

# Zur Komplexität der Überschwemmungen in Bangladesh : mit Bruno Messerli vom "Tiger Hill" (Darjeeling Himalaya) zum "Tiger Point" (Golf von Bengalen)

Autor(en): **Hofer, Thomas / Weingartner, Rolf / Dutt, Robeen**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): **59 (1996)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-960427>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Zur Komplexität der Überschwemmungen in Bangladesh

Mit Bruno Messerli vom «Tiger Hill» (Darjeeling Himalaya)  
zum «Tiger Point» (Golf von Bengalen)

Thomas Hofer, Rolf Weingartner, Robeen Dutt, Francesca Escher,  
Martin Grosjean, Roland Guntersweiler, Thorbjörn Holzer, Talim Hossain,  
Regina Liechi, Barbara Schneider, Susanne Zumstein

## 1. Himalayaforschung – eine langjährige Tradition von Bruno Messerli

Alljährlich treffen während der Monsunzeit Nachrichten über verheerende Überschwemmungen aus dem indischen Subkontinent bei uns ein. Die zunehmende Entwaldung und die expandierende Landnutzung in den Berggebieten werden für die Flutkatastrophen in Indien und Bangladesh verantwortlich gemacht (z.B. FARZEND, 1987). Die Wirkungskette scheint einleuchtend und folgerichtig: Bevölkerungswachstum im Gebirge – zunehmende Nachfrage nach Land, Brennholz und Viehfutter – unkontrollierte Entwaldung in immer steileren Gebieten – erhöhte Spitzenabflüsse und verstärkte Erosion im Gebirge – grössere Sedimentfracht und zunehmende Überschwemmungen in den dicht genutzten Flussebenen des Ganges und Brahmaputra. Diese Wirkungskette wird heute noch von Politikern und einigen Wissenschaftlern vertreten, ohne dabei allerdings über eine solide Datengrundlage zu verfügen. Sind die Verhältnisse wirklich so einfach? Ist die politisch hochbrisante Schuldzuweisung an die Bevölkerung der Gebirgsräume überhaupt haltbar?

Im Jahre 1979 begann Bruno Messerlis Engagement im Himalaya. Zusammen mit seinem Kollegen Jack Ives initiierte er das von der United Nations University (UNU) finanzierte Projekt «Highland-Lowland Interactive Systems», später umbenannt in «Mountain Ecology and Sustainable Development». Bruno Messerlis Anliegen als Koordinator dieses Programmes war und ist es, Grundlagen zu den komplexen ökologischen Zusammenhängen zwischen dem Himalaya und den ausgedehnten Tiefebene zu erarbeiten und damit zu einer fundierteren und differenzierteren Diskussion anzuregen.

Bis zum Ende der 80er Jahre konzentrierten sich die Forschungsaktivitäten auf das Gebirge. Die Erosionsprozesse und deren Zusammenhang mit der Landnutzung, das Abflussverhalten der Himalayaflüsse, die Funktion des Waldes sowie die Entwaldungsgeschichte waren die dominierenden Themen. Immer wurde dabei versucht, die Erkenntnisse aus dem Gebirge mit den Überschwemmungsprozessen in der Ebene in Beziehung zu setzen. Bruno Messerli und sein Team begannen, mehr und mehr an der eingangs kurz skizzierten «Theory of Himalayan Degradation» (IVES, 1987) zu zweifeln. In den Bänden «The Himalayan Dilemma» (IVES & MESSERLI, 1989) und «Himalayan Environment: Pressure-Problems-Processes» (MESSERLI et al.,

1993) sind die Resultate dieser langjährigen Forschungsaktivitäten zusammengestellt. Im Folgenden wollen wir die entscheidenden Thesen herausgreifen:

- Vom Menschen verursachte Veränderungen der natürlichen Prozesse im Himalaya können nur auf lokaler Ebene festgestellt werden. Auswirkungen in grösseren Einzugsgebieten sind nicht erkennbar.
- Es ist nicht möglich, einen ursächlichen Zusammenhang zwischen menschlichen Aktivitäten im Gebirge, insbesondere Abholzung, und Katastrophen in der Ebene, insbesondere Überschwemmungen, herzustellen.

## 2. Überschwemmungen in Bangladesh – ein Forschungsschwerpunkt seit 1992

### 2.1. Projektübersicht

Im Jahr 1992 erfolgte in konsequenter Fortsetzung der Forschungsaktivitäten der Schritt vom Himalaya in die Tiefebene von Bangladesh. Von diesem Projekt wird im Folgenden schergewichtig vor dem Hintergrund der Highland-Lowland-Problematik berichtet.

Abb. 1 zeigt eine Statistik der jährlich überschwemmten Flächen in Bangladesh. 1988 kam es zu einer der schlimmsten Fluten des Jahrhunderts: Knapp 90 000 km<sup>2</sup> oder gut 60% der Staatsfläche standen unter Wasser. Dieses Ereignis löste national und international zahlreiche Initiativen aus. Unter anderem wurde – mit starker internationaler Beteiligung und koordiniert von der Weltbank – der sogenannte «Flood Action Plan» (FAP) ins Leben gerufen mit dem Ziel, die Überschwemmungen zu kontrollieren.

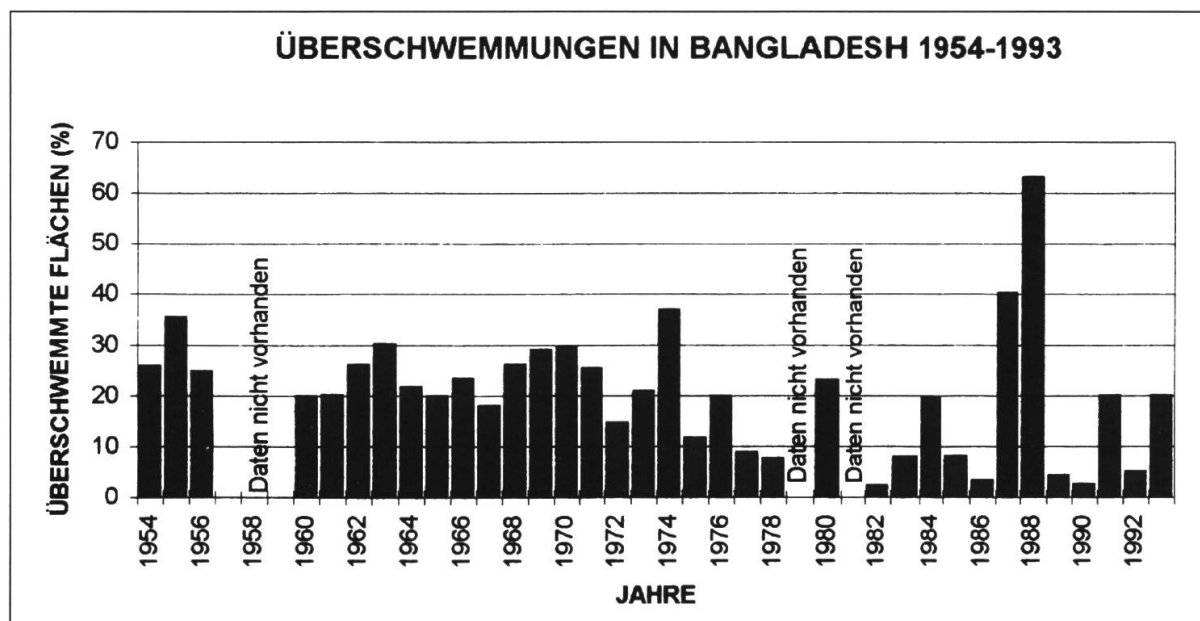


Abb. 1: Überschwemmte Flächen in Bangladesh in % der Staatsfläche, 1954 bis 1993 (Quelle: BWDB, 1991)

Dieser Plan ist ökologisch sehr umstritten. Da Bangladesh ein Schwerpunktland der schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit ist, wird die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) im Eidg. Departement für auswärtige Angelegenheiten immer wieder mit der Frage der Überschwemmungen und deren Eindämmung konfrontiert, obwohl die DEZA selbst nicht im FAP integriert ist.

Das von der DEZA und der UNU finanzierte und von Bruno Messerli geleitete Projekt «Überschwemmungen in Bangladesh – Prozesse und Auswirkungen» hat somit zwei Beweggründe: Es bildet die Fortsetzung der langjährigen Forschungspraxis von Bruno Messerli im Grossraum Himalaya, jetzt mit einem neuen Focus auf das Tiefland; gleichzeitig orientiert es sich an den praxisbezogenen Fragestellungen der DEZA. Das Projekt konzentriert sich auf vier Kernbereiche:

- *«Highland-Lowland Interactions»*: Sind monsunale Überschwemmungen in Bangladesh vor allem durch im Land selbst gefallene Niederschläge verursacht, oder haben Niederschlagsereignisse in der Fusszone des Himalayas oder sogar im Gebirge selbst einen signifikanten Einfluss?
- *Komplexität*: Wird jede Überschwemmung durch eine individuelle Kombination von Faktoren (Niederschlag, Abfluss, Grundwasser, Ebbe-Flut etc.) verursacht, oder gibt es wiederkehrende räumlich-zeitliche Muster?
- *Geschichte*: Haben Intensität und Dimension der Überschwemmungen wirklich zugenommen, wie so oft behauptet wird?
- *Erfahrung der betroffenen Bevölkerung*: Wie nimmt die Bevölkerung die Überschwemmungen wahr? Welches sind ihre Strategien im Umgang mit Überschwemmungen? Welches sind ihre Erfahrungen mit den bereits bestehenden seitlichen Flussverbauungen zur Eindämmung der Fluten?

Die Projektstruktur ist ein Spiegel von Bruno Messerlis vielschichtigem Forschungsansatz. Das Projekt

- ist integrativ, da es die Überschwemmungsthematik aus dem Blickwinkel der Physischen Geographie als auch der Humangeographie angeht;
- ist forschungs- und zugleich anwendungsorientiert;
- arbeitet in unterschiedlichen geographischen Massstäben.

## **2.2. Eine unvergessliche Exkursion im September 1994**

Die Exkursion hatte zum Ziel, einen «Highland-Lowland»-Querschnitt vom Himalaya in den Golf von Bengalen zu legen und Themen wie Erosionsprozesse, Flussmorphologie, Überschwemmungsprozesse, Bodenverhältnisse oder Landnutzungssysteme auf verschiedenen Stufen dieses Transsektes vergleichend zu diskutieren, um mit dieser Felderfahrung die Fragestellungen des Projektes fundierter angehen zu können. Gleichzeitig aber schlug dieser Gang vom Himalaya in die Ebene die Brücke zwischen den früheren Forschungsschwerpunkten im Himalaya und den heutigen im Tiefland.

Schon allein die gewählte Route (Abb. 2) machte das Unterfangen zu einem Ereignis. Bruno Messerli aber ist verantwortlich dafür, dass die Exkursion zu einer wahrhaft legendären Reise wurde. Es ist eine einmalige Erfahrung, mit Bruno Messerli vor Ort Beobachtungen zu diskutieren, diese zu interpretieren und in den grösseren Zusammenhang zu stellen. Nie verliert er ob den Details den Überblick, immer

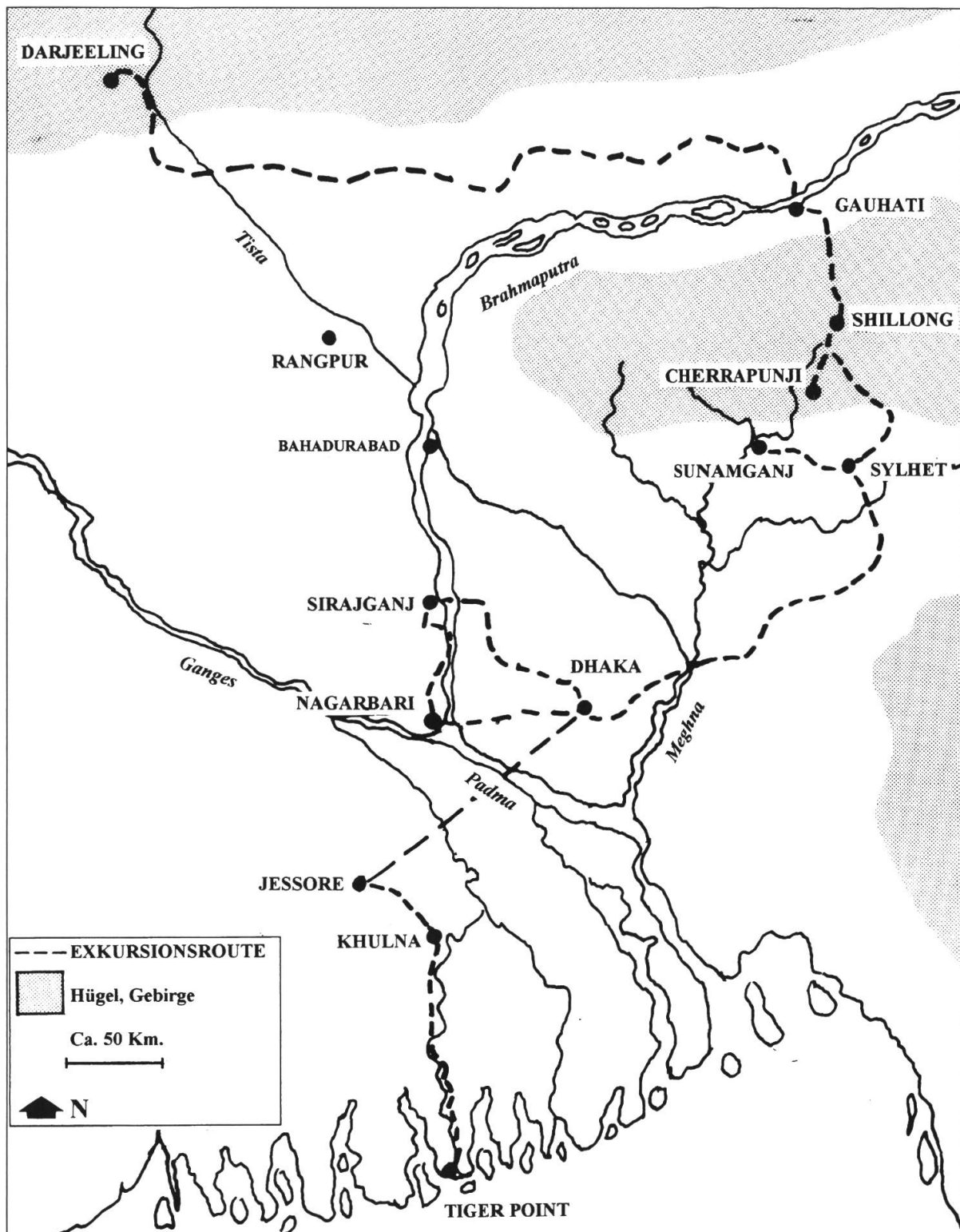


Abb. 2: Exkursionsroute

gelingt es ihm, integrale Ansätze und Interpretationen in den Vordergrund zu stellen, die Vielfalt von Beobachtungen auf die wesentlichen Punkte zusammenzuführen. Dazu kommt, dass die Exkursion in einer äusserst harmonischen, kollegialen und fröhlichen Atmosphäre stattfand, zu der Bruno Messerli Entscheidendes beigetragen hat.

## Kasten 1

- Darjeeling/Tista: 1994 war im östlichen Himalaya, in Assam und in Bangladesh ein wenig ausgeprägtes Monsunjahr. Die Wasserführung der Flüsse war eher gering, die Überschwemmungen im Tiefland unterdurchschnittlich. Es war für uns in dieser Situation kaum vorstellbar, dass der Pegel des Tista um 3 bis 5 Meter ansteigen und Brücken wegschwemmen kann, wie er es Anfang Oktober 1968 getan hatte (STARKE, 1972). Die Talhänge waren mit dichter Vegetation bedeckt, Spuren früherer Rutschungen waren kaum sichtbar. Auch im Flussbett sind keine Hinweise auf eine starke Seitenerosion zu finden (Fig. 3). Können Himalayaflüsse wirklich für Überschwemmungen bis nach Bangladesh hinunter verantwortlich gemacht werden?
- Assam/Gauhati: Der Brahmaputra ist ein weitverzweigtes Fluss-System mit unzähligen Nebenarmen, Teichen und Sümpfen. Gerade letztere bilden grosse, natürliche Speichersysteme für die in der Monsunzeit anfallenden Wassermassen. Sind seitliche Verbauungen des Brahmaputra, welche diese Teiche und Sümpfe vom hydrologischen System isolieren, wirklich die richtige Massnahme zur Eindämmung der Überschwemmungen?
- Meghalaya/Cherrapunji: Die Station Cherrapunji kann Rekordwerte des Niederschlags (durchschnittlich 12000 bis maximal 26000 mm/Jahr) vorweisen (TEICH, 1975). Diese hohen Niederschläge sind auf die Monsunmonate konzentriert und fallen auf sehr flachgründige, auf der Südseite des Hochlandes nur mit Gras bewachsene Böden. Ein enorm grosser Oberflächenabfluss bzw. oberflächennaher Abfluss muss angenommen werden. Wäre es denkbar, dass die Niederschläge in den «Meghalaya Hills» entscheidend sind für die Auslösung von Überschwemmungen in Bangladesh?
- Sunamganj: Die Senke von Sylhet steht alljährlich während ungefähr sechs Monaten unter Wasser, die Dörfer verwandeln sich in kleine Inseln (Fig. 4). Die Region bildet somit einen grossen Zwischenspeicher für die Wassermassen, die während der Monsunzeit aus den umliegenden Regionen anfallen. Zur Erschliessung der Dörfer in der Senke sind zahlreiche, durch Dämme erhöhte Verbindungswege im Bau. Ist nicht gerade die Verbesserung der Infrastruktur längerfristig ein sinnvollerer Umgang mit der Überschwemmungsproblematik als der Bau seitlicher Dämme entlang der Hauptflüsse?
- Testgebiet Sirajganj: Der Brahmaputra ist ein extrem dynamisches Fluss-System. Insbesondere auf der Westseite kann die laterale Erosion bis zu einem halben Kilometer pro Jahr (!) betragen, andernorts finden grossflächige Depositionen statt. Die Art der Ablagerung (Sand, Silt, Ton) entscheidet über die Nutzungsmöglichkeiten dieser aufgeschütteten Gebiete. Sind diese Flusslaufveränderungen längerfristig für die betroffene Bevölkerung einschneidender als Überschwemmungen?
- Testgebiet Nagarbari: Der Zusammenfluss von Ganges und Brahmaputra ist äusserst faszinierend. Im August z.B. treffen hier durchschnittlich 38000 m<sup>3</sup>/s des Ganges und 43000 m<sup>3</sup>/s des Brahmaputra zusammen. Die beiden Ströme lassen sich noch weit unterhalb ihrer Vereinigung durch die unterschiedliche Färbung unterscheiden. Je nach Wasserführung des Ganges und des Brahmaputra wird der eine oder der andere Fluss zurückgestaut. Ist der zeitliche Ablauf bzw. die Staffelung der Hochwasserscheitel von Ganges und Brahmaputra entscheidend für die Hochwassersituation in Bangladesh? Tritt der «worst case» immer dann auf, wenn sich die Hochwasserspitzen der beiden Ströme überlagern, wie es z.B. 1988 der Fall war?
- Sundarbans/Tiger Point: Die Sundarbans bilden eines der grössten Mangrovegebiete der Welt. Mangroven bieten einen natürlichen Schutz vor Flutwellen, die vor allem durch Wirbelstürme verursacht werden. Mangroven deuten aber auch auf Gezeitenprozesse hin, deren Einfluss in Bangladesh ungewöhnlich weit ins Landesinnere reicht. Fördern Springfluten grossräumige monsunale Überschwemmungen entscheidend, indem sie die Wassermassen der Flüsse zurückstauen?

Es ist unmöglich, die Vielfalt der Exkursionseindrücke und der Resultate in kurze Worte zu fassen. Im Kasten 1 wird deshalb für jede Exkursionsetappe eine zentrale Beobachtung herausgegriffen und eine für das laufende Projekt entscheidende Frage formuliert.

### **3. Überschwemmungen in Bangladesh – Thesen aus der Analyse von Monatsdaten**

Die Kernfragen sind dieselben wie bei den früheren Arbeiten im Himalaya (siehe Kapitel 1), das Augenmerk aber ist auf das Tiefland von Bangladesh gerichtet, um die Thesen aus dem Gebirge zu verifizieren. Bei der Analyse wurde versucht, möglichst das gesamte Einzugsgebiet des Ganges, des Brahmaputra und des Meghna einzubeziehen, was aber mit erheblichen Datenproblemen verbunden ist:

- Für den gesamten Grossraum sind Niederschlagsdaten nur auf Monatsbasis verfügbar. Es zeigte sich aber, dass für das Ausmass der Überschwemmungen in Bangladesh Monatsdaten durchaus erste grundlegende Hinweise geben.
- Das Thema Wasser ist im indischen Grossraum ein hochbrisantes Politikum. Deshalb gelten Abflussdaten grundsätzlich als geheim. Es stehen uns lediglich einzelne Messreihen der wichtigsten Flüsse zur Verfügung.

Im Rahmen der Niederschlagsauswertungen wurde eine Methodik entwickelt, für 13 definierte Teileinzugsgebiete (Abb. 5) aus Monatsniederschlägen potentielle Abflüsse



*Abb. 3: Der Tista kurz vor seinem Austritt in die Ebene (Aufnahme 7.9.1994)*



Abb. 4: Überschwemmungen im Gebiet von Sunamganj (Aufnahme 14. 9. 1994)

zu schätzen und deren Relevanz für die Überschwemmungen in Bangladesh zu gewichten (Formeln siehe Kasten 2).

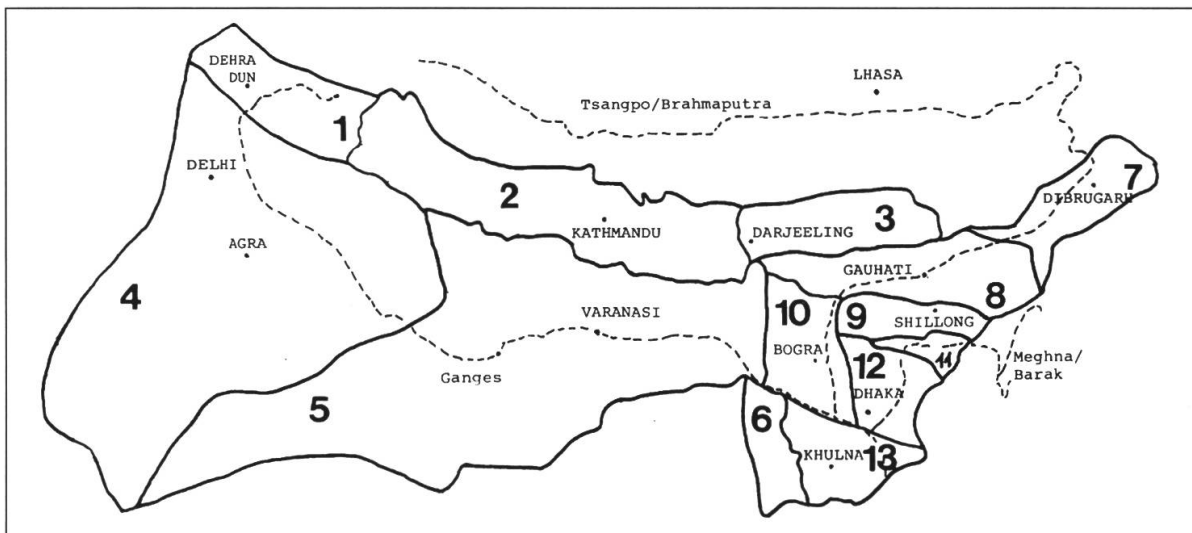


Abb. 5: Die 13 Teileinzugsgebiete für die Analyse der Monatsniederschläge

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1: Nordwestlicher Himalaya     | 8: Unterer Assam                       |
| 2: Nepal                       | 9: Meghalaya                           |
| 3: Darjeeling Himalaya         | 10: Nordwestliches Bangladesh          |
| 4: Obere Indische Gangesebene  | 11: Senke von Sylhet                   |
| 5: Untere Indische Gangesebene | 12: Zentrales und östliches Bangladesh |
| 6: Südliches West Bengal       | 13: Südliches Bangladesh               |
| 7: Oberer Assam                |  |



## Kasten 2

$$R_{ij}(\text{pot}) = P_{ij} * \alpha_{ij} * F_i$$

$R_{ij}(\text{pot})$  Potentieller Monatsabfluss aus dem i-ten Teileinzugsgebiet im j-ten Monat

$P_{ij}$ : Gebietsniederschlag im i-ten Teileinzugsgebiet im j-ten Monat

$\alpha_{ij}$ : Abflussfaktor des i-ten Teileinzugsgebietes im j-ten Monat

$F_i$ : Fläche des i-ten Teileinzugsgebietes

$$R_{ij}(\text{relev}) = R_{ij}(\text{pot}) * \text{dist}_i$$

mit  $\text{dist}_i = \frac{1}{d_i^2}$

$$\sum_{i=1}^n (1/d_i^2)$$

$R_{ij}(\text{relev})$  Indikator für die Überschwemmungsrelevanz des potentiellen Abflusses des i-ten Teileinzugsgebietes im j-ten Monat

$\text{dist}_i$  gewichtete Distanz des i-ten Teileinzugsgebietes

$d_i$ : Distanz des i-ten Gebietes (Schwerpunkt) zum Zusammenfluss von Padma und Meghna (Abb. 2)

Mit Hilfe der beiden Formeln ist es möglich, die Teileinzugsgebiete im Ganges-Brahmaputra-Meghna-Gebiet räumlich-zeitlich differenziert zu betrachten. Insbesondere kann das Hochwassergeschehen in ausgewählten Überschwemmungs-, Trocken- und Durchschnittsjahren analysiert werden. Zusätzlich zu den Niederschlagsauswertungen wurden, soweit vorhanden, auch Monatsabflüsse verschiedener Gewässer interpretiert. Aufgrund all dieser Analysen lassen sich folgende Thesen ableiten:

### **These 1: Die Niederschläge im Ganges-Brahmaputra-Meghna-System müssen für jede Monsunzeit räumlich differenziert betrachtet werden.**

Trockenjahre im Westen sind häufig gekoppelt mit Feuchtjahren im Osten und umgekehrt. Die Niederschlagsanomalien spezifischer Jahre im Himalaya korrelieren nicht unbedingt mit denjenigen der indischen Tiefebene. Die Überschwemmungen in Bangladesh werden also durch eine Kombination regional differenzierter Niederschlags- und Abflusscharakteristika beeinflusst.

### **These 2: Die Überschwemmungen in Bangladesh scheinen einen Zusammenhang mit Fluten in Assam zu haben, nicht aber mit Fluten in der indischen Gangesebene.**

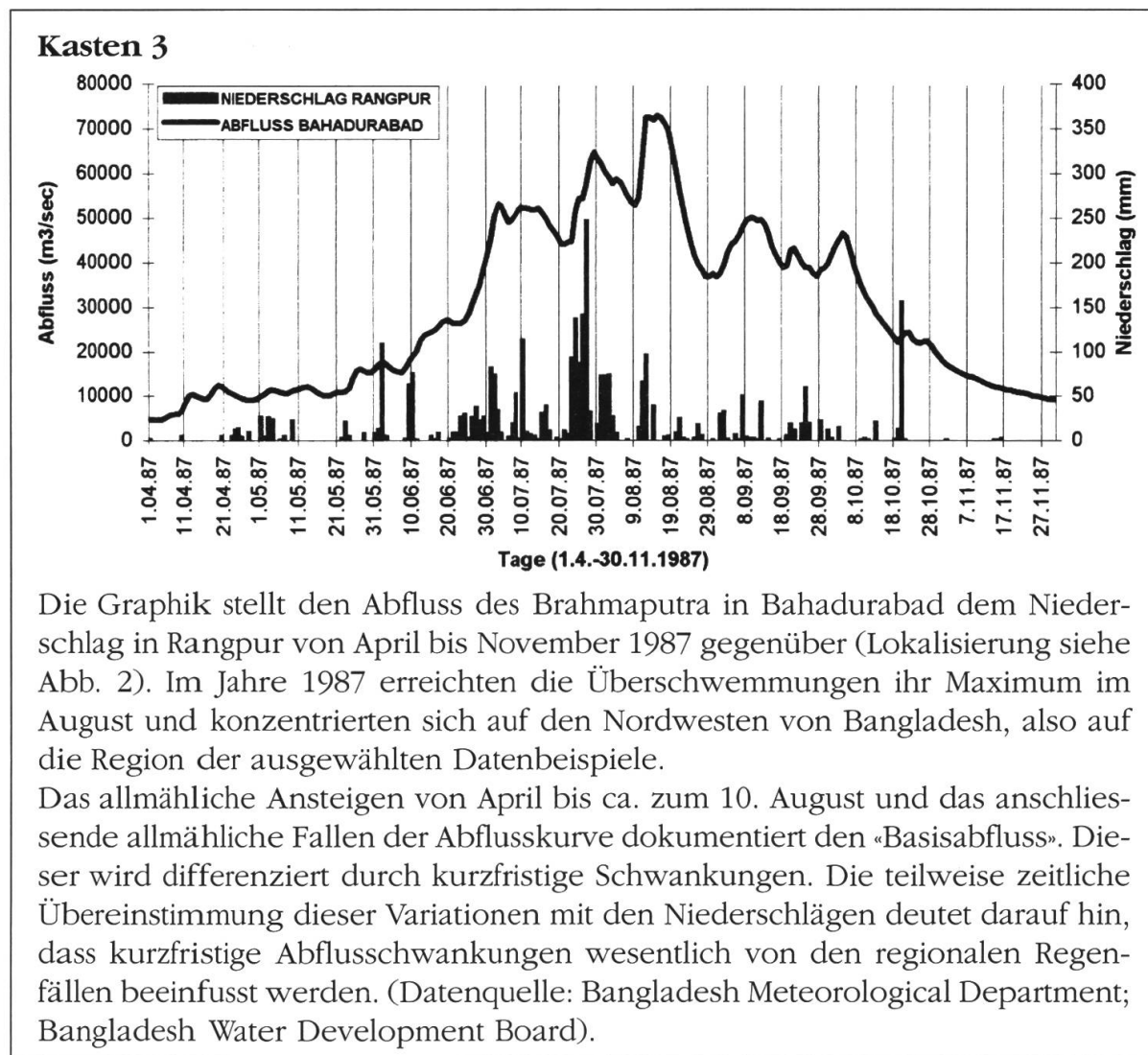
1987 und 1988 fanden zwei aussergewöhnliche Überschwemmungen in Bangladesh statt (Abb. 1). Zu ähnlichen Zeitpunkten wurden auch aus Assam Flutereignisse gemeldet. 1971 und 1978 waren katastrophale Überschwemmungssommer in der indischen Gangesebene. In Bangladesh wurden keine besonderen Fluten beobachtet, 1978 war statistisch gesehen sogar ein Trockenjahr!

### These 3: Der Niederschlag in Meghalaya und in Bangladesh selber ist entscheidend für die Überschwemmungsprozesse in Bangladesh

Von April bis Juni trägt das Hügellgebiet von Meghalaya durchschnittlich 20-25% des gesamten potentiellen Abflusses der 13 Teileinzugsgebiete bei, obwohl diese Region nur knapp 2% der Fläche ausmacht. Im Vergleich mit den übrigen Teileinzugsgebieten ist die Relevanz der Abflüsse aus dem Meghna-Gebiet für die Überschwemmungen in Bangladesh stets am grössten. Dazu kommt, dass in Meghalaya und Bangladesh Jahre mit positiven oder negativen Anomalien des potentiellen Abflusses sehr gut mit Jahren überdurchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Überschwemmungen übereinstimmen, was für die anderen Regionen nicht zutrifft.

### These 4: Eine Kombination von hohem externem «Basisabfluss» mit kurzfristigen, im Land selber produzierten Abfluss-Spitzen ist wichtig für die Überschwemmungsprozesse in Bangladesh

Das Niveau des «Basisabflusses» des Brahmaputra und des Ganges gibt zwar Hinweise auf das Überschwemmungspotential, die Auslöser von Überschwemmungen aber sind oftmals kurzfristige Abfluss-Spitzen, verursacht durch regionale oder sogar

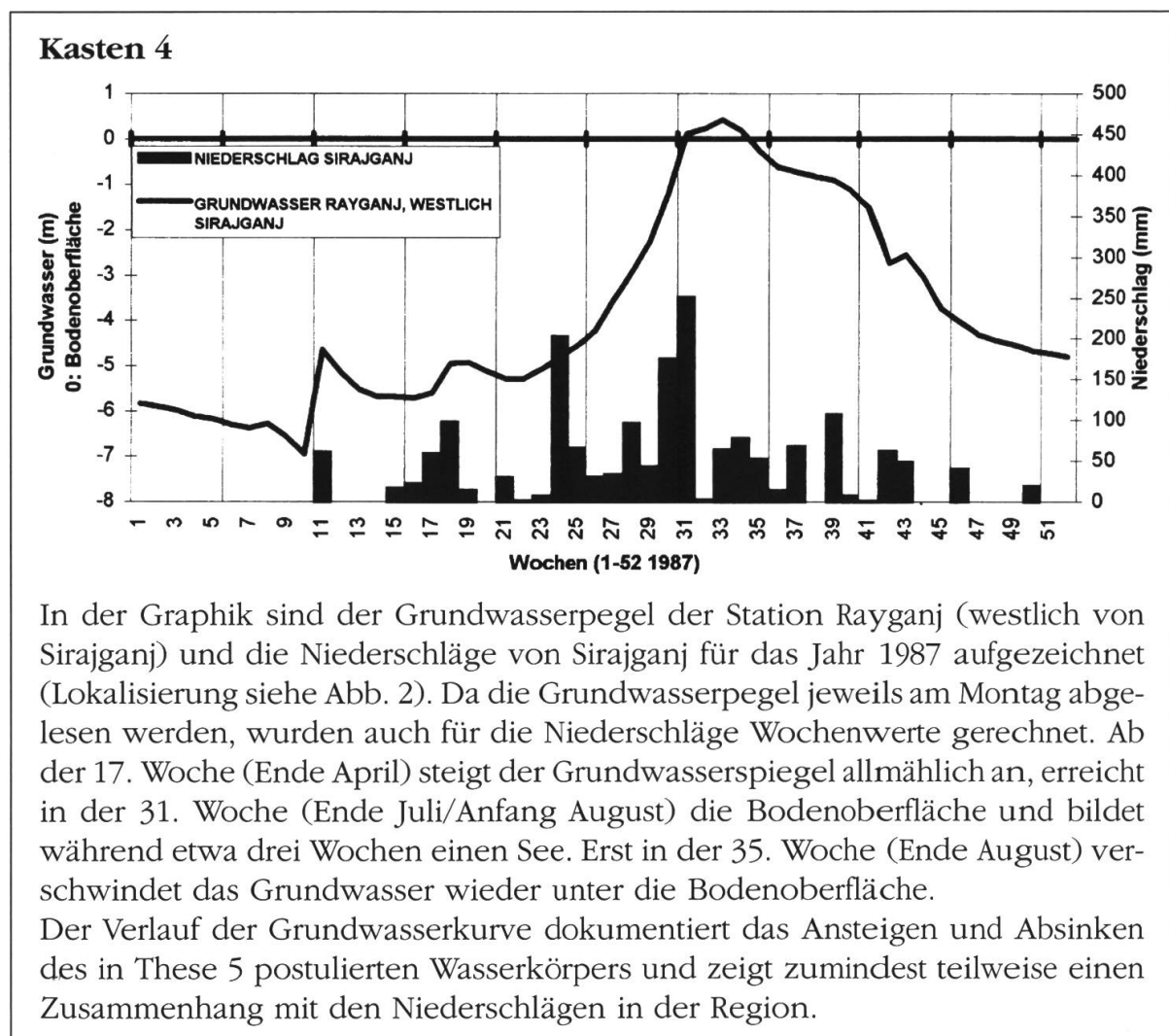


lokale Niederschläge. Somit ist der externe hydrologische Input nach Bangladesh wichtig als Basisbeitrag zu den Überschwemmungen, aber wahrscheinlich allein nicht imstande, Überschwemmungen auszulösen.

Zur Verifizierung und Illustration dieser These mit Tagesdaten ist im Kasten 3 ein Beispiel aus dem Überschwemmungsjahr 1987 dokumentiert.

**These 5: In der Regenzeit ist in Bangladesh die Hydrologie von flächenhaften Prozessen dominiert, in der Trockenzeit von linearen.**

Diese These beruht auf der Annahme, dass das hydrologische System in Bangladesh aus einem mehr oder weniger zusammenhängenden Wasserkörper besteht. In der Regenzeit steigt der Wasserkörper, wie die Aufzeichnungen der Grundwasserpegel, aber auch die Entstehung von Teichen und Seen belegen. Das ohnehin geringe Relief in Bangladesh verschwindet fast vollständig, es gibt kein klares Entwässerungssystem in die Hauptflüsse mehr, die verschiedenen Teile des Wasserkörpers stehen miteinander in Verbindung. In der Trockenzeit sinkt dieser Wasserkörper wieder allmählich ab, die Flussläufe und einige tiefgelegene Sümpfe sind die einzigen Elemente, die noch an der Oberfläche sichtbar bleiben. Das Mikorelief taucht auf, die Entwässerung ist wieder klar auf die Hauptflüsse zu gerichtet.



Zur Illustration dieser These enthält Kasten 4 wiederum eine Dokumentation aus dem Jahre 1987.

### **These 6: Die Niederschläge im Himalaya haben praktisch keine Bedeutung für die Überschwemmungen in Bangladesh**

Ein Starkniederschlag in den ersten Gebirgsketten oder im Hangfussbereich des Himalaya verursacht einen kurzfristigen, steilen Anstieg der Flusspegel in den betroffenen Gebieten und ist dadurch ein entscheidender Faktor für Überschwemmungen in den unmittelbar angrenzenden Ebenen. Mit zunehmender Distanz vom Niederschlagsereignis flacht diese Abfluss-Spitze allmählich ab und wird in einen hohen «Basisabfluss» verwandelt – die Überschwemmungen verlieren sich.

Die Einzugsgebiete der Flüsse in Bangladesh und die an Überschwemmungen beteiligten Wassermassen sind riesig. Entsprechend der bisher genannten Thesen bauen sich die Voraussetzungen für Überschwemmungen über eine längere Zeit durch das allmähliche Akkumulieren der Wassermassen auf. Somit ist das obgenannte Niederschlagsereignis im Himalaya kaum von Bedeutung, der Basisabfluss aus dem Himalaya kann lediglich die Disposition für Überschwemmungen erhöhen. Lokale oder regionale Starkniederschläge in Bangladesh sind wichtig beim Auslösen von Überschwemmungen, indem sie zum Überfließen des Systems führen können.

## **4. Schlussbetrachtung**

Im vorangehenden Kapitel haben wir nur *einen* Baustein aus dem laufenden Projekt herausgegriffen. Die Verifizierung der Thesen mit Hilfe von Tagesdaten aus Bangladesh (Niederschlag, Abfluss, Grundwasser, Gezeiten) stand zur Zeit des Redaktionsschlusses für diesen Beitrag noch bevor, die Dokumentationen im Kasten 3 und 4 geben lediglich einige Ideen. Zahlreiche Elemente konnten nicht zur Sprache gebracht werden, insbesondere die Arbeit in den Testgebieten. Unzählige Fragen sind nach wie vor unbeantwortet. Eines aber steht fest: Die im «Himalayan Dilemma» von Bruno Messerli angeregte differenziertere Denkweise im Zusammenhang mit den «Highland-Lowland Interactions» wird durch die Analysen mit Schwerpunkt in den Tiefländern vollumfänglich unterstützt. Falls sich die sechs Thesen in den künftigen, weitergehenden Analysen bestätigen sollten, so lassen sich wohl die letzten jener Argumente aus dem Weg räumen, welche die Hauptursache der Überschwemmungen in Bangladesh in der Abholzung im Himalaya sehen. Es stellt sich ferner grundsätzlich die Frage, ob die seitlichen Verbauungen entlang der grossen Flüsse wirklich für einen nachhaltigen Hochwasserschutz geeignet sind.

Die komplexen ökologischen Zusammenhänge zwischen dem Himalaya und den Tiefländern sowie zwischen entscheidenden Parametern innerhalb von Bangladesh selber fordern einen differenzierten Umgang mit den Überschwemmungen. Mit ihren traditionellen Anpassungsstrategien trägt die betroffene Bevölkerung dieser Komplexität Rechnung. Einseitige technische Ansätze jedoch (z.B. seitliche Flussverbauungen zur Eindämmung der Überschwemmungen) tragen ihr nicht Rechnung. Solides Grundlagenwissen, wie es Bruno Messerli in seinen Projekten bereitstellt, bildet eine Voraussetzung für die nachhaltige Entwicklung solcher komplexer Systeme.

## Literatur

- BWDB, 1991: Flood Report 1991. Bangladesh Water Development Board. Dhaka, Bangladesh.
- FARZEND, A., 1987: Bihar floods: Looking northward. India Today, 15. 10. 1987.
- IVES, J.D. & MESSERLI, B., 1989: The Himalayan Dilemma – reconciling development and conservation. Routledge, London and New York.
- IVES, J.D., 1987: The theory of Himalayan environmental degradation: It's validity and application challenged by recent research. Mountain Research and Development, 7 (3): 189–199.
- MESSERLI, B., HOFER, T., WYMANN, S., (Eds), 1993: Himalayan environment: Pressure-problems-processes. 12 years of research. Geographica Bernensia, G38, Geographisches Institut Universität Bern.
- STARKEL, L., 1972: The role of catastrophic rainfall in the shaping of the relief of the lower Himalayas (Darjeeling Hills). Geographica Polonica 21.
- TEICH, M., 1975: Neue Spitzenwerte des Niederschlags in Cherrapunji. Meteorologische Rundschau, 28 (3): 94–95.

### **Persönlich**

*Lieber Bruno, wir hoffen, dass Du weiterhin Zeit und Musse findest, den Grossraum Himalaya zu besuchen und die Grundlagen für eine differenzierte Betrachtung im Rahmen der «Highland-Lowland Interactions» weiterzuentwickeln. Für die Gelegenheit, mit Dir den faszinierenden Gang vom Himalaya in den Golf von Bengalen zu tun, danken wir Dir von ganzem Herzen!*

*Die Autoren haben alle mit Bruno Messerli im Projekt «Überschwemmungen in Bangladesh – Prozesse und Auswirkungen» zusammengearbeitet. Die meisten von ihnen haben den Gang vom «Tiger Hill» zum «Tiger Point» mitgemacht. Die Faszination dieses Raumes, die uns Bruno in begeisternder Weise vermittelt hat, wird uns alle nicht mehr verlassen.*