Planung, Konstruktion und Instandhaltung von Anlagen vertraut sind. Wichtig ist auch die Einbeziehung der Bevölkerung in alle Aktivitäten und Investitionen im Wasserbereich, die ökologisch unbedenklich sein sollen. Zusammenfassend kann man sagen, dass aus dem Flood-Action-Plan eine „Wasser- und Flutmanagement-Strategie“ geworden ist (Houscht, M.P.).

## **9. Ansätze für ein integriertes Fluss-Küste-Management**

Das Ganges-Becken gehört zu den bevölkerungsreichsten Flussebenen der Welt, so dass der Bedarf an Nahrungsmitteln enorm hoch ist. Die Fläche ist jedoch begrenzt und Voraussetzung für eine maximale Ernteproduktion ist Wasser, das während der Trockenzeit nicht ausreichend verfügbar ist.

### **9.1 Langfristige Lösung**

Zu den langfristigen Lösungen verschiedener Probleme gehören beckenweite Entwicklung und Management des Ganges, Brahmaputra und Meghna in Zusammenarbeit mit Nepal, Indien, Bhutan und Bangladesch innerhalb eines Zeitraumes von 15 bis 20 Jahren, damit die Wasserversorgung für alle Länder langfristig sichergestellt werden kann (Ahmad, Q.K. et al., 1994). Hierbei sollen Indien und Bangladesch den Ansatz gemeinsam entwickeln und umsetzen. Dies beinhaltet den Bau eines großen Dammes für die Erzeugung von Wasserkraft und den Ausgleich während der Trockenzeit im Gangesbecken, so dass die Wasserversorgung sichergestellt ist (Khan, A.H., 1994).

### **9.2 Mittelfristige Lösungen**

Das allumfassende Konzept der Entwicklung und Handhabung des Gangesbeckens schließt das Einverständnis, das Gangeswasser in Farakka für einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahre zu teilen, ein. Dieses Einverständnis soll nach Ablauf der Frist nochmals in Bezug auf die generelle Entwicklung und die Dämme in Nepal überprüft werden.

Eine weitere mittelfristige Lösung ist der Aufbau des Ganges Sperrwerks in Bangladesch, um maximale Nutzbarkeit des Wassers und das Teilen von diesem mit dem Farakka-Damm zu erreichen. Weiterhin soll mit Blick auf die Zukunft der Entwicklung des Brahmaputrabekens die Umsetzbarkeit der Studien anderer Dämme in Bangladesch aufgegriffen werden (Khan, A.H., 1994).

## 10. Chancen durch den Fluss

Damit die Bevölkerung am Ganges von wirtschaftlichen und sozialen Verbesserungen profitieren, sind einige Überlegungen nötig. Der Flood-Action-Plan beinhaltet Maßnahmen wie Befestigungsmaßnahmen am rechten Brahmaputra-Ufer, Wirbelsturmschutz, Flutvorhersage, Warnsysteme und einer Reihe von Regionalstudien. Diese und noch weitere könnten langfristig dazu beitragen, dass weder unkontrollierte Überschwemmungen die Landwirtschaft, Infrastruktur, Menschenleben usw. zerstören. Dämme und Sperrwerke würden den Wasserzu- und abfluss kontrollieren und einen planungsvollen Umgang mit dem Wasser ermöglichen. Während der Trockenzeiten kann weiterhin Landwirtschaft betrieben werden, so dass man nicht mehr ausschließlich auf die Starkregen während des Monsuns angewiesen wäre. Die Produktion von Reis würde steigen und eine größere Anzahl von Menschen in vielerlei Hinsicht davon profitieren.

Fehlen Dämme an den Flüssen, verlanden und verschlickten viele Bereiche durch Sedimenttransport. Strategien wie Bau von mehreren Dämmen wirken dem entgegen und sichern die Binnenschifffahrt während des ganzen Jahres, so dass die Hauptflüsse Transporte und vor allem auch die Binnenfischerei sichern würden (Bonell, M. et al. 1993).

Damit diese Chancen genutzt werden können ist die Zusammenarbeit vieler Institutionen und Aufklärung über Maßnahmen und deren Umsetzung nötig. Dieses wird noch viele Jahre dauern. Es wird sich zeigen, ob alle Konzepte und Maßnahmen Früchte tragen werden.

## 11. Literatur

- Ahmad, QK, Ahmad, N., Sajjadur Rasheed, KB (1994): Resources, environment and development in Bangladesh, Bangladesh Unnayan Parishad (BUP) (53-56, 76, 98-101,113-121)
- Bonell, M , Hufschmidt, M.M, Gladwell, J.S. (1993): Hydrology and water management in the humid tropics, Cambridge University Press (59-60, 559-561)
- Dudenverlag, (2001) Mannheim-Leipzig-Wien-Zürich, Erdkunde I, Mannheim 1. Auflage
- Dudenverlag, (2001) Mannheim-Leipzig-Wien-Zürich, Erdkunde II, Ein Lexikon der allgemeinen geographischen Begriffe, Mannheim 1. Auflage
- Hofer, T. und Messerli, B.(2003): Überschwemmungen in Bangladesch: naturbedingt oder vom Menschen verursacht? In: Geographische Rundschau: Pakistan und Bangladesch, Jahrgang 55 Heft 11/2003, Westermann-Verlag (28-33)
- Houscht, M.P. Flood Action Plan in: <http://www.dse.de/za/lis/banglade/fap.htm>, 20.1.2004
- Khan, A.H.(1994): Development and management of international river basins: the Ganges issue in: Management of international river basins and environmental challenges, ICID Bangladesh National Committee (37-53)
- Khorshed, A.(2003): Kontaminiertes Trinkwasser in Bangladesch- die Arsen-Problematik, in: Geographische Rundschau: Pakistan und Bangladesch, Jahrgang 55 Heft 11/2003, Westermann-Verlag (40-42)
- Münchner Rück Munich Re Group (1999): Topics 2000 Naturkatastrophen-Stand der Dinge, 2894-M-d
- Münchner Rück Munich Re Group (1998): Weltkarte der Naturgefahren, 2657-V-d (24-27)
- Schmuck, H.(2003): Leben mit Zyklonen in: Geographische Rundschau: Pakistan und Bangladesch, Jahrgang 55 Heft 11/2003, Westermann-Verlag (34-39)
- [www.geology.iupui.edu/research/SedLab/images/mangrove.jpg](http://www.geology.iupui.edu/research/SedLab/images/mangrove.jpg), 20.1.04
- [www.gknk.uni-karlsruhe.de/frank/Projekt.shtml](http://www.gknk.uni-karlsruhe.de/frank/Projekt.shtml), 20.1.2004
- [www.harenberg.de.synkron.corpex-net.de/sw765.asp](http://www.harenberg.de.synkron.corpex-net.de/sw765.asp), 20.1.2004
- [www.nvo.com/ghosh\\_research/nss-folder/pictures/arsenicmap.gif](http://www.nvo.com/ghosh_research/nss-folder/pictures/arsenicmap.gif), 20.1.2004
- [www.kented.org.uk/ngfl/rivers/pictures/gangesdelta.jpg](http://www.kented.org.uk/ngfl/rivers/pictures/gangesdelta.jpg) 14.1.2004
- [www.suedasien.net](http://www.suedasien.net) 15.1.2004