

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

KLIMAGESCHICHTLICHE FORSCHUNG IN CHINA:
QUELLENLAGE UND ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

Mit 10 Abbildungen und 3 Tabellen

CHEN JIAQI, LORENZ KING, JIANG TONG und DIRK WOLLESEN

Summary: Historical climatic research in China: source situation and results

Paleoclimatic research has a long tradition in China. Intensive studies of the historical climate have started already in the twenties of this century. These archive studies have been intensified again in the sixties and especially in the eighties due to the discussion of global climatic change. The applied research methods and selected results obtained by 60 years of historical climatic studies are presented. The main results have been obtained by the evaluation and interpretation of a large number of comprehensive climatic records in historical archives. Everywhere in China additional results come from studies in archeology, palynology and dendrochronology, as well as from the stratigraphical analysis of dust precipitation. The most important and new aspects of this research concern the calculation and presentation of paleoclimatic temperature cycles and fluctuations and the elaboration of spatial distribution patterns for flood and drought for the last 500 years. Paleoclimatic research gets much attention and support in China and its role for planning of flood protection measures is well accepted by the authorities.

Zusammenfassung: Die Erforschung des Paläoklimas besitzt in China eine lange Tradition. Bereits in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts wurden mittels Archivstudien große Anstrengungen zur klimahistorischen Forschung unternommen. Seit den 60er Jahren haben diese nochmals an Intensität gewonnen. Zusätzlichen Auftrieb erhielt die Klimaforschung durch die in der 80er Jahren weltweit aufgekommene Diskussion zur globalen Klimaerwärmung. Die wichtigsten Arbeiten der letzten 60 Jahre, die Arbeitsmethodik und ausgewählte Ergebnisse werden vorgestellt. Zur Erforschung des Paläoklimas wurde eine breit angelegte Methodik angewendet. Neben der Auswertung der sehr zahlreich vorhandenen historischen Dokumente werden auch Erkenntnisse aus der Archäologie und der Paläobotanik zur Rekonstruktion der Klimageschichte berücksichtigt. Schließlich liefert die Dendrochronologie wertvolle Daten besonders für Nordwestchina und das Tibetplateau. Jüngste Ansätze beziehen zusätzlich das Auftreten von Staubbiederschlägen in die Analyse mit ein. Zu den bisher wichtigsten Resultaten zählen, neben der Darstellung periodischer paläoklimatischer Temperaturschwankungen, die Aufstellung von räumlichen Verbreitungsmustern für Hochwasser und Dürren. Dieser letztgenannte Ansatz hat zudem eine besondere Bedeutung für die Planungspraxis erlangt, so z. B. für den Hochwasserschutz.

1 Einleitung und Überblick

Folgende Themen werden schwerpunktmäßig in diesem Artikel vorgestellt: Sammlungen historischer Klimaaufzeichnungen und die daraus entwickelten Klimadatenbanken; Rekonstruktion der historischen Klimaabschnitte auf regionaler Basis; Regelmäßigkeit und der Trend der Klimaschwankungen sowie Stand der Erforschung des Mechanismus der Klimaschwankungen.

Das Paläoklima kann in eine prähistorische Periode sowie in eine historische Periode gegliedert werden, die etwa um 3000 BC mit der Yangshao-Kultur begann. Um diese Zeitabschnitte optimal zu bearbeiten, bieten sich für China verschiedene Methoden an:

– Die Archäologie (von 3000 bis um 1100 BC): Es sind dies die Kulturstadien des Yang-shao bis Yin-shang.

– Die Pollenanalyse ergänzt die eher punktuellen archäologischen Daten insbesondere für die jüngeren Zeiträume von 1100 BC bis in das Jahr 1400 AD. Es handelt sich um die Kulturabschnitte Yin-shang bis zum Beginn der Ming-Dynastie.

– Die Dendrochronologie: Sie liefert Hinweise über die standortgebundenen Wachstumsverhältnisse und damit über lokale Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen der letzten 700 Jahre. Einige Zeitreihen umfassen sogar 2000 Jahre.

– Die Analyse historischer Dokumente: Hier wird vor allem der Zeitraum nach dem 14. Jahrhundert untersucht.

2 Die Quellenlage

Die klimahistorische Forschung wird in China seit langer Zeit mit hoher Priorität gefördert, da sie einerseits ihre Bedeutung für die Planungspraxis belegen konnte (Ausweisung von historischen und damit auch gegenwärtigen Risikoräumen), und andererseits in der chinesischen Kultur eine lange Tradition hat. So wurde bereits sehr früh mit der regelmäßigen Archivierung klimatischer Ereignisse begonnen, die sich bis in die jüngste Vergangenheit lückenlos fortgesetzt hat. Trotz der chinesischen Kulturrevolution, die viele historische Aufzeichnungen zerstörte, ist die klimahistorische

Quellenlage immer noch sehr umfangreich und auf der Welt einzigartig. Die Einzeldokumente sind jedoch äußerst verschiedenartiger Natur und kommen in sehr großer Zahl vor. Sie enthalten nur relativ wenige halbquantitative Beobachtungsreihen von größerer Bedeutung und sind hinsichtlich Raum und Zeit sehr unterschiedlich verteilt. Da die klimahistorischen Aufzeichnungen naturgemäß nicht standardisiert sind und zudem in einem enormen Umfang vorliegen, besteht die derzeitige Forschungsaufgabe vor allem in der Erfassung, Beurteilung, Bearbeitung, Zusammenfassung und EDV-gerechten Archivierung.

Grundsätzlich können die in China vorhandenen historischen Originaldaten den folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- Berichte über auffallende Klimaereignisse (Dürren, Überschwemmungen, Stürme);
- halbquantitative Klimaaufzeichnungen in Form systematischer Meßreihen;
- Phänologische Aufzeichnungen, insbesondere die Landwirtschaft betreffend;
- Aufnahmen physiogeographischer Einflußfaktoren in Landschaftsbeschreibungen und Reiseberichten.

Die Sichtung und Einordnung der Datenfülle erfolgt anhand des Schemas in Abbildung 1. Ausgangsbasis waren 13 Datenklassen, die von lokalen Chroniken zu alten, umfangreichen Enzyklopädiën, und von historischen landwirtschaftlichen Aufzeichnungen bis zu offiziellen Wetterberichten reichen.

Die alten Enzyklopädiën sind in Abbildung 1 namentlich aufgeführt und bestehen aus einer rund 1000-bändigen, 800 bis 900 Jahre alten sowie einer ebenso umfangreichen, 500 bis 600 Jahre und 300 Jahre alten, rund 10 000 Bände umfassenden Sammlung. Obwohl es sich hier um Sekundärmaterial handelt, bilden diese Quellen auf Grund ihres Alters wichtige klimageschichtliche Grundlagen. Im Geographischen Institut in Nanjing befindet sich sogar eine zusammenfassende, über 1000 Jahre alte Enzyklopädie, welche allerdings nur aus einigen Dutzend Bänden besteht. Neben den historischen Dokumenten sind für die Erforschung des Paläoklimas aber auch detaillierte Aufzeichnungen über Sonnenschein, Wolkenbedeckung, Regen oder Windrichtung von größter Bedeutung. Die umfangreichsten Sammlungen dieser Art befinden sich im Archiv des Sommerpalastes in Beijing.

Im folgenden werden beispielhaft die Aufzeichnungen wichtiger Städte mit den längsten Reihen genannt: Beijing (1724–1903), Hangzhou (1723–1773), Suzhou (1725–1782) und Nanjing (1722–1785). Abbildung 2 zeigt eine Seite aus einer Meßreihe für die Stadt Suzhou aus dem Jahre 1753. Der fast gleichzeitige Beginn dieser Reihen erklärt sich durch den Verlust älterer Werke, die während der Kulturrevolution (1966–1976) vernichtet wurden. Zahlreiche dieser meteorologischen Tagebücher umfassen mehr als 200 Bände, von denen ein Viertel Wetteraufzeichnungen aus dem 18. und 19. Jahrhundert darstellen. Neben

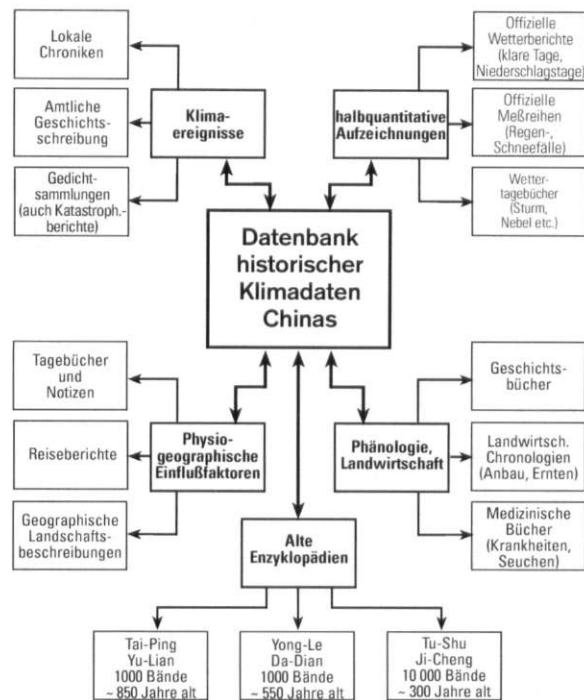


Abb. 1: Quellen mit klimahistorischen Informationen und ihre Zusammenführung in der „Datenbank historischer Klimadaten Chinas“

Sources for historical climatic informations and their transfer to the "Database of Chinese Historical Climatic Data"

diesen Wettertagebüchern mit Aufzeichnungen von Sonnen- und Regentagen existieren aber auch noch ältere offizielle Meßreihen über Regen- und Schneefallmessungen, die sich räumlich allerdings auf Nord-, Ost- und Südchina beschränken. Sie reichen bis auf das Jahr 1693 zurück und wurden bis ins frühe 20. Jahrhundert hinein geführt und existieren, wie im übrigen alle derartigen Aufzeichnungen, auf verschiedenen Ebenen (Bezirk, Stadt, Provinz). Für ganz China kann auch auf die sogenannten „lokalen Chroniken“ zurückgegriffen werden, die aus 8384 Reihen mit insgesamt 119 687 Bänden bestehen und vorwiegend auf lokaler Ebene archiviert sind (Verwaltungsbehörden der Kreisebene). Rund 66% der gesamten Informationen umfassen jedoch nur zehn Orte bzw. Regionen (vgl. Tab. 1).

3 Sammlungen historischer Klimainformationen

Die frühesten Sammlungen mit historischen Klimainformationen stammen von XU JINGZHI (1908–1982), der zu Beginn der 60er Jahre mit der klimahistorischen Forschung in China begonnen hat. Nicht zuletzt dank seines großen Einsatzes wurden bei verschiedenen

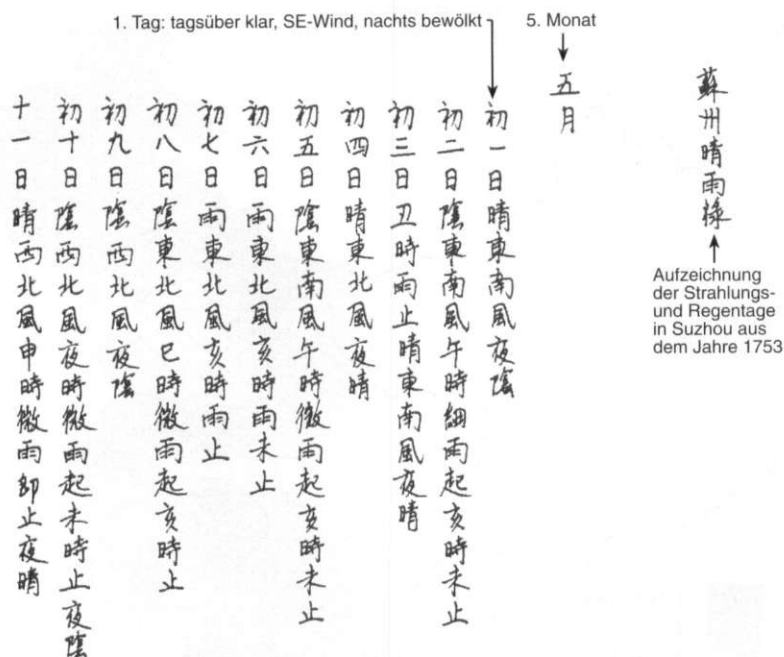


Abb. 2: „Aufzeichnungen von Sonnen- und Regentagen“ aus Suzhou, 1753 (aus: JIANGSU PROVINCE, WATER CONSERVANCY 1976)

“Records of sunny and rainy days”, from Suzhou, 1753 (JIANGSU PROVINCE, WATER CONSERVANCY 1976)

Wasserwirtschaftsämtern und Wetterdiensten auf Provinzebene systematisch umfassende Sammlungen mit klimageschichtlichem Material angelegt, die zwar noch nicht publiziert sind, aber interessierten Wissenschaftlern zum Studium zur Verfügung stehen (vgl. HUBEI PROVINCE 1979, HENAN PROVINCE 1982, JIANGSU PROVINCE 1976, SHAANXI PROVINCE 1975 sowie METEOROLOGICAL BUREAUS OF SHANGHAI, JIANGSU, ZHEJIANG, JIANGXI und FUJIAN PROVINCES 1975).

Seit den 70er Jahren bearbeiten über 100 Wissenschaftler diese umfangreichen Sammlungen, v.a. an der chinesischen Akademie der meteorologischen Wissenschaften des nationalen Wetterbüros in Beijing. Die Auswertung der über 2000 Chroniken wurde im Jahr 1976 abgeschlossen und besteht aus den oben erwähn-

ten Sammlungen historischer Klimaaufzeichnungen über Hochwasser und Dürreperioden auf Provinzebenen (z. B. Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Jiangxi, Fujian) und den jährlichen Karten von Dürre und Feuchte in China für die letzten 500 Jahre (CHINESE ACADEMY OF METEOROLOGICAL SCIENCES OF NATIONAL WEATHER BUREAU et al. 1982). Dieses letztgenannte Werk basiert auf Zusammenstellungen von 2100 lokalen Chroniken, offiziellen Geschichtsschreibungen und alten Enzyklopädien. Inhaltlich wird darin über Dürreperioden, Sturmfluten, Hochwasser, Gewitterregen, langanhaltende Regenfälle, tropische Wirbelstürme und kalte Winter berichtet. Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine Seite aus diesem umfangreichen Atlas zwischen dem Unterlauf des Yangtze und dem Huang He für das Jahr 1566.

Tabelle 1: Klimahistorische Quellenlage sämtlicher bearbeiteter Daten nach Archivierungsort und Zeit (Dynastien)

Sources with historical climatic informations (location of archives, main catchment areas and dynasty)			
Song- und Yuan-Dynastie (960–1386):		2%	
Ming-Dynastie (1386–1644):		15%	
Qing-Dynastie (1644–1911):		66%	
Republik China (1911–1949):		17%	
Shichuan:	8.3 % (v.a. Yangtze)	Henan:	6.3 % (v.a. Huanghe)
Jiangsu:	8.2 % (v.a. Yangtze)	Guangdong:	5.8 % (v.a. Zhujiang)
Hebei:	7.9 % (v.a. Yangtze)	Jiangxi:	5.7 % (v.a. Yangtze)
Zhejiang:	7.2 % (v.a. Yangtze)	Shanxi:	5.1 % (v.a. Huanghe)
Shandong:	6.5 % (v.a. Huanghe)	Shaanxi:	5.1 % (v.a. Huanghe)

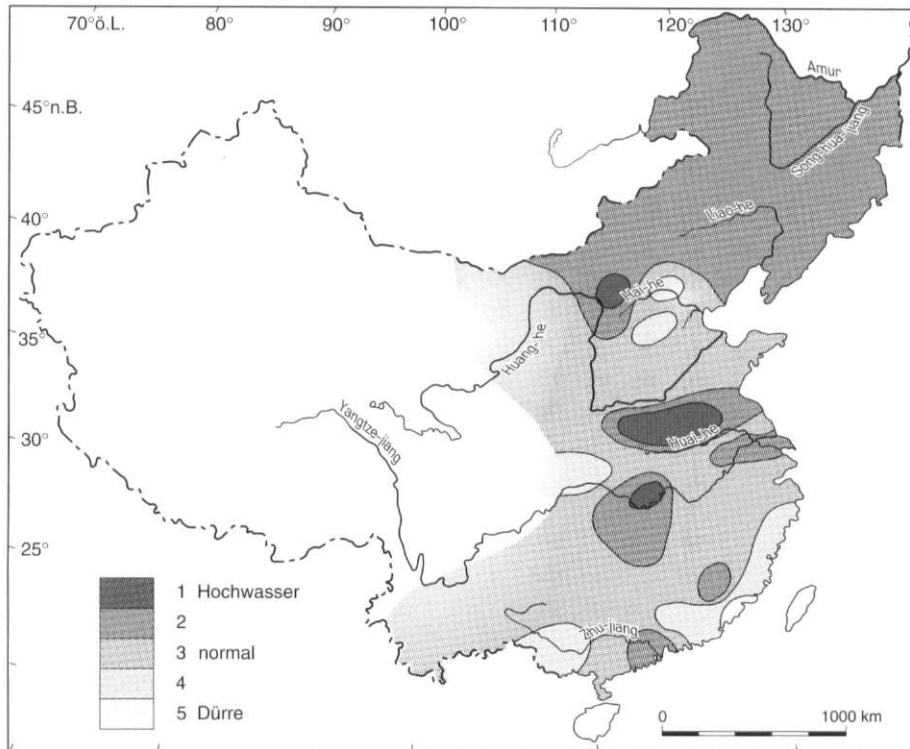


Abb. 3: Karte für das Jahr 1566 aus dem Atlas mit „Jährlichen Karten von Dürre und Feuchte in China für die letzten 500 Jahre“ (nach CHINESE ACADEMY OF METEOROLOGICAL SCIENCES, NATIONAL WEATHER BUREAU 1982, verändert). Die Zahlen und Isolinien kennzeichnen die Gebiete mit starken Überschwemmungen (1), über normale Verhältnisse (3) bis zu starker Dürre (5)

Map from the atlas “Annual maps of drought and flood events in China during the last 500 years”, example for the year 1566. Contours and numbers show areas from strong flood (1) over normal conditions (3) to strong drought (5) (according to CHINESE ACADEMY OF METEOROLOGICAL SCIENCES, NATIONAL WEATHER BUREAU 1982)

4 Forschungsergebnisse zu historischen und prähistorischen Temperaturschwankungen

Hier sind vor allem die wissenschaftlichen Ergebnisse von ZHU KEZHEN (1973) besonders erwähnenswert. Sie sind im Werk „Eine vorläufige Studie der Klimaschwankungen während der letzten 5000 Jahre in China“ zusammengefaßt. Vier Hauptergebnisse können für diesen 5000 Jahre umfassenden Zeitraum formuliert werden:

1. Während der ersten 2000 Jahre, von der Yangshau-Kultur, 3000 BC bis zur Yinshu-Kultur, 1000 BC, ist in Anyang (Provinz Henan) die mittlere jährliche Temperatur durchschnittlich etwa 2°C höher gewesen als heute (Temperaturbasis: Mittel von 1960 bis 1970). Die Januartemperaturen lagen sogar möglicherweise 3° bis 5°C über den Januartemperaturen der letzten 30 Jahre.

2. Danach folgte eine Serie von Kaltphasen mit Minimalwerten etwa um 100 BC, sowie um 400, 1200 und 1700 AD. Die Temperaturamplitude dieser Schwankungen betrug 1 bis 2°C (Abb. 4, oben).

3. In jeder dieser 400 bis 800 Jahre umfassenden Perioden sind wiederum kleinere Temperaturschwankungen mit einer Periodizität von 50 bis 100 Jahren festzustellen. Sie zeigen eine Temperaturamplitude von 0,5 bis 1°C.

4. Die Abkühlung zur kältesten Zeit der oben genannten Zyklen reicht von der Pazifischen Küste Ostasiens bis weit in die nördlichen und östlichen Gebiete Chinas. In den 70er Jahren konnten Temperaturreihen erstellt werden, die auf den Auswertungen dendrochronologischer Reihen aus dem Nordwesten Chinas und vom Tibetplateau basieren.

In den 70er Jahren erfolgte eine Aufstellung weiterer Temperaturreihen, wobei vorwiegend Wintertemperaturen ausgewertet wurden, dies vor allem für den Mittel- und Unterlauf des Yangtze-Flusses (YAN 1978) sowie für die Provinzen Guangxi, Guangdong, Fujian, Hunan und Jiangxi im Süden Chinas (vgl. LI 1978). Auch für den Norden Chinas existieren ähnliche Kurven. Besonders lange Temperaturreihen erarbeiteten LI (1978) und QIAO (1980). Einige Beispiele zeigt Abbildung 5. Erste dendrochronologische Arbeiten be-

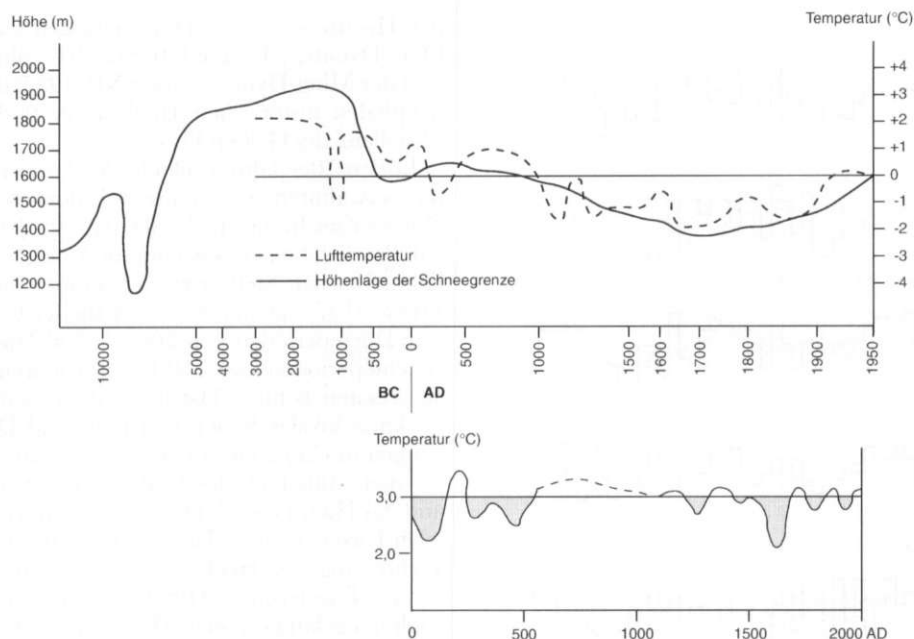


Abb. 4: Temperaturänderungen in China während der letzten 5000 Jahre. Zum Vergleich: Höhenlage der Schneegrenze in Nordschweden (nach ZHU KEZHEN 1973). Die untere Abbildung zeigt die Temperaturveränderungen während der letzten 2000 Jahre im Tibet-Plateau. Die Daten stammen aus Auswertungen historischer Quellen sowie dendrochronologischer Analysen (Werte aus der Zeit vor dem 6. Jh. aus Holz des Dazhao-Tempels, Tibet). Besonders ausgeprägt ist eine Warmphase um das Jahr 200 AD. Unterbrochene Linie = Schätzung (nach WU 1978)

Above: Temperature changes in China during the last 5000 years. Altitude of the snowline in North Sweden for comparison (according to ZHU KEZHEN 1973)

Below: Temperature changes during the last 2000 years in the Tibetan plateau. Data derived from historical sources and dendrochronological analysis (Wood from the Dazhao temple was used for covering the timespan before the 6th century). A warm stage around 200 AD is highly significant. Dotted line = estimation (according to WU 1978)

handelten schon sehr früh den Zusammenhang zwischen der Jahrringbreite und der saisonalen Witterung bzw. den Standortverhältnissen, so auch die von ZHENG (1935) oder DENG (1948). Analysen von Zypressenholz vor allem aus den Qilian-Bergen ermöglichten schließlich Ende der 70er Jahre die Erstellung von historischen Temperaturkurven über rund 1000 Jahre hinweg (vgl. ZHANG 1978; 1981; WANG 1982; LIU 1984). Aus der Arbeit von ZHANG (1981, in WU 1992) geht z. B. hervor, daß in den letzten 500 Jahren der Nordwesten Chinas drei Warmphasen (1538–1621, 1741–96, 1871–1923) und drei Kaltphasen (1428–1537, 1622–1740, 1797–1870) unterlag. Diese Daten decken sich nur teilweise mit den klimahistorischen Forschungsergebnissen aus Europa. So hat PFISTER (1988a) für die letzten 500 Jahre zwei eindeutige Warmphasen (1530–1564, 1702–1730) und drei Kaltphasen ermittelt (1565–1629, 1688–1701, 1812–1860). Lediglich die Kaltphasen des 19. Jahrhunderts decken sich mit jenen in China. Eine zeitlich besonders weit zurückreichende Analyse gelang WU (1978) durch Holzanalysen aus Tibet und der Herausarbeitung von Warm- und Kaltphasen in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten

(Abb. 4). Weiter zeitlich zurück als die auf Archivarbeiten beruhenden Forschungsergebnisse reichen nur die gletschergeschichtlichen Arbeiten. Sie ermöglichen die Erfassung von Klimaänderungen der letzten 10 000 Jahre.

In den 80er Jahren wurden die mathematischen Methoden zur quantitativen Auswertung der Temperaturreihen verbessert. So erfolgte, unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Unterschiede, eine Interpretation des umfangreichen Datenmaterials aus den letzten 800 Jahren im Hinblick auf mögliche Zyklen. Abbildung 6 zeigt, daß auf der Basis 10jähriger Mittelwerte und ungewichteter gleitender 50jähriger Mittel in den letzten 500 Jahren in Nord- und Ostchina Zyklen wahrscheinlich sind (CHEN 1987b; 1990b). Dies trifft ebenso für die letzten 800 Jahre und für ganz China zu. In einem dritten Schritt erfolgte eine noch genauere Analyse der umfangreichen Daten. So konnten z. B. die Monatstemperaturen der Sommer in Peking für den Zeitraum 1724 bis 1903 herausgearbeitet werden. Unter den neueren Arbeiten sind vor allem jene von WANG (1990), MAN (1993) und ZHANG (1993) erwähnenswert.

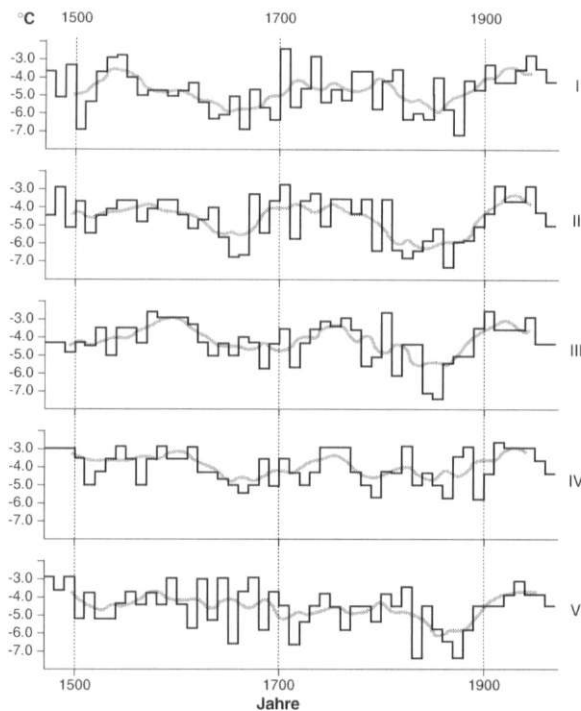


Abb. 5: Zehnjährige Mittelwerte der Wintertemperatur mit 50jährigen gleitenden Mitteln (nach ZHANG 1978). Die „Kleine Eiszeit“ zeigt zwei Phasen. Fünf unterschiedliche Regionen werden dargestellt: I = Unterlauf des Yangtze, II = Mittellauf des Yangtze, III = Provinz Hunan und Jiangxi, IV = Einzugsgebiete der Flüsse Mingjiang und Oujiang, Provinz Jujia, V = Südteil der Provinzen Fujian, Guangdong und Guangxi

Ten year mean winter temperature index with 50 years smoothed means (ZHANG 1978). The Little Ice Age shows two cold phases. Five different regions are represented: I = lower reaches of the Yangtze River, II = middle reaches of the Yangtze River, III = Hunan and Jiangxi Province, IV = catchment area of Mingjiang and Oujiang Rivers, Jujia province, V = southern part of Fujian, Guangdong and Guangxi Provinces

5 Ergebnisse der Hochwasser- und Dürreforschung

Zusammenfassend läßt sich das Studium der historischen Hochwasser- und Dürreschwankungen in drei Abschnitte gliedern: Frühe Studien, die 1970er und die 1980er Jahre. Diese Untergliederung basiert auf dem Umstand, daß sich die Arbeitsmethoden, mit den damit verbundenen Auswirkungen auf die Ergebnisse, jeweils in diesen Zeiträumen geändert haben.

In China hat die Paläoklimaforschung mit ZHU KEZHEN (1890–1974) begonnen. Bereits im Jahr 1924 konnte ZHU ein Werk über das Klima in der südlichen Song-Dynastie veröffentlichen, 1925 folgte ein weiteres über historische Dürreperioden. Unter den frühen Studien verdienen weiter folgende Forschungsarbeiten besondere Erwähnung: XIE (1943) über die Periodizität

der Hochwasser- und Dürreperioden zu Beginn der Qing-Dynastie, TU und CHANG (1944) über jene in der Zeit der Ming-Dynastie sowie XU (1957) über die katastrophalen historischen Hochwasser und Dürren im Mittellauf des Gelben Flusses.

In den 70er Jahren bildete die Auswertung der bereits erwähnten Sammlungen historischer Flut- und Dürreaufzeichnungen der letzten 500 Jahre in China auf Provinzebene das wichtigste Anliegen chinesischer Klimaforscher. Stellvertretend sei hier die Arbeit von ZHENG (1977) genannt, der für die letzten 2000 Jahre vier Dürreperioden von 200 bis 300 Jahren und vier Feuchteperioden von 150 bis 400 Jahren Dauer herausarbeiten konnte. Darüber hinaus war die Rekonstruktion lokaler Serien von Flut- und Dürreschwankungen in China ein wichtiges Forschungsziel, so z. B. für den Mittellauf des Gelben Flusses, das Yangtze- und das Huai-He-Tal. Der dritte Schwerpunkt chinesischer Forscher bestand in der Erfassung der räumlichen Verbreitung der Hochwasser- und Dürremuster und deren Typisierung. Mittels umfangreicher Datenanalysen gelang es, sechs Haupttypen der Verbreitung von Dürre- bzw. Hochwassergebieten in Katastrophenjahren aufzustellen. Sie sind in Abbildung 7 dargestellt.

Einige dieser Typen korrelieren mit dem El Niño-Phänomen, das offensichtlich auch die Luftmassenzirkulation über Südostchina beeinflusst. Tabelle 2 zeigt dessen Auftreten für die letzten 520 Jahre. Das überdurchschnittlich häufige Auftreten von Taifunen in China ist dabei recht eng gekoppelt an Überschwemmungen in Südamerika, Trockenheit in Australien und Indonesien und auffallend kalte Sommer in Ostasien; gleichzeitig treten hohe Meerestemperaturen im Pazifik (E-Asien und Küste Südamerikas) auf. Dendrochronologische Reihen aus Nordamerika bestätigen diese klimatologische Besonderheit (vgl. WANG 1985).

In den 80er Jahren stand auch für die chinesischen Forscher das Thema „globale Klimaschwankungen“ (Global Climatic Change) im Vordergrund des Interesses, wobei die Forschung auf drei Punkten aufbaute: (a) der Aufarbeitung der historischen Hochwasser- und Dürreaufzeichnungen mittels moderner Methoden der Datenverarbeitung, (b) der mittels dieser elektronischen Aufbereitung der Daten ermöglichten detaillierten qualitativen Analyse des historischen Klimas und der Erarbeitung regionaler Unterschiede sowie (c) der Betrachtung des historischen Klimas in bezug auf einen möglichen globalen Klimawechsel. Die wichtigsten Ergebnisse zu diesen drei Forschungsschwerpunkten können wie folgt zusammengefaßt werden:

(a) Die Möglichkeiten des EDV-Einsatzes im Zusammenhang mit der Verarbeitung klimahistorischer Datenmaterials werden von LING (1986) beschrieben. CHEN (1987b) gelang es, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem die umfangreichen Daten- und Informationsmengen über historische Hochwasser- und Dürreereignisse am Beispiel des Yangtzedelta-Gebietes qualitativ und quantitativ bewertet und klassifiziert werden konn-

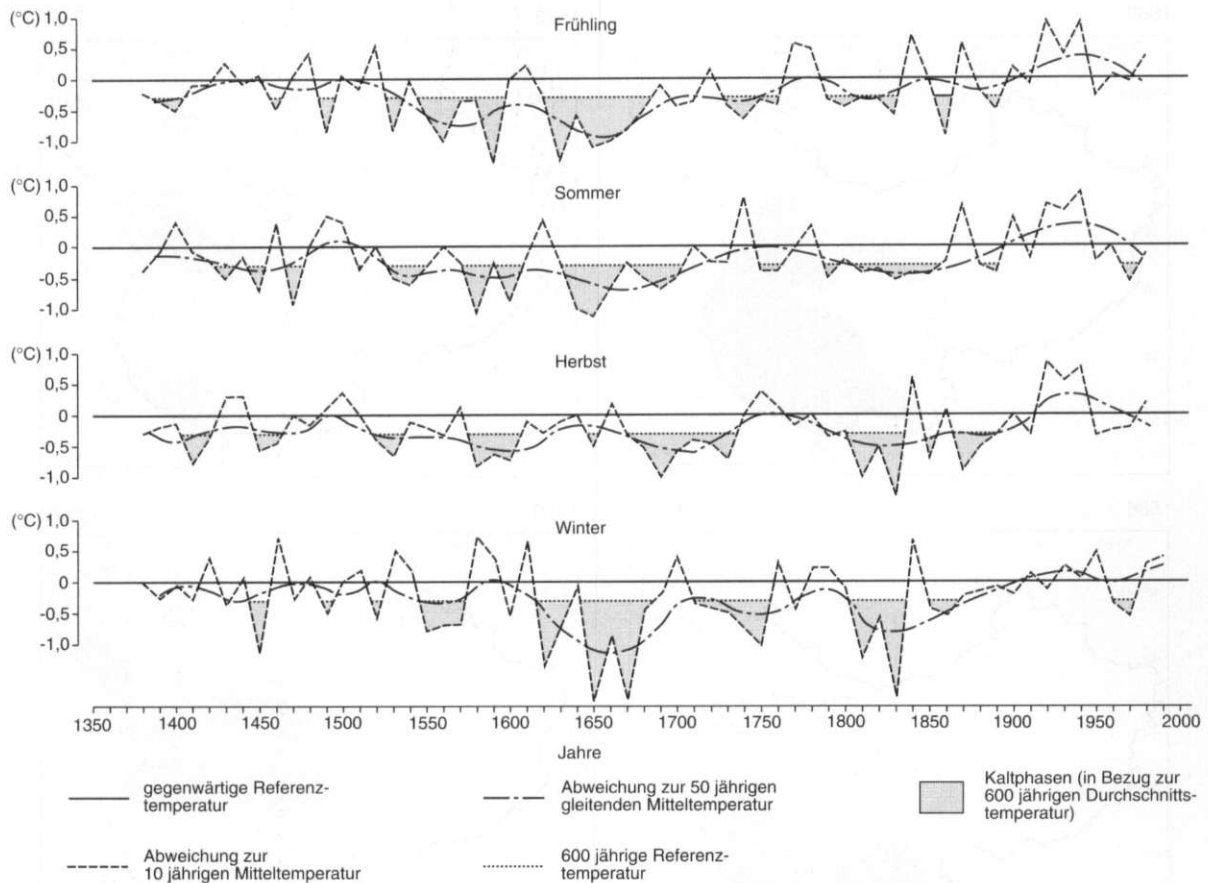


Abb. 6: Abweichung der Mitteltemperaturen (10jähriges Mittel von 1970 bis 1980) mit 50jährigen gleitenden Mitteln getrennt nach Jahreszeiten für Ostchina (nach WANG 1990). Als Bezugsgröße wurde auch der 600jährige Mittelwert eingetragen, der etwa $0,4^{\circ}\text{C}$ unter der heutigen Mitteltemperatur liegt. Besonders die Wintertemperaturen weisen eine große Varianz auf. Deviation of the average temperatures (ten year means from 1970 to 1980) of East China with 50 years smoothed averages, the 600 year mean is taken as a reference. This reference temperature is around $0,4^{\circ}\text{C}$ below the reference temperature of today (according to WANG 1990). The winter temperatures show the highest variance

ten (fünf Klassen von „feucht bis trocken“). Diese werden weiterhin in ihrer Bedeutung bzw. ihrem Informationsgehalt gewichtet. Eine weitere neunstufige Klassifizierung beinhaltet dabei sowohl die Zuverlässigkeit der Informationen selbst, als auch die Repräsentativität der Informationen für einen kleineren bzw. größeren Raum. Das Ergebnis dieser umfangreichen Arbeiten besteht in der Rekonstruktion einer Zeitreihe von 1121 bis 1987 mit Hochwasser- bzw. Dürretendenzen für das Taihu-Einzugsgebiet. Die Abbildung 8 illustriert eine entsprechende Klimarekonstruktion am Beispiel des Huang He und für einen 1500 Jahre umfassenden Zeitraum (von 482 bis 1981 AD).

(b) Die detaillierte qualitative Analyse der historischen Klimaaufzeichnungen verfolgt mehrere Ziele, die zwangsläufig vielfältige Arbeitsansätze nach sich ziehen. Sie werden an dieser Stelle daher nur der Vollständigkeit halber und zur Illustration des gewählten Forschungsansatzes vorgestellt, im einzelnen aber nicht

weiter kommentiert. Ein wichtiges erwähnenswertes Teilziel dieser Analysen besteht in der Rekonstruktion der Sommerniederschläge nach Monaten, die mit Hilfe von „Sonnen- und Regenaufzeichnungen“ vorgenommen wurde (ZHANG, 1990a). Ein weiteres Ziel betraf die Rekonstruktion der Niederschlagsintensität zur sogenannten Pflaumenregen-Zeit von Mitte Juni bis Mitte Juli im unteren Yangtze-Becken mit Hilfe der oben genannten Aufzeichnungen. Hier gelang es ZHANG et al. (1990b) sowie WANG und ZHANG (1992), die landwirtschaftlich wichtige Pflaumenregenzeit für den Zeitraum seit 1720 genauer zu fassen. Diese einmalige Rekonstruktion historischer Daten läßt detaillierte Niederschlagsberechnungen zu. Sie können wichtige Grunddaten für Hochwasserrisikoprognosen liefern.

Gegenüber den oben vorgestellten Forschungsansätzen zeichnen sich die neueren durch ihre verstärkt interdisziplinäre Methodik aus, wobei neben Hochwas-

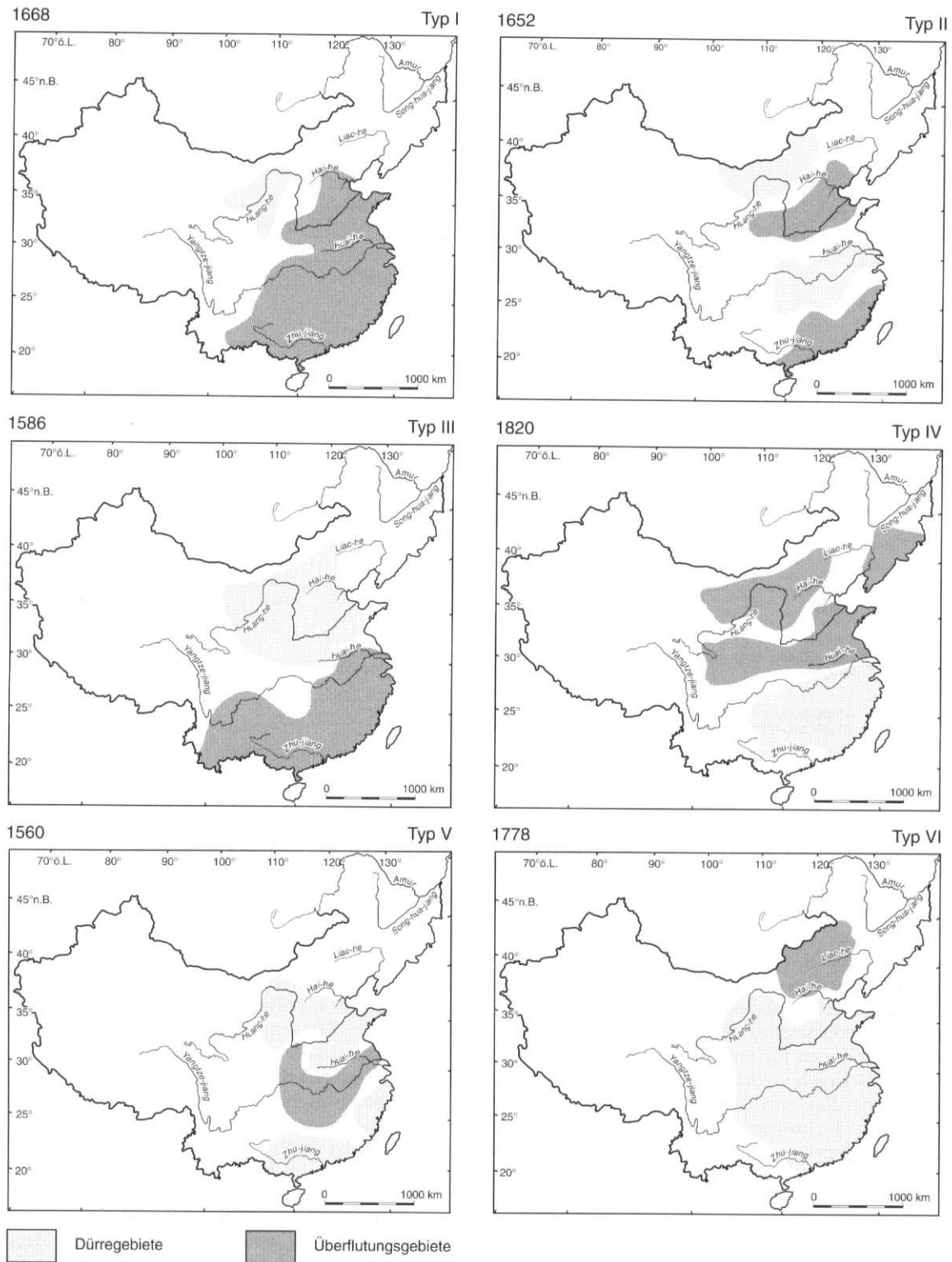


Abb. 7: Die sechs Haupttypen der Verbreitung von Dürre- bzw. Hochwassergebieten in Katastrophenjahren (nach XU XIEJIANG 1983)

Six main distribution types of flood and drought suffering areas (according to XU XIEJIANG 1983)

Tabelle 2: El Niño-Ereignisse im Zeitraum von 1471 bis 1987 (nach WANG 1985; 1990)

El Niño events between the years 1471 and 1987 AD (according to WANG 1985; 1990)

Jahrzehnt	El Niño-Ereignis	Anzahl	Jahrzehnt	El Niño-Ereignis	Anzahl
1470	73-74, 79	2	1730		0
1480	84, 87-88	2	1740	40, 46-47	2
1490	96, 98-99	2	1750	54-55, 58-59	2
1500	05, 09-10	2	1760	63, 65-66, 69-70	3
1510	15	1	1770	75-76	1
1520	21, 25-26, 29-30	3	1780	82-83, 85-86	2
1530	32-33	1	1790	91-92	1
1540	41, 45	2	1800	03-04, 06-07	2
1550	50, 52-53, 58-59	3	1810	14-15, 17	2
1560	62, 67-68	2	1820	20-21, 24-25, 28	3
1570	78	1	1830	32-33, 37-38	2
1580	85-86	1	1840	44-45	1
1590	90-91, 95-96	2	1850	55, 58	2
1600	00, 07, 09-10	3	1860	64, 68	2
1610	14-15, 18-19	2	1870	77-78	1
1620	24-25	1	1880	80-81, 84-85, 88	3
1630	33-34, 37-38	2	1890	91, 96-97, 99-00	3
1640	46	1	1900	02, 04-05	2
1650	50, 52-53	2	1910	11-12, 14, 18-19	3
1660	60-61, 67	2	1920	25-26	1
1670	71	1	1930	30-31	1
1680	80-81, 84, 87-88	3	1940	40-41, 44	2
1690	91-92, 95-96	2	1950	57-58	1
1700	00-01, 04-05, 07	3	1960	63-65, 68-69	3
1710	10, 14	2	1970	72, 76-77	2
1720	20-21, 25-26, 28-29	3	1980	82-83, 86-87	2
Gesamt:		51	Gesamt:		49

ser- und Dürrekatastrophen z. B. auch Aufzeichnungen über Staubniederschläge ausgewertet werden. Diese können nach ZHANG (1984) als Hinweis auf kalte, trockene Perioden herangezogen werden. Die räumliche Verteilung der Beobachtungen über Staubfall in historischer Zeit sind auf Abbildung 9 dargestellt.

Bedeutende Forschungsergebnisse gelangen insbesondere mit Hilfe der Klassifizierung der räumlichen Hochwasser- bzw. Dürreverbreitungsmuster für kühlere bzw. wärmere Klimaphasen (vgl. dazu Abb. 7 und ZHENG 1983). Dazu kamen die Erfassung der Verbreitung von Staubniederschlägen während der letzten 3000 Jahre und ihrer Häufigkeit während der letzten 1700 Jahre (vgl. dazu Abb. 8), der Aufdeckung der Beziehung zwischen Hochwasser- und Dürreschwankungen im Zusammenhang mit der Sonnenaktivität (vgl. dazu Abb. 10) und der Untersuchung der Verlagerung phänologischer und klimatischer Zonen in geschichtlicher Zeit (Arbeitsgruppe von GONG et al. 1983; 1987).

(c) Die Untersuchung der historischen Klimaschwankungen in ihrer Beziehung zum "Global Climatic Change" hatte folgende Ziele:

– Die Erarbeitung des El Niño-Zyklus für die letzten 500 Jahre (vgl. dazu WANG 1985 und Tab. 2),

– Die Rekonstruktion der sommerlichen atmosphärischen Zirkulation aus Niederschlagsfeldern (vgl. dazu HUANG 1984).

6 Die klimahistorische Forschung am Institut für Geographie und Limnologie der Academia Sinica in Nanjing

Am Geographischen Institut der Academia Sinica in Nanjing (vor 1949: Chinesisches Geographisches Institut) hat die klimageschichtliche Forschung eine lange Tradition. So konnte bereits in den frühen 50er Jahren XU (1955 u.a.) seine „Sammlung historischer Klimaaufzeichnungen chinesischer Provinzen“ abschließen. Sie besteht aus 21 Bänden und umfaßt 3 Mio. Schriftzeichen.

Daß die klimageschichtliche Forschung immer noch nicht abgeschlossen ist, kann aus der Tatsache abgeleitet werden, daß noch heute in ganz China über 8000 klimahistorische Chroniken existieren, die erst ansatzweise bearbeitet werden konnten. Allein in den Städten Suzhou und Wuxi sind es über 200 lokale Chroniken. Jede dieser Chroniken umfaßt ihrerseits wiederum zahlreiche Bände. Die Bedeutung des Institutes in

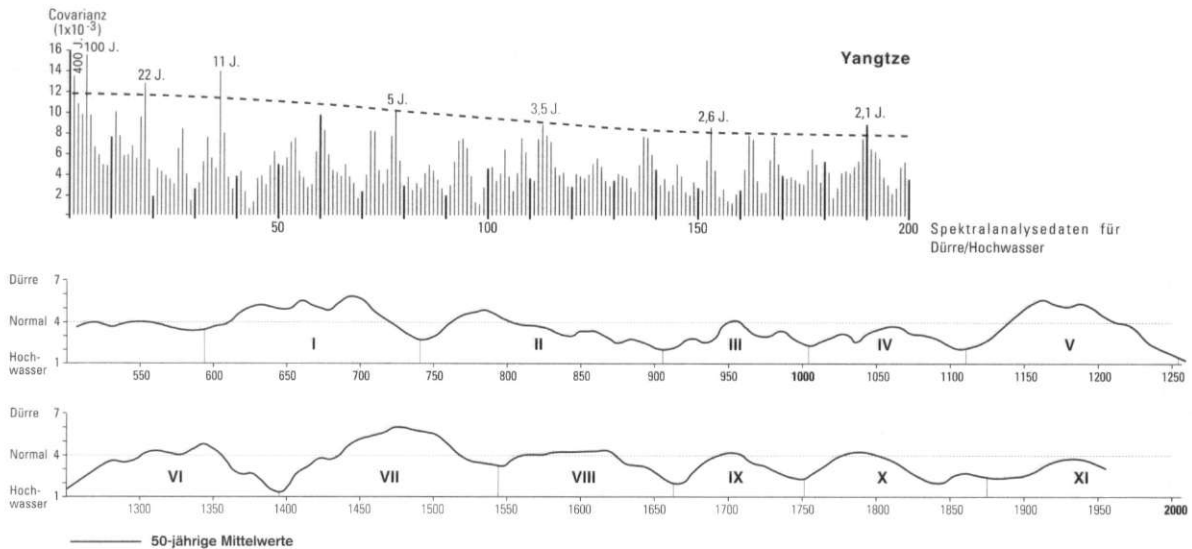


Abb. 8: Oben: Klassifizierung der Hochwasser bzw. Dürren für das Yangtze-Delta (CHEN JIAQI 1983). Auffallend sind die Zyklen der Extremereignisse von 11, 22, 100 und 400 Jahren

Unten: Hochwasser-Dürre-Index der letzten 1500 Jahre (50jährige gleitende Mittelwerte, 482 – 1981 AD) für das Huang He-Becken. Das Durchschnittsjahr erhält den Index 4 (nach CHEN JIAQI 1983)

Above: Classification of flood and drought events in the Yangtze Delta area. Cycles of extreme events are particularly 11, 22, 100 and 400 years (CHEN JIAQI 1983)

Below: flood/drought index (50 years smoothed means) for the Huang He Basin in the last 1500 years (482 – 1981 AD). An average year gets the index 4 (after CHEN JIAQI 1983)

Nanjing zeigt sich dadurch, daß sich hier, neben Peking, Shanghai, Taipeh, eine der vier bedeutendsten alten Büchersammlungen in China mit 3641 Chroniken befindet, bestehend aus insgesamt 44 500 Bänden.

Während lokale Chroniken in sehr großer Zahl vorhanden, sind halbquantitative, historische Aufzeichnungen vergleichsweise selten. Dazu zählen z. B. die historischen Hochwassermarken im Yangtze-Delta und am Taihu-See (CHEN 1987a). Noch bedeutender sind die „offiziellen Sonnen- und Regenaufzeichnungen“, welche für das Yangtze-Deltagebiet sowohl in Peking als auch in Nanjing, Suzhou und Hangzhou von Interesse sind. Klimageschichtlich ausgewertet werden können zudem noch große Sammlungen mit historischen Gedichten, Wetter-Tagebüchern und hydrologischen Aufzeichnungen. In China gibt es über 400 unterschiedliche Typen hydrologischer Aufzeichnungen, allein im Yangtze-Deltagebiet sind es noch über 40. Als Beispiel sei die „hydrologische Erforschung im Wujiang County, Suzhou“ genannt, eine detaillierte Aufstellung der Hochwasser-Veränderungen und gewässerkundlicher Beschreibungen in geschichtlicher Zeit.

Nanjing ist der Ort in China, an dem es erstmals gelang, lange Klimareihen auch aus diesen genannten Quellen aufzustellen. Noch heute existieren hier die längsten aufgearbeiteten klimageschichtlichen Zeitreihen (vgl. CHEN 1993a).

Beispielhaft soll gezeigt werden, daß diese historischen Forschungen auch für die heutige Zeit durchaus eine angewandte Bedeutung besitzen. Basierend auf den Auswertungen historischer Extremereignisse konnte z. B. vom Erstautor vorausgesagt werden, daß die außergewöhnlich große Hochwasserkatastrophe des Jahres 1954 sich z. B. in der Taihu-See-Region um das Jahr 1992 wiederholen würde. Diese Vorhersage wurde durch das Hochwasser des Jahres 1991 eindrucksvoll bestätigt (CHEN 1991; 1992a und b; 1994; KING et al. 1991; 1994). Eben solche Prognosen existieren für das Gebiet des Huang He. Durch seine Lage am Yangtze, die Nähe zum wirtschaftlich wichtigen Taihu-See mit den rasch expandierenden Gewerbe- und Industriegebieten und deren starker Gefährdung durch häufig auftretende Hochwasser mit oft großen Folgeschäden, wird in Zukunft auch in dieser Hinsicht Nanjing ein Zentrum für die chinesische Klima- und Hochwasserforschung bleiben.

7. Schlußfolgerungen und Ausblick

Die klimahistorische Forschung in China besitzt eine lange Tradition. Von geographischer Seite her ist dabei sicherlich das Institut für Geographie und Limnologie in Nanjing ein besonders traditionsreicher Ort mit

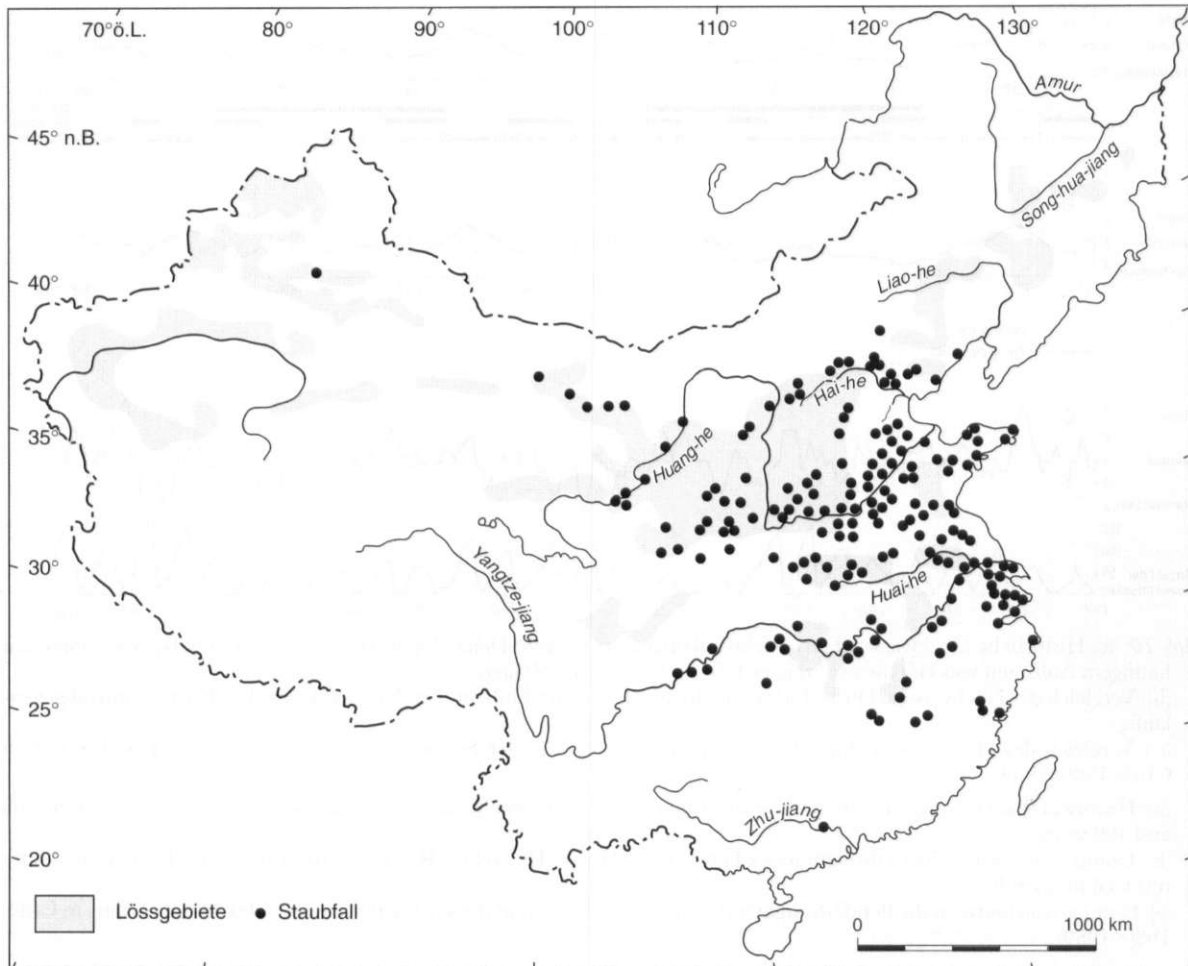


Abb. 9: Historische Hinweise über Staubfall in den letzten 1000 Jahren und die gegenwärtige Lössverbreitung in China. Die Aufzeichnungen beschränken sich auf das alte chinesische Kulturgebiet und fehlen somit z. B. für Xinjiang und die Mandchurei (nach ZHANG 1984)

Historical evidences of dustfall during the last 1000 years and loess deposits in China. Xinjiang and Mandschurei have not been considered (according to ZHANG 1984)

intensiver Forschung. Die an diesem Institut gewonnenen Ergebnisse stellen, auch im weltweiten Vergleich, eine hervorragende Leistung dar. Das in den letzten 15 Jahren gewonnene Bild der Klimageschichte stößt dank seiner differenzierten räumlichen Betrachtung und der regionalen Unterschiede bei Historikern in China auf großes Interesse. Es hilft in vielen Fällen sogar, historische Landnutzungsunterschiede oder gar daraus resultierende historische Bevölkerungsbewegungen besser zu verstehen und deren Hintergründe neu zu beleuchten.

Diese Arbeiten werden auch von den Autoren dieses Artikels zusammen mit einer größeren Forschergruppe weitergeführt, wobei unter Verwendung einer breiten Forschungsmethodik vor allem die Absicherung der bisher gewonnenen Ergebnisse eine primäre Rolle spielt. Eine weitere Aufgabe besteht im Versuch, regio-

nale Ereignisse global zu verknüpfen, um so zu einem besseren Verständnis über globale klimahistorische Veränderungen zu gelangen. Hier stehen Korrelationsversuche der chinesischen Ergebnisse mit jenen aus westlichen Ländern im Vordergrund der Arbeiten. Relevant sind in diesem Zusammenhang vor allem klimahistorische Forschungsergebnisse aus Europa, da hier mit den Arbeiten von PFISTER (1980; 1988a; 1988b; 1992a und 1992b) beinahe ebenso lange Zeitreihen als Vergleichsmaterial zur Verfügung stehen. Auch ist eine konkrete Anwendung der Forschungsergebnisse in der Planung vorgesehen. Die laufenden Arbeiten vor Ort (vgl. WOLLESEN und GUDERMANN 1996) zeigen immer wieder, daß die Erforschung von klimahistorischen Veränderungen von den übergeordneten Planungsbehörden in China nachdrücklich gefordert und auch großzügig unterstützt wird.

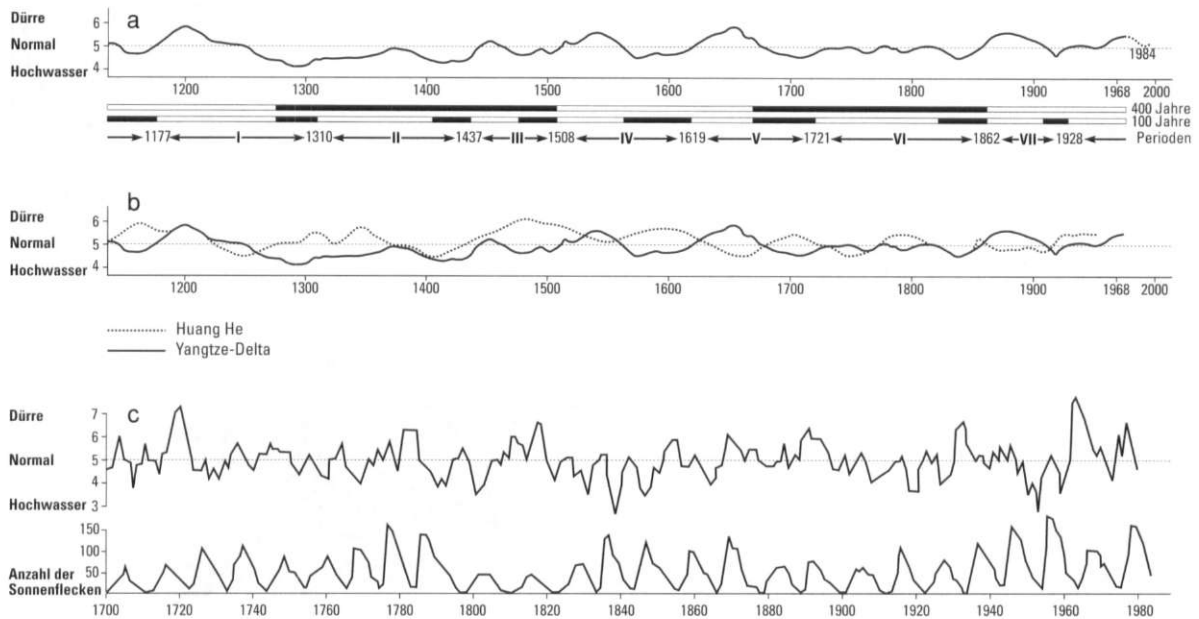


Abb. 10: (a): Historische Hochwasser/Dürre-Schwankungen im Yangtze-Delta (30jährige gleitende Mittel). Die Zeiträume mit häufigem Auftreten von Hochwasser zeigen 100- und 400jährige Zyklen
 (b): Vergleich des Hochwasser/Dürre-Index am Huang He (Gelber Fluß) und im Yangtze-Delta. Die Kurven sind oft gegenläufig
 (c): Vergleich des Hochwasser/Dürre-Index (Vierjahresmittel) mit der Sonnenfleckenaktivität seit dem Jahr 1700 (nach CHEN 1986; 1989)

- (a): Historical flood/drought fluctuations in the Yangtze Delta (30-year-mean). Frequent flood phases show periods of 100 and 400 years
 (b): Comparison of the flood/drought index between the Huang He (Yellow River) and the Yangtze Delta. The curves are reversed frequently
 (c): Comparison between the flood/drought index (four year mean) and the solar activity since 1700 AD (according to CHEN 1986; 1989)

Danksagung

Die Max-Planck-Gesellschaft, München ermöglichte die vorliegende Arbeit durch Stipendien an Mitglieder der chinesischen Arbeitsgruppe (CHEN JIAQI, JIANG TONG, YU XIAOGAN, XU PENGZHU). Die Chinesische Akademie der Wissenschaften förderte das Kooperationsprojekt ihrerseits durch Kurzstipendien an die deutschen Mitglieder der Arbeitsgruppe. Dr. ZENG GANG (Giessen/Shanghai) half bei Übersetzungsarbeiten, VOLKER GUDERMANN bei der Überarbeitung des Manuskriptes und Frau KRISTINA WEGNER besorgte die Reinzeichnung mehrerer Abbildungen. Die Autoren danken ganz herzlich allen Mitarbeitern für ihre Hilfe und Kooperationsbereitschaft. Einen ganz besonderen Dank verdient Herr Professor YU XIAOGAN, der in Nanjing über viele Jahre hinweg mit großem persönlichem Einsatz der deutsch-chinesischen Kooperation eine sehr fruchtbare Basis gab.

Literatur

- CHEN JIAQI (1983): Regularity and Tendency of Flood/Drought Variations in the Last 1500 Years in the Middle Reaches of the Huanghe River. In: People's Huanghe River, 5, 30–35 (in Chinese).
 – (1986): Regularity and tendency of flood/drought variations in the last 1500 years in the middle reaches of the Huanghe (Yellow River). In: Geo-Hazards and their Mitigation. Science Press Beijing, 208–211 (in English).
 – (1987a): The heavy floods/droughts since Nansong Dynasty and recent tendency in Taihu Lake Catchment. In: Geographical Research 1, 43–52 (in Chinese, English abstract).
 – (1987b): An approach to the data processing of historical climate materials on the basis of floods and droughts of Tai Hu Basin. In: Acta Geographica Sinica 42(3), 231–242 (in Chinese and English).
 – (1989): The fluctuation of flood/waterlogging and its relation to the solar activity. In: Chinese Nature Sciences Conference, Proc., Beijing, 243–244 (in English).

- (1990a): Climate change in Taihu lake catchment and climate in the future. In: Nat. Conf. on Climatic Change and the Environment, Proceedings, Beijing, Paper Collection No. 30 (in Chinese).
 - (1990b): Historical cold/warm change in the Taihu Lake catchment to indicate the climatic effect of CO₂ increasing. In: Nanjing Institute for Geography and Limnology, Memoirs 7, 26–34 (in Chinese, English abstract).
 - (1991): The cause of heavy flood of Taihu lake catchment in 1991. In: Journal of Lake Sciences 4(2), 18–25 (in Chinese, English abstract).
 - (1992a): The applicability of research on historical flood/drought regularity based on the heavy flood during June and July of 1991 in Taihu Lake catchment. In: Acta Geographica Sinica 47(1), 1–5 (in Chinese, English abstract).
 - (1992b): The cause of drought/waterlogging change in the Taihu Lake basin, unpublished Manuscript, 1–10 (in Chinese).
 - (1993a): The series of historical flood/drought during 1500 years in the Huanghe River and the heavy flood in Huanghe River. In: People's Huanghe River 12, 8–10 (in Chinese).
 - (1993b): Historical evidence of the correlation between drought/flood in the Taihu Lake basin and sea temperature abnormality in the South China Sea 1993. In: Journal of Lake Sciences 5(1), 18–25 (in Chinese, English abstract).
 - (1994): The applicability of research on flood-drought tendency In: An analysis on disastrous flood of Taihu Lake Basin in June-July, 1991. In: Chinese Geographical Science 4(2), 129–133 (in English).
- CHINESE ACADEMY OF METEOROLOGICAL SCIENCES OF NATIONAL WEATHER BUREAU** et al. (1982): Yearly Charts of Dryness/Wetness in China for the Last 500 Years Period. Map Press, Beijing, 510 S. (in Chinese, English abstract).
- DENG SHUQUN** (1948): Tree ring and climate in Gangsu Province. In: The annual report of Botanic Institute of Chinese Academy, 2 (in Chinese).
- GONG GAOFA** et al. (1983): The change of natural phenological periods in Beijing. In: Acta Science 1, 1517–1519 (in Chinese, English abstract).
- (1987): The change of climatic zones and the limitation of biological distribution in China. In: Historical Geography 5, 1–10 (in Chinese).
- HENAN PROVINCE, HYDROLOGICAL STATIONS** (1982): Historical documents of flood/drought and hydrology/meteorology in Henan province (unpublished collection), 95 S. (in Chinese).
- HUANG JIAYOU** et al. (1984): Experiment of reconstruction of summer circulation fields in the eastern hemisphere by using the rainfall field in China. In: Atmosphere Science 8(3), 252–259 (in Chinese, English abstract).
- HUBEI PROVINCE, METEOROLOGICAL BUREAU** (1979): Historical documents of natural disasters during last 500 years in Hubei province (unpublished collection), 70 S. (in Chinese).
- JIANGSU PROVINCE, WATER CONSERVANCY** (1976): Yearly charts of hazard from flood, waterlogging, drought and sea-tide during 2000 years in Jiangsu province (unpublished collection), 60 S. (in Chinese).
- KING, L.** u. **JIANG TONG** (1994): Hochwasser im Yangtze-Delta. In: Spiegel der Forschung 2/94, JLU Gießen: 2(8), 2–8.
- KING, L., YU XIAOGAN** u. **JIANG TONG** (1991): Wasser und Wind gefährden die Landschaft In: Bodenerosionsforschung in China. In: Spiegel der Forschung 2/91, JLU Gießen: 6(13), 6–13.
- LI YISHU** (1978): The regulation of temperature during the last 800 years in Jiangxi Province. In: Proceedings of the meeting on climatic change in China, Science Press, Beijing, 81–94 (in Chinese).
- LING ZHENYAO** et al. (1986): Data processing of historical climate materials. Beijing, 1–11 (in Chinese).
- LIU GUANGYUAN** et al. (1984): Yearly chart of Cypress in Qilian Mountains in China. In: Meteorology 11, 27–28 (in Chinese, English abstract).
- MAN ZHIMING** (1993): Climatic condition of cold/warm from Beisong to Yuan Dynasty in the plains among the Huanghe, Huaihe, Haihe river basins. In: Historical Geography 11, 75–88 (in Chinese).
- METEOROLOGICAL BUREAUS OF SHANGHAI, JIANGSU, ANHUI, ZHEJIANG, JIANGXI, FUJIAN PROVINCES** and **THE RESEARCH INSTITUTE OF NATIONAL WEATHER BUREAU** (1975): Materials on the climate during the last 500 years in east China (unpublished collection), 60 S. (in Chinese).
- PFISTER, CH.** (1980): Klimaschwankungen und Witterungsverhältnisse im Schweizerischen Mittelland und Alpenvorland zur Zeit des "Little Ice Age". Die Aussage der historischen Quellen. In: OESCHGER, H., B. MESSERLI u. M. SVILAR (Eds.): Das Klima. Analysen und Modelle, Geschichte und Zukunft. Springer Verlag, Berlin, 175–190.
- PFISTER, CH.** (1988a): Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. 3. Aufl., Bern/Stuttgart.
- (1988b): Variations in the Spring-Summer Climate of Central Europe from the High Middle Ages to 1850. In: WARNER, H. and SIEGENTHALER, U. (eds.): Long and Short Term Variability of Climate. Berlin, S. 57–82.
 - (1992a): Monthly temperature and precipitation in central Europe from 1525–1979: quantifying documentary evidence on weather and its effects. In: BRADLEY, R.S. and JONES, P. (1992): Climate since A.D. 1500. 679 S., London.
 - (1992b): Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe. Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate, Japan, 208–213.
- QIAO SHENGXI** (1980): The variation of temperature during the last 1500 years in Hubei Province. In: Proceedings of national meeting of climate, 1–10 (in Chinese).
- SHAANXI PROVINCE, METEOROLOGICAL BUREAU** (1975): Historical documents of natural disasters in Shaanxi province (unpublished collection), 1–60 (in Chinese).
- SHEN XIAOYING** u. **CHEN JIAQI** (1993): Grain production and climatic variation in Taihu Lake Basin. In: Chinese Geographical Science 3(2), 173–178 (in English).
- TU CHANGWANG** a. **CHANG HANSONG** (1944): A preliminary study of the periodicity of flood/drought in Ming Dynasty. In: Journal of Meteorology 18, 82–92 (in Chinese, English abstract).
- WANG, P.K.** u. **ZHANG, D.** (1992): Reconstruction of 18th century summer precipitation of Nanjing, Suzhou, and Hangzhou, China based on the Clear and Rain Records. In: BRADLEY, R. S. and JONES, P. (1992): Climate since A.D. 1500. London.
- (1985): The Chronicle of EL NIÑO during 1860–1979 in China. In: ACTA Science, 1, 52–56 (in English).

- (1990): The seasonal temperature series reconstruction in East China since 1380 A.D. In: *Scientia Sinica* (B), 5, 553–560 (in English).
- (1991): Reconstruction of palaeo-temperature series in China from the 1930's to the 1980's. In: *Würzburger Geographische Arbeiten* 80, 1–19 (in English).
- WANG SHAOWU et al. (1981): Reconstruction of the summer rainfall regime for the last 500 years in China. In: *Geographical Research* 5, 117–122 (in English).
- (1990): The seasonal and annual average of temperature in East China. In: *Journal of Meteorology* 48(4), 26–35 (in Chinese, English abstract).
- WANG YUXI et al. (1982): Tree ring of Cypress and climatic change during the last 1000 years and their relation to the variation of glaciers in Qilian Mountains. In: *Acta Science* 27(21), 1316–1319 (in English).
- WOLLESEN, D. u. GUDERMANN, V. (1996): Chinas mächtigster Drache bremsst den Aufschwung Fernost. Die Hochwasserproblematik am Yangtze. In: *Uni-Forum* 6, Seite 5.
- WU XIANGDING (1978): A preliminary study of climatic variations in Tibet in the last 2000 years. Proceedings of the Meeting on Climatic Change in China. Science Press, Beijing, 18–25 (in Chinese).
- XIE YIBING (1943): The periodicity of drought in Qing Dynasty. In: *Journal of Meteorology* 18, 67–74 (in Chinese, English abstract).
- XU JINGZHI (1955): Collection of historical records in the plain of Huanghe and Huaihe. In: *Acta Geographica Sinica* 21(2), 181–190 (in Chinese, English abstract).
- (1957): Historical flood and drought in the middle reaches of Huanghe River Basin. In: *Material of Geography* 1, 108–113 (in Chinese).
- Xu Xiejiang (1983): The patterns of flood/drought and their trend in east China in the last 500 Years. Atmosphere Press, Proceedings of Atmosphere Science and Technique 4, 47–54 (in Chinese).
- YAN JIYUAN et al. (1978): The characteristics and trend of temperature in the Yangtze Delta. In: Proceedings of the meeting of climatic change in China, Science Press, Beijing, 71–77 (in Chinese).
- ZHANG DEER (1978): A preliminary analysis of winter temperature in south China during the last 500 years. In: Proceedings of the Meeting on Climatic Change in China. Science Press, Beijing, 64–70 (in Chinese).
- (1984): The preliminary analysis of dust fall climate during the historical periods in China. In: *Scientia Sinica* (B), 278–288 (in English).
- (1993): A preliminary estimation of climate during the warm period of middle century in China. In: *Journal of Quaternary Research* 1, 7–15 (in Chinese, English abstract).
- ZHANG DEER et al. (1990a): The reconstruction of activity of Plum Rain since the 18th Century in the lower reaches of Yangtze River Basin. In: *Scientia Sinica* (B), 12, 1333–1339 (in English).
- (1990b): The series of monthly summer precipitation since the 18th Century in Nanjing, Suzhou and Hangzhou by using the historical "Clear a. Rain Records". In: *Journal of Applied Meteorology* 1(3), 260–270 (in Chinese, English abstract).
- ZHANG PEIYUAN (1979): Climatic change since 1600 in China. In: *Acta Geographica Sinica* 34(3), 238–240 (in Chinese, English abstract).
- ZHANG XIANGONG (1978a): The relationship between the tree rings in Qi-Lian Mountains and the trend of climate change in China. In: Proceedings of the Meeting on Climatic Change in China. Science Press Beijing, 26–35 (in Chinese).
- (1978b): The tree rings of Cypress and the trend of climatic change. In: Proceedings of the meeting of climatic change on China. Science Press, Beijing, 46–51 (in Chinese).
- ZHENG SHIZHONG (1983): The type of drought during cold and warm periods in China. In: *Geographical Research* 2(4), 32–40 (in Chinese, English abstract).
- ZHENG SHIZHONG et al. (1977): The variation of humid conditions during the last 2000 years in Southeast China. In: Proceedings of Climatic Change, Science Press Beijing, 29–32 (in Chinese).
- ZHENG ZHIZHENG (1935): Tree ring and precipitation in Beijing. In: *Annual of local chronicle*, 8(6), 12–13 (in Chinese).
- ZHU KEZHEN (1924): Estimate of the climate during the Nan-Song Dynasty. In: *Science* 10(2) (in Chinese).
- (1925): Drought in the history of China. In: *Journal of History and Geography* (in Chinese).
- (1926): Change of climate in Chinese history. In: *Proc. of Scientific Society* (3), *Journal of Orientation* 22(3), 1–26 (in Chinese).
- (1973): A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5000 years in China. In: *Scientia Sinica* (B) 16(2), 226–256 (in English).

BUCHBESPRECHUNGEN

RENSSEN, HANS: The climate during the Younger Dryas stadial. Comparing global atmospheric simulation experiments with climate reconstructions based on geological evidence. 183 S., 58 Abb. und 6 Tab. *Nederlandse Geografische Studies* 217. Knag/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Universiteit Utrecht, Utrecht 1997, Dfl 38,-

Das wissenschaftliche Interesse an der spätglazialen Klimaschwankung der Jüngeren Dryaszeit (YD – Younger Dryas stadial) vor ca. 12 500–11 500 Kalenderjahren vor heute ist deshalb besonders groß, da man hofft, nach dem Prinzip „Die Vergangenheit ist der Schlüssel zur Zukunft“ ein besseres Verständnis für zukünftige Klimaschwankungen zu

bekommen. Dies wird seit den 50er Jahren vor allem mit numerischen Klimamodellen (AGCMs – atmospheric general circulation models) versucht und zwar hinsichtlich der Rekonstruktion vorzeitlicher wie auch zukünftiger Klimaverhältnisse. Die Abkühlung der Jüngeren Dryaszeit belegt eindrucksvoll, daß unser Klimasystem sehr sensibel ist und sich zudem noch äußerst schnell ändern kann und daß – obwohl eine zukünftige globale Erwärmung vorausgesagt wird – eine Klimaänderung in eine andere Richtung ebenfalls möglich erscheint. – Die Dissertation, deren verschiedene Kapitel z. T. mit anderen Autoren gemeinsam erarbeitet und publiziert wurden, geht den Fragen nach, (1) ob ein Klima unter