

**Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes**

**Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin**

**Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im  
Mittelrheingebiet von 1000 n.Chr. bis heute anhand  
historischer hydrologischer Ereignisse**

**W. Witte  
P. Krahe  
H.-J. Liebscher**



**Bericht Nr. II-9 der KHR  
Rapport no. II-9 de la CHR**

# Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

---

## Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin

### Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n.Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse

Leiter des Projekts: Prof. Dr. H.-J. Liebscher  
Wissenschaftliche Mitarbeiter: Dipl.-Met. P. Krahe  
Dipl.-Geogr. W. Witte  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz



Secretariaat CHR/KHR

Postbus 17  
NL-8200 AA Lelystad  
Niederlande/Pays-Bas



Bundesanstalt  
für Gewässerkunde

Postfach 309  
D-56003 Koblenz  
Deutschland/Allemagne

Bericht Nr. II-9 der KHR  
Rapport no. II-9 de la CHR

© 1995, CHR/KHR  
ISBN 90-70980-20-7

## **Abschlußbericht zum BMFT-Forschungsvorhaben LOF 10/85**

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 07 KF 114-6 gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## **Reconstruction des conditions météorologiques dans le bassin du Rhin moyen de l'an mil à nos jours, sur la base d'événements hydrologiques historiques**

Textes français:

Préface: p. 3

Résumé: p. 53

Informations sur la CHR: p. 65

## **Reconstructie van de weersomstandigheden in het Midden-Rijngebied vanaf het jaar 1000 tot heden aan de hand van historische hydrologische gebeurtenissen**

Nederlandstalige gedeelten:

Samenvatting: blz. 55

Bijzonderheden CHR: blz. 67

## **Reconstruction of the meteorological conditions in the Mid-Rhine basin from the year 1000 up to the present on the basis of historical hydrological events**

English texts:

Summary: p. 57

Information on the CHR: p. 67

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Witte, W.

Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse / W. Witte, P. Krahe, H.J. Liebscher. - Lelystad : CHR/KHR. - Ill. - (Rapport / Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin = Bericht / Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes = Report / International Commission for the Hydrology of the Rhine basin. II ; no. 9)

Met lit. opg.

ISBN 90-70980-20-7

Trefw.: hydrologie ; Rijn ; geschiedenis.

## Vorwort

*»Das meiste Wasser fließt ins Meer  
und kommt daraus auch wieder her.«*

Dieses Sprichwort hatte und hat auch heute noch Geltung. Für die Praxis genügt diese qualitative Angabe nicht, vielmehr werden quantitative Aussagen verlangt. Die Menge des transportierten und gespeicherten Wassers ist im Laufe der Zeit grossen Schwankungen unterworfen, nicht zuletzt durch Klimaänderungen.

Globale Klimaänderungen verursacht durch externe Faktoren wie beispielsweise Vulkanaktivitäten und anthropogene Einwirkungen wie Treibhauseffekte, stehen heute zuoberst auf den politischen und wissenschaftlichen Agenden.

Dank den weltumspannenden klimatologischen und hydrologischen Messnetzen können Klimaanomalien der letzten Jahrzehnte dokumentiert und analysiert werden. Dank diesen Daten können Klimamodelle geeicht und verifiziert werden. Dies erlaubt eine Verbesserung der Aussagegenauigkeit der Modellresultate und eine genauere Vorhersage der zukünftigen Klimaänderungen erscheint möglich.

Paläohydrologische Untersuchungen und die Abschätzung klimatologischer und hydrologischer Ereignisse der letzten paar hundert Jahren liefern wertvolle Grundlagen für die Beschreibung von vergangenen Klimaschwankungen. So können beispielsweise hydrologische Extremereignisse wie Hochwasser, Niederwasser und Eisbildung auf Flüssen und Seen anhand alter Dokumenten teilweise gut rekonstruiert werden.

Die vorliegende Arbeit stellt eine Methodik für die Erfassung und Klassifizierung von historischem Datenmaterial sowie dessen Interpretation für das Mittelrheingebiet vor. Die erarbeitete Witterungsgeschichte ab dem Jahr

## Préface

*'La plupart des eaux vont à la mer et  
renaissent de la mer.'*

Ce dicton garde aujourd'hui encore toute son actualité. Cependant, dans la pratique hydrologique, ce genre d'appréciations qualitatives ne sont plus suffisantes, et l'on nous demande surtout maintenant des affirmations quantitatives. Au fil du temps, les volumes d'eau qui s'écoulent ou reposent momentanément sont soumis à d'importantes fluctuations, induites elles-mêmes par les fluctuations du climat.

Des changements climatiques globaux, causés par exemple par l'activité volcanique ou par les activités humaines et l'effet de serre, préoccupent au plus haut point le monde politique ainsi que de nombreux scientifiques.

Grâce à des réseaux climatologiques et hydrologiques couvrant la terre entière, on est bien renseigné sur les anomalies climatiques de ces dernières décennies et il est possible de les analyser. Ces données permettent en particulier d'étalonner des modèles climatiques et de les vérifier. Ce mode de faire permet d'améliorer la précision des résultats fournis par les modèles, tandis qu'une prévision plus exacte des futurs changements climatiques paraît possible.

Les recherches paléohydrologiques et l'estimation des événements climatiques ou hydrologiques entreprises au cours de ces deux derniers siècles ont permis de disposer de précieuses bases de travail pour la description des fluctuations du climat survenues dans le passé. Ainsi par exemple, des événements hydrologiques exceptionnels, tels les crues, les étiages, la formation de glace à la surface des fleuves et des lacs, peuvent être reconstitués partiellement de manière satisfaisante, à l'aide de documents anciens, pour donner un éclairage intéressant sur le climat d'alors.

Le travail présenté ici propose une méthode pour la préparation et la classification de matériel historique et pour son interprétation, dans le cadre du bassin moyen du Rhin. La tranche d'histoire du climat traitée, soit à partir de

1000 n.Chr. liefert wichtige Informationen bezüglich Temperatur-, Niederschlags- und Wasserstandsverlauf früherer Jahrhunderte im Mittelrheingebiet.

Die KHR dankt dem Verfasser und den Herren Prof. Dr. H.-J. Liebscher und Dipl.-Met. P. Krahe für den wertvollen Beitrag. Wir sind sicher, daß er ein wichtiges Hilfsmittel für die Beschreibung von Klimaschwankungen im Rheingebiet darstellt.

Dr. M. Spreafico  
Präsident der KHR

l'an mil, livre des renseignements importants au sujet des fluctuations des températures, des niveaux d'eau et de l'abondance des précipitations dans cette région.

La CHR remercie chaleureusement l'auteur, ainsi que le Professeur Dr. H.-J. Liebscher et M. P. Krahe, météorologue diplômé, pour leur précieuse contribution. Nous sommes certains que cet ouvrage constitue une aide importante pour la compréhension des fluctuations climatiques dans le bassin du Rhin.

Dr. M. Spreafico  
Président de la CHR

# INHALTSVERZEICHNIS

	<i>Seite</i>
<i>Vorwort</i> .....	3
<b>1. Ziel des Forschungsvorhabens</b> .....	7
<b>2. Das historische Quellenmaterial</b> .....	9
2.1 Typologie des historischen Quellenmaterials .....	9
2.2 Quellenkritik am Beispiel der Quellensammlungen .....	10
2.3 Weitere Sekundärquellen .....	13
2.4 Primärquellen .....	13
2.4.1 Die Chroniken der deutschen Städte .....	14
2.4.2 Die Leutesdorfer und Andernacher Aufzeichnungen .....	14
2.4.2.1 Die Heberegister und Fürstenabtei Herford .....	15
2.4.2.2 Historische Aufzeichnungen witterungsspezifischer Besonderheiten in Leutesdorf am Rhein .....	16
2.4.2.3 Historische Aufzeichnungen witterungsspezifischer Besonderheiten in Andernach .....	19
2.4.3 Instrumentelle Meßdaten .....	19
<b>3. Aufbau der Chronologie</b> .....	21
3.1 Räumliche Verteilung des Quellenmaterials .....	21
3.2 Zeitliche Datendichte .....	23
<b>4. Klassifizierung der Daten durch Indexreihen</b> .....	25
4.1 Problematik bei der Erstellung von Indexreihen .....	26
4.2 Die meteorologischen Indexreihen .....	27
4.3 Die hydrologischen Indexreihen .....	28
<b>5. Interpretation der Indexreihen</b> .....	37
5.1 Temperaturindizes .....	37
5.2 Niederschlagsindizes .....	38
5.3 Wasserstandindizes .....	42
<b>6. Der Aussagewert von historischen hydrologischen Ereignissen bei der Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse in der Mittelrheinregion</b> .....	43
<b>7. Auswertung von Hochwassermarken</b> .....	47
<b>8. Dendrochronologische Untersuchungen als Bestandteil der Witterungs- und Abflußrekonstruktion</b> .....	49
<b>9. Zusammenfassung und Ausblick (deutsch, französisch, niederländisch, englisch)</b> ...	51
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	59
<b>KHR-Veröffentlichungen</b> .....	63
<b>Einige Informationen über die KHR (deutsch, französisch, niederländisch und englisch)</b> .....	65



## 1. ZIEL DES FORSCHUNGSVORHABENS

Durch den in den letzten Jahrzehnten beobachteten Anstieg der Konzentrationen von CO<sub>2</sub> und anderen Spurengasen in der Erdatmosphäre und den damit verbundenen »Treibhauseffekt« wird im allgemeinen schon ab Mitte des nächsten Jahrhunderts mit einer Klimaänderung, d.h. mit einem Ansteigen der Durchschnittstemperatur in der Atmosphäre um 1,5–4,5°K gerechnet. Dieser Temperaturanstieg mit seinen meteorologischen Begleiterscheinungen könnte sich u.U. auch auf die Wasserführung der Flüsse auswirken.

In absehbarer Zeit werden jedoch noch keine befriedigenden mathematischen Modelle zur Verfügung stehen, die das Klima in seiner raumzeitlichen Variabilität und die Wechselwirkungen der Atmosphäre mit ihren Randsphären (Hydro-, Bio-, Pedo- und Kryosphäre) vollständig simulieren können. Die Klimaforschung ist deshalb z.Z. darauf angewiesen, die Klimageschichte als empirisches Modell für die künftige Entwicklung unseres Klimas und als Testobjekt für Vorhersagemodelle heranzuziehen.

Die Rekonstruktion der nicht durch instrumentelle meteorologische Messungen belegten Klima- und Witterungsverhältnisse bedarf – in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaften – der Analyse direkter und indirekter Klimazeugen. Die Anwendung der verschiedenen Analysemethoden wie z.B. die Auswertung historischer Quellen, die Analyse von Gletscherständen, die Dendrochronologie und die Isotopenanalyse von Eisbohrkernen und Sedimenten erlauben es, das Klima geologischer und historischer Zeiträume (Zeitskala 10<sup>2</sup> – 10<sup>8</sup> Jahre) zu rekonstruieren. Für die Analyse kleinräumiger und kurzfristiger Klimaschwankungen bietet sich die Aufarbeitung und Interpretation von historischem Quellen- und Dokumentenmaterial über klimarelevante Ereignisse an.

Mit dem vorliegenden Projekt wird das Ziel verfolgt, durch die Auswertung historischer hydrologischer Ereignisse (Hoch- und Niedrigwasserereignisse, Zufrieren von Flüssen und Seen) Aussagen über die Klimaschwankungen und Witterungsverhältnisse der letzten 1000 Jahre zu machen.

Insbesondere durch die Interpretation von historischen Dokumenten, Tagebüchern etc., in denen zahlreiche klima- und witterungsgeschichtliche Ereignisse festgehalten wurden, gelang es in einer Reihe von Arbeiten, auf einige Regionen Mitteleuropas begrenzt den Temperaturverlauf bis Ende des 17. Jahrhunderts quantitativ zu bestimmen und durch die Indexierung nur qualitativ vorliegender Beobachtungen den Klima- und Witterungsverlauf der letzten Jahrhunderte zu rekonstruieren [z.B. ALEXANDRE, 1977; LAMB, 1977; PFISTER, 1980].

Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland liegt noch keine systematische, ein größeres Gebiet repräsentierende Bearbeitung historischer Dokumente vor, obwohl schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts damit begonnen wurde, historisches Quellenmaterial zusammenzustellen und so einer weiteren Interpretation zugänglich zu machen [PÖTZSCH, 1784, 1786, 1800].

Daß sich hydrographische Extremwerte, die lange vor Beginn regelmäßiger klimatologischer und hydrologischer Instrumentenmessungen zurückreichen und für große Gebiete Europas vorliegen, zur Rekonstruktion historischer Witterungsereignisse eignen, ist bekannt [FLOHN, 1967; LAMB, 1977]. Es ist möglich, aus der Dauer von Eisperioden auf Flüssen auf die herrschende Wintertemperatur zurückzuschließen, wie es VAN DEN DOOL, KRIJNEN und SCHUURMANS [1978] am Beispiel der langen Temperaturreihe von De Bilt diskutieren.

Die durch extreme Witterungsverhältnisse hervorgerufenen hydrologischen Ereignisse sind also dazu geeignet, unser Wissen über Klimaschwankungen, insbesondere über die Größe und Häufigkeit des Auftretens von Extremwerten in einer hohen raumzeitlichen Auflösung zu vertiefen.



Umgekehrt könnte anhand des Datenmaterials der Einfluß von Klimaschwankungen auf die Wasserführung des Rheins aufgezeigt (vgl. Kap. 6) werden.

Die Untersuchung konzentriert sich auf das Mittelrheingebiet, da hier eine hohe Datendichte an historischen Quellen und langen Wasserstands- und Abflußreihen vorliegt; Meldungen aus benachbarten Regionen werden allerdings weitestgehend mit einbezogen.

Die in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) Koblenz vorhandenen, bis ins 18. Jh. zurückreichenden hydrologischen und klimatologischen Datenreihen ermöglichen eine Eichung der historischen Daten und die Erstellung von langen Reihen gewichteter Indizes (Abweichungen von einer Basisperiode, vgl. Kap. 4).

Einen der Ausgangspunkte für das Forschungsvorhaben stellten die Heberegister der Fürstenabtei Herford dar, in denen die mittelalterliche Entwicklung des Fronhofs in Leutesdorf am Rhein geschildert wird (vgl. Kap. 2.4.2.1). Die für Laien nicht entzifferbaren Schriften versprachen, wertvolle Informationen über Witterungsereignisse oder Hoch- und Niedrigwasser am Mittelrhein geben zu können. Leider stellte sich später – nach dem fachmännischen Gutachten von Frau Dr. U. Rathke aus Schleswig – jedoch heraus, daß die Heberegister zu diesen Themen keinerlei Aufschluß liefern. Somit hatte das vorliegende Forschungsvorhaben eine der erhofften wichtigen Informationsquellen verloren.

## 2. DAS HISTORISCHE QUELLENMATERIAL

### 2.1 Typologie des historischen Quellenmaterials

Bevor auf die der Untersuchung zugrundeliegenden historischen Quellen und ihren Aussagewert eingegangen wird, soll eine Typologie des witterungsgeschichtlichen Datenmaterials vorgenommen werden; sie folgt den Ausführungen von PFISTER [1986, S. 19ff]. Diese Typologie ist übertragbar auf Quellen mit hydrologischem Inhalt.

Historisches Datenmaterial läßt sich nach genetischen Gesichtspunkten in natürliche und anthropogene Daten gliedern. Diese Typologie berücksichtigt die Art der Speicherung und damit auch die Qualität der überlieferten Information. Eine weitere Unterteilung nach inhaltlichen Gesichtspunkten erfolgt in die beiden Gruppen »klimaspezifische Daten« und »Proxy- bzw. indirekte Daten«. In Tab. 1 sind die möglichen Daten, die klimageschichtlich von Interesse sind, gemäß der o.g. Gliederung sowie nach weiteren Unterscheidungsmerkmalen geordnet, wiedergegeben. Im vorliegenden Forschungsvorhaben werden hydrographische Ereignisse ausgewertet, die nach der Typologie sowohl zu den anthropogenen Proxy-Daten (Berichte über Eisdauer, Hoch- und Niedrigwasser) zählen als auch den klimaspezifischen Daten (extremen Niederschlagsereignissen, Trockenzeiten und Schneebedeckung) zugeordnet werden können.

Für die Witterungsrekonstruktion der Mittelrheinregion sind bisher ausschließlich anthropogene Daten aus der Kategorie der Schriftquellen herangezogen worden, hauptsächlich Aufzeichnungen aus Witterungsbeschreibungen, aber auch Proxy-Daten, wobei sowohl physikalische als auch biologische Daten ausgewertet wurden. Für die Zeit ab 1772 wurde auch auf instrumentelle Meßdaten in Form von Pegelmessungen (Pegel Köln) zurückgegriffen.

Eine Gliederung der Schriftquellen nach Quellentyp und witterungsgeschichtlichem Aussagewert ist in der Tab. 2 wiedergegeben. Physikalische Daten finden sich in allen genannten Quellentypen; die Klammern deuten das sporadische bis seltene Vorkommen des betreffenden Datentyps in der jeweiligen Quelle an. Im Einzelfall ist es oft schwer, eine Quelle entsprechend diesem Schema zu klassieren, da der Übergang zwischen den Typen teilweise fließend ist.

Genese Inhalt	Natürliche Daten		Anthropogene Daten		
<i>Klimaspezifische Daten:</i>  Witterungsverlauf und Klimaelemente			Schriftquellen	Witterungsbeschreibungen	Instrumentelle Messdaten
				– Extremereignisse – Grundzüge des Witterungsverlaufs – tägliche Aufzeichnungen	– Luftdruck – Temperatur – Niederschlag – Pegel
<i>Indirekte Daten:</i> klimatisch beeinflusste Prozesse und Erscheinungen	<i>Physikal. Daten</i> – Isotopen ( <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O) – Moränen usw.	<i>Biolog. Daten</i> – Pollen – Baumringe usw.	Schriftquellen	<i>Physikalische Daten</i> – Wasserstände – Schneefall – Schneebedeckung – Vereisung von Gewässern	<i>Biologische Daten</i> – Blüte- und Reifezeit von Pflanzen – Ertrag und Zuckergehalt von Weinmost – Zeitpunkt von Getreide- ernte und Weinlese
				alte Bild Darstellungen und Fotos; Pläne und Karten, Bauwerke, Siedlungen, Verkehrswege, aufgelassene Fluren und Kulturen, archäologische Funde usw.	

Tabelle 1 Typologie klimageschichtlicher Daten (aus: PFISTER, 1986, S. 20)

Datentyp		Quellentyp					
		Chroniken, Annalen	Verwaltungsakten, »obrigkeitliche Papiere«	Buchhaltungen von privaten Landgütern	»persönliche Papiere« (u.a. Diarien, Kalender)	Witterungstagebücher	Messjournale
Witterungsbeschreibungen		Extremereignisse	(Schadereignisse)	(Schadereignisse)	Grosswetterlagen	Witterung	Wetter
meteorologische Messungen		(-)	-	-	(-)	(Luftdruck) (Temperatur) (Niederschlag) (Pegel)	Luftdruck Temperatur Niederschlag (Pegel)
Biolog. Daten	phänolog.	(Reben, Getreide)	(Reben, Getreide)	(Reben, Getreide)	(Reben, Getreide)	z.T. grosse Mannigfaltigkeit von Kulturpflanzen	(-)
	para-phänolog.	(Weinleseedaten)	Zehntsteigerungs- und Weinleseedaten	Weinleseedaten	Weinleseedaten	Weinleseedaten	-
	önolog.	(Weinmostqualität)	Weinmosterträge, seltener Qualität	Weinmosterträge und -qualität	Weinmostqualität	Weinmostqualität	-

Tabelle 2 Klimageschichtliche Schriftquellen und ihr Inhalt (aus: PFISTER, 1986, S. 21)

Das bisher für das Projekt ausgewertete Material läßt sich zum weitaus größten Teil in die Rubrik des Quellentyps »Chroniken und Annalen« einordnen. Es stammt zum derzeitigen Stand der Arbeit allerdings nur zu einem geringen Prozentsatz aus Primärquellen; hauptsächlich wurde die Information – nach kritischer Durchsicht (s. Kap. 2.2) – aus den großen Quellensammlungen [z.B. WEIKINN, 1958, 1960, 1961, 1963; ALEXANDRE, 1987] gewonnen, also aus Sekundärquellen.

## 2.2 Quellenkritik am Beispiel der Quellensammlungen

Den Ausgangspunkt der Materialbeschaffung stellte die vierbändige Kompilation von WEIKINN [1958, 1960, 1961, 1963] dar, die Anfang 1987 ausgewertet wurde; es folgten diejenigen von WITTMANN [1864], HENNIG [1904], NORLIND [1914], VANDERLINDEN [1923], GOTTSCHALK [1971, 1975, 1977], ALEXANDRE [1976] und ALEXANDRE [1987].

Leider sind fast alle Autoren derartiger Quellensammlungen völlig unkritisch mit dem Wahrheitsgehalt der benutzten Quellentexte umgegangen, vor allem, wenn es sich um Kompilationen aus dem vorigen Jahrhundert bzw. aus den ersten Jahrzehnten des 20. Jh. handelt. Eine bemerkenswerte Ausnahme stellt die 1987 erschienene, von ALEXANDRE erstellte Kompilation »Le Climat en Europe au Moyen Âge« dar, die das verwertete Quellenmaterial (ausschließlich zeitgenössische Primärquellen!) mit beispielhafter Genauigkeit analysiert. Schon seine 1976 erschienene Arbeit »Le Climat au Moyen Age en Belgique et dans les Régions Voisines« befaßte sich sehr kritisch mit den untersuchten Primärquellen.

In seiner 1987 veröffentlichten Kompilation, die uns leider erst 1988 zugänglich gemacht werden konnte, behandelt ALEXANDRE das Kapitel der Quellenarbeit sehr ausführlich und unterzieht auch eine ganze Reihe vor seiner Arbeit erschienenen Quellensammlungen einer z.T. vernichtenden Kritik, die wir anhand unserer Recherchen nur unterstützen können.

Der Hauptfehler vieler Kompilationen liegt in der völlig verschiedenartig zusammengesetzten Auswahl der ausgewerteten Quellen. Echte Primärquellen von Zeitgenossen werden dabei gemischt mit z.T. sehr fragwürdigen, oft erst im vorigen Jahrhundert entstandenen Chroniken des Mittelalters, die ihrerseits oft überhaupt nicht erkennen lassen, welche Quellen für sie benutzt worden sind. Auf diese Art und Weise sind teilweise recht skurrile und unglaubwürdige »Witterungserscheinungen« in diese Werke mit aufgenommen worden, wie an einem Beispiel von HENNIG [1904, S. 49] gezeigt werden soll: Darin heißt es in einer Chronik aus Siebenburgen [MILES, M.: Siebenburgischer Wurgengel. Hermannstadt 1670] für das Jahr 1554: »Oft hat sich die helle Sonne mit Finsternis umhüllet, gleichsam als grauet ihr für dem künfftigen Verderben der Menschen; dicke stinkende Nebel haben sich erhoben, auch viele phantastische Gespänste sich lassen sehen auff Begrabnissen und Kirch-Höfen«.

Durch mehrmaliges Abschreiben und Überliefern alter Aufzeichnungen sind die in späterer Zeit entstandenen Chroniken z.T. sehr fehlerhaft, vor allem was die exakte Datierung bestimmter Vorkommnisse angeht. ALEXANDRE [1976 und 1987] lehnt aus diesem Grund eine Aufnahme derartiger Chroniken in seine Arbeiten strikt ab und beruft sich nur auf Originalquellentexte, die von Zeitgenossen oder sogar Augenzeugen der jeweiligen Ereignisse angefertigt worden sind.

Es bleibt abzuwägen, ob man grundsätzlich nichtzeitgenössische Meldungen bei der Quellenforschung aussortieren soll, selbst wenn sie – auch ohne irgendeine Primärquellenangabe – inhaltlich und zeitlich gut zu von Zeitgenossen erstellten Berichten passen. In die vorliegende Arbeit sind derartige Quellen aus späterer Zeit mit einbezogen worden, sofern sie mit dem übrigen Quellenmaterial harmonieren.

Das Aussortieren der zahlreichen Fehldatierungen bzw. der unglaubwürdig erscheinenden witterungsrelevanten Nachrichten in den einzelnen Quellensammlungen stellte sich als sehr zeitaufwendig heraus, obwohl es in vielen Fällen relativ leicht möglich ist, nämlich wenn beispielsweise ein bestimmtes fragliches Ereignis von mehreren zeitgleichen Nachrichten aus anderen Kompilationen (oft auch derselben Quellensammlung) oder aus Primärquellen widerlegt werden kann.

Schwieriger wird es, den Wahrheitsgehalt herauszufinden, wenn Aussage gegen Aussage steht, d.h. wenn nicht erkennbar ist, welcher von zwei gegensätzlichen Meldungen mehr Vertrauen zu schenken ist. Besondere Schwierigkeiten stellen einzelne Berichte dar, die durch keinerlei andere zeitgleiche Meldungen bestätigt bzw. entkräftigt werden können und somit ebenfalls als unsicher gelten müssen, es sei denn, sie wurden von Augenzeugen angefertigt.

In derartigen Situationen ist es oft vorteilhaft, das (die) Jahr(e) unmittelbar vor oder nach dem fraglichen Ereignis hinzuzuziehen, denn bei zahlreichen Unsicherheiten liegt eine Verwechslung der Jahreszahl vor, was jedoch nicht in allen Fällen so offensichtlich aufgedeckt werden kann wie bei folgendem Beispiel: Laut WEIKINN [1958, S. 332f. und 336], der verschiedene Kölner Chroniken zitiert, fand sowohl im Jahr 1431 als auch 1432 ein außergewöhnlich starkes Hochwasser des Rheins in Köln statt; beide Male stieg angeblich der Wasserspiegel des Rheins so hoch, daß in einer bestimmten Klosterkirche die Altäre überflutet wurden. In Wirklichkeit gab es (durch den Vergleich mit anderen Quellen bestätigt, u.a. derselben Kompilation) nur ein Hochwasser im Jahre 1432; trotzdem wurden beide Jahre als Hochwasserjahre in die Quellensammlung übernommen.

Derartige »Vervielfältigungen« einzelner hydrologischer und klimatologischer Ereignisse tauchen auch in anderen Quellensammlungen [z.B. VANDERLINDEN, 1923; WITTMANN, 1864] immer wieder auf. Es ist nicht ungewöhnlich, wenn in einigen Kompilationen eine ganze Reihe von aufeinander folgenden Jahren mit den gleichen Charakteristika aufgelistet wird, obwohl es sich ursprünglich nur um ein einziges Jahr gehandelt hat; so kann aus einem extrem trockenen Jahr eine ganze Dürreperiode werden, die jedoch nie stattgefunden hat. Ein Beispiel: HENNIG [1904, S. 19] bezeichnet den Zeitraum der Jahre 1135–1138 als »Grosse Dürre und heisse Sommer«. Durchforstet

man jedoch wie ALEXANDRE [1987, S. 349f.] die Primärquellen nach besagtem Zeitraum, so bleibt ein einziges Trockenjahr (1137) übrig, belegt in zeitgenössischen Quellentexten aus Frankreich, Belgien und den Niederlanden.

Eine weitere Fehlerquelle stellt die Vertauschung von verschiedenen Orten und Flüssen dar, nicht nur bei der Zusammenstellung von Chroniken aus früheren Jahrhunderten, sondern auch noch in der Neuzeit. Auch hierfür bietet u.a. WEIKINN [1958, S. 397; 1960, S. 181] Beispiele: Aus Molanus' »Histor. Lovanensium«, die sich auf die Geschichte der Stadt Löwen (Leuven, Louvain) in Belgien beziehen, zitiert WEIKINN Passagen, die er (durch einen Übersetzungsfehler des lateinischen Namens?) nach Lüttich verlegt hat; auf diese Weise werden Hochwasser der Dijle zu Maas-Hochwassern. Weil die niederländische Kompilation von GOTTSCHALK auf diejenigen von WEIKINN zurückgreift, findet man auch hier beide Ereignisse als Hochwasser der Maas in Lüttich beschrieben [1975, S. 217 und 570].

Obwohl in der Einleitung der niederländischen Quellensammlung das Kapitel der Quellenkritik eingehend behandelt wird, werden doch zumindest fast alle WEIKINN'schen Angaben ohne Anmerkungen übernommen, u.a. auch ein Hochwasserereignis vom März 1447, das WEIKINN [1959, S. 374f.] als Hochwasser des Mains beschreibt, obgleich aus dem zitierten Quellentext eindeutig zu erkennen ist, daß es sich lediglich um ein Hochwasser eines kleinen Baches handelt, wahrscheinlich eines Zuflusses zum Wildgraben in Mainz-Zahlbach.

Mitunter werden Aufzeichnungen aus bestimmten Landschaften auf ganz entfernt liegende Regionen übertragen. WITTMANN [1864] beispielsweise zitiert in seiner »Chronik der niedrigen Wasserstände des Rheins vom Jahre 70 n.Chr. Geb. bis 1858 etc.« häufig ein Werk von SCHNURER (»Die Krankheiten des Menschengeschlechts«), das sich wiederum u.a. auf Beobachtungen von Toaldo aus Padua beruft, der z.B. im Jahre 1552 den Sommer als sehr warm und trocken bezeichnet. Selbst Toaldo war kein Zeitgenosse dieses Jahres; er veröffentlichte sein Werk im Jahre 1770. Trotzdem schließt WITTMANN [1864, S. 19] durch diese Meldung für das Jahr 1552 auf einen niedrigen Wasserstand im Rhein, was allerdings durch keine andere Quelle bestätigt werden kann.

Relativ unbedeutend sind Fehldatierungen, die sich aus der Umstellung vom Julianischen zum Gregorianischen Kalender ergeben und die bestimmte Ereignisse allenfalls um einige Tage falsch datiert angeben; sie spielen hauptsächlich bei phänologischen Beobachtungen eine Rolle.

Trotz aller Kritik liefern einige der Kompilationen eine Fülle wertvoller Informationen, wenn die zahlreichen Fehldatierungen beachtet und ausgesondert werden. Aus der umfangreichen, vierbändigen Veröffentlichung von WEIKINN [1958, 1960, 1961, 1963] und auch aus der Quellensammlung von VANDERLINDEN [1923] lassen sich viele meteorologische und hydrologische Einzelheiten rekonstruieren, weil die Originalzitate zu den Ereignissen angeführt werden, obwohl WEIKINN – nicht ganz mit dem Titel der Publikation übereinstimmend – fast nur Meldungen mit hydrologischem Inhalt zitiert.

Die dreibändige Kompilation von GOTTSCHALK [1971, 1975, 1977] beschäftigt sich hauptsächlich mit historischen Sturmfluten, liefert aber auch eine Menge nützlicher Informationen zu Flußüberschwemmungen. Leider werden keine Originalzitate gebracht.

Sehr gewissenhaft und kritisch – wie schon erwähnt – hat ALEXANDRE [1987] die Primärquellen analysiert und die klimatologischen, hydrologischen und phänologischen Ereignisse übersichtlich aufgelistet. Allerdings bringt er ebenfalls keine Originalzitate; deswegen wirkt die aus den jeweiligen Quellen gewonnene Information ziemlich monoton, da er sie Jahr für Jahr immer wieder in denselben kurzen, prägnanten Sätzen darstellt. Es bleibt somit kaum Platz für eine individuelle Beschreibung der einzelnen Witterungsphasen; der typische Charakter der Ereignisse geht größtenteils verloren.

Vor allem die frühen Publikationen wie die von WITTMANN [1864] und HENNIG [1904] bergen zu viele falsche Meldungen und Fehldatierungen, um für eine wissenschaftliche Untersuchung als Grundlage zu dienen; es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß auch in diesen Arbeiten eine Reihe glaubwürdiger Mitteilungen verarbeitet ist, die der Quellenkritik standhalten.

Interessant ist die – fast vergessene – Kompilation von NORLIND [1914], die sich schon recht kritisch mit den zitierten Quellen auseinandersetzt, aber nicht sehr umfangreich ist und daher auch ziemlich große Informationslücken aufweist.

### 2.3 Weitere Sekundärquellen

Neben den großen Kompilationen sind eine ganze Reihe anderer Sekundärquellen ausgewertet worden; die Spanne reicht von Stadtchroniken jüngeren Datums bis hin zu Zeitungsartikeln. Gerade diese Art von Sekundärquellen ist leider sehr oft als äußerst fragwürdig anzusprechen, weil sie teilweise mit einer täuschenden Selbstverständlichkeit historische hydrologische und klimatologische Ereignisse anführen ohne Angabe irgendeiner Quelle und damit auch keiner Quellenkritik widerstehen können. Ein großer Teil dieser Sekundärquellen scheidet deshalb für eine wissenschaftliche Witterungsrekonstruktion von vorn herein aus.

Ein Beispiel von vielen: Obwohl in der Primärquelle (?) in den »Chroniken der deutschen Städte« (Bd. 13) ein Hochwasserereignis mit Eisgang aus dem Jahre 1306, wobei die Mainbrücke mit zwei Türmen einstürzte, eindeutig als Unglücksfall in Frankfurt beschrieben wird, taucht dieses Vorkommnis später in einem Separatdruck aus dem »Niederrheinischen Geschichts- und Altertumsfreund«, Jahrg. 1903, auf als Eisgang mit Brückeneinsturz in Köln, und das wahrscheinlich nur, weil die Primärquelle eine Kölner Chronik ist (vgl. auch Kap. 2.4).

Für die Sekundärquellen müssen also, wie schon bei den Quellensammlungen, alle Regeln der Quellenkritik streng angewendet werden.

### 2.4 Primärquellen

Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind erst vergleichsweise wenig Primärquellen ausgewertet worden, da es zeitlich bisher noch nicht möglich gewesen ist, umfangreiche Primärliteratur zu beschaffen und durchzusehen. In den meisten Fällen ist es von großem Nutzen, auf die Originalquellen zurückzugreifen, denn durch ein intensives Studium derartiger Aufzeichnungen lassen sich oft Unklarheiten aus der Analyse von Sekundärquellen beseitigen. Leider ist diese Arbeit sehr zeitaufwendig, weil es oft schwierig ist, an Primärliteratur heranzukommen. Sie ist aber für eine einwandfreie Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse unerlässlich: Viele Primärquellen sind in Sekundärquellen nur ungenau oder falsch datiert wiedergegeben, oder ihre inhaltliche Aussage ist verändert worden.

Aber auch die Arbeit mit Primärquellen, die im Idealfall Aufzeichnungen ausschließlich von Zeitgenossen darstellen sollten, bergen ihre Tücken; nicht selten hatten die Autoren Ereignisse, von denen sie aus anderen Regionen vernommen hatten, in ihre eigene Chronik eingeflochten, so daß oft der Eindruck erweckt wird, gleiche Vorkommnisse hätten sich zeitgleich in mehreren Orten abgepielt. Diese irrtümliche Annahme verführt dazu, einem bestimmten Ereignis, das scheinbar an mehreren Stellen in gleicher oder ähnlicher Weise stattgefunden hat, mehr Glauben zu schenken bzw. es überzubewerten.

#### 2.4.1 Die Chroniken der deutschen Städte

Unter diesem Titel wurden in der zweiten Hälfte des 19. und in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts Chroniken verschiedener deutscher Städte zusammengestellt und in einer Reihe von Bänden veröffentlicht. Alle Chroniken sind zwischen dem 14. und 16. Jh. verfaßt worden und können größtenteils als Primärquellen bezeichnet werden. Nachrichten aus früheren Jahrhunderten sind ebenfalls oft in die Chroniken mit eingeflossen; für diesen Zeitraum müssen die Chroniken als Sekundärquellen angesehen werden.

Die Informationen, die aus diesen Quellen gewonnen werden können, sind in vielen Fällen wesentlich detaillierter als die entsprechenden Zitate in den großen Kompilationen, die auf die jeweiligen Chroniken zurückgreifen. Oft werden einzelne Witterungserscheinungen oder Hochwasserereignisse ausführlich beschrieben, so daß es sich in jedem Fall lohnt, diese Primärquellen selbst noch einmal durchzuarbeiten und sich nicht nur auf Quellensammlungen, selbst so exakt bearbeitete wie diejenige von ALEXANDRE [1987], zu verlassen.

Besonders für die Rekonstruktion der Witterung im Mittelalter wäre die Auswertung von Primärquellen, speziell der unter »M.G.H.« (Monumenta Germaniae historica) zusammengefaßten Chroniken, sicherlich sehr lohnend.

#### 2.4.2 Die Leutesdorfer und Andernacher Aufzeichnungen

Zu den im Forschungsvorhaben analysierten Primärquellen gehört das Quellenmaterial aus Leutesdorf am Rhein (s. Tab. 3). Die Leutesdorfer Aufzeichnungen können nach Tab. 2 den Buchhaltungen privater bzw. kirchlicher Landgüter, Ortschroniken sowie den persönlichen Papieren zugeordnet werden. Die erwähnte Schulchronik und das Kirchbuch sind den »obrigkeitlichen« Papieren zuzurechnen.

Quelle	Autor	Zeit
Heberegister der Fürstenabtei Herford	unbek.	868–1543
Leutesdorfer Nachbarschaftsbücher	unbek.	1711–1900
Pfarrbuch	Pf. Retterath	1743–1787
persönliches Papier	Johann Breidbach	1847
Schützenprotokollbuch der Sebastianusschützenbruderschaft Hammersteiner Schulchronik	unbek.  Lehrer Werner Schönhofen	1853–1854  1857–1897

*Tabelle 3 Überblick über die verwendeten Leutesdorfer Quellen*

### 2.4.2.1 Die Heberegister der Fürstenabtei Herford

König Ludwig der Deutsche schenkte der Fürstenabtei Herford im Jahre 868 einen Herrenhof im heutigen Leutesdorf, Fronhof genannt. Schenkungsurkunde, Bestätigungsurkunden der folgenden Regenten und Heberegister des Stifts befinden sich im Staatsarchiv Münster. Eine Auswahl dieser Dokumente wurde im Hinblick auf Wetterbeobachtungen durchgesehen [StA Münster Msc. VII ff. No 329 b-g, No 530, No 3301a und b, No 327 i-l, No 327 b-o]. Ausgangspunkt waren der Aufsatz von Franz Darpe »Einkünfte und Lehnsregister der Fürstenabtei Herford sowie Heberollen des Stifts auf dem Berge bei Herford« [Münster 1892, Codex Traditionum Westfalicum Bd. IV, S. 50-297] und Helmut Gensickes Beitrag im Heimatkalender 1961 für den Landkreis Neuwied (S. 20ff.) unter dem Titel »Der Fronhof des Stiftes Herford und der Abtei Marienstatt zu Leutesdorf am Rhein« gewesen.

In den Heberegistern der Abtei Herford erscheint Leutesdorf unter den Bezeichnungen »Ludensdorpe, Liudwinesthorp, Ludenestarp, Ludenstorp, -torf, Ludelstorp(e)«. Bis ins 9. Jh. zurück wurden die Heberegister, in denen seit dem 12. Jh. jährliche Abgaben notiert wurden, auf Wetterbeobachtungen hin überprüft.

Die Schenkungs- und Bestätigungsurkunden (868, 927, 980 und 1044 durch Ludwig den Deutschen, Heinrich I., Otto II. und Heinrich III.) scheiden für diese Betrachtung natürlich aus. Aber auch die Pachtverträge, ihre Erneuerungen und neue Bestätigungen und Festsetzungen von Abgaben ergeben nichts über die Klimaverhältnisse.

Weitere Daten, die den Fronhof betreffen, stellen Angaben über die einzelnen Hausmeier und besondere Umstände dar, z.B. darüber, daß ein Teil der Güter durch Heirat in fremde Hände gelangte (um 1150), über Weinladungen, die im »unteren Haus« gesammelt wurden und von Leutesdorf nach Duisburg verschifft wurden (kurz vor 1250), über eine Anweisung zur Bauförderung durch den Hausmeier Siegfried von Leutesdorf (um 1265 bis 1276) oder Klagen über den unstatthaften Genuß von Klosterwein (1290), über den Bau eines Pfortenhauses (um 1300), Mißbräuche im 14. Jh., das zerstörte Kelterhaus (1338), Neuverteilung der Ämter und Pflichten, Kaufverhandlungen mit der Karthause St. Barbara in Köln und über den Verkauf 1543 zu Martini an die Abtei Marienstatt. Alle diese Angaben sind lediglich für die Geschichte des Fronhofs interessant, lassen jedoch keine Rückschlüsse auf Witterungseinflüsse zu.

Neu- und Umbauten müssen nicht auf mögliche Hochwasserschäden zurückgeführt werden, sondern sind vermutlich durch Baufälligkeit oder die Baufreudigkeit der Klosterherren und -herrinnen begründet. Die Abgabebeträge, wie sie auch für andere Orte festgelegt wurden, bleiben in der Regel vom Wetter unbeeinflusst. Häufig sind die Hinweise »soll alle Jahr geben«, »muß bekennen, daß nichts«, »item proscripta« und »nach dem Pachtbuch«, was bedeutet, daß die Abgaben durchweg an einem Pachtvertrag orientiert waren. Es handelt sich dabei je nach Festsetzung und Ertragslage des Hofes um Geld, Wein, Schweine, Schafe, Roggen, Weizen, Käse, Butter, Eier, Fische, Speck, Honig, Brot, Kuchen, Gänse, Hühner, Ziegen etc., wobei u.a. differenziert wird zwischen Spanferkeln, Lenden- und Speckschweinen, Molkenkäse und Schüttelbutter, Immenhonig und einfachem Honig.

Selbst im ausführlichsten Bestand des 16. Jahrhunderts finden sich in den Listen keinerlei Eintragungen über reiche Erträge, Verluste durch Dürre und Unwetter o.ä. Die Herren hatten zwar das Recht, die besten Tiere auszuwählen, aber witterungsbedingte Gründe für Wohl- oder Mißstand sind auch über Umwege nicht zu ermitteln.

Weiterhin heißt es auch für den Leutesdorfer Fronhof, daß zum Besuch der Äbtissin Geldabgaben notwendig waren, in anderen Jahren Wein, Leinen, Fische, Speck oder Feldfrüchte. Alles in allem buntgemischte Zahlungsverhältnisse: Die Pestzeit hat neue Belehnungen zur Folge; es kommt vor, daß unterwegs nach der Einziehung Tiere starben, weil die Rentmeister bis zu fünf Wochen unterwegs waren und sich aus den Erhebungen verpflegen mußten.



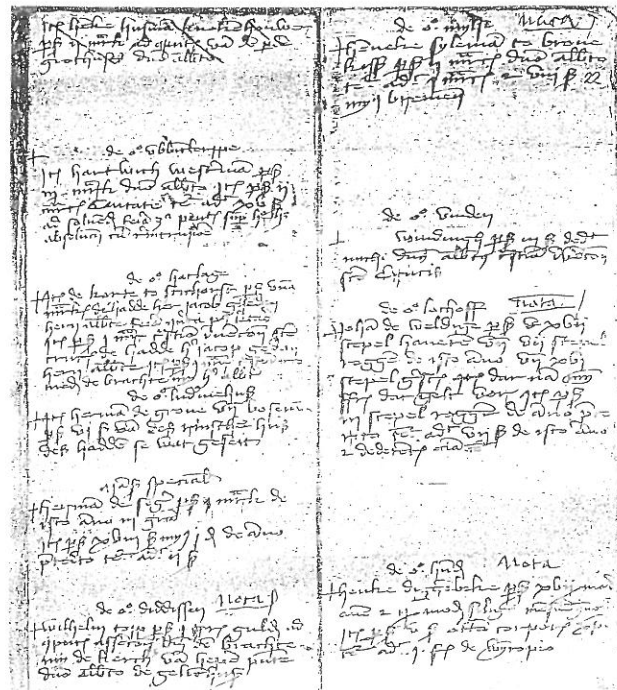


Abb. 1 Auszug aus den Herforder Heberegistern

Alle Register sind schwer leserlich, da besonders die Pachtverträge an Ort und Stelle unterzeichnet wurden, auf der Reise Zusätze erhielten, gegengezeichnet wurden etc. In Abb. 1 ist als Beispiel ein Auszug aus den Herforder Heberegistern wiedergegeben.

Leider mußte festgestellt werden, daß die Herforder Einkunfts- und Heberegister nicht dazu geeignet sind, Rückschlüsse auf das Klima anhand der Abgabebeträge zu ziehen, weil Angaben über Zahlungen und Naturalien je nach Bedarf miteinander vermischt sind.

#### 2.4.2.2 Historische Aufzeichnungen witterungsspezifischer Besonderheiten in Leutesdorf am Rhein

Ausgangspunkt dieser Untersuchung sind die Wetteraufzeichnungen der Leutesdorfer Nachbarschaften, die in den sogenannten Nachbarschaftsbüchern niedergeschrieben wurden. Ihr Inhalt wurde alljährlich vom Nachbarschaftsschreiber am Aschermittwoch in Anwesenheit aller Nachbar vorgelesen und entspricht in vielem den üblichen Ortschroniken.

Der Weinstock steht in einem Winzerort naturgemäß im Mittelpunkt der Betrachtungen, da wirtschaftliches Wohl und Wehe von seinem Gedeihen und Ertrag abhängig waren. Auch die anderen Ernteumstände finden Erwähnung, und bereits im 18. Jh. werden die Ernteerträge genannt. Die historisch-politischen und lokal-kulturhistorischen Bemerkungen machen deutlich, daß es sich nicht nur um schriftkundige, sondern auch um nachdenkliche Bürger des Ortes gehandelt hat, deren Zuverlässigkeit bei den Beobachtungen nicht allzusehr angezweifelt werden sollte, wenn sich auch Anmerkungen finden, die dies nahelegen.

Bautätigkeiten im Ort finden kaum Niederschlag, aber immer wieder werden die Statuten der Nachbarschaft zitiert, an die sich die Anwesenden wie an Gesetze zu halten hatten. Das Hauptziel der Nachbarschaften waren die gegenseitige Hilfeleistung bei Krankheit, Unglück und Tod, bei

Geburten, Hochzeiten, in Notlagen, bei Feuer und Hochwasser und die Pflege von Religion und Sitten. Bretzel und Wein waren der Beitrag, den jeder Nachbar für den Versammlungsabend beisteuern mußte. Gelegentlich wurde der Nachbarschaftsschreiber für seine Dienste davon befreit. Verschiedentliches Fehlverhalten von einzelnen Nachbarn wurde mit zusätzlichen Weinabgaben geahndet.

Leider sind die ältesten Leutesdorfer Nachbarschaftsbücher schon vor 1974, als sie erstmalig für volkskundliche Untersuchungen benutzt wurden, verkauft worden; über ihren Verbleib ist nichts bekannt. Sie sollten Aufzeichnungen aus dem 16. und 17. Jh. enthalten. Die vorhandenen Bücher beginnen im 18. Jh., und es findet sich nur ein Verweis auf das 15. Jh., wo es vergleichsweise kalt gewesen sein soll.

Die Transkription der Leutesdorfer Nachbarschaftsbücher liegt bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde vor. In der Tab. 4 ist eine Aufzählung der in Leutesdorf genannten Ereignisse wiedergegeben. Dabei werden die Angaben in Spalten für einzelne Witterungs- und hydrologische Vorkommnisse sowie für önologische, d.h. den Weinbau betreffende Daten unterteilt, gegliedert in zehnjährige Zeiträume. Die önologischen Daten setzen sich zusammen aus Angaben über Quantität und Qualität des Weins, über den Zeitpunkt der Weinblüte sowie den Beginn der Weinlese (= para-phänologische Daten).

Es läßt sich leicht die Bedeutung der önologischen Daten für die Nachbarschaften erkennen, denn in diese Rubrik fällt ein auffallend großer Teil der verwendeten Angaben, vor allem im 19. Jh. Die eigentlichen witterungsspezifischen Nachrichten wurden nicht kontinuierlich notiert; Kälte- und Nässeperioden scheinen dabei eine größere Rolle zu spielen als trockene und warme Abschnitte.

Die hydrologische Information ist vergleichsweise dürftig, kaum ein Hochwasserereignis wurde in den Büchern festgehalten. Selbst die für die Mittelrheinregion so katastrophalen Eishochwasser von 1740 und 1784 sind nirgendwo verzeichnet. Bei Niedrigwasserperioden sieht die Situation noch schlechter aus; ganze vier Male in 188 Jahren ist ein derartiges Ereignis notiert worden.

Wenn auch die weinbaulichen Daten nur indirekt zur Witterungsbeschreibung herangezogen werden können, so bilden sie doch einen wichtigen Baustein in dieser Arbeit, denn sie können durchaus zur Rekonstruktion der sommerlichen Witterung beitragen. Für das Jahr 1720 heißt es beispielsweise: »... Und ist dieses Jahr noch ein ziemlich guter Herbst (= Weinertrag, Anm. d. Verf.) gewesen. Denn die hohen Berge haben die schönen Trauben gehabt, auch gute Rote«. Da die roten Trauben besonders viel Sonne brauchen, um trotz ihrer Gerbstoffe Aroma zu entwickeln, aber auch Feuchtigkeit, ist der Sommer vermutlich heiß mit ausreichendem Regen gewesen.

Ein weiteres Beispiel: »1770 ist wieder wenig Wein gewachsen. Der Rote war noch ziemlich, aber der Weiße war sehr schlecht«. Das bedeutet, daß die rote Traube, die etwas nach der weißen Traube blüht, vermutlich günstiger angesetzt hat, weil das Wetter zu diesem Zeitpunkt »besser« gewesen war und daß zur Zeit ihrer Ernte, die beträchtlich vor derjenigen der weißen Traube liegt, auch mehr Sonne die Reifung begünstigte. Danach kann Dauerregen die Ursache gewesen sein, daß der weiße Wein schlecht wurde.

Leider sind die meteorologischen und hydrologischen Ereignisse in den Nachbarschaftsbüchern nur sporadisch und zusammenhanglos aufgezeichnet worden, so daß sie lediglich für die Witterungsrekonstruktion einzelner Jahre herangezogen werden können. Für das vorige Jahrhundert sind allerdings auch schon kontinuierliche Meßreihen vorhanden (vgl. Kap. 2.4.3); trotzdem bedeuten derartige witterungsrelevante Angaben in Nachbarschaftsbüchern und anderen lokalen Aufzeichnungen eine wertvolle Zusatzinformation.

Zeitraum	S	N	HW	HW/E	TE	E	K	mW	TR	H	NW	WD
1710-1719	1	-	1	1	-	-	-	-	5	1	1	15
1720-1729	4	1	-	1	-	1	1	1	1	1	-	8
1730-1739	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
1740-1749	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1750-1759	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1760-1769	1	1	-	-	2	2	2	-	1	-	1	6
1770-1779	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	2
1780-1789	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
1790-1799	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800-1809	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1810-1819	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1820-1829	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1830-1839	8	14	-	-	5	2	10	4	7	1	-	20
1840-1849	6	5	1	1	4	4	8	4	4	1	-	18
1850-1859	5	2	-	-	1	1	10	5	7	1	2	23
1860-1869	2	4	1	-	-	-	4	-	7	-	-	26
1870-1879	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
1880-1889	-	2	2	1	-	-	3	-	-	-	-	15
1890-1899	2	7	1	-	1	-	9	1	1	1	-	27
Summe	32	36	8	5	13	11	51	15	33	6	4	162

- S = Schnee (-decke)  
 N = starker bzw. lang andauernder Niederschlag (Regen)  
 HW = Hochwasser  
 HW/E = Hochwasser mit Eisgang  
 TE = Treibeis (Eisgang ohne Hochwasser)  
 E = Eisdecke  
 K = Kälte  
 mW = milder Winter  
 TR = Trockenheit  
 H = Hitze  
 NW = Niedrigwasser  
 WD = önologische (= den Weinbau betreffende) Daten

*Tabelle 4 Häufigkeit der witterungsspezifischen Angaben in den Leutesdorfer Nachbarschaftsbüchern, gegliedert in zehnjährige Zeiträume*

### **2.4.2.3 Historische Aufzeichnungen witterungsspezifischer Besonderheiten in Andernach**

Auch von Andernach liegt uns eine Reihe von Nachbarschaftsbüchern vor, die sogar bis ins 17. Jh. zurückreichen. Die Notizen aus dem 17. und 18. Jh. sind jedoch nur sehr schwer zu entziffern und beinhalten leider keine für das Forschungsvorhaben zu verwertende Information. Es werden lediglich immer wieder die in den einzelnen Nachbarschaften vertretenen Personen sowie verschiedene Schulden, Zahlungen u.ä. aufgelistet, aber keine Angaben über Witterung oder Ernteerträge.

Erst ab dem vorigen Jh. tauchen – allerdings auch nur sporadisch – Meldungen über Witterung, Wasserführung des Rheins und Erntemengen auf.

### **2.4.3 Instrumentelle Meßdaten**

Es liegen kontinuierliche Meßreihen vor, die in die Witterungsrekonstruktion mit einbezogen worden sind. Die längste Meßreihe von monatlichen Niederschlägen ist die aus Trier, die im Jahre 1806 beginnt. Temperaturmeßreihen für SW-Deutschland existieren seit den 50er Jahren des 18. Jahrhunderts (vgl. Kap. 4.2).

Außerdem stehen für die Pegel Köln und Emmerich seit 1772 tägliche Wasserstandsmessungen des Rheins (mit kurzen Unterbrechungen) zur Verfügung, so daß die Wasserführung bis zu diesem Jahr fast kontinuierlich rekonstruiert werden kann. Die Kölner Meßreihe dient als Fortführung der im Forschungsvorhaben erstellten Indexreihe der Wasserführung des Mittelrheins (vgl. Kap. 4.3).



### 3. AUFBAU DER CHRONOLOGIE

#### 3.1 Räumliche Verteilung des Quellenmaterials

Das Forschungsvorhaben konzentriert sich auf die Mittelrheinregion, naturgemäß liegt dort auch der Schwerpunkt der Quellenarbeit. Weiterhin sind ein Großteil der verfügbaren Quellen aus dem gesamten Einzugsgebiet des Rheins bis hin zu den Mündungsarmen ausgewertet worden, wobei vor allem die Regionen an Ober- und Niederrhein sowie am Main Informationen beisteuern. Außerdem wurden Quellen aus den westlichen Nachbarregionen (Belgien, Nord- und Ostfrankreich) bearbeitet, weil sie zum großen Teil die meteorologische und hydrologische Situation des Mittelrheingebiets teilen und somit im allgemeinen ähnliche witterungsrelevante Erscheinungen aufweisen.

Vereinzelt sind auch Quellen aus den östlichen Nachbarregionen in die Untersuchung mit einbezogen worden, meistens dann, wenn sie die aus den übrigen Quellen gewonnene Information bestätigen, gelegentlich allerdings auch, wenn aus den anderen Regionen für einen bestimmten Zeitraum keine witterungsspezifischen Aussagen vorliegen; in diesen Fällen muß man jedoch die Meldungen aus den östlichen Gebieten wie z.B. aus Böhmen mit einer gewissen Vorsicht betrachten, da hier die herrschende Witterung und damit auch die Wetterlage eine ganz andere sein kann als am Mittelrhein.

Die Verteilung der Herkunft des benutzten Quellenmaterials aus den jeweiligen Flußgebieten in den einzelnen Jahrhunderten ist in Karte 1 dargestellt worden. Die Karte ist unterteilt in einzelne Flußabschnitte (1–9) und die dazugehörigen Regionen (zweistellige Zahlen), die innerhalb des Rheingebietes den jeweiligen Teileinzugsgebieten entsprechen. Die außerhalb des Rheingebietes eingezeichneten Regionen sind nicht nach bestimmten Einzugsgebieten abgegrenzt worden.

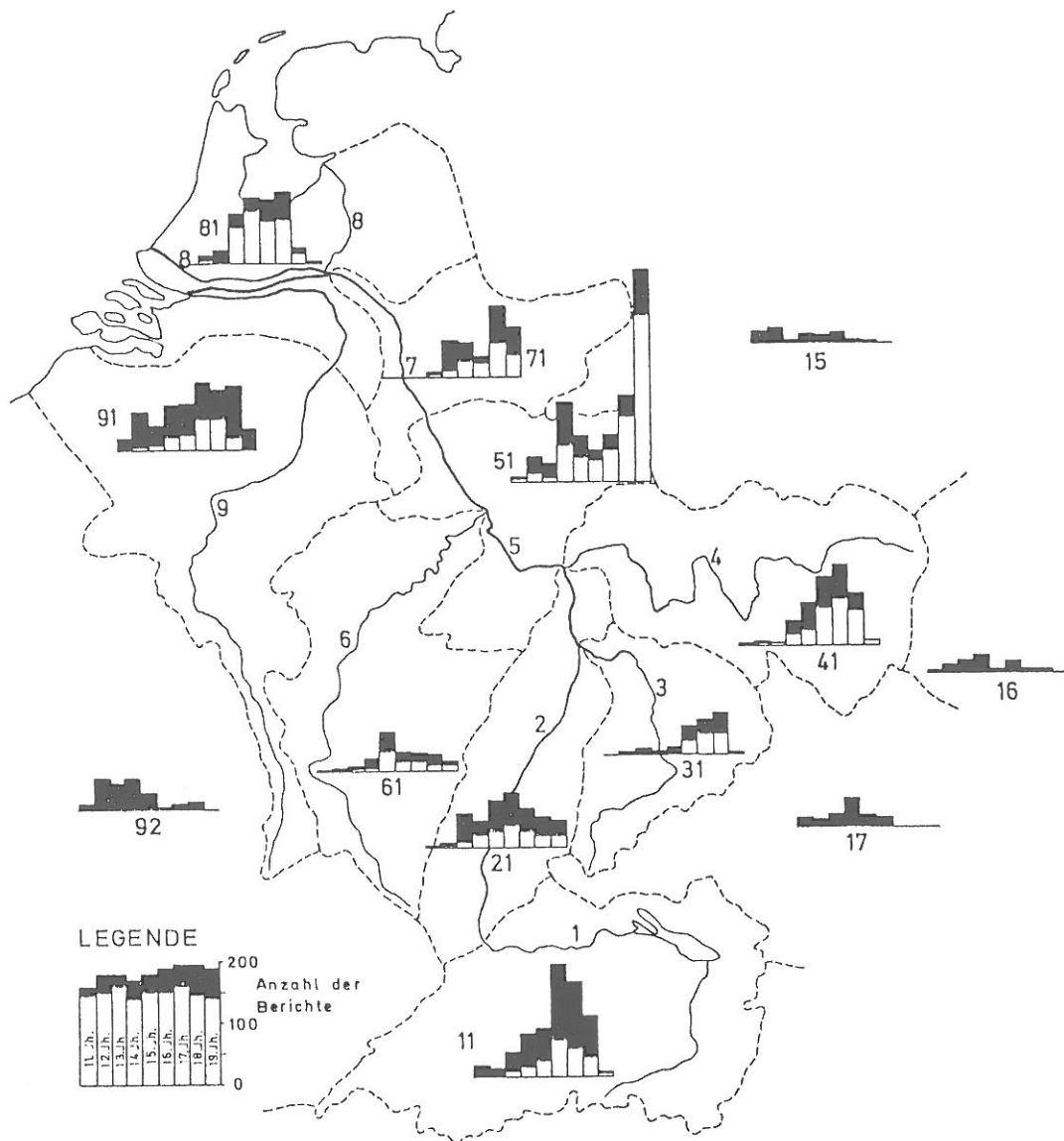
In die Diagramme eingetragen wurde nur die Anzahl der Meldungen aus Quellen, die für das Projekt ausgewertet worden sind, nicht die Anzahl sämtlicher Mitteilungen aus allen verfügbaren Quellen; es kann also durchaus vorkommen, daß über ein und dasselbe Ereignis am gleichen Ort mehrere Quellen berichten, im Rahmen des Forschungsvorhabens allerdings nur eine ausgewertet wurde.

Innerhalb der Karte läßt sich erkennen, ob die Quellen sich direkt auf einen Flußabschnitt des Rheins bzw. auf seine wichtigsten Nebenflüsse oder die Maas beziehen (weißer Bereich der Säulen in den Diagrammen).

Der schwarze Abschnitt der Säulen bezeichnet alle meteorologischen und hydrologischen Meldungen, die sich auf die Region bzw. nicht direkt auf die unter 1–9 angeführten Flußabschnitte beziehen. Ein Hochwasserereignis des Mains wird dabei beispielsweise der Rubrik 4 zugeordnet, ein Hochwasser der Tauber oder längere Niederschläge in der Mainregion der Rubrik 41. Dabei interessiert weniger die genaue Höhe der einzelnen Säulen, sondern vielmehr das Verhältnis von weißem zu schwarzem Anteil sowie die unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Flußabschnitte/Regionen in den Jahrhunderten bei der Bereitstellung von hydrologischer und klimatologischer Information aus der Vergangenheit.

Lokale Überschwemmungen von Bächen, die auf räumlich eng begrenzte Starkniederschläge zurückgeführt werden können, sind in diese Statistik nicht mit aufgenommen worden, ebenso wenig sind solche Starkregen als klimatologische Ereignisse verarbeitet worden.

Für das Projekt wurden in Ausnahmefällen auch Quellen benutzt, die keiner bestimmten Region (Bsp.: Westdeutschland) zugerechnet werden können; derartiges Quellenmaterial ist allerdings nicht in die Karte mit einbezogen worden.



Weißer Teil der Säulen: Zahl der Berichte zu hydrologischen Ereignissen der Flußabschnitte 1-9  
 Schwarzer Teil der Säulen: Zahl der Berichte zu hydrologischen und meteorologischen Ereignissen aus den jeweiligen Regionen 11-92

- 1 – Alpenrhein, Bodensee, Hoahrhein von den Quellen bis Basel
- 2 – Oberrhein von Basel bis zur Mainmündung
- 3 – Neckar
- 4 – Main
- 5 – Mittelrhein von der Mainmündung bis Köln
- 6 – Mosel
- 7 – Niederrhein von Köln bis zur niederländischen Grenze
- 8 – Nederrijn, Waal, Lek, IJssel von der niederländischen Grenze bis zur Mündung
- 9 – Maas

- 11 – Einzugsgebiet von 1
- 21 – Einzugsgebiet von 2 (ohne 11, 31)
- 31 – Einzugsgebiet von 3
- 41 – Einzugsgebiet von 4
- 51 – Einzugsgebiet von 5 (ohne 11, 21, 31, 41, 61)
- 61 – Einzugsgebiet von 6
- 71 – Einzugsgebiet von 7 (ohne 11, 21, 31, 41, 51, 61)
- 81 – Einzugsgebiet von 8 + restliches Gebiet der Niederlande
- 91 – Belgien + Einzugsgebiet von 9 (ohne niederländisches Gebiet)
- 92 – Nord- und Ostfrankreich (ohne 21, 61, 91)
- 15 – Nord- und Mitteldeutschland (incl. Weser + Elbe)
- 16 – Böhmen
- 17 – Süddeutschland und Österreich (incl. Donau)

*Karte 1 Herkunft und Anzahl der ausgewerteten Berichte mit hydrologischem und klimatologischem Aussagewert, aufgegliedert in einzelne Jahrhunderte.*

Karte 1 zeigt auf diese Art anschaulich die wechselnde Bedeutung einzelner Flußregionen bei der Erstellung einer Chronologie von hydrologischen und klimatologischen Ereignissen. Auffällig ist dabei weiterhin die Tatsache, daß in den Flußgebieten des Mittelrheins, des Niederrheins und der Mosel sich fast sämtliche hydrologische Information auf die entsprechenden Flußläufe selbst bezieht und nur zu einem ganz geringen Prozentsatz auf Nebenflüsse im jeweiligen Einzugsgebiet. Die Region des Rheinischen Schiefergebirges steuert demnach (abgesehen von den Tälern der großen Flüsse) nur sehr wenig verwertbare Informationen zu dem Forschungsvorhaben bei, ganz im Gegensatz zu SW-Deutschland, dem Elsaß und der Nordschweiz, wo ein Großteil der hydrologischen Meldungen nicht aus den Städten an den größeren Flüssen stammt, sondern aus Orten im Hinterland.

Je dichter die Information für den Flußabschnitt 5 (Mittelrhein) bzw. die Region 51 im Laufe der Jahrhunderte wird, desto unbedeutender in der Relation werden die Ereignisse von anderen Flußabschnitten bzw. aus anderen Regionen für die Kernfrage des Projekts, d.h. der Prozentsatz dieser Regionen bei der Bereitstellung von Quellenmaterial nimmt ab, der des Mittelrheingebiets nimmt zu. Daraus läßt sich der relativ hohe Anteil der Quellen aus der Mittelrheinregion im 19. Jh. erklären.

### 3.2 Zeitliche Datendichte

Solange nicht genügend gesicherte Angaben vorhanden sind, kann die Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet nicht vor dem Jahr 1000 n.Chr. beginnen. Zwar liegen auch für das 9. Jh. zahlreiche Informationen vor, jedoch sind witterungsrelevante Nachrichten aus dem 10. Jh.- aus welchen Gründen auch immer – nur sehr spärlich vorhanden. Einige Autoren, z.B. GOTTSCHALK [1971, S. 41] begründen dieses Phänomen mit der vorsichtigen Annahme, daß das Witterungsgeschehen bzw. die Aktivität der westeuropäischen Flüsse im 10. Jh. eventuell ausgeglichener gewesen war als im 9. Jh. und daß infolgedessen im 10. Jh. weitaus weniger Naturereignisse von den Chronisten für überlieferungswürdig gehalten worden waren. Diese Vermutung liegt nahe; es ist allerdings auch möglich, daß meteorologische und hydrologische Aufzeichnungen in Kriegszeiten weniger als in friedlichen Zeiten erfolgten oder daß sie vernichtet wurden. Eine solche Zeit ist beispielsweise auch der Dreißigjährige Krieg; aus dieser Periode liegen uns weniger witterungsspezifische Aufzeichnungen vor als aus den Zeiträumen davor und danach, weil man in den Kriegswirren Naturbeobachtungen wahrscheinlich für relativ unbedeutend und daher nicht für notierenswürdig hielt. Hinzu kommt nach längeren Kriegszeiten eine gewisse Apathie der Bevölkerung gegenüber Naturkatastrophen.

Ob allerdings im 10. Jh. derartige Gründe für ein mangelhaftes Notieren von Naturereignissen ausschlaggebend gewesen waren, ist fraglich. Vielleicht spielten sich im 9. Jh. tatsächlich bedeutendere Naturereignisse ab als im nachfolgenden Jahrhundert.

Die vorliegende Witterungschronologie beginnt mit dem Jahr 1000. Für die Rekonstruktion des 11. Jahrhunderts erweist sich vor allem die Kompilation von ALEXANDRE [1987] als sehr wertvoll, weil er in dieser Arbeit viele Primärquellen aus dem französischen Sprachraum zitiert, die in deutschsprachigen Quellensammlungen bislang noch nicht angeführt waren; somit konnten die Informationslücken in diesem Jahrhundert teilweise ausgefüllt werden.

Im Verlauf des 12. Jahrhunderts nimmt dann der witterungsspezifische Informationsgehalt der untersuchten Quellen zu; ab dieser Zeit stehen auch zahlreiche Angaben über Ernten und Weinerträge bzw. -qualität zur Verfügung, die bei der Rekonstruktion der Sommerwitterung eine wertvolle Hilfe darstellen.

Berichte über hydrologische Ereignisse finden sich vermehrt allerdings erst ab der Mitte des 14. Jahrhunderts; ob beispielsweise Hochwasser in der Zeit davor nur eine geringere Rolle spielte, bleibt



zu diskutieren. Wahrscheinlich sind derartige Ereignisse nicht unbedingt für überlieferungswürdig gehalten worden.

In der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts wird im allgemeinen auch die Datierung der einzelnen Ereignisse genauer, d.h. die Angaben beschränken sich in vielen Fällen nicht mehr nur auf das Jahr oder eine Jahreszeit, sondern weisen oft auf einen mehr oder weniger genau definierten Termin bzw. eine bestimmte Zeitdauer hin. Ab dieser Zeit lassen sich das hydrologische und auch das klimatologische Geschehen recht gut verfolgen, weil keine größeren Informationslücken mehr auftreten.

Der Zeitraum zwischen 1750 und dem Beginn der Wasserstandserfassung durch regelmäßige Messungen am Pegel Köln (ab 1772) ist in diesem Forschungsvorhaben noch nicht optimal durch Primärquellen belegt, zumal auch viele Quellensammlungen nur bis zum 18. Jh. Material zusammengetragen haben.

Für die letzten Jahrzehnte des 18. Jahrhunderts und das ganze 19. Jh. stehen schließlich Meßwerte auf Monatsbasis zur Verfügung, teilweise sogar tägliche Beobachtungen wie z.B. am Pegel Köln.

#### 4. KLASSIFIZIERUNG DER DATEN DURCH INDEXREIHEN

Im Forschungsvorhaben ist versucht worden, aus dem deskriptiven Quellenmaterial klimatologische und hydrologische Indexreihen auf monatlicher Grundlage vom Jahr 1000 bis zum durch instrumentelle Messungen dokumentierten Zeitraum abzuleiten. Die Reihen wurden mit den aus den vorhandenen kontinuierlichen Meßreihen berechneten Indizes bis zum Jahr 1970 verlängert.

Die Indexreihen sind nach dem Muster von PFISTER [1984] für die Charakterisierung der einzelnen Monate nach Temperatur und Niederschlag sowie nach Wasserführung bzw. Eisverhältnissen des Mittelrheins erstellt worden. Alle Reihen müssen z.Z. noch als vorläufig bezeichnet werden; an ihrer Verbesserung wird ständig weitergearbeitet.

Bei den Reihen für Temperatur und Niederschlag beispielsweise reicht die Skalierung von -2 (sehr kalt bzw. sehr trocken) über -1 (größtenteils / eindeutig kalt oder kühl bzw. trocken), 0 (indifferent oder keine Information), 1 (größtenteils / eindeutig warm bzw. feucht) bis 2 (sehr mild / heiß bzw. niederschlagsreich). Für die Zeit der instrumentellen Meßdaten ab 1761 bzw. ab 1806 orientieren sich die Indexwerte -2, -1, 0, 1 und 2 an den 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentilen der Monatsmittel- bzw. Monatssummenwerte der jeweiligen Meßreihen. Die Perzentile wurden für den Zeitraum 1931-1960 berechnet.

Die Klassifizierung der Wasserführung des Mittelrheins anhand der deskriptiven Daten kennt sechs Klassen, die sich an den Abflußwerten der Meßreihe am Kölner Pegel orientieren. Bislang gelten als Grenzwerte für die einzelnen Indizes folgende Abflußwerte: -2 (< 650 m<sup>3</sup>/s), -1 (650-1000 m<sup>3</sup>/s), 0 (1000-4000 m<sup>3</sup>/s), 1 (4000-7000 m<sup>3</sup>/s), 2 (7000-9000 m<sup>3</sup>/s), 3 (> 9000 m<sup>3</sup>/s). Die der Klassenbildung zugrundegelegten Abflußwerte entsprechen für die Niedrigwasserindizes den Unterschreitungswahrscheinlichkeiten des kleinsten 30-Mehrtages-Mittelwertes von ca. 1% (650 m<sup>3</sup>/s) und ca. 40% (1000 m<sup>3</sup>/s), für die Hochwasserindizes den Überschreitungswahrscheinlichkeiten des größten 1-Tages-Mittelwertes von ca. 80% (4000 m<sup>3</sup>/s), von ca. 40% (7000 m<sup>3</sup>/s) und von ca. 1% (9000 m<sup>3</sup>/s) im Zeitraum von 1931 bis 1960.

Im folgenden werden einige Beispiele aus den Quellentexten für die Vergabe der jeweiligen Indizes vorgestellt. Berücksichtigt werden muß dafür die geographische Lage zur Mittelrheinregion bzw. bei Hoch- und Niedrigwasserereignissen das entsprechende Fließgewässer in seiner Bedeutung für den Mittelrhein; ein schweres Hochwasser des oberen Mains oder der Pegnitz wirkt sich beispielsweise für den Mittelrhein nicht so gravierend aus wie ein starkes Hochwasser an der Untermosel und erhält daher auch einen niedrigeren Indexwert als letzteres.

Beispiele:

... do was de sommer so swynde heyt, dat dat korne van drucheyd nicht mochte wassen

... hatte man im Julius reife Trauben und in den ersten Tagen Augusts wurde süßer Most verkauft. Der Wein war ganz dick wie Syrup und so stark, daß ein kleiner Becher gleich trunken machte,...

-> Temperaturindex 2, Niederschlagsindex -2

... waest also weyck weyntter, inde sonder snee inde vorst

-> Temperaturindex 2

Warmer, trockner Sommer.

-> Temperaturindex 1, Niederschlagsindex -1

zu summerzyten, ging an ein regenwetter, dass wert nün wochen lang

-> Niederschlagsindex 2

... een strenge winter met zeer veel sneeuw

-> Temperaturindex -1, Niederschlagsindex 1

Des selven jars was eyn redelich kalt wynter und froißz, dat et woll sees wecken und lenck overdroch.

-> Temperaturindex -2

Es war ein solcher dürrer sommer, daß fast gantz nicht regnet vom Mertz an biß an den Christmonath, und war der Rhein so klein, daß mann an edlichen orthen dardurch reyten konte.

-> Niederschlagsindex -2, Wasserführungsindex -2

Item noch ein groß gewesser

-> Wasserführungsindex 1

sind die wasser an vielen orten,..., der Rhein, der Main, die Saal sowol andere sehr aufgelofen, daß sie unseglichen schaden gethun und vil leut und vich verderbet haben.

..., da was ein so groß wasser, das in 50 jaren nie gesehen ward,...

-> Wasserführungsindex 3

#### 4.1 Problematik bei der Erstellung von Indexreihen

Bei den analysierten Schriftquellen handelt es sich – abgesehen von den instrumentellen Meßdaten – im allgemeinen um subjektiv formulierte Mitteilungen von Augenzeugen und Chronisten. Diese Tatsache erweist sich als Schwierigkeit bei einer möglichst objektiven Einstufung der jeweiligen beobachteten Naturereignisse.

Die Probleme beginnen bei der Feststellung des exakten Termins oder der Zeitdauer eines Ereignisses (vorausgesetzt, das Jahr steht fest). Gerade in älteren Chroniken ist für ein Jahr oft nur eine meteorologische oder hydrologische Besonderheit angegeben (Bsp.: »Große Trockenheit«), aber keine Zeitangabe. Derartige Meldungen lassen sich höchstens unter einem bestimmten Jahr, aber nicht in eine Jahreszeit oder sogar einen Monat einordnen und tragen deswegen zur monatlichen oder jahreszeitlichen Charakterisierung eines Jahres nur wenig bei.

Auch die Angabe eines Ereignisses und der Jahreszeit, in der es stattgefunden hat, bewirkt noch keine einwandfreie Datierung. »Heißer Sommer« oder »Hiver rude« können bedeuten, daß der ganze Sommer (Juni-August) heiß bzw. der ganze Winter (Dezember-Februar) streng gewesen ist, daß also jeweils drei gleichartige Monate aufeinander gefolgt sind; es kann aber genausogut möglich sein, daß nur eine relativ kurze Periode in der entsprechenden Jahreszeit ungewöhnlich heiß oder kalt gewesen ist. Oft gibt die Primärquelle mehr Aufschluß über die exakte Dauer.

Ähnlich steht es mit den Niederschlagsangaben: »Viel Regen im Sommer« kann bedeuten, daß der Sommer insgesamt sehr niederschlagsreich gewesen ist; es könnte aber auch gemeint sein, daß

es einige gewaltige Starkregen gegeben hat, die jedoch eher den Charakter von Einzelereignissen gehabt haben.

In der vorliegenden Arbeit wurden Angaben zu einer Jahreszeit ohne exakte Datierung für alle drei Monate der jeweiligen Jahreszeit gerechnet, also bedeutet z.B. ein »heißer Sommer«, daß die Monate des meteorologischen Sommers (Juni-August) jeweils den Indexwert von 1 bzw. 2 bekommen. Naturgemäß kann es dadurch zu einer gewissen Überbewertung der ganzen Jahreszeit kommen (vgl. Kap. 5).

Schwierig wird es, den Winter, der üblicherweise unter nur einer Jahreszahl verzeichnet wurde, einzustufen. In den meisten Fällen ist wohl der Winter am Anfang des entsprechenden Jahres gemeint, aber oft läßt es sich nicht einwandfrei feststellen. Ein Vergleich mit anderen Quellen ist häufig nützlich.

Ein besonderes Problem stellt die Datierung innerhalb des Winters dar, denn mit dem Begriff »Winter« wird in einigen Quellen nur die Zeit der Schneebedeckung beschrieben, nicht der meteorologische Winter. Häufiger noch trifft dieses Problem auf den Herbst zu, denn damit ist oft nur die Zeit der Weinlese, also des »Herbstens« gemeint. Ein »guter Herbst« bezieht sich somit vielfach nur auf eine gute Weinernte oder auch auf eine gute Zeit während der Weinernte, keinesfalls aber auf den ganzen meteorologischen Herbst (September-November).

Selbst die im Mittelalter übliche Datierung eines Ereignisses nach Heiligentagen oder sonstigen kirchlichen Feiertagen bedeutet oft nur eine scheinbar genaue Beschreibung des Datums. So taucht z.B. immer wieder die Formulierung auf »... von Martini bis ...«; das hat dazu geführt, daß einige Autoren von Quellensammlungen viele Ereignisse genau am 11. November beginnen lassen, was eine exakte Datierung vortäuscht. Gemeint ist vielmehr die Zeit um den Martinstag, und das kann einen Zeitraum von mehreren Wochen umfassen.

## 4.2 Die meteorologischen Indexreihen

Hierunter fallen die schon erwähnten fünfstufigen Indexreihen für Temperatur und Niederschlag. In diese Indizes sind nicht nur Witterungsbeschreibungen eingegangen, sondern auch physikalische Daten aus den historischen Quellen wie Angaben zu Wasserständen oder zur Vereisung von Gewässern. Berichten beispielsweise verschiedene Quellen glaubwürdig von einer Eisdecke auf den Gewässern, so erhält der entsprechende Monat den Temperaturindex -2; führen die Flüsse Hochwasser, so wirkt sich das auf den Niederschlagsindex positiv aus.

Weiterhin wurden ebenfalls phänologische und önologische Daten bei der Erstellung der Indexreihen berücksichtigt: Blühen im Februar schon die Frühlingsblumen, erhält dieser Monat (evtl. auch schon der Januar) den Temperaturindex 2. Ein guter Wein läßt auf einen warmen Sommer (evtl. auch Herbst) schließen, beeinflusst also den sommerlichen Temperaturindex positiv. Ist die Weinernte schlecht ausgefallen, muß das allerdings nicht unbedingt gleich einen zu kalten oder zu nassen Sommer bedeuten, denn normalerweise wirkt sich beispielsweise schon ein ungewöhnlich kalter und niederschlagsreicher September sehr negativ auf den Wein aus, auch wenn der vorherige Sommer die besten Voraussetzungen für eine gute Weinernte geboten hat.

Problematisch wirkt sich bei der Erstellung solcher Indexreihen aus, daß die Meldungen aus verschiedenen Regionen stammen. Es wurden Quellentexte von Nordfrankreich bis hin nach Österreich für das Projekt ausgewertet, also aus Gebieten mit teilweise sehr unterschiedlichem Witterungscharakter.

Ein Hochwasser am Mittelrhein beispielsweise könnte durch vermehrte Niederschläge in der Oberrheinregion entstanden sein, ohne daß vergleichbare Niederschlagsmengen auch im Mittel-

rheingebiet aufgetreten sein müssen. Da allerdings die Wasserführung des Mittelrheins als Kriterium bei der Erstellung der Indexreihe für den Niederschlag in der Mittelrheinregion dient, kann auf diese Weise eventuell ein Fehler in die Reihe übernommen werden. Es muß also noch einmal darauf hingewiesen werden, daß sämtliche Indexreihen nicht als endgültig, sondern noch als vorläufig zu betrachten sind.

Für den durch instrumentelle Meßdaten belegten Zeitraum wurde die 1761 beginnende Reihe der monatlichen Durchschnittstemperatur für Mitteleuropa [BAUR, 1975], die sich wiederum aus mehreren verschiedenen Temperaturreihen zusammensetzt, und die 1837 bzw. 1806 beginnenden Niederschlagsreihen aus Gebietsmitteln für die Ober- bzw. die Niederrheinregion [AMBS, 1978; HILLEBRAND, 1978] gewählt.

In Abb. 2 und 3 sind die rekonstruierten Indexreihen für Temperatur und Niederschlag zeichnerisch dargestellt. Für die einzelnen meteorologischen Jahreszeiten sind die Werte der Indizes von den jeweils drei Monaten gemittelt und der Filterung durch den Gauß'schen Tiefpaß [vgl. SCHÖNWIESE, 1985, S. 189ff] unterzogen worden, wobei jeweils 10 Jahre in die Filterung mit einbezogen worden sind.

#### 4.3 Die hydrologischen Indexreihen

Es wurden zwei hydrologische Indexreihen erstellt (Abb. 4a+b): jeweils eine Reihe für die geschätzten Hoch- und Niedrigwasserereignisse sowie eine Reihe für die Eisverhältnisse am Mittelrhein. Die Entwicklung dieser Indexreihen, besonders die der Hoch- und Niedrigwasser, ist mit einer noch größeren Problematik verbunden; es sind nicht nur die subjektiven Beschreibungen der Hoch-/Niedrigwasser an verschiedenen Flüssen des Untersuchungsgebietes in Indizes umzurechnen, sondern es muß auch die wahrscheinliche Auswirkung der einzelnen Ereignisse auf den Mittelrhein abgeschätzt werden, denn ein katastrophales Hochwasser am Hochrhein/Oberrhein beispielsweise muß sich nicht unbedingt ebenso schwer am Mittelrhein ausgewirkt haben, es sei denn, andere stromabwärts einmündende Flüsse wie Main und Mosel wiesen gleichzeitig ebenfalls starkes Hochwasser auf. So kommt es, daß normalerweise am Hochrhein die stärksten Hochwasser im Sommerhalbjahr während der Schneeschmelze im Hochgebirge auftreten; da aber im allgemeinen unterhalb von Basel die Zuflüsse zu dieser Zeit keine besonders hohe Wasserführung aufweisen, ebbt die Hochwasserwelle im weiteren Verlauf oft ziemlich schnell ab, so daß am Mittelrhein nur ein geringes Ansteigen des Wasserspiegels zu verzeichnen ist.

Schwierigkeiten bereitet vor allem die Erfassung der Niedrigwasserperioden; sie sind in weitestgehendem Maße in den Quellen notiert worden als Hochwasserereignisse, obwohl auch sie oft einen wirtschaftlichen Verlust bedeuteten, weil u.U. die Mühlen nicht arbeiten konnten und die Schifffahrt eingestellt werden mußte.

Die Erfassung der Hochwasser verläuft wesentlich besser, da zumindest während der letzten Jahrhunderte wohl fast alle derartigen Ereignisse in irgendeiner Form festgehalten worden sind.

Abb. 4b zeigt die Häufigkeit von klassifizierten hydrologischen Ereignissen des Mittelrheins auf Halbjahresbasis, wobei zu beachten ist, daß die Niedrigwasserperioden aus dem erwähnten Grund stark unterrepräsentiert sind.

Die Indexreihe, die die Eisverhältnisse im Mittelrhein darstellt, umfaßt lediglich die Monate November bis März und weist drei Indizes auf: 0 (kein Eis bzw. keine Information), 1 (Treibeis) und 2 (Eisdecke). In Abb. 4a wurden jeweils die Monate eines Winters summarisch dargestellt, für die Meldungen über Eis auftauchen. Somit läßt sich diese Reihe als Hilfsmittel bei der Erstellung der Indexreihe für die Temperatur der Wintermonate einsetzen.

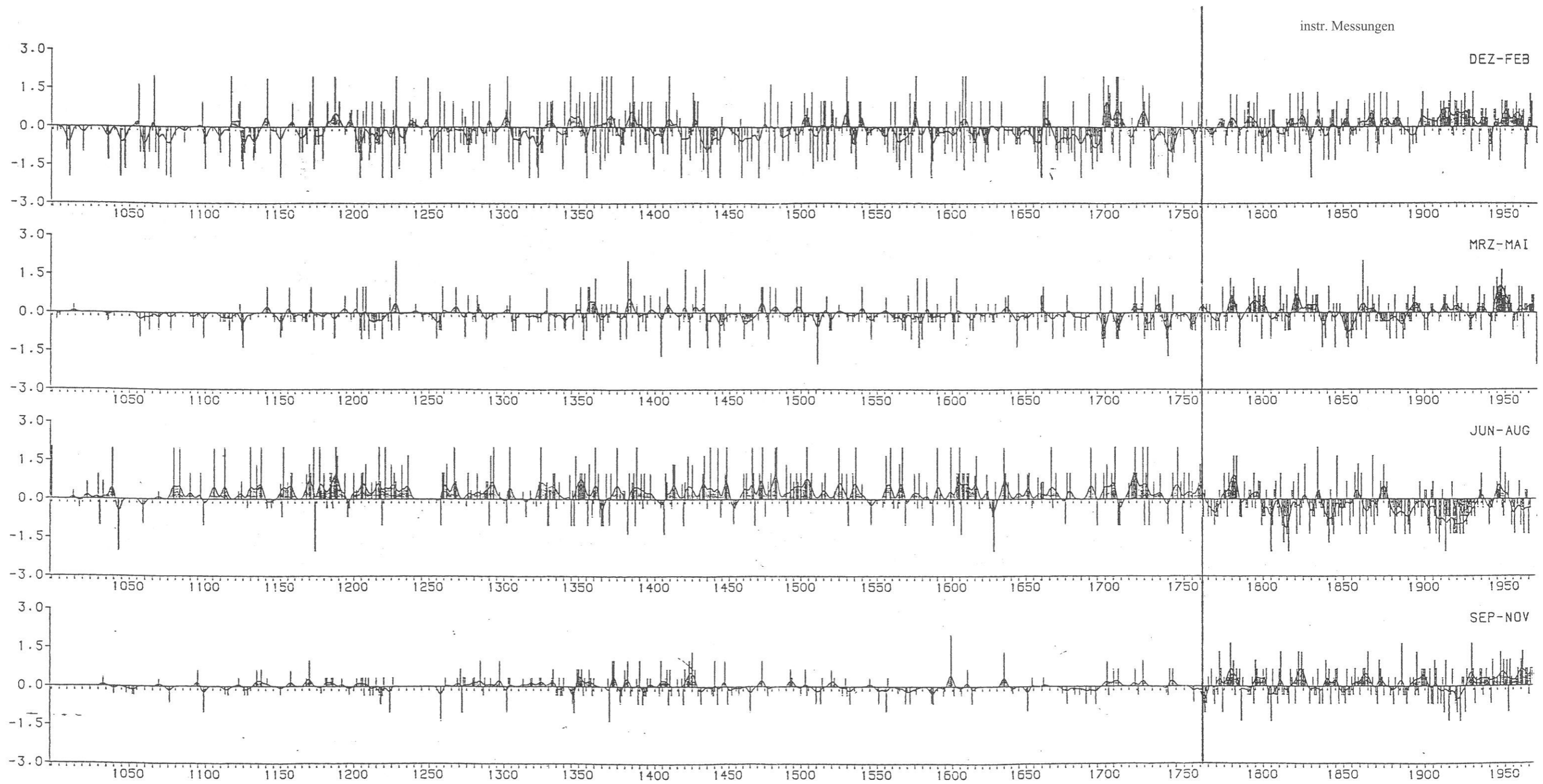


Abb. 2 Temperaturindex Westdeutschland (1000–1970)  
Gauß'sche Tiefpaßfilterung (NGL = 10)



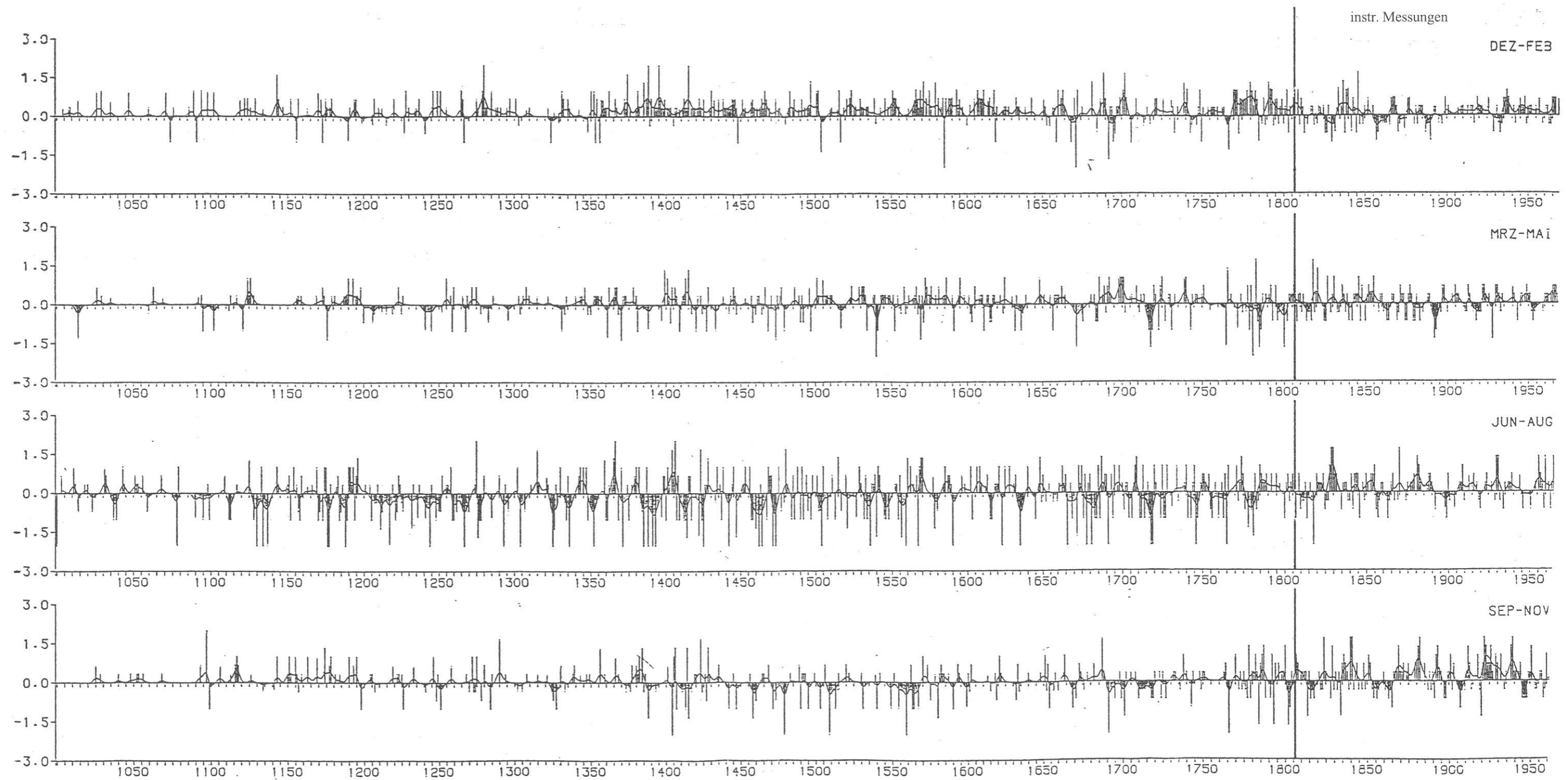


Abb. 3 Niederschlagsindizes für das Rheingebiet unterhalb von Basel (1000–1970)  
 Gauß'sche Tiefpaßfilterung (NGL = 10)  
 Die Niederschlagsindizes der einzelnen Jahreszeiten ergeben sich aus dem arithmetischen Mittel der monatlichen Indizes +2 (extrem naß) bis -2 (extrem trocken).





Hydrologisches Winterhalbjahr (Nov.–April) 1000 – 1970

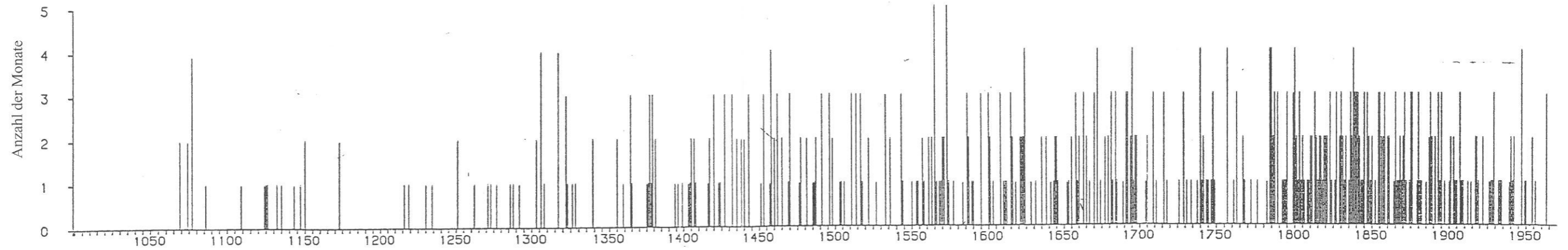


Abb. 4a Treibeis und Eisstand auf dem Rhein.

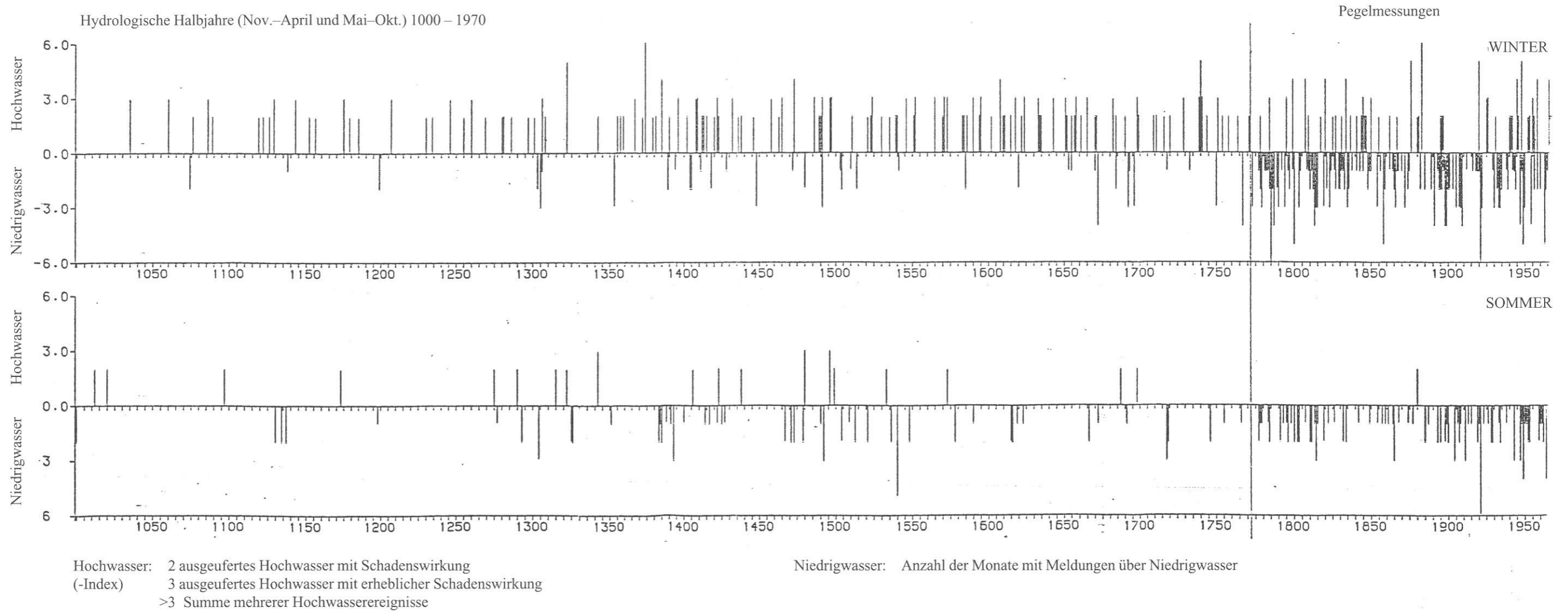


Abb. 4b Mittlere und extreme Hoch- und Niedrigwasser am Mittelrhein.



Die Angaben über Eis auf Flußläufen und Seen stammen bis zum Jahr 1782 aus Primärquellen und Kompilationen, liegen nur lückenhaft vor und ermöglichen somit keinesfalls eine kontinuierliche Rekonstruktion der Eisverhältnisse, können jedoch gut als indirekte Witterungserscheinungen bei der Erstellung der Temperaturreihe von Nutzen sein. Ab 1782 liegen für Köln, später auch für Düsseldorf und Emmerich lückenlose Aufzeichnungen über Eisdecken und Treibeis auf dem Rhein vor [JANSEN, 1983]; ab dieser Zeit steuert die Eisindexreihe erheblich mehr Informationen bei, weil die Eisverhältnisse des Rheins in den drei Städten detailliert geschildert werden.

Zusätzlich wurde noch eine weitere Indexreihe erstellt, die die einzelnen Hochwasserereignisse pro Jahr anführt und klassifiziert, was sie von der bereits erwähnten Indexreihe der monatlichen Charakterisierung nach Wasserständen des Mittelrheins unterscheidet. In dieser Reihe sollen lediglich die Zahl sowie der Zeitpunkt der Ereignisse dargestellt werden, wobei die Indizes 1, 2 und 3 denen der monatlichen Charakterisierung in der anderen Indexreihe entsprechen. Hochwasser mit gleichzeitigem Eisgang bekommen die Indizes 11, 12 und 13. Ein Hochwasser mit einem geschätzten Abfluß von  $> 9000 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Köln erhält also den Indexwert 3; ein Eishochwasser mit demselben Wasserstand, der allerdings nicht demselben Abfluß entsprechen muß, wurde deshalb mit dem Indexwert 13 gekennzeichnet.

Nach dieser Indexreihe ist die Tab. 5 erstellt worden, die Anzahl und Intensität der einzelnen Hochwasserereignisse pro 50-Jahres-Zeitraum wiedergibt.

Index	1	2	3	11	12	13
Zeitraum						
800–849	3	3	1	1	–	–
850–899	1	9	3	–	1	–
900–949	1	–	2	–	–	–
950–999	1	2	2	–	–	–
1000–1049	8	3	1	–	–	–
1050–1099	2	4	1	–	1	1
1100–1149	7	3	1	–	1	1
1150–1199	13	6	1	–	–	–
1200–1249	10	1	2	–	1	–
1250–1299	12	7	1	1	1	–
1300–1349	11	4	2	1	2	1
1350–1399	29	5	3	6	4	1
1400–1449	33	8	2	3	4	2
1450–1499	20	7	3	3	–	5
1500–1549	21	7	2	6	1	–
1550–1599	32	6	1	8	2	4
1600–1649	23	6	2	6	5	2
1650–1699	16	9	3	11	2	2
1700–1749	21	5	2	4	3	2
1750–1799	42	6	1	13	2	2
1800–1849	68	11	–	19	5	1
1850–1899	66	7	3	–	3	2
1900–1949	77	8	4	–	1	–
1950–1970	21	10	2	–	–	–

Tabelle 5 Anzahl und Klassifizierung der Hochwasserereignisse von 1000–1970, gegliedert in 50-jährige Zeiträume



## 5. INTERPRETATION DER INDEXREIHEN

Die meteorologischen Indexreihen sind umfangreicher und mit weniger Lücken behaftet als die hydrologischen, weil in sie alle verwertbaren Informationen – auch indirekte – aus den historischen Schriftquellen eingegangen sind, während die hydrologischen Reihen sich ausschließlich aus Meldungen über Wasserstände und Eisverhältnisse zusammensetzen. Zwangsläufig tragen letztere daher nur einen Teil zur Witterungsrekonstruktion bei (vgl. Kap. 6).

### 5.1 Temperaturindizes

Bei den rekonstruierten Temperatur-Indexreihen fällt die dichtere Belegung mit Daten für den Winter und den Sommer gegenüber den anderen Jahreszeiten auf. Besonders große Lücken treten bei der Rekonstruktion der Herbsttemperaturen auf, denn generell ist der Herbst in den Schriftquellen am wenigsten erwähnt und beschrieben worden; ihm wurde von den Schreibern nicht dieselbe Aufmerksamkeit geschenkt wie den übrigen Jahreszeiten, weil in dieser Zeit normalerweise die Ernte schon eingefahren worden war und es deswegen nicht unbedingt nötig war, das Wettergeschehen in dem Maß zu beobachten wie im Frühling und im Sommer, wo sich ein einziges meteorologisches Ereignis u.U. katastrophal für die Ernte und somit für die Ernährungslage der Menschen auswirken konnte.

Die Sommertemperaturen scheinen insgesamt überbewertet zu sein, denn selten nur sinkt die entsprechende Kurve unter den geschätzten Index 0 ab. Hier müssen die Indexwerte noch einmal überprüft bzw. neu vergeben werden, weil die Temperaturen durch ungenaue Angaben in den historischen Quellen offensichtlich überschätzt worden sind. Ein »heißer Sommer« ist in vielen Fällen wohl ein Sommer mit relativ durchschnittlichen (sommerlichen) Temperaturen gewesen, die naturgemäß von den Menschen als warm oder heiß empfunden worden waren. Teilweise bezieht sich der »heiße Sommer« mit Sicherheit wohl auch nur auf eine kürzere Phase mit sehr hohen Temperaturen und nicht auf die ganze Jahreszeit, so daß die Klassifizierung aller Sommermonate mit überdurchschnittlichen Indexwerten nicht gerechtfertigt ist. Besonders stark fällt diese Überbewertung auf im Vergleich mit der aus den instrumentellen Meßdaten gewonnenen Indexreihe ab dem Jahr 1761, die für das 19. Jh. erstaunlich viele negative Indexwerte aufweist.

Die Zeitspanne der sogenannten »Kleinen Eiszeit« zeichnet sich am deutlichsten in den Winter- und Frühlingstemperaturen ab. Schon zu Beginn des 15. Jahrhunderts läßt sich eine leichte Tendenz zur Abkühlung während dieser beiden Jahreszeiten erkennen. Die kühlest Phasen finden sich nach den Schriftquellen in der Mitte des 15. Jahrhunderts, gegen Ende des 16. und vor allem jeweils in der zweiten Hälfte des 17. und des 18. Jahrhunderts; während dieser Zeiträume überwogen vor allem strenge, lange Winter, die oft weit bis ins meteorologische Frühjahr hineinreichten, und auch die Herbsttemperaturen lagen etwas unter dem Durchschnitt. Die Indexreihe für die Sommertemperatur zeigt diese kalten Phasen weniger deutlich: Die Temperaturen im Sommer scheinen sich insgesamt nicht allzusehr von den Sommertemperaturen der übrigen Zeiträume unterschieden zu haben.

Eine bemerkenswerte Ausnahme stellen die Sommertemperaturen im 19. Jh., also in der Schlußphase der »Kleinen Eiszeit«, dar: In dieser durch instrumentelle Meßwerte belegten Periode waren die Sommer eindeutig kühler gewesen als in den früheren Jahrhunderten. Auch die ersten Jahrzehnte im 20. Jh. sind noch auffallend durch niedrige Sommertemperaturen gekennzeichnet.

Die mittelalterliche Wärmephase wird nach kritischer Analyse des Schriftquellenmaterials nicht so deutlich in den Indexreihen widerspiegelt, wie es oft in der Literatur [z.B. LAMB, 1982] dargestellt worden ist. Es ist bei Quellenanalysen u.U. zur Überbewertung der wärmeren Perioden während des Mittelalters gekommen, weil aus den in Kap. 2.1 beschriebenen Gründen einzelne heiße Sommer in den Sekundärquellen vervielfacht worden waren. Vergleichbares gilt für die stren-

gen Winter während gewisser Zeiträume in der »Kleinen Eiszeit«: Auch hier sind in den Sekundärquellen eine ganze Reihe von sehr kalten Wintern mit Eisbedeckung der Gewässer aufgeführt worden, die es in Wirklichkeit gar nicht gegeben hat. Somit muß der durch das Studium mancher Arbeiten gewonnene Eindruck des völlig anderen klimatologischen Charakters zwischen mittelalterlicher Wärmezeit und »Kleiner Eiszeit« etwas abgeschwächt werden. Trotzdem sprechen viele indirekte Klimazeugen wie beispielsweise die weiter nach Norden vorgeschobene Erstreckung des Weinbaues im Mittelalter für einen durch wärmere Temperaturen geprägten Zeitraum gegenüber den folgenden Jahrhunderten [LAMB, 1982].

Für den Zeitraum von 1760–1849, der sowohl durch die Indexreihe der aus instrumentellen Meßdaten gewonnenen monatlichen Durchschnittstemperatur von Mitteleuropa als auch durch die nach deskriptiven Quellen erstellten Indexreihe für die Temperaturverhältnisse im Rheingebiet belegt ist, wurde eine Korrelation dieser beiden Reihen für übergreifende jährige Zeiträume gerechnet (Abb. 5). Trotz der unterschiedlichen geographischen Räume, aus denen die verwertete Information stammt, ist eine weitgehende Übereinstimmung festzustellen. Besonders hohe Korrelationen ergeben sich für die Winter und die Sommermonate; im Frühling und Herbst liegen die Koeffizienten etwas niedriger, in jedem Fall aber weit im positiven Bereich. Es muß dabei allerdings beachtet werden, daß der Zeitraum von 1775–1835 schon recht gut durch Schriftquellen mit witterungsbeschreibendem Inhalt belegt ist. Für frühere Zeiträume, beispielsweise das Mittelalter, stellt die durch deskriptive Quellen ermittelte Indexreihe sicherlich nicht eine im selben Maße der Realität entsprechende Rekonstruktion der Temperaturverhältnisse dar.

## 5.2 Niederschlagsindizes

Im Vergleich zu den Temperaturwerten sind die aus den verschiedenen Quellen gewonnenen Informationen über die Niederschlagsverhältnisse nicht im selben Maß auf die Mittelrheinregion übertragbar. Starke Niederschläge treten sehr oft räumlich eng begrenzt auf und eignen sich kaum zur Erklärung des Witterungsverlaufs in einer größeren Region. Günstiger ist die Lage, wenn verschiedene Quellen eindeutig von längeren niederschlagsreichen oder trockenen Zeiträumen berichten; in solchen Fällen wurde davon ausgegangen, daß die Wahrscheinlichkeit für gleiche oder zumindestens ähnliche Witterungsverhältnisse am Mittel- und Oberrhein recht hoch ist.

Betrachtet man die Indexreihen für die aus den Schriftquellen rekonstruierten Niederschlagsverhältnissen (Abb. 3), so fallen als erstes die durchweg positiven Indizes für den Winter ( $\triangleq$  relativ hohe Niederschläge) auf. Hier ist der Gesamteindruck mit Sicherheit verzerrt dargestellt, was hauptsächlich durch die Art der Überlieferung von Witterungserscheinungen in den Quellen hervorgerufen wird: Niederschlagsperioden sind im Winter weit häufiger notiert worden als Trockenperioden von vergleichbarer Zeitdauer, daher müßten eigentlich eine ganze Reihe von Wintermonaten mit Index 0 (= keine Angabe) wohl eher den Indexwert  $-1$  erhalten.

Augenfällig wird diese verzerrte Bewertung, wenn aus Wasserständen Rückschlüsse gezogen werden (vgl. Kap. 6), da Phasen mit hoher Niederschlagstätigkeit sich relativ schnell in Form von hohen Wasserständen mit höheren Abflußwerten widerspiegeln. Trockenperioden dagegen wirken sich erst nach langer Dauer und mit großer Verzögerung auf die Wasserführung der größeren Flüsse aus; insofern lassen sich die Perioden mit hoher Niederschlagsintensität wesentlich besser rekonstruieren. Besonders auffällig zeigt sich diese Tatsache ab den 70er Jahren des 18. Jahrhunderts, als die täglichen Wasserstandsmessungen am Kölner Pegel begannen.

Signifikante Zeiträume wie beispielsweise die Hauptphasen der »Kleinen Eiszeit« können aus der Niederschlagsindexreihe, die nach den Mitteilungen aus historischen Schriftquellen entwickelt wurde, nur bedingt herausgelesen werden. Insgesamt betrachtet scheint die jährliche Niederschlagsmenge ab dem 14. Jh. zugenommen und sich auf einen etwas höher liegenden Wert einge-

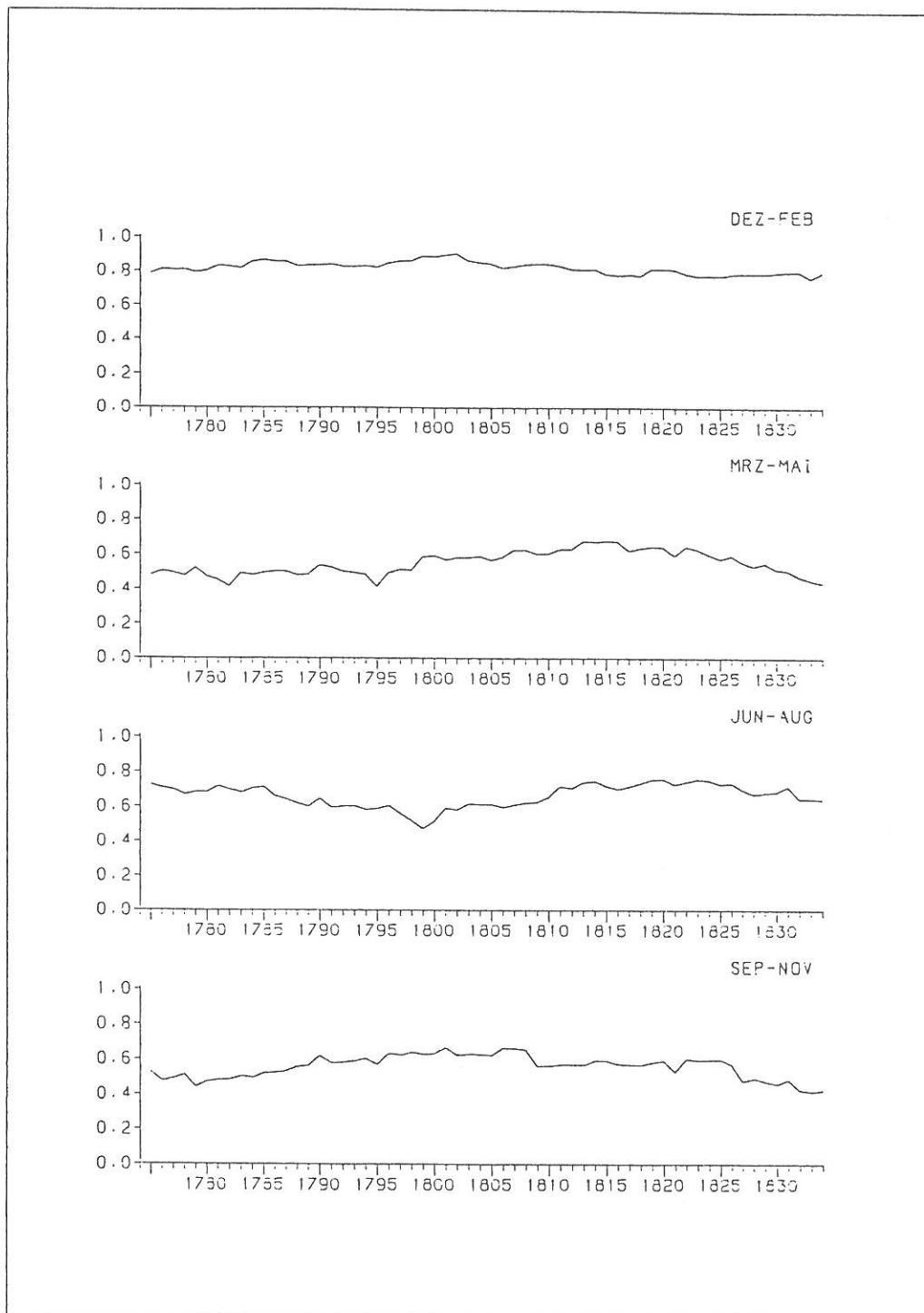


Abb. 5 Korrelationskoeffizient zwischen der nach Meßwerten berechneten Indexreihe und der aus deskriptiven Quellen erstellten Indexreihe für die Temperaturverhältnisse im Rheinland für übergreifende 30-jährige Zeiträume (1775–1835)



pendelt zu haben; diese Entwicklung wird allerdings wahrscheinlich auch durch die größere Datendichte seit diesem Zeitraum verursacht. Besonders im ausgehenden 16. Jh. und im 19. Jh. ist eine Zunahme der Meldungen über niederschlagsreiche Sommer- und Herbstmonate zu verzeichnen; gleichzeitig setzen auch Hauptphasen der »Kleinen Eiszeit« ein. Auch in diesem Fall kann es zu einer Überschätzung der in den historischen Quellen überlieferten sommerlichen Trockenheit gekommen sein, was der Vergleich mit der instrumentellen Meßperiode ab dem Jahr 1806 nahelegt.

Die aus den historischen Schriftquellen entwickelten meteorologischen Indexreihen müssen bei der Erforschung von Klimaschwankungen im Laufe des letzten Jahrhunderts also im Zusammenhang gesehen werden. Läßt die Indexreihe für die Temperatur die charakteristischen Unterschiede zwischen der mittelalterlichen Wärmeperiode und den relativ kälteren Zeitphasen in den späteren Jahrhunderten hauptsächlich bei den Jahreszeiten Winter und Frühling erkennen, so veranschaulicht die Niederschlagsreihe die Änderungen vor allem bei den Sommer- und Herbstmonaten.

Wenn man auf die Interpretation von physikalischen Daten (Moränen, Isotopenanalyse u.a.) und biologischen Daten (Baumringe u.a.) verzichtet und ausschließlich auf anthropogene Schriftquellen zurückgreift, so lassen sich für die Hauptphasen der »Kleinen Eiszeit« in der Hauptsache die Winter- und Frühlingsmonate, in geringerem Maße auch die Herbstmonate als durchschnittlich strenger und kälter charakterisieren, während die Sommer nicht unbedingt kühler als in den anderen Zeiträumen gewesen zu sein scheinen.

Die Niederschlagsverhältnisse haben sich nach der Analyse von historischen Schriftquellen während der »Kleinen Eiszeit« nicht in gleicher Weise verändert wie die Durchschnittstemperaturen. Vor allem die Sommer- und Herbstmonate können jedoch in dieser Periode, besonders auffallend während des 17. Jahrhunderts, als niederschlagsreicher beschrieben werden. Die Niederschlagsmengen der übrigen Jahreszeiten weisen allerdings keine signifikanten Änderungen gegenüber den übrigen Zeiträumen auf. Einzelne relativ kurze Perioden wie beispielweise die Jahre um 1570 oder das letzte Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts – beides Hauptphasen der »Kleinen Eiszeit« – scheinen insgesamt sehr niederschlagsreich gewesen zu sein.

Wie für die Temperatur (vgl. Kap. 5.1) wurde auch in diesem Fall der Korrelationskoeffizient für die nach Meßwerten (Niederschlagsreihen aus Gebietsmitteln für Ober- und Niederrheinregion) erstellten Indexreihe und die aus historischen Schriftquellen ermittelten Indexreihe für die Niederschlagsverhältnisse berechnet (Abb. 6). Die Übereinstimmung ist nicht so groß wie bei der Temperatur. Überraschend niedrig sind die Korrelationen im Winter und im Frühling, was auf die kleinräumig schwankende Niederschlagssituation zurückgeführt werden muß. Eine Meßreihe für den Niederschlag, die nur durch eine oder wenige, z.T. weit auseinander liegende Meßstationen belegt ist, kann somit nur bedingt eine bestimmte Region repräsentieren.

Die sommerlichen und herbstlichen Niederschlagsverhältnisse zeigen dagegen in den beiden Indexreihen eine recht gute Übereinstimmung. In diesen Jahreszeiten werden die meteorologischen Verhältnisse in der Mittelrheinregion durch die Meßwerte aus den Gebietsmitteln für die Niederschläge der Ober- und Niederrheinregion besser wiedergespiegelt als in den Winter- und Frühlingsmonaten, was ein wenig überraschen mag, weil gerade im Sommer häufig lokal begrenzte Starkregen auftreten.

Vielleicht lagen die Korrelationskoeffizienten im Winter und im Frühling etwas höher, wenn ein längerer Zeitraum, der durch beide Indexreihen repräsentiert wird, zur Verfügung stehen würde. Die Niederschlagsmeßreihe beginnt jedoch erst im Jahr 1806 (lediglich belegt durch die Meßstation Trier), während die aus Schriftquellen erstellte Indexreihe im Jahr 1849 aufhört. Weil für die Korrelation auch in diesem Fall übergreifende 30-jährige Zeiträume verwendet worden sind, bleibt nur ein recht kleiner Zeitabschnitt für den Vergleich.

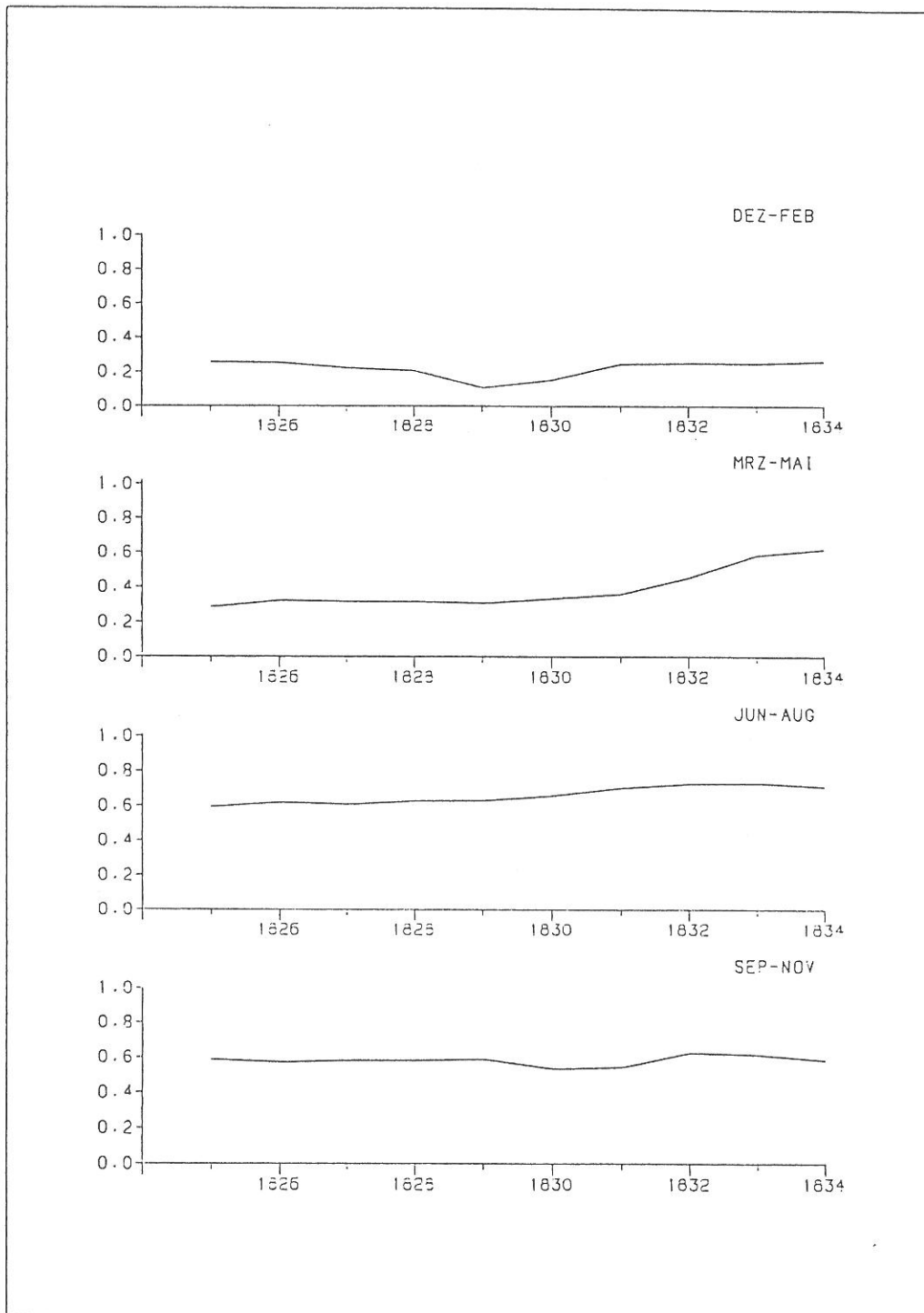


Abb. 6 Korrelationskoeffizient zwischen der nach Meßwerten berechneten Indexreihe und der aus deskriptiven Quellen erstellten Indexreihe für die Niederschlagsverhältnisse im Rheingebiet 1824-1834

### 5.3 Wasserstandsindizes

Bei der Interpretation der Indexreihe für Hoch- und Niedrigwasser (s. Abb. 4b) fallen sofort die durchweg hohen Wasserstände des Mittelrheins während des meteorologischen Winterhalbjahrs auf. Seit etwa der Mitte des 14. Jahrhunderts tauchen vermehrt Meldungen über Hochwasser auf. Einzelne Indizes mit Werten  $>3$  werden dabei durch das Auftreten mehrerer starker Hochwasserereignisse im selben Winterhalbjahr verursacht.

Diese hohen winterlichen Wasserstände und Abflußwerte werden in milden Wintern hauptsächlich durch längere Niederschlagsperioden verursacht, in kälteren Wintern meistens durch die Schneeschmelze in Verbindung mit Niederschlägen. Bei Eishochwassern sind die von den Chronisten beschriebenen, oft außerordentlich hohen Wasserstände nicht immer auf die ihnen entsprechenden Abflußwerte umzurechnen, weil diese Wasserstände teilweise durch Eisstau hervorgerufen worden sind und somit die Abflußwerte zu hoch darstellen würden.

Auffallend sind einzelne katastrophale Überschwemmungen im 14. Jh. und im 19. und 20. Jh., aber auch Phasen ohne stärkere Hochwassertätigkeit, z.B. zwischen 1325 und 1350 oder zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Während der Hochphasen der »Kleinen Eiszeit«, als viele Winter überdurchschnittlich streng gewesen waren, lagen die winterlichen Wasserstände im allgemeinen niedriger als in den übrigen Zeiträumen; hier haben sich die Schneeschmelze und damit auch die Hochwasserereignisse oft auf das folgende Frühjahr verschoben. Es kann also davon ausgegangen werden, daß die bedeutenden Hochwasserereignisse im Frühjahr zum großen Teil in die kältesten Perioden der »Kleinen Eiszeit« fallen.

Sommerhochwasser sind im Mittelrhein verhältnismäßig selten zu verzeichnen, weil die sommerliche Schneeschmelze in den Alpen hier keinen großen Einfluß mehr auf die Hochwasserbildung hat. In den Hochphasen der »Kleinen Eiszeit«, z.B. im ausgehenden 17. Jh. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, aber vor allem im 14. und 15. Jh. spielen leichte Sommerhochwasser (Index = 1) eine bedeutendere Rolle, erreichen aber nur selten die Intensität eines typischen Winterhochwassers. Abb. 4b zeigt der Übersichtlichkeit wegen nur mittlere und extreme Hochwasser; die meistens schwächer ausgeprägten Sommerhochwasser (Index = 1) werden daher nicht dargestellt.

Auch die Hochwasser während des meteorologischen Herbstes stellen eher eine Ausnahme-situation dar. Typisch für die herbstliche Wasserführung im Mittelrhein sind unterdurchschnittliche Abflußmengen, die sich deutlich für die Zeit ab 1772, dem Beginn der regelmäßigen Wasserstandsmessungen am Pegel Köln, in der Anzahl der Monate mit Meldungen über Niedrigwasser widerspiegeln. Da allerdings Niedrigwasserperioden in den Jahrhunderten davor nur sehr selten verzeichnet worden sind (vgl. Kap. 4.3), gibt Abb. 4b für den nur durch deskriptive Quellen belegten Zeitraum einen falschen Eindruck. In der Realität, falls also wirklich sämtliche Niedrigwasser überliefert worden waren, mußten weitaus häufiger Monate mit negativen Indexwerten verzeichnet sein. Auffallend sind einzelne Phasen, in denen häufiger niedrige Wasserstände überliefert bzw. gemessen worden sind: gegen Ende des 14. Jahrhunderts, von 1465 bis 1550, von 1775 bis 1835 und ab 1890.

Betrachtet man den gesamten Verlauf in Abb. 4b, so wird der Eindruck erweckt, daß in der Zeit vor der Mitte des 14. Jahrhunderts die Hochwassertätigkeit geringer gewesen ist als im späteren Zeitraum. Diese Annahme rührt jedoch mit Sicherheit zu einem hohen Prozentsatz aus der mangelhaften Überlieferung mittelalterlicher Hochwasserereignisse her.

## 6. DER AUSSAGEWERT VON HISTORISCHEN HYDROLOGISCHEN EREIGNISSEN BEI DER REKONSTRUKTION DER WITTERUNGSVERHÄLTNISSE IN DER MITTELRHEINREGION

Einer der Kernpunkte des vorliegenden Forschungsvorhabens liegt in der Fragestellung, welchen Beitrag historische hydrologische Information bei der Rekonstruktion der Witterung einer bestimmten Region – in diesem Fall der Mittelrheinregion – leisten.

Prinzipiell bedeuten hydrologische Quellen eine wertvolle Hilfe für eine derartige Aufgabe, weil durch sie vor allem die Niederschlagsverhältnisse deutlicher dargestellt werden können. Eine wichtige Rolle dabei spielt jedoch das Einzugsgebiet des jeweiligen Fließgewässers: Der Rhein beispielsweise mit seinem großen, bis weit in die Alpenregion reichenden Einzugsgebiet eignet sich für die Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse, speziell des Niederschlagsgeschehens, in der Mittelrheinregion nur bedingt, weil sein hydrologisches Verhalten teilweise aus weit entfernten Regionen seines Einzugsgebietes gesteuert wird. Immerhin stammen im Sommer durchschnittlich mehr als 75% und im Winter rund 50% des Abfließvolumens am Pegel Kaub aus dem Alpenraum, d.h. sie sind schon am Pegel Basel registriert worden und können nicht durch Niederschlagsereignisse in der Mittelrheinregion verursacht worden sein.

Das Abfließverhalten der typischen Mittelgebirgsflüsse wie Mosel oder Lahn würde aus diesem Grund erheblich besser mit dem Witterungsgeschehen in der Mittelrheinregion korrelieren. Kurze Niederschlags- und Trockenperioden spiegeln sich recht gut in ihrer Wasserführung wider, während die Abfließwerte des Mittelrheins vor allem im Sommerhalbjahr ziemlich ausgewogen sind, also keiner großen Amplitude unterliegen, weil sie auf regional begrenzte Niederschläge im Mittelgebirgsraum nur bedingt reagieren.

Es gibt natürlich immer wieder längere Zeiträume, in denen das Abfließverhalten des Mittelrheins mit dem Witterungsgeschehen in der Mittelrheinregion gut korreliert, jedoch werden sie des öfteren von z.T. langen Perioden unterbrochen, in denen keine bzw. sogar eine negative Korrelation zu verzeichnen ist. Für die Herbst-, Winter- und Frühlingsmonate scheint ein hoher Korrelationskoeffizient am wahrscheinlichsten, weil in dieser Zeit der Einfluß der Alpenregion auf die Wasserführung des Mittelrheins nur eine geringe Rolle spielt – im Gegensatz zum Sommer, wenn die Schneeschmelze in den Alpen entscheidend auf die Abfließwerte des Rheins einwirkt.

Auffallend ist jedoch der unerwartet niedrige Korrelationskoeffizient in den Wintermonaten (vgl. Abb. 7), der für den Zeitraum um 1900 sogar in den negativen Bereich absackt. Etwas abgeschwächt ist zu dieser Zeit auch während des Frühlings eine niedrige Korrelation zu erkennen. Da beide Indexreihen auf Messungen und nicht auf rekonstruierten Werten beruhen, läßt sich diese Tatsache nur dadurch erklären, daß bei der Korrelation Indizes aus monatlichen Durchschnittswerten (Niederschläge) mit Indizes aus Hoch- und Niedrigwasserständen des Mittelrheins verglichen werden, die eventuell nur einen Tag im entsprechenden Monat aufgetreten waren.

Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, daß Hochwasserereignisse im Mittelrhein zu einem sehr hohen Prozentsatz durch längere Niederschlagsperioden in der Mittelrheinregion verursacht werden. Der umgekehrte Weg, nämlich lang andauernde Niederschläge durch Hochwasserereignisse zu belegen, kann – wie schon dargelegt – nur teilweise vollzogen werden. Noch schlechter lassen sich kürzere Trockenperioden durch ein Niedrigwasserereignis im Mittelrhein nachweisen, denn nur lange Perioden mit kontinuierlicher Trockenzeit lassen den Wasserspiegel des Mittelrheins deutlich absinken.

Es gibt jedoch viele Beispiele, bei denen die historische hydrologische Information von großer Wichtigkeit ist, da sie in zahlreichen Fällen eine fehlende klimatologische Information ersetzt, so u.a. auch im Winter 1379/80: Hier lassen nur die hydrologischen Quellen vermuten, daß der Winter

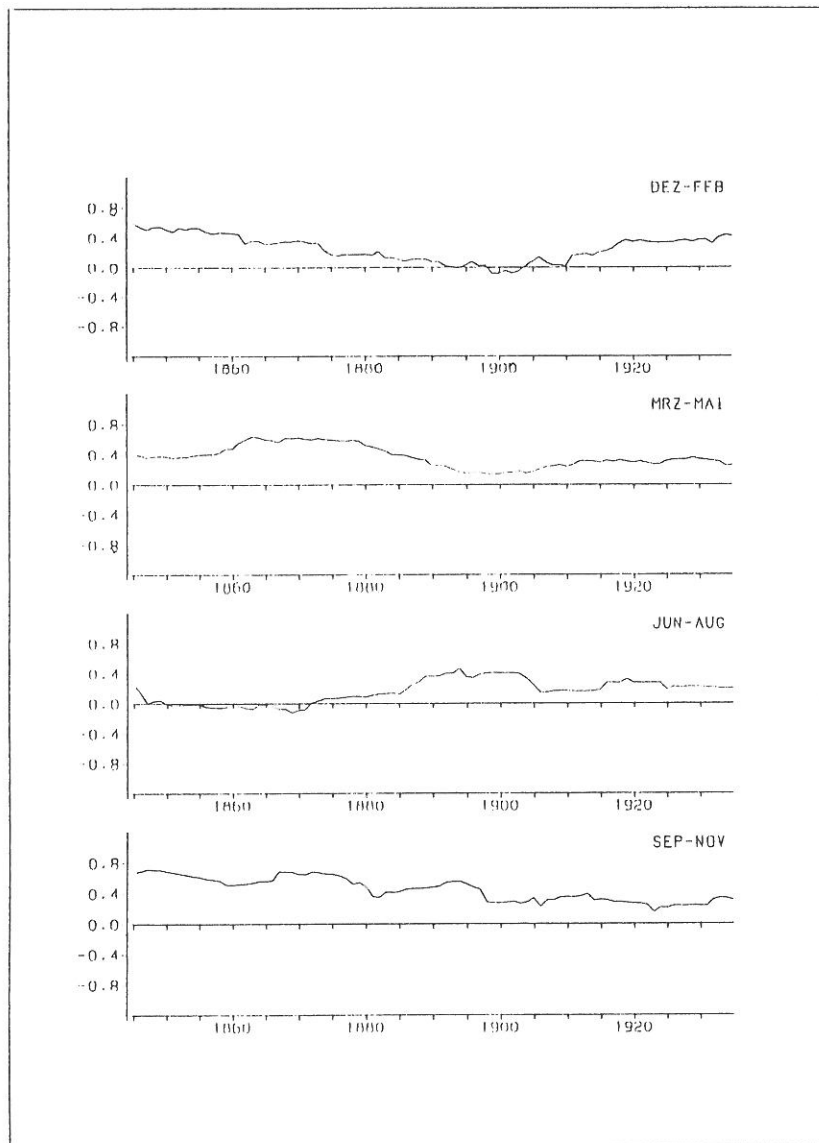


Abb. 7 Korrelationskoeffizient für übergreifende 50-jährige Zeiträume zwischen dem Niederschlagsindex für das Rheingebiet unterhalb von Basel und dem Index für die Wasserführung im Mittelrhein 1845–1935

sehr niederschlagsreich gewesen ist. Klimatologische Quellen bieten für diesen Winter keine Information über die Niederschlagsverhältnisse.

Bei der Rekonstruktion der monatlichen Temperaturen stellen hydrologische Quellen lediglich für die Wintermonate eine wertvolle Hilfe dar, nämlich dann, wenn in ihnen über Eisdecken oder Treibeis auf Flüssen und Seen berichtet wird, was auf einen längeren Zeitraum mit sehr niedrigen Temperaturen schließen läßt. Abb. 4a zeigt deutlich die Existenz und die zeitliche Ausdehnung solcher Eisdecken auf dem Rhein. Gerade durch vermehrte Eisbildung werden die Perioden mit besonders vielen Strengwintern charakterisiert, so beispielsweise in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, gegen Ende des 17. Jahrhunderts oder in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Der krasse Anstieg der Eismeldungen nach 1784 wird dabei durch den Beginn regelmäßiger Eisbeobachtungen verursacht. Im 20. Jh. läßt die Eisbildung auf dem Rhein deutlich nach und kommt nach 1950 fast ganz zum Erliegen. Diese Tatsache hat mehrere Gründe: Das Klima hat sich

im Laufe des 20. Jahrhunderts leicht erwärmt, die Strömungsgeschwindigkeit hat sich nach umfangreichen Ausbaumaßnahmen – hauptsächlich am Oberrhein – erhöht, und die Einleitung von thermisch und chemisch belasteten Abwässern in den Fluß verhindert weitgehend die Bildung einer Eisdecke.

Sehr interessant und vielversprechend wäre in diesem Zusammenhang noch ein anderes mögliches Arbeitsziel aus dem vorliegenden Forschungsvorhaben, nämlich die Frage, inwieweit sich die Rekonstruktion der Wasserführung im Mittelrhein durch historische Quellen mit witterungsgeschichtlichem Inhalt verfeinern ließe, denn derartige Quellen stehen in höherem Maß zur Verfügung als solche mit hydrologischem Inhalt. Besonders zu etwaigen Niedrigwasserperioden melden hydrologische Quellen nur wenig; anhand witterungsgeschichtlicher Aufzeichnungen ließen sich eine ganze Reihe von Niedrigwasserereignissen rekonstruieren, die ansonsten nirgendwo aufgezeichnet worden sind.



## 7. AUSWERTUNG VON HOCHWASSERMARKEN

Im Rahmen dieses Projekts sind einige Hochwassermarken beschrieben und ausgewertet worden. Eine ganze Reihe von weiteren Marken steht zur Bearbeitung noch an; sie konnten aus Zeitgründen bisher noch nicht exakt untersucht werden. Aus diesem Grund ist noch keine Auflistung von einwandfrei gesicherten Hochwassermarken möglich. In der Bundesanstalt für Gewässerkunde existiert jedoch u.a. eine Auflistung vieler vor dem 2. Weltkrieg bekannten Hochwassermarken am Rhein zwischen Mainz und der niederländischen Grenze.

Die Auswertung von Hochwassermarken für die Rekonstruktion von historischen Wasserständen, evtl. auch der Wasserführung und damit des Abflusses, ist mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten, obwohl gerade diese Markierungsstriche exakte Meßwerte und somit eine größere Aussagekraft als subjektive Beschreibung der jeweiligen Ereignisse darzustellen scheinen. Die Problematik fängt schon beim Anbringen der Marken an: Zu dem Termin des höchsten Wasserstands war es oft nicht möglich gewesen, einen genau dieser Höhe entsprechenden Markierungsstrich zu ziehen; daher sind viele Marken erst lange nach dem Ereignis angefertigt worden, teilweise nur aus dem Gedächtnis. Wurde die Obergrenze der durch die Feuchtigkeit entstandenen Verfärbung an Hauswänden nach Abflauen des Hochwassers zur Markierung gewählt, so konnte es geschehen, daß die Marke zu hoch angebracht wurde, weil infolge der Kapillarität das Wasser im Mauerwerk ansteigen kann [FUCHS, 1960, S. 19].

Viele Bauwerke mit derartigen Hochwassermarken sind in späterer Zeit um- oder neugebaut worden, so daß sich die heute zu erkennenden Markierungen oft nicht mehr in der ursprünglichen Höhe befinden. Ein krasses Beispiel dafür ist in Koblenz-Ehrenbreitstein zu finden, wo beim Neubau des Eisenbahndamms ein behauener Stein mit einer Hochwassermarke aus dem Jahr 1906 wieder eingesetzt wurde, jedoch um ca. 41/2 Meter zu hoch und zudem noch auf dem Kopf stehend [WEBER, 1977, S. 53].

Sind Wasserstandsmarken mit mehr oder weniger genauer Datierung als einwandfrei identifiziert worden, so stellen sie eine wertvolle Hilfe bei der Rekonstruktion der Wasserführung bzw. des Abflusses dar, sofern es sich um keine Eishochwasser handelt, bei denen der Wasserstand evtl. durch Eisstau hervorgerufen worden ist. Voraussetzung zur Ermittlung der historischen Abflußmengen ist allerdings auch die genaue Kenntnis der Veränderung von Querprofil und übrigen Abflußparametern des jeweiligen Flusses. Hat sich beispielsweise die Sohle seit dem durch die Markierungen überlieferten Hochwasser infolge linearer Erosion in die Tiefe verlegt, entspricht heutzutage ein Wasserstand von gleicher Höhe natürlich nicht mehr derjenigen Abflußmenge, die früher bei dieser Wasserhöhe aufgetreten war.

Ein Beispiel für die Abflußrekonstruktion von historischen Hochwasserereignissen liefert eine Arbeit von SCHILLER [1987]; hier wurden Abflußmengen des Mains in Würzburg zurückgerechnet. Die Abflußkurve für die Zeit vor 1877 – also vor der Zeit umfangreicher Baggerungen – läßt sich wegen der morphologischen Stabilität ohne Schwierigkeiten bis weit in die Vergangenheit anwenden [SCHILLER, 1987, S. 88]. Auf diese Weise wurde beispielsweise während des katastrophalen Sommerhochwassers von 1342, das ganz Mitteleuropa heimgesucht hatte, für den Main in Würzburg ein Abfluß von  $3300 \text{ m}^3/\text{s} \pm 10\%$  ermittelt.

Auch im übrigen Rheingebiet stehen zahlreiche Hochwassermarken für eine eventuelle Rekonstruktion der Abflüsse zur Verfügung. Diese Arbeit wäre – nach kritischer Betrachtung der jeweiligen Markierung und der natürlichen und anthropogenen Veränderungen im Flußbett des entsprechenden Fließgewässers – mit Sicherheit für eine Hochwasserchronologie des Mittelrheins von großem Interesse.





## 8. DENDROCHRONOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ALS BESTANDTEIL DER WITTERUNGS- UND ABFLUßREKONSTRUKTION

Analysen von Proxy-Daten in Form von Baumringdaten als indirekte Klimazeugen bei der Rekonstruktion von Witterung und Klima sind bereits häufig durchgeführt worden [z.B. LAMB, 1966].

In der amerikanischen und angelsächsischen Literatur [COOK und JACOBY, 1983; JONES, BRIFFA u. PILCHER, 1983] ist aber auch dargelegt worden, daß sich Baumringdaten mit den Abflüßmengen von Flüssen derselben Region (speziell bei Niedrigwasser) korrelieren lassen.

Beide Analysen wären auch für dieses Projekt sinnvoll und gewinnbringend, konnten aber aus Termingründen nur angerissen werden. Sowohl für die Rekonstruktion der Witterung in der Mittelrheinregion als auch der Wasserführung im Mittelrhein stünden seit dem Mittelalter Reihen von Baumringdaten zur Verfügung, die noch ergänzt werden können.

Für den Rhein ließen sich auf diese Weise eventuell die nur sporadisch überlieferten Niedrigwasserereignisse rekonstruieren und somit eine relativ lückenlos Abflüßstatistik erstellen.

Bisher sind folgende (Baumring-)Datenreihen beschafft worden:

- Jahreswerte der maximalen Spätholzdichte (1269–1977, Lauenen/nördliche Schweizer Voralpen)
- Fichtenchronologie (1250–1972, Süddeutschland)
- Eichenchronologie (744–1979, Süddeutschland)
- Tannenchronologie (820–1976, schwerpunktmäßig Süddeutschland und Nordschweiz)
- Eichenchronologie (1380–1940, Spessart)
- Eichenchronologie (1380–1960, Umgebung von Trier).

Die Interpretation von dendrochronologischen Daten birgt jedoch auch eine ganze Reihe von Gefahren, solange nicht der genaue ehemalige Wuchsstandort der in die Chronologien aufgenommenen Baumteile bekannt ist. Je nach Baumart, Exposition, Höhenlage oder edaphischen Bedingungen können sich für denselben Zeitraum völlig unterschiedliche Jahresringe bei den einzelnen Bäumen entwickeln, die natürlich auch zu verschiedenartigen Interpretationen führen würden, wollte man die Ringe jeweils durch die Witterung erklären. Es ist auf jeden Fall von Vorteil, für die einzelnen Zeiträume mehrere Bäume dendrochronologisch untersuchen zu können, damit nicht durch nur ein einziges Exemplar, das eventuell kein der tatsächlichen Witterung entsprechendes Baumringmuster angelegt hat, ein Jahr oder ein ganzer Zeitraum klimatisch (fehl-)interpretiert wird.

Weiterhin muß bei der Auswertung beachtet werden, daß nicht nur eine Vegetationsperiode für die Beschaffenheit eines einzelnen Jahresrings verantwortlich gewesen ist, sondern immer jeweils das Jahr davor und danach ebenfalls zur Ausbildung des Rings beigetragen haben. Hinzu kommt, daß Nadelbäume auch während des Winters bei günstiger Witterung die Jahresringe weiterentwickeln und somit nicht nur die Vegetationsperioden für den Aufbau des Jahresringmusters sorgen.

Noch aussagekräftiger werden dendrochronologische Untersuchungen, wenn nicht nur Jahrringbreite und -dichte analysiert werden, sondern auch Isotopenuntersuchungen durchgeführt werden, die momentan jedoch in der Bundesanstalt für Gewässerkunde noch nicht zur Verfügung stehen.

Schon der einfache Vergleich zwischen der Jahrringbreite von Fichten aus Süddeutschland und dem Abflüß aus dem Zwischeneinzugsgebiet der Rheinpegel Basel und Kaub für die Monate Juni-August (s. Abb. 8) zeigt eine deutliche Übereinstimmung. Dargestellt sind jeweils die Abweichungen vom arithmetischen Mittel.

Eine Rekonstruktion der Wasserführung des Mittelrheins mit Hilfe von dendrochronologischen Untersuchungen für Zeiträume mit mangelhafter Belegung aus historischem Quellenmaterial scheint zumindest für das Sommerhalbjahr durchaus im Rahmen des Möglichen zu liegen.

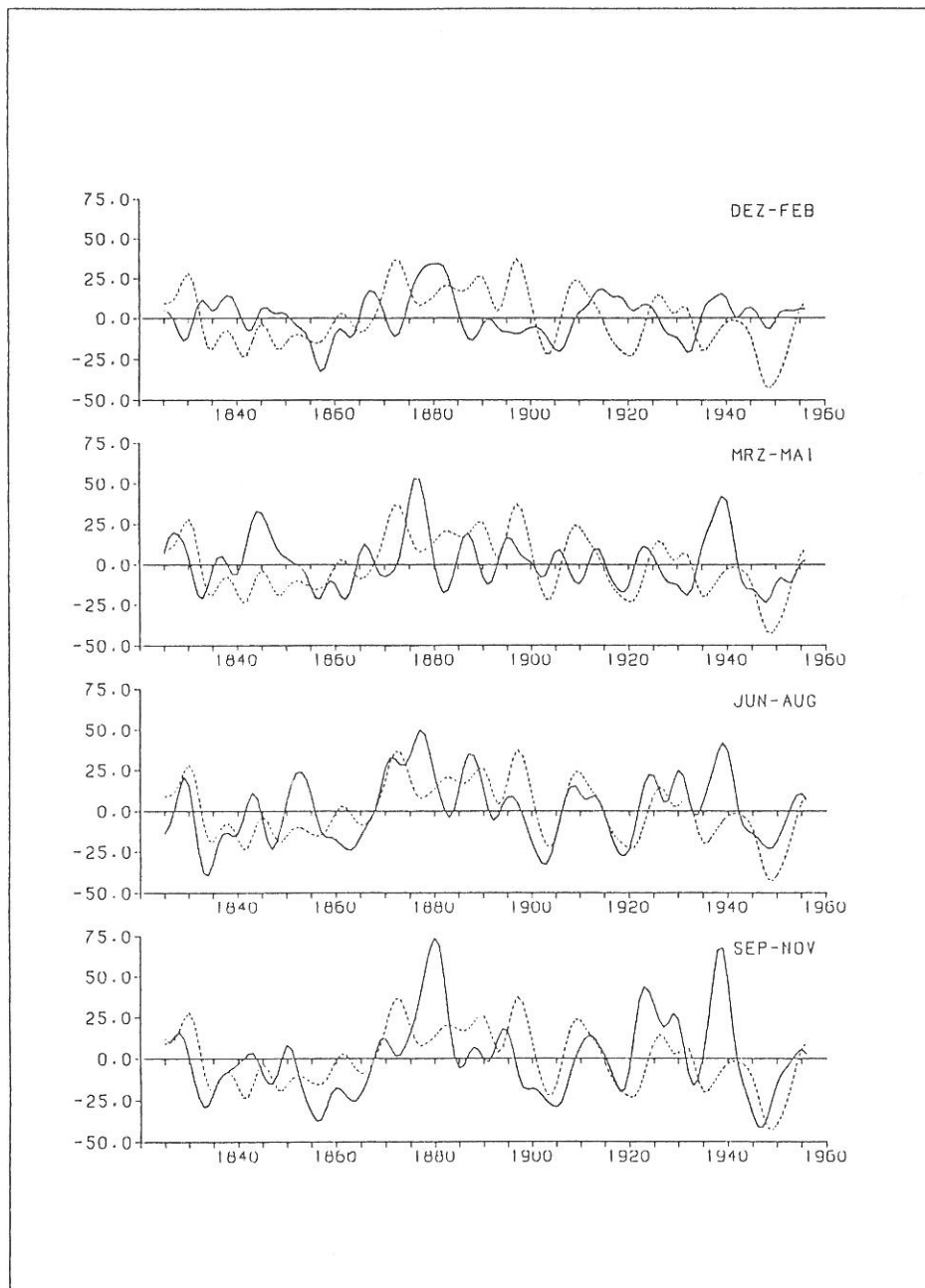


Abb. 8 Abfluß aus dem Zwischeneinzugsgebiet Pegel Basel bis Pegel Kaub (-) und Baumringdicke von Fichten aus Süddeutschland (---)  
Gauß'sche Tiefpaßfilterung (NGL = 10)

## 9. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das vorliegende, im Juli 1988 vorerst abgeschlossene Arbeitsprojekt stellt einen Versuch dar, eine Witterungsgeschichte der Mittelrheinregion anhand historischer Aufzeichnungen aufzustellen. Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Primär- und Sekundärliteratur mit historischen Texten und Quellensammlungen zusammengetragen und auf klimatologische und hydrologische Informationen hin untersucht.

Nach kritischer Prüfung der entsprechenden Texte ist eine ausführliche chronologische Auflistung von Quellenzitaten mit verwertbarer Information erstellt worden (s. Anhang), die die jeweiligen Zitate so weit als möglich im Original vorstellt, um den Informationsgehalt nicht einzuschränken.

Diese Zitatensammlung stellte die Basis dar für eine Erarbeitung von meteorologischen und hydrologischen Indexreihen, in denen die einzelnen Monate nach thermischen und hygri-schen Kriterien klassifiziert worden sind bzw. versucht worden ist, die Wasserführung des Mittelrheins auf monatlicher Grundlage zu rekonstruieren. Als Eichphasen dienten jeweils die durch instrumentelle Messungen belegten Zeiträume.

Während die Indexreihe der rekonstruierten Temperatur recht gut auf die Mittelrheinregion projiziert werden kann, bereitet die Indexreihe für die Niederschläge bei der Übertragung einige Schwierigkeiten, weil sich diese Reihe aus Informationen zusammensetzt, die aus verschiedenen Regionen stammen und z.T. nur bedingt für die Mittelrheinregion gültig sind.

Als einer der Kernpunkte der Arbeit wurde die Bedeutung von historischen hydrologischen Ereignissen bei der Witterungsrekonstruktion untersucht. Da das Einzugsgebiet des Mittelrheins bis weit in die Alpen reicht und die Abflußwerte von der dortigen Wetterlage zum großen Teil mit gesteuert werden, eignen sich hydrologische Ereignisse des Rheins nur teilweise zur Rekonstruktion des Witterungsablaufs in der Mittelrheinregion; das Abflußverhalten der typischen Mittelgebirgsflüsse spiegelt die klimatologische Situation in diesem Gebiet in höherem Maße wider.

Eine lückenlose Rekonstruktion der Wasserführung des Mittelrheins – speziell in den ersten 300 Jahren dieses Millenniums – ist bislang noch nicht möglich, obgleich seit der Mitte des 14. Jahrhunderts immer häufiger Berichte über Hochwasser zu verzeichnen sind, hauptsächlich im hydrologischen Winterhalbjahr.

Zu allen Zeiten hat es am Mittelrhein schadbringende winterliche Hochwasserereignisse gegeben; auffällig sind jedoch einzelne Phasen, in denen katastrophale Hochwasser häufiger auftraten als in übrigen Zeiträumen, beispielsweise im 14. Jh., aber auch im 19. und 20. Jh. Demgegenüber stehen Perioden ohne stärkere Hochwassertätigkeit, oft in unmittelbarer zeitlicher Nachbarschaft zu hochwasserreichen Zeitabschnitten, so z.B. zwischen 1325 und 1350 oder zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Stärkere Sommerhochwasser sind am Mittelrhein wesentlich seltener zu verzeichnen. Seit den letzten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts spielen sie kaum noch eine Rolle; in den Jahrhunderten davor scheinen sie dagegen öfter aufgetreten zu sein. Leichte Sommerhochwasser sind verstärkt während der Hochphasen der »Kleinen Eiszeit« verzeichnet worden.

Historische Niedrigwasser werden in Chroniken nur selten erwähnt. Von der Mitte des 16. Jahrhunderts an bis zum Beginn der Pegelmessungen sind besonders wenige derartige Ereignisse überliefert, so daß sie nicht viel zur Rekonstruktion von Trockenperioden besteuern können.

Insgesamt betrachtet sind historische Berichte über hydrologische Vorkommnisse bei der

Rekonstruktion der Witterung sehr nützlich, aber ohne eine gleichzeitige Auswertung von Quellen mit meteorologischen oder phänologischen Mitteilungen können sie den Witterungsverlauf eines Zeitraums nicht vollständig erklären.

Es läßt sich kein bedeutender Einfluß von Klimaschwankungen, etwa der »Kleinen Eiszeit«, auf die Hochwasserhäufigkeit und -stärke am Mittelrhein nachweisen, lediglich eine geringe Zunahme von leichten Hochwasserereignissen im Frühling und Sommer während besonders kühler Klimaphasen, verursacht durch spätere Schneeschmelze oder stärkere Niederschlagsperioden in den entsprechenden Monaten. Starke Hochwasser sind in allen Zeiträumen wohl immer »Zufallsprodukte« gewesen, nämlich aus der Kombination von ausdauernden Niederschlägen und dem gleichzeitigen Zusammentreffen von Hochwasserwellen aus verschiedenen Flußeinzugsgebieten.

Etwas anders sieht es bei den Eisverhältnissen aus: Weil hierbei die Temperatur der entscheidende Faktor ist, stimmen die Perioden mit häufiger Vereisung des Rheins sehr wohl mit den durch besonders kalte oder lang anhaltende Winter gekennzeichneten Phasen überein. Gerade durch die Existenz fester Eisdecken bzw. anhand der Zeiträume, in denen die Eisbedeckung anhielt, lassen sich die strengen Winter der Hauptphasen der »Kleinen Eiszeit« erst richtig einschätzen.

Das Forschungsvorhaben kann mit diesem Bericht vorläufig als abgeschlossen angesehen werden; es wäre aber durchaus wünschenswert, das Projekt durch weitergehende Arbeitsschritte zu vervollkommen. Vor allem das Primärquellenmaterial ist in dem veranschlagten Zeitraum von anderthalb Jahren noch nicht vollständig ausgewertet worden, da die Beschaffung und Durchsicht der größtenteils in alten Sprachen und Dialekten angefertigten Primärliteratur ein relativ hohes Quantum an Zeit erfordert. Die bislang gefundenen und kritisch durchleuchteten Quellenzitate sind einzeln in chronologischer Reihenfolge im Anhang aufgelistet. Ein exaktes Primärquellenverzeichnis soll noch angefertigt werden.

Für ein derartiges Forschungsprojekt wäre es mit Sicherheit gewinnbringend, noch intensiver in das Studium von verfügbaren Primärquellen einzusteigen.

Zusätzlich sollten weitere Hochwassermarken untersucht und in die chronologische Auflistung eingereiht werden, um schließlich ein Verzeichnis von einwandfrei gesicherten Hochwassermarken in der Mittelrheinregion erstellen zu können.

Weiterhin versprechen sich die Verfasser von einer verstärkten Miteinbeziehung der beschriebenen Proxy-Daten, speziell der dendrochronologischen Analysen, die Schließung der letzten Lücken – hauptsächlich im 11. und 12. Jh. – bei der Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse und des Abflußverhaltens am Mittelrhein.

Es wäre u.U. ebenfalls denkbar, dieses Forschungsvorhaben auf andere Flußregionen auszudehnen, denn auch für andere Regionen steht mit Sicherheit eine Fülle historischer Quellen mit witterungsrelevantem Inhalt zur Verfügung.

## 9. RÉSUMÉ ET PERSPECTIVES

Le présent rapport est issu d'un projet, achevé provisoirement en juillet 1988, qui constituait une tentative d'écrire l'histoire climatologique du bassin du Rhin moyen, sur la base de documents authentiques. A cet effet, on a rassemblé et étudié toute une littérature, composée de sources principales ou secondaires, comportant des textes historiques et des études bibliographiques, pour en tirer toutes les informations climatologiques et hydrologiques qu'on pouvait y trouver.

Après une étude critique des textes retenus, on a compilé une liste chronologique détaillée de citations contenant des informations utiles (voir appendice). Cette liste contient les citations en question, présentées autant que possible dans leur contexte, de façon à ne pas en limiter le contenu informatif.

Ce recueil de citations a servi de base à l'élaboration de séries d'indices météorologiques et hydrologiques. On a classé chacun des mois représentés dans ces séries selon des critères thermiques et hydriques. On a également tenté de reconstruire le débit du Rhin moyen sur une base mensuelle. On a utilisé, à des fins d'étalonnage, toutes les périodes étayées par des mesures instrumentales.

Alors que la série d'indices basées sur les températures reconstruites a pu être projetée sans problèmes sur la région du Rhin moyen, le transfert de la série des indices décrivant les précipitations a soulevé quelques difficultés. En effet, cette série d'indices est composée d'informations provenant de différentes régions, dont une partie ne s'applique que partiellement au bassin du Rhin moyen.

Un des points centraux du projet a consisté dans l'évaluation de l'importance des événements hydrologiques historiques dans la reconstruction climatologique. Comme le bassin d'alimentation du Rhin moyen s'étend jusqu'au coeur des Alpes, et que les situations météorologiques alpines déterminent en grande partie les débits du Rhin en aval, il s'ensuit que les événements hydrologiques affectant le Rhin ne permettent que partiellement de reconstruire les événements météorologiques de la région du Rhin moyen. A cet effet, le régime d'une rivière typique des Monts Moyens de l'Allemagne reflétera beaucoup mieux la situation climatologique de cette région.

Une reconstruction sans lacune du débit du Rhin moyen n'a jusqu'ici pas été possible et ceci tout particulièrement pour les trois premiers siècles de ce millénaire. Cependant à partir du milieu du 14ème siècle, le nombre de mentions se rapportant à des crues ne cesse d'augmenter, tout particulièrement pour le semestre hydrologique d'hiver.

Dans le Rhin moyen, des crues hivernales entraînant des dégâts se sont présentées de tout temps. Il est cependant frappant de constater que les crues catastrophiques semblent plus fréquentes pendant certaines périodes, par exemple au 14ème, mais aussi au 19ème et 20ème siècle. En revanche, il y a eu des périodes sans crues exceptionnelles, périodes qui souvent précédaient ou suivaient immédiatement les périodes riches en crues, comme par exemple entre 1325 et 1350, ou encore au début du 20ème siècle.

Les crues estivales extrêmes sont très nettement plus rares dans le Rhin moyen, et ne jouent plus guère de rôle depuis les dernières décennies du 16ème siècle. Au cours des siècles précédents, par contre, elles ont été apparemment plus fréquentes. Des crues d'été modérées ont été signalées plus souvent pendant la phase maximale du "petit âge glaciaire".

Des étiages historiques ne sont évoqués que rarement dans les chroniques. A partir du milieu du 16ème siècle, et jusqu'au début des mesures limnimétriques, particulièrement peu d'événements de ce genre ont été retransmis, de sorte qu'ils ne peuvent guère contribuer à la reconstruction des périodes de sécheresse.

Au total, les rapports historiques concernant les événements hydrologiques se révèlent très utiles lors de la reconstitution des conditions climatiques, mais ils ne permettent pas d'élucider complètement le déroulement des événements météorologiques d'une période donnée, sans une évaluation simultanée des sources historiques contenant des informations d'ordre météorologique ou phénologique.

On ne peut pas faire la preuve d'une influence significative de changements climatiques tels que le "petit âge glaciaire" sur la fréquence et l'intensité des crues du Rhin moyen. Seul un léger accroissement des crues modérées peut être constaté, au printemps et en été, lors de phases climatologiques particulièrement froides, accroissement provoqué par une fonte des neiges plus tardive ou par des précipitations plus fortes pendant cette période de l'année. Quant aux crues importantes, au cours des diverses phases, elles ont toujours été des "produits du hasard", en ce sens qu'elles sont causées par la combinaison de précipitations persistantes, et de l'arrivée simultanée des ondes de crue provenant des différents sous-bassins.

En ce qui concerne la formation de glace sur le fleuve, les choses se présentent assez différemment: comme la température est ici le facteur décisif, il y a une très bonne correspondance entre les périodes où le Rhin se couvre fréquemment de glace et celles qui sont caractérisées par des hivers particulièrement froids ou prolongés. C'est justement la présence d'une couche de glace massive ou la durée pendant laquelle cette couche s'est maintenue qui permettent de juger de la sévérité des hivers rigoureux de la phase principale du "petit âge glaciaire".

Le présent rapport peut être considéré comme la conclusion provisoire de cette étude; il serait cependant hautement souhaitable d'apporter quelques compléments au projet. Il s'agirait, en tout premier lieu, de mieux examiner les sources historiques principales, qui n'ont pu être exploitées complètement au cours de la période d'un an et demi de la durée de l'étude. En effet, une part relativement importante du temps disponible a dû être consacrée à rechercher et à parcourir rapidement les sources principales de cette littérature, écrite en grande partie en langue ancienne et en dialectes. Dans la liste donnée en annexe, on a fait figurer dans l'ordre chronologique les citations extraites des sources qui, jusqu'à présent, ont été trouvées et contrôlées de manière critique. Il reste encore à établir un index précis des sources principales.

Il serait sans doute payant, dans de tels projets de recherche, d'étudier plus à fond les sources principales disponibles.

En outre, il faudrait étudier encore davantage de repères de crues, pour les mentionner dans la liste chronologique. On pourrait finalement ainsi constituer, pour le bassin du Rhin moyen, un index complet des repères de crue indubitablement vérifiés.

De plus les auteurs comptent beaucoup sur l'appui d'informations subsidiaires, comme elles ont été décrites, pour combler les dernières lacunes dans la reconstruction climatologique, notamment aux 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> siècles. Ils pensent ainsi tout particulièrement aux résultats des analyses dendrochronologiques.

Enfin, il serait également possible que ce projet de recherche soit étendu à d'autres bassins fluviaux, car il existe certainement, dans d'autres régions, une abondance de renseignements historiques touchant au climat.

## 9. SAMENVATTING EN TOEKOMSTPERSPECTIEF

In dit project, dat in juli 1988 voorlopig werd afgesloten, hebben de onderzoekers geprobeerd een meteorologische geschiedenis van het Middenrijngebied samen te stellen aan de hand van historische informatie. Daartoe werd een omvangrijke hoeveelheid primaire en secundaire literatuur (d.w.z. historische teksten en verzamelingen van citaten) bij elkaar gebracht en op klimatologische en hydrologische informatie onderzocht.

Na een kritisch onderzoek van de betreffende teksten volgde de samenstelling van een uitvoerige chronologische lijst van citaten met bruikbare informatie (zie aanhangsel), waarin elk citaat zoveel mogelijk in zijn originele vorm is opgenomen om geen informatie verloren te laten gaan. Voorts moesten andere hoogwatermerken onderzocht en in de chronologische lijst opgenomen worden, om uiteindelijk te komen tot een overzicht van onweerlegbaar vastgestelde hoogwatermerken in het Middenrijngebied.

Deze verzameling citaten vormde de basis voor het samenstellen van meteorologische en hydrologische indexreeksen. Hierin is elke maand aan de hand van thermische en hygrische criteria geïndiceerd, ofwel is geprobeerd het afvoerregime van de Middenrijn op maandbasis te reconstrueren. De ijking werd steeds uitgevoerd aan de hand van perioden waarvoor instrumentele meetgegevens beschikbaar zijn.

Terwijl de indexreeks van gereconstrueerde temperaturen zeer goed op het Middenrijngebied kan worden geprojecteerd, ontstaan er bij de projectie van de neerslagreeks problemen, aangezien deze reeks bestaat uit informatie die afkomstig is uit verschillende gebieden en slechts beperkt op het Middenrijngebied toepasbaar is.

Een van de kernpunten van het project was het onderzoek naar het belang van historische hydrologische gebeurtenissen voor de reconstructie van de weersomstandigheden. Omdat het stroomgebied van de Middenrijn zich tot ver in de Alpen uitstrekt en de afvoeren voor een groot deel mede bepaald worden door het weer in de Alpen, zijn de hydrologische gebeurtenissen in de Rijn slechts gedeeltelijk te gebruiken voor een reconstructie van de weersontwikkelingen in het Middenrijngebied; het afvoerregime van een typische middelgebergterivier is een betere afspiegeling van de klimatologische omstandigheden in zo'n gebied.

Een reconstructie van het afvoerregime van de Middenrijn zonder leemten is – vooral voor de eerste 300 jaar van dit millennium – nu nog niet mogelijk, hoewel er vanaf het midden van de 14e eeuw steeds vaker vermeldingen voorkomen over hoogwaters – vooral in het hydrologische winterhalfjaar.

Winterhoogwaters die schade veroorzaakten zijn er op de Middenrijn altijd geweest; er zijn echter enkele opvallende fasen waarin catastrofale hoogwaters vaker voorkwamen dan in andere perioden, zoals de 14e eeuw, maar ook de 19e en 20e eeuw. Er komen daarentegen ook perioden zonder sterke hoogwateractiviteit voor, vaak direct voor of na perioden met veel hoogwaters, zoals tussen 1325 en 1350 of aan het begin van de 20e eeuw.

Extreme zomerhoogwaters zijn op de Middenrijn veel minder vaak opgetreden. Vanaf de laatste decennia van de 16e eeuw spelen zij nauwelijks meer een rol; in de eeuwen daarvoor schenen ze echter vaker voor te komen. In de topperioden van de »kleine ijstijd« zijn er meer vermeldingen van minder extreme zomerhoogwaters.

Historische laagwaterperioden worden in de kronieken slechts zelden vermeld. Vanaf het midden van de 16e eeuw tot het begin van de waterstandsmetingen is er bijzonder weinig over laagwaters overgeleverd, waardoor de reconstructie van droogteperioden niet eenvoudig is.



Over het geheel genomen zijn historische berichten over hydrologische gebeurtenissen zeer nuttig voor de reconstructie van de weersomstandigheden, maar zonder een gelijktijdige evaluatie van bronnen met meteorologische of fenologische informatie kunnen zij geen volledig beeld geven van de weersontwikkeling in een bepaalde periode.

Er is geen bewijs aanwezig dat klimaatveranderingen, zoals de ‘kleine ijstijd’, een belangrijke invloed hebben gehad op de frequentie en hevigheid van hoogwaters op de Middenrijn. Alleen het aantal gematigde hoogwaters in lente en zomer neemt tijdens bijzonder koele klimaatperioden in geringe mate toe; dit kan verklaard worden door vertraagde sneeuwsmelt of perioden met hevige neerslag in de betreffende maanden. Het lijkt erop dat extreme hoogwaters in alle perioden steeds toevalstreffers zijn geweest, namelijk veroorzaakt door de combinatie van aanhoudende neerslag en het gelijktijdig samenkomen van hoogwatergolven uit verschillende stroomgebieden.

De ijsomstandigheden zijn een ander geval: aangezien de temperatuur hierbij de beslissende factor is, bestaat er een goede overeenkomst tussen perioden waarin de Rijn vaak dichtvroor en perioden met zeer koude of lang aanhoudende winters. Juist de aanwezigheid van een vast ijsdek, ofwel de duur van de ijsbedekking, maken een juiste inschatting van de strenge winters uit de topperioden van de ‘kleine ijstijd’ mogelijk.

Dit onderzoeksproject kan met dit rapport voorlopig als afgesloten beschouwd worden; het is echter zeker aanbevelenswaardig de werkzaamheden voort te zetten en het project af te maken. Vooral het primaire bronnenmateriaal kon in de projectperiode van anderhalf jaar nog niet volledig verwerkt worden, omdat er relatief veel tijd ging zitten in de aanschaf en het bestuderen van de primaire literatuur, die grotendeels in verouderde taal en in dialect geschreven was. De tot nu toe gevonden en kritisch bestudeerde citaten zijn stuk voor stuk in chronologische volgorde in de lijst in het aanhangsel opgesomd. Een nauwkeurige lijst van de primaire bronnen moet nog gemaakt worden.

Voor een onderzoeksproject als dit zou het zeker de moeite waard zijn de beschikbare primaire bronnen nog intensiever te bestuderen.

Voorts zouden ook andere hoogwatermerken onderzocht en in de chronologische lijst opgenomen moeten worden, zodat het uiteindelijke resultaat een overzicht van onweerlegbaar vastgestelde hoogwatermerken in het Middenrijngebied zou zijn.

Bovendien verwachten de auteurs dat de laatste leemten – voornamelijk in de 11e en 12e eeuw – in de reconstructie van de weersomstandigheden en het afvoerregime van de Middenrijn, kunnen worden aangevuld, als de beschreven indirecte informatie, en vooral de resultaten van dendrochronologische analyses, meer in de studie wordt betrokken.

In bepaalde gevallen zou het ook denkbaar zijn, dat dit onderzoek naar andere riviergebieden wordt uitgebreid, want er zijn ongetwijfeld nog andere gebieden waarvoor een grote hoeveelheid historische bronnen met meteorologische informatie beschikbaar is.

## 9. SUMMARY AND PERSPECTIVE

This report is the result of a project which was concluded provisionally in July 1988, and which represents an attempt to draw up a history of the weather in the Mid-Rhine basin by means of historical records. For this purpose an extensive primary and secondary literature (i.e. historical texts and collections of quotations) was compiled and searched for climatological and hydrological information.

Critical examination of the texts concerned resulted in a comprehensive chronological list of source quotations with useful information (see annex), containing every quotation as much as possible in its original form in order to prevent loss of information.

This collection of quotations formed the basis for the preparation of meteorological and hydrological index series. The individual months in these series were classified according to thermic and hygric criteria, or an attempt was made to reconstruct the monthly discharge of the Mid-Rhine. The calibration was done by means of the periods that have been established by instrumental measurements.

Whereas the index series for the reconstructed temperature can very well be projected on to the Mid-Rhine basin, projection of the series for precipitation causes problems, because the latter is composed of information from different regions which can only partly and to a limited degree be applied to the Mid-Rhine basin.

One of the central points of the project was to study the importance of historical hydrological events for the reconstruction of the weather conditions. As the catchment area of the Mid-Rhine extends far into the Alps and its discharge is to a great extent determined by the alpine weather conditions, the hydrological events on the Rhine itself can only partly be used for the reconstruction of the weather in the Mid-Rhine region; the discharge regime of a typical low mountain river reflects to a higher degree the climatological conditions of this area.

A reconstruction of the Mid-Rhine discharge – especially of the first three centuries of this millennium – is not yet possible without blanks, although from the middle of the 14th century the number of reports on floods increases more and more, especially in the hydrological winter season.

Winter floods causing damage have always occurred on the Mid-Rhine; there are, however, certain individual phases which are marked by a higher frequency of catastrophic floods than other periods, e.g. the 14th century, but also the 19th and 20th century. On the other hand there are periods without marked flood activity, often directly before or after periods with many floods, such as between 1325 and 1350 or the beginning of the 20th century.

Extreme summer floods are a rare occurrence in the Mid-Rhine area. Ever since the last decades of the 16th century they hardly play a role any more; but in the preceding centuries they appear to have occurred more often. There are more records of less extreme summer floods during the peak phases of the 'Minor Ice Age'.

Historical droughts are only seldom mentioned in chronicles. From the middle of the 16th century to the beginning of water level measurement, very few of these events have been recorded, so that they do not contribute much to the reconstruction of drought periods.

Considered as a whole, historical records of hydrological events are very useful for reconstructing weather conditions, but without a simultaneous evaluation of sources containing meteorological or phenological records, they are not able to completely elucidate the meteorological development in a period.

There is no proof that climate changes, such as the 'Minor Ice Age', have had an important influence on the frequency and intensity of floods on the Mid-Rhine. The only effect is a small increase in the occurrence of minor floods in spring and summer during exceptionally cold climate phases, caused by delayed snow melt or periods of increased precipitation in the corresponding months. In all periods high floods seem to have been 'products of coincidence', namely caused by flood waves from different river basins coming together simultaneously.

Ice conditions are a different matter: as temperature is the decisive factor there, the periods in which the Rhine frequently freezes over correspond very well with the phases which are characterized by particularly cold or prolonged winters. Exactly the existence of solid ice covers, or the periods of continuous ice cover permit an accurate evaluation of the severe winters in the major phases of the 'Minor Ice Age'.

This report may be considered as a provisional conclusion of the research project; it would, however, be absolutely desirable to continue the activities and thus complete the project. Especially the primary source material has not been completely evaluated in the period concerned of a year and a half, because the acquisition and reading of the primary literature, which was mainly in ancient language or dialect, took a relatively large part of the time. The source quotations which were found up till now and have been critically investigated, have been listed in chronological order in the annex. An exact list of primary sources still has to be made up.

A research project such as this would certainly gain in importance, if the study of available primary sources was taken up even more intensively.

In addition other flood marks should be studied and included in the chronological list, in order to arrive at a list of irrefutably established flood marks in the Mid-Rhine region.

Furthermore, the authors expect that an increased incorporation of the proxy data described, especially those coming from dendrochronological analyses, will lead to the filling of the remaining gaps – mainly in the 11th and 12th century – in the reconstruction of the weather conditions and the discharge regime of the Mid-Rhine.

In certain cases it would also be conceivable that this research project can be extended to other river basins, because there are doubtless other regions with a large quantity of historical sources containing meteorological information.

## LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- Alexandre, P. (1976): *Le Climat au Moyen Age en Belgique et dans les Régions Voisines*. – Centre Belge d’Histoire Rurale. 50, Liège.
- Alexandre, P. (1987): *Le Climat en Europe au Moyen Age*, Paris.
- Ambs, A. (1978): *Statistische Analyse von Zeitreihen monatlicher Niederschlagssummen im Oberrheingebiet und Bildung von Gebietsmitteln (unveröffentl. Diplomarbeit)*. Meteorologisches Institut der Universität Bonn.
- Baur, F. (1975): *Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Mitteleuropas vom jährigen Mittelwert (1761 ... 1970)* in C. Beilage zur Berliner Wetterkarte.
- Bellinghausen, H. (1926): *Denkwürdige Naturereignisse im Rheinland zur Zeit des 6. und 10. Jahrhunderts*. Rh. Heimatblätter 3. (2).
- Bellinghausen, H. (1930): *Hochwasser im 14. Jahrhundert*. Koblenzer Heimatblätter 7. (51).
- Böcking, W. (1987): *Xantener Chronik*, Pulheim.
- Bräuler, L. (1932): *Die Wasserstandsstatistik, insbesondere am Rhein*. Beiträge zur Rheinkunde. (8): 30–35, Koblenz.
- Cardauns, H. und R. Müller (Hrsg.) (1966): *Die Rheinische Dorfchronik des Joan Peter Delhoven aus Dormagen (1783–1823)*, Köln.
- Cook, E.R. und G.C. Jacoby (1983): *Potomac River Streamflow since 1730 as Reconstructed by Tree Rings*. *Journal of Climate and Applied Meteorology*. 22 (10): 1659–1672.
- Dietz, J. (1967): *Die Veränderungen des Rheinlaufs zwischen der Ahrmündung und Köln in historischer Zeit*. *Rheinische Vierteljahresblätter*. 31: 351–376.
- Easton, C. (1928): *Les Hivers dans l’Europe Occidentale*, Leiden.
- Eckoldt, M. (1971): *200 Jahre Wasserstandsbeobachtungen am Rhein*. Beiträge zur Rheinkunde. (23): 15–24, Koblenz.
- Flohn, H. (1949): *Klima und Witterungsablauf in Zürich im 16. Jahrhundert*. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*. 28–41, Zürich.
- Flohn, H. (1967): *Klimaschwankungen in historischer Zeit*. *Die Wissenschaft*. (122): 81–90.
- Flohn, H. (1985): *A Critical Assessment of Proxy Data for Climatic Reconstruction*. *The Climatic Scene*. 93–103, London.
- Floß, H.J. (1868): *Das Kloster Rolandswerth bei Bonn*, Köln.
- Fuchs, A. (1960): *Das Überflutungsgebiet des Rheins innerhalb der Neuwieder Talweitung*. – *Forschungen zur deutschen Landeskunde*. 124, Bad Godesberg.
- Gottschalk, M.K.E. (1977): *Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland (Band 1–3) (1971, 1975, 1977)*, Assen.

- Graf, (1903): Eis- und Wassernot am Rhein im Jahre 1784. Separatdruck aus: *Niederrh. Geschichts- und Altertumsfreund*.
- Hellmann, G. (1917): Überstrenge Winter. *Sitzungsberichte der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften*, Berlin.
- Hellmann, G. (Hrsg.) (1901): *Meteorologische Beobachtungen vom 14. bis 17. Jahrhundert. Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus*. (13), Berlin.
- Hennig, R. (1904): *Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse von den ältesten Zeiten bis 1800. Abhandlungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Institutes*. 2 (4), Berlin.
- Hensle, D.M. (1986): Waren Rimsingen und Freiburg friesische Stützpunkte frühmittelalterlicher Flußschiffahrt? Sonderdruck aus: *Zeitschrift des Breisgauer Geschichtsvereins (»Schau-ins-Land«)*. (105).
- Hillebrand, Chr. (1978): *Statistische Untersuchungen von Niederschlagsreihen in Mitteleuropa und von Gebietsmitteln für den Niederrhein (unveröffentl. Diplomarbeit)*. Meteorologisches Institut der Universität Bonn.
- Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): *Die Chroniken der deutschen Städte vom 14. bis ins 16. Jahrhundert*, Bd. 1–20, Leipzig.
- Holzhauser, H. (1985): *Neue Ergebnisse zur Gletscher- und Klimageschichte des Spätmittelalters und der Neuzeit*. *Geographica Helvetica*. (4): 168–185, Zürich.
- Hoppe, C. (1970): *Die großen Flußverlagerungen des Niederrheins in den letzten zweitausend Jahren und ihre Auswirkungen auf die Lage und Entwicklung der Siedlungen*, Bonn-Bad Godesberg.
- Jansen, H. (1983): Die Eiswinter am Niederrhein seit Ende des 18. Jahrhunderts. *Dt. Gewässerkd. Mitt.* 27 (3): 85–91.
- Jones, P.D., K.R. Briffa und J.R. Pilcher (1984): Riverflow Reconstruction from Tree Rings in Southern Britain. *Journal of Climatology*. 4: 461–472.
- Keller, H. (1909): *Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet*. *Geographische Zeitschrift*. 15: 157–164, Wiesbaden.
- Keyser, E. (Hrsg.) (1956): *Rheinisches Städtebuch*, Stuttgart.
- Kraus, G. (1911): Hochwasserstände des Rheines. *Nassovia. Zeitschrift für Nassauische Geschichte und Heimatkunde*. (12): 46–48
- Lamb, H.H. (1977): *Climate Present, Past and Future. Vol. 2: Climatic History and the Future*, London.
- Lamb, H.H. (1982): *Climate, History and the Modern World*, London und New York.
- Lamb, H.H. (1985): *The Little Ice Age Period and the Great Storms within it. The Climatic Scene*. 104–131, London.

- Lamb, H.H. (1987): What Can Historical Records Tell Us about the Breakdown of the Medieval Warm Climate in Europe in the Fourteenth and Fifteenth Centuries? An Experiment. *Beiträge zur Physik der Atmosphäre*. 60 (2): 131–143.
- Lauer, W. und P. Frankenberg (1986): Zur Rekonstruktion des Klimas im Bereich der Rheinpfalz seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Weinquantität und Weinqualität, Mainz.
- Le Roy Ladurie, E. (1983): *Histoire du Climat depuis l'An Mil*, Paris.
- Lotsy, H.: *Dagelyksche aantekeningen gehouden te Nymegen von de Peilshoogtens en merkwaardigste gebentenissen op de rivieren de Maas, Rhyn, Waal, Neder-Rhyn en Yssel, beginnende met primo January 1770 / ontworpen en in ordre gebragt door Hendrik Lotsy, Nijmegen*.
- Mitscher (1888): Ueber Hochwassermarken am Rhein, besonders in Köln. *Festschrift zur 61. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte 1888*. 60–80.
- Norlind, A. (1914): Einige Bemerkungen über das Klima der historischen Zeit. *Lunds Universitets Arsskrift*. 10 (1): 1–53.
- Ospelt, J. (1935): Rheineinbrüche in Liechtenstein. *Beiträge zur Rheinkunde*. (11): 12–22, Koblenz.
- Pfister, C. (1985): Das Klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. *Academica Helvetica*. 1, Bern und Stuttgart.
- Pfister, C. (1985): Snow Cover, Snow-lines and Glaciers in Central Europe since the 16th Century. *The Climatic Scene*. 154–174, London.
- Pötzsch, C.G. (1800): *Chronologische Geschichte der großen Wasserfluten des Elbestroms seit tausend und mehr Jahren (Bd. 1–3) (1784, 1786, 1800)*. Original bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung Hamburg.
- Rathke, U. (1987): *Historische Aufzeichnungen über klimatologische Besonderheiten in Leutesdorf am Rhein (unveröffentl.)*.
- Rudloff, H. von (1967): Klima-Schwankungen in Europa seit 1670, das Klimaoptimum 1942–1953 und die nachfolgende Klima-Verschlechterung. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz N.F.* 9: 459–476.
- Schiller, H. (1987): Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten am schiffbaren Main und überregionaler Vergleich der Ergebnisse. *Beiträge zur Hydrologie*. (6): 79–101; Kirchzarten.
- Schönwiese, C.-P. (1985): *Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler*, Berlin und Stuttgart.
- Schulz, H. (1957): Erfahrungen mit der Jahrring-Analyse zur Erkenntnis hydrologischer Verhältnisse vergangener Jahrhunderte. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen*. (45): 82–83.
- Spies, W.: *Auszüge aus der Tagespresse (unveröffentl.)*.
- Van den Dool, H.M., H.J. Krijnen und C.J.E. Schuurmans (1978): Average Winter Temperatures at De Bilt (The Netherlands): 1634–1977. *Climatic Change*. (1): 313–330.

- Vanderlinden, E. (1923): Chronique des Evénements Météorologiques en Belgique jusqu'en 1834.
- Weber, H.: Eis- und Hochwasserberichte vom Rhein und seinen Nebenflüssen (unveröffentl.).
- Weber, H. (1977): Hochwasser im Rheingebiet. Beiträge zur Rheinkunde. (Z9): 50–62, Koblenz.
- Weidenbach: Nachbarschaften zu Andernach (unveröffentl.).
- Weikinn, C. (1963): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850 (4 Bände) (1958, 1960, 1961, 1963), Berlin.
- Wiedemann, A. (1930): Geschichte Godesbergs und seiner Umgebung, Bad Godesberg.
- Wittmann, J. (1864): Chronik der niedrigen Wasserstände des Rheins vom Jahre 70 n.Chr.Geb. bis 1858 etc. (2 Bände) (1859, 1864). Zeitschrift des Vereins zur Erforschung der Rheinischen Geschichte und Alterthümer in Mainz. 1–142, Mainz.
- Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden (Hrsg.) (1889): Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich, Berlin.
- Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden (Hrsg.) (1901): Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet. (6), Berlin.
- Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden (Hrsg.) (1911): Die Hochwassermarken im Großherzogtum Baden. Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden. (13), Karlsruhe.

CHR/KHR (1978): Das Rheingebiet, Hydrologische Monographie. Staatsuitgeverij, Den Haag/  
Le bassin du Rhin. Monographie Hydrologique. Staatsuitgeverij, La Haye. ISBN 90-1201-775-0

**Berichte der KHR****Rapports de la CHR**

- I-1 GREBNER, D. (1982): Objektive quantitative Niederschlagsvorhersagen im Rheingebiet. Stand 1982 (nicht mehr lieferbar)/  
Prévisions objectives et quantitatives des précipitations dans le bassin du Rhin. Etat de la question en 1982 (édition épuisée)
- I-2 GERHARD, H.; MADE, J.W. VAN DER; REIFF, J.; VREES, L.P.M. DE (1983): Die Trocken- und Niedrigwasserperiode 1976. (2. Auflage 1985)/  
La sécheresse et les basses eaux de 1976 (2ème édition, 1985). ISBN 90-7098-001-0
- I-3 HOFIUS, K. (1985): Hydrologische Untersuchungsgebiete im Rheingebiet/  
Bassins de recherches hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-7098-002-9
- I-4 BUCK, W.; KIPGEN, R.; MADE, J.W. VAN DER; MONTMOLLIN, F. DE; ZETTL, H.; ZUMSTEIN, J.F. (1986): Berechnung von Hoch- und Niedrigwasserwahrscheinlichkeit im Rheingebiet/  
Estimation des probabilités de crues et d'étiages dans le bassin du Rhin. ISBN 90-7098-003-7
- I-5 TEUBER, W.; VERAART, A.J. (1986): Abflußermittlung am Rhein im deutsch-niederländischen Grenzbereich/  
La détermination des débits du Rhin dans la région frontalière germano-hollandaise. ISBN 90-7098-004-5
- I-6 TEUBER, W. (1987): Einfluß der Kalibrierung hydrometrischer Meßflügel auf die Unsicherheit der Abflußermittlung. Ergebnisse eines Ringversuchs/  
Influence de l'étalonnage des moulinets hydrométriques sur l'incertitude des déterminations de débits. Résultats d'une étude comparative. ISBN 90-7098-005-3
- I-7 MENDEL, H.G. (1988): Beschreibung hydrologischer Vorhersagemodelle im Rheineinzugsgebiet/  
Description de modèles de prévision hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-7098-006-1
- I-8 ENGEL, H.; SCHREIBER, H.; SPREAFICO, M.; TEUBER, W.; ZUMSTEIN, J.F. (1990): Abflußermittlung im Rheingebiet im Bereich der Landesgrenzen/  
Détermination des débits dans les régions frontalières du bassin du Rhin. ISBN 90-7098-001-x
- I-9 CHR/KHR (1990): Das Hochwasser 1988 im Rheingebiet/  
La crue de 1988 dans le bassin du Rhin. ISBN 90-7098-011-8
- I-10 NIPPES, K.-R. (1991): Bibliographie des Rheingebietes/  
Bibliographie du bassin du Rhin. ISBN 90-70980-11-8
- I-11 BUCK, W.; FELKEL, K.; GERHARD, H.; KALWEIT, H.; MALDE, J. VAN; NIPPES, K.-R.; PLOEGER, B.; SCHMITZ, W. (1993): Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen – Ausbau, Schifffahrt, Wasserwirtschaft/  
Le Rhin sous l'influence de l'homme – Aménagement, navigation, gestion des eaux. ISBN 90-70980-17-7
- I-12 ADLER, M.; JAKOB, A.; HANISCH, H.; LEIBUNDGUT, CH.; MAZIJK, A. VAN; SPREAFICO, M.; WIESNER, H. (1993): Alarmmodell Rhein. Ein Modell für die operationelle Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein. ISBN 90-70980-18-5
- Katalog/Catalogue 1 SPROKKEREEF, E. (1989): Verzeichnis der für internationale Organisationen wichtigen Meßstellen im Rheingebiet/  
Tableau de stations de mesure importantes pour les organismes internationaux dans le bassin du Rhin. ISBN 90-7098-008-8



- II-1 MADE, J.W. VAN DER (1982): Quantitative Analyse der Abflüsse (nicht mehr lieferbar)/  
Analyse quantitative des débits (édition épuisée)
- II-2 GRIFFIOEN, P.S. (1989): Alarmmodell für den Rhein/  
Modèle d'alerte pour le Rhin. ISBN 90-7098-007-x
- II-3 SCHRÖDER, U. (1990): Die Hochwasser an Rhein und Mosel im April und Mai 1983/  
Les crues sur les bassins du Rhin et de la Moselle en avril et mai 1983. ISBN 90-7098-009-6
- II-4 MAZIJK, A. VAN; VERWOERDT, P.; MIERLO, J. VAN; BREMICKER, M.; WIESNER, H.  
(1991): Rheinalarmmodell Version 2.0 – Kalibrierung und Verifikation/  
Modèle d'alerte pour le Rhin version 2.0 – Calibration et vérification. ISBN 90-7098-012-6
- II-5 MADE, J.W. VAN DER (1991): Kosten-Nutzen-Analyse für den Entwurf hydrometrischer  
Meßnetze/  
Analyse des coûts et des bénéfices pour le projet d'un réseau hydrométrique. ISBN 90-70980-14-2
- II-6 CHR/KHR (1992): Contributions to the European workshop Ecological Rehabilitation of  
Floodplains, Arnhem, The Netherlands, 22-24 September 1992. ISBN 90-70980-15-0
- II-7 NEMEC, J. (1993): Comparison and selection of existing hydrological models for the simulati-  
on of the dynamic water balance processes in basins of different sizes and on different scales.  
ISBN 90-70980-16-9
- II-8 MENDEL, H.G. (1993): Verteilungsfunktionen in der Hydrologie. ISBN 90-70980-19-3
- II-9 WITTE, W.; KRAHE, P.; LIEBSCHER, H.-J. (1995): Rekonstruktion der Witterungs-  
verhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer  
Ereignisse. ISBN 90-70980-20-7

Einige Informationen über die:

## **INTERNATIONALE KOMMISSION FÜR DIE HYDROLOGIE DES RHEINGEBIETES (KHR)**

### **Gründung**

1970 Im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade (IHD) der UNESCO.

1975 Fortsetzung der Arbeiten im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms (IHP) der UNESCO und des Operationellen Hydrologie-Programms (OHP) der WMO.

1978 Unterstützung der Arbeiten der Kommission durch Austausch einer Verbalnote zwischen den mitarbeitenden Ländern.

### **Aufgaben**

- Förderung der Zusammenarbeit hydrologischer Institutionen und Dienste im Einzugsgebiet des Rheins.
- Durchführung von Untersuchungen über die Hydrologie des Rheingebietes und Austausch der Ergebnisse diesbezüglicher Studien.
- Förderung des Austausches von hydrologischen Daten und Informationen im Rheingebiet (z.B. aktuelle Daten, Vorhersagen).
- Entwicklung von standardisierten Verfahren für die Sammlung und Bearbeitung hydrologischer Daten in den Rheinanliegerstaaten.

### **Mitarbeitende Länder**

Schweiz, Österreich, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Niederlande

### **Arbeitssprachen**

Deutsch und Französisch

### **Organisation**

Ständige Vertreter (Sitzungen 2mal pro Jahr) unterstützt von einem ständigen Sekretariat. Die Bearbeitung von Projekten wird von Rapporteurs und internationalen Arbeitsgruppen durchgeführt.

Quelques informations sur la:

## **COMMISSION INTERNATIONALE DE L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU RHIN (CHR)**

### **Institution**

1970 Dans le cadre de la Décennie Hydrologique Internationale (DHI) de l'UNESCO.

1975 Poursuite des travaux dans le cadre du Programme Hydrologique International (PHI) de l'UNESCO et du Programme d'Hydrologie Opérationnelle (PHO) de l'OMM.

1978 Appui des travaux de la Commission par l'échange d'une note verbale entre les pays concernés.

### **Tâches**

- Encourager la coopération entre les instituts et les services actifs dans le bassin du Rhin.
- Réalisation d'études hydrologiques dans le bassin du Rhin et échange de résultats des études concernées.
- Encourager l'échange de données et d'informations hydrologiques dans le bassin du Rhin (p.ex. données actuelles, prévisions).
- Elaboration de méthodes standardisées pour la collecte et le traitement des données hydrologiques dans les Etats riverains du Rhin.

### **Pays participants**

la Suisse, l'Autriche, la République Fédérale d'Allemagne, la France, le Luxembourg, les Pays-Bas

### **Langues de travail**

allemand et français

### **Organisation**

Les représentants permanents (réunions deux fois par an) sont soutenus par le secrétariat permanent. Les études sont réalisées par des rapporteurs et des groupes de travail internationaux.

## Auswahl der laufenden Arbeiten

### »Änderungen im Abflußregime«

- Beschreibung des Einflusses der menschlichen Aktivitäten auf die Rheinabflüsse.
- Bestimmung der Auswirkungen von Bodennutzungs- und Klimaänderungen auf das Abflußregime des Rheins.
- Untersuchungen über Auswirkungen des Waldes auf den Wasserhaushalt.

### »Fließzeiten«

- Ermitteln von Fließzeiten und Stofftransport im Rhein zur Verbesserung des Rheinalarmmodells (in Zusammenarbeit mit der IKSR).

### »Sediment«

- Verbesserung und Standardisierung der Verfahren zur Messung von Schwebstoffgehalten und Bodentransport des Sediments.
- Beschreibung des Sedimenthaushaltes im Fluß.

### »Fortschreibung der Monographie«

- Übersicht hydrologischer Daten über die Perioden 1971-1980 und 1981-1990 als Fortsetzung der im Jahre 1978 veröffentlichten Monographie »Das Rheingebiet«.

## Fertiggestellte Arbeiten

sie Publikationsliste, Seite 63.

## Principaux thèmes en cours

### «Changements dans le régime des débits»

- Description de l'impact des activités humaines sur le débit du Rhin.
- Détermination des effets des changements du climat et de l'utilisation du sol sur le régime des débits du Rhin.
- Etude de l'influence du forêt sur l'hydrologie.

### «Temps d'écoulement»

- Détermination des temps d'écoulement et de transport des substances dans le Rhin pour l'amélioration du modèle d'alerte du Rhin (en collaboration avec la CIPR).

### «Sédiments»

- Amélioration et standardisation des méthodes pour la mesure des matières en suspension et du charriage de fond.
- Description de la situation de la sédimentation dans le fleuve.

### «Actualisation de la Monographie»

- Données hydrologiques sur les périodes 1971-1980 et 1981-1990 complétant celles de la monographie hydrologique «le Bassin du Rhin» publiée en 1978.

## Travaux effectués

voir la liste de publications, page 63.

Enige gegevens betreffende de:

## **INTERNATIONALE COMMISSIE VOOR DE HYDROLOGIE VAN HET RIJNGEBIED (CHR)**

### **Oprichting**

1970 In het kader van het Internationaal Hydrologisch Decennium (IHD) van de UNESCO.

1975 Voortzetting van de werkzaamheden in het kader van het Internationaal Hydrologisch Programma (IHP) van de UNESCO en het Operationeel Hydrologisch Programma (OHP) van de WMO.

1978 Ondersteuning van het werk van de Commissie door een nota-uitwisseling tussen de samenwerkende landen.

### **Taken**

- Bevordering van samenwerking tussen hydrologische instituten en diensten in het stroomgebied van de Rijn.
- Uitvoeren van hydrologische studies in het Rijngebied en uitwisseling van de onderzoeksresultaten.
- Bevorderen van de uitwisseling van hydrologische gegevens en informatie in het Rijngebied (bijv. actuele gegevens, voorspellingen).
- Ontwikkeling van standaardmethoden voor het verzamelen en bewerken van hydrologische gegevens in de Rijnsoeverstaten.

### **Deelnemende landen**

Zwitserland, Oostenrijk, Bondsrepubliek Duitsland, Frankrijk, Luxemburg, Nederland

### **Voertalen**

Duits en Frans

### **Organisatie**

Vaste vertegenwoordigers (vergaderingen tweemaal per jaar) ondersteund door een permanent secretariaat. Onderzoeken worden door rapporteurs en internationale werkgroepen uitgevoerd.

Some information on the:

## **INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE HYDROLOGY OF THE RHINE BASIN (CHR)**

### **Foundation**

1970 Within the framework of UNESCO's International Hydrological Decade (IHD).

1975 Continuation of activities in the framework of UNESCO's International Hydrological Programme (IHP) and the Operational Hydrology Programme (OHP) of WMO.

1978 Support of the Commission's activities by exchange of a verbal note between the participating countries.

### **Tasks**

- Support of co-operation between hydrological institutes and services active in the catchment area of the Rhine.
- Executing hydrological studies in the Rhine basin and exchange of research results.
- Promoting the exchange of hydrological data and information in the Rhine basin (e.g. current data, forecasts).
- Development of standardized methods for collecting and processing hydrological data in the Rhine riparian states.

### **Participating countries**

Switzerland, Austria, Federal Republic of Germany, France, Luxemburg, the Netherlands

### **Working languages**

German and French

### **Organization**

Permanent representatives (meetings twice a year) supported by a permanent secretariat. Studies are carried out by rapporteurs and international working groups.

### **Belangrijkste lopende onderzoeken**

#### *'Veranderingen in het afvoeregime'*

- Beschrijving van de invloed van menselijke activiteiten op de Rijnafvoeren
- Bepaling van de invloed van veranderingen in bodemgebruik en klimaat op het afvoeregime van de Rijn.
- Onderzoek naar de invloed van bos op de waterhuishouding.

#### *'Stroomtijden'*

- Bepaling van de stroomtijden en stoftransport in de Rijn ter verbetering van het alarmmodel voor de Rijn (in samenwerking met de IRC).

#### *'Sediment'*

- Verbetering en standaardisering van meetmethoden voor gehalten aan zwevend materiaal en bodemtransport.
- Beschrijving van de sedimenthuishouding in de rivier.

#### *'Voortzetting Monografie'*

- Overzicht van hydrologische gegevens over de perioden 1971-1980 en 1981-1990 als voortzetting van de in 1978 uitgegeven hydrologische monografie 'Het stroomgebied van de Rijn'.

### **Afgesloten onderwerpen**

zie lijst van publikaties, blz. 63.

### **Selection of current subjects**

#### *'Changes in the discharge regime'*

- Description of the impact of human activities on the Rhine discharges.
- Determination of the effect of changes in land use and climate on the discharge regime of the Rhine.
- Research into the effects of forest on the hydrology of the basin.

#### *'Travel times'*

- Determination of the travel times and constituent transport in the Rhine for the improvement of the alarm model for the Rhine (in co-operation with CIPR/IKSR).

#### *'Sediment'*

- Improvement and standardization of methods to measure suspended load and bed-load transport.
- Description of sediment characteristics of the river.

#### *'Continuation of the Monograph'*

- Hydrological data for the periods 1971-1980 and 1981-1990 as a continuation of the hydrological monograph 'The Rhine basin' published in 1978.

### **Completed projects**

see list of publications, p. 63.

## KOLOPHON

**Übersetzungen:** F. de Montmollin, Landeshydrologie und -geologie, Bern  
E. Sprokkereef, KHR -Sekretariat  
A.M. Wagenaar-Hart, KHR-Sekretariat

**Drucker:** Veenman Drukkers, Wageningen

**Papier:** Chlorfrei M.C.

**ISBN:** 90-70980-20-7