

Hochwasser im Yangtze-Delta

Ursachenanalyse in einem deutsch-chinesischen Projekt

Von Lorenz King und Jiang Tong

Hochwasserkatastrophen haben in China in den letzten 50 Jahren immer wieder viele Tausend Tote und immense wirtschaftliche Schäden verursacht, so etwa in den Jahren 1949 und 1954, aber auch in jüngster Zeit: 1991 und 1993. Wohl werden zur Zeit große Summen in Hochwasserschutzmaßnahmen investiert, eine aktuelle Gesamtanalyse der Ursachen dieser Naturkatastrophen fehlt jedoch bis heute. Dies trifft selbst für das Yangtze-Delta in Ostchina zu, obwohl es sich hier um das wirtschaftlich reichste Gebiet Chinas handelt. In einem deutsch-chinesischen Gemeinschaftsprojekt versuchen Wissenschaftler des Geographischen Instituts der Universität Gießen, diese anspruchsvolle Aufgabe zu lösen. Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Bestandsaufnahme von Hochwasserschäden stellt dabei die Analyse von Satellitenbildern (Landsat TM und NOAA) dar. Diese modernen Arbeitstechniken werden zur Zeit am Geographischen Institut ausgebaut. Erste Ergebnisse zeigen schon jetzt, daß das katastrophale Hochwasser von 1991 nicht nur durch die Natur, sondern vor allem durch den Menschen verursacht wurde.

Die Volksrepublik China, mit einer Fläche von 9,6 Millionen Quadratkilometern einer der größten Flächenstaaten der Erde, hat heute 1,15 Milliarden Einwohner. Dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von 118 Personen pro km². Die Bevölkerung ist äußerst un-

gleichmäßig über das Land verteilt. Besonders dicht bevölkert sind die Küstengebiete, und hier insbesondere das Deltagebiet des Yangtze-Flusses. Dieses wirtschaftlich reichste Gebiet Chinas ist vor allem durch die auch historisch bedeutenden Städte Nanjing, Shanghai

und Hangzhou bekannt. Diese Städte gehören zu einer der T-förmigen nationalen Entwicklungsachsen, mit welchen China wirtschaftlich erschlossen werden soll.

Eine Schlüsselstellung im Yangtze-Delta nimmt das Einzugsgebiet des Taihu-Sees ein. Es besitzt eine Fläche von 36.500 km². Das entspricht etwa der Fläche von Baden-Württemberg. Obwohl dies nur 0,37 % des chinesischen Staatsgebietes sind, wohnen hier rund 33 Mio. Menschen (3 % der Bevölkerung). Noch wesentlich eindrucksvoller sind die wirtschaftlichen Zahlen: Im Taihu-Gebiet werden 12 % des Bruttosozialproduktes im Industrie- und Landwirtschaftssektor geschaffen. Eine Besonderheit stellen die sog. Dorfbetriebe („township enterprise“) dar. Dabei handelt es sich um kleinere und größere Gewerbebetriebe und Fabriken, die sich im Unterschied zu den staatlichen Großindustrien und Großbetrieben oft im Familienbesitz befinden. In ihnen werden z. B. landwirtschaftliche Produkte verarbeitet, aber ebenso alle denkbaren Industrieprodukte hergestellt, wie Textilien, elektrische Geräte u.a.m.. Diese für die Besitzer sehr lohnenswerten Betriebe erwirtschaften in der Provinz Jiangsu rund 50 % des Bruttosozialproduktes. Die hergestellte

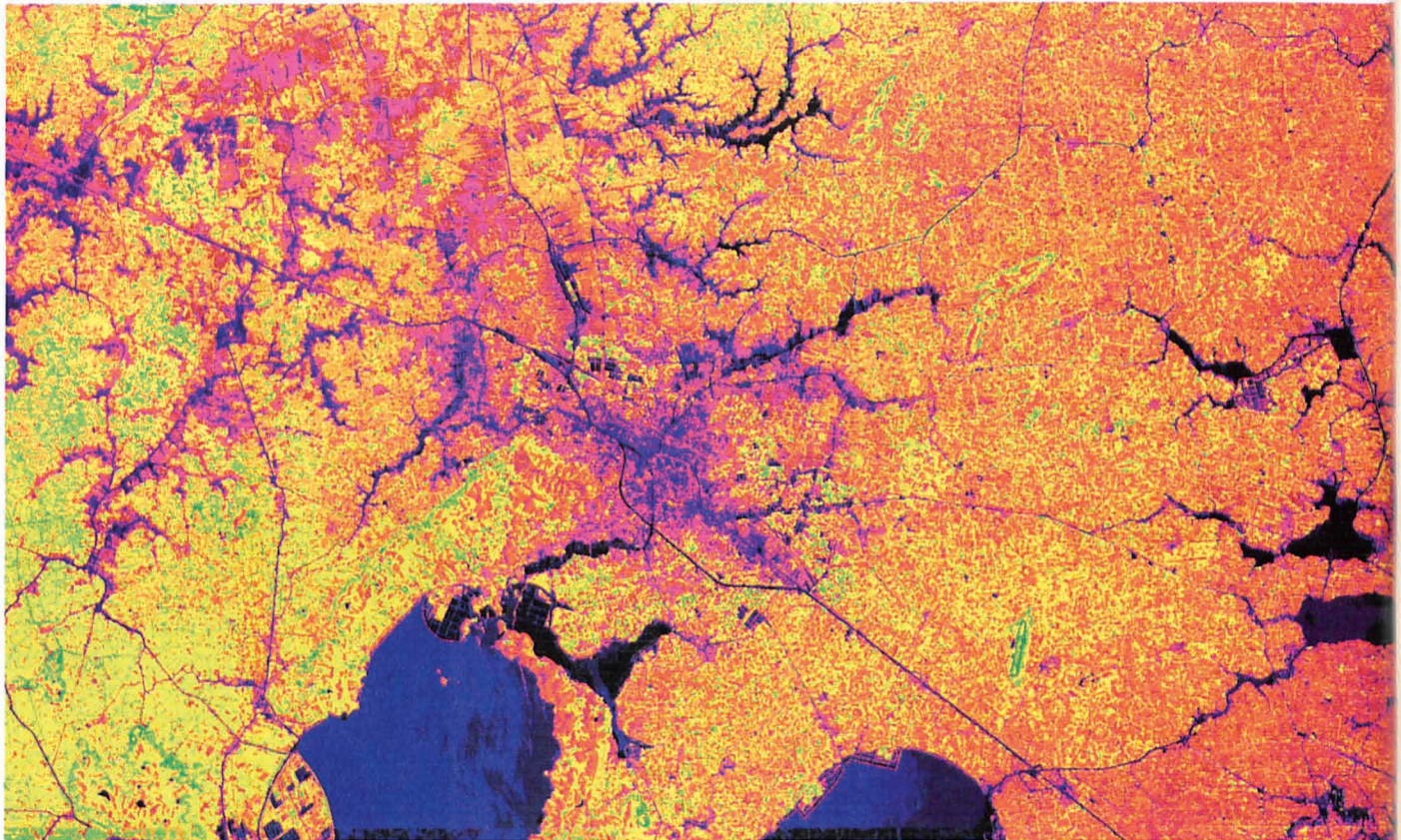


Abb. 1: Satellitenbild der am Taihu-See gelegenen Stadt Wu-xi kurz nach dem Höhepunkt der Hochwasserkatastrophe vom Juli 1991. Die Farben können wie folgt interpretiert werden: blau = tiefes Wasser (Seen, tiefe Kanäle, Fischzuchtteiche, stark überflutete Gebiete); lila = geringe Wassertiefe (kleine Entwässerungskanäle, kürzlich überschwemmte Gebiete); orange = Naßreisbau; hellgrün = Ackerland (Mais, Getreide); dunkelgrün = Hauptstraßen, Eisenbahn-

linien; grün = Fels, trockene, erhöhte Stellen, versiegelte Flächen (z.B. Flugplatz). Die Detailanalyse läßt noch weitere Differenzierungen zu. Landsat-TM-Aufnahme vom 23. Juli 1991, als Standard-Falschfarbenkompositum der Bänder 2, 3 und 4 erstellt am Geographischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen mit dem Bildverarbeitungsprogramm IDRISI. Bildmaßstab etwa 1:200.000. Bearbeiter: Jiang Tong.

Ware geht einerseits in den Export, andererseits sind die Betriebe Zulieferer für Großfirmen, z.B. die Volkswagen/Santana-Fabrik in Shanghai. Die größten Dorfbetriebe beschäftigen bis zu 2000 Personen, oftmals Bauern aus der Umgebung. Dorfbetriebe kommen vor allem im Taihu-Gebiet vor, und rund 80 % des in China von ihnen erwirtschafteten Wertes wird im Taihu-Gebiet (Abb. 1) erbracht.

Im Zentrum dieses Raumes liegt der Tai Hu (Hu = See), einer der größten Süßwasserseen Chinas. Seine Fläche entspricht etwa fünfmal jener des Bodensees, die mittlere Wassertiefe beträgt jedoch nur 1,9 m, und an der tiefsten Stelle ist er nur 2,6 m tief. Die umgebende Taihu-Ebene erreicht nur selten Höhen über 10 m ü.d.M. und wird mit einem dichten Netz von Flüssen und Kanälen durchzogen (3 bis 4 km Flußlänge pro km² Fläche). Der See besitzt 160 Zuflüsse, welche ihm jährlich 5200 Mio. Kubikmeter Wasser zuführen, und 59 Ausflüsse (Abb. 2). Viele Hundert weitere Seen mit einer Gesamtfläche von 3200 km² überziehen die Taihu-Ebene, darunter zehn Seen, die sogar Flächen von mehr als 10 km² aufweisen. Der gesamte Raum ist bei Hochwasser stark gefährdet.

Ursachen von Hochwasserkatastrophen in China

Flutkatastrophen treten in China an allen großen Flüssen auf. Die weitaus größten wirtschaftlichen Schäden sind jedoch entlang des Yangtze-Flusses und insbesondere im Yangtze-Delta zu verzeichnen. Die katastrophale Hochwassersituation von 1954 verursachte im Yangtze-Tal Schäden von rund 54 Milliarden Mark (inflationbereinigt); bei der Hochwas-

serkatastrophe im Jahr 1991 entstanden jedoch allein im Taihu-Gebiet Schäden von rund 70 Milliarden Mark. Die starke Schadenszunahme der jüngsten Hochwasser ist eine Folge der wirtschaftlichen Entwicklung, die vor allem in den ehemaligen Auegebieten stattgefunden hat. Aber nicht nur die starke Erschließung flußnaher Räume und die starke Bevölkerungszunahme dort, sondern auch die Vernachlässigung natürlicher Gegebenheiten und das Fehlen eines Gesamtkonzeptes zur Verringerung der Hochwassergefahr haben zu kritischen Situationen geführt.

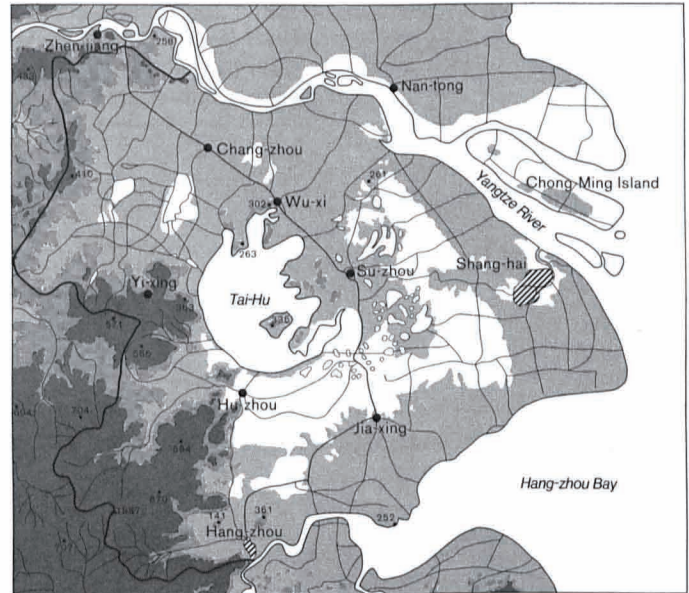
Die in China immer wieder auftretenden Hochwasserkatastrophen haben folgende Ursachen:

- Zunahme der Bodenerosion durch unsachgemäße Landnutzung,
- Eindeichung und wirtschaftliche Nutzung großer ehemaliger Wasserflächen,
- Eindeichung von Auegebieten und deren Nutzung durch Industrie und Landwirtschaft,
- Verringerung der staatlichen Investitionen bei Wasserschutzbauten,

- geringer Schutzstandard der errichteten Wasserschutzbauten,
- politische Begünstigung der sozio-ökonomischen Entwicklung ohne Berücksichtigung der Erfordernisse des Hochwasserschutzes.

Die Bodenerosion hat in den letzten 40 Jahren in China stark zugenommen und insgesamt rund 1,5 Mio. km² der Landesfläche weisen starke Erosionsschäden auf. Das Niederschlagswasser fließt dadurch wesentlich rascher ab, und die Flüsse weisen eine hohe Belastung mit Schwebstoffen auf. Es wird geschätzt, daß die chinesischen Flüsse rund 3,5 Milliarden Tonnen Sediment ins Meer bringen, 1,2 Milliarden Tonnen pro Jahr werden jedoch in den Flußbetten, in Kanälen und in Wasserrückhaltebecken deponiert. Auch im Unterlauf des Yangtze-Flusses wird durch die hohe Sedimentbelastung das Flußbett erhöht, was eine zunehmende Gefahr für das umliegende Land bedeutet.

Weitaus schwerwiegendere Konsequenzen bringt die unvernünftige Nutzung von Seen und ehemaligen Auegebieten durch Eindeichung mit sich. So wurde in den letzten 40 Jahren in China eine Fläche von rund 13 000 km² durch Eindeichungsmaßnahmen neu erschlossen. Allgemein hat sich entlang der Mittel- und Unterläufe der großen Flüsse die Bevölkerung in den letzten 50 Jahren etwa verdoppelt; denn es handelt sich hier nicht nur um landwirtschaftlich reiche Gebiete, sondern die verkehrsgünstige Lage bietet auch der Entwicklung der Industrie beste Voraussetzungen. Der Wert der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion hat sich von 1949 bis



Source: Topography of the Tai-Hu Basin 1:600 000, Atlas of Natural Resources of the Tai-Hu Basin, 1991.



Abb. 2: Topographie des Tai-Hu-Einzugsgebietes. Hochwassergefährdet sind die Höhenstufen von 0–2 m und 2–10 m ü.d.M.



Blick in den Schiffsfahrtskanal vom Taihu-See nach Hu-zhou. Das umliegende Land ist nicht durch Hochwasserdämme geschützt. © Foto: King

Tabelle 1: Ausgaben der öffentlichen Hand für den Hochwasserschutz

	Ausgaben für Wasserbau (Mrd. Yuan)	in % der nationalen Bauinvestitionen
1950–1952	6.15	7.8
1953–1957	24.31	4.1
1958–1962	96.64	8.0
1963–1965	28.92	6.8
1966–1970	70.14	7.2
1971–1975	117.11	6.6
1976–1980	157.24	6.7
1981–1985	93.01	2.7
1986–1989	109.97	1.9

Aus: Volume of Water Conservancy, Science and Technology, Publishing House, 1990, 12, Beijing

1988 um das 52fache vervielfacht (Zahlen inflationsbereinigt). Ein Großteil dieser Produktion wird durch insgesamt 18 Mio. Dorfbetriebe erwirtschaftet, nämlich 2800 Milliarden DM. Obwohl diese Betriebe gerade im Raum Shanghai und in der Provinz Jiangsu von unschätzbare wirtschaftlicher Bedeutung sind, genießen sie in aller Regel einen äußerst geringen Hochwasserschutz. Eine weitere Zunahme der wirtschaftlichen Schäden durch zukünftige Hochwasserkatastrophen ist vor-ausschlagbar.

Verantwortlich dafür ist auch eine Verringerung der staatlichen Investitionen beim Hochwasserschutz. Tabelle 1 zeigt, daß die staatlichen Ausgaben für Hochwasserschutzmaßnahmen von rund 7 % der nationalen Bauinvestitionen im Zeitraum 1950 bis 1980 auf weniger als 2 % Ende der 80er Jahre gesunken sind. Dies geschah zugunsten von Bauinvestitionen im Sektor Verkehr und Industrie. Das mangelnde Engagement in Sachen Hochwasserschutz führte in vielen Fällen dazu, daß bereits vorhandene Hochwasserschutzanlagen nach

Schäden nicht rechtzeitig repariert werden konnten und z.T. sogar zerfielen. Entlang der meisten großen Flüsse in China sind die getroffenen Hochwasserschutzmaßnahmen im Bereich größerer Städte so ausgelegt, daß höchstens einmal in zehn bis 20 Jahren kein ausreichender Schutz der eingedeichten Gebiete gegeben ist. Hochwasserrückhalteräume und funktionierende Kanalsysteme, welche gefährliche Wassermassen in andere Flußeinzugsgebiete umleiten können, sind dabei wichtige Elemente bei der Hochwasserschutzplanung. Auf dem Land hingegen und insbesondere im Umkreis von Dörfern ist mit dem Auftreten von Hochwasser durchschnittlich alle fünf Jahre zu rechnen. Rund 738 000 km² Land werden dann stark bedroht, davon 333 000 km² landwirtschaftlich genutzte Fläche mit insgesamt 4.2 Mio. Einwohnern.

Die Hochwasserkatastrophe im Taihu-Gebiet 1991

Die Hochwasserkatastrophe von 1991 hat im Taihu-Gebiet die bislang größten wirtschaftlichen Schäden verursacht. Einige Zahlen sollen einleitend das Ausmaß der Katastrophe verdeutlichen. Die vom Hochwasser betroffenen Flächen werden in Tabelle 2 aufgelistet, wobei die Spalte „überschwemmt“ bedeutet, daß hier sehr schwere wirtschaftliche Schäden entstanden sind (z.B. vollständiger Ernteausschlag). Tabelle 3 zeigt die höhenmäßige Verteilung des Untersuchungsgebietes und der von Überschwemmungen betroffene Anteil. Die niedrigsten Gebiete liegen schalenförmig in der Mitte des Untersuchungsraumes, darunter eine Fläche von 16 417 km² unter der 4,5 m-Isohypse. Entsprechend der höchsten Hochwassermarken des Taihu-Sees im Jahre 1991 von 4,79 m bedeutet dies, daß etwa 45 % der gesamten Landfläche unter dieser höchsten Hochwassermarken liegen und daher durch Dämme geschützt werden sollten. Tabelle 4 illustriert die Landnutzung in diesen Gebieten, wobei die Zahlen im Auftrag der chinesischen Regierung durch eine rasche Auswertung von Satellitenbildern unmittelbar nach der Hochwasserkatastrophe erhoben worden sind. Bei zahlreichen Positionen fehlen daher die Flächenangaben für nicht von der Überschwemmung betroffene Räume. Die Tabellen zeigen, daß die überschwemmten Flächen zumeist in den ehemaligen Auegebieten liegen, die sich weniger als 4,5 m ü.d.M. befinden (insbesondere im Westen und Nordwesten des Taihu-Sees), und ebenso, daß die von nur wenig hohen Dämmen umgebenen Naßreisfelder besonders stark von der Flut betroffen worden sind.

Insgesamt wurden rund 4 Mio. Menschen durch das Hochwasser stark geschädigt, vor allem in den Randgebieten der Städte Suzhou, Wuxi und Chang-zhou, in denen wirtschaft-

Tabelle 2: Vom Hochwasser 1991 betroffene Flächen im Taihu-Gebiet

Gebiet	überflutet (in 1000 ha)	überschwemmt (in 1000 ha)
<i>Provinz Jiang-su</i>		
Zhen-jiang	1.82	1
Chang-zhou	90.1	31.9
Wu-xi	78.1	21.5
Su-zhou	79.6	21.2
<i>Provinz Zhe-jiang</i>		
Jia-xing	22	5.8
Hu-zhou	43	6.6
Hang-zhou	0.06	0.0
<i>Shanghai</i>		
City und Vororte	88	1.1
Summe	330.9	89.0

Tabelle 3: Höhenverteilung des Raumes mit überschwemmtem Anteil

Höhe (m. ü. M.)	<2.5	2.5–3.5	3.5–4.5	4.5–5.5	>5.5	Wasser	Summe
Fläche (km ²)	130.3	5952.0	10 335.0	3407.3	13516.4	3159.0	36 500.0
Überschwemmt (km ²)	46.3	992.5	1 604.0	532.0	599.8	74.0	3 308.6
in Prozent	35.5	16.7	10.3	15.6	4.4	2.3	9.1

Tabelle 4: Landnutzung und Anteil der 1991 durch Hochwasser betroffenen Flächen

Landnutzung	Fläche (in 1000 ha)	überflutete Fläche (in 1000 ha)	in Prozent der Ges.-fläche
Auen entlang Seen und Flüssen	–	7.2	–
Naßreisfelder durch Deiche geschützt	1060.7	149.1	25.3
Naßreisfelder in der Ebene	–	119.5	–
Naßreisfelder im Gebirge	707	23.6	4.9
Trockenreisfelder	–	11.3	–
Gemüseanbau	176.8	8.1	4.6
Gartenland	163.9	45.9	2.8
Waldland	347.6	0.1	0.03
Wiesen	–	0.7	–
Fischzucht	252.6	1.8	1.0
Riedland	–	0.16	–

lich bedeutende Gewerbebetriebe liegen. Außerordentlich stark betroffen wurde Wuxi, eine Stadt, die zu mehr als der Hälfte vom Hochwasser überschwemmt wurde. Dieses erreichte rund 2 m Höhe, wobei zahlreiche Fabriken und Betriebe während rund einer Woche überflutet waren. Geschädigt wurden bei allen drei Städten insbesondere die Zentren und ihre Randbereiche mit einer Höhe von nur 2,5 bis 4 m ü.d.M., weniger die Vororte mit Höhenlagen von 5 bis 6 m ü.d.M. Oft war es sehr schwierig, das Wasser aus den Stadtzentren wieder herauszupumpen.

Ablauf der „Hochwasserkontrolle“

Allgemeines Ziel der durchgeführten Maßnahmen im Jahr 1991 war vor allem der Schutz der Städte und die Verringerung der Wasserspiegelhöhe des Taihu-Sees. Die notwendigen Maßnahmen wurden während der Notstandssituation durch die Wasserschutzbehörde in Shanghai beschlossen und vor Ort zum größten Teil durch das Militär durchgeführt. Vielfach mußten Hochwasserdämme gesprengt werden, um die beabsichtigten Effekte zu erreichen (vgl. dazu Lage in Abb. 2). Der Ablauf war wie folgt:

- Am 26. Juni wurde die Taihu-Schleuse geöffnet, um rund 100 m³ Wasser pro Sekunde abzuleiten.
- Am 5. Juli erreichte der Wasserspiegel des Taihu-Sees seine historische Hochwassermarke von 4,65 m aus dem Jahr 1954. Es wurde beschlossen, den Hong-Qi-Tang- und den Qian-Shen-Dang-Damm zu sprengen.
- Am 8. Juli 1991 erreichte der Seespiegel des Tai Hu den Stand von 4,78 m, die Abflußmen-

ge an der Taihu-Schleuse erreichte nun 150 m³/sec. Am 10. Juli wurde daher der Sadun-Damm am Wang-Yü-Fluß geöffnet, um dem Hochwasser den Durchfluß zum Yangtze zu ermöglichen. Damit konnten 40 bis 80 m³/sec. zusätzlich abgezweigt werden. – Dieser Abfluß erhöhte sich danach um jeweils weitere 50 m³/sec. zu folgenden Terminen: 18., 19., 22., 24. und 25. Juli, so daß am 25. Juli 400 m³/sec. erreicht wurden. – Am 11. Juli öffnete die Stadt Huzhou die Schleusen des Ost-Tiao-Xi-Flusses (kanalisiert) und setzte damit die Han-Jia-Hu-Ebene unter Wasser.

– Am 31. Juli erreichte der Seespiegel des Tai Hu wiederum den Stand von 4,20 m und alle Schleusen wurden wiederum geschlossen.

Mit diesen Maßnahmen wurden bis zum 6. August insgesamt 13 Milliarden m³ Wasser umgeleitet, und der Seespiegel des gesamten Tai Hu konnte damit um 14 cm erniedrigt werden (Abb. 3).

Ursachenanalyse

Als ostasiatisches Monsungebiet erfährt das Yangtze-Delta regelmäßig in den Monaten Juni und Juli ausgiebige Niederschläge als

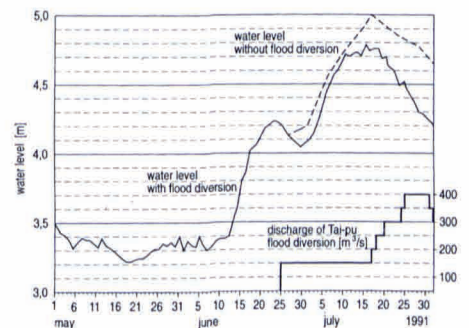


Abb. 3: Pegelstände des Taihu-Sees anlässlich des Hochwassers von 1991 (Station Xiao-Mei-kou, Südufer der Taihu-Sees). Der Warnpegel liegt bei 3,7 m, der Alarmpegel bei 4,2 m, der höchste gemessene Pegel vor dem Jahr 1991 erreichte 4,59 m (1954). Ohne die durchgeführten Eingriffsmaßnahmen (Sprengung von Dämmen) hätte der Pegel rund 5 Meter Höhe erreicht. Eingetragen sind auch die dadurch erzielten Entlastungsabflüsse.



Wohnviertel Huang-ni-tou in Wu-xi (Aufnahme vom 7. Juli 1991). Dieses Wohnviertel war bis zu 2 m hoch überflutet.

© Foto: Chen Jia-qi

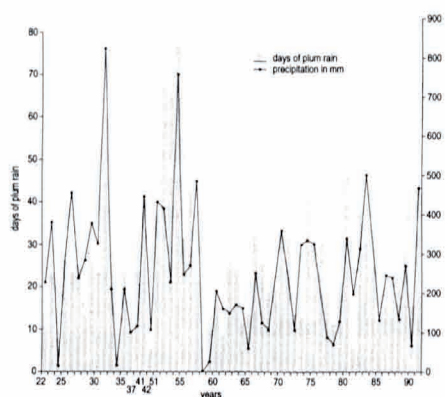


Abb. 4: 58jährige Meßreihe der Niederschlags-summen in der Plum Rain-Zeit, Station Chang-Xing, 12 m ü.d.M., (119°53'E, 31°00'N) für die Jahre 1922 bis 1991 (Meßlücken im Zeitraum von 1938 bis 1950). Angegeben ist ebenfalls die Dauer der Plum Rain-Zeit.

„Plum Rain“. Dabei handelt es sich um lang-anhaltende und großflächige Niederschläge. Sie haben z. B. Hochwasserkatastrophen in den Jahren 1954, 1983 und 1991 bewirkt. Im Katastrophenjahr 1991 dauerten die heftigen Niederschläge 56 Tage lang an, vom 21. Mai bis 15. Juli. Nach Angaben des Observatoriums Shanghai war der Beginn der Regenzeit am 21. Mai das früheste Datum in der 120jährigen Meßreihe. Normalerweise beginnen die Niederschläge um den 17. Juni (Mittel der Jahre 1950 bis 1991) und dauern 22 Tage an (Abb. 4). Stürmische Niederschläge fielen stellenweise am 8. Juni und weiträumig vom

Tabelle 5: Niederschlagsintensitäten im Jahr 1991 (gefallene Niederschlagsmenge in mm im angegebenen Zeitraum)

	Fläche	1 Tag	3 Tage	30 Tage	60 Tage	90 Tage
West Lake	7307 km ²	111.4	274.2	707.0	859.0	908
West Zhe-jiang Tianmu-Berge	5945 km ²	58.6	99.7	74.3	488.0	643

12. bis 19. Juni sowie Anfang Juli (Tabelle 5). Die Verteilung der Niederschläge im Untersuchungsgebiet wird in Abb. 5 (Niederschlagskarte) dargestellt.

Das Niederschlagsgeschehen im Katastrophenjahr kann in zwei Phasen aufgeteilt werden (Abb. 6): Während zwischen dem 19. Mai und 19. Juni das Zentrum des Niederschlagsgebietes im westlichen Teil des Tai Hu lag und allein in dieser Zeit rund 395 mm (= Liter pro m²) Niederschlag brachte, verlagerte es sich in der ersten Julihälfte in den Raum Jintan (554 mm), Li-yang (426 mm) und Changzhou (499 mm). Hochwasserkatastrophen können jedoch auch durch tropische Wirbelstürme bedingt sein, so z. B. in den Jahren 1962 und 1990. Die Hurrikane schließen an die Zeit der Plum Rains an und finden vorwiegend im August und September statt. Sie zeichnen sich durch extrem hohe, aber auf eine kurze Zeit begrenzte Niederschläge aus (Abb. 7). Glücklicherweise fielen 1991 im Taihu-Gebiet von tropischen Wirbelstürmen verursachte größere Niederschläge aus.

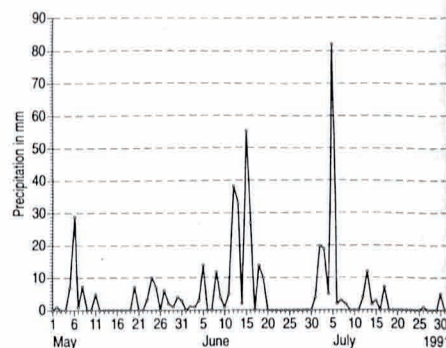


Abb. 6: Tägliche Niederschlagssummen während des Katastrophen-Hochwassers im Jahr 1991 (Station Xiao-Mei-kou an der Mündung des Tiao-Xi-Flusses bei Hu-zhou, Südufer des Taihu-Sees). Die hier verzeichneten Niederschlagssummen sind typisch für das Seegebiet.

weitaus stärker an anderen, benachbarten Seen, große Landflächen erschlossen worden. Insgesamt hat deren Fläche dadurch um weitere 300 km² (etwa 9 %) abgenommen.

2. Ein Vergleich der beiden Katastrophenjahre 1954 und 1991 zeigt, daß in den vergangenen 37 Jahren nicht nur das Wasserrückhaltevermögen des Sees, sondern auch dessen Abflußmöglichkeiten reduziert worden sind. Die Werte in Tabelle 6 sprechen für sich. Viele Wasserläufe wurden durch Bauern bewußt zugeschüttet und das dadurch gewonnene Land wirtschaftlich genutzt.

Besonders eindrücklich und von verheerender Wirkung ist die Abnahme der Wasserrückhaltefunktion der Flüsse und Seen im Taihu-Gebiet. Vier Ursachen sind dafür verantwortlich:

1. In den Jahren zwischen 1954 und 1985 wurde die Fläche des Taihu-Sees durch Eindeichungsmaßnahmen um rund 300 km² verringert, zwischen 1960 und 1985 um 140 km². Das gewonnene Land wurde zur Errichtung von Fabriken und Gewerbebetrieben, aber auch für die Landwirtschaft (Reisanbau) genutzt. In den vergangenen 40 Jahren sind jedoch nicht nur am Taihu-See, sondern z. T. noch

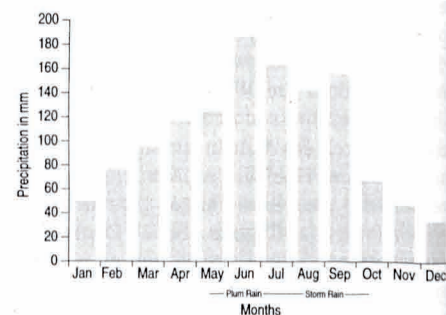
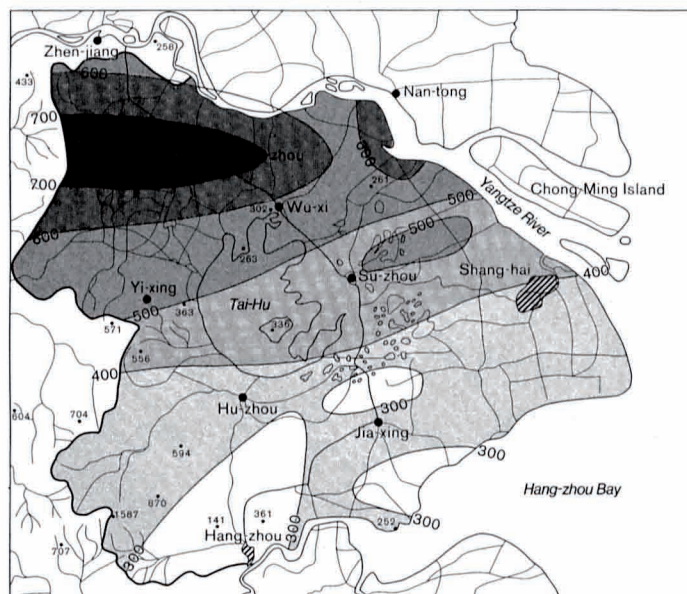


Abb. 7: 58jährige Mittelwerte der monatlichen Niederschlagssummen der Station Chang-Xing, 12 m ü.d.M. (119°53'E, 31°00'N). Die Niederschlagssummen der Monate Mai bis Juli werden vorwiegend durch die Plum Rain verursacht, jene der Monate August bis September vorwiegend durch Ausläufer von tropischen Wirbelstürmen.



Source: Topography of the Tai-Hu Basin 1:600 000, Atlas of Natural Resources of the Tai-Hu Basin, 1991.

Precipitation in mm (from June 30-July 9 1991)



Abb. 5: Das Einzugsgebiet des Tai Hu mit den zwischen dem 30. Juni und 9. Juli 1991 gefallenen Niederschlagssummen. NW von Wu-xi fielen in zehn Tagen z. T. mehr als 700 mm Niederschlag!

Tabelle 6: Veränderung des Rückhaltevermögens des Taihu-Sees

Jahr	Ges. Abfluß (in Mrd. m ³)	Zufluß zum Tai Hu	Rückhalteverm. Taihu-See	höchster Pegel Taihu-See
1954	203.4	84.4	37	4.65
1991	131.4	52.0	7.3	4.79

Die Fläche des Taihu-Sees hat im Zeitraum 1954 bis 1985 durch Eindeichungen und Nutzung ehemaliger Seeflächen um 299.18 km² abgenommen.

3. Auch die Akkumulation von Sand und Schluff in allen Gewässern des Gebietes hat wesentlich zu schlechterem Wasserrückhalt bzw. Abfluß beigetragen. Detaillierte Messungen mittels der Pb²¹⁰-Isotopenmethode ergaben, daß z. B. jedes Jahr im Mittel 157 Mio. Kubikmeter Material in den Taihu-See abgelagert werden.

4. Über viele Jahrhunderte, wenn nicht gar über Jahrtausende hinweg, haben die Landbewohner traditionell die Fruchtbarkeit ihrer Felder dadurch erhöht, daß sie Aushubmaterial von Kanälen auf ihr Land verteilt haben. Der Verlust dieser Tradition, u.a. auch durch die Verwendung von Kunstdünger, hat zu einer verstärkten Auffüllung der Flußbetten geführt. Vor rund 40 Jahren hat im ganzen Untersuchungsraum noch ein gut funktionierendes Kanalsystem bestanden. So besaß der Tai Hu 1949 noch 84 Abflüsse mit einem Abflußquerschnitt von 1846 m² bei einem Wasserstand von 3 m ü.d.M. Heute sind davon nur noch zehn Flüsse mit einem Abflußquerschnitt von nurmehr 469 m² verblieben, zuwenig um das Hochwasser aus dem Taihu-See in Richtung Meer abzuleiten. Auch in anderen Gebieten sind 80 bis 90 % der Entwässerungskanäle in den letzten 40 Jahren durch Unachtsamkeit und mangelnde Planung zerstört worden.



Vorort von Hu-zhou mit neuen Wohnhäusern und Gewerbebetrieben (township enterprise), im Hintergrund Ausläufer der Tianmu-Berge.
© Foto: Jiang Tong

Die sozialistische Politik der letzten 40 Jahre legte ihren Schwerpunkt primär auf die wirtschaftliche Entwicklung des Landes und auf eine hohe Produktion in allen Sektoren. Über

den gleichen Zeitraum hinweg wurden wasserwirtschaftliche Belange von den landwirtschaftlichen Behörden bearbeitet. Dadurch wurden wasserwirtschaftliche Fragen nicht auf übergeordneter Ebene, sondern in kurzfristigem Interesse von einzelnen Gemeinden und Dörfern durchgeführt. Dies förderte zwar die wirtschaftliche Produktion, ein wirksamer Hochwasserschutz, insbesondere für die Städte, konnte dadurch aber nicht geschaffen werden.

Die rasche wirtschaftliche Entwicklung des Yangtze-Deltas wird durch Tabelle 7 illustriert. Sie zeigt die starke Flächenbeanspruchung und Bevölkerungszunahme für die sieben größten Städte des Taihu-Gebietes. Die starke Zunahme des urbanen Sektors bedingte die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Nutzflächen, und deren Versiegelung durch den Bau von Straßen, Fabriken und Häusern führte zu einer Abnahme der Infiltration und zu einer Erhöhung der Abflußrate unmittelbar nach Niederschlägen. Die neu erschlossenen städtischen Gebiete sind, außer in Shanghai, meist nicht mit Dämmen vor Hochwasser geschützt. Zudem ist zu beobachten, daß eine vermehrte Grundwasserentnahme in den genannten Städten zu Gebietssenkungen führt.

Tabelle 7: Zahlen zur Verstädterung des Taihu-Gebietes

	1949 [km ²]	1982 [km ²]	1991 [km ²]	Zunahme [in %]	Bev. in Mio.	Bevölkerungs- zunahme [in %]	Ges. Fläche [1000 km ²]
Shanghai	91 (1949)	189	254	179	12.87	27.6	6.34
Hang-zhou	26 (1949)	62	72	177	5.79	115.6	16.5
Su-zhou	19.2 (1957)	25.6	38	98	5.64	31.7	8.49
Wu-xi	12.2 (1956)	33.6	65	432	4.21	79.8	4.65
Chang-zhou	9.5 (1954)	24	40	321	3.26	105	4.38
Jia-xing	3.3 (1954)	7.7	23	596	3.18	132	3.92
Hu-zhou	4.0 (1949)	5.4	18	350	2.47	135	5.74

Die Zahlen sind den offiziellen Statistiken (1992) der Provinzen Jiang-su und Zhe-jiang bzw. des Gebietes Shanghai entnommen und gelten für 1990 (Hu-zhou) bzw. für 1991 (andere Städte). In der letzten Spalte ist die Gesamtfläche der Kommune aufgeführt.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Ursachenanalyse zeigt, daß Hochwasser nicht nur natürliche Ursachen wie Starkregen, topographische Ausgangslage etc. haben, sondern durch den Menschen mitverursacht sind. So wurde versucht, Hochwasserschutz durch



Schleuse zur Kontrolle des Zu- bzw. Abflusses des Taihu-Sees bei Hu-zhou. © Foto: Jiang Tong

Errichtung von Dämmen entlang der Flußläufe und von Deichen entlang der Seeufer zu erreichen, jedoch nicht durch Erhalt und Schaffung von Wasserrückhalteräumen und insbesondere nicht durch den Unterhalt funktionierender Abflußwege zur Küste hin. Die sozio-ökonomische Entwicklung des Raumes kann aber nur unter Berücksichtigung der Erfordernisse eines wirksamen Hochwasserschutzes gefördert werden. Dafür fehlt noch heute ein

Gesamtkonzept mit einer aktuellen Datengrundlage, welches die Interessen des gesamten Taihu-Gebietes berücksichtigt.

Notwendig sind daher insbesondere folgende Maßnahmen:

1. Durchführung einer umfassenden Gesamtplanung für das Taihu-Gebiet unter Berücksichtigung regelmäßig wiederkehrender Hochwasserereignisse, der Anforderungen der Schifffahrt, der Fischzucht, der Trinkwassernutzung und der Wassernutzung durch eine sich weiter entwickelnde Industrie. Eine umfassende Hochwasserschutzplanung des Taihu-Gebietes wurde 1986 bewilligt, basiert jedoch auf der überholten Datengrundlage von 1976. Sie muß um die Erkenntnisse aus der Hochwasserkatastrophe von 1991 ergänzt und aktualisiert werden. Die Satellitenbildanalyse stellt hier ein geeignetes Hilfsmittel dar, um den Ablauf und das Ausmaß der Katastrophe rekonstruieren zu können.
2. Ausstattung der überregionalen Wasserwirtschaftsbehörde des Taihu-Gebietes mit den notwendigen Befugnissen, um wasser-

wirtschaftliche und wasserbauliche Maßnahmen auf der Grundlage wissenschaftlicher Planung für den Hochwasserschutz durchzuführen. Noch liegt für viele dieser Fragen die Entscheidungsbefugnis bei Provinzen und Städten. Die Tatsache, daß das Tai Hu-Einzugsgebiet zwei verschiedene Provinzen (Jiangsu und Zhe-jiang) und das Sondergebiet Shanghai umfaßt, bewirkt viele Interessenkonflikte, insbesondere zwischen Städten mit relativ großen Entscheidungsbefugnissen bezüglich Hochwasserschutzmaßnahmen.

3. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen zum Schutz des Gebietes vor zukünftigen Hochwasserkatastrophen müssen vermehrt finanziell gefördert werden. Ausgehend von den Erfahrungen der letzten 40 Jahre kann die Größenordnung von 6 bis 7 % der Investitionen auf Zentralebene für bauliche Maßnahmen als eine sinnvolle Höhe erachtet werden. Diese Höhe ist auch gerade in wirtschaftlich reichen Provinzen wie Jiangsu notwendig, wird hier doch ein Bruttoproduktionswert von 574 Milliarden Yuan pro Jahr erwirtschaftet (bei Investitionen im Wasserschutzbereich von nur 3,7 Milliarden Yuan im Jahr).

4. Ausbau der Hochwasservorhersage und der Risikobeurteilung durch Ausbau eines umfassenden Stationsnetzes für hochwasserrelevante Daten. Diese sind durch Einsatz moderner Datenbanken und Hochwassermodelle zu verarbeiten.

5. Forschung im Bereich des regionalen Gewässerschutzes und Einbeziehung der gewonnenen Erkenntnisse in die städtische und sozio-ökonomische Planung. Parallel zum Hochwasserschutz muß auch die Umweltpolitik auf nationaler Ebene vermehrt Interesse finden. Sie wurde in den vergangenen 40 Jahren – im Unterschied zu wirtschaftlichen und ideologischen Bereichen – als „weniger wichtig“ meist unteren Entscheidungsbehörden überlassen.

Zu den Autoren:

Prof. Dr. Lorenz King, Professor für Physische Geographie an der Justus-Liebig-Universität Gießen, bearbeitet seit rund 15 Jahren angewandte klimageographische und landschaftsökologische Fragen, vor allem in den extremen Klimaten der Hochgebirge (Alpen, Anden) und der Arktis (Kanada und Spitzbergen). Forschungsarbeiten in China (Taihu-See, Tianmu-Gebirge in Ostchina und Tianshan-Gebirge in Westchina) stellen zur Zeit einen neuen Schwerpunkt dar.

Jiang Tong, Jahrgang 1962, MSc., studierte Geographie an der Peking University und erhielt seinen Master Degree nach dreijährigem Forschungsaufenthalt am Institute



for Glaciology and Geocryology der Academia Sinica in Lanzhou. Seit 1988 erforscht er in Zusammenarbeit mit Gießener Kollegen am Institut für Geographie und Limnologie der Academia Sinica in Nanjing angewandungsbezogene Fragen der natürlichen Risiken subtropischer Räume (Bodenerosion, Überschwemmung, Dürre).