

**Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes**

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

**25 JAHRE KHR**

**Kolloquium aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der KHR  
Doorwerth (Niederlande), den 30. November 1995**

**25 ANS DE LA CHR**

**Colloque à l'occasion du 25e anniversaire de la CHR  
Doorwerth (Pays-Bas), le 30 novembre 1995**

**Ch. Emmenegger  
H. Engel  
D. Hahn  
J. Leentvaar  
F. Nobilis  
B. Schädler  
W. Silva  
M. Spreafico  
E. Van Velzen**

  
DIRECTION RÉGIONALE DE  
L'ENVIRONNEMENT  
LORRAINE



**BfG**



Bericht Nr. I-14 der KHR  
Rapport no. I-14 de la CHR

# Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

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

### 25 JAHRE KHR

Kolloquium aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der KHR  
Doorwerth (Niederlande), den 30. November 1995  
(Zusammenstellung der Vortragstexte)

### 25 ANS DE LA CHR

Colloque à l'occasion du 25e anniversaire de la CHR  
Doorwerth (Pays-Bas), le 30 novembre 1995  
(Textes des exposés)

Ch. Emmenegger, Landeshydrologie und -geologie, Bern  
H. Engel, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
D. Hahn, Direction de l'Environnement du bassin Rhin-Meuse, Metz  
J. Leentvaar, Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad  
F. Nobilis, Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für  
Land- und Forstwirtschaft, Wien  
B. Schädler, Landeshydrologie und -geologie, Bern  
W. Silva, Rijkswaterstaat RIZA, Arnhem  
M. Spreafico, Landeshydrologie und -geologie, Bern  
E. Van Velzen, Rijkswaterstaat RIZA, Arnhem



Landeshydrologie und  
-geologie  
CH-3003 Bern  
Schweiz/Suisse



Hydrographisches  
Zentralbüro im  
Bundesministerium für  
Land- und  
Forstwirtschaft  
Marxergasse 2  
A-1030 Wien  
Österreich/Autriche



Bundesanstalt für  
Gewässerkunde  
Postfach 309  
D-56003 Koblenz  
Deutschland/Allemagne



Direction régionale de  
l'environnement  
B.P. 223  
F-57005 Metz Cedex 1  
Frankreich/France



KHR-Sekretariat/Secrétariat de la CHR  
Postbus 17  
NL-8200 AA LELYSTAD  
Niederlande/Pays-Bas



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

Bericht Nr. I-14 der KHR  
Rapport no. I-14 de la CHR

Originalsprachen: deutsch und französisch  
Langues originales: allemand et français

© 1997, CHR/KHR  
ISBN 90-70980-25-8

**25 jaar CHR**  
**Colloquium ter gelegenheid van het 25-jarig bestaan van de CHR**  
**Doorwerth (Nederland), 30 november 1995**

Nederlandstalige gedeelten:  
Bijzonderheden CHR: blz. 115

**25 years CHR**  
**Colloquium on the occasion of the 25th anniversary of the CHR**  
**Doorwerth (the Netherlands), 30 November 1995**

English texts:  
Particulars CHR: p. 115

**Beitrag zum Internationalen Hydrologischen  
Programm (IHP) der UNESCO und zum  
Operationellen Hydrologie Programm  
(OHP) der WMO**

**Contribution au Programme Hydrologique  
International (PHI) de l'UNESCO et du Pro-  
gramme d'Hydrologie Opérationnelle  
(PHO) de l'OMM**

## Vorwort

*Eine fehlgeleitete Wasserwirtschaft ist für ein Volk entscheidender als eine Niederlage im Krieg, und eine gut geleitete ist wichtiger als ein Sieg.*

R. Dendl

Hydrologische Grundlagen sind ein wichtiger Bestandteil einer integrierten Wasserwirtschaft im Rheingebiet. Dabei sind neben Detailinformationen von Teileinzugsgebieten, vor allem flächendeckende qualitative und quantitative hydrologische Beobachtungen, Analyseergebnisse und Vorhersagen im ganzen internationalen Einzugsgebiet des Rheins gefragt.

Um diesem Bedürfnis nachzukommen, wurde vor 25 Jahren die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes gegründet. Seither haben Experten aus der Schweiz, Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg und den Niederlanden gemeinsame Lösungen von internationalen Problemstellungen erarbeitet, Studien über hydrologische Prozesse durchgeführt und die Vergleichbarkeit hydrologischer Informationen im Rheingebiet angestrebt.

Aus Anlaß zur 25-Jahrfeier der Kommission wurde ein Kolloquium in den Niederlanden durchgeführt. Fachleute präsentierten die Geschichte der KHR, den Einfluß von Klimaänderungen auf die Hydrologie des Rheins, die Zusammenarbeit zwischen internationalen Flußgebieten, Maßnahmen zum Hochwasserschutz, den Verwaltungsplan für Wasserbau und Wasserwirtschaft im französischen Rhein-Maas Einzugsgebiet, die Landschaftsgestaltung in den Rheinbezirken der Niederlande sowie Zukunftsperspektiven der KHR.

Die KHR bedankt sich bei den Referenten und dem Redaktionsteam. Dank sei auch all denen ausgesprochen, welche die Arbeiten der

## Préface

*Une économie hydraulique mal dirigée est, pour un peuple, plus lourde en conséquences qu'une défaite après une guerre; bien dirigée, elle prend plus d'importance qu'une victoire.*

R. Dendl

Pour un bassin fluvial comme celui du Rhin, des données hydrologiques de bases représentent un élément de première importance dans une économie hydraulique intégrée. En plus d'informations détaillées concernant les bassins versants partiels, des informations hydrologiques qualitatives et quantitatives couvrant toute la surface de ce bassin international sont nécessaires. Pour le bassin dans son ensemble, il faut aussi fournir toujours plus de résultats d'analyses et de prévisions.

C'est pour répondre à de nombreuses exigences de cette sorte qu'a été fondée, il y a plus de 25 ans, la Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin. Depuis lors, des experts, provenant de Suisse, d'Autriche, d'Allemagne, de France, du Luxembourg et des Pays-Bas, ont cherché ensemble des solutions communes à des problèmes se posant au niveau international. Tous ces experts ont réalisé des études sur les processus intervenant dans le cycle de l'eau et amélioré la comparabilité de l'information hydrologique à l'intérieur du bassin.

A l'occasion du 25<sup>ème</sup> anniversaire de la Commission, un colloque a été organisé aux Pays-Bas. Plusieurs spécialistes ont présenté des exposés sur les thèmes suivants, l'histoire de la CHR, l'influence des changements climatiques sur l'hydrologie du Rhin, la collaboration entre pays dans d'autres bassins versants internationaux, les mesures de protection contre les crues, les plans de l'administration française dans la région du bassin Rhin-Meuse pour la gestion et les aménagements hydrauliques, l'aménagement du paysage entre les embranchements du Rhin aux Pays-Bas, ainsi encore que les perspectives d'avenir de la CHR.

La CHR remercie ici les orateurs ainsi que l'équipe de rédaction. Un grand merci aussi à tous ceux qui pendant toutes ces années ont sou-

KHR wissenschaftlich, technisch, personell, finanziell während den vergangenen Jahren unterstützt haben. Es ist zu hoffen, daß die KHR auch weiterhin wertvolle Beiträge zum Wohl und Schutz der Bevölkerung im Rheingebiet leisten kann.

Der Präsident der KHR  
Prof. Dr. M. Spreafico

tenu les travaux de la CHR, sur les plans scientifique, technique, financier ou qui ont mis à disposition des ressources en personnel. Il est à espérer que la CHR continuera à assurer la production de travaux de valeur, pour le bien et la sécurité des populations du bassin du Rhin.

Le président de la CHR  
Prof. Dr. M. Spreafico



*Die Teilnehmer am Kolloquium*

*Les participants au colloque*

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<i>Vorwort</i> .....	3
1. 25 Jahre internationale Zusammenarbeit im Rheingebiet, M. Spreafico .....	7
2 Einfluss von Klimaänderungen auf die Hydrologie des Rheines, Ch. Emmenegger und B. Schädler .....	18
3 Zusammenarbeit zwischen internationalen Flußgebieten, F. Nobilis .....	34
4 Maßnahmen zum Hochwasserschutz, H. Engel .....	46
5 Wasserwirtschaft und -planung. Der Verwaltungsplan für Einrichtung und Wasserwirtschaft (SDAGE) im französischen Rhein-Maas-Becken, D. Hahn .....	69
6 Landschaftsgestaltung der Rheinbranche in den Niederlanden, W. Silva .....	75
7 Die Zukunft der KHR, J. Leentvaar und E. Van Velzen .....	94
KHR-Veröffentlichungen .....	106
Einige Informationen über die KHR (deutsch, französisch, niederländisch, englisch) . . .	108
Anlage 1 Darstellung der Poster über die KHR und ihre Projekte .....	113

## TABLE DES MATIÈRES

	page
<i>Préface</i> .....	3
1 25 Ans de coopération internationale dans le bassin du Rhin, M. Spreafico .....	7
2 Influence des modifications climatiques sur l'hydrologie du Rhin, Ch. Emmenegger et B. Schädler .....	18
3 Coopération entre les bassins fluviaux internationaux, F. Nobilis .....	34
4 Mesures et aménagements ciblés sur la protection contre les inondations, H. Engel .....	46
5 Gestion et planification de l'eau. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) dans le bassin Rhin-Meuse français, D. Hahn .....	69
6 Aménagement du paysage: bras de Rhin néerlandais, W. Silva .....	75
7 L'avenir de la CHR, J. Leentvaar et E. Van Velzen .....	94
Publications de la CHR .....	106
Quelques informations sur la CHR (allemand, français, néerlandais, anglais) .....	108
Annexe 1 Présentation des posters sur la CHR et ses projets .....	113

## **1. 25 JAHRE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM RHEINGEBIET**

M. Spreafico  
Landeshydrologie und -geologie, Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft, Bern  
Präsident der KHR

### **1.1 Einleitung**

Der Rhein fließt von seinen Quellen in den Schweizer Alpen durch Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg nach den Niederlanden. Mit einer Einzugsgebietsfläche von 185.000 km<sup>2</sup> und einem mittleren jährlichen Abfluss von 2200 m<sup>3</sup>/s ist das Rheingebiet eines der wichtigsten Flussgebiete in Europa. Wegen der hochentwickelten Industrie, dem umfangreichen Handel und der intensiven Landwirtschaft sowie der dichten Verkehrsinfrastruktur ist das Rheingebiet sehr dicht besiedelt.

Gegenwärtig leben etwa 50 Millionen Menschen im Einzugsgebiet des Rheins. Dank dem Rhein als Wasserlieferant, Stromproduzent und Transportweg, entwickelten sich alle grossen Städte entlang des Flusslaufes und seiner Nebenflüsse. Umgekehrt beeinflussen diese Siedlungen durch ihre Aktivitäten Menge und Qualität des Wassers.

Die vielen Nutzungs- und Schutzansprüche schufen und schaffen auch heute noch grosse Probleme in den einzelnen Anliegerstaaten, aber auch innerhalb der internationalen Staatengemeinschaft im Rheingebiet. Zur Bearbeitung und Lösung dieser mannigfaltigen Probleme wurden verschiedenartige internationale Institutionen eingesetzt.

### **1.2. Internationale Kommissionen im Rheingebiet**

Eine Übersicht der Internationalen Kommissionen im Rheingebiet, welche sich unmittelbar mit dem Wasser des Rheins befassen, ist in der Tabelle 1 zusammengefasst. Neben dem Namen werden Hauptaufgaben und Tätigkeiten aufgeführt.

## **1. 25 ANS DE COOPÉRATION INTERNATIONALE DANS LE BASSIN DU RHIN**

M. Spreafico  
Service hydrologique et géologique national, Office fédéral  
de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne  
Président de la CHR

### **1.1. Introduction**

Le Rhin, qui prend sa source dans les Alpes suisses, traverse ensuite l'Autriche, l'Allemagne, la France et le Luxembourg avant de pénétrer sur le territoire néerlandais. Au total, son bassin recouvre une surface de 185 000 km<sup>2</sup>, et son débit annuel moyen est de 2200 m<sup>3</sup>: des chiffres qui font de lui l'un des bassins fluviaux les plus importants d'Europe. Sa forte industrialisation, ses innombrables activités commerciales et l'agriculture intensive qui y est pratiquée ont contribué à doter le bassin du Rhin d'une densité de population extrêmement élevée.

A l'heure actuelle, quelque 50 millions de personnes habitent le bassin du Rhin. Le Rhin est un fournisseur d'eau, un producteur d'hydroélectricité et une voie navigable: c'est la raison pour laquelle de grandes villes se sont développées tout au long de ses rives et de celles de ses affluents. Inversement, ces implantations, de par leurs activités, influencent à leur tour la quantité et la qualité de l'eau.

Interviennent, en matière d'utilisation et de protection des eaux, de nombreuses exigences qui ont posé de tout temps – et continuent d'ailleurs à poser – de graves problèmes, non seulement dans les divers états riverains, mais également au sein de la communauté internationale du bassin du Rhin. Afin d'examiner ces problèmes variés et de les résoudre, divers organismes internationaux ont été mis en place.

### **1.2. Les commissions internationales dans le bassin du Rhin**

Le tableau 1 propose un survol des commissions internationales du bassin du Rhin, dont la vocation concerne au premier chef l'hydrologie du Rhin. Leurs tâches essentielles et les activités auxquelles elles se consacrent figurent à côté de leur dénomination.



Tabelle 1.1 Internationale Organisationen im Rheineinzugsgebiet (nach Hofius, 1995)

Name	Aufgaben	Tätigkeiten
<b>KHR</b> Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (gegründet 1970)	Förderung der Zusammenarbeit hydrologischer Institutionen im Rheingebiet Durchführung von gemeinsamen Studien und Untersuchungen Förderung des Austausches von hydrologischen Daten und Informationen Entwicklung von standardisierten Verfahren für die Erhebung und Bearbeitung hydrologischer Daten	Gemeinsame Lösung von internationalen Problemstellungen Studium der hydrologischen Prozesse / Wasserhaushalt, Sedimente, Hoch-/Niederwasseranalysen, Klimaänderungen und deren Auswirkungen, GIS, ...) Hochwasservorhersage Vergleich von hydrologischen Messungen, Messgeräten, Methoden und Modellen
<b>IKSR</b> Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (gegründet 1963)	Untersuchung der Quellen, des Transportes und der Absetzung von Schadstoffen Erstellen von Empfehlungen zuhanden der Regierungen der Anliegerstaaten Entwurf von Verträgen für den Schutz des Rheins Realisierung von Übereinkünften der Regierungen	Untersuchung von Schadstoffen in Wasser, Flora und Fauna Erstellen von Übersichten über den chemischen und biologischen Zustand Untersuchung von Punkt- und diffusen Quellen von Schadstoffen Betrieb eines Alarmsystems
<b>IKSMS</b> Internationale Kommission für den Schutz der Mosel und Saar	Untersuchung der Schadstoffe in Mosel und Saar Erstellen von Empfehlungen zuhanden der Anliegerstaaten Realisierung von Übereinkünften der Regierungen	Ökosystem Untersuchungen Planung von Massnahmen gegen den Schadstoffeintrag Inventar der Hauptschadstoffe und Vorschläge erarbeiten zu deren Reduzierung
<b>IAWR</b> Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheingebiet	Überwachung der Gewässerqualität Standardisierung der Analysen für Trinkwasser Verbesserung der Wasserqualität	Vergleich von Reinigungstechniken in Wasserreinigungsanlagen Vergleich und Standardisierung von Analysetechniken Untersuchungen von Techniken für die Verbesserung der Trinkwasserqualität
<b>IGKB</b> Internationale Kommission für den Schutz des Bodensees (gegründet 1959)	Beobachtung der Wasserqualität Erstellen von Empfehlungen für die Anliegerstaaten Vorschläge erarbeiten für die Reduktion des Schadstoffeintrages	Unterstützung von limnologischen Forschungen Langzeituntersuchung der Wasserqualität Planung zukünftiger Wassernutzungen
<b>ZKR</b> Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (gegründet 1868)	Zusammenarbeit der Rhein-anliegerstaaten bezüglich Schifffahrt, Unterhalt der Wasserstrassen, Standardisierung technischer und rechtlicher Richtlinien	Individuelle Arbeitsgruppen erstellen Vorschläge und überwachen die Schifffahrt auf den internationalen Gewässern

Tableau 1: les commissions internationales dans le bassin du Rhin (source: Hofius – 1995)

Dénomination	Tâches	Activités
<b>CHR</b> Commission internationale de l'hydrologie du bassin du Rhin (fondée en 1970)	Promotion de la coopération entre les organisations hydrologiques du bassin du Rhin Poursuite d'études et de recherches communes Promotion des échanges de données et d'informations hydrologiques Développement de processus standardisés ciblés sur la collecte et le traitement de données hydrologiques	Résolution commune des problématiques internationales Etude des processus hydrologiques et du régime des eaux, sédiments, crues et étiages, modifications climatiques et incidences de ces modifications, GIS, etc.) Prévision des crues Comparaison des mesurages hydrologiques, des appareils de mesure, des méthodes et des modèles utilisés
<b>CIPR</b> Commission internationale pour la protection du Rhin (fondée en 1983)	Enquêtes au sujet de l'origine, du charriage et du dépôt de produits toxiques Rédaction de recommandations destinées aux gouvernements des états riverains Projet de traités visant à la protection du Rhin Application des traités signés par les gouvernements	Recherche des produits toxiques au niveau des eaux, de la flore et de la faune Elaboration de tableaux synoptiques de l'état des lieux au plan chimique et biologique Examen de sources ponctuelles et diffuses de produits toxiques Exploitation d'un système d'alerte
<b>CIPMS</b> Commission internationale pour la protection de la Moselle et de la Sarre	Analyse des produits toxiques dans la Moselle et dans la Sarre Rédaction de recommandations destinées aux gouvernements des états riverains Application des traités signés par les gouvernements	Enquêtes en matière d'écosystèmes Planification de mesures anti-pollution Inventaire des principaux agents polluants et propositions tendant à leur limitation
<b>IAWR</b> Comité international des services d'eau du bassin rhénan	Contrôle de la qualité des eaux Standardisation des analyses concernant l'eau potable Amélioration de la qualité de l'eau	Comparaison des techniques de traitement des eaux usées dans les stations d'épuration Comparaison et standardisation des techniques d'analyse Banc d'essai de techniques visant à améliorer la qualité de l'eau potable
<b>IGKB</b> Commission internationale pour la protection du lac de Constance (fondée en 1959)	Contrôle permanent de la qualité de l'eau Rédaction de recommandations destinées aux gouvernements des états riverains Elaboration de propositions visant à la diminution de dépôts polluants	Encouragements des études limnologiques Contrôle à long terme de la qualité de l'eau Planification de la future exploitation des eaux
<b>CCR</b> Commission centrale pour la navigation du Rhin (fondée en 1868)	Coopération des états riverains rhénans en matière de navigation, d'entretien des voies navigables et de standardisation des directives techniques et juridiques	Des groupes de travail individuels émettent des propositions et contrôlent la navigation sur les eaux internationales

### 1.3. Die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

Die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) wurde durch die Nationalkomitees der Schweiz, Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg und der Niederlande im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade der UNESCO 1970 gegründet mit den folgenden Aufgaben:

- Untersuchung der Entstehung und Variation der Abflüsse im Rheingebiet;
- Sammlung, Aufbereitung und Publikation von Beobachtungen;
- Förderung von Untersuchungen bezüglich Trockenperioden, Hochwasser, Vorhersagen, usw.;
- Berichterstattung an den Coordinating Council der IHD.

Von 1975-90 folgte eine Konsolidierungsphase mit der Fortsetzung der Arbeiten der KHR im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms der UNESCO und ein Programm für Operationelle Hydrologie der Weltorganisation für Meteorologie.

Im Jahre 1991 wurden im Statut der KHR die Aufgaben den aktuellen Bedürfnissen angepasst und umfassen heute die folgenden Tätigkeiten:

- 1) Förderung der Zusammenarbeit hydrologischer Institutionen und Dienste im Einzugsgebiet des Rheins;
- 2) Durchführung von Untersuchungen über die Hydrologie des Rheingebietes und Austausch der Ergebnisse diesbezüglicher Studien;
- 3) Förderung des Austausches von hydrologischen Daten und Informationen (aktuelle Daten, Vorhersagen);
- 4) Entwicklung von standardisierten Verfahren für die Erhebung und Bearbeitung hydrologischer Daten in den Rheinanliegerstaaten;
- 5) Förderung der Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen.

### 1.3. La Commission internationale de l'hydrologie du bassin du Rhin

La Commission internationale de l'hydrologie du bassin du Rhin (CHR) a été fondée, dans le contexte de la Décade hydrologique internationale 1970 de l'UNESCO, par les comités nationaux suisse, autrichien, allemand, français, luxembourgeois et néerlandais. Lui ont été imparties les tâches suivantes:

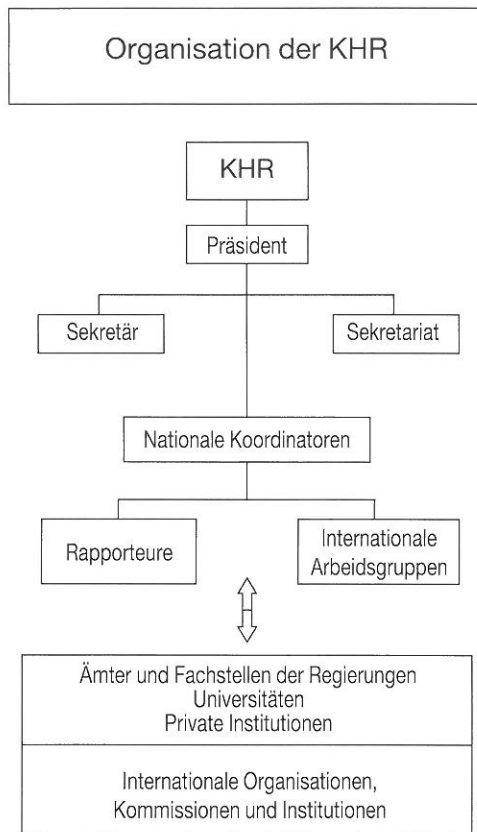
- étude des débits sortants et des variations de débits dans le bassin du Rhin;
- collecte, traitement et publication des observations fournissant des données hydrologiques;
- promotion des études hydrologiques relatives aux périodes de sécheresse, aux crues, aux prévisions, etc.;
- transmission des comptes rendus au Coordinating Council de l'IHD.

Cette fondation a été suivie, de 1975 à 1990, d'une phase de consolidation: les travaux se sont poursuivis dans le cadre du programme hydrologique international de l'UNESCO et du programme d'hydrologie opérationnelle de l'Organisation de météorologie mondiale.

En 1991, les tâches de la CHR furent l'objet d'un remaniement statutaire visant à les redéfinir en fonction des nécessités actuelles; elles englobent aujourd'hui les activités suivantes:

- 1) promotion de la coopération entre les instituts et services hydrologiques du bassin du Rhin;
- 2) poursuite d'études ayant trait à l'hydrologie du bassin du Rhin et échanges des résultats obtenus à l'issue des enquêtes effectuées à ce sujet;
- 3) promotion des échanges de données et d'informations hydrologiques dans le bassin du Rhin (données actuelles, prévisions);
- 4) développement de méthodes standard ciblées sur la collecte et le traitement de données hydrologiques dans les états riverains du Rhin;
- 5) promotion de la coopération avec d'autres organisations internationales.

Die KHR ist eine permanente, selbständige, internationale Kommission und nimmt ihre Aufgaben im ganzen Rheineinzugsgebiet wahr. Die Zusammenarbeit der Länder ist wie folgt organisiert:

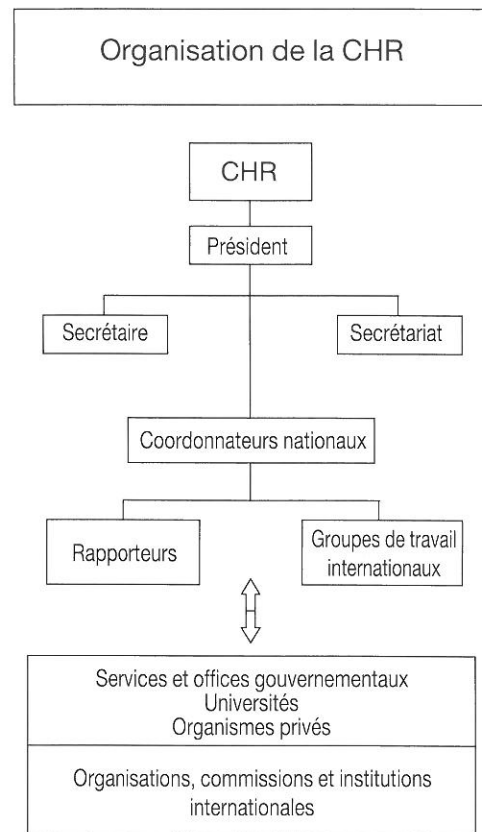


Die Präsidentschaft wechselt unter den Mitgliedstaaten. Der Präsident unterstützt die Arbeiten der KHR, setzt neue Impulse, vertritt die Kommission nach aussen und leitet die Sitzungen der Kommission.

Das Sekretariat wird von den Niederlanden finanziert und hat seinen Sitz in Lelystad. Der Sekretär unterstützt den Präsidenten in seinen Tätigkeiten und verfolgt die Arbeiten der Arbeitsgruppen und Rapporteure.

Die Projekte der KHR werden durch die Nationalen Koordinatoren festgelegt und koordiniert. Dies erfolgt an den Koordinatorensitzungen, welche zweimal pro Jahr stattfinden. Die Auswahl erfolgt nach den prioritären Bedürfnissen der Mitgliedsländer.

La CHR est une organisation permanente, internationale et autonome, dont les tâches s'étendent à l'ensemble du bassin du Rhin. La coopération internationale est organisée de la façon suivante:



Les Etats membres assurent la présidence à tour de rôle. Le président apporte son appui aux tâches de la CHR, donne de nouvelles impulsions, représente la commission vis-à-vis du monde extérieur et dirige les séances de la commission.

Ce sont les Pays-Bas qui financent le secrétariat dont le siège se trouve à Lelystad. Le secrétaire assiste le président dans l'exercice de ses activités tout en suivant les travaux des groupes de travail et des rapporteurs.

Les projets de la CHR sont arrêtés, consignés et coordonnés par les coordonnateurs nationaux. Pour ce faire, les coordonnateurs se réunissent deux fois par an. La sélection est effectuée en fonction des besoins prioritaires des Etats membres.

Für die Durchführung der Projekte setzt die KHR Arbeitsgruppen und Rapporteurs ein. Verwaltungsstellen der Länder, Universitätsinstitute und Private liefern Beiträge zu den Arbeiten der Arbeitsgruppen und Rapporteurs.

Die KHR publiziert die Arbeitsergebnisse und weitere für die Hydrologie des Rheingebietes wichtige Informationen in ihren Veröffentlichungsreihen.

Um Synergien zu schaffen und Doppelspurigkeiten zu vermeiden, versucht die KHR ihre Tätigkeiten mit anderen internationalen Institutionen zu koordinieren. Bei dieser Zusammenarbeit stehen die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, die Donaukommission, die Elbekommission, die Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet, die Internationale Kommission zum Schutze der Mosel und der Saar gegen Verunreinigung, die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt sowie die Weltorganisation für Meteorologie, die UNESCO und die Internationale Gesellschaft für Hydrologische Wissenschaften im Vordergrund.

Als Beispiel sei hier die Zusammenarbeit mit der IKSR auf dem Gebiet der Erfassung und der Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein erwähnt. Die Analyse der Ereignisse nach dem Sandoz Unfall von 1986, bei dem grosse Mengen von Schadstoffen in den Rhein gelangten, zeigte, dass die damaligen Möglichkeiten für die Vorhersage der Schadstoffausbreitung im Rhein vollkommen unzulänglich waren. Als Konsequenz beauftragten die Regierungen der Rheinanliegerstaaten die IKSR und die KHR, ein Modell für die zuverlässige Vorhersage der Transportzeiten und Konzentrationsverteilung entlang des Rheins nach einem Schadstoffeintrag zu erstellen.

Hierzu stellten die zwei Kommissionen eine gemeinsame Arbeitsgruppe auf, die zusammen mit staatlichen Dienststellen, Univer-

La CHR met en place des groupes de travail et nomme des rapporteurs chargés de l'exécution des projets en question. Des services publics appartenant aux pays concernés, des instituts rattachés à des universités et des personnes privées apportent leur concours aux travaux effectués par les groupes de travaux et les rapporteurs.

La CHR se charge de publier des fascicules qui relatent à la fois les résultats des travaux en question et d'autres informations importantes en matière d'hydrologie du bassin du Rhin.

En vue de créer des synergies et d'éviter les projets susceptibles de faire double emploi, la CHR s'efforce de coordonner ses activités à celles d'autres organismes internationaux. Sont essentiellement impliquées dans cette coopération la Commission internationale pour la protection du Rhin, la Commission du Danube, la Commission de l'Elbe, le comité international des services d'eau du bassin rhénan, la Commission internationale pour la protection de la Moselle et de la Sarre contre les pollutions, la Commission centrale pour la navigation rhénan, ainsi que l'Organisation de météorologie mondiale, l'UNESCO et l'Association internationale des sciences hydrologiques.

Nous aimerions évoquer, à titre d'exemple, la coopération entre la CHR et la CIPR dans le domaine de l'inventoriage et des prévisions concernant le charriage de produits toxiques par le Rhin. Après la catastrophe de l'usine Sandoz en 1986, au cours de laquelle le Rhin fut pollué par des quantités considérables de produits toxiques, l'analyse des événements prouva que les possibilités dont on disposait à l'époque pour prévoir la dispersion de ces produits toxiques dans les eaux du Rhin étaient parfaitement insuffisantes. Pour remédier à cet état de fait, les gouvernements des états riverains chargèrent alors la CIPR et la CHR d'élaborer un modèle qui serait apte, en cas de pollution massive, à fournir des prévisions fiables quant aux durées de la dispersion et à la répartition des taux de concentration des produits toxiques tout au long du cours du Rhin.

A cet effet, les deux commissions mirent en place un groupe de travail commun qui, en concertation avec les services publics gouverne-

sitäten und Privatfirmen ein Transportmodell für den Ablauf von Schadstoffwellen im Rhein entwickelte und testete. Die KHR zeichnete dabei verantwortlich für:

- die Entwicklung, Tests und Unterhalt der Modelle;
- Kalibrierung und Verifikation der Modelle;
- und für die Durchführung der Tracerexperimente im Rhein und wichtiger Nebenflüsse.

Die IKSR übernahm den Einbau und Betrieb des Modells in das System von 8 Hauptwasserzentralen entlang des Rheins und der Mosel.

Alle Warnzentralen sind heute mit dem sogenannten Alarmmodell ausgerüstet und können den Schadstofftransport im Rhein berechnen. Damit kann die Alarmierung der verantwortlichen Stellen wesentlich genauer und effizienter erfolgen.

Die 1978 durch die KHR veröffentlichte Monographie des Rheingebietes stellt heute noch ein Musterbeispiel für andere Flussgebietskommissionen dar. In einem Textteil werden die Geographie, die Geologie, das Klima, die Hydrographie, die Hydrometrie, das Abflussregime und Extremwert-Perioden sowie hydrologische Modelle beschrieben. Ausgesuchte Daten über Niederschläge, Verdunstung, Wasserstand und Abfluss sind in einem Tabellenband zusammengefasst. Abgerundet wird die Monographie durch einen grossen Kartenband, in dem Übersichten, Auswertungen und Diagramme über hydrologische Grössen dargestellt sind.

Im Bereich “Durchführung von Untersuchungen über die Hydrologie des Rheingebietes” wurden u.a. folgende Projekte bearbeitet resp. sind in Bearbeitung:

- Quantitative Niederschlagsvorhersagen;
- Beschreibung hydrologischer Vorhersagemodelle im Rheingebiet;
- Berechnung von Hoch- und Niederwasserwahrscheinlichkeiten im Rheingebiet;

mentaux, les universités et les entreprises privées, développa et mit au banc d’essai un “modèle de charriage” représentant la progression des vagues de produits toxiques dans le Rhin. Dans ce contexte, c’est à la CHR qu’incomba la responsabilité:

- du développement, des essais et de l’entretien des modèles;
- du calibrage et de la vérification des modèles;
- et de la réalisation d’essais de traçage, dans le Rhin et dans ses principaux affluents, des essais de traçage.

La CIPR se chargea quant à elle de l’installation et de l’exploitation du modèle dans huit grandes centrales d’alerte aménagées sur les cours du Rhin et de la Moselle.

A l’heure actuelle, toutes les centrales d’alerte sont équipées du dispositif baptisé “modèle d’alerte” et sont à même de calculer la progression des produits toxiques dans le Rhin, ce qui permet d’avertir les instances compétentes d’une façon à la fois beaucoup plus précise et beaucoup plus efficiente.

La monographie du bassin du Rhin publiée en 1978 par la CHR continue à servir de modèle et d’ouvrage de référence aux autres commissions de bassins fluviaux. Le texte de cet ouvrage s’attache à décrire, outre les modèles hydrologiques, la géographie, la géologie, le climat, l’hydrographie, l’hydrométrie, le régime hydrologique et les périodes au cours desquelles sont enregistrées des valeurs extrêmes. L’un des tomes rassemble des données significatives en matière de précipitations, d’évaporation, de niveaux des eaux et de débits. Cette monographie est complétée par un important volume cartographique qui propose des survols, des diagrammes, des analyses et des exploitations de données hydrologiques.

Dans le contexte de la “poursuite des études concernant l’hydrologie du bassin du Rhin”, un certain nombre de projets ont fait l’objet d’une étude, certains autres sont en préparation. Citons parmi eux:

- les prévisions quantitatives en matière de précipitations;
- la description des modèles de prévision hydrologiques dans le bassin du Rhin;
- l’estimation des probabilités des crues et des

05-28-1996 IKSR/KHR Alarmmodell Rhein V2.1 13:12:47

```

< 1> Titel           = Tankwagenunfall Chemorisk
< 2> Einleitungszeit = Rhein           Einleit. km = 67.7
< 3> Einleitungsart  = Momentan         Masse (t)  = 20
< 4> Dispersionskoeffizient = Default
< 5> Halbwertszeit (T) = Kein Abbau
< 6> Schwimmstoff    = Nein
< 7> Beobachtungsgebiet = Rheingebiet
< 8> Beobachtungszeit = Rhein           Beobacht. km = 688
< 9> Datum des Unfalls = 9605-2811
  
```

05-28-1996 IKSR/KHR Alarmmodell Rhein V2.1 13:12:55

Pegel/Flu8	W	Q
< 1> Rekingen	348	723
< 2> Rheinfeldern	229	814
< 3> Kehl-Kronenhof	241	898
< 4> Plittersdorf	376	933
< 5> Maxau	437	946
< 6> Speyer	293	904
< 7> Worms	139	1009
< 8> Mainz	239	1138
< 9> Kaub	155	1185
<10> Koblenz	161	1332
<11> Andernach	194	1344
<12> Bonn	249	1509
<13> Köln	258	1580

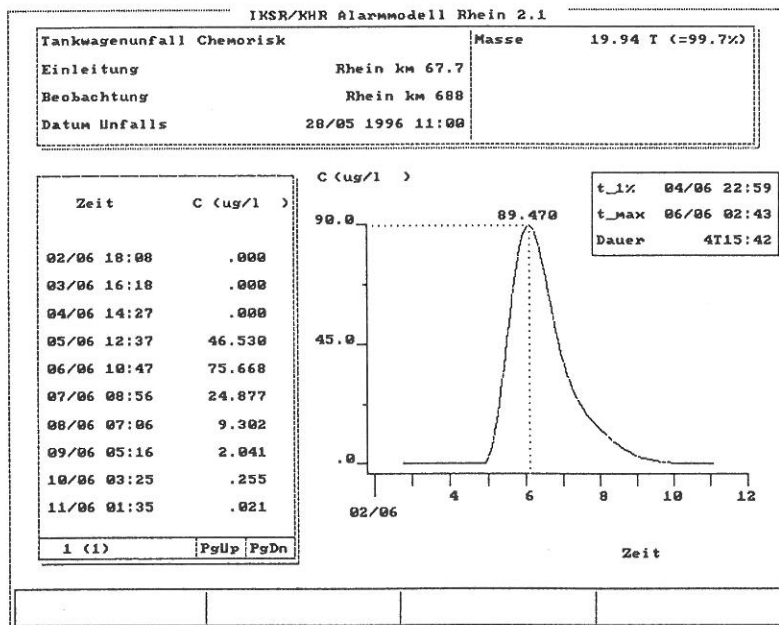


Abb. 1.1 Eingangsgrößen und Resultat einer Transportberechnung mit dem Alarmmodell

8.05/96 CIPR/CHF Modèle d'Alerte Rhin V2.1 13:12:47

< 1> Titre = accident camion-citerne risque de pollution chimique  
 < 2> Tronçon d'introduction = Rhin PK d'intro = 67.7  
 < 3> Type d'introduction = Instantanée Masse (t) = 20  
 < 4> Coeff. de dispersion = Défaut  
 < 5> Temps de demi-vie (t) = pas de décomposition  
 < 6> Substance flottante = Non  
 < 7> Région d'observation = Bassin du Rhin  
 < 8> Tronçon d'observation = Rhin PK d'observ. = 688  
 < 9> Date de l'accident = 9605-2811

28/05/96 CIPR/CHF Modèle d'Alerte Rhin V2.1 13:12:55

Niveau de l'eau/Débit	W	Q
< 1> Rekingen	348	723
< 2> Rheinfelden	229	814
< 3> Kehl-Kronenhof	241	898
< 4> Plittersdorf	376	933
< 5> Maxau	437	946
< 6> Speyer	293	904
< 7> Worms	139	1009
< 8> Mayence	239	1138
< 9> Kaub	155	1185
<10> Coblence	161	1332
<11> Andernach	194	1344
<12> Bonn	249	1509
<13> Cologne	258	1580

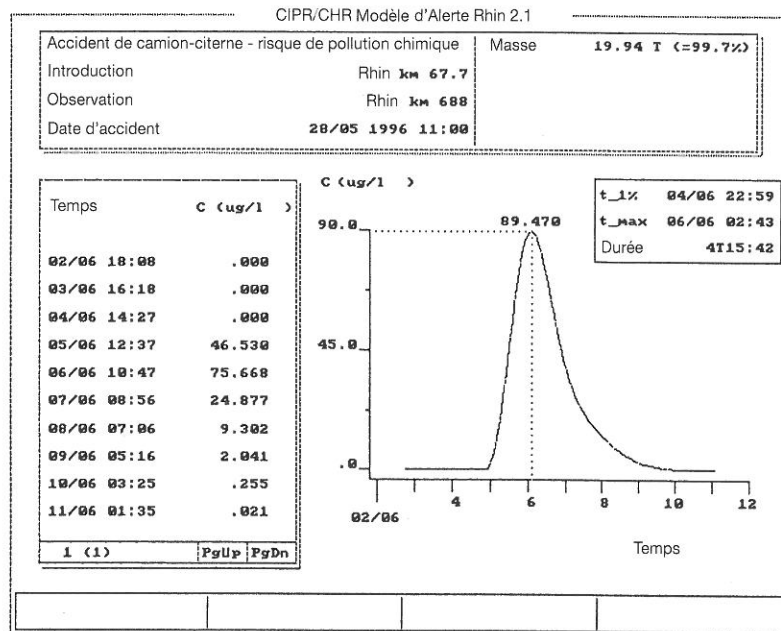


Fig. 1.1 Grandeurs d'entrée et résultat d'un calcul de charriage effectué par le modèle d'alerte



- Übersicht über Verteilungsfunktionen in der Hydrologie;
- Quantitative Analyse der Abflüsse;
- Einwirkungen des Menschen durch Ausbau, Schifffahrt und Wasserwirtschaft auf den Rhein;
- Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Abfluss im Rheingebiet;
- Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf den Abfluss;
- Vergleich von hydrologischen Modellen für die Simulation des Wasserhaushaltes;
- Erstellen von Transportmodellen für Schadstoffe im Rhein und Verifikation der Modelle anhand von Tracerexperimenten.

Im Bereich “Förderung des Austausches von hydrologischen Daten und Informationen” wurden eine Bibliographie des Rheingebietes, ein Verzeichnis der für internationale Organisationen wichtigen Messstellen und ein Verzeichnis der hydrologischen Untersuchungsgebiete erarbeitet. Beschreibung und Analysen von extremen Nieder- und Hochwasserperioden im Rheingebiet werden fortlaufend ausgeführt und den Entscheidungsträgern der Wasserwirtschaft und des Umweltschutzes der einzelnen Ländern zur Verfügung gestellt. Mit der Organisation eines Workshops über Renaturierung von Flussläufen stellte die KHR das Forum für den Wissensaustausch im Rheingebiet zur Verfügung.

Im Bereich “Entwicklung von standardisierten Verfahren über die Erhebung und Bearbeitung hydrologischer Daten” behandelte man Themen wie:

- Festlegung eines für den Rhein repräsentativen Messnetzes;
- Abstimmung der Abflussermittlung in Grenzgebieten;
- Bestimmung des Einflusses der Kalibrierung hydrometrischer Messflügel auf die Unsicherheit bei der Abflussermittlung;
- Kosten-Nutzen-Analyse für den Entwurf hydrometrischer Messnetze;
- Beschreibung und Vergleich von Messgeräten und -methoden für den Feststofftransport.

- étiages dans le bassin du Rhin;
- le survol des fonctions de répartition en matière d’hydrologie;
- l’analyse quantitative des débits;
- les influences exercées par l’homme sur le Rhin du fait de l’aménagement du fleuve, de la navigation et de la gestion des eaux;
- l’incidence des modifications climatiques sur les débits fluviaux dans le bassin du Rhin;
- l’incidence des modifications de l’exploitation des sols sur les débits fluviaux;
- la comparaison de différents modèles hydrologiques ciblés sur la simulation du régime des eaux;
- l’élaboration de modèles de charriage de produits toxiques dans le Rhin et le contre-essai des modèles à l’aide d’essais de traçage.

Ont été publiées, dans le contexte de la “promotion des échanges de données et d’informations hydrologiques”, une bibliographie du bassin du Rhin, une liste des stations hydrométriques revêtant une importance essentielle pour les organisations internationales et une liste des aires d’études hydrologiques. Dans le bassin du Rhin, des études consacrées à la description et à l’analyse des périodes de crues et d’étiages extrêmes sont effectuées en permanence: elles sont mises à la disposition des organes décisionnaires qui, dans leurs pays respectifs, sont compétents en matière de gestion des eaux et de sauvegarde de l’environnement. Proposant un forum dont le thème portait sur les échanges scientifiques dans le bassin du Rhin, la CHR a organisé un atelier articulé autour de la réhabilitation des cours d’eau.

Ont été traités par ailleurs, dans le contexte du “développement de processus standardisés ciblés sur la collecte et le traitement de données hydrologiques”, des thèmes tels que:

- l’élaboration d’un réseau de mesurage apte à fournir des chiffres représentatifs en matière d’hydrologie du Rhin;
- l’harmonisation de la détermination des débits dans les régions frontalières;
- la détermination de l’incidence de l’étalonnage des moulinets hydrométriques sur l’incertitude des déterminations du débit;
- l’analyse des coûts et des bénéfices pour le projet des réseaux hydrométriques;
- la description et la comparaison de différents instruments et méthodes de mesure permettant d’étudier le transport solide.

Die Zusammenarbeit innerhalb der KHR läuft sehr gut. Da die KHR eine technisch/wissenschaftlich selbständige Kommission ist, besteht eine hohe Flexibilität bei der Projektauswahl und die Entscheidungsabläufe sind einfach. Die KHR kann so auf aktuelle Bedürfnisse rasch und gezielt reagieren. Es werden Projekte zur Bearbeitung ausgewählt, die in den einzelnen Ländern einen hohen politischen Stellenwert aufweisen und/oder einen Beitrag zur Lösung wichtiger Problemstellungen liefern. Durch die multilaterale Zusammenarbeit können überregionale Probleme koordiniert und global bearbeitet werden. Da die Finanzierung der Projekte normalerweise nicht durch Beschlüsse der Regierungen sichergestellt ist, müssen die notwendigen Finanzen durch die beteiligten Institutionen bereitgestellt werden. Dies bedingt, dass die nationalen Koordinatoren in ihren Institutionen resp. Ländern die Kapazitäten für die Projektbearbeitung freisetzen können. Bei den heute üblichen Finanz- und Personalkürzungen ist dies oftmals sehr schwierig. Andererseits zwingt die Knappheit der Ressourcen zu einer sehr sorgfältigen Auswahl der Projekte und zu einer Verstärkung der Zusammenarbeit mit anderen internationalen Institutionen. Ein Beispiel ist hierzu die Zusammenarbeit mit der IKSR bei der Entwicklung, Kalibrierung und Verifikation des Alarmmodells für den Rhein. Berücksichtigt man zudem die Tatsache, dass viele der von der KHR ausgesuchten Problemstellungen in den einzelnen Ländern sowieso gelöst werden müssten, wird der Nutzen der KHR offensichtlich: Die Länder sind in der Lage, ausgesuchte nationale und überregionale Problemstellungen in multilateraler, effizienter und kostengünstiger Zusammenarbeit in der KHR zu lösen. Die Synergien die durch Erfahrungs-, Informations- und Softwareaustausch geschaffen werden und die damit erzielten Kosteneinsparungen decken bei weitem die Aufwendungen für die Kommission ab. Es ist zu hoffen, dass diese kollegiale, wertvolle und effiziente Zusammenarbeit zum Wohl der Wasserressourcen und Menschen im Rheingebiet noch lange ihre Fortsetzung findet.

Au sein de la CHR, la coopération se déroule de façon extrêmement satisfaisante. Etant donné que la CHR est une commission technico-scientifique autonome, la sélection des projets est hautement flexible et les processus décisionnels sont simples: confrontée aux exigences actuelles, la CHR peut donc réagir rapidement et de façon ciblée. Les projets triés sur le volet en vue de leur concrétisation sont soit des projets qui, dans les différents pays, revêtent une importance politique considérable, soit des projets susceptibles d'apporter une solution à des problématiques qui se posent avec une acuité particulière. La coopération multilatérale permet de coordonner des problèmes suprarégionaux et de les aborder globalement. En principe, le financement des projets n'est pas assuré par des décisions gouvernementales: les différents organismes impliqués dans les projets sont donc contraints de dégager eux-mêmes les crédits nécessaires. Par voie de conséquence, les coordonnateurs nationaux sont obligés, soit au niveau des organismes auxquels ils appartiennent, soit au niveau national, d'obtenir les crédits indispensables: eu égard aux compressions de budget et d'effectifs qui, aujourd'hui, sont devenues monnaie courante, il s'agit là d'une tâche souvent ardue. En revanche, la modicité même des ressources oblige à sélectionner les projets avec un soin tout particulier, et elle entraîne un renforcement de la coopération avec les autres institutions internationales. A ce propos, on pourrait citer en exemple la coopération avec la CIPR au plan du développement, du calibrage et de la vérification du modèle d'alerte du Rhin. Compte tenu, par ailleurs, du fait qu'il convient, de toute façon, d'apporter dans les différents pays une solution aux problématiques sélectionnées par la CHR, l'utilité de la CHR prend un caractère d'évidence. Grâce à une coopération multilatérale, efficiente et d'un coût peu élevé, coopération qui s'opère au sein de la CHR, les pays sont à même de résoudre des problématiques sélectionnées, tant nationales que suprarégionales. Les synergies générées par les échanges d'expériences, d'informations et de logiciels, ainsi que les économies de coûts qu'elles permettent de réaliser, couvrent très largement les dépenses occasionnées par la commission. Espérons que cette coopération confraternelle, précieuse et efficiente, mise au service tant des ressources hydrologiques que des habitants du bassin du Rhin, sera marquée du sceau de la pérennité.

## 2. EINFLUSS VON KLIMAÄNDERUNGEN AUF DIE HYDROLOGIE DES RHEINES

Charles Emmenegger und Bruno Schädler  
Landeshydrologie und -geologie, Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft, Bern

### 2.1 Einleitung

Der Wasserkreislauf im Rheineinzugsgebiet und damit die Wasserführung des Rheines werden hauptsächlich vom Wettergeschehen beeinflusst. Das kurzzeitige Wettergeschehen ist dem jahreszeitlichen Rhythmus aber auch anderen recht grossen Schwankungen unterworfen. Langfristig gesehen werden zusätzlich noch Schwankungen und langsame stetige Veränderungen des gross- und kleinräumigen Klimas überlagert. So führen die grossen Schwankungen des Wettergeschehens zu Extremereignissen wie etwa Niederwasser oder Hochwasser. Klimaänderungen können dazu führen, dass derartige Extremereignisse häufiger oder seltener auftreten und dass deren Intensität sich verändert. Zusätzlich zum Einfluss des Wetters und des Klimas dürfen auch die Einflüsse des Menschen auf die Hydrologie des Rheines nicht vernachlässigt werden [KHR, 1993]: Ausbau des Flusses und seiner Nebenflüsse, Bau von Flusskraftwerken und Speichern und deren Bewirtschaftung, Regulierung von Seen, Meliorationen und Landnutzungsänderungen sowie Besiedelung und wahrscheinlich nicht zuletzt auch die vom Menschen beeinflusste Klimaänderung.

### 2.2 Beobachtungen im Rheingebiet

Alle diese natürlichen und künstlichen Einflüsse kommen schliesslich vereint als Veränderungen im Abfluss des Rheins zum Ausdruck. Dank der bis ins letzte Jahrhundert zurückreichenden regelmässigen klimatologischen und hydrologischen Beobachtungen kennen wir die Veränderung der Hydrologie des Rheines recht gut. **Abb. 2.1** zeigt für die Zeitreihe von 1901 bis 1995 und für das Einzugsgebiet des Rheins bis Basel den Verlauf der einzelnen

## 2. INFLUENCE DES MODIFICATIONS CLIMATIQUES SUR L'HYDROLOGIE DU RHIN

Charles Emmenegger et Bruno Schädler  
Service hydrologique et géologique national, Office fédéral  
de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne

### 2.1 Introduction

Dans le bassin du Rhin, les cycles hydrologiques, et partant le régime hydrologique du Rhin, sont essentiellement soumis à l'influence du processus météorologique. Influencé par le rythme des saisons, le processus météorologique ponctuel est par ailleurs sujet à des variations considérables. Viennent s'y superposer à long terme les fluctuations et les évolutions, lentes mais constantes, tant du macroclimat que du microclimat. Les grandes fluctuations du processus météorologique se traduisent par des phénomènes extrêmes tels que les étiages et les crues. Les modifications climatiques peuvent, quant à elles, soit entraîner une plus grande fréquence ou au contraire la raréfaction de phénomènes de cet ordre, soit en modifier l'intensité. Outre les influences climatiques et météorologiques, il faut se garder d'oublier l'influence exercée par l'homme sur l'hydrologie du Rhin [CHR, 1993]: canalisation du fleuve et de ses affluents, construction et exploitation de centrales hydroélectriques et de barrages fluviaux, régulation des lacs, amendements et modifications de l'exploitation des sols, habitat et peuplement, sans oublier – et sans doute n'est-ce pas là le facteur le moins important – les modifications climatiques influencées par l'homme.

### 2.2 Observations effectuées dans le bassin du rhin

Toutes ces influences, naturelles ou artificielles, aboutissent en fin de compte à des modifications du régime du Rhin. Dès le XIX<sup>ème</sup> siècle, des observations climatologiques et hydrologiques ont été régulièrement effectuées: c'est ce qui nous permet aujourd'hui de connaître parfaitement les modifications de l'hydrologie du Rhin. La **figure 2.1** nous montre l'évolution des différents paramètres du régime des eaux en fonction de l'évolution de la

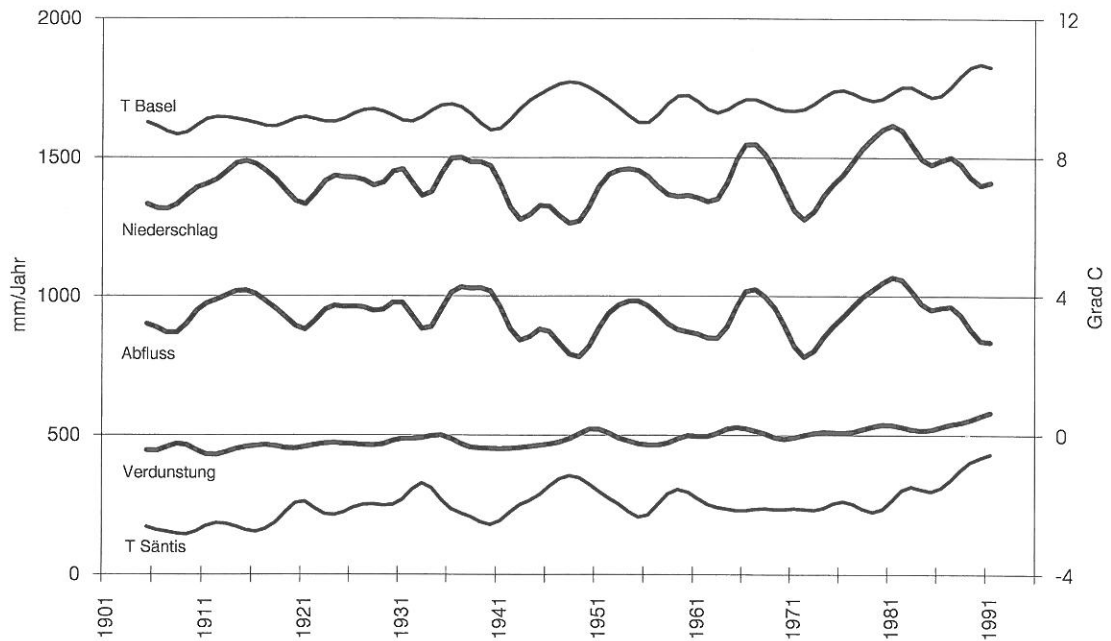


Abb. 2.1 Wasserhaushalt im Einzugsgebiet des Rheins bis Basel sowie Lufttemperaturen von Basel (260 m ü.M.) und Säntis (2500 m ü.M.). Dargestellt sind die über jeweils 9 Jahre mit einem Gauss'schen Tiefpassfilter gemittelten Jahressummen von 1901 – 1995. Lufttemperaturdaten aus Schüepp (1983) sowie von SMA.

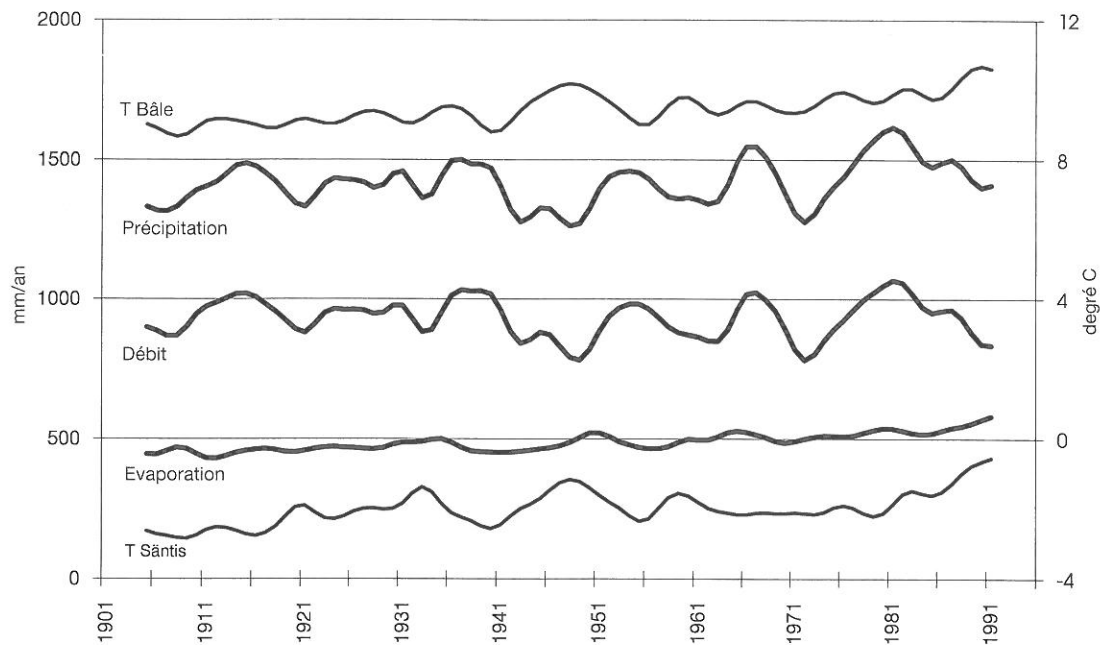


Fig. 2.1 Régime des eaux dans le bassin du Rhin (jusqu'à Bâle) et températures atmosphériques de Bâle (altitude 260 m) et du Säntis (altitude 2500 m). Relevés annuels moyens effectués de 1901 à 1995, avec une périodicité de 9 ans et à l'aide d'un filtre passe-bas de Gauss. Températures atmosphériques selon Schüepp (1983) et SMA.

Komponenten des Wasserhaushaltes im Vergleich zur Temperaturentwicklung. In diesen Analysen wurden die Reservenänderungen, hervorgerufen durch das Abschmelzen der Gletscher, berücksichtigt [Schädler, 1985]. Alle Kurven verlaufen ähnlich und schwanken mehr oder weniger regelmässig. Die letzten drei Einzeljahre zeigen übrigens wieder einen ansteigenden Verlauf. Im Mittel über die beinahe hundert Beobachtungsjahre haben die Lufttemperatur in Basel (auf 260 m Höhe gelegen) um 1,5 Grad und auf dem Gipfel des Säntis (2500 m) um 1,4 Grad zugenommen. Die Trends beider Zeitreihen sind statistisch hoch signifikant. In der gleichen Zeitspanne wurde eine wenig signifikante Zunahme der Gebietsniederschläge um 9 Prozent (120 mm) beobachtet. Entsprechend wurde auch im Einzugsgebiet des Rheins bis Köln eine Niederschlagszunahme von 10 Prozent (85 mm) beobachtet [Ebel und Engel, 1994]. Auch konnte dort eine Verlagerung in der saisonalen Verteilung der Niederschläge vom Sommer zum Winteranfang und zum Frühjahr vermerkt werden. Die Verdunstung stieg im Gebiet bis Basel seit Beginn des Jahrhunderts mit einem hochsignifikanten Trend im Mittel um 107 mm. Dies dürfte hauptsächlich auf den Temperaturanstieg zurückzuführen sein. Dadurch wurde der Anstieg der Niederschläge kompensiert und der mittlere Abfluss in Basel veränderte sich kaum. Im Gegensatz dazu stieg der Abfluss des Einzugsgebietes bis Köln im Mittel um 14 Prozent.

Dadurch, dass die Beobachtungen am Rhein in Basel bis 1808 zurückreichen, steht eine sehr lange Reihe von jährlichen Hochwasserabflüssen zur Verfügung (**Abb. 2.2**). Allerdings sind die Daten bis etwa 1890 nicht sehr verlässlich und die Reihe ist wegen der Umleitung der Aare in den Bielersee (1. Juragewässerkorrektur um 1878), der 2. Juragewässerkorrektur von 1962-73 und dem Bau der Speicherseen in den Alpen nicht homogen. Ein statistisch hochsignifikanter Trend zu höheren Abflussspitzen ist jedoch im ganzen Rheingebiet erkennbar. Seit etwa 100 Jahren stiegen die Spitzen im Durchschnitt um insgesamt rund 500 m<sup>3</sup>/s oder um 1,7 Promille (5 m<sup>3</sup>/s) pro Jahr in Basel und

temperatur, et ce pour la période comprise entre 1901 et 1995 dans le bassin du Rhin en amont de Bâle. Ces analyses tiennent compte des modifications des réserves hydrauliques entraînées par la fonte des glaciers [Schädler, 1985]. Le tracé de toutes ces courbes est identique et accuse des fluctuations plus ou moins régulières. Les trois dernières années suivent d'ailleurs de nouveau une courbe ascendante. En moyenne, si l'on considère les observations étalées sur près d'un siècle, la température atmosphérique a augmenté de 1,5°C à Bâle (260 m d'altitude), et de 1,4°C au sommet du Säntis (2500 m). Statistiquement parlant, les tendances affichées par ces deux chronogrammes sont hautement significatives. On a constaté, durant cette même période et sur cette même aire géographique, une diminution insignifiante (9%, soit 120 mm) des précipitations. Parallèlement, on a également enregistré, dans la partie du bassin du Rhin postérieur qui s'étend jusqu'à Cologne, une augmentation de 10% (85 mm) des précipitations [Ebel et Engel, 1994]. Là encore, on a décelé, au plan de la répartition saisonnière des précipitations, un glissement de l'été vers le début de l'hiver et le printemps. Depuis le début du siècle, dans l'aire qui s'étend jusqu'à Bâle, l'évaporation a augmenté en moyenne de 107 mm, ce qui constitue une tendance hautement significative: selon toute vraisemblance, il s'agit d'un phénomène induit essentiellement par l'augmentation des températures, laquelle a compensé à son tour l'augmentation des précipitations: de ce fait, le régime moyen enregistré à Bâle n'a guère été modifié. Par contre, dans l'aire du bassin fluvial qui s'étend jusqu'à Cologne, le débit a augmenté en moyenne de 14%.

Puisque les premières observations concernant le Rhin à Bâle remontent à 1808, nous disposons d'une très longue série de données concernant les débits annuels en période de crues (**figure 2.2**). Il convient toutefois de noter que les données antérieures – approximativement – à l'année 1890 ne sont pas parfaitement fiables. En outre, du fait de la capture du cours de l'Aar au profit du lac de Bièvre (première correction des eaux du Jura vers 1878), en raison également de la seconde correction des eaux du Jura de 1962 à 1973 et de la construction de barrages alpins, la série de relevés n'est pas homogène. Une tendance hautement significative au plan statistique se dessine toutefois dans

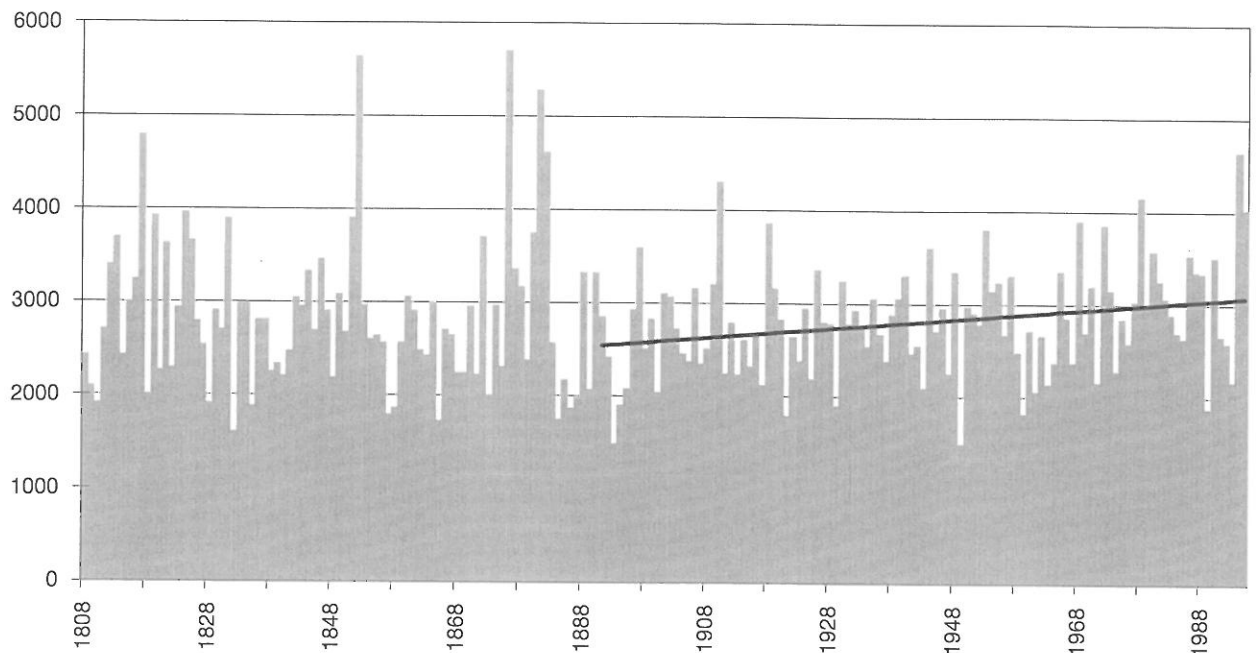


Abb. 2.2 Reihe der jährlichen Hochwasserspitzen im Rhein bei Basel. Zusätzlich eingetragen ist die Trendgerade für die Daten seit 1891. Die Daten vor 1926 sind Ghezzi (1926) entnommen. Die Datenreihe ist nicht homogen, einerseits wegen der Juragewässerkorrekturen (1878 und 1973), andererseits wegen der notwendigen Rekonstruktion und Korrektur der Daten vor etwa 1890.

Fig. 2.2 Chronogramme des crues maximales annuelles du Rhin à la hauteur de Bâle. A été rajoutée la résultante des relevés effectués depuis 1891. Les données antérieures à 1926 ont été empruntées à Ghezzi (1926). Le chronogramme n'est pas homogène du fait, d'une part, de la correction des eaux du Jura (1878 et 1973), et d'autre part en raison de la reconstitution et de la correction – indispensables – des données approximativement antérieures à 1890.

um etwa 2 Promille ( $13 \text{ m}^3/\text{s}$ ) im Jahr in Köln an. Auffallend ist dabei, dass sich in Basel eine Häufung von Hochwassern in den letzten 10 Jahren abzuzeichnen beginnt: von den 15 höchsten Hochwassern, die seit 1900 beobachtet worden sind, haben 3 vor 1945 und 12 nach 1945 stattgefunden, davon alleine 7 in den letzten 10 Jahren. Eine Analyse dieser 15 Ereignisse deutet darauf hin, dass die Intensität der Niederschläge zugenommen hat.

Auch die Niederwasserabflüsse haben sich deutlich verändert (Abb. 2.3). Sie sind in der Periode 1891 bis 1994 um rund  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  (30 %) bzw. 3 Promille pro Jahr angestiegen. Der linea-

l'ensemble du bassin du Rhin: on y relève des niveaux maxima plus élevés que par le passé. Au cours de ces cent dernières années, le débit maximum est passé au total à une moyenne de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui correspond à une augmentation annuelle de  $1,7/1000$  ( $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) à Bâle et de  $2/1000$  ( $13 \text{ m}^3/\text{s}$ ) à Cologne. Dans ce contexte, un phénomène frappant commence à apparaître: l'accumulation des crues à Bâle au cours de ces dix dernières années. Si l'on considère les 15 crues maximales enregistrées depuis 1900, 3 se sont produites avant 1945 et 12 après 1945, dont 7 au cours de ces dix dernières années. L'analyse de ces 15 phénomènes indique que l'intensité des précipitations a augmenté.

Les débits relatifs aux étiages ont également subi des modifications sensibles (figure 2.3). De 1891 à 1994, ils ont augmenté de quelque  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  (30%), soit de  $3/1000$  par an.

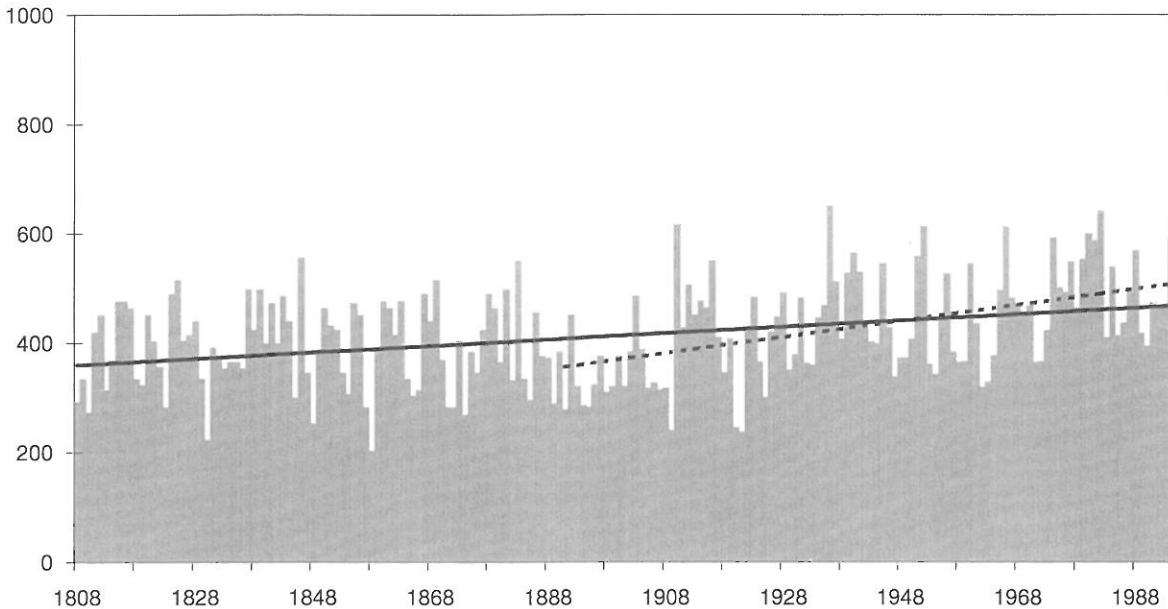


Abb. 2.3 Zeitreihe der jährlichen minimalen Tagesabflüsse im Rhein bei Basel. Zusätzlich eingetragen sind die Trendgerade über die ganze Periode und diejenige ab 1891. Die Daten vor 1926 sind Ghezzi (1926) entnommen. Die Datenreihe ist nicht homogen: wegen der notwendigen Rekonstruktion und Korrektur der Daten vor etwa 1890, wegen der Juragewässerserkorrekturen (1878 und 1973), wegen Änderungen der Bewirtschaftung der Mittellandseen und infolge des Baus der Speicherseen in den Alpen.

Fig. 2.3 Chronogramme annuel des débits quotidiens minima du Rhin à la hauteur de Bâle. Ont été rajoutées la résultante concernant l'ensemble de la période considérée et celle qui part de 1891. Les données antérieures à 1926 ont été empruntées à Ghezzi (1926). Le chronogramme n'est pas homogène en raison de la reconstitution et de la correction – indispensables – des données approximativement antérieures à 1890, de la correction des eaux du Jura (1878 et 1973), des modifications de l'exploitation des lacs du centre du pays et de la construction des barrages alpins.

re Trend ist auch hier statistisch hoch signifikant. Zwei Gründe sind dafür verantwortlich: (1) Durch die Temperaturerhöhung fällt häufiger Regen anstelle von Schnee während der winterlichen Niederwasserperiode. (2) Der Betrieb der alpinen Speicherseen führt zu einer Umlagerung von Wasser vom Sommer mit viel Zufluss zu den Speichern in den Winter mit grossem Energiebedarf und gleichzeitig Niederwasser in den Flüssen.

Interessant ist, dass sich die Klimaänderung nicht nur im Abflussverhalten des Rheines widerspiegelt sondern auch in der Wassertemperatur (Abb. 2.4). Regelmässige Messungen [Jakob et al., 1996] zeigen, wie die Wassertem-

Au plan statistique, l'évolution linéaire est elle aussi hautement significative. Deux raisons à cela. D'une part, en raison de la montée des températures, la pluie est plus fréquente que la neige durant les maigres hivernaux. D'autre part, l'activité des barrages alpins entraîne en hiver un transfert, au profit des barrages, des eaux provenant des importants afflux estivaux, l'accroissement des besoins en énergie allant de pair, pendant la mauvaise saison, avec les maigres des cours d'eau.

Il est intéressant de noter que les modifications climatiques se reflètent, non seulement dans le régime du Rhin, mais également dans la température de l'eau (figure 2.4). Des relevés systématiques [Jakob et al., 1996] montrent que,

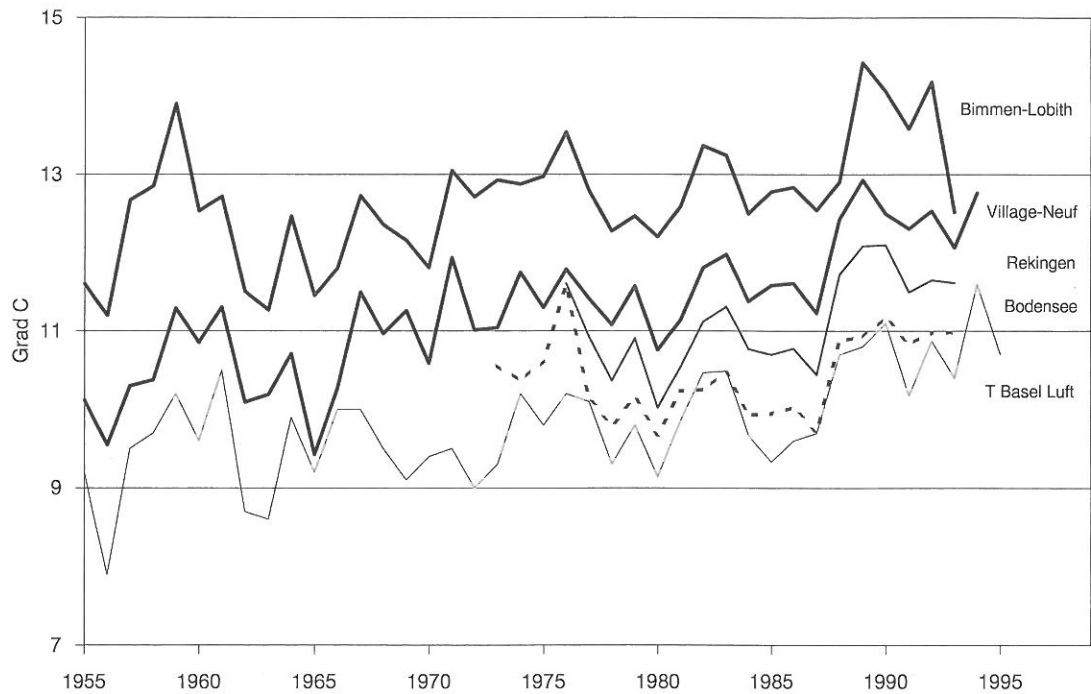


Abb. 2.4 Zeitreihen der mittleren jährlichen Wassertemperatur in der obersten Schicht (0 – 10 m) des Bodensees und an 3 Stationen im Rhein im Vergleich zum Verlauf der Lufttemperatur in Basel. (Datenquellen: BfG und SMA)

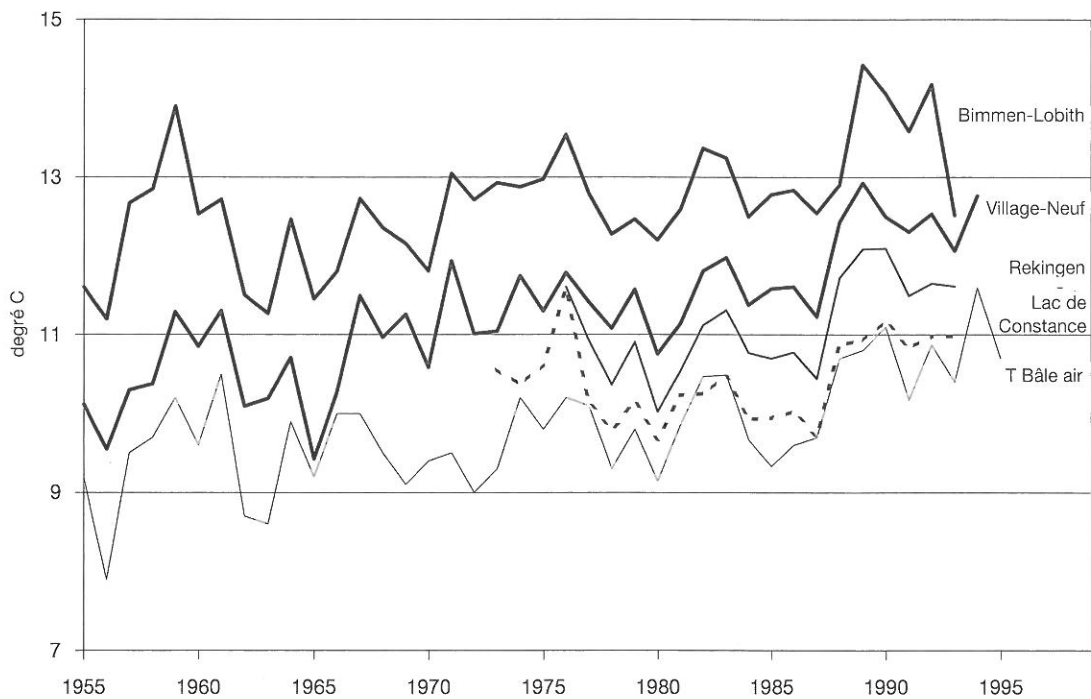


Fig. 2.4 Chronogramme des moyennes annuelles des températures des couches supérieures de l'eau (de 0 à 10 m) du lac de Constance et de 3 stations du Rhin comparées à la variation dans le temps de la température atmosphérique de Bâle (sources: BfG et SMA).



peratur auf der gesamten Länge des Rheins analog zur Lufttemperatur angestiegen ist. Neben anthropogen bedingter Erwärmung durch Einleitung von Kühlwasser und Abwasser spielt auch hier die Klimaerwärmung eine wichtige Rolle. Im Hinblick auf die chemische Qualität und auf die Biologie des Rheins können solche Veränderungen von grosser Bedeutung sein.

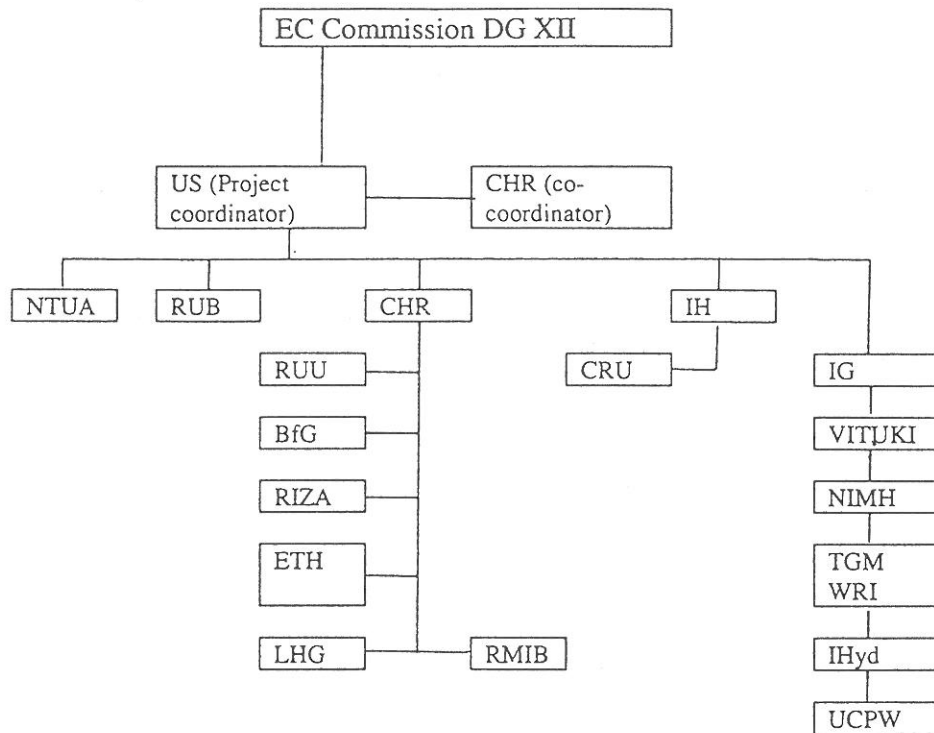
### 2.3. Zukünftige Auswirkungen der Klimaänderung

Welche weiteren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Wasserwirtschaft des Rheingebietes sind aufgrund von zukünftigen Klimaänderungen zu erwarten? Diese Frage hat in den letzten Jahren nicht nur in wissenschaftlich orientierten Kreisen sondern auch in der Politik zunehmend an Bedeutung gewonnen. Deshalb hat die KHR 1989 eine spezielle Arbeitsgruppe eingesetzt, die sich mit diesen Fragen befasst. Im Rahmen des EU-Forschungsprogrammes Umwelt hat sie 1993 zusammen mit anderen europäischen spezialisierten Instituten ein gemeinsames Forschungsprojekt lanciert: "Impact of Climate Change on Hydrological Regimes and Water Resources in the European Community". In diesem Projekt spielen die KHR und das Rheingebiet wegen der verschiedenen in der KHR-Arbeitsgruppe bereits vorgängig durchgeführten Arbeiten eine zentrale Rolle (**Abb. 2.5**). Die generelle Absicht in diesem Projekt ist, "den Entscheidungsträgern in der Europäischen Kommission und den für die Wasserwirtschaft verantwortlichen Stellen in Europa Informationen zur Verfügung zu stellen über die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt, und zwar mit Hilfe von Klimaänderungs-Szenarien und mathematischen hydrologischen Modellen". Das verbindende Element unter den im Projekt beteiligten Stellen sind (1) die Zielsetzung, (2) die Verwendung derselben von der Climate Research Unit der University of East Anglia zur Verfügung gestellten Klima-Szenarien, (3) die Strategie, von detaillierten Einzugsgebietsuntersuchungen über einen regionalen Ansatz zur flächenhaften Abdeckung von ganz Europa zu gelangen und (4) die Resultate in möglichst einheit-

sur l'ensemble du cours du Rhin, l'élévation de la température de l'eau suit celle de la température atmosphérique. Outre le réchauffement dû à l'intervention de l'homme et provoqué par l'introduction d'eaux de refroidissement et d'eaux usées, le réchauffement du climat joue lui aussi un rôle essentiel. Au double plan de la qualité chimique et des aspects biotiques du Rhin, de telles modifications peuvent présenter une importance considérable.

### 2.3. Futures incidences des modifications climatiques

Quels seront, selon toutes prévisions, les effets des futures modifications climatiques sur le régime et la gestion des eaux? Une question qui, ces dernières années, n'a cessé de se poser avec une acuité croissante tant dans les sphères scientifiques que dans le monde politique. C'est pourquoi la CHR a mis en place, dès 1989, un groupe de travail chargé de l'étude de ces problèmes. Dans le cadre des programmes de recherche sur l'environnement initiés par l'Union européenne, la CHR, en coopération avec d'autres instituts européens spécialisés, a lancé un projet de recherche commun: "Incidence des modifications climatiques sur les régimes et les ressources hydrologiques de l'Union européenne". En raison des différents travaux exécutés antérieurement par le groupe de travail CHR, la CHR et le bassin du Rhin jouent un rôle capital au sein de ce projet (**figure 2.5**). De façon générale, le projet en question vise "à mettre à la disposition des organes décisionnaires de la Commission européenne et des instances européennes compétentes en matière de gestion des eaux des informations relatives aux effets des modifications climatiques sur le régime des eaux; pour ce faire, elle aura recours à des scénarios simulant des modifications climatiques et à des modèles mathématiques hydrologiques". Les dénominateurs communs entre les instances qui participent au projet sont: (1) les objectifs, (2) l'utilisation de scénarios climatologiques identiques fournis par l'Unité de recherches climatologiques de l'Université d'East Anglia, (3) la stratégie qui consiste, à partir de recherches régionales ponctuelles détaillées, à quadriller la surface de l'Europe tout entière et (4) enfin l'analyse et la présentation des résultats effectuées, dans toute la mesu-



US	University of Southampton, UK	IH	Institute of Hydrology, UK
NTUA	National Technical University of Athens, GR	CHR	International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin
RUB	Ruhr-Universität Bochum, D	RUU	University of Utrecht, NL
CRU	Climatic Research Unit, UK	RIZA	Rijkswaterstaat, NL
BfG	Federal Institute of Hydrology, D	LHG	Swiss National Hydrological Survey, CH
ETH	Federal Polytechnic University, Zurich, CH	IG	Institute of Geophysics, Poland
RMIB	Royal Meteorological Institute, Belgium	NIMH	National Institute of Meteorology and Hydrology, Romania
VITUKI	Hungary	IHyd.	Institute of Hydrodynamics, Czech Republic
TGM-WRI	T.G. Masaryk Water Research Institute, Czech Republic		
UCPW	Ukrainian Centre for the Protection of Water		

Abb. 2.5 Organisationsstruktur des EU-Forschungsprojektes "Impact of Climate Change on Hydrological Regimes and Water Resources in the European Community". Die KHR hat für ihr Teilprojekt einen eigenen Koordinator eingestellt.

Fig. 2.5 Structure organisationnelle du programme de recherche initié par l'Union européenne "Incidence des modifications climatiques sur les régimes hydrologiques et les ressources en eau de l'Union européenne". Dans le cadre du sous-projet qui lui est dévolu, la CHR a engagé son propre coordonnateur.

licher und vergleichbarer Art und Weise zu analysieren und darzustellen.

In verschiedenen Einzugsgebieten (vgl. **Abb. 2.6** für das Rheingebiet) werden detaillierte zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Untersuchungen zum Wasserhaushalt und zu den Abflüssen in allen Grössenbereichen durchgeführt. für das gesamte Rheingebiet werden mit Hilfe des Modells RHINEFLOW [Kwadijk, 1993], welches der KHR operationell zur Verfügung steht, die Auswirkungen der Klimaänderungen simuliert. für dieses grosse Gebiet beträgt die zeitliche Auflösung ein Monat, die räumliche Auflösung rund 10 km<sup>2</sup>. Im europäischen Rahmen schliesslich kommen einfachere Modelle zum Einsatz [Arnell, 1994], die in einem Gitternetz von 0,5 x 0,5 Grad nur gemittelte monatliche Aussagen erlauben. Durch den Einsatz derselben Klima-Szenarien und die Verwendung von gleichen Zeitperioden werden die Resultate vergleichbar: Damit kann die Konsistenz der Resultate in den verschiedenen Massstabsebenen überprüft werden. Die Resultate von Einzugsgebieten müssen in denjenigen von RHINEFLOW und diese wiederum in denjenigen des europäischen Gitters wiedergefunden werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Resultate für den gesamteuropäischen Rahmen aussagekräftig sind.

Neben den rein hydrologischen Fragestellungen werden auch Auswirkungen auf ausgewählte wasserwirtschaftliche Aspekte wie etwa die Schifffahrt, die Energieerzeugung (Flusskraftwerke, Kühlung von thermischen Kraftwerken), Steuerung von Reservoirien oder Aspekte von Hochwasser- und Niedrigwasserführung untersucht. Als ein Teilaspekt wurde auch versucht, den Einfluss von Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt des Rheingebietes abzuschätzen [Rötter et al., 1994]. Alle Forschungsarbeiten sind weit fortgeschritten und sollten Ende 1996 mit dem Schlussbericht abgeschlossen werden. Teilresultate lassen vermuten, dass sich ein differenziertes Bild von möglichen zukünftigen Veränderungen in den unterschiedlichen Teilgebieten des Rheines und für den Rhein selber zeichnen lassen. Zwei Beispiele sollen stellvertretend für die Vielzahl der Ergebnisse stehen.

re du possible, selon un mode uniforme et comparable.

Des recherches exhaustives, largement étalées dans le temps et l'espace, se poursuivent dans différents bassins fluviaux (cf. **figure 2.6** pour le bassin du Rhin): elles s'articulent autour du régime des eaux et des débits des cours d'eau, quelle que soit leur importance. Le modèle RHINEFLOW [Kwadijk, 1993], mis à la disposition de la CHR dans le cadre de recherches opérationnelles, simule les effets des modifications climatiques telles qu'elles se présentent dans l'ensemble du bassin du Rhin. Pour ce vaste secteur, l'étalement dans le temps correspond à un mois, l'étalement dans l'espace est d'environ 10 km<sup>2</sup>. Enfin, d'autres modèles plus simples sont utilisés dans le contexte européen [Arnell, 1994]: ils ne permettent d'obtenir que des moyennes mensuelles sur un quadrillage goniométrique 0,5 x 0,5 degré. Le recours à ces scénarios climatologiques et l'utilisation de périodes identiques permet d'obtenir des résultats comparables et, partant, de comparer la teneur des résultats au plan des différentes échelles. Les résultats concernant les bassins fluviaux doivent correspondre à ceux fournis par RHINEFLOW, et ceux-ci doivent à leur tour correspondre à ceux fournis par le quadrillage européen. Seule cette approche garantit la valeur des résultats pour l'ensemble du contexte européen.

Seront également étudiées, hormis les problématiques d'ordre exclusivement hydrologique, les incidences concernant des aspects spécifiques de la gestion des eaux: navigation fluviale, production d'énergie (centrales hydroélectriques fluviales, refroidissement de centrales thermiques), gestion de retenue, voire certains aspects du régime des crues et des étiages. A également été pris en compte un aspect fragmentaire: on s'est efforcé de procéder à l'estimation de l'incidence des modifications de l'utilisation des sols sur le régime des eaux du bassin du Rhin [Rötter et al., 1994]. Tous les travaux de recherche sont en bonne voie: ils devraient être clôturés fin 1996 par un compte rendu. Les résultats partiels permettent de supposer que l'on obtiendra un paysage très diversifié des modifications susceptibles de se produire à l'avenir tant dans les différentes aires du bassin du Rhin qu'en ce qui concerne le Rhin propre-

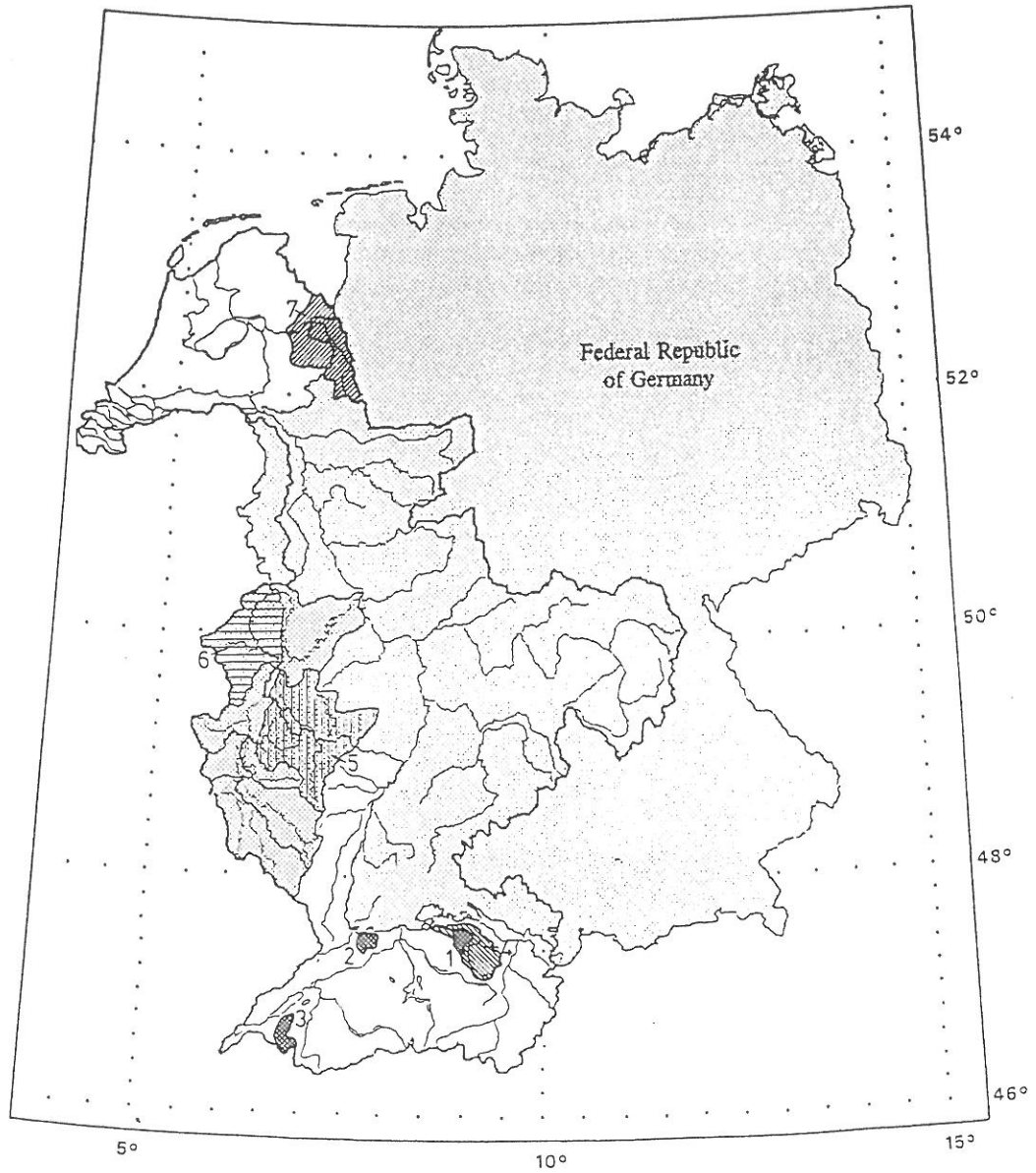


Abb. 2.6 Übersicht über die im EU-Projekt verwendeten Teileinzugsgebiete.

Fig. 2.6 Vue d'ensemble des aires partielles du bassin prises en compte par le projet de l'Union européenne.

Im Einzugsgebiet der Broye, welches im Voralpengebiet der Westschweiz gelegen ist, wurden mit dem Modell IRMB (Integrated Run-

ment dit. Voici deux exemples destinés à témoigner de la multiplicité des résultats.

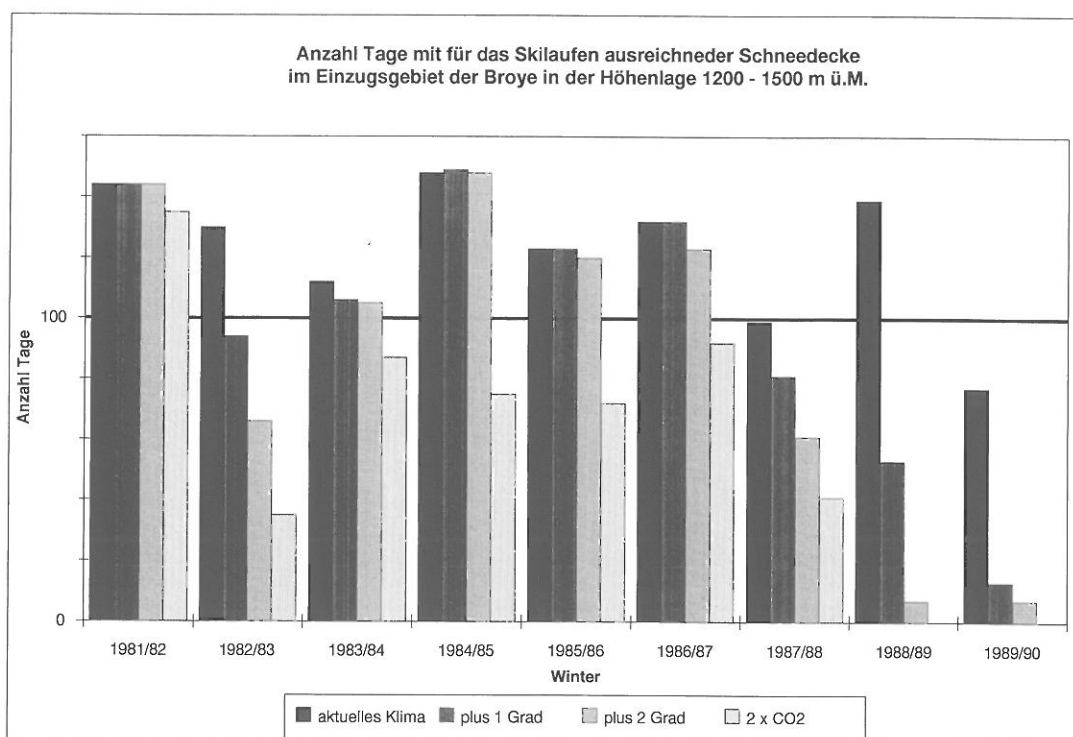
Pendant plus de 13 ans, le débit quotidien du bassin fluvial de la Broye, qui se trouve dans les Préalpes de la Suisse occidentale, a été re-

off Modell F. Bultot) über 13 Jahre die täglichen Abflüsse modelliert. Eine wichtige Komponente im Wasserhaushalt dieses Einzugsgebietes ist die Schneedecke. Die Schneedecke ist jedoch nicht nur von hydrologischem Interesse, sondern ebenso von Bedeutung im Zusammenhang mit dem Wintertourismus, einem für das Alpengebiet sehr wichtigen Wirtschaftszweig. **Abb. 2.7** zeigt den Einfluss einer zukünftigen Klimaänderung auf die Schneedecke im obersten Teil des Broye-Einzugsgebietes [Bultot et al., 1994].

Die Schneedecke spielt aber auch für das hydrologische Regime des Rheins eine grosse Rolle. Wegen des Aufbaus der Schneedecke im Winter herrschen im Hochrhein (Beispiel Rheinfelden, **Abb. 2.8**) in dieser Zeit Niedrigwasserverhältnisse. Im Sommer jedoch, wenn die Schneevorräte wieder abschmelzen, führt der Rhein in Rheinfelden Hochwasser. Die Resultate [Kwadijk, 1995] des Modells RHINE-

présenté à l'aide du modèle IRMB (Integrated Runoff Model F. Bultot). Un paramètre essentiel du régime des eaux de ce bassin fluvial est constitué par la couche de neige. Une couche de neige qui, outre son importance sous l'angle hydrologique, joue un rôle essentiel en matière de tourisme hivernal: il s'agit là d'une branche économique très importante dans tout le secteur alpin. La **figure 2.7** montre l'incidence des futures modifications climatiques sur la couche de neige dans la partie amont du bassin de la Broye [Bultot et al., 1994].

La couche de neige joue également un rôle essentiel quant au régime hydrologique du Rhin. Du fait qu'elle augmente en hiver, on constate pendant cette période des étiages sur la partie amont du cours (Exemple: Rheinfelden – **figure 2.8**). En été par contre, à la fonte des neiges, le Rhin est en crue à Rheinfelden. Dans le contexte d'un scénario donné, les résultats obtenus grâce au modèle RHINEFLOW [Kwadijk, 1995]



**Abb. 2.7** Einfluss der Klimaänderung auf den Wintertourismus am Beispiel der Höhenzone 1200-1500 m im Einzugsgebiet der Broye [Bultot et al., 1994]. 4 Szenarien (heutiges Klima, Erwärmung um 1, 2 bzw. beinahe 3 Grad) zeigen für die Jahre 1981 bis 1990 die Auswirkungen auf die Anzahl Tage, während derer genügend Schnee zum Skilaufen im Gebiet gelegen wäre. Um die Wintersport-Infrastrukturen rentabel zu betreiben, muss etwa an 100 Tagen pro Winter Skilaufen möglich sein.

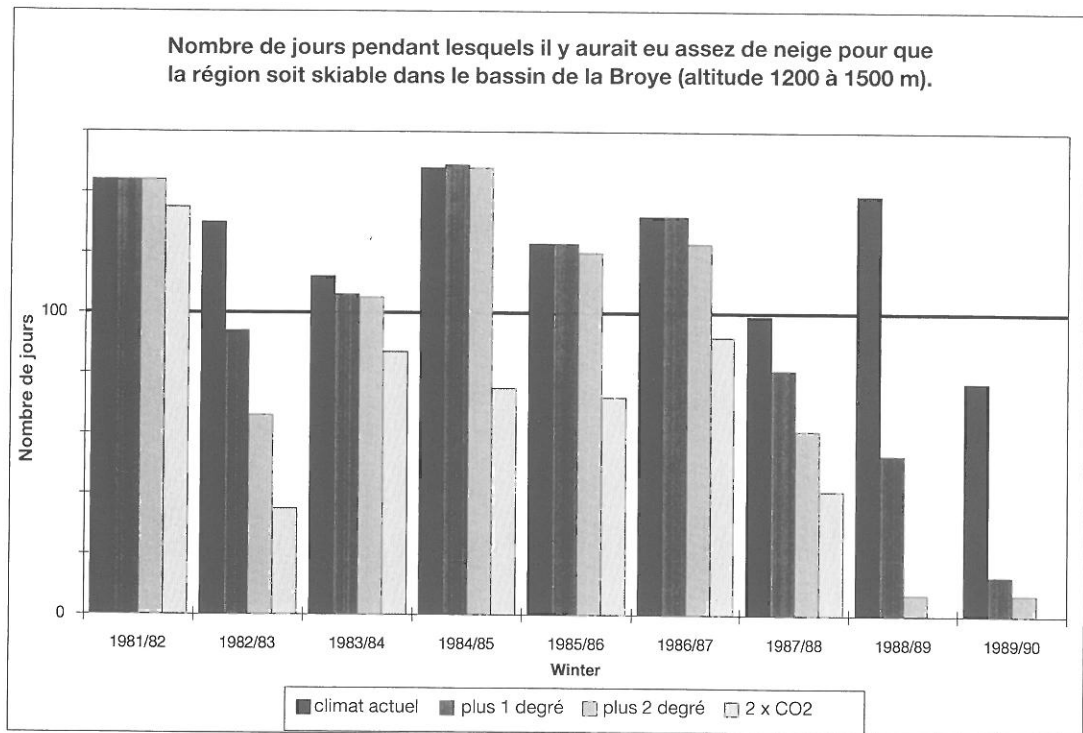


Fig. 2.7 Incidences des modifications climatiques sur le tourisme hivernal. Exemple choisi: les chaînes de montagnes (altitude: de 1200 à 1500 m) du bassin de la Broye [Bultot et al., 1994]. 4 scénarios (climat actuel, réchauffement de 1,2°C, voire de près de 3°C) montrent, pour la période comprise entre 1981 et 1990, l'incidence sur le nombre de jours pendant lesquels il y aurait eu assez de neige pour que la région soit skiable. Pour que les infrastructures de sports d'hiver soient rentables, il faut que la région soit skiable pendant au moins 100 jours par hiver.

FLOW zeigen für ein bestimmtes Szenarium in **Abb. 2.8**, wie sich das Regime in einem zukünftigen Klima verändern könnte: Die Hochwassersaison verlagert sich vom Sommer in den Winter. Die Hochwasser werden eher grösser, der mittlere Abfluss bleibt etwa gleich, auch die Niederwasser verändern sich kaum, treten aber neu nicht mehr extrem im Winter, sondern eher im Herbst auf.

Diese Veränderungen haben grosse Auswirkungen auf den Niederrhein. Wie die Messungen für Lobith (**Abb. 2.9**) zeigen, herrscht dort heute ein ziemlich ausgeglichenes Regime, da das grosse Wasserdargebot im Hochrhein zu anderen Jahreszeiten wie dasjenige im übrigen Rheingebiet anfällt. Verändert sich jedoch das Klima mit den oben geschilderten Konsequenzen für den Hochrhein, so fällt der erwähnte ausgleichende Effekt dahin. Die Hochwasser werden ziemlich stark vergrössert und fallen

montrent la façon dont pourrait évoluer le régime des eaux en fonction de conditions climatiques modifiées. La saison des crues glisse de l'été vers l'hiver. Les crues ont plutôt tendance à gagner en importance, les débits moyens demeurent en gros inchangés. Quant aux étiages, ils n'évoluent guère, mais les niveaux minima seront généralement enregistrés en automne et non plus en hiver.

Ces modifications exercent une influence notable sur le Rhin inférieur. Comme le montre les relevés de Lobith (**figure 2.9**), le régime des eaux y est actuellement relativement équilibré: en effet, au niveau du haut Rhin, les principaux apports hydrologiques ne surviennent pas durant les mêmes saisons que dans le reste du bassin du Rhin. Toutefois, si le climat venait à se modifier, modification assortie, pour le haut Rhin, des conséquences que nous venons de décrire, cet effet équilibrant disparaîtrait. Les crues aug-

Rheinfelden  
Discharge present vs UKHI 2100 scenario

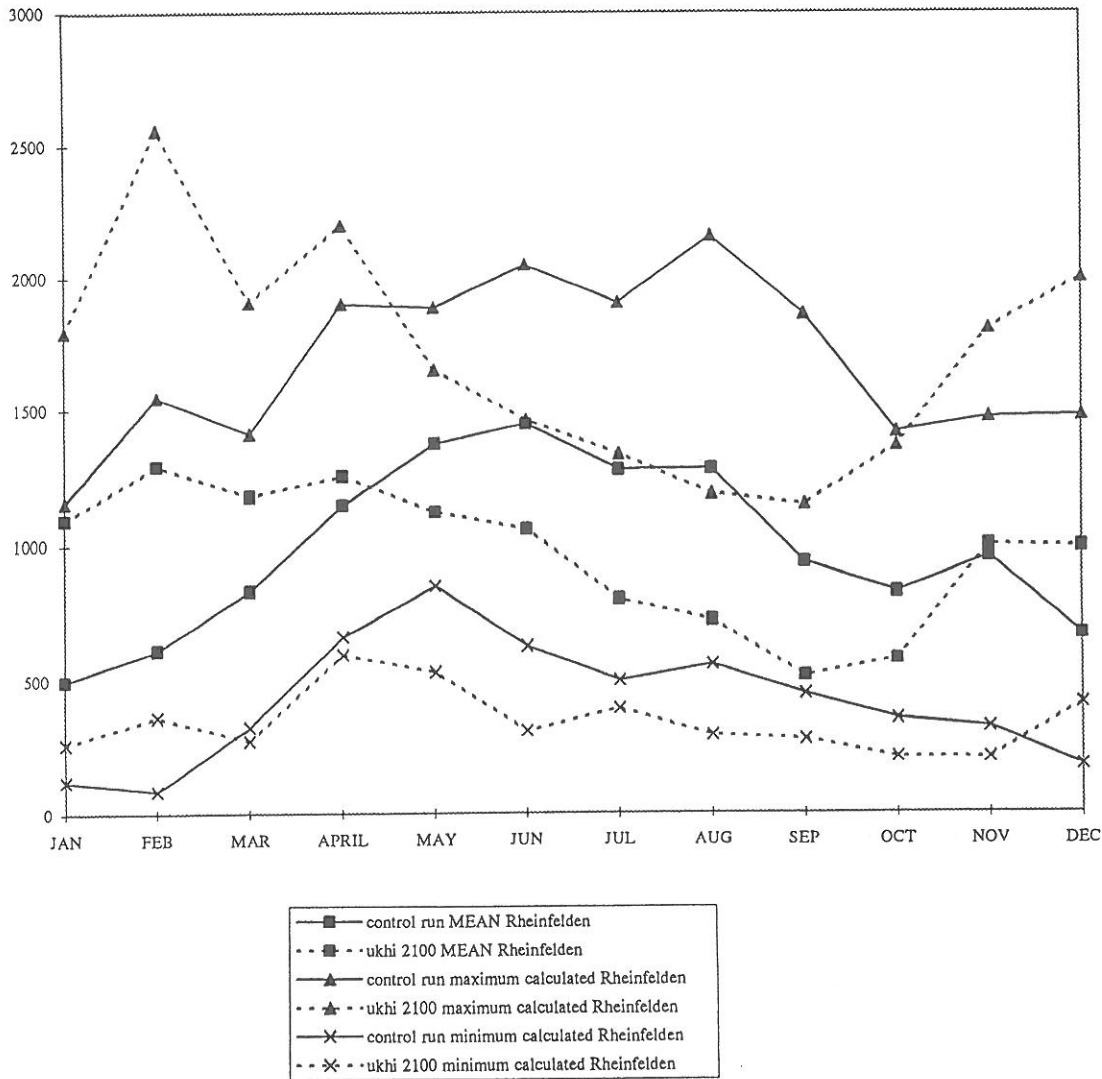


Abb. 2.8 Simulation der Monatsmittel der Abflüsse (maximales, minimales und mittleres Monatsmittel der Periode 1960-1980) im Rhein bei Rheinfelden mit dem RHINEFLOW-Modell nach heutigem Klima und nach den klimatologischen Vorgaben des UK-high-resolution Modell [Mitchell et al., 1989] für das Jahr 2100. Figur aus Kwadijk (1995).

Fig. 2.8 Simulation des moyennes mensuelles des débits du Rhin à la hauteur de Rheinfelden (moyennes des maxima, des minima et des valeurs moyennes pendant la période comprise entre 1960 et 1980). Simulation réalisée grâce au modèle RHINEFLOW en fonction du climat actuel et des données climatologiques chiffrées fournies pour l'an 2100 par le modèle UK-high-resolution [Mitchell et al., 1989]. Représentation graphique empruntée à Kwadijk (1995).

hauptsächlich im Winter an. Die Mittelwasser verändern sich insgesamt wenig, die bereits heute relativ tiefen Mittelwasserabflüsse im Herbst sinken jedoch noch erheblich. Die Nie-

menteräen in den Proportionen relativ wichtig und überleben im Winter. In der Gesamtheit, die durchschnittlichen Abflüsse würden nicht wesentlich verändert: nur die durchschnittlichen

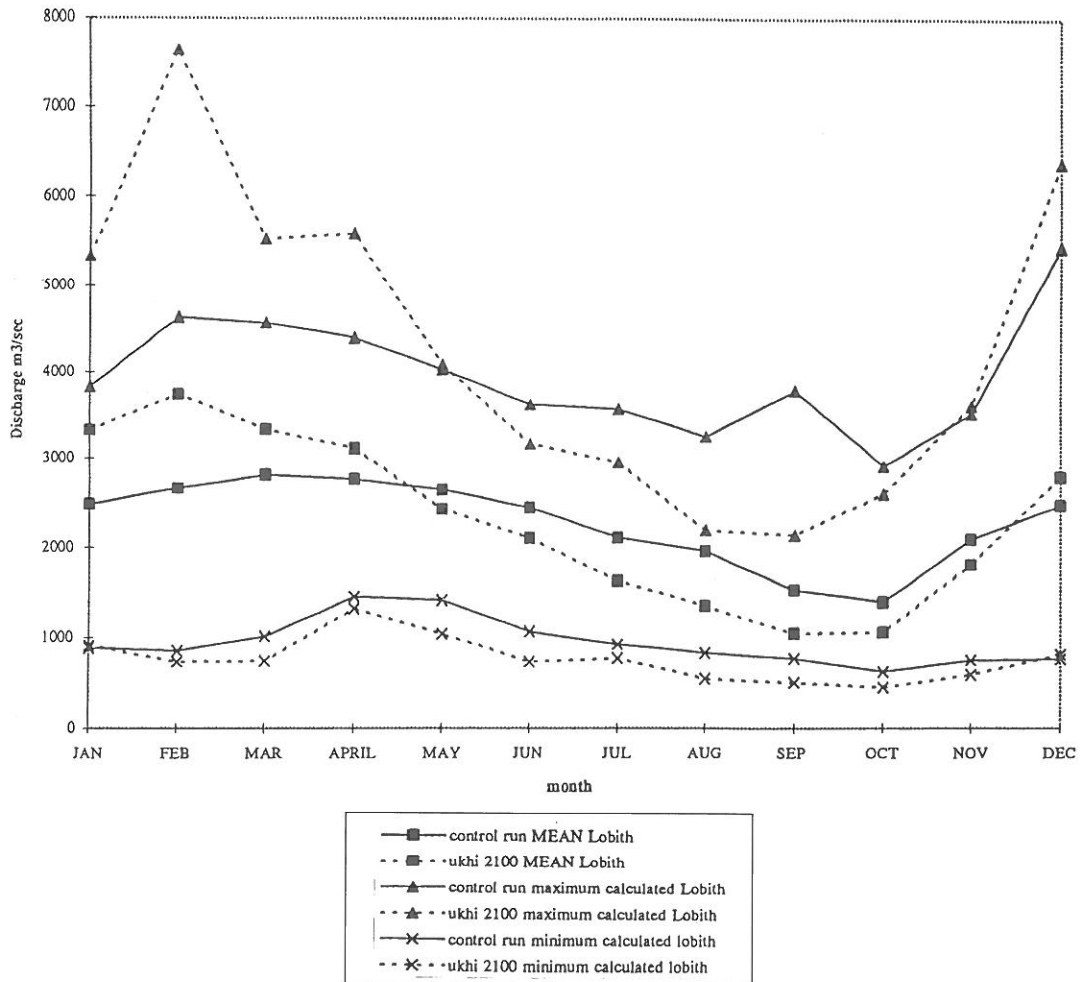


Abb. 2.9 Simulation der Monatsmittel der Abflüsse im Rhein bei Lobith (analog zur Abb. 2.8). Figur aus Kwadijk (1995).

Fig. 2.9 Simulation des moyennes mensuelles des débits du Rhin à la hauteur de Lobith (cf. fig. 2.8). Représentation graphique empruntée à Kwadijk (1995).

derwasser verschärfen sich über beinahe das ganze Jahr und erreichen neue Tiefstwerte im Herbst. für den Hochwasserschutz, für die Schifffahrt und damit für die gesamte Wirtschaft in den Niederlanden können diese Auswirkungen grosse Konsequenzen haben. Die zur Zeit noch relativ grosse Unsicherheit in den quantitativen Auswirkungen der Klimaänderung auf das Niederschlagsgeschehen führt dazu, dass heute die hydrologischen Aussagen insbesondere in Bezug auf die Hochwasser ebenfalls noch relativ unsicher sind.

automneaux, déjà assez faibles à l'heure actuelle, chuteraient de façon considérable. Les maigres s'accroîtraient pratiquement d'un bout de l'année à l'autre, atteignant de nouvelles valeurs minimales en automne. Ces effets pourraient entraîner de graves conséquences au plan de la protection contre les hautes eaux, de la navigation fluviale et, par voie de conséquence, pour l'économie néerlandaise dans son ensemble. A l'heure actuelle, les données concernant les effets quantitatifs des modifications climatiques sur les précipitations ne présentent qu'une fiabilité toute relative: de ce fait, les prévisions hydrologiques, surtout en ce qui concerne les crues, n'offrent que peu de garantie.



## 2.4. Schlussfolgerungen

Wenn wir heute – im Lichte der wahrscheinlichen Klimaänderung – wirklich in der Lage sein wollen, den Entscheidungsträgern diejenigen klimatologischen und hydrologischen Informationen zu liefern, die sie für die nachhaltige Bewirtschaftung der Wasservorräte benötigen, so scheint dreierlei Handlungsbedarf unerlässlich:

1. Weiterführung und Ausbau von hydrologischen Studien und Forschungsprojekten, einerseits im kleinen Massstab in repräsentativen Einzugsgebieten in den verschiedenen Ländern, andererseits grossmassstäblich in grossen internationalen Einzugsgebieten.
2. Diese Studien und Untersuchungen sollten von unseren politischen Behörden unterstützt werden und müssen soweit wie möglich im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Instituten, meteorologischen und hydrologischen Diensten und wasserwirtschaftlichen Amtsstellen der betreffenden Länder, wenn nötig und zweckmässig auch unter Beizug der Privatwirtschaft, durchgeführt werden. Die internationalen zwischenstaatlichen Organisationen und Nichtregierungsorganisationen können in diesem Zusammenhang wichtige Beiträge leisten.
3. Eine wichtige Basis, auf die sich die Forschung, die angewandten Studien, die zweckmässige Entscheidungsfindung und die Evaluation der Massnahmen stützen können, ist das langfristige Monitoring des Zustandes und der Entwicklung unserer Umwelt, insbesondere des Wasserkreislaufes.

Wir beglückwünschen die KHR zu ihrer beispielhaften Tätigkeit, welche sie seit 25 Jahren in diesem Zusammenhang erbringt. Wir sind stolz, einem hydrologischen und geologischen Dienst anzugehören, welcher in der Lage ist, einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung des Auftrages dieser internationalen Kommission zu leisten. Wir sind auch der Ansicht, dass der Beitrag der Schweiz für die KHR eine grundlegende Pflicht darstellt: einerseits, weil wir als Wasserschloss Europas eine zentrale Stelle innehaben; andererseits weil wir über einige der längsten vollständigen klimatologischen und hydrologischen Beobachtungsreihen Europas verfügen.

## 2.4. Conclusions

Compte tenu des modifications climatiques probables, si nous souhaitons réellement être à même de fournir aux organes décisionnaires les informations climatologiques et hydrologiques dont ils ont besoin dans le contexte d'une exploitation à long terme des réserves hydrologiques, il convient que nous prenions en compte un triple mode d'action incontournable:

1. Reconstitution et extension des études et des projets de recherche hydrologiques, d'une part sur une échelle réduite dans des secteurs représentatifs des bassins fluviaux des différents pays, d'autre part sur une vaste échelle au niveau des grands bassins fluviaux internationaux.
2. Il convient que les études et enquêtes en question bénéficient de l'appui des pouvoirs publics. Ils doivent en outre, autant que faire se peut, être réalisés dans le cadre d'une coopération entre les instituts scientifiques, les services hydrologiques et météorologiques et les organismes de gestion des eaux des différents pays concernés, voire, si besoin est, en faisant judicieusement appel à l'économie privée. Dans ce contexte, les organisations internationales intergouvernementales et non gouvernementales peuvent apporter des contributions intéressantes.
3. Le monitoring à long terme de l'état et de l'évolution de notre environnement, et plus particulièrement du cycle de l'eau, constitue l'une des assises essentielles de la recherche, des études appliquées, d'un processus décisionnel rationnel et de l'évaluation des mesures et aménagements.

Nous félicitons la CHR du travail exemplaire qu'elle a accompli dans ce domaine depuis 25 ans. Nous sommes fiers d'appartenir à un service hydrologique et géologique capable d'apporter une contribution essentielle au bon accomplissement de la mission impartie à cette commission internationale. Nous estimons en outre que l'aide apportée par la Suisse à la CHR constitue une obligation primordiale: d'une part parce que nous occupons, en tant que château d'eau de l'Europe, une position centrale, et d'autre part parce que nous avons à notre disposition des chronogrammes complets d'observations climatologiques et hydrologiques, chronogrammes qui figurent d'ailleurs parmi les plus longs d'Europe.

- Arnell, N.W. (1994): Grid mapping of river discharge. *J. Hydrol.*
- BfG, Bundesanstalt für Gewässerkunde (1996): IKSR-Informationsprogramm V 1.0
- Bultot, F., Gellens, D., Schädler, B. and Spreafico, M. (1994): Effects of climate change on snow accumulation and melting in the Broye catchment (Switzerland). *Climate Change* 28: 339-363.
- CHR/KHR (1993): Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen. Bericht Nr. I-11 der KHR. Le Rhin sous l'influence de l'homme. Rapport n° I-11 de la CHR.
- Ebel, U. und H. Engel (1994): Das Weihnachtshochwasser 1993/94 in Deutschland. Bayerische Rück, Sonderdruck 16, München.
- Ghezzi, C. (1926): Die Abflussverhältnisse des Rheins in Basel. Mitteilung des Amtes für Wasserwirtschaft Nr. 19; Bern.
- Jakob, A., Liechti, P., Schädler, B. (1996): Die Entwicklung der Wassertemperaturen in der Schweiz. Gas-Wasser-Abwasser, Nr.4, Zürich (in Vorbereitung), (en préparation).
- Kwadijk, J. (1995): Discharge scenarios for the River Rhine. Project progress report. Department of Physical Geography, Utrecht University.
- Kwadijk, J. (1993): The impact of climate change on the discharge of the River Rhine. Thesis. Department of Physical Geography, Utrecht University.
- Mitchell, J.F.B., Senior, C.A. and Ingram, W.J. (1989): CO<sub>2</sub> and climate: a missing feedback. *Nature*, 341, 132-134.
- Rötter, R.P. (1994): Rhine basin study: Land use projections based on biophysical and socio-economic analyses. 4 Volumes. Report 85, DLO Winand Staring Centre/Rijkswaterstaat Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA); Wageningen/Lelystad.
- Schädler, B. (1985): Der Wasserhaushalt der Schweiz. Mitteilung Nr. 6 der Landeshydrologie, Bern. Communiqué n° 6 du Service hydrologique national, Berne.
- SMA, Schweizerische Meteorologische Anstalt: Annalen und Beihefte zu den Annalen. Office helvétique de météorologie: Annales et suppléments aux annales.
- Schüepp, M. (1983): Die Lufttemperatur auf dem Säntis. In: Glaziologisches Jahrbuch; 97. und 98. Bericht der Gletscherkommission SNG, Bern.

### 3. ZUSAMMENARBEIT ZWISCHEN INTERNATIONALEN FLUSSGEBIETEN

F. Nobilis  
Hydrographisches Zentralbüro, Wien

#### 3.1 Einleitung

Am Jubiläumstag der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheins, 25 Jahre nach der Gründung, ist es für den Vertreter des Hydrographischen Dienstes in Österreich eine Ehre, über die Zusammenarbeit zwischen internationalen Flußgebieten zu sprechen. Der Hydrographische Dienst in Österreich hat über 100 Jahre Erfahrung in der multilateralen Kooperation im Donaueinzugsgebiet, es stellt sich jedoch die Frage, ob es überhaupt eine Zusammenarbeit zwischen internationalen Flußgebieten gibt, ob diese institutionalisiert ist, ob sie in governmentalen und non-governmentalen Gremien stattfindet, ob es sie gar nicht gibt und hier etwas geschehen sollte. Dies soll am Beispiel des Donaueinzugsgebietes und mit einem Blick auf das Rheineinzugsgebiet diskutiert werden.

#### 3.2 Rechtliche Grundlagen

Im Statut der KHR als non-governmentaler Organisation, die auf der Basis von IHP der UNESCO und OHP der WMO tätig ist, ist unter den Aufgaben auch die Förderung der Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen festgeschrieben. In letzter Zeit wurden dabei Anstrengungen in Richtung Donaukommission unternommen. In diesem Zusammenhang seien kurz und schlagwortartig einige Anmerkungen zur historischen Entwicklung der Donaukommission als governmentaler Organisation gemacht:

Wiener Kongreß-Akte vom 9. Juni 1815.  
Artikel 108-116: Schifffahrtswegfreiheit für alle schifffahrtstreibenden Nationen (Richtlinien).

Pariser Friedensvertrag vom 30. März 1856 (Krim-Krieg) Artikel 15-21: Mündungsstrecke der Donau in Obhut der "Europäischen Donaukommission" (E.D.).  
Mitglieder: Österreich, Frankreich, Großbri-

### 3. COOPÉRATION ENTRE LES BASSINS FLUVIAUX INTERNATIONAUX

F. Nobilis  
Hydrographisches Zentralbüro, Vienne

#### 3.1 Introduction

En ce vingt-cinquième anniversaire de la fondation de la Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin, c'est au représentant du Service hydrographique de l'Autriche qu'a échu l'honneur de parler de la coopération entre les bassins fluviaux internationaux. Certes, le Service hydrographique autrichien peut faire état de plus de cent ans d'expérience au plan de la coopération multilatérale dans le bassin du Danube. Et pourtant une question ne laisse pas de se poser: existe-t-il vraiment une coopération entre les bassins fluviaux internationaux, et, dans l'affirmative, est-elle institutionnalisée, se situe-t-elle au niveau des organes gouvernementaux et non gouvernementaux? Ou bien n'existe-t-elle pas et que faudrait-il faire dans ce contexte? Une problématique que nous nous proposons d'illustrer par l'exemple du bassin du Danube et d'examiner en considérant le bassin du Rhin.

#### 3.2 Fondements juridiques

En tant qu'organisation non gouvernementale, la CHR inclut également dans ses tâches statutaires la promotion de la coopération avec d'autres organisations internationales. A date récente, on s'est efforcé d'établir en ce sens des contacts avec la Commission du Danube. Nous allons, dans ce contexte, procéder à un survol rapide des grandes lignes du développement historique de la Commission du Danube en tant qu'organisation gouvernementale.

Congrès de Vienne – actes du 9 juin 1815.  
Articles 108-116: liberté de navigation accordée à toutes les nations qui inscrivent la navigation au nombre de leurs activités (directives).

Traité de Paris signé le 30 mars 1856 (guerre de Crimée). Articles 15-21: le delta du Danube est placé sous la surveillance de la "Com-

tannien, Preußen, Rußland, Sardinien und die Türkei.

Provisorium wurde im Übereinkommen betreffend das endgültige Donau-Statut vom 21. Juli 1921 weiter anerkannt.

für die Flußdonau schuf der Pariser Friedensvertrag 1856 eine Uferstaatenkommission, "Permanente Kommission" genannt, der Österreich, Bayern, die Türkei und Württemberg angehörten und zu der die damals halbsouveränen Fürstentümer Serbien, Moldau und Walachei besondere Kommissare entsenden konnten, die der Bestätigung der Hohen Pforte bedürften.

Friedensverträge nach dem 1. Weltkrieg:

E.D. sollte beibehalten werden; Österreich, Deutschland, Rußland und die Türkei wurden ausgeschlossen. Besetzung der E.D. durch Frankreich, Großbritannien, Italien und Rumänien.

23. Juli 1921: "Übereinkommen, betreffend das endgültige Donau-Statut" durch die vier genannten Länder.

Vertrag von Bukarest vom 1. März 1939: Aufnahme des Deutschen Reiches in die E.D.

Mai 1940: E.D. beendet faktisch ihre Tätigkeit.

12. September 1940: Konferenz in Wien. Bulgarien, das Deutsche Reich, Italien, Jugoslawien, Rumänien, die Slowakei und Ungarn bildeten an Stelle der E.D. einen vorläufigen Ausschuß für Donauangelegenheiten, dem 1941 die Sowjetunion beitrug.

Ende des 2. Weltkrieges.

1. November 1946: Konferenz in Wien, Grundsatz der Freiheit der Schifffahrt und der Gleichbehandlung für die Uferstaaten neu festgestellt.

mission européenne du Danube" (E.D.).

Membres: l'Autriche, la France, la Grande-Bretagne, la Prusse, la Russie, la Sardaigne et la Turquie.

L'accord du 21 juillet 1921 sur les statuts définitifs du Danube homologue la réglementation intérimaire.

En ce qui concerne le Danube navigable, le Traité de Paris signé en 1856 instaure une Commission des états riverains, dénommée "Commission permanente", à laquelle appartiennent l'Autriche, la Bavière, la Turquie et le Wurtemberg. En outre, les principautés de Serbie, de Moldavie et de Valachie, alors semi-souveraines, peuvent y envoyer des commissaires extraordinaires soumis à l'approbation de la Sublime Porte.

Traités de paix qui ont suivi la 1er guerre mondiale:

La Commission du Danube doit continuer à exister; en sont exclues l'Autriche, l'Allemagne, la Russie et la Turquie. Les sièges de la Commission du Danube sont répartis entre la France, la Grande-Bretagne, l'Italie et la Roumanie.

23 juillet 1921: les quatre pays en question signent un accord sur les statuts définitifs du Danube.

Traité de Bucarest (1er mars 1939): le Reich allemand est admis à siéger à la Commission du Danube.

Mai 1940: la Commission du Danube met un terme à ses activités.

12 septembre 1940: conférence de Vienne. La Bulgarie, le Reich allemand, l'Italie, la Yougoslavie, la Roumanie, la Slovaquie et la Hongrie remplacent la Commission du Danube par une commission provisoire chargée des affaires du Danube. En 1941, l'Union soviétique adhère à la commission.

Fin de la seconde guerre mondiale.

1er novembre 1946: conférence de Vienne; le principe de la liberté de la navigation et de la parité des états riverains est de nouveau reconnu.

30. Juli 1948: Konferenz in Belgrad über die Donauschifffahrt, 2 Entwürfe für ein neues Donau-Statut, ausgearbeitet von der Sowjetunion und den USA, 1. Entwurf angenommen.

Abschluß bilateraler Verträge durch Österreich.

Beitritt Österreichs zur Konvention über die Regelung der Schifffahrt auf der Donau: 16. Februar 1960 (UdSSR, VR Bulgarien, Ungarn, Rumänien, Ukraine, Tschechoslowakische Republik und Föderative Volksrepublik Jugoslawien).

Aufgabenbereich der Kommission:

- Angelegenheiten der Schifffahrt;
- Koordinierung der hydrometeorologischen Dienste für die Donau, die Herausgabe eines gemeinsamen Bulletins, die Veröffentlichung von kurz- und langfristigen Prognosen für die Donau;
- Herausgabe von Nachschlagewerken, Schifffahrtshandbüchern, Schifffahrtskarten und Atlanten.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Tätigkeit der Donaukommission als governmentaler Organisation mit dem Sitz in Budapest ihr Schwergewicht bei der Schifffahrt hat und dies voraussichtlich auch beibehalten wird. Die politischen Veränderungen in Osteuropa haben es mit sich gebracht, daß ein Vorbereitungskomitee für eine Staatenkonferenz über Fragen der Donaukooperation eingesetzt wurde, welches bereits 4 Tagungen ohne substantielle Erfolge abhielt. Die wechselhafte Geschichte im Einzugsgebiet der Donau, geprägt von Phöniziern, Ägyptern, Griechen, Persern, Römern und Beziehungen der Donauanliegerstaaten an diesem Fluß, der im Keltischen "Danu" heißt, das bedeutet hastig, ungestüm bzw. schnell, hat aber immer wieder multilaterale Aktivitäten stimuliert.

### 3.3 Hydrologische Aktivitäten im Einzugsgebiet der Donau

Betrachtet man die Donau mit ihrem Einzugsgebiet von über 800 000 km<sup>2</sup>, mit ihrer Länge von über 2 800 km, so ist es klar, daß die

30 juillet 1948: conférence de Belgrade relative à la navigation sur le Danube. Deux avant-projets sont élaborés respectivement par l'Union soviétique et les Etats-Unis. C'est le premier avant-projet qui est adopté.

L'Autriche approuve les accords bilatéraux.

16 février 1960: l'Autriche adhère à la convention qui vise à régir la réglementation de la navigation sur le Danube (Union soviétique, République populaire de Bulgarie, Hongrie, Roumanie, Ukraine, République Tchèqueoslovaque, République populaire fédérative de Yougoslavie)

Compétences de la commission:

- Affaires concernant la navigation;
- Coordination des services hydrométéorologiques du Danube, publication d'un bulletin commun, publication des prévisions à court et à long terme au sujet du Danube;
- Publication d'ouvrages de référence, de manuels et de cartes de navigation, d'atlas.

En résumé, nous pouvons donc constater que les activités de la Commission du Danube, organisation gouvernementale dont le siège se trouve à Budapest, sont essentiellement ciblées sur la navigation et que, selon toute vraisemblance, cette option perdurera. Les changements politiques qui sont intervenus en Europe de l'Est ont abouti à la mise en place d'un comité chargé de la préparation d'une conférence internationale dédiée à la problématique de la coopération danubienne. Au bout de 4 séances, aucun résultat tangible n'a été enregistré. Phéniciens, Egyptiens, Grecs, Perses, Romains, marchands qui venaient s'approvisionner dans les états riverains du Danube, tous ont marqué le bassin du Danube de leur empreinte. Le Danube: un nom qui en celtique signifie "rapide", "impétueux", un fleuve qui n'a jamais cessé de stimuler des activités multilatérales.

### 3.3. Activités hydrologiques poursuivies dans le bassin du Danube

Si l'on considère le Danube – un fleuve de plus de 2800 km de long, un fleuve dont le bassin s'étend sur plus de 800 000 km<sup>2</sup> – on se rend

länderübergreifenden Probleme die Anliegerstaaten zu gemeinsamen Aktivitäten bringen würden. So wurde nach dem 2. Weltkrieg als technisch-wissenschaftliche Begleitaktion auf freiwilliger Basis neben der governmentalen Donaukommission die Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen gestartet, die in einem zweijährigen Abstand jeweils in einem anderen Donauanliegerstaat stattfindet. Im August 1996 findet diese Konferenz, erweitert im Themenkreis um die hydrologisch-wasserwirtschaftlichen Grundlagen, in Graz (Österreich) statt. Dabei werden Wasserstands- und Abflussvorhersagen, hydrometeorologische und wasserwirtschaftliche Daten, die Bewirtschaftung der Wasservorräte, Feststoffe, Temperatur und Eis sowie Gewässerzustand und Wasserqualität Konferenzgegenstand sein. Die Konferenzsprachen sind Deutsch bzw. Englisch und nicht wie bei der Donaukommission Russisch und Französisch. Deutsch und Russisch dagegen ist das Sprachtandem bei einer weiteren Aktivität, der Expertengruppe für die regionale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Hydrologie im Rahmen der IHP-Nationalkomitees der Donauländer. Die Gesamtkoordination dieser Gruppe hat derzeit Österreich inne. Auf der Basis von IHP-V läuft derzeit die III. Etappe der Zusammenarbeit, deren Aktivitäten in der Tabelle aufgelistet sind. Fragen der Vorhersage sind hier natürlich ausgeschlossen. Von besonderem Interesse scheinen aber Untersuchungen über Langfristentwicklungen von Wasserbilanzgrößen und die dabei auftretenden regionalen Unterschiede.

Eine Anregung hier bezogen auf Rhein-Donau könnte eine Präsentation der KHR bei der XVIII. Konferenz der Donauländer im August 1996 in Graz sein sowie ein verstärktes Einfließen bzw. teilweise parallele Zielsetzungen in der Expertengruppe durch Vertreter der KHR.

compte, d'emblée, que les problèmes transfrontaliers devaient, tôt ou tard, amener les états riverains à poursuivre des activités communes. C'est ainsi que fut mise sur pied sur une base de volontariat, dès la fin de la seconde guerre mondiale et parallèlement à la Commission gouvernementale du Danube, la Conférence des pays danubiens. Ciblée sur les prévisions hydrologiques, cette conférence biennale à vocation technico-scientifique se tient chaque fois dans un pays riverain danubien différent. Cette conférence se réunira à Graz (Autriche) au mois d'août 1996: sa thématique, élargie, portera sur les principes de base touchant l'hydrologie et la gestion des eaux. Seront pris en compte les prévisions ayant trait à la hauteur du niveau d'eau et aux débits sortants, des données concernant l'hydrométéorologie et la gestion des eaux, l'exploitation des ressources hydrologiques, les déchets solides, les températures, la glace, ainsi que l'état actuel des cours d'eau et la qualité de l'eau. La conférence se déroulera en allemand ou en anglais, et non en russe et en français comme c'est le cas lors des sessions de la Commission du Danube. En effet, le choix du tandem linguistique allemand/russe constitue le préalable d'activités poursuivies ultérieurement par un groupe d'experts au niveau de la coopération régionale en matière d'hydrologie, ce dans le cadre du comité national des pays danubiens chargé du programme hydrologique international PHI. C'est l'Autriche qui est actuellement chargée de la coordination générale du groupe en question. Sur la base du programme PHI-V, cette coopération en est actuellement à sa troisième étape: la liste de ses activités figure sur le tableau. Les problèmes touchant les prévisions ont été bien entendu exclus de ce contexte. Par contre, des études portant à la fois sur l'évolution à long terme de données chiffrées ressortissant au bilan hydrologique et sur les différences régionales qui s'en dégagent, nous ont semblé particulièrement intéressantes.

A ce niveau, des impulsions favorables au contexte Rhin-Danube pourraient être générées par une présentation dont se chargerait la CHR à l'occasion de la XVIIIème conférence des pays danubiens qui se tiendra à Graz en août 1996, ainsi que par le renforcement de l'influence que pourraient exercer, au sein du groupe d'experts, des représentants de la CHR, voire, dans ce même cadre, par la définition d'objectifs en partie parallèles.

<b>Projektarbeiten im Rahmen des IHP</b>	
I. Etappe der Zusammenarbeit (abgeschlossen)	
Publikation:	Die Donau und ihr Einzugsgebiet – Eine hydrologische Monographie (3 Bände, 1985 und viersprachige Ausgabe, 1988)
II. Etappe der Zusammenarbeit (bis auf Nacharbeiten abgeschlossen)	
<i>Vier Projekte als Ergänzungen der Donaumonographie</i>	
Projekt 1:	Schwebstoff- und Geschieberegime der Donau (Koordinator: Ungarn, Publikation als Folgeband I zur Donaumonographie 1993 erschienen)
Projekt 2:	Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigsten Zubringer (Koordinator: Slowakei, Publikation als Folgeband II zur Donaumonographie 1994 erschienen)
Projekt 3:	Langfristige Schwankungen des Niederschlags im Donaueinzugsgebiet (Koordinator: Österreich, Endfassung in Abstimmung, Herausgabe 1995)
Projekt 4:	Hochwasserkoinzidenz der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer (Koordinator: Jugoslawien, Fertigstellung offen)
III. Etappe der Zusammenarbeit (laufend)	
<i>Vier Projekte zur Fortschreibung bzw. als Ergänzungen der Donaumonographie</i>	
Projekt 5:	Aktualisierung der Hydrologischen Monographie der Donau
Teilprojekt 5.1:	Kataster der wichtigsten wasserbaulichen Anlagen im Donaueinzugsgebiet (Ergänzung zu Kapitel I, Koordinator: Rumänien)
Teilprojekt 5.2:	Aktualisierung der Abflußregimeauswertung (Kapitel II, Datensammlung im GRDC, Koordinator: offen)
Teilprojekt 5.3:	Aktualisierung der Wasserbilanz (Kapitel III)
Teilprojekt 5.3.1:	Niederschlagsverteilungen und Gebietsniederschläge im Donaueinzugsgebiet (Koordinator: Österreich)
Teilprojekt 5.3.2:	Analyse von Trockenperioden im Donaueinzugsgebiet (Koordinator: Kroatien)
Projekt 6:	Die Flußbettverhältnisse der Donau
Teilprojekt 6.1:	Geomorphologische Beschreibung des Donaulaufs (Koordinator: Ungarn)
Teilprojekt 6.2:	Regulierung des Donaubettes (Koordinator: Slowakei)
Teilprojekt 6.3:	Krümmungs- und Gefälleverhältnisse der Donau sowie geometrische Parameter des Flußbettes (Koordinator: Rumänien)
Teilprojekt 6.4:	Die Furten der Donau (Koordinator: Ungarn)
Projekt 7:	Regionale Analyse der Jahreshöchstabflüsse (Koordinator: Rumänien)
Projekt 8:	Bibliographie zur Hydrologie des Donaueinzugsgebietes
Teilprojekt 8.1:	Bibliographie zur Hydrologie des Donaueinzugsgebietes (Koordinator Deutschland)
Teilprojekt 8.2:	Gebietskennzeichnung und Gebietsverschlüsselung für das Donaueinzugsgebiet (Koordinator: Slowenien)
<b>Projektarbeiten im Rahmen des OHP</b>	
Projektvorschlag der WMO:	International Coordinated Hydrological Forecasting and Warning System for the Management of the Danube River

Tabelle 3.1 Projektarbeiten im Rahmen des IHP und OHP

<b>Projets dans le cadre du PHI</b>	
1e étape de la coopération (terminée)	
Publication:	Le Danube et son bassin – une monographie hydrologique (3 tomes, 1985 et édition quadrilingue, 1988)
2e étape de la coopération (terminée outre travaux supplémentaires)	
<i>Quatre projets en complément de la Monographie du Danube</i>	
Projet 1:	Régime des sédiments en suspension et de la charge de fond (coordination: Hongrie, rapport publié en 1993 en tant que suite n° I à la monographie du Danube)
Projet 2:	Régime de la température et de la glace du Danube et ses affluents les plus importants (coordination: Slovaquie, rapport publié en 1994 en tant que suite n° II à la monographie du Danube)
Projet 3:	Fluctuations à long terme de la précipitation dans le bassin du Danube (coordination: Autriche, version finale en discussion, édition 1995)
Projet 4:	Coïncidence de crues du Danube et ses affluents les plus importants (coordination: Yougoslavie, date de publication indéterminée)
3e étape de la coopération (en cours)	
<i>Quatre projets en complément ou en tant que continuation de la Monographie du Danube</i>	
Projet 5:	Actualisation de la Monographie hydrologique du Danube
Projet partiel 5.1:	Cadastre des constructions hydrauliques les plus importantes dans le bassins du Rhin (complément du chapitre II, coordination: Roumanie)
Projet partiel 5.2:	Actualisation de l'évaluation du régime de débit (chapitre II, collecte de données dans le GRDC, coordination: indéterminée)
Projet partiel 5.3:	Actualisation du bilan hydrique (chapitre III)
Projet partiel 5.3.1:	Distribution de la précipitation et précipitations régionales dans le bassin du Danube (coordination: Autriche)
Projet partiel 5.3.2:	Analyse des étiages dans les bassin du Danube (coordination: Croatie)
Projet 6:	Lit fluvial du Danube
Projet partiel 6.1:	Description géomorphologique du cours du Danube (coordination: Hongrie)
Projet partiel 6.2:	Régulation du lit fluvial du Danube (coordination: Slovaquie)
Projet partiel 6.3:	Coudes et pente hydraulique du Danube ainsi que paramètres géométriques du lit fluvial (coordination: Roumanie)
Projet partiel 6.4:	Les gués du Danube (coordination: Hongrie)
Projet 7:	Analyse régionale des débits maximaux annuels
Projet 8:	Bibliographie hydrologique du bassin du Rhin
Projet partiel 8.1:	Bibliographie hydrologique du bassin du Rhin (coordination: Allemagne)
Projet partiel 8.2:	Caractérisation et codification régionale pour le bassin du Danube (coordination: Slovénie)
<b>Projets dans le cadre du PHO</b>	
Projet proposé par l'OMM:	International Coordinated Hydrological Forecasting and Warning System for the Management of the Danube River

Tableau 3.1 Projets dans le cadre du PHI et PHO



### 3.4 Internationale Organisationen bzw. Programme als Basis für eine eventuelle Zusammenarbeit

#### 3.4.1 IHP der UNESCO

Im IHP-V scheint besonders das Thema 4 "Strategies for water resources management in emergency and conflicting situations" mit dem Project 4.1: International water systems:

- a) Conflicts analysis and resolution
- b) Development of integrated hydrological information and decision systems for international river basins
- c) Large-scale diversions; systems control, emergency procedures and extreme hydrological conditions

ein guter Anknüpfungspunkt für gemeinsame Aktivitäten zu sein. Andere Aktivitäten, wie "Man and Biosphere" (MAB) der UNESCO, scheinen bei den gegenwärtigen Zielsetzungen an Donau und Rhein weniger geeignet, Kooperationen zu stimulieren.

#### 3.4.2 WMO

Die Meteorologische Weltorganisation (WMO) bietet für operationelle Aktivitäten bzw. Kooperationen ein ideales Feld. Beginnend bei der Arbeitsgruppe für Hydrologie von Europa, deren Vorsitz derzeit Österreich hat, bilden die Arbeitsschwerpunkte über hydrologische Netze, Wetterradar für die Hydrologie und Wasserwirtschaft, Wassergüte, Vorhersage und Kontrolle, Klima und Wasser, Kurzfristvorhersage in Einzugsgebieten mit geändertem Regime, operationelle hydrologische Referenzeinzugsgebiete u. a. m. eine ideale Basis, gemeinsame Interessen an Rhein und Donau zu koordinieren. Diese Interessen können im Weg über die Kommission für Hydrologie (Chy), die Sitzungen der Regionalassoziatio VI (Europa) bis in den Kongreß der WMO verfolgt werden und in den Programmen der WMO ihren Niederschlag finden. Im "Hydrology and Water Resources Programme" (HWRP) bzw. dem beigeordneten OHP (Operational Hydrology Programme) wurden und werden auch Aktivitäten gesetzt, die an Rhein und Donau erwünscht sind.

### 3.4 Organisations internationales et programmes susceptibles de servir de base à une éventuelle coopération

#### 3.4.1 Programme PHI de l'UNESCO

Dans le programme PHI-V, le thème 4, "Stratégies de gestion des ressources hydrologiques en cas d'urgence ou de conflit" semble pouvoir constituer le point de départ d'activités communes. Ce programme inclut le projet 4.1: Systèmes hydrologiques internationaux:

- a) Analyse et solution des conflits;
- b) Développement de systèmes intégrés d'information et de décision ciblés sur les bassins fluviaux internationaux;
- c) Diversions à grande échelle; télécontrôle, procédures d'urgence et conditions hydrologiques extrêmes.

Par contre, eu égard aux objectifs définis actuellement pour le Danube et le Rhin, d'autres activités de l'UNESCO, telles que "L'homme et la biosphère" (MAB), semblent moins aptes à encourager la coopération.

#### 3.4.2 OMM

Dans le contexte d'activités opérationnelles ou de coopérations, l'Organisation de météorologie mondiale (OMM) apparaît comme un champ d'action idéal. Étudiés dans un premier temps au sein du groupe de travail "Hydrologie européenne", actuellement présidé par l'Autriche, les thèmes clés sélectionnés pour les travaux constituent la base idoine qui servira, dans le contexte du Rhin et du Danube, à coordonner les intérêts communs. Citons parmi ces thèmes clés les réseaux hydrologiques, les radars météorologiques prévus pour l'hydrologie et la gestion des eaux, la qualité de l'eau, les prévisions et les contrôles, le climat et les eaux, les prévisions à court terme dans les bassins fluviaux à régime modifié, les bassins fluviaux opérationnels servant d'aires de références hydrologiques. Ces intérêts se retrouvent tout au long du trajet qui va de la Commission d'hydrologie (Chy) au congrès de l'OMM en passant par les séances de l'association régionale VI (Europe), leurs retombées apparaissant dans les programmes de l'OMM. Le programme "Hydrologie et ressources hydrologiques"

(HWRP), voire son programme corollaire OHP (Programme d'hydrologie opérationnel), ont défini et continuent à définir des activités souhaitables pour le Rhin et pour le Danube.

#### **3.4.2.1 Weltklimaprogramm Wasser (WCP/WATER)**

Das WCP/WATER ist ein Teilprogramm des WCP, dessen Federführung bei der WMO liegt. Enge Zusammenarbeit erfolgt mit UNESCO und IAHS.

Die Schwerpunkte des WCP/WATER sind:

- Nutzung hydrologischer Daten hinsichtlich Klimavariabilität und Klimaänderung;
- Modellmäßige Erfassung des Wasserkreislaufs;
- Anwendung von Klimainformationen bei der Planung, Bemessung und Betrieb von wasserwirtschaftlichen Systemen;
- Untersuchungen über den Einfluß von Klimaänderungen und Klimavariabilitäten auf die Wasservorkommen;
- Durch Wasservorkommen verursachte Einflüsse des Klimas auf den Menschen.

Einen besonderen deutschen Beitrag zum WCP stellt die Einrichtung und der Betrieb des Weltzentrum für Abfluß (Global Runoff Data Centre, GRDC) bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz dar.

#### **3.4.2.2 Globales Energie- und Wasserkreislauf-Experiment (GEWEX)**

GEWEX ist ein Programm der WMO und Teilprojekt des Weltklimaprogramms (WCP). Ziel von GEWEX ist die Erfassung, Modellierung und Vorhersage der Strahlungsverhältnisse, des Wärme- und Wassertransports innerhalb der Atmosphäre und an der Erdoberfläche. Die Wechselwirkungen zwischen den Kontinenten und den Ozeanen werden dabei miteinbezogen. Eine wichtige Aufgabe ist auch, die Abhängigkeit des Niederschlages von der Temperatur bezüglich der Klimaänderung (Treibhauseffekt) darzustellen, zu analy-

#### **3.4.2.1 Programme "Climat mondial": les eaux (WCP/WATER)**

Le programme WCP/WATER est un sous-programme du WCP dont la direction incombe à l'OMM. Cet organisme travaille en étroite collaboration avec l'UNESCO et l'IAHS.

Les thèmes clés du programme WCP/WATER sont les suivants:

- exploitation de données hydrologiques dans le contexte de la variabilité des climats et des modifications climatiques;
- modélisation du circuit hydrologique;
- utilisation des informations relatives au climat dans le contexte de la planification, des mesurages et de l'exploitation des systèmes de gestion des eaux;
- enquêtes sur l'incidence, au niveau des processus hydrologiques, des modifications climatiques et de la variabilité des climats;
- incidences sur l'homme des influences climatiques générées par des processus hydrologiques.

Par l'aménagement et l'exploitation, à l'Institut fédéral hydrologique à Coblence, au centre informatique mondial de débits (Global Runoff Data Centre, GRDC), l'Allemagne a apporté une contribution notable au WCP.

#### **3.4.2.2 Expérience mondiale de circuit énergétique et hydrologique (GEWEX)**

Le GEWEX est un programme de l'OMM et un sous-programme du programme "Climat mondial" (WCP). Il vise à cerner, à modéliser et à prévoir les coefficients de rayonnement, ainsi que les translations caloriques et hydrologiques, tant dans l'atmosphère que sur la surface terrestre. Sont également prises en compte à ce niveau les interactions entre les continents et les océans. L'une des autres tâches essentielles dévolues au GEWEX consiste à représenter le mode selon lequel les précipitations sont fonction de la température dans le contexte des modifica-

sieren und schließlich Trends aufzuzeigen.

GEWEX verfolgt u. a. zwei Schwerpunkte, die auch für Rhein und Donau bedeutsam sind:

- Es sollen Möglichkeiten zur Vorhersage regionaler und globaler Prozesse des Wasserkreislaufes entwickelt werden.
- Die Techniken zur Erfassung, Modellierung und Vorhersage hydrologischer/klimatologischer Prozesse sind weiterzuentwickeln.

### 3.4.3 IGBP

Das Internationale Geosphären-Biosphären-Programm wurde 1986 als interdisziplinäres Forschungsprogramm auf der Generalversammlung des Internationalen Rates Wissenschaftlicher Unionen (ICSU) ins Leben gerufen. Es läuft bis 2006. Dabei sollen Veränderungen globalen Ausmaßes auf der Erde in ihrer Gesamtheit und in den gegenseitigen Wechselwirkungen analysiert werden. Die Möglichkeiten für Kooperationen im Rhein- und Donauebiet scheinen derzeit gering.

### 3.4.4 GEMS/WATER

Aufbauend auf einem bereits 1974 begonnenen Projekt von der Weltgesundheitsbehörde (WHO) und dem United Nations Environmental Program (UNEP) zur Überwachung der Süßwassergüte, wurde 1976 das internationale Programm GEMS/WATER unter Beteiligung von WHO, UNEP, UNESCO und WMO eingeleitet. GEMS/WATER ist ein Teilprojekt von GEMS (Global Environmental Monitoring System), das als unfassendes Umweltüberwachungsprogramm bezeichnet wird. GEMS/WATER hat zur Aufgabe, die Wassergüte auf der gesamten Erde zu erfassen und zu kontrollieren (analytical quality control).

tions klimatischen (effet de serre), à l'analyser et, en conclusion, à en dégager les tendances.

Le GEWEX poursuit deux objectifs principaux, tous deux essentiels pour le Rhin et le Danube:

- il convient de développer des possibilités de prévisions au niveau des processus, tant régionaux que globaux, qui régissent le circuit hydrologique;
- il convient de poursuivre le développement des techniques destinées à cerner, à modéliser et à prévoir les processus hydrologiques et climatologiques.

### 3.4.3 IGBP

C'est à l'occasion de l'assemblée plénière du conseil international des associations scientifiques (ICSU) que le programme international "géosphère-biosphère" a été initié, en 1986, en tant que programme de recherches pluridisciplinaires. Il se prolongera jusqu'en 2006. Seront analysées à l'échelle mondiale, dans ce contexte et au plan de leurs interactions, des modifications touchant la terre tout entière. A l'heure actuelle, les possibilités de coopération offertes aux régions rhénanes et danubiennes semblent restreintes.

### 3.4.4 GEMS/WATER

S'appuyant sur un projet ciblé sur le contrôle des réserves d'eau douce et lancé dès 1974 par l'Organisation mondiale de la santé (WHO) et par le programme environnemental des Nations unies (UNEP), le programme international GEMS/WATER a été initié avec la participation de la WHO, de l'UNEP, de l'UNESCO et de l'OMM. GEMS/WATER est un sous-projet de GEMS (Système mondial de monitoring environnemental), lequel se profile en tant que programme tous azimuts de protection de l'environnement. GEMS/WATER a pour vocation de recenser et de contrôler le potentiel hydrologique de la terre tout entière (contrôle analytique de la qualité).

GEMS/WATER hat drei zentrale Aufgaben:

1. Technische Unterstützung  
Kooperation der Mitgliedstaaten in der Errichtung neuer Wasserkontrollsysteme und Ausbau bereits vorhandener Systeme.
2. Wassergütekontrolle  
Bestimmung und Verbesserung der Vergleichbarkeit der Wassergütedaten innerhalb eines Landes und zwischen den Mitgliedsstaaten.
3. Globale Überwachung  
Feststellung des Auftretens und der langfristigen Tendenzen der Wasserverschmutzungen durch langlebige und gefährliche Schadstoffe.

Hier gibt es sicherlich im Hinblick auf die Ausstattung der Stationen und deren Auswahl bzw. dem Erfahrungsaustausch Möglichkeiten für Kooperation im Rhein- und Donaugebiet.

#### **3.4.5 Internationale Dekade zur Minderung von Naturkatastrophen (IDNDR)**

Auf der 42. Generalversammlung der Vereinten Nationen im November 1987 wurden die 90er Jahre zur Internationalen Dekade zur Minderung von Naturkatastrophen (IDNDR) bestimmt.

Die IDNDR verfolgt fünf Ziele:

1. In jedem Land sollen Vorkehrungen und Einrichtungen zur Bekämpfung der Folgen von Naturkatastrophen ausgebaut werden. Dies gilt besonders für die Entwicklungsländer, die bei der Einrichtung von Frühwarnsystemen unterstützt werden sollen.
2. Die heutigen Kenntnisse der Naturwissenschaften sollen genutzt werden, um Leitlinien und Strategien für den Katastrophenschutz in jedem Land zu entwickeln. Es sollen die geographischen, kulturellen und wirtschaftlichen Verhältnisse in jedem Land berücksichtigt werden.
3. Die Defizite im wissenschaftlichen und technischen Bereich sollen geschlossen werden.
4. Der Informationsaustausch von Hard- und Software soll gewährleistet sein.

Le programme GEMS/WATER s'articule autour de trois tâches essentielles:

1. Soutien technique:  
coopération des états membres au plan de l'aménagement de nouveaux systèmes de contrôle hydrologique et extension progressive des systèmes existants.
2. Contrôle de la qualité de l'eau:  
définition et amélioration de la comparabilité des données relatives à la qualité de l'eau tant à l'intérieur d'un pays donné qu'entre les états membres.
3. Supervision à l'échelle mondiale:  
constatation des phénomènes de pollution des eaux et des tendances à long terme de pollution des eaux par des déchets toxiques à dégradation lente.

Dans ce contexte, il existe très certainement des possibilités de coopération dans les bassins du Rhin et du Danube, en particulier au plan de l'aménagement des stations, de leur sélection et de la comparaison des différentes méthodes expérimentées.

#### **3.4.5 Décade internationale dédiée à la diminution des catastrophes naturelles (IDNDR)**

Lors de la 42ème assemblée générale des Nations unies, les années 90 furent proclamées "Décade internationale dédiée à la diminution des catastrophes naturelles" (IDNDR).

L'IDNDR s'est fixé 5 objectifs:

1. Chaque pays doit prévoir l'extension des aménagements et dispositions visant à combattre les effets des catastrophes naturelles. Ceci concerne plus particulièrement les pays en voie de développement, qu'il conviendra d'aider au plan de l'aménagement de systèmes de prédétection.
2. Il conviendra de mettre à profit, dans chaque pays, les connaissances actuelles en matière de sciences naturelles. Il conviendra de prendre en compte la situation géographique, culturelle et économique de chaque pays.
3. Il conviendra de combler les lacunes décelées au plan technique et scientifique.
4. Il conviendra de garantir les échanges d'information relatifs au matériel et aux logiciels.
5. Il conviendra de développer des programmes

5. Es sollen Katastrophenschutzprogramme entwickelt sowie Maßnahmen getroffen werden, die zur Vorbereitung auf besondere Katastrophen dienen. Sie sollen auf ihre Effektivität überprüft werden.

Die Ansiedlung in den Ländern ist unterschiedlich. In Österreich ist IDNDR als Nationalkomitee bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften angebunden. Eine direkte Kooperation zwischen Flußeinzugsgebieten erscheint dennoch im Rahmen von gemeinsamen Veranstaltungen möglich.

### 3.4.6 IAHS

Im Rahmen der International Association of Hydrological Sciences gibt es Möglichkeiten der Kooperation besonders im Rahmen der Internationalen Kommission für Oberflächenwasser (ICSW) und der Internationalen Kommission für Wasserwirtschaftssysteme (ICWRS). ICSW veranstaltet z. B. im Juni 1996 ein Symposium "Destructive Water" in Anaheim, Californien. Die Themen dieses Symposiums betreffen Vorhersage, Kontrolle, Hochwasserschutz, Katastrophenfälle bei chemischen Verunreinigungen und sind ein Musterbeispiel für die Interessen, die im Rhein- und Donaueinzugsgebiet vorhanden sind bzw. sich als Basis für Kooperationen eignen.

### 3.5. Weitere grenzüberschreitende Aktivitäten im Donaoraum

Besondere Aktivitäten wurden in den letzten Jahren auf dem Sektor "Gewässerschutz" gesetzt.

Unter Federführung Österreichs ist z. B. das "Übereinkommen über die Zusammenarbeit zum Schutz und zur verträglichen Nutzung der Donau" entstanden. Es wurde am 29.06.1994 in Sofia unterzeichnet. Damit ist die Grundlage gegeben für die notwendige internationale Zusammenarbeit zur Sanierung dieses großen europäischen Stromgebiets.

Die internationale Donauschutzkommissi-

ciblés sur la protection contre les catastrophes et de prendre les mesures qui permettront de prendre en compte l'éventualité de certaines catastrophes spécifiques. L'efficacité des dites mesures devra être vérifiée.

L'implantation des organismes varie d'un pays à l'autre. En Autriche, en tant que comité national, l'IDNDR est rattachée à l'Académie autrichienne des sciences. Néanmoins, une coopération directe entre les bassins fluviaux semble possible dans le cadre de manifestations communes.

### 3.4.6 IAHS

Il existe, dans le cadre de l'Association internationale des sciences hydrologiques (IAHS), des possibilités de coopération, en particulier au sein de la Commission internationale des eaux de surface (ICSW) et de la Commission internationale des systèmes de gestion des eaux (ICWRS). C'est ainsi que l'ICSW organise au mois de juin 1996 le symposium "Destructive Water" qui se déroulera à Anaheim en Californie. Les thèmes de ce symposium s'articuleront autour des prévisions, du contrôle, de la protection contre les crues, des catastrophes entraînées par des pollutions chimiques: ils ont valeur d'exemple en ce qui concerne les intérêts qui se font jour dans les bassins du Rhin et du Danube, voire de ceux qui pourront servir de base à la coopération.

### 3.5 Autres activités transfrontalières dans le bassin du Danube

Des activités spécifiques ont été développées au cours de ces dernières années en matière de protection des eaux.

A été conclu entre autres, sous la direction de l'Autriche, un accord relatif à la coopération en matière de protection et de compatibilité d'exploitation des eaux du Danube. Signé le 29 juin 1994 à Sofia, cet accord a jeté les bases de la coopération internationale indispensable à l'assainissement du grand bassin fluvial européen.

La Commission internationale de protec-

on hat ihre Arbeit auf interimistischer Basis bereits aufgenommen.

Im Juni 1991 hatten die europäischen Umweltminister den Beschluß gefaßt, ein Umweltprogramm für das Donaubecken unter der Ägide der UNDP zu entwickeln. Eine Task-Force entwickelte 1992 ein Arbeitsprogramm, dessen 1. Phase bis Ende 1995 läuft. Arbeitsgruppen und verschiedene Studien bereiten die Grundlagen für die künftigen Arbeiten vor. Am 06.12.1994 wurde ein sogenannter Strategischer Aktionsplan von den Umweltministern der Donauländer gebilligt. Daraus werden nun die einzelnen Nationalen Aktionsprogramme aufgestellt. Daneben werden für die 2. Phase ab 1996 die Arbeitsgrundlagen entwickelt.

Konsultationen und wechselseitiger Informationsaustausch der Experten von Rhein und Donau scheinen auf Grund ähnlicher Probleme angebracht.

### 3.6 Zusammenfassung

Die zum Teil ähnlichen Problemstellungen lassen eine Zusammenarbeit zwischen der KHR und den verschiedenen Ansprechpartnern im Donaueinzugsgebiet als wechselseitig befruchtend erscheinen. Wenn es diese auch derzeit noch nicht institutionalisiert gibt, so haben sich jedoch Möglichkeiten in bestehenden Programmen und Arbeitsgruppen ergeben, die sehr effizient genutzt werden. Wir sollten also nicht auf einen offiziellen Startschuß warten (Bis dahin läuft noch viel Wasser den Rhein/die Donau hinunter; deutsche bzw. österreichische Redensart), sondern unverzüglich auch persönlich bestehende Kontakte nützen, um ähnliche Interessen vereint zu vertreten. In diesem Sinn ist der KHR zu ihrem Jubiläum zu gratulieren und weiterhin so erfolgreiches Wirken zu wünschen.

tion du Danube a déjà commencé ses travaux à titre intérimaire.

Dès juin 1991, les ministres européens de l'environnement avaient décidé de développer, sous l'égide de l'UNDP, un programme environnemental ciblé sur le bassin du Danube. Un détachement spécial a élaboré en 1992 un programme de travail dont la première phase devait s'achever fin 1995. Actuellement, des groupes de travail et des études diverses ouvrent la voie aux travaux à venir. Le 6 décembre 1994, les ministres de l'environnement des pays danubiens ont approuvé un plan dit d'action stratégique à partir duquel vont être mis sur pied les programmes d'action des différents états. Sont élaborés parallèlement les schémas directeurs destinés à la seconde phase qui débutera en 1996.

Il conviendrait sans doute que les experts du Rhin et du Danube, eu égard aux problématiques identiques auxquelles ils sont confrontés, procèdent à des consultations et à des échanges de vues.

### 3.6 Résumé

Les problématiques, qui présentent bien des points communs, permettent d'augurer une coopération fructueuse – dans les deux sens – entre la CHR et ses différents interlocuteurs du bassin du Danube. Même si à l'heure actuelle cette coopération n'est pas encore institutionnalisée, nous avons pu déceler, dans les programmes et au sein des groupes de travail existants, des possibilités susceptibles d'être utilisées de manière efficace. Pour assurer tous ensemble la défense d'intérêts identiques, nous ferions bien de mettre dès maintenant à profit les contacts que nous avons noués personnellement. Sans attendre le feu vert officiel, sinon il pourrait couler pas mal d'eau sous les ponts... du Rhin ou du Danube, comme on dit – à peu de chose près – en Autriche et en Allemagne... C'est dans cet esprit que nous aimerions, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa fondation, rendre hommage à la CHR pour l'oeuvre qu'elle a entreprise: qu'il lui soit donné de la poursuivre avec succès!

## 4. MAßNAHMEN ZUM HOCHWASSERSCHUTZ

H. Engel  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

### 4.1 Einleitung

Ausgelöst durch die Weihnachten 1993 und im Januar 1995 eingetretenen außergewöhnlichen Hochwasser im Rheingebiet sowie durch andere Fluten in Europa und der Welt berichten die Medien seit zwei Jahren über Hochwasser sowie deren Entwicklung und Ursachen. Dabei ist immer wieder zu lesen und zu hören, daß Flußhochwasser nach Anzahl und Größe zugenommen hätten. So lautete eine Schlagzeile: "Mehr Hochwasser in 12 Jahren als in den 120 Jahren davor." – Wie meistens, steckt in den Aussagen ein wahrer Kern: Untersuchungen [1] [2] zeigen, daß sich zwischen 1891 und heute im Rheingebiet wie auch in anderen westdeutschen Flußgebieten Abflußerhöhungen ergeben haben, die sowohl in den mittleren wie den Extremwerten (und damit auch bei den Hochwassern) sichtbar sind. **Abbildung 4.1** zeigt für den Rhein am Pegel Köln die Reihe der Jahreshöchstabflüsse von 1891 bis 1995. Neben dem unübersehbaren Anstieg ist eine Häufung großer Hochwasser in den letzten Jahren zu erkennen. Dies ist allerdings nicht ungewöhnlich, Hochwasserhäufungen kommen immer wieder vor und finden sich beispielsweise auch in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts, wie ebenfalls in **Abbildung 4.1** zu sehen ist.

Die festgestellte Entwicklung hat Auswirkungen auf den gegebenen Hochwasserschutz und dies um so mehr, als klimatische Veränderungen (Temperaturanstiege und damit einhergehende Niederschlagszunahmen, besonders in den Wintermonaten) weitere Verschärfungen der Hochwassersituation als wahrscheinlich erscheinen lassen [1]. – Die Bandbreite der möglichen Maßnahmen zum Schutz der Flußanlieger vor Hochwasser liegt zwischen einer "Flucht auf die Berge" und maximaler Realisierung technischer Abwehreinrichtungen. Die Ingebrauchnahme der Gewässer ist ein wichtiger

## 4 MESURES ET AMÉNAGEMENTS CIBLÉS SUR LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

H. Engel  
Institut fédéral hydrologique, Coblenz

### 4.1 Introduction

Les crues exceptionnellement graves qui se sont produites en Rhénanie à Noël 1993 et en janvier 1995, les inondations causées par d'autres fleuves en Europe et dans d'autres régions du monde, ont amené les médias, au cours de ces deux dernières années, à parler des crues, de leurs causes et de leur déroulement. A ce sujet, il est de plus en plus fréquent que l'on lise, ou que l'on entende dire, que les crues fluviales auraient gagné en nombre et en importance. On a pu lire sur une manchette: "Plus de crues en 12 ans qu'au cours de ces 120 dernières années." Comme d'habitude, ce genre d'assertion contient une part de vérité: les enquêtes [1] et [2] ont montré que, depuis 1891, les débits enregistrés tant dans la région rhénane que dans d'autres bassins fluviaux allemands ont augmenté dans de nettes proportions en ce qui concerne les débits moyens et maxima – et donc les crues. La **figure 4.1** nous propose un chronogramme des débits annuels maxima du Rhin relevés de 1891 à 1995 sur l'échelle hydrométrique de Cologne. Outre l'augmentation, particulièrement flagrante, on y distingue une accumulation de crues importantes au cours de ces toutes dernières années. En soi, cela n'a rien d'extraordinaire: les déries de crues constituent un phénomène régulier: comme on peut le constater sur la **figure 4.1**, on en a observé dans les années 20 de ce siècle.

L'évolution constatée influe sur la protection contre les inondations telle qu'elle se présente sous sa forme actuelle. D'autant plus d'ailleurs que les modifications climatiques (augmentation de température entraînant une augmentation des précipitations, plus particulièrement en hiver) laissent présager de nouvelles aggravations des menaces de crues. [1]. – La bande spectrale des mesures visant à assurer la protection des riverains contre les inondations varie de "Allez vous réfugier sur la montagne!" à l'aménagement optimal d'une infrastructure technique de protection. Au plan de la

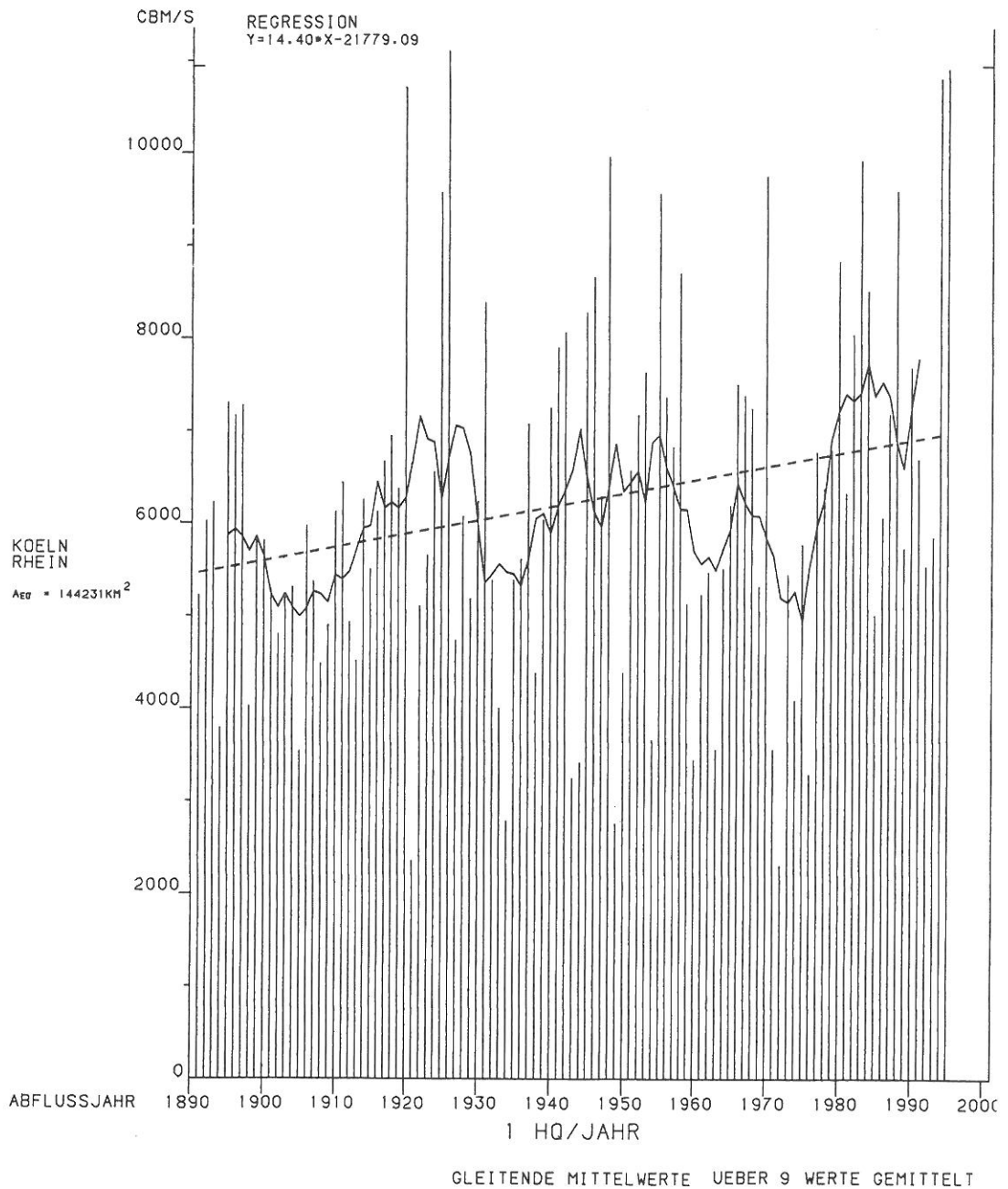
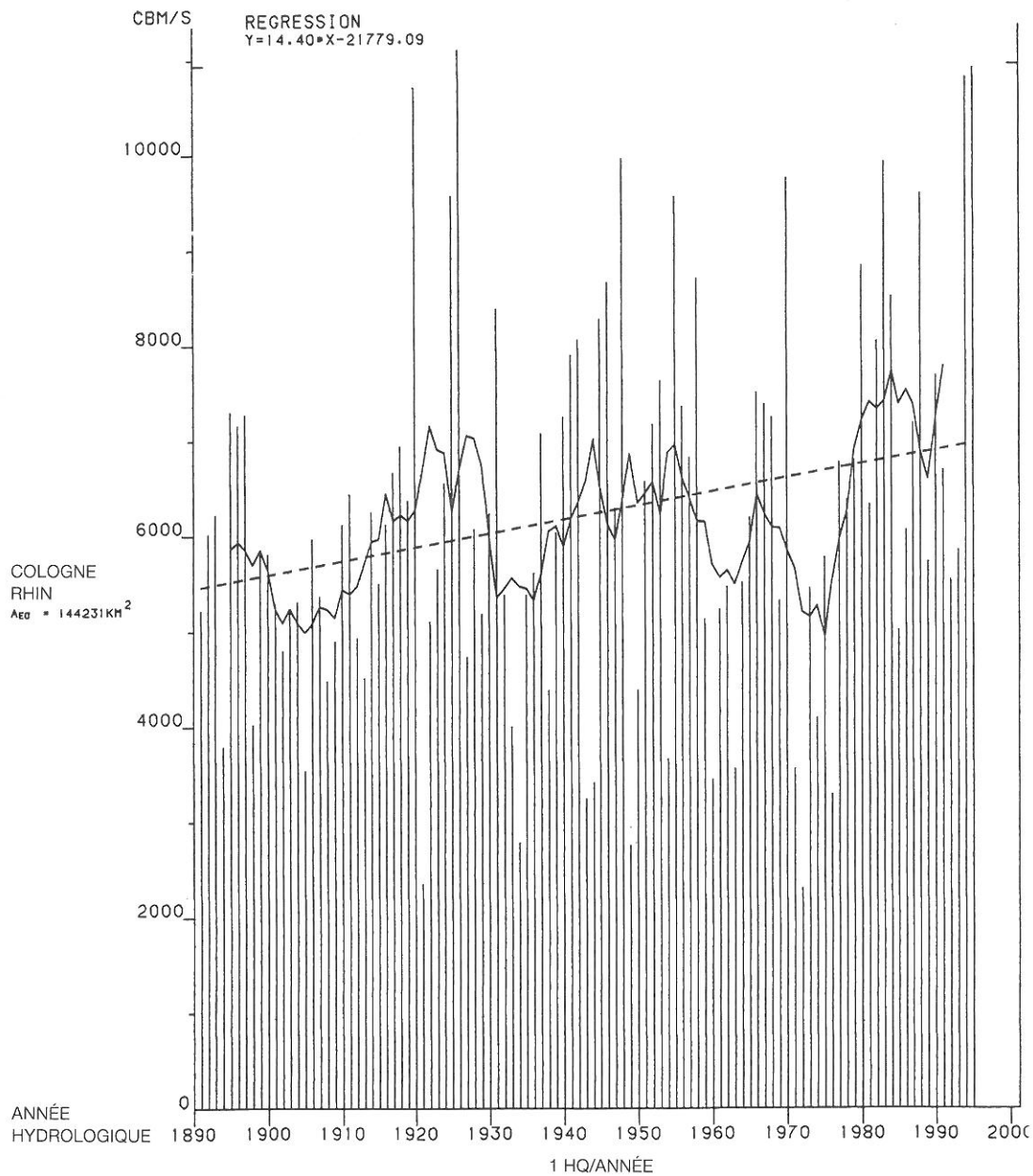


Abb. 4.1 Jahreshöchstabflüsse von 1891 bis 1995 am Pegel Köln/Rhein

Bestandteil der zivilisatorischen und kulturellen Nutzung unserer Umwelt. "Flucht auf die Berge" kann deshalb die Empfehlung nur in seltenen Ausnahmefällen sein. Andererseits haben der schrankenlose Gewässerausbau und die kompromißlose Ausführung technischer Schutzanlagen auch nachteilige Auswirkungen. Hochwasserschutz ist deshalb heute nur als integrierter Teilaspekt des Gesamtsystems Gewäs-

civilisation et de la culture, l'exploitation des eaux constitue un élément important de l'utilisation de notre environnement. De ce fait, on ne peut conseiller que très rarement d'aller se réfugier sur la montagne. Par ailleurs, l'exploitation sauvage des eaux et l'aménagement drastique d'une infrastructure technique de protection ne laissent pas de présenter eux aussi certains inconvénients. C'est pourquoi l'on ne peut au-





MÓYENNES GLISSANTES CALCULÉES DE 9 VALEURS

Figure 4.1 Débits annuels maxima relevés de 1891 à 1995 sur l'échelle hydrométrique de Cologne

ser und Umwelt einzubringen. Er muß zukünftig mehr sein als der Bau von Dämmen und technischen Anlagen zur Abwehr gefährlicher Wellen.

aujourd'hui envisager la protection contre les inondations que comme un composant intégré du système global "eau et environnement". Désormais, cette protection ne pourra plus se résumer à la simple construction de digues et d'infrastructures techniques destinées à conjurer le danger des ondes.

#### 4.2 Hochwasserursachen und ihre Beeinflussung durch den Menschen

Hochwasser im Binnenland können ihre Ursachen zwar auch in Flutwellen haben, die als Folge von Damnbrüchen (ebenso Bruch von Eisbarrieren) entstehen, üblicherweise sind sie jedoch in Starkniederschlägen begründet, die auf Einzugsgebiete mit hoher Abflußbereitschaft niedergehen.

... *da gießt unendlicher Regen herab,  
von den Bergen stürzen die Quellen  
und die Bäche, die Ströme schwellen,  
... (Schiller, Die Bürgschaft)*

Form und Größe der dabei gebildeten Hochwasserscheitel werden bestimmt durch:

- Größe sowie zeitliche und räumliche Verteilung des Niederschlagsfeldes,
- die Eigenschaften des Einzugsgebietes und der betroffenen Gewässer und
- die allgemeinen Wetterbedingungen.

In **Tabelle 4.1** sind die Einflußgrößen aufgelistet und ihre Ursachen in natürlich bzw. anthropogen bedingt aufgeteilt [3]. Hieraus ist erkennbar, welche Größen anthropogenen Einflüssen ausgesetzt sind bzw. in der Vergangenheit ausgesetzt waren.

Umgekehrt ist damit die Bandbreite der Beeinflussungsmöglichkeiten im Hinblick auf Hochwasserreduktion deutlich gemacht.

Zusammenfassend ist festzuhalten, der Mensch kann das Speicherverhalten von Einzugsgebieten und Gewässerabschnitten beeinflussen und wird hier zukünftig vieles verbessern müssen. Was in der Vergangenheit vor allem geschah, war der Bau direkter Abwehrmaßnahmen. Die Errichtung von Dammsystemen an Gewässern mit Talauen, die dadurch besser nutzbar wurden und der Bau von Rückhaltebecken zum kleinräumig örtlichen Schutz vor gefährlichen Wellen in Bächen und kleineren Flüssen. In engen Flußtälem (z. B. Neckar, Lahn, Mosel) sind Dämme allenfalls zum Schutz einzelner Siedlungen errichtet worden.

#### 4.2 Causes des inondations – influence exercée par l’homme

Certes, les inondations qui se produisent dans les régions continentales peuvent être causées par des ondes-marées générées par la rupture de digues ou de barrières de glace. En général, elles sont toutefois provoquées par de fortes précipitations qui tombent sur des bassins hydrologiques à fort coefficient d’écoulement.

... *Et la pluie n’en finit pas de tomber,  
Des monts déferlent les sources,  
Tandis que grondent ruisseaux et  
rivières... (Schiller, La caution)*

Il y a alors formation d’une crête de hautes eaux dont le profil et l’envergure sont déterminés:

- par l’étendue et par la répartition, dans le temps et dans l’espace, de la zone de précipitations;
- par les propriétés spécifiques du bassin fluvial et des eaux concernées;
- ainsi que par les conditions météorologiques générales.

Le **tableau 4.1** répertorie les paramètres d’influence, les facteurs auxquels ils sont liés et une répartition en facteurs naturels et facteurs anthropogènes [3].

Inversement, la figure 4.1 fait ressortir la bande spectrale des possibilités dont dispose l’homme pour exercer une influence sur la réduction des crues.

En résumé, nous pouvons donc poser en principe que l’homme est en mesure d’influencer la faculté de rétention des bassins fluviaux et des secteurs hydrologiques: dans ce contexte, il va lui falloir, à l’avenir, améliorer bien des choses. Autrefois, tout s’articulait essentiellement autour de la mise en place d’une protection directe contre les eaux. Songeons à l’aménagement, dans les vallées, de systèmes de digues tout au long de cours d’eau bordés de prairies humides – ce qui contribuait d’ailleurs à améliorer l’exploitation -, ou à la construction, dans les ruisseaux et les rivières de moindre importance, de bassins de rétention

Bestimmungsgrößen	Einzelfaktoren	natürlich gegeben	anthropogen beeinflusst
Niederschlag	– Größe des N-Feldes	x	
	– räumliche	} Verteilung des N	
	– zeitliche		
	– Verdunstung	x (jahreszeitabhängig)	
Einzugsgebiet	– Größe	x	
	– Topographie	x	
	– Gewässernetz	x	(x)
	– Boden	x	
	– Vegetation	x	x
	– Oberfläche	x	x
	– Speicherung	x	x
	– Infiltration	x	x
Gewässer	– Querschnitte	(x)	x
	– Gefälle	(x)	X
	– Wasseraustausch (oberirdisch - unterirdisch) (Infiltration)	x	(x)
	– Speicherung	x	x
	– Stauregelung		x
	– Abflußvermögen	x	x

Tabelle 4.1 Bestimmungsgrößen für Hochwasser aus Niederschlägen

Bei jedem Bemühen um Hochwasserabwehr ist zu bedenken, daß allen Schutzmaßnahmen in der Regel Jährlichkeiten zuzuordnen sind. Damit werden sie versagen, wenn die der Bemessung zugrundeliegenden Jährlichkeiten überschritten werden. Schutzmaßnahmen hoher Jährlichkeit haben wegen ihres seltenen Versagens die fatale Wirkung, die Anlieger in absoluter Sicherheit zu wiegen und damit für die latenten Hochwassergefahren zu desensibilisieren. Neben diesem Nachteil haben viele Schutzmaßnahmen für Unterlieger auch hochwasserverschärfende Wirkungen. So ergibt der Deichbau bei großräumiger Realisierung deutlich feststellbare Abflußbeschleunigungen und sehr oft Erhöhungen der Abflußscheitel mit verstärkten Gefährdungen stromab; mit Auswirkungen vor allem dort, wo die Deichhöhen niedriger liegen oder Deiche ganz fehlen.

destinés à protéger des aires locales restreintes. Tout au plus a-t-on érigé, dans les vallées encaissées (Neckar, Lahn ou Moselle par exemple), des digues servant à protéger des agglomérations. En fait, dans le contexte de la lutte contre les inondations, toutes les mesures de protection doivent en général être subordonnées à la fréquence de récurrence des crues. Autrement dit, elles sont vouées à l'échec dès qu'elles sortent du cadre de récurrence en fonction duquel elles ont été définies. Parce qu'elles ne connaissent que peu d'échecs, les mesures définies en fonction d'une récurrence à intervalles élevés ont une conséquence fatale: elles bercent d'illusions la population qui se trouve en aval, lui faisant accroire qu'il n'arrivera rien et la désensibilisant ainsi aux dangers latents des inondations. Hormis cet inconvénient, nombre de mesures de protection induisent des dangers supplémentaires en matière d'inondations. Par exemple, la construction de digues à grande échelle provoque une nette accélération du débit et aboutit très fréquemment à des élévations du régime maximal en aval, les effets se faisant es-

Paramètres	facteurs	facteurs naturels	facteurs anthropogènes
Précipitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- étendue de la zone</li> <li>- répartition des précip. dans l'espace</li> <li>- répartition des précip. dans le temps</li> <li>- évaporation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x (f) des saisons</li> </ul>	
Bassin fluvial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- étendue</li> <li>- topographie</li> <li>- réseau hydrologique</li> <li>- sol</li> <li>- végétation</li> <li>- surface</li> <li>- accumulation</li> <li>- infiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(x)</li> <li></li> <li></li> <li></li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> </ul>
Eaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- profils</li> <li>- déclivité</li> <li>- échanges hydrologiques (superfic./souterrains) (infiltration)</li> <li>- accumulation</li> <li>- régulation des barrages</li> <li>- puissance du débit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(x)</li> <li>(x)</li> <li>x</li> <li></li> <li>x</li> <li></li> <li>x</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>X</li> <li>(x)</li> <li></li> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> </ul>

Tableau 4.1 Paramètres concernant les crues entraînées par des précipitations

sentiellement sentir soit aux endroits où les digues sont plus basses, soit aux endroits dépourvus de digues.

**Abbildung 4.2** macht die Problematik deutlich am Beispiel des Rheins. Hier sind die Schutzverhältnisse zwischen Bodensee und der Nordsee dargestellt. Vier unterschiedliche Bereiche lassen sich abgrenzen:

- Der mit Staustufen ausgebaute südliche Oberrhein ist gesichert gegen Hochwasserscheitel nahezu 1000-jährlicher Wiederkehr.
- Unterhalb der Staustufenstrecke geben Dämme bis kurz unterhalb der Mainmündung Schutz gegen Überschwemmungen durch Wasserstände 200-jährlicher Abflüsse.
- Der Mittelrhein zwischen Bingen und Köln ist ungeschützt.
- Unterhalb Köln sind die Deiche auf ca. 1000-jährliche Hochwasser und höhere (Niederlande) ausgebaut.

La **figure 4.2** illustre cette problématique en prenant comme exemple le Rhin. Elle représente l'infrastructure de protection entre le lac de Constance et la Mer du Nord. On peut y distinguer 4 secteurs:

- En ce qui concerne le Rhin méridional supérieur – sur lequel ont été aménagés des biefs en paliers – la protection contre la crête d'inondations correspond à une occurrence statistique approximative de près de 1000 ans.
- Au-delà des biefs aménagés en paliers sur le fleuve, des digues situées légèrement en aval de l'embouchure du Main assurent une protection contre les inondations correspondant à des crues bicentennales.
- De Bingen à Cologne, le Rhin moyen n'est pas protégé.
- En aval de Cologne, les digues sont construites en fonction d'une occurrence sta-

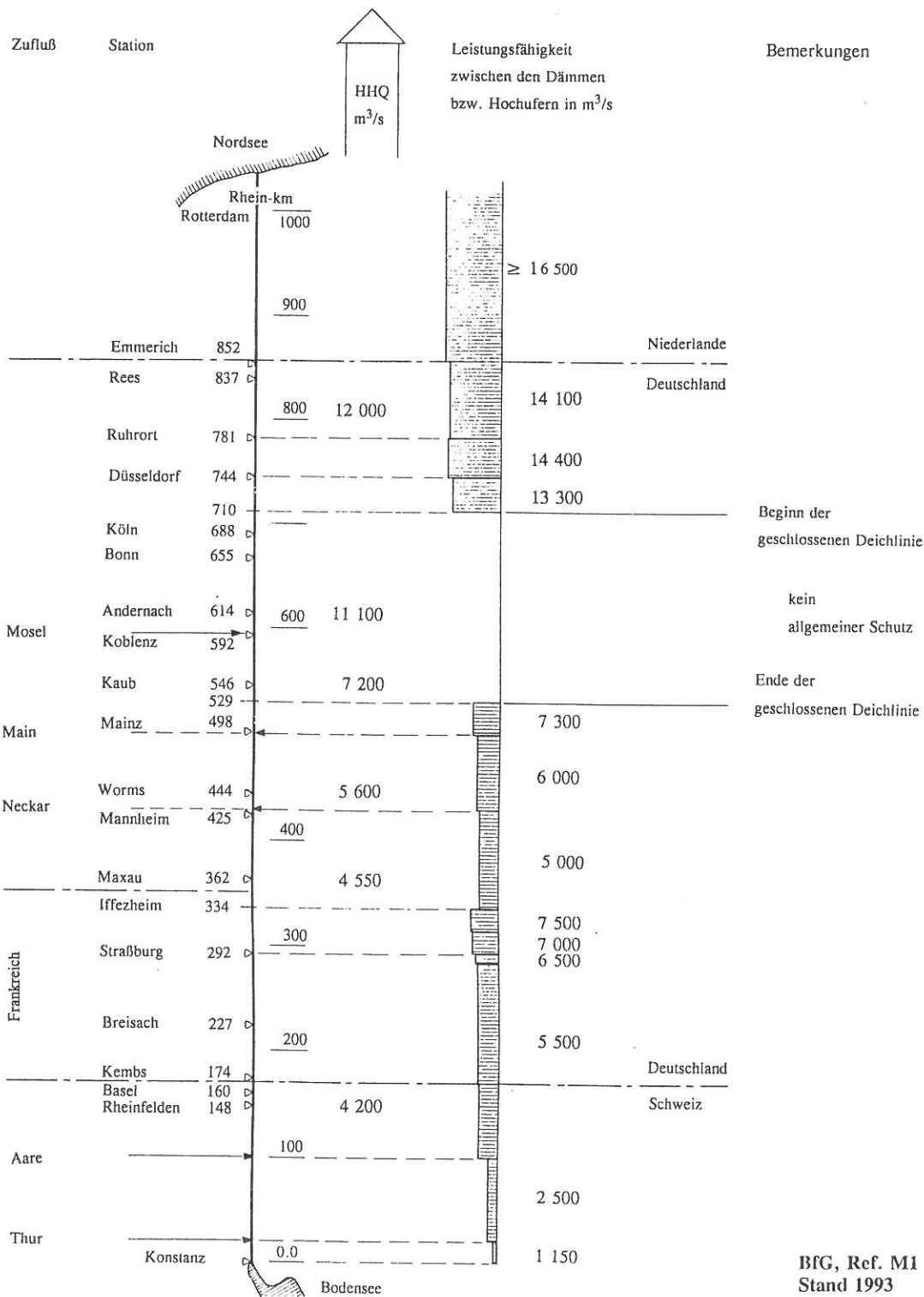


Abb. 4.2 Höchste Hochwasserabflüsse und Leistungsvermögen des Rheins zwischen den Dämmen bzw. Hochufern vom Bodensee bis zur Nordsee

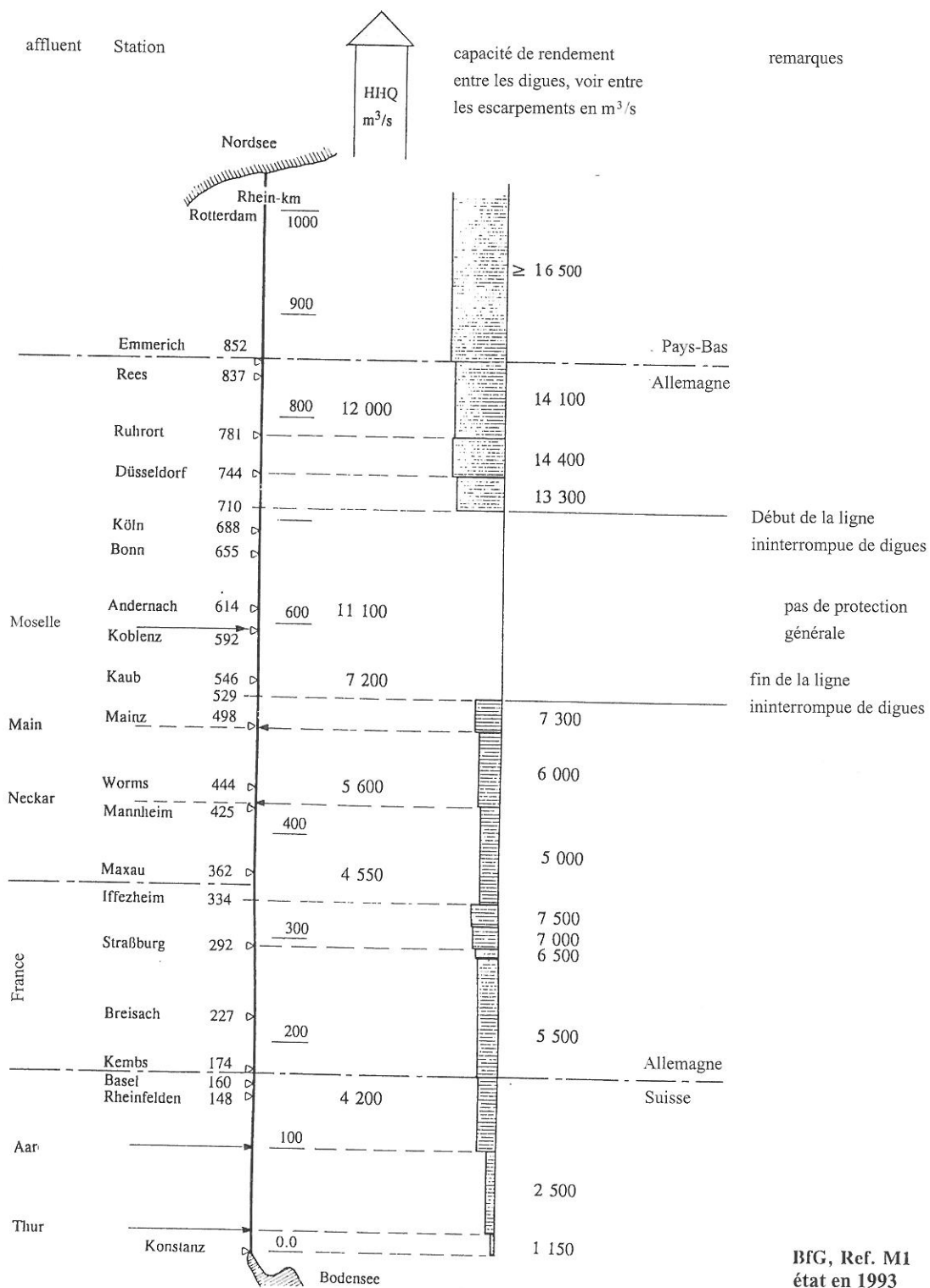


Figure 4.2 Crêtes de hautes eaux et capacité de rendement du Rhin entre les digues, voire entre les escarpements des rives, sur la partie du cours comprise entre le lac de Constance et la Mer du Nord.

tistique approximative de 1000 ans, voire une récurrence plus élevée (Pays-Bas).

Großräumig ist schließlich festzustellen:

- weite Talauen wurden vor Überflutungen geschützt (ausgedeicht),
- enge Täler blieben ungeschützt, wurden aber gleichzeitig immer weiter zugebaut mit Verkehrs- und Industrieanlagen ebenso wie mit Siedlungen, die schließlich auch noch die letzten freien Uferwiesen besetzen.

Der Wunsch, vor Hochwasser sicher zu sein, ist legitim. Die Frage stellt sich allerdings, wie diesem Wunsche Rechnung getragen werden kann, ohne den Nutzen des einen zum Schaden des anderen werden zu lassen. Sehr skeptisch zu sehen sind Aussagen, wie die am 15. Januar 1883 in der Kölnischen Zeitung erschienene Behauptung:

*... Die Verminderung der Hochwasser ist kein unausführbares Hirngespinnst, es ist ein Ziel, das in absehbarer Zeit mit erschwinglichen Mitteln zu erreichen ist, aber nur dann, wenn nach anerkannt verständigen Grundsätzen unter einer höheren Leitung einheitlich verfahren wird. ...*

Die Skepsis ist nicht nur angebracht, weil auch nach mehr als 110 Jahren nicht nur nichts auf dem gezeigten Wege erreicht wurde, sondern seitdem vielfältige Verschlechterungen eingetreten sind.

Wie aber kann der Hochwasserschutz verbessert werden? – Wenn in den Medien diese Frage gestellt wird, so ist sie häufig gleich mit Antworten verknüpft bzw. mit Hinweisen auf tatsächlich oder vermeintlich bestehende Möglichkeiten, die nur entsprechend zu nutzen sind.

In diesem Zusammenhang werden immer wieder Vorschläge laut, die Wehre der Flußstauungen zur Hochwasserretention heranzuziehen. Dabei ist denkbar, die Stauhaltungen vor Hochwasserbeginn abzusenken und im Anstieg

Sur une vaste échelle, on peut donc constater que:

- les vastes plaines alluviales des vallées ont été endiguées, et donc protégées contre les inondations,
- tandis que les vallées encaissées, où aucune infrastructure de protection n'a été mise en place, sont de plus en plus envahies par les réseaux de communication, les implantations industrielles et les agglomérations qui, pour finir, se sont également emparées des dernières prairies riveraines disponibles.

Si le désir de se protéger contre les crues est, en soi, légitime, il convient toutefois de demander s'il est possible de faire droit à ce souhait sans que le bonheur de l'un fasse le malheur de l'autre. C'est pourquoi il convient de considérer avec tout le scepticisme requis des assertions telles que celle qui fut publiée le 15 janvier 1883 dans la "Kölnische Zeitung":

*''... La réduction des crues n'est pas une chimère: c'est un objectif qu'il est possible d'atteindre dans un avenir proche en mettant en oeuvre des moyens financiers raisonnables. Seule condition, il conviendra de procéder, sous la conduite d'une haute autorité, en se basant sur des principes solides et reconnus...''*

Un scepticisme qui n'est pas seulement de mise parce que, depuis plus de 110 ans, rien n'a été réalisé dans le sens indiqué, mais parce que de nombreuses aggravations sont apparues depuis.

Comment serait-il – malgré tout – possible d'améliorer la protection contre les inondations? Lorsque les médias posent la question, ils apportent souvent des réponses en fonction de possibilités, réelles ou supposées, qui ne peuvent être exploitées qu'en fonction de ce contexte.

On ne cesse, à ce propos, d'émettre des suggestions visant à utiliser les déversoirs des biefs fluviaux pour la rétention des hautes eaux. On pourrait ainsi envisager de baisser les vannes des barrages avant le début de la crue et

der Welle aufzurichten. – Zuungunsten der Staustrecken-anlieger würden die Anlieger an freien Flußstrecken stromab profitieren können, allerdings nur im Hochwasseranlauf. Zu späteren Zeitpunkten wären die Maßnahmen nicht mehr aufrechtzuerhalten, da sonst die Anlieger höhere Scheitelwasserstände zu ertragen hätten. Unabhängig von der genannten Problematik ist zu berücksichtigen, daß Vorabsenkungen zu Abflußerhöhungen nach unterstrom führen, die bei Stauketten wie z. B. an Mosel, Neckar und Oberrhein unzulässige künstliche Vorwellen ergeben können. Außerdem sind aus Vorabsenkungen Entschädigungsforderungen erwartbar für entgangene Gewinne aus Energieerzeugung oder Transportleistung wegen der reduzierten Fallhöhen bzw. Tauchtiefen (für die Schifffahrt). Regelmäßig erfolgt auch der Hinweis auf die in den Einzugsgebieten verteilt angelegten Talsperren. Sie dienen in vielen Fällen der Trinkwasserversorgung sowie der Energiegewinnung. Eine große Anzahl ist auch ausschließlich zum Zwecke der Hochwasserrückhaltung errichtet worden. In jedem Fall ist jedoch der Hochwasserschutz regional ausgerichtet, so daß Wirkungen in nachfolgenden Vorflutern allenfalls sehr schwach ausgeprägt sind. Eine Steuerung aller oder eines Teils der Talsperren zum Nutzen der Rheinanlieger ist wegen Zielkonflikten bei der Nutzung und zur Zeit nicht formulierbarer Steuerungsstrategien nicht möglich. Daneben ist zur Kenntnis zu nehmen, daß allenfalls Bruchteile des vorhandenen Retentionsvermögens im Anforderungsfall einsetzbar wären. Die Talsperren mit möglichen Stauinhalten von  $\geq 10$  Mio.  $m^3$  addieren sich im deutschen Rheingebiet auf knapp 1 Mrd.  $m^3$ . Davon findet sich die Hälfte allerdings erst unterhalb von Köln (an Ruhr und Lippe).

de les relever pendant la montée des eaux. Les habitants des zones de barrages y perdraient tandis que les habitants des zones situées en aval, dans les aires où le courant du fleuve ou des rivières n'est pas entravé, auraient tout à y gagner, uniquement d'ailleurs pendant la montée des eaux. Lors des phases ultérieures de l'inondation, ces mesures ne pourraient plus être reconduites sous peine d'infliger aux riverains des crêtes de crues encore plus importantes. Outre cette problématique, il convient de tenir compte du fait que les abaissments préalables entraîneraient des accroissements du débit en aval, accroissements qui, dans le cas de barrages en paliers, comme par exemple sur la Moselle, le Neckar et le Rhin supérieur, pourraient provoquer la formation d'ondes artificielles préliminaires inacceptables. De plus, il faudrait s'attendre à ce que la baisse préalable des vannes donne lieu à des recours en dommages-intérêts en raison du manque à gagner entraîné au niveau de la production d'énergie par la diminution de la hauteur de chute, voire, pour la navigation fluviale, en raison des pertes de capacité de transport générées par la réduction du tirant d'eau. Sont également évoqués régulièrement dans ce même contexte les barrages aménagés dans les vallées et disséminés à travers l'ensemble des bassins fluviaux. Ils servent dans de nombreux cas à l'alimentation en eau potable et à la production d'énergie. Nombre de ces barrages ont par ailleurs été construits en tant que bassins de rétention des hautes eaux. Quoi qu'il en soit, la protection contre les inondations s'articule au niveau régional, les incidences sur les milieux-récepteurs suivants n'étant guère prises en compte. Eu égard aux objectifs conflictuels au plan de l'utilisation des barrages et à des stratégies de régulation qu'il n'est pas encore possible de formuler, toute régulation, au profit des riverains rhénans, de tout ou partie des barrages construits dans les vallées s'avère impossible. Il convient en outre de noter qu'en cas de besoin, dans le meilleur des cas, seules des fractions du potentiel de rétention pourraient être utilisées. Les barrages des vallées dont la capacité de retenue potentielle est  $\geq 10$  millions de  $m^3$  ne dépassent pas – au total – 1 milliard de  $m^3$ , la moitié de cette capacité se trouvant d'ailleurs en aval de Cologne sur la Ruhr et la Lippe.



#### 4.3 Heute und zukünftig mögliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz

In **Tabelle 4.2** sind die aus heutiger Sicht bestehenden Möglichkeiten, Hochwasserschutz zu betreiben, zusammengestellt, wobei eine Änderung oder Anpassung des Verhaltens der Betroffenen gegenüber Hochwasser und seinen Auswirkungen einen Teil der zu betrachtenden Möglichkeiten bildet.

##### 4.3.1 Möglichkeiten zur Verbesserung der Hochwassersituation im Einzugsgebiet

Zunächst ist in **Tabelle 4.2** der Rückhalt in der Fläche angesprochen. Im Verlauf vieler Jahrzehnte wurden die Konzentrationszeiten der Abflüsse aus den Gewässer-Einzugsgebieten verkürzt. Dies führte zu steileren und (vor allem in kleinen Gebieten) auch oft höheren Wellen. Bodenbearbeitung mit leichteren Maschinen und der Anbau bodenauflockernder und standortgerechter Pflanzen können Böden ergeben, die gegenüber herkömmlich landwirtschaftlich genutzten Flächen die dreifache Speicherwirkung für Niederschläge entfalten (Kapazität

#### 4.3 Mesures envisageables, aujourd'hui et à l'avenir, en matière de protection contre les inondations

Le **tableau 4.2** récapitule, vues sous l'angle actuel, les possibilités existantes en matière de protection contre les inondations, la modification ou l'adaptation du comportement des intéressés à l'égard des crues et de leurs effets constituant également une partie des possibilités envisagées.

##### 4.3.1 Possibilités d'amélioration de la situation en période de crue dans le bassin fluvial

Le **tableau 4.2** mentionne tout d'abord la rétention superficielle. Au fil de nombreuses décennies, la vitesse de ruissellement à partir des bassins fluviaux n'a cessé de croître. Cela s'est traduit par la formation d'ondes plus abruptes et, surtout dans les aires de faible étendue, d'ondes de hauteur accrue. L'exploitation des sols à l'aide de machines plus légères, ainsi que la culture de plantes adaptées aux conditions locales et aptes à ameublir les sols, peuvent générer des sols qui, par rapport aux terres exploitées de façon traditionnelle, présenteraient une facul-

#### > Wasserrückhalt in der Fläche verbessern

- durch standortgerechte Land- und Forstbewirtschaftung
- Erhalt und Förderung von wasserhaltenden Kleinstrukturen
- Förderung der Versickerung durch Entsiegelung und technische Versickerungsanlagen
- Renaturierung kleiner Gewässerläufe

#### > Hochwasser abwehren

- vorhandene Anlagen unterhalten bzw. wieder sicher machen
- Bau neuer und/oder Erhöhung von Deichen und Mauern
- Einrichtung von Rückhaltmaßnahmen (Retention)

#### > Mit dem Hochwasser leben

- Grenzen der menschlichen Möglichkeiten erkennen
- Gefahren bewußt machen und bewußt halten
- Schadenpotential nicht weiter erhöhen, eher vermindern
- Warnsysteme weiter verbessern und Warnungen ernst nehmen
- Eigenvorsorge stärken

*Tabelle 4.2 Möglichkeiten zum Hochwasserschutz*

verdichteter Böden: 50 l/m<sup>2</sup> / Kapazität lockerer, krümeliger Böden: 150 l/m<sup>2</sup>). Bei rund 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche in Deutschland ist hier beachtliches Speichervermögen reaktivierbar [4]. Weiteres kann durch Förderung wasserhaltender Kleinstrukturen erreicht werden wie durch Unterstützung jedweder Speicherungen (in Kanalnetzen, in Gräben, in Zisternen und Regentonnen) und Versickerungen (Entsiegelungen, Mulden, Rohrversickerungen usw.). – Es dürfen allerdings aus der Summe aller genannten Beiträge keine Wunder erwartet werden im Hinblick auf die Reduktion von extremen Scheitelabflüssen in großen Gewässern. In der Regel werden sich die Effekte auf den Anlauf von Hochwassern auswirken. Die Wellen werden flacher ansteigen und gegebenenfalls später die Scheitelhöhen erreichen. Bodenrückhalte und Entsiegelungen können allerdings keine Wirkungen mehr entfalten, wenn winterliche Dauerregen die Bodenporenvolumina gefüllt oder Frostsituationen die Oberfläche versiegelt haben. Für die anthropogene Versiegelung gilt außerdem, daß sie großräumig mit 12 bis 13 % Flächenanteil gegenüber einer bei bedeutenden Hochwassern natürlich eintretenden Versiegelung von 50 % und mehr (1993/94 im Nahegebiet: 70 %) untergeordnet ist. Ähnliches gilt auch für Renaturierungen kleiner

té de rétention des précipitations trois fois plus élevée (capacité des sols durcis: 50 l/m<sup>2</sup>- capacité des sols meubles et grumeleux: 150 l/m<sup>2</sup>). En Allemagne, la capacité de rétention de 20% des sols agraires est susceptible d'être réactivée dans des proportions considérables [4]. On peut faire un pas en avant en encourageant les microstructures de rétention d'eau, tous les réservoirs quels qu'ils soient (réseau de canaux, tranchées, citernes destinées en particulier à recueillir l'eau de pluie), en favorisant les infiltrations (perméabilisation, excavations, conduites d'infiltration, etc.). Toutefois, en ce qui concerne la réduction des crêtes de hautes eaux au niveau de cours d'eau importants, même si l'on additionne tous ces facteurs d'amélioration, il ne faut pas s'attendre à un miracle. En règle générale, les incidences concerneront l'arrivée des crues. Les ondes augmenteront de manière plus graduelle et il se pourrait que les crêtes de hautes eaux soient retardées. La faculté de rétention des sols et leur perméabilisation ne seront plus efficaces lorsque des pluies hivernales prolongées auront obstrué les porosités du sol ou lorsque le gel en aura imperméabilisé la surface. Il convient en outre d'ajouter, en ce qui concerne l'imperméabilité provoquée par l'homme que, considérée sur des aires étendues, elle touche de 12 à 13% de la surface, ce qui est très inférieur à l'imper-

<p>&gt; <b>Amélioration de la rétention superficielle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• par une exploitation des sols et des forêts conforme aux exigences locales,</li> <li>• par la maintenance et la promotion de microstructures de rétention d'eau,</li> <li>• par la réhabilitation de petits cours d'eau.</li> </ul> <p>&gt; <b>Protection contre les inondations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entretien, voire remise en état et fiabilisation, des infrastructures existantes,</li> <li>• construction de nouvelles digues et de nouveaux remparts, et/ou élévation des digues et remparts existants,</li> <li>• aménagement de dispositifs de rétention</li> </ul> <p>&gt; <b>Les crues mode d'emploi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• définition des limites des possibilités humaines,</li> <li>• prise de conscience permanente des dangers,</li> <li>• non accroissement, voire réduction, des dégâts potentiels,</li> <li>• poursuite de l'amélioration des systèmes d'alarme, les alertes devant être prises au sérieux,</li> <li>• renforcement de la prévoyance privée.</li> </ul>
---

Tableau 4.2 Possibilités de protection contre les inondations

Wasserläufe. Hier können sich Rückhaltungen einstellen, die den direkten Anliegern häufig zu gute kommen werden. Bei flächendeckenden Extremhochwassern wird sich jedoch die Wirkung irgendwann erschöpfen und die Abflußbeiträge der betreffenden Gewässer werden dann ungemindert den nächsten Vorfluter erreichen. – Im Sinne gemeinsamer Verantwortung für unsere Umwelt dürfen solche Erkenntnisse natürlich nicht zur Einstellung der genannten Bemühungen führen.

#### 4.3.2 Möglichkeiten des technischen Hochwasserschutzes

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, daß allein Maßnahmen in der Fläche den Hochwasserschutz nicht sicherstellen können. Damit bleibt auch zukünftig die Abwehr von Hochwasser durch technische Schutzmaßnahmen als Aufgabe bestehen. Bevor jedoch Neues geplant und gebaut wird, ist Bestehendes zu sichern. So ist zum Beispiel eine Grundinstandsetzung vieler deutscher Rheindeiche erforderlich. Die Kosten dafür werden auf rund 1 Mrd. DM geschätzt.

Der Bau neuer Deiche wird sich zukünftig nur noch auf kurze Abschnitte beschränken. Der Schutz einzelner Objekte und kleinerer Ortslagen wird im Vordergrund stehen bei vermehrter Nutzung temporärer Maßnahmen wie etwa mobiler Metall-Wände statt Sandsäcke.

Eine vor allem in den letzten Jahrzehnten zur Anwendung gekommene Schutzvariante ist die Einrichtung von Retentionsanlagen oberhalb besonders gefährdeter Talabschnitte. Solche Retentionen können ungesteuert und gesteuert betrieben werden. **Tabelle 4.3** zeigt die Möglichkeiten im schematischen Überblick. Es wird klar, daß, bezogen auf die Scheitelreduktion vor Ort, die willkürliche Einsatzsteuerung die

méabilisation naturelle des sols laquelle, en cas de crues de grande envergure, se chiffre à 50% et plus (70% dans la zone immergée en 1993-1994). Cela vaut également pour la réhabilitation des petits cours d'eau, génératrice potentielle de rétentions qui tourneront fréquemment à l'avantage des riverains immédiats. Néanmoins, en cas de crues de grande envergure ruisselant sur l'ensemble de la surface, à un moment quelconque, cet effet ne se fera plus sentir et les débits des cours d'eau concernés atteindront librement le prochain milieu-récepteur. Toutefois, dans l'esprit de notre responsabilité commune en matière d'environnement, de telles constatations ne doivent en aucun cas nous inciter à abandonner la tâche que nous venons d'évoquer.

#### 4.3.2 Possibilités techniques de protection contre les inondations

Les développements ci-dessus prouvent à suffisance que les mesures et aménagements relatifs à la surface ne peuvent assurer à eux seuls la protection contre les inondations. De ce fait, il conviendra de poursuivre à l'avenir la tâche qui consiste à assurer la défense contre les crues grâce à des mesures et aménagements d'ordre technique. Toutefois, avant de prévoir et de réaliser de nouvelles constructions, il importe d'assurer l'entretien de ce qui existe déjà. S'impose par exemple dans ce contexte la remise en état de nombreuses digues allemandes. Les frais afférents à l'opération sont chiffrés à environ 1 milliard de marks.

A l'avenir, la construction de digues se limitera d'ailleurs à quelques tronçons restreints. Dans le cadre de l'utilisation accrue de dispositifs provisoires tels que les parois métalliques mobiles destinées à supplanter les sacs de sable, la protection de sites et d'emplacements ponctuels constituera une priorité.

On s'est également mis à utiliser, au cours de ces dernières décennies, un dispositif de protection qui consiste à aménager des équipements de rétention en amont de certains segments de vallées particulièrement menacés. De tels équipements de ce genre peuvent être régis ou non par un dispositif de commande. **Le tableau 4.3** propose un survol des possibilités offertes. Il ressort clairement que, dans le contexte

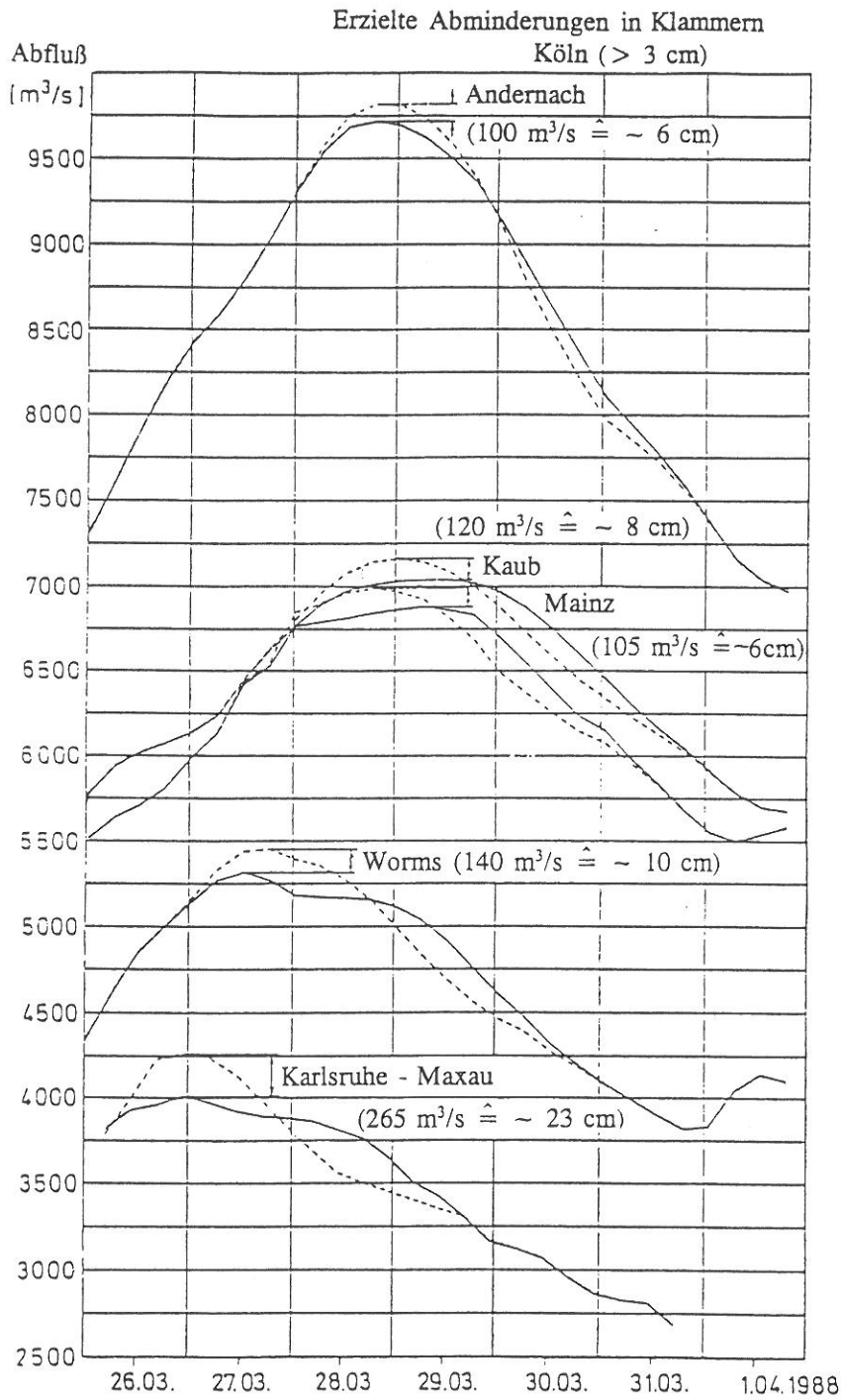
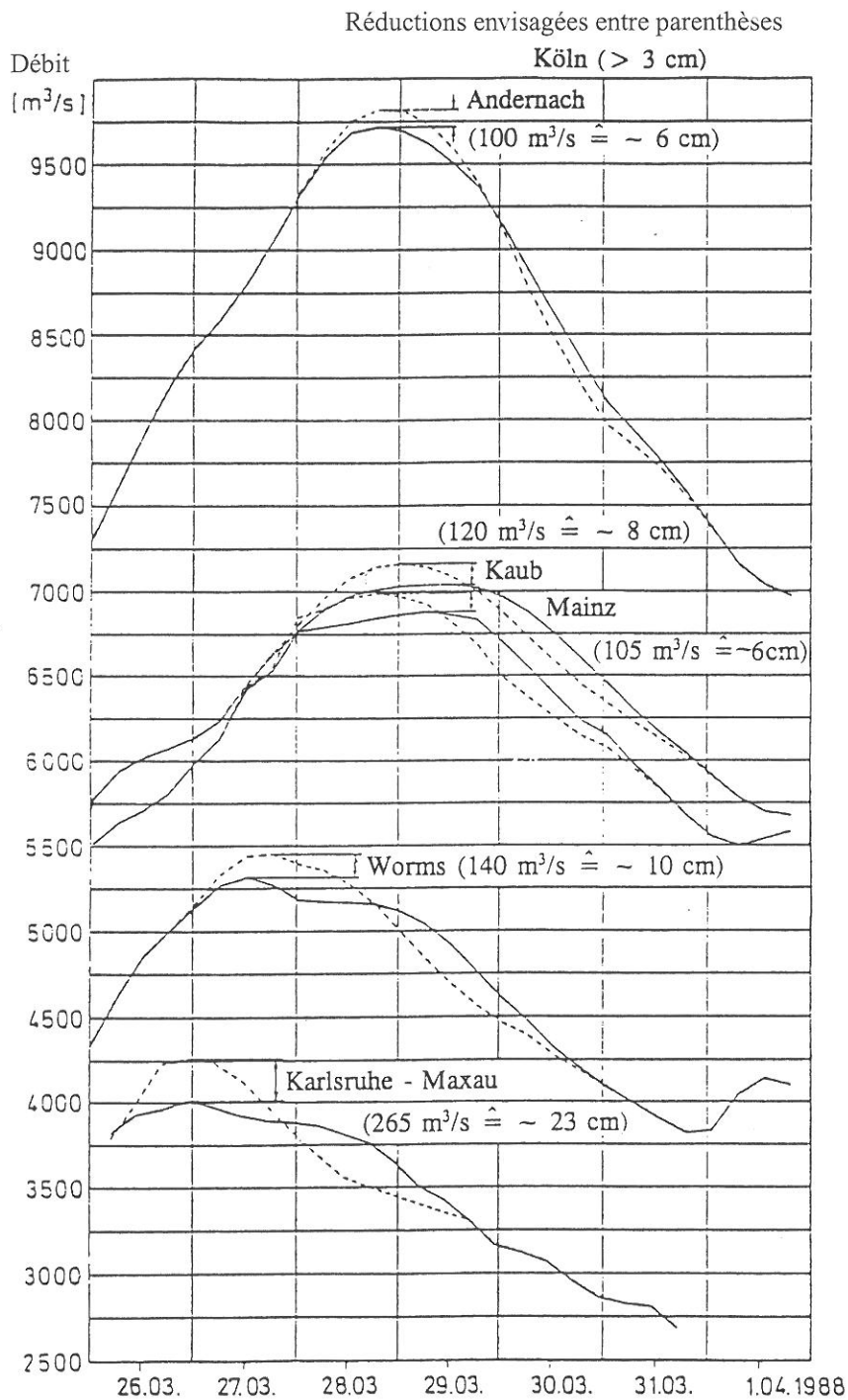


Abb. 4.3 Ganglinien der Abflußsicherheit des Hochwassers 1988 an ausgewählten Rheinpegeln



Hydrogrammes des débits calculés:

----- sans mesures de rétention

———— en utilisant un volume de rétention de 25 millions m<sup>3</sup> près de Strasbourg

Figure 4.3 Régime hydrographique de la crête de hautes eaux en 1988. Relevés effectués sur une sélection d'échelles hydrométriques du Rhin.

höchste Wirksamkeit hat. Wird als Primärziel die Scheitelreduktion gewünscht, so kann bei Undurchführbarkeit der gezielten Steuerung ein erheblicher Mehrbedarf an Flutungsfläche erforderlich werden. In extremen Fällen kann er das mehr als 20-fache der für gezielten Einsatz notwendigen Fläche erreichen.

de la réduction locale des crêtes de hautes eaux, c'est le déclenchement manuel qui présente la plus grande efficacité. Si le premier objectif consiste à réduire la crête de hautes eaux, en cas d'impossibilité de commande ciblée, un besoin accru de surface de ruissellement peut s'avérer nécessaire. Dans des cas extrêmes, ce besoin accru peut se monter à plus de 20 fois la surface requise pour la commande ciblée.

Ein Beispiel für den umfangreichen Einsatz von Rückhaltemaßnahmen ist der Oberrhein. Zwischen Basel und Mainz wurde die

Le Rhin supérieur constitue un exemple type de mise en oeuvre tous azimuts de mesures et d'aménagements visant à contenir les eaux.

<b>Einsatz</b>		
ungesteuert		gesteuert
Flutung mit steigendem Q	Flutung bei Erreichen fester Q-Werte ( $Q_{\text{grenz}}$ )	willkürliche Flutung
ungeschützte Vorländer und Überflutungsgebiete (z. B. Naturzustand bzw. nach Dammrückverlegung)	Überströmung von Vordeichen (z. B. Sommerdeiche)	Flutung über Steuerbauwerke (z. B. Taschenpolder, auch Durchlaufpolder und ökologische Flutung sowie Ret.-Wehre o. ö.)
<b>Wirkung</b>		
verzögert den Wellenanstieg, keine bis minimale Scheitelminde- rung	beeinflusst nur in HW-Situati- onen, kann Scheitel abmindern (abhängig vom Hochwasser- verlauf)	zeitlich und in der Abminde- rungsgröße gezielt einsetzbar, Scheitelabminderung optimal möglich
<b>Bewertung</b>		
– entspricht dem Naturzustand	– wenig technischer Aufwand bei Errichtung	– hoher technischer Aufwand bei Einrichtung
– kaum Wartungsaufwand, automatische Wirkung		– intensive Wartung erforderlich
– hinsichtlich des Einsatzes keine Entscheidungs- verantwortung		– eventuell Übernahme von Entscheidungs- verantwortung hinsichtlich des Einsatzes erforderlich
– eingeschränkte bis ausgeschlossene Fremdnutzung		– Abstimmung von Nutzungs- und Einsatzbedingungen möglich

Tabelle 4.3 Rückhaltemaßnahmen an Fließgewässern und deren Bewertung

Rheinaue (ein ca. 4 km breiter, bis zu 14 m tiefer Einschnitt in das Oberrheintal) durch Erosion und Deichbau in großem Ausmaß von Hochwasserüberflutungen ausgeschlossen. Von ehemals 1400 km<sup>2</sup> Überschwemmungsgebiet sind heute noch ca. 450 km<sup>2</sup> im Zugriff des Rheins verblieben. Letztmals wurde in den Jahren 1955 bis 1977 durch Ausbau des südlichen Oberrheins mit Staustufen eine Fläche von 130 km<sup>2</sup> ausgedeicht [5]. Die sich daraus ergebenden Hochwasserverschärfungen sollen durch

Entre Bâle et Mayence, sur les deux rives, le cordon de plaines riveraines, large d'environ 4 km et formant un encaissement de 14 m de hauteur dans la vallée du Rhin supérieur, s'est trouvé, dans une très large mesure, protégé des inondations grâce à la fois à l'érosion et à la construction de digues. De l'aire d'inondation, qui couvrait naguère 1400 km<sup>2</sup>, ne subsistent plus aujourd'hui, dans la zone d'influence du Rhin, que quelque 450 km<sup>2</sup>. Lors de la dernière étape, échelonnée de 1955 à 1977, l'aménagement de

<b>Mise en oeuvre</b>		
non contrôlable		contrôlable
Écoulement à amplitude Q	Écoulement au moment où Q se stabilise ( $Q_{lim}$ )	Écoulement modulable
franc-bord et zones d'inondation sans protection (ex.: état naturel ou remblais repoussés vers l'arrière)	inondation des avant-digues (ex.: digues d'été)	écoulement passant par des constructions contrôlables (ex.: digues-tiroirs, polders en enfilade, et écoulement écologique, rétention de protection, etc.)
<b>Effets</b>		
retarde la montée des eaux; peu ou pas de réduction de la crête	n'intervient qu'en cas de crues. Peut réduire la crête des hautes eaux en (f) du déroulement de la crue	peut être mis en oeuvre en fonction du temps et du coeff. de réduction. Possibilité d'optimisation de la réduction de la crête
<b>Appréciation qualitative</b>		
– correspond aux données naturelles	– mise en place sans grandes dépenses techniques	– dépenses techniques élevées lors de la mise en place
– peu d'entretien, intervient automatiquement		– nécessité d'un entretien intensif
– pas de responsabilité au plan de la mise en oeuvre		– responsabilité éventuelle de la décision de mise en oeuvre
– intervention extérieure restreinte ou exclue		– possibilité de modulation de l'utilisation et des conditions de mise en oeuvre

Tableau 4.3 aménagements de rétention sur les rives de cours d'eau – appréciation qualitative

Rückhaltungen im Flußbett und in Poldern neben dem Strom ausgeglichen werden. Der ursprünglich (1978) ermittelte Retentionsbedarf lag bei etwa 220 Mio. m<sup>3</sup> [6].

Inzwischen eingebrachte ökologische Randbedingungen wie Begrenzung von Wassertiefen und Standzeiten in Poldern sowie der Wunsch nach Renaturierungen der Auenvegetation hat das erforderliche Rückhaltevolumen auf zur Zeit 270 Mio. m<sup>3</sup> anwachsen lassen. Neben den Aktivitäten zum Ausgleich der Hochwasserverschärfungen aus dem Staustufenbau im Rhein wurden auch die Möglichkeiten zur Rückgewinnung weiterer stromab ausgedeichter Auenbereiche untersucht. Dabei ist das Ziel, die Hochwassersituation für die Unterlieger allgemein zu verbessern, was mit den vorgenannten Maßnahmen südlich der Neckarmündung nur zufallsweise gelingen kann. Seit 1988 stehen Teile der Maßnahmen am südlichen Oberrhein zur Verfügung. Sie sind entsprechend internationaler Vereinbarungen nach festen Vorgaben einzusetzen und müssen eine Überflutung der Deiche unterhalb der Staustufenstrecke verhindern. Bei einem Hochwasser im März 1988 wurden erstmals 25 Mio. m<sup>3</sup> Rückhaltevolumen eingesetzt. Modelltechnische Vergleichsrechnungen haben gezeigt, daß die auf den Pegel Maxau ausgerichtete Wirkung auch alle Scheitelwerte stromab günstig beeinflußt hat. Allerdings verminderten sich die Scheitelreduktionen von 265 m<sup>3</sup>/s in Maxau (entspr. 23 cm) auf 100 m<sup>3</sup>/s in Andernach (entspr. 6 cm) (Abbildung 3). In Köln betrug die Scheitelreduktion etwa 3 bis 5 cm und hat damit gerade die Überflutung der mobilen Schutzwand vor der Kölner Altstadt verhindert [7]. – Vor dem Hintergrund dieses günstigen Ergebnisses wurde während der Extrem-Hochwasser 1993/94 und Januar 1995 vielfach die Forderung nach Einsatz der vorhandenen Rückhaltemaßnahmen zum Schutz von Anliegern an Mittel- und Niederrhein erhoben. Unabhängig davon, daß die zur Zeit möglichen Vorhersagen (max. 36 h) die notwendigen Vorhersagezeitspannen (3 bis 5 Tage) nicht abdecken und die internationalen Vereinbarungen solche Einsätze nicht vorsehen, wären die er-

biefs en paliers sur le Rhin supérieur méridional a privé une surface de 130 km<sup>2</sup> de la protection des digues [5]. Il en est résulté des aggravations de la crête de hautes eaux, aggravations qui doivent être compensées à leur tour par des dispositifs de rétention, tant dans le lit du fleuve qu'au niveau de polders riverains. A l'origine, en 1978, les besoins en matière de rétention ont été chiffrés à environ 220 millions de m<sup>3</sup> [6].

Se sont surimposées entre-temps au plan écologique des conditions de compatibilité telles que la limitation de la profondeur de l'eau et des temps de séjour de l'eau dans les polders, et des souhaits tels que la réintroduction de la végétation des plaines alluviales qui longent les rives des fleuves. De ce fait, le volume de rétention requis a augmenté: il se chiffre actuellement à 270 millions de m<sup>3</sup>. Hormis les opérations visant à compenser l'accroissement des crêtes de hautes eaux découlant des aménagements de biefs en paliers sur le Rhin, les possibilités de récupération des aires, situées plus en aval, de plaines alluviales soustraites à la protection des digues ont été examinées. Il s'agit dans ce contexte d'améliorer d'une façon générale la situation des riverains en période de crue, ce que le recours aux mesures précitées ne permet que d'une façon très aléatoire au sud de l'embouchure du Neckar. Depuis 1988, certains des aménagements concernant le Rhin supérieur méridional sont opérationnels. Ils peuvent être mis en oeuvre, conformément aux accords internationaux, selon des normes préétablies et doivent prévenir l'inondation des digues en aval des biefs en paliers. Lors des crues de mars 1988, on a utilisé pour la première fois un volume de rétention de 25 millions de m<sup>3</sup>. Des calculs comparatifs effectués à partir d'un modèle ont révélé que l'action ciblée sur l'échelle hydrométrique de Maxau avait également influé favorablement sur l'ensemble des crêtes en aval. Il convient toutefois de noter que les réductions de crête de 265 m<sup>3</sup>/s observées à Maxau, soit 23 cm, chutaient à 100 m<sup>3</sup>/s, soit 6 cm, à Andernach (figure 4.3). A Cologne, l'écrêtement était compris entre 3 et 5 cm, empêchant de justesse l'inondation de la paroi mobile placée devant la vieille ville de Cologne [7]. A la lumière de ce bon résultat, on a enregistré, lors des crêtes de crues de 1993-1994 et de janvier 1995, une demande nettement accrue au niveau de la mise à disposition des aménagements opérationnels vi-



reichbaren Effekte sehr klein geblieben. Allein zur Verhinderung der Überflutung der mobilen Schutzwand vor der Kölner Altstadt hätte den Wellenscheiteln

1993 : 167 Mio m<sup>3</sup> und  
1995 : 270 Mio m<sup>3</sup>

Abflußvolumen entzogen werden müssen.

Zur Zeit sind am Oberrhein weniger als 100 Mio. m<sup>3</sup> steuerbare Retentionsräume verfügbar; letztendlich werden es wie oben berichtet 270 Mio. m<sup>3</sup> sein. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß Retentionswirkungen entlang einer nachfolgenden Gewässerstrecke verflachen. Modellrechnungen zeigen, daß kurzzeitige Abflußniedrigungen unterhalb von Maxau bis Köln auf ein Drittel ihres ursprünglichen Betrages reduziert werden. Konkret kann bei den bisher geltenden Steuerungen aus 1000 m<sup>3</sup>/s Reduktion in Maxau eine maximale Wasserstandsermäßigung in Köln in der Größenordnung von 30 cm erwartet werden, sofern der Beeinflussungsbereich tatsächlich mit dem Scheitel in Köln zusammentrifft, was jedoch nur in Ausnahmefällen so sein wird.

Welche Retentionsvolumina insgesamt nötig sind, um Extremhochwasser unschädlich zu machen, sei am Beispiel der drei größten Moselwellen dieses Jahrhunderts verdeutlicht: In **Abbildung 4.4** sind diese Wellen (1925/26, 1993/94, 1995) für den Moselpegel Cochem aufgetragen. Ab etwa 2000 m<sup>3</sup>/s treten an Mittel- und Untermosel deutliche Schäden bei den Anliegern ein. Wollte man diese verhindern, müßten die 2000 m<sup>3</sup>/s übersteigenden Abflußanteile zurückgehalten werden (Volumina oberhalb der horizontalen Linie in Abbildung 4.4).

sant à la protection des riverains du Rhin moyen et du Rhin inférieur. Indépendamment du fait qu'à l'époque les prévisions possibles (maximum 36 h) ne suffisaient pas à couvrir les laps de temps prévisionnels requis (de 3 à 5 jours), et hormis le fait que les conventions internationales ne prévoient pas la mise en oeuvre de moyens de ce genre, l'impact serait tout de même resté très restreint. Rien que pour empêcher l'inondation de la paroi de protection mobile placée devant le vieux Cologne, il aurait fallu que les crêtes de hautes eaux subissent une diminution de débit de

1993 : 167 millions de m<sup>3</sup>  
1995 : 270 millions de m<sup>3</sup>.

A l'heure actuelle, les volumes de rétention contrôlable disponibles sur le Rhin supérieur totalisent moins de 100 millions de m<sup>3</sup>; comme nous l'avons signalé, ils se chiffreront en fin de compte à 270 millions de m<sup>3</sup>. Il convient toutefois de noter que les effets de rétention ont tendance à s'amortir au niveau du tronçon suivant du cours d'eau. Des calculs effectués à partir de modèles montrent que des réductions de débit de courte durée obtenues en aval de Maxau sur le segment qui va jusqu'à Cologne sont ramenées à un tiers de leur valeur initiale. Concrètement parlant, on peut s'attendre à réaliser à Cologne, grâce aux régulations, telles qu'elles se présentent à l'heure actuelle, de la réduction de débit de 1000 m<sup>3</sup>/s à Maxau, un écrêtement maximal que l'on peut approximativement estimer à 30 cm, pour autant que la zone d'influence coïncide effectivement avec la crête de Cologne, ce qui n'arrivera cependant que très exceptionnellement.

Le total du volume requis pour maîtriser les crêtes de crues ressort de la **figure 4.4** qui reproduit les relevés effectués par l'échelle hydro-métrique de Cochem lors des trois plus grandes inondations de la Moselle au cours de ce siècle (1925/26, 1993/94, 1995). Dès que le débit atteint 2000 m<sup>3</sup>/s, la Moselle moyenne et inférieure provoque de nets dégâts chez les riverains. Pour prévenir ces dégâts, il faudrait contenir la fraction de débit supérieure à 2000 m<sup>3</sup>/s (figure 4.4: volumes représentés au-dessus de la barre horizontale).

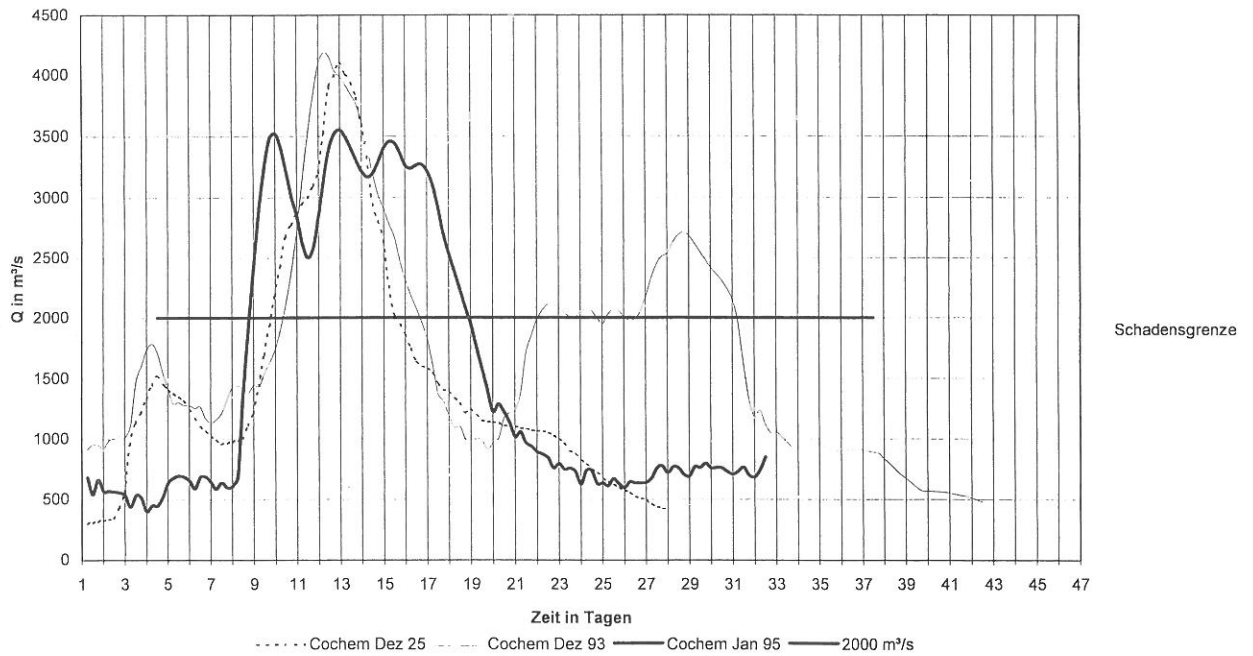


Abb. 4.4 Abflußganglinien am Pegel Cochem/Mosel der Hochwasser 1925/26, 1993/94 und 1995

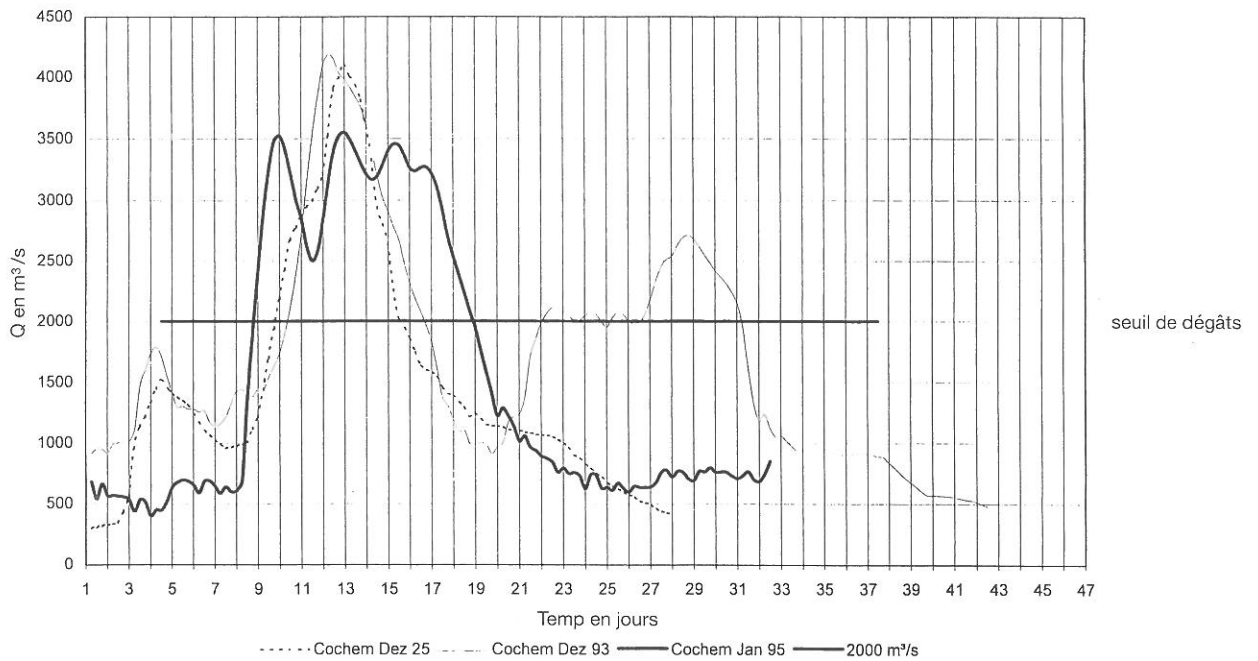


Figure 4.4 Régime hydrographique des crêtes de hautes eaux de 1925/26, de 1993/94 et de 1995. Relevés effectués sur l'échelle hydrométrique de Cochem/Moselle.

Die Differenzmengen zwischen Schwellenwert (2000 m<sup>3</sup>/s) und den jeweiligen Scheitelabflüssen haben betragen:

1925/26 → 561 Mio. m<sup>3</sup>  
1993/94 → 844 Mio. m<sup>3</sup> (Haupt- und Nachwelle)  
1995 → 900 Mio. m<sup>3</sup>

Wäre es möglich, ein Becken von der Größe des Moseltales zwischen französisch/deutscher Grenze und Koblenz (250 km Länge und im Mittel ca. 300 m Breite, entspr. 75 km<sup>2</sup> Fläche) zu schaffen, so würde dieses mit 900 Mio. m<sup>3</sup> 12 m hoch eingestaut. Daß diese Überlegungen für den Niederrhein bedeutsam sind, zeigt die Tatsache, daß große Hochwasser unterhalb Koblenz bis über 40 % (im Mittel rund 30 %) ihres Abflußvolumens aus der Mosel erhalten.

#### 4.3.3 Möglichkeiten zur Verminderung von Hochwasserschäden durch Anpassung des Anlieger-Verhaltens

Die Ausführungen zu den Möglichkeiten der wirksamen Beeinflussung großer Hochwasser im Rhein haben deren Grenzen gezeigt und sehr deutlich werden lassen, daß trotz dem enormen technischen Vermögen auch in unserer Zeit den anthropogenen Eingriffen Grenzen gesetzt sind. Dies einzusehen, ist ein wesentlicher Schritt, Hochwasserwirkungen zukünftig weniger katastrophal werden zu lassen. Dieser Einsicht muß allerdings das Bewußtsein für die jeweilige Gefährdung folgen und die Bereitschaft zu entsprechenden Konsequenzen. Die bestehenden Schadenspotentiale dürfen keinesfalls weiter erhöht (keine neuen Baugebiete in hochwassergefährdeten Flächen, keine Wertverbesserungen in flutungsbedrohten Bereichen und Baugeschossen), sie müssen stattdessen möglichst vermindert werden (Herabsetzung hochwertiger Nutzungen, z. B. Rückführung von Souterrain-Wohnungen in Keller oder Garagenräume). Kontinuierliche Verbesserungen der Vorwarnzeiten sind anzustreben und es ist sicherzustellen, daß Warnungen auch bei den Betroffenen ankommen und Beachtung finden. Insoweit ist die Sensibilisierung (durch Aufklärung) aller Gefährdeten für Bestehen und Ausmaß der Gefahr beinahe wichtiger als der tech-

Ont été constatées les différences suivantes entre la valeur seuil (2000 m<sup>3</sup>/s) et les crêtes:

1925/26 → 561 millions de m<sup>3</sup>  
1993/94 → 844 millions de m<sup>3</sup> (onde principale et onde secondaire)  
1995 → 900 millions de m<sup>3</sup>

S'il était possible de construire un bassin entre la frontière franco-allemande et Coblenz (250 km de long pour une largeur moyenne d'environ 300 m, soit une surface de 75 km<sup>2</sup>), 900 millions de m<sup>3</sup> suffirait à le remplir sur une profondeur de 12 m. Ces considérations présentent une grande importance pour le Rhin inférieur: en effet, plus de 40% (environ 30% en moyenne) des afflux qui provoquent les grandes crues en aval de Coblenz proviennent de la Moselle.

#### 4.3.3 Possibilités de réduction des dégâts causés par les inondations: modification du comportement des riverains

Les possibilités qui permettent d'exercer une influence efficace sur les grandes crues du Rhin sont, en fin de compte, limitées: notre exposé l'a prouvé. Il a également clairement démontré que, nonobstant les énormes moyens techniques dont nous disposons, l'intervention anthropogène se voit assigner des limites. Cette constatation constitue un pas essentiel sur la voie qui nous permettra, à l'avenir, de veiller à ce que les conséquences des inondations soient moins catastrophiques. Une constatation qui doit, il est vrai, être suivie d'une prise de conscience des menaces potentielles et de l'acceptation des conséquences qu'elle implique. Les potentialités de sinistres ne doivent en aucun cas être aggravées (ni urbanisation supplémentaire ni mise en valeur des zones ou des étages d'habitations menacés par les crues), elles doivent au contraire être réduites dans toute la mesure du possible (diminution des utilisations haut de gamme, suppression, par exemple, des logements situés dans les caves ou dans les garages). Il faut s'efforcer en permanence d'améliorer les délais d'alerte, de veiller à ce que les personnes concernées soient effectivement averties et qu'elles tiennent compte de ces avertissements. Pour un peu, la sensibilisation

nische Schutz. Nach Rother [8] besteht ein “mathematischer” Zusammenhang zwischen Hochwasserbewußtsein der Betroffenen und zu erwartender Schadenshöhe:

zu erwartender Schaden = Schadenspotential ×

$$\left[ \begin{array}{cc} \text{objektive} & \text{subjektive} \\ \text{Hochwasser-} & \text{Hochwasser-} \\ \text{erwartung} & \text{erwartung} \end{array} \right] \begin{array}{c} (-) \\ (-) \end{array}$$

Ein Schadenvergleich zwischen den Rheinhochwassern 1993/94 und 1995 unterstreicht dies. Viele Schäden 1993/94 entstanden, weil Anlieger nichtsahnend verreist waren, Warnungen nicht ernst genommen wurden und Wohnungseinrichtungen nicht hochwassergerecht waren. 1995 wurden die verbreiteten Vorhersagen wachsam verfolgt und sehr ernst genommen. Viele Bürger an Rhein und Mosel räumten ihre Häuser sogar über den Wasserstand von 1993 hinaus. Dieses Hochwasser war offenbar noch jedermann präsent und der Lerneffekt wirkte sich erkennbar aus. – Insgesamt führte größere Annäherung der subjektiven Hochwassererwartung an die objektiv zu erwartende Gefährdung zu Schadensreduzierungen 1995 gegenüber 1993 auf fast ein Drittel, trotz der in Köln und stromab 1995 teilweise gegenüber 1993 höheren Wasserstände [9].

Natürlich sind auch die trotz allem entstehenden Schäden für manchen Anlieger nicht verkraftbar. Hier ist die Lastentragung durch eine größere Solidargemeinschaft, beispielsweise im Rahmen einer Elementarschadenversicherung, erforderlich.

Solidarität ist ein Schlüssel zu vielen Problemen des Hochwasserschutzes, die oft nicht vor Ort zu lösen sind und nur selten von heute auf morgen. Hier sind Politiker gefordert, die gesetzliche Rahmenbedingungen festzulegen haben (z. B. gesetzliche Überschwemmungen-

au danger et à l’ampleur du danger de toutes les personnes concernées s’avèrerait presque plus importante que la protection technique. Selon Rother [8], il existe un lien “mathématique” entre la prise de conscience des intéressés à l’égard des crues et la cote de dégâts à laquelle il faut s’attendre:

dégâts à prévoir = potentiel de dégâts ×

$$\left[ \begin{array}{cc} \text{crue} & \text{crue} \\ \text{prévue} & \text{prévue} \end{array} \right] \begin{array}{c} (-) \\ (-) \end{array} \left[ \begin{array}{cc} \text{objectivement} & \text{subjectivement} \end{array} \right]$$

Un fait ressort clairement de l’étude comparative des crues du Rhin survenues en 1993/94 et 1995. En 1993/94, de nombreux sinistres se sont produits parce que les riverains – qui ne se doutaient de rien – étaient partis en voyage, parce que les avertissements n’avaient pas été pris au sérieux et parce que les logements n’étaient pas aménagés en fonction d’inondations potentielles. En 1995, les prévisions diffusées furent l’objet d’une écoute attentive et elles furent prises très au sérieux. Le long du Rhin et de la Moselle, de nombreux riverains déménagèrent même leur maison en prévision d’un niveau de crue supérieur à celui de 1993. De toute évidence, personne n’avait oublié cette inondation et l’effet didactique portait ses fruits. Au total, en 1995, les prévisions subjectives concernant les crues se rapprochèrent davantage des dangers potentiels objectifs, ce qui réduisit les dégâts de près d’un tiers par rapport à 1993, et ce en dépit du fait qu’à Cologne et en aval de la ville le niveau des crues ait été partiellement supérieur à celui de 1993 [9].

Il va de soi que, malgré tout, les dégâts occasionnés par les crues constituent une charge trop lourde pour de nombreux riverains: il convient que cette charge soit répartie dans le contexte d’une plus grande solidarité, par exemple dans le cadre d’une assurance contre les catastrophes naturelles.

Au plan de la protection contre les inondations, la solidarité est l’une des clés des problèmes, c’est elle qui permettra de résoudre nombre de problèmes qu’il n’est pas toujours possible de résoudre sur place, et encore moins du jour au lendemain. Une problématique qui

zen und ergänzende Verordnungen zum Hochwasserschutz) und die Solidarität gegebenenfalls erzwingen müssen. Ein Beispiel ist das in Rheinland-Pfalz erlassene Junktim im Rahmen der Ertüchtigung von Deichen am Oberrhein (Deichbau nur, wenn der Einrichtung von Poldern zum Schutz von Untertanen zugestimmt wird).

Es darf nicht Gültigkeit behalten, was der Prinz von Savoyen schon im Jahre 1704 formulierte:

*Sie schreien nach uns um Hilfe, wann ihnen das Wasser in das Maul rinnt, und wünschen uns vom Hals, kaum als einen Augenblick dasselbige verschwunden.*

Besser ist, Solidarität zu üben mit Untertanen und zukünftigen Generationen, d.h. Maßnahmen voranzubringen, auch wenn sie dem Handelnden scheinbar oder tatsächlich keinen Vorteil bringen.

interpelle les politiciens chargés à la fois d'énoncer des dispositions de base – pensons à la définition, au plan légal, des limites des inondations et aux réglementations complémentaires en matière de protection contre les inondations – et d'imposer la solidarité en question. Citons, à titre d'exemple, le linkage imposé dans le Palatinat rhénan à propos du renforcement des digues sur le Rhin supérieur, la construction des digues étant subordonnée à l'aménagement de polders ciblés sur la protection des populations qui se trouvent en aval.

Il nous va falloir démentir les paroles prononcées dès 1704 par le Prince de Savoie:

*"Ils crient tous à gorge déployée, nous appelant au secours lorsque l'eau les prend à la gorge: dès que le péril est passé, ils n'ont rien de plus pressé que de se débarasser de nous."*

Mieux vaut nous exercer à la solidarité en pensant aux riverains et aux générations futures: pour ce faire, il convient de promouvoir des mesures ou des aménagements dont l'initiateur, selon toute apparence ou tout à fait concrètement, ne retirera guère de profit.

## Verwendete Literatur

- [1] Engel, Heinz: Derzeit erkennbare Abflusentwicklungen im Rhein und seinen Nebenflüssen und Änderung des Niederschlagsverhaltens in den zugehörigen Einzugsgebieten, Informationsveranstaltung des DVWK "Der Rhein im Wandel", Ludwigshafen/Rhein, Nov. 1993
- [2] Engel, Heinz: Observed trends in discharge in German rivers and changing precipitation patterns in associated catchments, UNESCO-Symposium "Water Resources Planning in a Changing World", Karlsruhe, Juni 1994
- [3] Engel, Heinz: Sind Hochwasser beherrschbar (?), Fachtagung "Mit dem Hochwasser leben?", Koblenz, Okt. 1995
- [4] Stiftung Ökologie & Landbau: Pressemitteilung 1993
- [5] Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, Arbeitsgruppe "Anthropogene Einflüsse auf das Abflußregime": Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen -Ausbau, Schiffahrt, Wasserwirtschaft, Bericht Nr. I-11 der KHR 1993
- [6] Hochwasser-Studienkommission für den Rhein: Schlußbericht, Bonn 1978
- [7] Engel, Heinz: Die Hochwasserschutzmaßnahmen nach der Hochwasser-Studienkommission für den Rhein – theoretische Wirksamkeit und Ergebnisse des ersten praktischen Einsatzes von Teilmaßnahmen, Informationsveranstaltung des DVWK, Ludwigshafen/Rhein, Februar 1989
- [8] Rother, Karl-Heinz: Hochwasserschutz am Rhein, "Hochwasserschutz", Kasseler Wasserwirtschaftliches Symposium 1994, Mitteilungen, Heft 2, 1995
- [9] Ebel, Ulrich und Heinz Engel: ... 13 Monate später, die Januar-Hochwasser 1995, Bayerische Rück, Sonderdruck 17, München 1995

## Bibliographie

## 5. WASSERWIRTSCHAFTLICHE PLANUNG. DER VERWALTUNGSPLAN FÜR EINRICHTUNG UND WASSERWIRTSCHAFT (SDAGE) IM FRANZÖSISCHEN RHEIN-MAAS-EINZUGSGEBIET

D. Hahn  
Direction régionale de l'Environnement, Metz

Das Wassergesetz vom 3. Januar 1992 stellt einen maßgeblichen Text in Frankreich in Sachen Wasserwirtschaft dar. Dieses Gesetz sieht vor allem vor, daß für jedes große hydrographische Einzugsgebiet in Frankreich – hier Rhein-Maas – innerhalb von 5 Jahren ein **Wasserwirtschaftliches Generalplan** (SDAGE) – ausgearbeitet wird. Dieser Plan, der ein Orientierungsinstrument für eine **koordinierte, abgestimmte und dezentralisierte Wasserwirtschaft** ist, drückt den Wunsch der im Rhein-Maas-Einzugsgebiet Verantwortlichen aus, die Wasserwirtschaftspolitik für die nächsten 15 Jahre festzuschreiben.

Die vorliegende Ausarbeitung erläutert den Zweck und den Inhalt des SDAGE, die Modalitäten für die Ausarbeitung, den rechtlichen Geltungsbereich dieses Orientierungsdokuments, die grundlegenden Aspekte sowie die formulierten Grundprinzipien und nennt einige Maßnahmen als Beispiele.

### 5.1 Zweck und Inhalt des SDAGE

Der SDAGE legt **die Grundprinzipien einer ausgeglichenen Bewirtschaftung der Ressource "Wasser"** im Einzugsgebiet dar, vor allem, was den Schutz der aquatischen Umwelt bedeutet, die Entwicklung der Ressource Wasser und die Frage, wie man die verschiedenen Verwendungszwecke miteinander in Einklang bringen kann.

Er **definiert die quantitativen und qualitativen Ziele in der Wasserwirtschaft** sowie **die Maßnahmen**, die erforderlich sind, um diese zu erreichen.

Er **umreißt die Durchführung der Wasserwirtschaftlichen Generalpläne (SDAGE)** in kleinerem Maßstab – etwa 30 für das Rhein-

## 5. GESTION ET PLANIFICATION DE L'EAU. LE SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE) DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE FRANÇAIS

D. Hahn  
Direction régionale de l'Environnement, Metz

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 constitue un texte fondamental en France pour la gestion de l'eau. Cette loi prévoit notamment que dans chaque grand bassin hydrographique français - ici Rhin-Meuse- un **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)** soit élaboré dans un délai de 5 ans. Ce schéma est un outil d'orientation pour une **gestion coordonnée, concertée et décentralisée** de l'eau. Il dit ce que les acteurs du bassin veulent que la politique de l'eau soit pour les quinze prochaines années.

La présente communication a pour objet de présenter successivement quels sont l'objet et le contenu du SDAGE, quelles ont été les modalités d'élaboration, quelle est la portée juridique de ce document d'orientation, quels enjeux et orientations fondamentales ont été énoncés et enfin de donner quelques exemples de mesures.

### 5.1 Objet et contenu du SDAGE

Le SDAGE **fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau** dans le bassin, notamment comment protéger les milieux aquatiques, comment développer la ressource et comment concilier les différents usages.

Il **définit les objectifs de quantité et de qualité des eaux** ainsi que les **aménagement**s à réaliser pour les atteindre.

Il **encadre la réalisation des Schémas Directeurs d'Aménagement des Eaux (SDAGE)**, schéma à une échelle plus restreinte -une tren-

Maas-Einzugsgebiet –, welche die Bestimmungen des SDAGE umsetzen, spezifizieren und vertiefen.

## 5.2 Modalitäten für die Ausarbeitung

Der SDAGE muß innerhalb von 5 Jahren (ab dem 4. Januar 1992) ausgearbeitet werden. Mit der Ausarbeitung ist das **Comité de Bassin**, das “Wasserwirtschaftsparlament” des Einzugsgebietes, beauftragt, dem für jedes Einzugsgebiet die Vertreter der Gebietskörperschaften, der Verbraucher und der Regierung angehören.

Die **Regierung** leitet die Ausarbeitung dieses Plans, da sie die Initiative ergriffen hat und ihr die letztendliche Genehmigung obliegt.

Im Rhein-Maas-Einzugsgebiet hat das Comité de Bassin beschlossen, einen **einheitlichen SDAGE** auszuarbeiten, angesichts des durch die Arbeit der Organe des Einzugsgebiets im Laufe von 25 Jahren erworbenen Wissens sowie der Position und der auf internationaler Ebene übernommenen Verpflichtungen.

Seit Juni 1992 hat ein Ausarbeitungsprozeß, der auf einer **sehr breiten und kontinuierlichen Abstimmung** basiert, zu einem SDAGE-Projekt geführt. Das Jahr 1996 wird der Beratung mit den Gebietskörperschaften (Departementräte und Regionalräte) gewidmet sein, bevor der SDAGE endgültig unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse angepaßt, vom Comité de Bassin akzeptiert und von der Regierung genehmigt wird.

## 5.3 Rechtlicher Geltungsbereich

Der SDAGE hat eine indirekte rechtliche Bedeutung. Er ist nicht gegenüber Dritten **wirksam**, wohl aber **gegenüber den Behörden**. Dies bedeutet, daß im Bereich der Wasserwirtschaft die von der Regierung, von den Gebietskörperschaften sowie ihren Verbänden und öffentlichen Institutionen getroffenen Verwaltungs-Entscheidungen sowie die eingeleiteten Programme mit den Bestimmungen des SDAGE übereinstimmen müssen.

taine pour le bassin Rhin-Meuse- qui devront mettre en oeuvre, spécifier et approfondir les dispositions du SDAGE.

## 5.2 Modalités d'élaboration

Le SDAGE doit être élaboré dans un délai de 5 ans à compter du 4 janvier 1992. L'élaboration de ce schéma est confiée au **Comité de Bassin** aussi appelé «parlement de l'eau», Comité regroupant dans chaque bassin les représentants des collectivités territoriales, des usagers et de l'Etat.

**L'Etat** encadre l'élaboration de ce schéma puisqu'il en a pris l'initiative et qu'il lui appartiendra en définitive de l'approuver.

En Rhin-Meuse, le Comité de Bassin a décidé d'élaborer un **SDAGE unique**, compte tenu du capital acquis par le fonctionnement des organismes de bassin depuis 25 ans, ainsi que de la position et des engagements du bassin pris au niveau international.

Depuis juin 1992, un processus d'élaboration reposant sur une **concertation très large et permanente** a permis d'aboutir à un projet de SDAGE. L'année 1996 sera consacrée à la consultation des collectivités territoriales (conseils généraux et conseils régionaux) sur ce projet avant qu'il ne soit définitivement amendé pour tenir compte des observations reçues, adopté par le Comité de Bassin et approuvé par l'Etat.

## 5.3 Portée juridique

Le SDAGE a une portée juridique indirecte. Il n'est pas **opposable** au tiers mais **à l'administration**. Cela signifie que, dans le domaine de l'eau, les décisions administratives, celles prises par l'Etat, les Collectivités Territoriales, leurs groupements et leurs Etablissements Publics, ainsi que les programmes devront être compatibles avec les dispositions du SDAGE ; ils ne pourront pas être contraires aux dispositions du SDAGE.

#### 5.4 Aspekte und Grundprinzipien

Ausgehend vom Ist-Zustand der Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet (Pluspunkte, Kontext, bestehende Risiken) wurden im Rahmen des aktuellen SDAGE-Projekts zehn wichtige Aspekte und Grundprinzipien festgelegt.

**\* Anstreben einer Zusammenarbeit zwischen den Ländern des Rheineinzugsgebiets und den Nordseeanliegerstaaten.**

Diese Zusammenarbeit, die heute bereits Realität ist, muß mit Ehrgeiz und im gegenseitigen Interesse der Partner fortgeführt werden.

**\* Kontrolle der Entnahmen und Schutz der Qualität der Ressource Grundwasser, besonders durch Reduzierung der diffusen Verunreinigungen.**

Das Grundwasser, wichtige Ressource für zahlreiche Verwendungszwecke, verschlechtert sich ständig, manche Vorkommen sind übermäßig ausgebeutet. Für die Erhaltung dieser Ressource bedarf es eines starken Willens, das Fortschreiten der Verschlechterung zu stoppen und gegebenenfalls die Wasserqualität wiederherzustellen. Für die übermäßig ausgebeuteten Wasserreserven ist eine ausgeglichene Wasserwirtschaft angesagt.

**\* Reduzieren der Verunreinigung der Gewässer durch toxische Substanzen aus der Landwirtschaft, den Haushalten und der Industrie, die aus der Vergangenheit stammen.**

Es gilt, mit Entschlossenheit die Verunreinigung durch toxische Substanzen zu bekämpfen, ohne jedoch in den Bemühungen im Kampf gegen organische Verunreinigungen nachzulassen.

**\* Wiederherstellen der Qualität der Gewässer und dauerhafte Deckung des Bedarfs, einschließlich der Erhaltung eines ausreichenden Abflusses.**

Die bereits existierenden qualitativen Ziele wurden für die Hälfte der Gewässer nicht erreicht. Zahlreiche Flüsse sind von der Eutrophierung betroffen. Die physikalischen Verschlechterungen beeinträchtigen die Gewässer und die Feuchtgebiete.

Die Wiederherstellung der Wasserläufe ist erklärtes Ziel im Rahmen der Reinigung und

#### 5.4 Enjeux et orientations fondamentales

Partant du constat de la gestion de l'eau dans le bassin (atouts, contexte, risques existants) dix enjeux forts et orientations fondamentales ont été arrêtés dans le projet actuel de SDAGE.

**\* Poursuivre la collaboration solidaire avec les pays du bassin du Rhin et ceux mitoyens de la Mer du Nord.**

Cette collaboration, aujourd'hui une réalité, doit être poursuivie avec ambition et dans l'intérêt réciproque des partenaires.

**\* Maîtriser les prélèvements et préserver la qualité de la ressource en eau souterraine, notamment par la réduction des pollutions diffuses.**

Les eaux souterraines, ressource essentielle pour de nombreux usages, se dégradent de façon continue ; certaines nappes sont surexploitées. La préservation de cette ressource engage une ferme volonté de stopper la progression des dégradations et, le cas échéant, de restaurer la qualité de l'eau. Une gestion équilibrée de l'eau est affichée pour les nappes surexploitées.

**\* Réduire la contamination des eaux par les substances toxiques d'origine agricole, domestique, industrielle et provenant de pollutions historiques.**

Sans relâcher les efforts de lutte contre la pollution organique, la première engagée, il s'agit de s'attaquer fermement à celle par les toxiques.

**\* Restaurer la qualité des cours d'eau et satisfaire durablement les usages, y compris par le maintien de débits suffisants.**

Les objectifs de qualité déjà existants pour les cours d'eau ne sont pas atteints pour la moitié du linéaire. L'eutrophisation affecte de nombreuses rivières. Les dégradations physiques portent atteinte aux cours d'eau et aux milieux humides.

La restauration des cours d'eau est clairement affichée par la poursuite de la dépollution, la renaturation des milieux, la préservation des



Renaturierung der Umwelt, der Erhaltung der Feuchtgebiete, der Garantie von Mindest-Abflüssen in Zeiten niedrigerer Wasserstände, ...

zones humides, le respect d'objectifs de débit en période d'étiage, ...

\* **Kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung mit Wasser, dessen Qualität den sanitären Normen entspricht.**

Einerseits verteilen noch zahlreiche kommunale Körperschaften Wasser, das nicht den Normen für Trinkwasser entspricht. Andererseits ist die Sicherheit der Versorgung in Notfällen nicht immer gewährleistet.

\* **Assurer à la population de façon continue la distribution d'une eau de qualité conforme aux normes sanitaires.**

De trop nombreuses collectivités locales distribuent encore une eau non conforme aux normes de potabilité. D'autre part, la sécurité de l'approvisionnement n'est pas toujours assurée en cas d'incident.

\* **Verbessern der Zuverlässigkeit und Leistung der Reinigung.**

Die globale Gesamt-Effektivität der Abwasserreinigung wird durch das schwächste Glied in dieser Kette bestimmt. Der Reinigungsprozeß muß im ganzen betrachtet werden, von der Verbesserung des Auffangverfahrens bis hin zur Entfernung des Klärschlammes, so daß das Ergebnis der Maßnahmen eine Verbesserung der Qualität des Wassers und der aquatischen Umwelt ist.

\* **Améliorer la fiabilité et la performance de la dépollution.**

L'efficacité globale de la filière d'assainissement est celle de son maillon le plus faible. La dépollution doit être envisagée globalement depuis l'amélioration de la collecte jusqu'à l'élimination des boues, de sorte à ce que la résultante des actions se traduisent par une amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques.

\* **Begrenzen der Risiken aufgrund von Überschwemmungen durch präventive Maßnahmen.**

Aufgrund der schweren Überschwemmungen zu Beginn dieses Jahrzehnts ist eine energische Wiederankurbelung der Politik der Prävention von Überschwemmungen angesagt.

\* **Limitier les risques dus aux inondations par des mesures préventives.**

A la suite des graves inondations du début de cette décennie, une relance vigoureuse de la politique de prévention des inondations est affichée.

\* **Erhalten und Schützen alluvialer wasserführender Schichten.**

Um die irreversible Umweltschädigung durch Kiesgruben zu begrenzen, ist eine Ausrichtung der Entnahme von Kies auf Gebiete außerhalb dem Hochwasserüberflutungsflächen empfehlenswert.

\* **Conserver et protéger les formations aquifères en nappe alluviale.**

Afin de limiter l'impact environnemental irréversible des carrières, l'orientation de l'extraction des granulats hors du lit majeur des cours d'eau est préconisée.

\* **Verstärken des Schutzes der Feuchtgebiete und ökologisch bedeutender Flächen.**

Um den Verlust dieses Erbes zu verhindern, muß der Schutz dieser Gebiete durch eine Politik der Bodenkontrolle und der angepaßten Ökowiirtschaft verstärkt werden, nachdem diese Gebiete vollständig erfaßt und nach Prioritäten eingeteilt worden sind.

\* **Renforcer la protection des zones humides et des espaces écologiques remarquables.**

Pour éviter la perte de ce patrimoine, la protection de ces espaces doit être renforcée par une politique de maîtrise foncière et de gestion écologique adaptée, après leur identification plus complète et une hiérarchisation de leur intérêt.

\* **Berücksichtigen der Wasserwirtschaft in den Bauplänen und in der wirtschaftlichen Entwicklung.**

Es empfiehlt sich, die Aspekte der Wasserwirtschaft in städtischen oder industriellen Bauprojekten, bei der Infrastruktur und in Transport- und Energieproduktionsprojekten zu berücksichtigen.

## 5.5 Ziele und wesentliche Maßnahmen

Es ist nicht möglich, an dieser Stelle alle 300 im SDAGE enthaltenen Maßnahmen aufzuführen. Stellvertretend werden einige Beispiele für die wichtigsten Maßnahmen, die sich auf die quantitative Bewirtschaftung der oberirdischen Gewässer beziehen, genannt:

- Um die nachteiligen Auswirkungen niedrigerer Wasserstände zu begrenzen, sind im SDAGE **die Abflußziele für die Knotenpunkte** der Wasserläufe formuliert. Diese Abflußziele stellen Referenzwerte dar, welche den Behörden als Richtlinie bei der Wasserversorgung dienen sollen, unter Berücksichtigung der eventuellen Entwicklung neuer Ressourcen und existierender Programme für die Wasserwirtschaft.
- Das derzeitige hydrometrische und klimatologische Netz verschafft Erkenntnisse über den Abfluß der Hauptwasserläufe, jedoch nicht in Real-time für alle Einzugsgebiete; darüber hinaus ist das Wissen über die kleineren Niederschlagsgebiete unzureichend. Der SDAGE sieht vor, **das Netz der Meßstellen für die oberirdischen Gewässer** zu vervollständigen und **deren Modernisierung** auf der Grundlage der festgestellten Beobachtungslücken anzustreben.
- Eine **kartographische Bestandsaufnahme** der Überflutungsflächen für die bekannten historischen Hochwasser wird innerhalb von 2 Jahren durchgeführt werden.
- Die **Karte der überschwemmungsgefährdeten Gebiete**, welche der Kartographie der **hundertjährigen Hochwasserstände** entspricht und verschiedene Jährlichkeiten unterscheidet, wird innerhalb von 5 Jahren für die wichtigsten Wasserläufe und die bereits dar-

\* **Prendre en compte la gestion des eaux dans les projets d'aménagement et le développement économique.**

Il convient de conforter la prise en compte des aspects relatifs à la gestion de l'eau dans les projets d'aménagement urbains ou industriels, d'infrastructures, de transport et de production d'énergie.

## 5.5 Objectifs et mesures essentiels

Il n'est pas possible d'énoncer ici les quelques 300 mesures contenues dans le SDAGE. Aussi, certaines d'entre elles sont citées à titre d'exemple parmi les plus importantes et relatives à la gestion quantitative des eaux superficielles.

- Afin de limiter les effets néfastes des étiages, le SDAGE **énonce des débits objectifs aux points nodaux** des cours d'eau. Ces débits objectifs constituent des valeurs de référence qui devront guider la délivrance des autorisations de prélèvement, compte tenu du développement éventuel de ressources nouvelles et de programmes existants d'économie d'eau.
- Le réseau hydrométrique et climatologique actuel autorise la connaissance des débits sur les principaux cours d'eau, mais non en temps réel sur tous les bassins ; de plus la connaissance des débits sur les petits bassins versants est insuffisante. Le SDAGE prévoit de **compléter le réseau de stations de suivi des eaux superficielles** et de **poursuivre leur modernisation** en fonction des lacunes d'observation constatées.
- Un **inventaire cartographique** des aires d'expansion pour les **crues historiques connues** sera établi dans un délai de 2 ans.
- L'**atlas des zones inondables**, qui correspond à la cartographie des crues de **niveau centennial** en distinguant les différents niveaux d'aléas, sera établi dans un délai de 5 ans pour les cours d'eau prioritaires et les secteurs urbanisés déjà exposés.

gelegten umgestalteten Abschnitte erstellt werden.

Die beiden Kartographien werden ein wertvolles Referenzinstrument und eine wichtige Entscheidungshilfe für Behörden darstellen, die Weisungsbefugnis in städtebaulichen Angelegenheiten haben.

- Die Notwendigkeit der **Erhaltung von Überschwemmungsflächen** wird ausdrücklich betont, unter Vermeidung von Aufschüttungen und Eindeichungen und mit einer strikten Kontrolle von Urbanisierungsmaßnahmen.
- Der SDAGE befürwortet ausdrücklich das **Verbot der Kiesförderung** in Bereichen, in denen die Gewässer eine Restbeweglichkeit aufweisen, sowie in Bereichen, die aus biologischer Sicht außerordentlich sind, wie es z.B. bereits im Flußbett der Fall ist, und beschränkt die Gewinnung im Hochwasserbett auf die Bereiche, in denen die Auswirkungen geringer sind.
- Die **besonderen Feuchtgebiete**, die von nationalem Interesse und von Interesse für das Einzugsgebiet sind, sind im SDAGE genannt und nach ihrer ökologischen Bedeutung geordnet.
- Der SDAGE begründet die Einrichtung einer **Beobachtungsstation für die Feuchtgebiete** als wesentliches Instrument für die Durchführung der Wasserwirtschaftspolitik in diesen Bereichen und pädagogisches und Kommunikationsinstrument.

Schließlich kann man sagen, daß die Stärke des SDAGE in dem politischen Willen des Comité de Bassin, des 'Wasserparlaments', liegt, die großen Linien der Wasserwirtschaftspolitik zu definieren, Ziele für den Zeitraum der nächsten 15 Jahre festzulegen und die in dem Dokument dargelegten Maßnahmen durchzuführen, um diese Ziele zu erreichen. Der SDAGE ist somit ein Referenzdokument für die öffentliche Programmgestaltung im Bereich der Wasserwirtschaft, das zu einem Bestandteil der Politik der Raumordnung und -entwicklung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene wird.

Les deux cartographies constitueront un outil précieux de référence et d'aide à la décision pour les autorités investies d'un pouvoir de prescription en matière d'urbanisme.

- La nécessité de **préserver les zones inondables** est soulignée avec force, en y empêchant tout remblaiement, tout endiguement et en y contrôlant strictement l'urbanisation.
- Le SDAGE préconise fortement **l'interdiction d'exploiter les granulats** dans les zones de mobilité résiduelle des cours d'eau et dans les zones exceptionnelles du point de vue biologique, comme c'est déjà le cas en lit mineur, et oriente l'extraction, dans le lit majeur, vers les sites où l'impact est moindre.
- Les zones humides remarquables d'intérêt national et de bassin sont **identifiées** dans le SDAGE en hiérarchisant leur intérêt écologique.
- Le SDAGE instaure la mise en place d'un **observatoire des zones humides**, outil de connaissance essentiel pour la mise en oeuvre de politiques de gestion sur ces zones et outil destiné à la pédagogie et à la communication.

En conclusion, la force du SDAGE réside dans la volonté politique des membres du Comité de Bassin, « parlement de l'Eau » de définir les grands axes de la politique de l'eau, de se fixer des objectifs à l'échelle des 15 ans à venir et de mettre en oeuvre les mesures inscrites dans le document pour atteindre ces objectifs. C'est donc un document de référence pour la programmation publique dans le domaine de l'eau qui s'inscrit dans les politiques régionales, nationales et internationales de développement et d'aménagement de l'espace.

## 6. LANDSCHAFTSGESTALTUNG DER RHEINZWEIGE IN DEN NIEDERLANDEN

W. Silva  
RIZA, Arnhem

### 6.1 Einleitung

Komplett übersetzt würde mein Vortrag heißen: "Integrierte Erkundung der Gestaltung der Rheinzeige in den Niederlanden". Der Einfachheit halber, habe ich es mit "Landschaftsgestaltung der Rheinzeige", kurz LGR, übersetzt.

Ich habe die genaue Ursache nicht herausfinden können: entweder die KHR hat zu früh Geburtstag, oder wir sind zu spät mit unserem Projekt angefangen, aber leider kann ich Ihnen noch keine Ergebnisse der LGR zeigen. Der Studienbericht erscheint erst im Februar 1996. Mein Vortrag wird sich denn auch auf den Anlaß, die Zielsetzungen und den Untersuchungsansatz der Studie konzentrieren. An sich ist dies nicht so schwierig, denn das LGR-Projekt liefert an erster Stelle ein Instrument, ein beschlußunterstützendes Instrument, ein Hilfsmittel beim Gestaltungsprozeß des niederländischen Rheingebietes. Es liefert Informationen, auf Grund dessen Beschlüsse über die Gestaltung des Flußgebietes, nach Rücksprache mit den beteiligten Parteien, vorbereitet und getroffen werden können. Und das ist keine einmalige Aktivität, denn der Gestaltungsprozeß ist ebenso dynamisch wie der Fluß selbst. Es gibt fortlaufend neue Entwicklungen oder Ereignisse, wie die vergangenen Hochwasser, die dazu führen, daß das Funktionieren des Flußgebietes erneut durchleuchtet werden muß. Die LGR möchte eigentlich nicht mehr als ein Hilfsmittel bei der Suche nach einem dauerhaften Flußsystem sein.

Der Inhalt meines Vortrages liefert, denke ich, nicht viel Grund zur Diskussion: das Standardverfahren: Studiengebiet, Anlaß, Ziele, Ansatz und erwartete Ergebnisse.

## 6. AMÉNAGEMENT DU PAYSAGE POUR LES BRAS DU RHIN NÉERLANDAIS

W. Silva  
RIZA, Arnhem

### 6.1 Introduction

Traduit littéralement, le titre de mon exposé serait: "Prospection intégrée de l'aménagement des bras de Rhin néerlandais". Pour simplifier, je l'ai réduit à "Aménagement des bras de Rhin néerlandais", plus court encore ARN.

Je ne sais pas si c'est parce que la CHR fête trop tôt son anniversaire, ou que nous avons démarré notre projet trop tard, mais je ne peux, bien malheureusement, vous présenter encore aucun résultat de l'ARN. Le rapport d'étude ne paraîtra qu'en février 1996. Je limiterai donc mon exposé aux raisons, aux objectifs et à l'approche scientifique de l'étude en question. En fait, ce n'est pas plus mal, vu que le projet ARN doit être perçu comme un instrument, je dirai même un instrument décisionnel, devant permettre de gérer le processus d'aménagement de la partie néerlandaise du bassin rhénan. L'ARN doit fournir les informations sur la base desquelles des plans pourront être conçus et des décisions prises quant à l'aménagement du bassin versant, après concertation avec les parties concernées. Il ne s'agit pas là d'une activité passagère ou figée dans le temps, car le processus d'aménagement est tout aussi dynamique que le cours du fleuve. Il se trouve toujours de nouveaux développements ou de nouveaux incidents, les dernières crues par exemple, pour appeler de nouvelles études sur le fonctionnement du bassin versant. En fait, l'ARN ne souhaiterait pas être autre chose qu'un moyen de recherche d'un système fluvial qui soit durable.

Les éléments de mon exposé n'offrent pas, je le pense du moins, de grandes possibilités de discussion. Procédure standard: zone d'étude, raisons, objectifs, approche et résultats attendus.

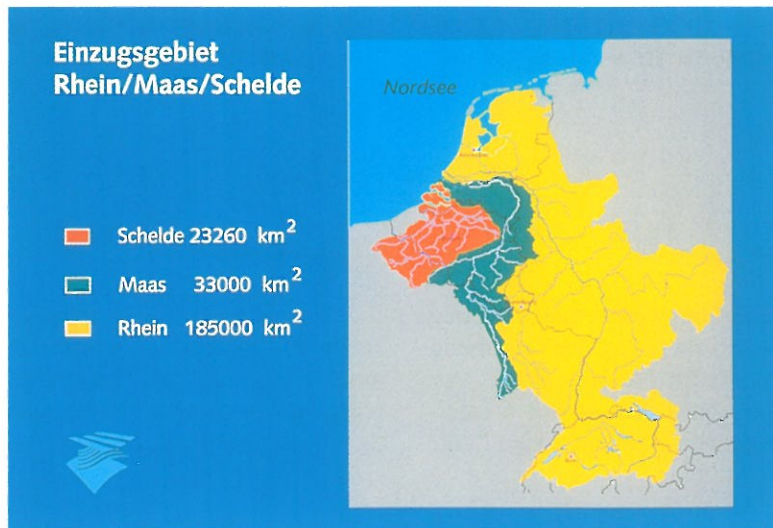


Abb. 6.1

Fig. 6.1

## 6.2 Studiengebiet

Wir fangen mit dem Studiengebiet an. Die Abbildung 6.1 soll Ihnen nicht zeigen, daß es ein Einzugsgebiet gibt. Das wußten Sie bereits, wahrscheinlich besser als ich. Es soll Ihnen auch nicht zeigen, daß mehrere Länder im Rheingebiet liegen. Der internationale Charakter dieses Kolloquiums macht das genügend deutlich. Ich will auch nicht zeigen, daß der niederländische Rhein nur einen bescheidenen Platz im Einzugsgebiet einnimmt. Das wußten sie schon. Ich zeige Ihnen diese Abbildung, um hervorzuheben, daß das Einzugsgebiet des Rheines ein Ganzes ist und daß der Rhein selbst keine Grenzen, außer die Grenzen seines Einzugsgebietes kennt. Ich möchte damit betonen, daß es auch für hydrologische, hydraulische, morphologische und ökologische Prozesse keine Grenzen gibt. Kurz gefaßt: ich möchte Ihnen zeigen, daß der Rhein ein internationaler Fluß ist, dessen Entwicklung, zumindest auf längere Sicht, nur in einem grenzüberschreitenden Zusammenhang betrachtet werden kann. In diesem Sinne versagt das LGR-Projekt, denn: das Studiengebiet beschränkt sich auf den niederländischen Rhein. Veränderungen im Einzugsgebiet, zum Beispiel durch den Treibhauseffekt bedingte höhere oder niedrigere Abflüsse oder der Meeresspiegelanstieg, oder niedrigere Sedimentfrachten, können dennoch an den Rändern des Studiengebietes zu berücksichtigen sein. Mit dem Modellinstrumentarium läßt sich anschließend eine Darstellung der Folgen für den niederländischen Rhein geben.

## 6.2 Zone d'étude

Commençons par la zone d'étude. Le but de la figure 6.1 n'est pas de vous prouver l'existence d'un bassin versant. Vous le savez déjà, probablement mieux que moi. Son but n'est pas non plus de vous montrer que plusieurs pays se partagent ce bassin versant. Le caractère international de ce colloque le souligne assez clairement. Il ne s'agit pas davantage de montrer que le Rhin néerlandais n'occupe qu'une partie modeste de ce bassin. Vous le saviez aussi. Je vous montre cette figure pour mettre l'accent sur le fait que le bassin versant du Rhin est un "tout", que le Rhin lui-même ne connaît pas de frontières, hormis celles de son bassin versant. Ce que je veux marquer aussi, c'est que les processus hydrologiques, hydrauliques, morphologiques et écologiques ne connaissent pas non plus de frontières. En bref: le Rhin est un fleuve international, dont le développement – tout au moins à long terme – ne peut être apprécié et envisagé que dans un cadre transfrontalier. De ce point de vue, le projet ARN est quelque peu incomplet, car: la zone étudiée se limite au Rhin néerlandais. Des transformations dans le bassin fluvial peuvent être cependant relevées à la périphérie de la zone d'étude, par exemple, liés à l'effet de serre, un débit inférieur ou supérieur ou une montée du niveau de la mer, ou encore des apports moins importants de sédiments. Les conséquences pour le Rhin néerlandais peuvent être ensuite évaluées à l'aide d'un modèle.



Abb. 6.2

Fig. 6.2

Die Abbildung 6.2 gibt eine detailliertere Übersicht über das Studiengebiet. Die Abbildung ist übrigens das Ergebnis einer GIS-Anwendung. Im LGR-Projekt wird GIS vielfältig eingesetzt. Ohne GIS hätte ein Projekt wie LGR überhaupt nicht stattfinden können.

Das Studiengebiet umfaßt die niederländischen Rheinzweige, ab Lobith an der deutsch-niederländischen Grenze. Beim ersten Gabelungspunkt, dem Pannerdensch Kop, verteilt sich das Wasser über die Waal in Richtung Rotterdam und die Nordsee und den Pannerdensch Kanaal in nördlicher Richtung. Bei Hochwasser fließen etwa zwei Drittel des Abflusses über die Waal. Beim zweiten Gabelungspunkt, dem IJsselkop, muß der Schiffskapitän wählen, entweder nach Norden über die IJssel, oder nach Westen über den Neder-Rijn. Die flußabwärts gelegenen Grenzen des Studiengebietes befinden sich beim Übergang zum Tidegebiet und beim IJsselmeer, wo ein fester Sommer- und Winterpegel beibehalten werden.

Die Abbildung 6.3 zeigt einen für den niederländischen Rhein kennzeichnenden Querschnitt. Er ist das Ergebnis von Jahrhunderten von Flußbauarbeiten, vielen Rückschlägen, in Form von Überschwemmungen. Die wichtigsten Elemente sind das Sommerbett, die Buhnen, die Sommerdeiche, und die Winterdeiche. Buhnen wurden gebaut, um das Sommerbett für die Schifffahrt zu vertiefen. Ich denke, Sie kennen das Prinzip: die Buhnen verengen das Flußbett, die gleiche Wassermenge wird durch ein

La figure 6.2 offre un aperçu plus détaillé de la zone d'étude. A ce propos, elle est le résultat d'une application du SIG. Ce système est, sous bien des aspects, très intégré dans le projet ARN. Sans le SIG, un projet tel que l'ARN n'aurait pas pu être mis sur pied. La zone étudiée comprend la portion de Rhin néerlandais, à partir de Lobith, à la frontière germano-hollandaise. A la première diffluence, la Pannerdensch Kop, le fleuve se divise en deux. Par le Waal, il rejoint Rotterdam et la Mer du Nord, et par le Pannerdensch Kanaal, il poursuit son chemin vers le nord. Pendant une crue, 2/3 des eaux passent par le Waal. A la seconde diffluence, l'IJsselkop, le capitaine d'un bateau peut, soit se diriger vers le nord en suivant l'IJssel, soit vers l'ouest par le Neder-Rijn. En aval du fleuve, la zone étudiée est délimitée par une zone de marée et par l'IJsselmeer, où un niveau d'été et un niveau d'hiver peuvent être maintenus.

La figure 6.3 présente une coupe transversale caractéristique du Rhin néerlandais. Elle exprime le résultat de plusieurs siècles de travaux effectués sur le fleuve et de nombreux échecs, notamment d'inondations. Les principaux éléments sont le lit d'été, les épis, les digues d'été et les digues d'hiver. Les épis ont été construits pour creuser davantage le lit d'été et faciliter la navigation. Vous connaissez le principe: les épis resserrent le lit du fleuve; la même masse d'eau doit s'écouler par une passe

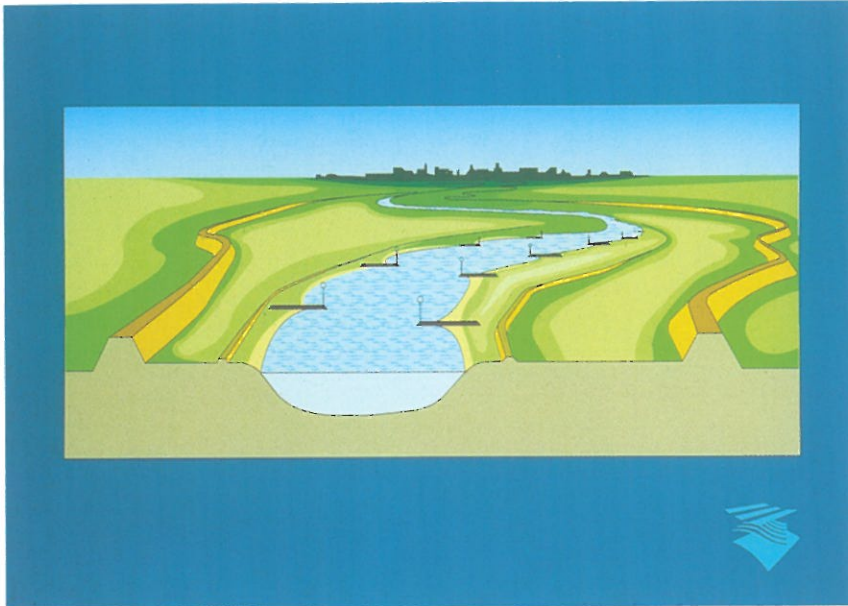


Abb. 6.3

Fig. 6.3

engeres Profil gepreßt. Dadurch nimmt die Fließgeschwindigkeit zu und erodiert die Flußsohle. Da die morphologische Zeitskala für den Mensch zu lang ist, helfen wir dem Fluß ein wenig durch Baggern. Um die dichtbesiedelten Gebiete an den Flüssen gegen Überschwemmung zu schützen, wurden Deiche gebaut. Die heutige Lage dieser Deiche wurde übrigens bereits im vierzehnten Jahrhundert bestimmt. Die Sommerdeiche wurden gebaut, um die Vorländer für die Landwirtschaft soviel wie möglich gegen Überschwemmungen zu schützen. Die natürliche Erosion und Sedimentation von Schlamm wird dadurch gestört: eine dicke Kleischicht ist die Folge. Heute wird die Schlammablagerung der Vorländer als ein Problem betrachtet, in bezug auf die Naturentwicklung, aber vor allem auch für die Sicherheit gegen Überschwemmungen. Das Durchflußprofil hat sich im Laufe der Zeit erheblich verringert und geht noch immer, wenn auch sehr langsam, zurück.

plus étroite. La vitesse d'écoulement s'accroît et le fond du lit est érodé. Etant donné cependant que, dans la perspective d'une vie humaine, l'échelle de durée de cette opération est trop longue, nous aidons un peu le fleuve par dragage. Le long des fleuves, pour protéger les zones habitées, des digues ont été construites. A ce propos, la situation des digues actuelles a été déjà déterminée au 14ème siècle. On a construit des digues d'été pour éviter, dans toute la mesure du possible, une inondation des laisses destinées à l'agriculture. Les processus naturels d'érosion et de sédimentation des alluvions s'en trouvent ainsi perturbés: une épaisse couche argileuse se dépose alors. Les dépôts de boues dans les laisses sont perçus aujourd'hui comme un problème, du point de vue du développement naturel, certes, mais aussi du point de vue de la prévention des inondations. Avec le temps, le profile d'écoulement s'est considérablement rétréci et le processus se poursuit, quoique plus lentement cependant.



Abb. 6.4

Fig. 6.4

Die nächsten Abbildungen zeigen weitere Einzelheiten über den niederländischen Rhein. Abbildung 6.4 zeigt die Lage des Sommerbettes und der Vorländer am Gabelungspunkt der Waal und des Pannerdensch Kanaal, den Sie gerade noch auf der rechten Seite der Abbildung sehen können. Auffällig ist die große Zahl von Tümpeln in den Überschwemmungsflächen. Diese haben sich aus Klei- und Sandabträge ergeben. In den bebauten, hochwasserfreien Gebieten der Vorländer finden wir viele Ziegeleien: an den Rheinzweigen werden davon noch 26 betrieben.

Les figures suivantes présentent d'autres spécificités du Rhin néerlandais. La figure 6.4 montre la situation du lit d'été et des laisses à la diffuence du Waal et du Pannerdensch Kanaal que vous pouvez apercevoir à droite. Très frappant est ici le nombre de mares occupant les surfaces inondables. Elles sont dues aux dépôts d'argile et de sable. Dans les parties habitées et protégées des laisses, nous trouvons beaucoup de briqueteries: on en compte 26 le long des bras du Rhin.

Trotz Sommerdeiche werden die Vorländer noch regelmäßig vom Rhein überflutet: meist im Winter oder im Frühjahr. Der größte Teil

Les laisses sont régulièrement inondées par le Rhin, la plupart du temps en hiver et en automne, malgré l'existence des digues d'été. La



Abb. 6.5

Fig. 6.5



dieser Vorländer hat eine Überflutungsfrequenz zwischen 2 und 20 Tagen pro Jahr (die hellblauen Flächen auf der Abbildung 6.5).

plus grande partie de ces laisses connaissent une fréquence d'inondation de 2 à 20 jours par an; ce sont les tâches bleues sur la figure 6.5.



Abb. 6.6

Fig. 6.6

Etwa 70% der Vegetation besteht aus landwirtschaftlich genutztem Grasland, obwohl in einigen Überschwemmungsgebieten, wie rechts auf der Abbildung 6.6, die Natur vorstößt.

70 % environ de la végétation se composent de pâturages exploités et cultivés (les surfaces), bien que dans certaines zones inondables – à droite sur la figure 6.6 par exemple, la nature gagne du terrain.

### 6.3 Anlaß

Nach dieser kurzen Bekanntschaft mit dem Rhein, zurück zum LGR-Projekt: dem Anlaß für die LGR. Es hört sich vielleicht eigenartig an, aber der Anlaß zum LGR-Projekt liegt in einer Vielzahl von Berichten, die in den vergangenen Jahren über den Rhein geschrieben worden sind.

Denn was zeigt sich, wenn wir diese Berichte aufschlagen? Der Inhalt wurde in den meisten Fällen aus einer bestimmten Sicht geschrieben. Er bezieht sich nur auf eine der vielen vom Rheingebiet erfüllten Funktionen.

So gibt es zum Beispiel einen Bericht über Deichverbesserung. Dieses Programm muß im Jahre 2000 vollendet sein. Aber jetzt, vor dem Hintergrund der rezenten Hochwassern, realisieren wir, daß vielleicht mehr getan werden muß, um die Sicherheit gegen Überschwemmungen in Zukunft gewährleisten zu können. Ob diese Hochwasser eine Folge des Treibhauseffektes sind, oder der Tatsache, daß wir unsere

### 6.3 Raison

Après cette courte présentation du Rhin revenons au projet ARN. Pourquoi ce projet? La raison vous paraîtra peut être un peu curieuse, mais: ce projet a pour origine un certain nombre de rapports qui ont été écrits sur le Rhin au cours des dernières années.

En effet, en voulant faire le bilan de tous ces rapports, que remarque-t-on? Dans la plupart des cas, ils ont été écrits dans une perspective spécifique. Chacun n'aborde qu'un seul des nombreux aspects de la zone rhénane.

C'est ainsi par exemple qu'il existe un rapport sur l'amélioration des digues. Ce programme doit être terminé en l'an 2000. Aujourd'hui cependant, après les crues récentes, nous réalisons que nous devons peut-être faire davantage pour nous préserver des inondations dans l'avenir. Je ne souhaite pas spéculer ici sur l'origine de ces inondations, c'est-à-dire si elle sont le résultat de l'effet de serre, ou dues au fait que

Flußsysteme noch nicht genügend kennen, möchte ich offen lassen. Wir verfügen ja erst seit der Jahrhundertwende über zuverlässige Meßdaten. Eine andere Frage: Müssen wir die Spirale der Deicherhöhung durchbrechen und nach alternativen Maßnahmen suchen? Viele Fragen, die Antworten verlangen.

Ein anderer Bericht widmet sich der Schifffahrt. Für die Waal gibt es Pläne, den Schifffahrtsweg zu modernisieren: eine nächste, die vierte in Folge, und vielleicht letzte Flußregulierung, wodurch die Waal noch breiter und tiefer werden soll.

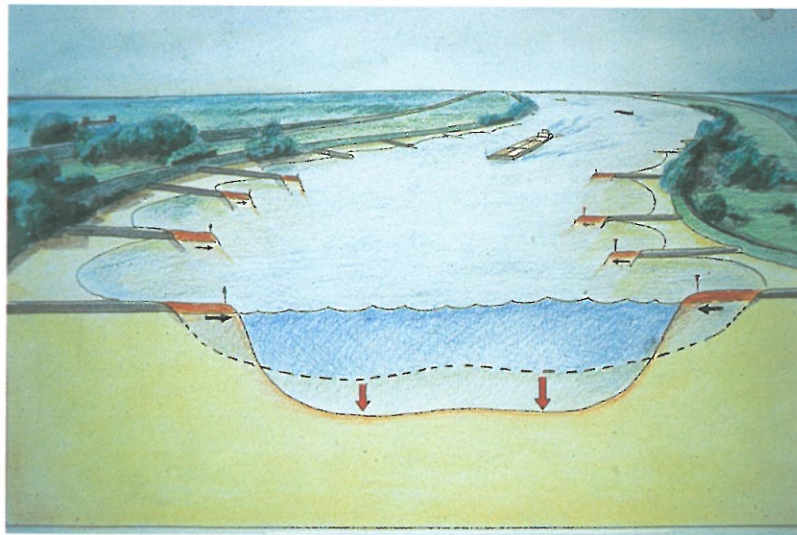


Abb. 6.7

Fig. 6.7

Eine weitere mögliche Maßnahme ist die Verengung des Flusses durch Verlängerung der Buhnen. Die Fließgeschwindigkeiten nehmen zu und der Fluß vertieft anschließend sein eigenes Bett.

Weiter wird eine Politik verfolgt, bei der die Landwirtschaft auf längere Sicht aus den Überschwemmungsgebieten verschwindet.

Stattdessen muß die Natur wieder einen Platz im Flußgebiet erhalten. Wir nennen das die ökologische Wiederherstellung. Nebenrinnen und Auenwälder sind neue charakteristische Elemente im Flußgebiet, wenn möglich in Zusammenhang mit Kleiabbau zur Finanzierung der Naturentwicklungsprojekte. Der Klei wird übrigens zur Deichverbesserung und Ziegelherstellung benutzt.

nous ne connaissons pas suffisamment notre système. Depuis le début du siècle, nous avons collecté suffisamment de données de mesure fiables. Une autre question se pose: Devons-nous interrompre la spirale du relèvement des digues et rechercher d'autres solutions? Cette question en soulève une foule d'autres qui demandent réponse.

Un autre rapport analyse la navigation. Il existe des plans de modernisation de la navigation: une nouvelle régularisation du fleuve, la quatrième déjà et peut-être la dernière. Le Waal deviendrait alors plus large et plus profond.

Une autre mesure possible serait de rétrécir les passes en allongeant les épis. Du fait de l'accroissement de la vitesse d'écoulement, le fleuve se creuserait lui-même un lit plus profond.

Une autre stratégie à long terme serait d'éliminer les activités agricoles dans les zones d'inondations.

A la place, la nature reprendrait sa place le long du fleuve. Nous avons appelé cela "régénération écologique". Canaux secondaires et forêts le long des rives deviendraient de nouveaux éléments dans l'aménagement de la zone fluviale, si possible en relation avec une réduction de l'argile pour le financement de projets de développement de la nature. L'argile serait utilisé pour améliorer les digues et fabriquer des briques.



Abb. 6.8

Fig. 6.8



Abb. 6.9

Fig. 6.9

Die genannten Funktionen entsprechen einer breiten Skala von Eingriffen im Flußgebiet. Die Abbildung 6.10 gibt eine Übersicht. Maßnahmen, wie Senkung der Überschwemmungsflächen, Entfernen von hochwasserfreien Bereichen, Bunnensenkung und Deichverlegung, müssen in Zusammenhang mit der zunehmenden Hochwasserproblematik betrachtet werden. Die Abbildung zeigt zur gleichen Zeit auch die Komplexität der heutigen Flußverwaltung: viele Wünsche aus verschiedenen Funktionen, für einen bemessenen Raum.

Toutes ces fonctions impliquent cependant une série d'interventions dans la zone fluviale. La figure 6.10 montre un aperçu. Des mesures comme l'abaissement des zones inondables, l'éloignement des zones non inondables, l'abaissement des épis et leur allongement doivent être perçus dans l'optique d'un accroissement des crues. La figure montre en même temps la complexité de la gestion actuelle du fleuve: le souhait de combiner plusieurs fonctions alors que l'espace manque.



Abb. 6.10

Fig. 6.10

### Landschaftsgestaltung Rhein

#### Hydraulische und morphologische Effekte von Maßnahmen

Maßnahme	Wassertiefe	Bemessungshochwasser
Nebenrinne	-	-
Winterbettvertiefung	-	-
Auenwald	+	+
Baggern	+	-
Verengung	+	+

+ = Zunahme  
- = Abnahme

Abb. 6.11

Fig. 6.11

Die auf Abbildung 6.10 dargestellten Maßnahmen haben, abhängig von Typ und Ausmaß, unterschiedliche hydraulische und morphologische Konsequenzen (Abb. 6.11). So hat die Verengung des Sommerbettes zum Glück eine positive Auswirkung auf die Abladetiefe (Fahrinnentiefe), aber zur gleichen Zeit eine negative Auswirkung auf die Bemessungshochwasser. Das sind die Wasserstände auf deren Grundlage die Deichhöhen festgelegt werden. Eine Senkung der Vorländer (das Winterbett) führt zu niedrigeren Bemessungshochwassern, aber verringert auf längere Sicht die Fahrinnentiefe durch Sandablagerung. Abbildung 6.11 zeigt ebenfalls, daß es möglich ist, Maßnahmen so zu kombinieren, so daß negative Auswirkungen ausgeglichen werden.

Les mesures présentées sur la figure 6.10 ont, indépendamment de leur type et de leur ampleur, des conséquences hydrauliques et morphologiques différentes (fig. 6.11). Par exemple, si le rétrécissement du lit d'été a un effet positif heureux sur la profondeur de la passe navigable, l'impact sur la hauteur des crues est négatif. Voici les niveaux qui ont servi de base aux calculs des hauteurs de digues. Un abaissement des laisses (le lit d'hiver) induit une régularisation du niveau de l'étiage mais rétrécit à long terme la profondeur de mouillage parce que le sable se dépose dans les chenaux de navigation. La figure 6.11 suggère aussi qu'il est possible de combiner les mesures de sorte à compenser les impacts négatifs.

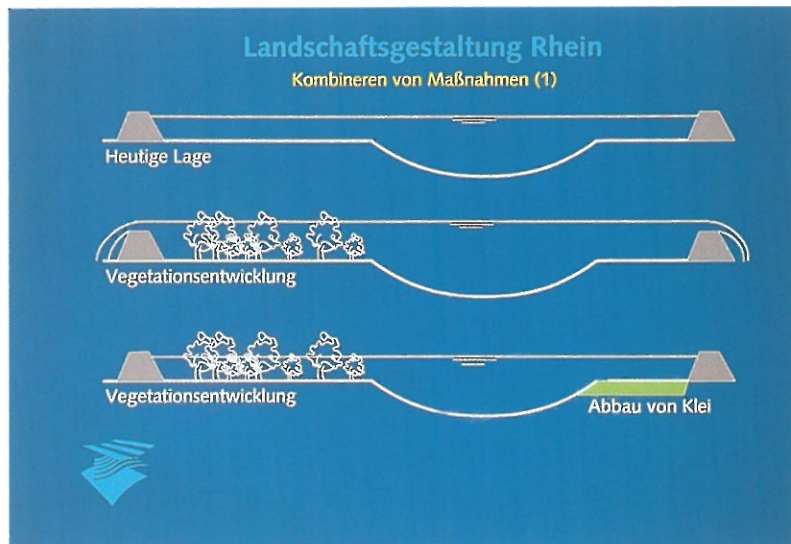


Abb. 6.12

Fig. 6.12

Waldentwicklung führt zu höheren Wasserständen im Fluß, denn die Rauheit des Profils nimmt zu. Kleiabbau führt zu einer Senkung der Überschwemmungsflächen, wodurch die Wasserstände wieder auf das alte Niveau gebracht werden. Wenn man die Überschwemmungsflächen weiter senkt, oder die Naturentwicklung unterläßt, können die Wasserstände sogar strukturell sinken. Diese Maßnahme wird denn auch ausführlich untersucht, um die auf längere Sicht erwartete Zunahme des Rheinabflusses ausgleichen zu können.

Der Anlaß zum LGR-Projekt läßt sich folgenderweise zusammenfassen: erstens viele Verwaltungspläne aus verschiedenen Sichten oder Funktionen, zweitens und damit zusammenhängend: das Bedürfnis nach einer zusammenhängenden Studie und schließlich: Unklarheit über die flußtechnischen Möglichkeiten und Beschränkungen.

#### 6.4 Zielsetzungen

Die Zielsetzungen des LGR-Projektes möchte ich folgendermaßen umschreiben: die Verwirklichung eines dauerhaften Flußsystems, dauerhaft insbesondere in bezug auf die Funktionen Sicherheit gegen Überschwemmungen, Schifffahrt und Natur. Selbstverständlich mit minimalen Kosten, auch auf längere Sicht. Das LGR-Projekt enthält keine Wahl für eine bestimmte Gestaltung des Flußgebietes, ist also

L'implantation de forêts entraîne un relèvement des niveaux du fleuve du fait d'une plus grande rugosité des versants d'écoulement. La réduction de l'argile entraîne un abaissement des superficies inondables et permet de régulariser le cours qui reprend alors les anciens niveaux. Les niveaux peuvent même baisser structurellement si l'on abaisse de nouveau les superficies inondables ou si l'on ne développe pas la nature. Cette mesure est donc aussi étudiée en détail en vue de pouvoir compenser l'accroissement du débit du Rhin prévu à long terme.

Les raisons du projet ARN peuvent être résumées comme suit: d'abord, l'existence de nombreux plans de gestion élaborés dans des perspectives ou pour des fonctions diverses. Ensuite – et en relation avec le premier point – la nécessité d'étudier les interrelations. Finalement, combler les lacunes quant aux possibilités et aux limites techniques de gestion du fleuve.

#### 6.4 Objectifs

Les objectifs du projet ARN visent, en bref: la réalisation d'un système fluvial durable, durable en particulier en ce qui concerne les fonctions de protection contre les inondations, de sécurité de la navigation et de préservation de la nature. Bien évidemment, avec des coûts minimums, même sur le long terme. Le projet ARN ne préconise aucun choix spécifique d'aménagement de la région fluviale. Il n'a

kein Vorschrift. Es werden nur Informationen gegeben, auf Grund dessen die beteiligten Parteien ihre Meinung bilden können.

donc pas un caractère prescriptif. Il ne vise que la collecte d'informations sur la base desquelles les parties concernées pourront se forger des opinions.

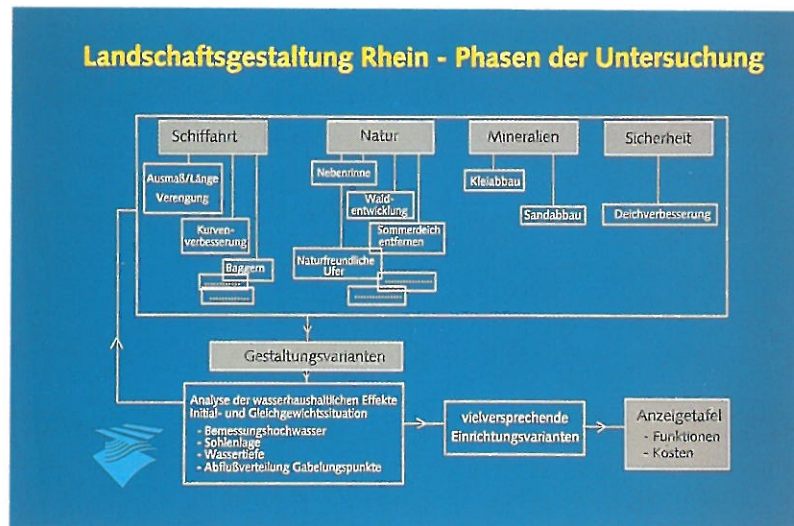


Abb. 6.13

Fig. 6.13

Die Abbildung 6.13 gibt eine Darstellung des im LGR-Projekt gefolgt Ansatzes beim Gestaltungsprozeß. Der Prozeß ist vom Bottom Up Typ. Zuerst ist eine Bestandsaufnahme aller Pläne im Studiengebiet durchgeführt worden. Es stellte sich heraus, daß es im Flußgebiet 250 Pläne gab, variierend von Naturentwicklungsprojekten, mit oder ohne Rohstoffabbau, zu Deichverbesserungsplänen. Natürlich fehlte das Waalprojekt für die Schifffahrt nicht. Auf der Grundlage dieser Pläne sind verschiedene Strategien oder Varianten entwickelt worden, zum Beispiel unter Berücksichtigung des Jahres, in dem die Pläne realisiert sein müssen. Anschließend wurden die Varianten mit einem hydraulischen und morphologischen Modell durchgerechnet. Es wird untersucht, ob die Varianten bestimmten wasserwirtschaftlichen Bedingungen entsprechen. Zum Beispiel: keine Zunahme der Hochwasserstände oder gerade eine bestimmte Zunahme der Wassertiefe für die Schifffahrt. Mittels iterativer Berechnungen, durch Anpassung der Maßnahmen, zum Beispiel weniger Vegetation oder mehr Abtrag, wird schließlich eine akzeptable Gestaltungsvariante gefunden. Der nächste Schritt ist die Einschätzung der Auswirkungen auf die an den Fluß gebundenen Funktionen. Dazu sind verschiedene Module entwickelt worden.

La figure 6.13 présente les approches du projet ARN en ce qui concerne le processus d'aménagement. Ce processus est du type "de bas vers le haut". On a tout d'abord procédé à l'inventaire de tous les plans élaborés pour la zone étudiée. C'est ainsi qu'on en a compté quelque 250, variant de projets de développement de la nature, avec ou sans réduction des matières premières, à des plans d'amélioration des digues. Sans oublier bien sûr le projet de navigation sur le Waal. Plusieurs stratégies ou variantes ont été élaborées sur la base de ces plans, en tenant compte, par exemple, de l'année de réalisation finale. Finalement, les variantes ont été calculés à l'aide d'un modèle hydraulique et morphologique. Le but est de définir si les variantes satisfont à certaines conditions d'économie hydraulique. Par exemple: pas d'augmentation des hauteurs des crues menaçant la sécurité ou tout justement un certain relèvement de la moyenne d'étiage pour permettre la navigation. Grâce à des calculs itératifs, par un ajustement des mesures, par exemple plus ou moins de végétation, une variable d'aménagement acceptable est finalement définie. L'étape suivante est d'évaluer les effets sur les fonctions concomitantes. Plusieurs modèles ont été développés à cet effet.



Abb. 6.14

Fig. 6.14

Die Abbildung 6.14 zeigt die Folgen für die Bemessungshochwasser beim ersten Rechenschritt einer Gestaltungsvariante. Diese Variante enthält eine Vielzahl von Vorlandplänen und das Schifffahrtsprojekt für die Waal. Es ist klar, daß die Zunahme der Bemessungshochwasser, die an einigen Stellen 35 cm beträgt, inakzeptabel ist. Die Deiche müßten dann ja erhöht werden, was gesellschaftlich und kostenmäßig auf großen Widerstand stoßen würde. In den nächsten Berechnungen wird solange iteriert, bis es keine Zunahme der Bemessungshochwasser mehr gibt.

La figure 6.14 souligne les conséquences de la régularisation des crues dans la première phase de calcul d'une variante d'aménagement. Cette variante comprend plusieurs plans d'aménagement des laisses et le projet de navigation sur le Waal. Il est évident que le niveau des crues, qui atteint 35 cm en certains endroits, est inacceptable. Les digues devraient alors être relevées ce qui, d'un point de vue économique et social, poserait de grands problèmes et se heurterait à une forte opposition. On poursuit les calculs jusqu'à ce qu'à obtenir une régularisation totale des crues, c'est-à-dire que le niveau n'augmente plus.

**Landschaftsgestaltung Rhein - eine Anzeigentafel**

Thema		Landschaftsalternativen			
		(1)	(2)	(3)	(4)
Sicherheit	- Änderung der Bemessungshochwässer (m)	0	0,2	0,5	0
	Schifffahrt	- Baggerkosten (MioHfl/Jahr)	0,4	0,6	3,6
Landwirtschaft	- Flächenverlust (ha/Jahr)	190	305	255	200
	- Ertragsverlust (MioHfl/Jahr)	40	52	112	82
Natur	- Waldfläche (ha)	1000	3000	5000	4000
	- Länge der Nebenrinnen (km)	8	50	250	120
Bergbau	- Klei (Mio m <sup>3</sup> /Jahr)	1,0	1,4	1,2	1,0
Kosten	- Landakquisition (MioHfl/Jahr)	8	13	11	8
	- Naturverwaltung (MioHfl/Jahr)	8	9	12	10
	- Flußverwaltung (MioHfl/Jahr)	1	1	3	2

Abb. 6.15

Fig. 6.15

Das Endergebnis aller Berechnungen ist eine Tabelle (Abb. 6.15), in der die Auswirkungen

Le résultat final de tous les calculs est un tableau (fig. 6.15) récapitulatif des divers effets,

gen für verschiedene Funktionen, anhand von Kriterien, dargestellt sind. Ich werde nicht weiter darauf eingehen, es ist nur ein Beispiel, aber es ist klar, daß auf der Grundlage einer solchen Tabelle, selbstverständlich ergänzt durch detailliertere Informationen, eine inhaltliche Diskussion über die Gestaltung des Flußgebietes geführt werden kann. Und das ist nun genau die Absicht des LGR-Projektes.

Das Projektergebnis ist ein Bericht, der in Kürze erscheinen wird und in dem unter anderem diese Wirkungstabellen aufgenommen sind. Daneben, und das ist eigentlich am wichtigsten, ein beschlußunterstützendes Instrument, das es ermöglicht, schnell auf veränderte Einsichten oder Ereignisse, wie Hochwasser, zu reagieren. Ein sehr nützliches Ergebnis ist eine umfangreiche GIS-Datenbank.

Zur Zeit arbeiten wir an der Vollendung und Berichterstattung des LGR-Projektes. Die zunehmenden Hochwasser sind dabei ein wichtiges Thema. Aus den Analysen wird allmählich klar, daß um der Hochwasserproblematik die Stirn zu bieten, großangelegte Eingriffe notwendig sind. Diese sind sicher erforderlich, wenn wir die Spirale der andauernden Deicherhöhungen durchbrechen möchten. Allmählich wird klar, daß wir vielleicht am Vorabend tiefgreifender Veränderungen in der Flußlandschaft stehen.

Ich möchte deshalb mit einem Rückblick auf die Entwicklung der Flußlandschaft in der Vergangenheit unter Einfluß vielerlei Entwicklungen abschließen. Denn Lösungen sind oftmals in der Vergangenheit zu finden. Auch möchte ich Sie auf eine Reise in die Zukunft mitnehmen, um zu sehen, wie die Flußlandschaft sich in den nächsten Jahrzehnten entwickeln könnte.

Wir fangen um das Jahr 1000 an (Abb. 6.16). Wir sehen einen natürlichen, nicht vom Menschenhand berührten Fluß, mit auf beiden Seiten einer breiten Fläche, wo der Fluß genügend Raum hat, um sich auszubreiten. Auf Abbildung 6.17 sehen Sie die Situation rund 1650. Die ersten menschlichen Versuche, den Fluß zu beherrschen, in seiner Freiheit zu beschränken, sind deutlich zu erkennen. Es sind Deiche gebaut worden, um Überschwemmungen zu

sur la base de critères. Je n'entrerai pas dans le détail de ces calculs; il ne s'agit que d'un exemple. Ce tableau cependant, bien évidemment complété d'informations plus détaillées, peut servir de base à une discussion de fond sur l'aménagement de la région fluviale. C'est justement ce que vise le projet ARN.

Les résultats du projet seront présentés dans un rapport, qui sera publié sous peu et dans lequel ces tableaux d'impacts seront, entre autre, repris. En outre, et c'est en fait le plus important, un instrument d'appui aux décisions permettant de réagir à des prévisions ou à des événements changeants, tels que les crues. Un résultat des plus utiles est la constitution d'une banque de données SIG étendue.

A l'heure actuelle, nous sommes en train de finaliser le rapport sur le projet ARN. Les crues croissantes en sont un thème important. Il ressort clairement des analyses que, pour affronter le problème des crues, des interventions de grande ampleur sont nécessaires. Elles sont inévitables si nous voulons interrompre la spirale du relèvement permanent des digues. Nous prenons lentement, mais toujours plus conscience de la nécessité de modifier en profondeur le paysage fluvial.

J'aimerais par conséquent terminer par une rétrospective de l'évolution de ce paysage dans le passé, sous l'influence des divers développements. Très souvent en effet, les solutions découlent d'événements passés. J'aimerais aussi vous offrir un voyage prospectif dans le paysage du futur, tel qu'il pourrait évoluer au cours des prochaines décennies.

Pour simplifier, commençons en l'an 1000 de notre ère (figure 6.16). Nous voyons un paysage naturel, un fleuve vierge de toute intervention humaine, avec sur ses deux rives, de larges surfaces où il pouvait se décharger de son trop plein d'eau. Sur la figure 6.17, nous sommes en 1650. Nous reconnaissons ici les premières tentatives humaines de contrôler le fleuve, de primer son cours et sa liberté. Des digues ont été construites pour lutter contre les inondations. Le





Abb. 6.16

Fig. 6.16

bekämpfen. Die ersten Buhnen sind gebaut worden, in erster Linie, um dem Fluß Land abzunehmen. Zwischen den Deichen hat der Fluß jedoch noch genügend Raum und kann noch mehr oder weniger als wild bezeichnet werden.

but des premiers épis étaient, en premier lieu, de gagner de la terre sur le fleuve. Entre les digues, le fleuve a encore suffisamment d'espace et son cours d'eau peut être encore qualifié de "sauvage".



Abb. 6.17

Fig. 6.17

Auf Abbildung 6.18 sehen wir den Fluß um das Jahr 1775. In etwa 100 Jahren hat sich der Fluß an eine völlig andere Stelle, und zwar zwischen den Deichen, verlagert. Es wurden Sommerdeiche gebaut, mit dem Ziel, so lange wie möglich ohne Überschwemmungsgefahr Landwirtschaft auf fruchtbarem Klei betreiben zu können.

Sur la figure 6.18, nous voyons le fleuve en l'an 1775. En 100 ans environ, le fleuve a creusé son lit dans un autre endroit, entre les digues notamment. On a construit des digues d'été pour se mettre à l'abri des crues, afin de pouvoir pratiquer l'agriculture sur l'argile fertile aussi longtemps que possible.



Abb. 6.18

Fig. 6.18



Abb. 6.19

Fig. 6.19

Im nächsten, zugegeben, großen Schritt, der Regulierung des Flusses, wird der Fluß weiter eingezwängt. Zur Orientierung, wir befinden uns mittlerweile im zwanzigsten Jahrhundert, ca. um 1920 (Abb. 6.19). Die Hauptrinne liegt endgültig fest und ist außerdem durch Bühnenbau tiefer und demzufolge mehr geeignet für die Schifffahrt. In den Überflutungsflächen hinter den Sommerdeichen haben sich durch Ablagerung von Flußschlamm große Kleischichten gebildet. Ein guter Rohstoff für Ziegeleien, die wir an den, ebenfalls geschaffenen, hochwasserfreien Stellen erkennen können.

Lors de l'étape suivante, particulièrement marquée il est vrai, de régularisation du régime du fleuve, son cours est de nouveau réprimé. Pour information, nous sommes ici en 1920 à peu près (fig. 6.19). Le cours du chenal principal est définitivement fixé ; sa profondeur est en outre accentuée par la construction d'épis ; il convient donc toujours plus à la navigation. Derrière les digues d'été, des dépôts d'alluvions et des couches d'argile ont recouvert les surfaces inondables. Il s'agit d'une matière première de choix pour les briqueteries qui se sont installées sur les sites non inondés, qui ont aussi été créés.



Abb. 6.20

Fig. 6.20

In Abbildung 6.20 die heutige Lage. Ein gebändigter Fluß. Die Früchte aller Anstrengungen in der Vergangenheit werden geerntet. Hinter den Deichen wohnt und arbeitet der Mensch sicher, obwohl wir den Begriff Sicherheit nach den vergangenen Hochwässern doch wieder etwas anders betrachten. Schifffahrt ist das ganze Jahr über gut möglich. Wir verfügen über Klei für Ziegelsteine und Deichbau. Dagegen ist die Natur großenteils verschwunden. In den Überschwemmungsflächen sehen wir hauptsächlich landwirtschaftlich genutztes Grasland und die Reste (Tümpel) der Klei- und Sandabträge. Ein wachsames Auge sieht, daß ein Teil des Deiches mehr in Richtung des Flusses verlegt worden ist.

Dans la figure 6.20 la situation actuelle. Un fleuve prisonnier. Les fruits de tous les efforts du passé sont récoltés. Derrière les digues, les hommes sont en sécurité pour habiter et travailler, bien que la notion de "sécurité" doive être quelque peu révisée au vu des inondations récentes. La navigation est possible pendant toute l'année. Nous disposons de suffisamment d'argile pour la fabrication de briques et la construction de digues. Par contre, en de nombreux endroits, la nature a pratiquement disparu. Ce que nous voyons, ce sont des superficies inondables couvertes d'herbages servant essentiellement aux besoins de l'agriculture, et le reste, des mares, des dépôts d'argile et de sable. Avec un peu d'attention, on remarque aussi qu'une partie de la digue s'est déplacée un peu plus en direction du fleuve.

Welche Möglichkeiten gibt es nun, um der zunehmenden Hochwasserproblematik die Stirn zu bieten. Um das Gefühl von Sicherheit gegen Überschwemmungen auch den nächsten Generationen weitergeben zu können? Dem Fluß Raum zurückzugeben, scheint die einzige Lösung. Aber wie? Und jetzt steigen wir vom Impressionismus auf den Kubismus um.

Comment pouvons-nous maintenant faire face au problème des crues? Comment pouvons-nous assurer les générations futures contre les inondations? Donner un peu plus d'espace au fleuve semble être la seule solution. Mais comment? Passons de l'impressionnisme au cubisme.

Der Startpunkt. In Abbildung 6.21 die heutige Lage, in der wir die charakteristischen Elemente der niederländischen Flußlandschaft erkennen: Sommerbett, Buhnen, Sommerdeich, eine hochwasserfreie Fläche, Überschwemmungsgebiet und ein Winterdeich. Welche Lösungsrichtungen für die Hochwasserproblema-

Le point de départ. Dans la figure 6.21 la situation actuelle. Nous reconnaissons les éléments caractéristiques du paysage rhénan néerlandais: lit d'été, épis, digue d'été, une superficie non inondable, une zone d'inondation et une digue d'hiver. Quelle orientation donner à la solution du problème des crues? pas de relè-

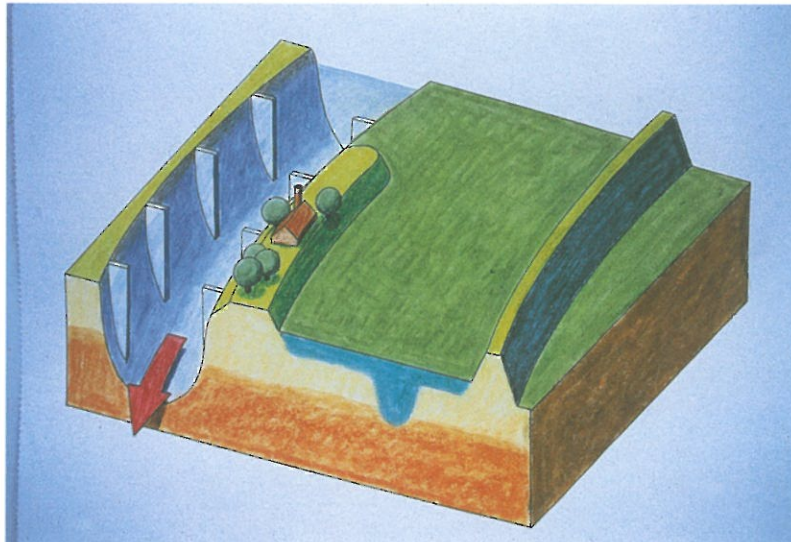


Abb. 6.21

Fig. 6.21

tik auch nicht ...? Doch wieder durch Deicherhöhung (Abbildung 6.22), wahrscheinlich nicht, durch Deichverlegung (Abbildung 6.23), Bau von Nebenrinnen und Kleiabträge (Abbildung 6.24) oder vielleicht noch ein Schritt weiter: Sandabtrag und teilweise oder vollständige Entfernung der hochwasserfreien Fläche (Abbildung 6.25)? Oder eine Kombination dieser Maßnahmen? Zurück in die Vergangenheit? Oder zurück in die Zukunft? Viele Möglichkeiten! Aber nicht mit der Folge, daß die Schifffahrt zum Niveau des Jahres 1900 zurückkehrt. Und die Ökologie möchten wir wiederherstellen.

ment des digues? ou relèvement (figure 6.22), probablement, sans déplacement (figure 6.23), par la construction de chenaux secondaires et de déblayage de l'argile (figure 6.24) ou peut-être faut-il aller un petit peu plus loin: par dragage du sable et suppression totale ou partielle des superficies non inondables (figure 6.25)? ou une combinaison de toutes ces mesures? Projection dans le passé? ou projection dans l'avenir? Tant de possibilités existent! Mais certainement pas celle de ramener la navigation au niveau des années 1900. Nous devons en outre penser à l'écologie.

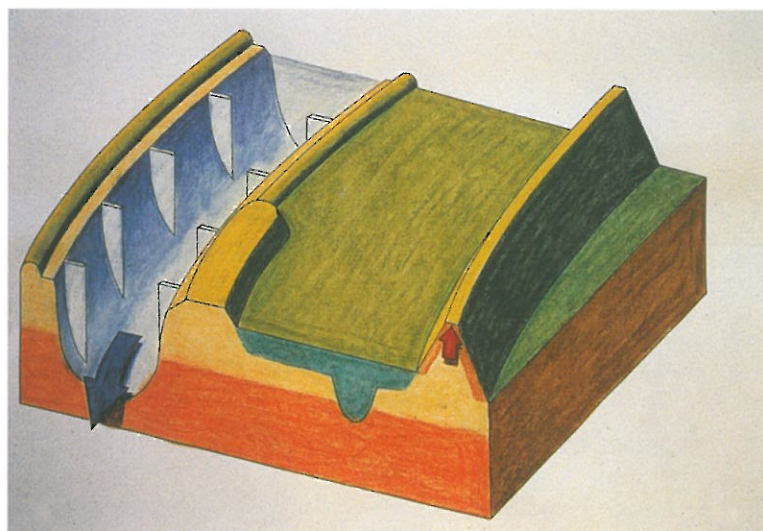


Abb. 6.22

Fig. 6.22

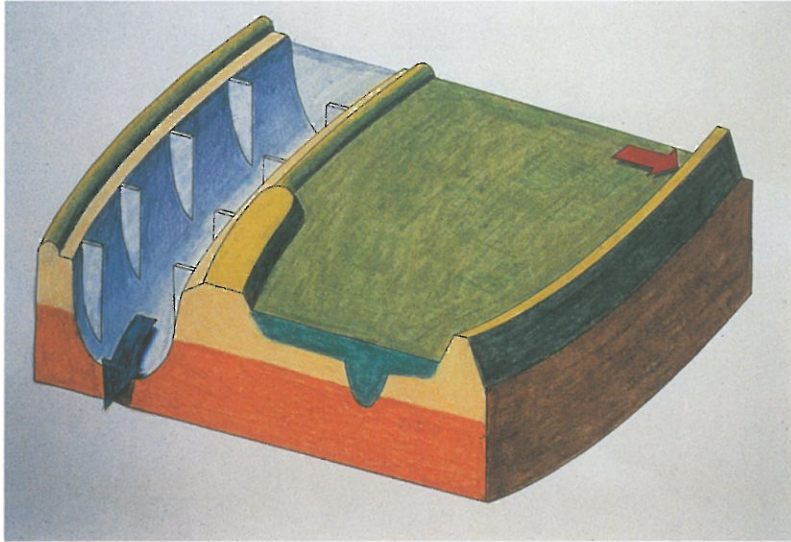


Abb. 6.23

Fig. 6.23

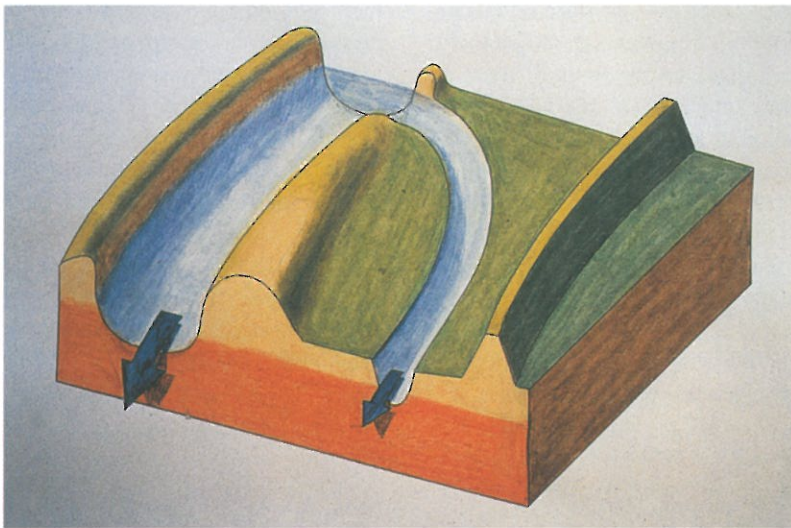


Abb. 6.24

Fig. 6.24

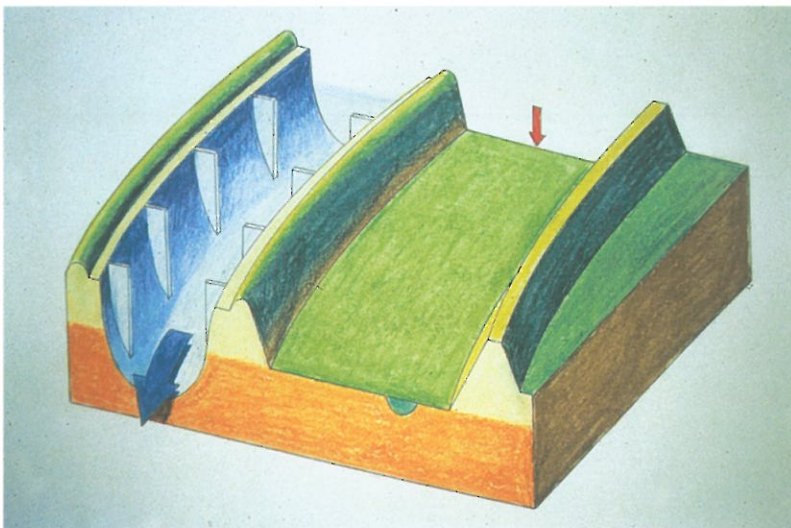


Abb. 6.25

Fig. 6.25

## 6.5 Schlußbemerkung

Alles in allem sehen wir uns einer enormen Herausforderung gegenüber. Für die Niederlande kann das LGR-Projekt dabei ein Hilfsmittel sein, aber wir werden auch und in zunehmendem Maße über die Landesgrenzen hinweg schauen müssen. Der Rhein kennt ja keine Grenzen. Das gilt auch für die physikalischen und ökologischen Prozesse im und am Rhein. Nationale Probleme am Fluß sind, oder werden nach gewisser Zeit, fast grundsätzlich gemeinsame, internationale Probleme, die wiederum grundsätzlich einen internationalen Ansatz verlangen, um zu einer dauerhaften Lösung zu geraten. Ich denke, ich bin mir sicher, daß dort der KHR eine wichtige Rolle vorbehalten ist.

## 6.5 Conclusion

En bref, nous sommes confrontés à un énorme défi. Pour les Pays-Bas, le projet ARN peut constituer une aide à la résolution de son propre problème, un problème qui débordera cependant toujours plus ses frontières. Le Rhin ne connaît pas de frontières, pas plus que les processus physiques et écologiques qui lui sont liés. Les problèmes nationaux rencontrés le long du cours du fleuve sont, ou deviendront après un certain temps, des problèmes fondamentaux concernant l'ensemble de la communauté internationale, et demandant en conséquence la définition d'approches globales pour les résoudre, dans une perspective de durabilité. A cet égard, je pense, je suis sûr même, que la CHR peut jouer un rôle important.

## 7. DIE ZUKUNFT DER KHR

Prof.dr.ir. J. Leentvaar und ir. E. van Velzen  
RIZA, Lelystad/Arnhem

### 7.1 Einführung

Die KHR wurde 1970 gegründet, damals im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade der UNESCO und ist ab 1975 im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms der UNESCO und des Operationellen Hydrologie-Programms der WMO fortgesetzt worden. Die Aufgaben der KHR wurden bei ihrer Gründung folgendermaßen definiert:

- Förderung der Zusammenarbeit zwischen hydrologischen Instituten und Ämtern im Rheineinzugsgebiet.
- Durchführen von hydrologischen Studien im Rheingebiet und Austausch von Untersuchungsergebnissen.
- Förderung des Austausches hydrologischer Daten und Informationen im Rheingebiet.
- Entwickeln von Standardmethoden für das Sammeln und Bearbeiten hydrologischer Daten in den Rheinanliegerstaaten.

Diese Aufgaben sind auch heute noch gültig. Bei der Errichtung der KHR waren die Flußuntersuchungen stark monodisziplinär orientiert. Die Hydrologie und insbesondere die Abflußvorhersage waren Schwerpunktsgebiete, die sich durch den stark grenzüberschreitenden Charakter als Thema ausgezeichnet dazu eigneten, der internationalen Zusammenarbeit Gestalt zu verleihen. Nun, 25 Jahre später, hat sich der Hintergrund der Untersuchungsarbeiten grundlegend geändert. Die Fragen über die künftige Verwaltung des Rheins sind qua Umfang und Komplexität mehr in den Vordergrund getreten.

### 7.2 Der Zustand der oberirdischen Gewässer, weltweit betrachtet

Die Weltbank ist eine Organisation, die bei der Bekämpfung von Armut in der Welt hilft, durch Unterstützung wirtschaftlich lebensfähiger

## 7. L'AVENIR DE LA CHR

prof.dr.ir. J. Leentvaar et ir. E. van Velzen  
Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad/Arnhem

### 7.1 Introduction

C'est en 1970 que fut fondée la CHR. Elle s'inscrivait à l'époque dans le cadre de la Décade hydrologique internationale de l'UNESCO et elle a été reconduite, à partir de 1975, dans le cadre du programme opérationnel d'hydrologie de l'Organisation de météorologie mondiale (OMM). Lors de la fondation, les tâches imparties à la CHR furent définies de la façon suivante:

- promotion de la coopération entre les instituts et services hydrologiques du bassin du Rhin;
- poursuite d'études hydrologiques dans le bassin du Rhin et échanges des résultats obtenus à l'issue des enquêtes;
- promotion des échanges de données et d'informations hydrologiques dans le bassin du Rhin.
- développement de méthodes standard ciblées sur la collecte et le traitement de données hydrologiques dans les états riverains du Rhin.

Aujourd'hui, ces tâches n'ont rien perdu de leur actualité. Lors de la fondation de la CHR, les enquêtes concernant le fleuve et son débit s'effectuaient selon un mode strictement unidisciplinaire. Elles étaient essentiellement ciblées sur l'hydrologie, et plus particulièrement sur la prévision des débits: deux thèmes clés qui, grâce à leur caractère éminemment transfrontalier, se prêtaient admirablement à la concrétisation de la coopération internationale. Vingt-cinq ans se sont écoulés depuis: aujourd'hui, l'arrière-plan des travaux de recherche a changé du tout au tout. En effet, étant donné son envergure et sa complexité, c'est désormais la problématique de la future gestion du Rhin qui se dessine au premier plan.

### 7.2 Les eaux de surface: état descriptif à l'échelle mondiale

La banque mondiale a pour vocation de lutter contre la pauvreté à travers le monde: pour ce faire, elle apporte son soutien à des projets

ger und ökologisch vertretbarer Projekte, die zu einer sozialen Gleichheit beitragen. Die Mehrheit dieser Projekte konzentriert sich auf die Verwaltung und Benutzung der wichtigsten Wohlstandsquelle: Wasser. Es handelt sich dabei insbesondere um Trinkwasserprojekte, Herstellung von Abwasseranlagen, Bewässerungs-/Drainageprojekte, Wasserkraftwerke und natürlich Deichbau gegen Überschwemmungen. Auf der Grundlage ihrer Erfahrungen hat die Weltbank als Schlußfolgerung gezogen, daß die Art, in der der Mensch mit seinen Wasservorräten umgeht, sich drastisch ändern muß und daß die Menschen einsehen müssen, daß Wasser eine knappe natürliche Ressource ist, mit der wir mit größter Vorsicht umgehen müssen.

Auf der vor drei Jahren in Rio de Janeiro abgehaltenen Weltkonferenz der Vereinten Nationen spielten die Wasserprobleme ebenfalls eine Hauptrolle. Da der Wasserkreislauf kontinuierlich stattfindet, kann Wasser in Prinzip auch fortlaufend genutzt werden. Dieser Kreislauf ist eine besondere Kombination von Destillations- und Bewegungsprozessen. Die Sonne verdunstet das Wasser im Meer und auf dem Land. Dies steigt in die Luft auf und wird auf irgendeine Weise irgendwo wieder auf die Erde fallen. Das Wasser sammelt sich in und auf dem Boden, fließt durch ein System von Flüssen von der Erde ab und kehrt so wieder ins Meer zurück. Immerhin, das ist der übliche Ablauf der Dinge.

Eine Entwicklung in Richtung der veränderten Bedeutung des Begriffes Hydrologie ist auch im jüngsten Programmentwurf des Internationalen Hydrologischen Programms sichtbar.

Ein Zitat aus diesem Programm lautet:

*Im allgemeinen muß IHP V eine stärkere gegenseitige Beziehung zwischen wissenschaftlicher Untersuchung, Anwendung und Ausbildung fördern. Der Schwerpunkt muß auf einer ökologisch gesunden, integrierten Wasserwirtschaftsplanung und -verwaltung, unterstützt durch wissenschaftlich bewährten Verfahren, liegen.*

visant à contribuer à l'abolition des inégalités sociales, projets qui se doivent d'être à la fois viables au plan économique et défendables au plan de l'environnement. La majorité de ces projets a trait à la gestion et à l'utilisation de la principale source de bien-être: l'eau. Il s'agit plus particulièrement dans ce contexte de projets ayant trait à l'eau potable, à l'aménagement de stations de traitement des eaux usées, ainsi qu'à l'irrigation et au drainage, aux centrales hydrauliques et, bien entendu, à la construction des digues chargées d'assurer la protection contre les inondations. Se basant sur ses expériences, la banque mondiale a conclu que l'homme devait revoir de fond en comble sa façon d'envisager l'exploitation des réserves hydrologiques: il faut que l'homme se rende compte que l'eau constitue une réserve naturelle limitée qu'il convient de n'exploiter qu'avec la plus grande circonspection.

Il y a trois ans, lors de la conférence mondiale organisée par les Nations unies à Rio de Janeiro, priorité a également été accordée aux problèmes hydrologiques. Etant donné que le cycle de l'eau constitue un processus continu, il est possible, en principe, d'exploiter l'eau en permanence. Ce cycle résulte de l'association des processus de distillation et de circulation. Le soleil provoque l'évaporation de l'eau, tant dans les océans qu'à la surface de la terre. Cette vapeur d'eau s'élève dans l'atmosphère pour retomber en fin de compte sur la terre. L'eau s'accumule dans les sols et en surface; elle ruisselle et s'écoule par le biais du réseau hydrographique, retournant ainsi à la mer. C'est là le cours normal des choses.

Le dernier avant-projet, émis par le Programme hydrologique international, met lui aussi en relief l'une des évolutions du concept d'hydrologie.

On peut y lire entre autres:

*En général, PHI-V doit viser à établir une meilleure corrélation entre la recherche scientifique, ses applications et la formation professionnelle. Il doit être ciblé sur une planification et une gestion intégrées, économiquement saines et soutenues par des processus scientifiquement éprouvés.*



Spezifisch für Flüsse kommt dies u.a. in einem der IHP V Projekte zum Ausdruck:

Dieses Projekt mit dem Namen "Interaktion zwischen Flußsystemen, Überschwemmungsgebieten und Feuchtgebieten" hat folgende Ziele:

- Beitragen zu den Erkenntnissen über die Rolle des hydrologischen Kreislaufes in verschiedenen Ökosystemen.
- Bestimmung der Zusammenhänge zwischen abiotischen und biotischen Indikatoren, um die filtrierenden Eigenschaften der Überschwemmungs- und Feuchtgebiete in bezug auf Sediment, Nährstoffe und Schadstoffe, sowie die ausgleichende Wirkung gegen extreme hydrologische Ereignisse zu erhalten.

In zunehmendem Maße nimmt bei den Untersuchungen im Flußbereich das Bedürfnis nach einer interdisziplinären Zusammenarbeit, bei der mehrere Funktionen des Flusses beteiligt sind, zu.

Mit Recht muß deshalb die Frage gestellt werden, in welche Richtung die KHR sich als Kooperationsorgan mit primär hydrologischen Zielen in der Untersuchungsarbeit in den nächsten Jahrzehnten entwickeln kann.

### 7.3 Arbeitsfeld

In den Flußuntersuchungen haben sich in den vergangenen Jahren drei Entwicklungen abgezeichnet:

1. Maßstabserweiterung
2. Integrierte Vorgehensweise, d.h. Hydrologie in einem breiteren Kontext
3. Ein Streben nach Effizienz

#### Zu 1: Maßstabserweiterung

Mit der Weiterentwicklung der Informationstechnologie ist das bereits länger signalisierte Bedürfnis nach einem das gesamte Rheineinzugsgebiet umfassenden Ansatz hinsichtlich der Flußproblematik in den Bereich der Möglichkeiten gerückt. Dieses Bedürfnis läßt sich

Une prise de position qui ressort plus particulièrement de l'un des projets PHI-V.

Le projet en question, baptisé "Interactions entre les réseaux hydrologiques, les zones d'inondation et les zones humides", s'est fixé les objectifs suivants:

- contribution à la somme de connaissances concernant le rôle du circuit hydrologique au niveau des différents écosystèmes;
- définition des rapports entre indicateurs biotiques et abiotiques, en vue de conserver d'une part les propriétés filtrantes des zones d'inondation et d'humidité au niveau des sédiments, des substances nutritives et des produits toxiques, et d'autre part l'effet équilibrant vis-à-vis de phénomènes hydrologiques extrêmes.

On dénote, en matière d'études hydrologiques, un besoin croissant de collaboration interdisciplinaire, une collaboration qui serait apte à prendre en compte plusieurs fonctions hydrologiques.

C'est pourquoi on est en droit de se demander, au plan des travaux de recherche, dans quel sens la CHR, en tant qu'organe de coopération ciblé au premier chef sur l'hydrologie, va s'orienter au cours des prochaines décennies.

### 7.3 Champ d'action

En matière de recherches hydrologiques, trois évolutions se sont dessinées au cours de ces dernières années:

1. recherches poursuivies sur une plus vaste échelle;
2. approche intégrée, autrement dit intégration de l'hydrologie à un contexte élargi;
3. efforts ciblés sur l'efficacité.

#### A propos de 1: recherches poursuivies sur une plus vaste échelle

Grâce au développement de la technologie informatique, le besoin, décelé depuis longtemps déjà, de prémices théoriques qui prendraient en compte l'ensemble du bassin du Rhin au plan de la problématique hydrologique, appartient désormais au domaine du possible. Un

anhand folgender Beispiele veranschaulichen, für die ein nationaler Ansatz entweder unmöglich ist oder nur zu unzulänglichen Ergebnissen führen würde:

- Klimaänderungen treten einzugsgebietsweit auf und zeigen ihre Konsequenzen. Die laufende Klimastudie der KHR hat bereits einen internationalen Charakter und kann auch nur so zu Ergebnissen führen.
- Der relative Anteil der diffusen Quellen an der Belastung der Oberflächengewässer nimmt zu. Wegen der Notwendigkeit, diese Emissionen einzudämmen, müssen völlig neue politische Gebiete zur Sprache gebracht werden (Landwirtschaft, Produktpolitik, Luftverschmutzung usw.). Gemeinsame Kenntnisentwicklung sowie gleichartige Informationsmodelle und Instrumentarien in den beteiligten Staaten können eine fruchtbare Grundlage für eine gemeinsame politische Weichenstellung sein.
- Die Hydrologie und Morphologie des Flusses sind steuernde Faktoren, z.B. für die Schifffahrtsfunktion und die ökologische Funktion des Flusses sowie für den Hochwasserschutz. Veränderungen im Oberlauf zeigen ihre Auswirkungen im Unterlauf und umgekehrt (vor allem morphologische Veränderungen). Die quantitative Einsicht in diese Beziehungsfelder muß die Grundlage für Verwaltungsmaßnahmen sein. Ein internationaler Konsens über die Methoden und Modelle fördert einen gemeinsamen Ansatz.
- Eine Wiederherstellung der Flußlandschaft und eine Stärkung der Flußdynamik sind die Voraussetzungen, damit sich flußtypische Pflanzen und Tiere wieder ansiedeln können. Die räumliche Streuung der Lebensgebiete ist eine Voraussetzung für eine gute Entwicklungschance (Ökonetz-Gedanken) des Flußökosystems als ganzes. International koordinierte Untersuchungen würden der ökologischen Funktion des Rheins sehr zu gute kommen.

## **Zu 2: Integrierte Vorgehensweise, d.h. Hydrologie in einem breiteren Kontext**

Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre trat eine Umkehr im Denken über den Fluß ein. Der

besoin que l'on peut illustrer à l'aide des quelques exemples suivants, des exemples qui prouvent que des prémisses à l'échelle nationale seraient irréalisables, voire qu'elles aboutiraient à des résultats insuffisants:

- Les modifications climatiques apparaissent et exercent leur influence sur toute la largeur du bassin fluvial. Les études climatiques menées à l'heure actuelle par la CHR présentent d'ores et déjà un caractère international, ce qui est d'ailleurs la condition sine qua non de leur réussite.
- La contribution des sources diffuses à la pollution des eaux de surface ne fait que croître et embellir. Du fait de la nécessité de limiter émanations et pollutions, il va falloir aborder des domaines politiques vierges: agriculture, politique de produit, pollution atmosphérique, etc... Effectué en commun, l'approfondissement des connaissances, ainsi d'ailleurs que l'utilisation par les états concernés, de modèles informatiques et d'instruments similaires, peuvent constituer la base fructueuse de la détermination, au plan politique, des options communes.
- L'hydrologie et la morphologie des cours d'eau constituent des facteurs d'orientation: songeons, par exemple, à leur rôle en matière de navigation, d'environnement, voire de protection contre les crues. Des modifications en amont, surtout lorsqu'elles sont de nature morphologique, se font sentir en aval et vice versa. Les mesures et aménagements relatifs à la gestion doivent reposer sur la connaissance quantitative de ces champs de corrélation. Un consensus international serait de nature à favoriser la définition de prémisses communes.
- La réhabilitation du paysage fluvial et le renforcement de la dynamique d'écoulement sont indispensables à la réussite de la réintroduction de la flore et de la faune, qui caractérisent le biotope fluvial. La dispersion des aires conditionne la réussite (théorie du réseau écologique) de l'écosystème fluvial tout entier. Des enquêtes coordonnées au niveau internationale favoriseraient la fonction écologique du Rhin.

## **A propos de 2: approche intégrée, autrement dit intégration de l'hydrologie à un contexte élargi**

Vers la fin des années 70 ou vers le début des années 80, la réflexion menée au sujet du

Begriff dauerhafte Nutzung kam auf und die Funktion Natur trat mehr in den Vordergrund. Die Einsicht, daß die einzelnen Flußfunktionen stark miteinander verwoben sind, hat die Flußpolitik tiefgreifend geändert. Dies führte dazu, daß der Verwaltung des Flusses auch immer höhere Anforderungen gestellt werden. Zusammenhängend mit dieser Entwicklung entwickelte sich ein zunehmender Bedarf an Informationen und Instrumentarien, um die Verwaltung besser steuern zu können. Nicht nur die Zahl der Fragen hat zugenommen, sondern deren Komplexität ebenfalls. Viele Fragen sind interdisziplinär, vor allem wenn es sich um die Verletzlichkeit des Rheineinzugsgebietes handelt. Dies gilt auch für die bei der KHR zentral stehende Disziplin, die Hydrologie. Sie ist nicht nur für Abflußvorhersagen von Bedeutung, sondern ebenso für die morphologische Entwicklung des Flusses, für die ökologische Entwicklung im Sommerbett und die Entwicklung der Natur in den Überschwemmungsflächen. Hydrologische Untersuchungsfragen werden immer öfter in einem breiteren Untersuchungskontext gestellt, aber sind fast immer die Grundlage für weitere Untersuchungen.

### **Zu 3: Streben nach mehr Effizienz**

Die Politik ist darauf ausgerichtet, mit geringen Geldmitteln dasselbe Ziel zu erreichen. Effizienzsteigerung ist ein Schlüsselwort geworden, auch bei Untersuchungen. Internationaler Kennnisaustausch sowie eine gemeinsame Entwicklung von Methoden, Techniken und Modellen sind Möglichkeiten, diesem Ruf nach größerer Effizienz Gehör zu geben.

Mehr und mehr müssen die von der KHR durchgeführten Projekte zu den Aufgaben und Zielsetzungen der beteiligten Institute passen. Die Institute sind und bleiben Auftraggeber der durchzuführenden Studien, denn die Institute liefern die dazu benötigten personellen und finanziellen Mittel. Deshalb möchten sie sich in den Produkten der KHR wiedererkennen. Neu-

flüsse fut l'objet d'un revirement. Le concept d'exploitation durable se fit jour et la fonction de l'environnement commença à se profiler au premier plan. On comprit alors que les différentes fonctions du fleuve étaient étroitement imbriquées, ce qui entraîna de profonds remaniements de la politique hydrologique. Dans la foulée, la gestion du fleuve fut soumise à des exigences de plus en plus strictes. Parallèlement à cette évolution, on assista à l'augmentation des besoins ciblés sur l'information et les instruments susceptibles d'améliorer la gestion. Le nombre et la complexité des problèmes qui se posent ne cessent d'augmenter. Nombre d'entre eux, surtout lorsqu'ils ont trait à la vulnérabilité du bassin du Rhin, présentent un caractère pluridisciplinaire. Des constatations qui sont d'ailleurs tout aussi valables dans le contexte de la discipline qui se trouve au centre des activités de la CHR: l'hydrologie. Une discipline essentielle, certes, en ce qui concerne les prévisions de débit, mais également capitale au plan de l'évolution morphologique du fleuve, de l'évolution écologique de son lit estival et de l'évolution de l'environnement dans les aires inondables. En matière d'hydrologie, les questions étudiées se situeront de plus en plus souvent dans un contexte de recherche élargi: elles constituent presque toujours la base de recherches ultérieures.

### **A propos de 3: efforts ciblés sur l'efficacité**

Nonobstant des moyens financiers réduits, la politique poursuivie vise à l'amélioration de l'efficacité. Même en matière de recherches, l'accroissement de l'efficacité est devenu un mot clé. Les échanges de connaissances qui s'effectuent au plan international, le développement, poursuivi en commun, de méthodes, de techniques et de la modélisation, telles sont les possibilités, parmi d'autres, qui permettront de concrétiser l'accroissement de l'efficacité.

De plus en plus, les projets réalisés par la CHR sont astreints à concorder avec les tâches et les objectifs des instituts concernés. En effet, ces instituts sont – et demeureront – les donneurs d'ordre des études à effectuer, ce sont eux qui fournissent les effectifs et les moyens financiers nécessaires: c'est pourquoi ils désirent se refléter dans les produits de la CHR. A date ré-

lich wurde dazu vereinbart, daß auf den Umschlägen der KHR-Berichte künftig die Logos der teilnehmenden Institute abgedruckt werden.

Die Aufgaben der Institute im Rheingebiet werden in zunehmendem Maße von der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung, die IKSR, bestimmt. Die Institute arbeiten zusammen bei der Vorbereitung von Berichten für die IKSR. Daneben gibt es eine zunehmende bilaterale Zusammenarbeit zwischen den Staatlichen Ämtern. Welche Rolle kann die KHR dabei spielen?

Zuerst müssen wir feststellen, daß die KHR in den vergangenen Jahren viele und nützliche Arbeiten geleistet hat. Die Rheinmonographie war das erste Ziel, aber daneben sind Berichte über Wasser- und Sedimentbewegung veröffentlicht worden, wurde zusammen mit der IKSR das Rheinalarmmodell entwickelt und finden Studien über Hochwasser und Klimaänderungen statt. Auch die moderne Informationstechnologie wurde nicht vergessen: die KHR ist dabei, für das Rheingebiet ein flächendeckendes GIS zusammenzustellen. Wegen ihrer besonderen Position als Arbeitsgemeinschaft der Rhein-anliegerstaaten, war die KHR in der Lage, große geographischen Datensätze umsonst zu bekommen und zu einem einheitlichen Datensatz für das gesamte Einzugsgebiet zusammenzufügen. Dieses GIS wird in Zukunft wieder die Grundlage weiterer Studien sein.

#### **7.4 Diskussion über die gesellschaftliche Einbettung**

Zur Zeit erfüllt die KHR eine einzigartige Rolle innerhalb der internationalen Zusammenarbeit im Rheineinzugsgebiet. Sie ist die einzige Arbeitsgemeinschaft, in der Untersuchungen und Kennnisaustausch Hauptziele sind. Die KHR ist bestrebt, ein Kennniszentrum für gemeinsame Probleme im Rheineinzugsgebiet zu sein. Es erhebt sich jedoch die Frage, ob die gesellschaftliche Einbettung der KHR hinreichend gewährleistet ist.

cente, il a été convenu à ce propos que les logos des instituts participants seraient imprimés sur les enveloppes utilisées pour les rapports de la CHR.

Dans le bassin du Rhin, les tâches des instituts sont elles-mêmes déterminées, chaque jour davantage, par la CIPR, Commission internationale pour la protection du Rhin. Les instituts oeuvrent en commun à la préparation des rapports destinés à la CIPR. Il existe parallèlement une coopération bilatérale – dont l'importance ne cesse d'augmenter – entre les différents services publics. Quel rôle la CHR est-elle appelée à jouer dans ce contexte?

D'entrée de jeu, il convient de noter que la CHR, au cours des années écoulées, a accompli un travail considérable et, de surcroît, un travail utile. La monographie du Rhin a constitué son premier objectif. Elle a publié, en outre, des rapports sur les mouvements hydrologiques et sédimentaires, elle a également développé, en collaboration avec la CIPR, le modèle d'alerte du Rhin et elle se livre à des études en matière de crues et de modifications climatiques. La technologie informatique moderne n'est pas en reste: la CHR s'apprête à élaborer un SIG valable pour l'ensemble de l'aire rhénane. Grâce à sa situation privilégiée en tant que groupe de travail des états riverains rhénans, la CHR pouvait en effet obtenir gratuitement d'importants fichiers géographiques, qu'elle a rassemblés en un seul fichier uniforme valable pour l'ensemble du bassin du Rhin. Désormais, c'est le SIG qui servira de base aux études ultérieures.

#### **7.4 Discussion au sujet de l'intégration sociale de la CHR**

A l'heure actuelle, la CHR joue un rôle privilégié au sein de la coopération internationale dans le bassin du Rhin. Elle est le seul et unique groupe de travail dont les objectifs essentiels sont ciblés sur la recherche et les échanges de connaissances. La CHR s'efforce d'être un centre de connaissances scientifiques destiné à prendre en compte les problèmes communs à l'ensemble du bassin du Rhin. Une question se pose cependant: l'intégration sociale de la CHR est-elle suffisamment garantie?

In der nächsten Abbildung ist die heutige Organisation der KHR dargestellt. Die KHR setzt sich aus den ständigen Vertretern und einem Sekretariat zusammen. Diese Vertreter, die sogenannten Koordinatoren, vertreten ihr Land. Die Rücksprache der Vertreter mit ihren nationalen Delegationen ist in den verschiedenen Ländern unterschiedlich organisiert.

Le schéma ci-dessous vous propose un survol de l'organisation de la CHR telle qu'elle se présente actuellement. Font partie de la CHR des délégués permanents et un secrétaire. Ces délégués, dénommés "coordonnateurs", sont chargés de représenter leurs pays respectifs. La façon dont les délégués en réfèrent à leurs délégations nationales respectives varie d'un pays à l'autre.



Abbildung 7.1 Heutige Organisation der KHR

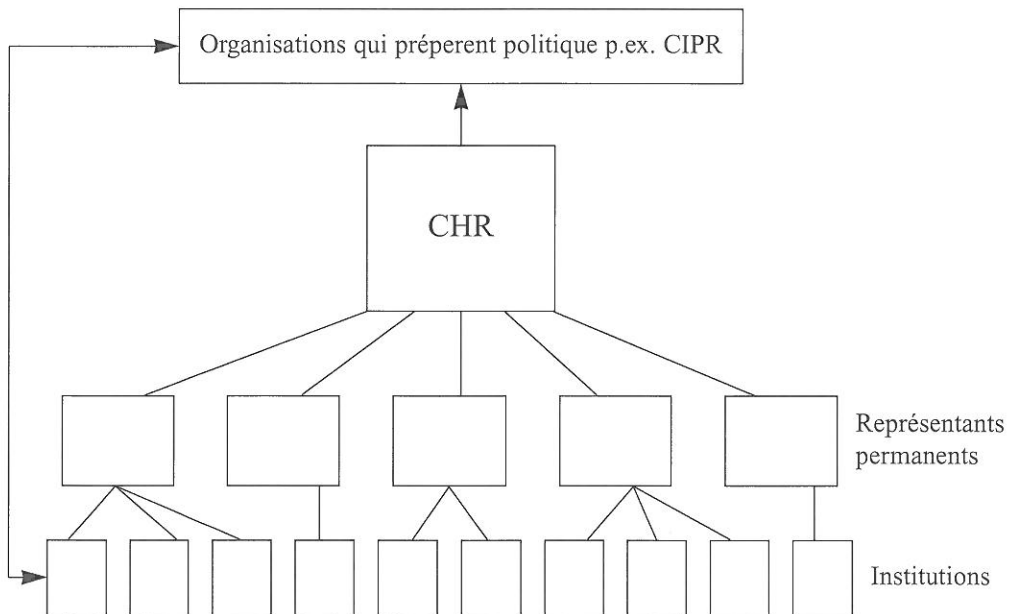


Figure 7.1 Organisation actuelle de la CHR

Zur Anregung einer Diskussion möchte ich die heutige Lage in einen Statement zusammenfassen:

Pour alimenter la discussion, j'aimerais vous expliquer succinctement la situation:

Die Beziehung zwischen der KHR und den nationalen Vertretern ist gut definiert. Die Beziehung zwischen den nationalen Vertretern und den führenden nationalen Untersuchungsinstitutionen ist weniger gut definiert. Man kann sich deshalb fragen, ob die führenden Untersuchungsinstitutionen in hinreichendem Maße die Früchte der KHR als Kenntniszentrum ernten können und ob die Institutionen sich in der KHR genügend erkennen und sich in ihr profilieren können.

Les rapports entre la CHR et les délégués nationaux sont clairement définis. Les rapports entre les délégués nationaux et les grands instituts nationaux sont moins univoques. On est donc en droit de se demander, d'une part si les grands instituts de recherche sont à même de récolter, dans une mesure suffisante, les fruits du travail de la CHR en tant que centre de connaissances scientifiques, et d'autre part si les instituts en question se reconnaissent suffisamment dans la CHR et s'ils sont aptes à se définir en fonction de la CHR.

Politikvorbereitende Organisationen, wie z.B. die IKSR, werden sich für wissenschaftliche Fragen im allgemeinen an die führenden nationalen Untersuchungsinstitutionen wenden. Wegen der unzureichend definierten Beziehung der KHR zu diesen Institutionen wird die KHR nicht oder nicht direkt als Kenntniszentrum angesprochen. In gewissem Maße könnte man den Informationsaustausch zwischen den politikvorbereitenden Organisationen und der KHR als Einbahnverkehr bezeichnen.

En général, dès qu'il s'agira de questions scientifiques, les organisations chargées de la préparation de la politique idoine, la CIPR par exemple, vont s'adresser aux grands instituts de recherche nationaux. Les rapports entre la CHR et ces organisations n'étant pas clairement définis, on ne s'adressera pas à la CHR, du moins pas directement, comme à un centre de connaissances scientifiques. Sous un certain angle, on pourrait considérer que les échanges d'informations, entre la CHR et les organisations chargées de l'élaboration de la politique idoine, circulent à sens unique.

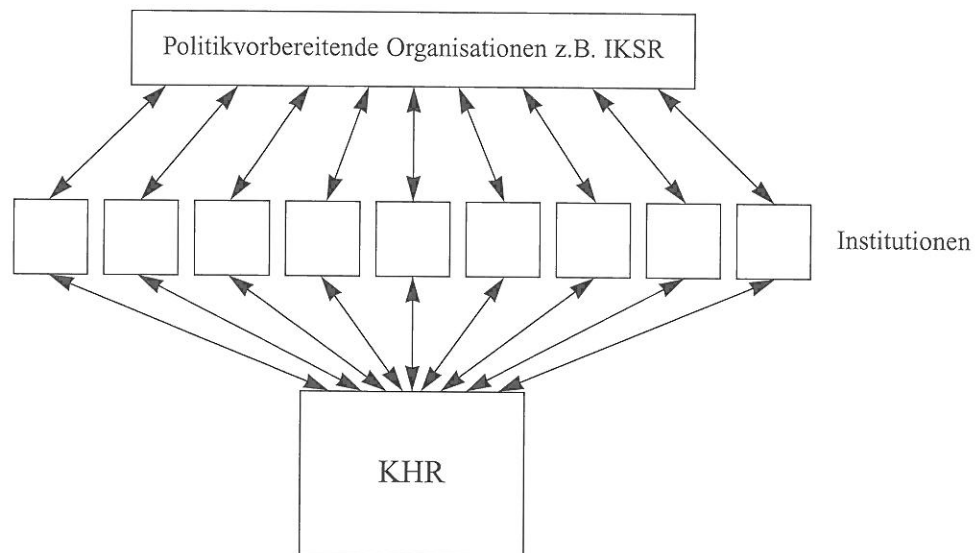


Abbildung 7.2 Alternative 1

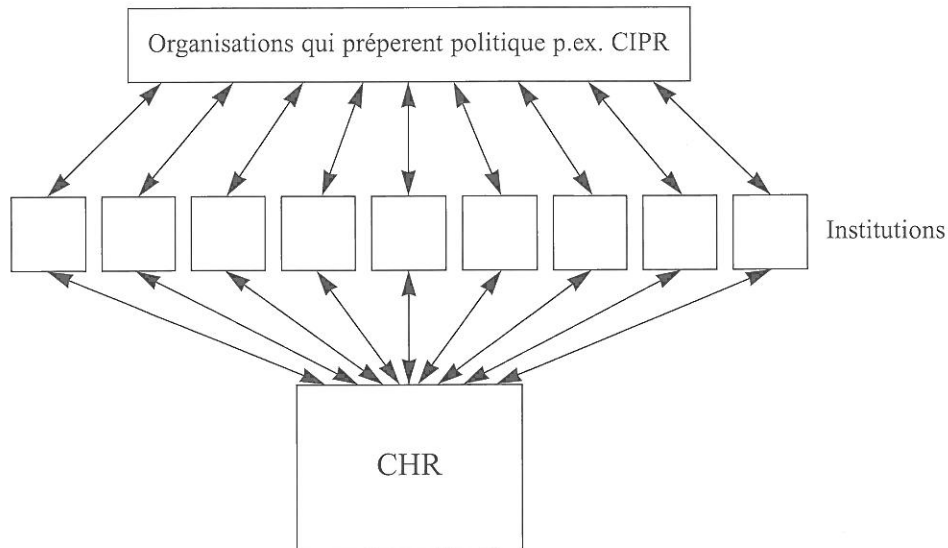


Figure 2 Solution de rechange n° 1

### Alternative 1

Wenn man diesen Statement als richtig betrachtet, wäre ein logischer Schritt, die führenden nationalen Untersuchungsinstitutionen im Rheineinzugsgebiet mehr in die KHR einzubeziehen. Organisatorisch ließe sich das verwirklichen, indem neben nationalen Vertretern, Vertretern der wichtigsten staatlichen Institute und Ämter sich in der KHR zusammenfinden. Die Institute und Ämter werden sich dann besser in den Arbeiten der KHR erkennen und die Besetzung der durchzuführenden Arbeiten durch diese Institute wäre besser gewährleistet.

Es bleibt jedoch die Frage, ob die KHR in diesem Falle nur ein Kenntniszentrum für die Untersuchungsinstitutionen sein möchte, oder ebenfalls von gesellschaftlichen Organisationen bei gemeinsamen und grenzüberschreitenden Problemen angesprochen werden möchte. Wenn die KHR eine Arbeitsgemeinschaft der führenden Untersuchungsinstitutionen ist, ist diese Frage weniger relevant. Diese Institutionen werden als erste angesprochen und können dabei von ihrer eigenen KHR profitieren und eventuell beschließen, gemeinsame Untersuchungen im KHR-Rahmen durchzuführen.

### Solution de rechange n° 1

Si l'on admet cette prémisse, on sera logiquement amené à envisager une plus grande implication dans la CHR des principaux instituts de recherche nationaux du bassin du Rhin. Au plan organisationnel, cela est parfaitement réalisable à condition qu'il y ait à la CHR, outre les délégués nationaux, des représentants des principaux instituts et services nationaux. Les instituts et services se reconnaîtraient alors beaucoup mieux dans la CHR, et on serait beaucoup plus sûr de pouvoir disposer des effectifs indispensables à l'exécution des travaux.

Reste à savoir si la CHR accepterait alors de n'être qu'un centre de connaissances scientifiques, qui serait à l'entière disposition des instituts de recherche, ou si elle souhaiterait au contraire servir d'interlocuteur à des organisations sociales en matière de problèmes communs, voire transfrontaliers. Si en tant que groupe de travail la CHR ne relève que des grands instituts de recherche, la question perd de son importance. En effet, ce sont les instituts en question qui seront interpellés en premier: ils pourront alors faire appel à la CHR – qui leur appartiendra – et pourront décider, le cas échéant, de poursuivre des recherches communes dans le cadre de la CHR.

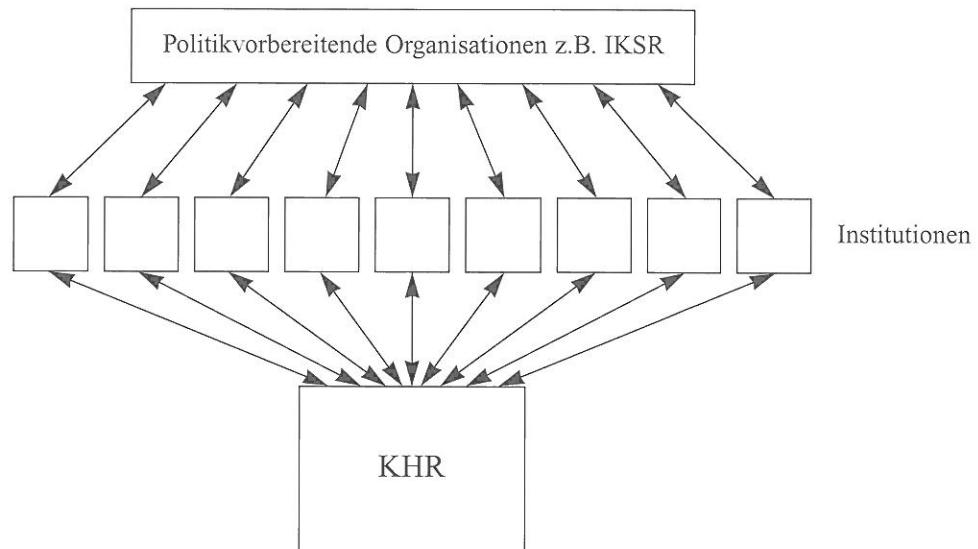


Abbildung 7.3 Alternative 2

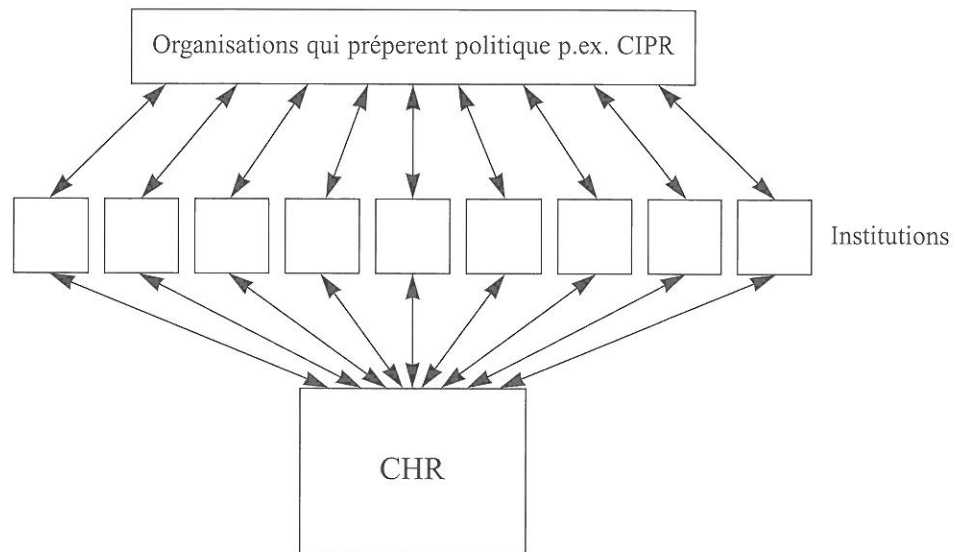


Figure 3 Solution de rechange n° 2

### Alternative 2

Eine noch weitergehende Alternative wäre, die Struktur der KHR so zu verändern, daß die KHR viel nachdrücklicher eine Arbeitsgemeinschaft nationaler Untersuchungsinstitute im Rheineinzugsgebiet wird. Auch dies würde bedeuten, daß das Prinzip der nationalen Vertreter verlassen wird und daß stattdessen Vertreter der teilnehmenden Institute die Koordination der KHR übernehmen. Aber die KHR wird dann

### Solution de rechange n° 2

Une solution de rechange encore plus radicale consisterait à modifier la structure de la CHR de façon à la transformer, de manière nettement plus univoque, en un groupe de travail qui serait une émanation des instituts de recherche nationaux au niveau du bassin du Rhin. Cela impliquerait *ipso facto* l'abandon du principe des délégués nationaux; se substituant aux délégués, les instituts participants se charge-



auch für die politikvorbereitenden nationalen und internationalen Gremien arbeiten.

## 7.5 25 Jahre KHR

Ein festliches Ereignis, bei dem man einen Augenblick verweilen darf. Ein Zeitpunkt, um zufrieden zurückzublicken und sich über die Zukunft Gedanken zu machen. Wie die KHR künftig auch organisiert wird, die vor 25 Jahren formulierten Aufgaben bleiben sehr lebendig und werden immer wichtiger.

Die Bedeutung der Zusammenarbeit im gesamten Rheingebiet zwischen staatlichen Institutionen und Ämtern nimmt nur zu. Es handelt sich dabei um den gesamten Rhein, alle Nebenflüsse und das betreffende Land. Die KHR hat eine Aufgabe bei der Entwicklung neuer Konzepte, um die Fragen, die uns wahrscheinlich in einigen Jahren gestellt werden, zu beantworten. Die KHR hat eine "Vordenker-Funktion".

Ein Informationsaustausch auf informeller Grundlage über welche Untersuchungen, wo im Rheineinzugsgebiet stattfinden; ein wissenschaftlich-technischer Erfahrungsaustausch und die Erstellung eines allgemein erkannten Grundpakets von Daten und Modellen ist auch aus politischer Hinsicht eine wünschenswerte Sache. Damit beschäftigt sich die KHR und damit soll sie auch weitermachen. Jedoch ..... eingebettet in eine sich ständig ändernde Gesellschaft.

Meiner Meinung nach, könnten die heutigen Themen

- Wasser- und Sedimentbewegung,
  - Klimaänderung und
  - GIS
- um die Themen
- Diffuse Einträge,
  - Renaturierung von Flußauen und
  - Hochwassermanagement und -vorhersagen ergänzt werden.

raient de la coordination de la CHR. En ce cas, la CHR travaillerait également pour les commissions nationales et internationales chargées de l'élaboration de la politique idoine.

## 7.5 La CHR fête ses 25 ans

Un événement solennel auquel il convient de s'attarder un instant. Le temps de jeter un regard en arrière, dans la satisfaction du travail accompli, et d'axer notre réflexion vers le futur. Quelle que soit la façon dont la CHR sera organisée à l'avenir, les tâches qui ont été définies il y a 25 ans restent d'une actualité brûlante: leur importance croît de jour en jour.

Tout comme d'ailleurs la portée de la coopération, au niveau de l'ensemble du bassin du Rhin, entre les différents instituts et services publics. Sont pris en compte à ce niveau le cours du Rhin tout entier, ses affluents et l'aire du bassin. Une tâche est dévolue à la CHR en matière de développement de nouveaux concepts, touchant les questions qui nous seront sans doute posées dans quelques années. Au plan de la réflexion, la CHR se doit de remplir une fonction d'anticipateur.

Même sous l'angle politique, un échange d'informations qui se déroulerait sur une base informelle, qui nous renseignerait sur les recherches en cours et sur l'endroit du bassin du Rhin où elles ont lieu, un échange de vues scientifico-technique sur les expériences, et l'élaboration d'un catalogue universellement reconnu en matière de données de base et de modèles semblent éminemment souhaitables: la CHR s'y emploie et il faut qu'elle poursuive sa tâche. Une seule réserve: il faut pour cela qu'elle soit intégrée à une société en voie de mutation.

Selon moi, les thèmes actuels

- mouvements hydrologiques et sédimentaires,
  - modifications climatiques,
  - SIG,
- ainsi que les thèmes
- afflux diffus,
  - réhabilitation des berges,
  - gestion et prévision des crues,
- pourraient faire l'objet d'études complémentaires.

Auf diese Weise hoffe ich, daß die KHR noch lange Zeit zugunsten aller Einwohner des Rheineinzugsgebietes und darüber hinaus arbeiten wird.

J'espère qu'il sera ainsi donné à la CHR de poursuivre la tâche entreprise. Pendant longtemps et pour le plus grand bénéfice des habitants du bassin du Rhin.

CHR/KHR (1978): Das Rheingebiet, Hydrologische Monographie. Staatsuitgeverij, Den Haag/  
Le bassin du Rhin. Monographie Hydrologique. Staatsuitgeverij, La Haye. ISBN 90-12017-75-0

**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 90-70980-01-0
- I-3 HOFIUS, K. (1985): Hydrologische Untersuchungsgebiete im Rheingebiet/  
Bassins de recherches hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-02-9
- 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 90-70980-03-7
- 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 90-70980-04-5
- 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 90-70980-05-3
- I-7 MENDEL, H.-G. (1988): Beschreibung hydrologischer Vorhersagemodelle im Rheineinzugsgebiet/  
Description de modèles de provision hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-06-1
- 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 90-70980-01-x
- I-9 CHR/KHR (1990): Das Hochwasser 1988 im Rheingebiet/  
La crue de 1988 dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-11-8
- I-10 NIPPES, K.-R. (1991): Bibliographie des Rheingebietes/  
Bibliographie du bassin du Rhin. ISBN 90-70980-13-4
- 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 SPREAFICO, M.; MAZIJK, A. VAN (Red.) (1993): Alarmmodell Rhein. Ein Modell für die operationelle Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein. ISBN 90-70980-18-5
- I-13 SPREAFICO, M.; MAZIJK, A. VAN (réd.) (1997): Modèle d'alerte pour le Rhin. Un modèle pour la prévision opérationnelle de la propagation de produits nocifs dans le Rhin. ISBN 90-70980-23-1
- I-14 EMMENEGGER, CH. et al. (1997): 25 Jahre KHR. Kolloquium aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der KHR/  
25 ans de la CHR. Colloque à l'occasion du 25<sup>e</sup> anniversaire de la CHR. ISBN 90-70980-24-x
- I-15 ENGEL, H. (1997): Fortschreibung der Monographie des Rheingebietes für die Zeit 1971-1990/  
Actualisation de la Monographie du Bassin du Rhin pour la période 1971-1990. ISBN 90-70980-25-8

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 90-70980-08-8

**Berichte unter der Schirmherrschaft der KHR**

**Rapports sous l'égide de la CHR**

- 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 90-70980-07-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 90-70980-09-6
- II-4 MAZIJK, A. VAN; VERWOERDT, P.; MIERLO, J. VAN; BREMICKER, M.; WIESNER, H. (1991): Rhein-  
alarmmodell Version 2.0 - Kalibrierung und Verifikation/  
Modèle d'alerte pour le Rhin version 2.0 - Calibration et vérification. ISBN 90-70980-12-6
- II-5 MADE, J.W. VAN DER (1991): Kosten-Nutzen-Analyse für den Entwurf hydrometrischer Meßnet-  
ze/  
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 Flood-  
plains, 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 simulation  
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 Witterungsverhältnisse im Mit-  
telrheingebiet von 1000 n. Chr. Bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. ISBN 90-  
70980-20-7
- II-10 WILDENHAHN, E.; KLAHOLZ, U. (1996): Große Speicherseen im Einzugsgebiet des Rheins. ISBN  
90-70980-21-5
- II-11 SPREAFICO, M.; LEHMANN, C.; SCHEMMER, H.; BURGDORFFER, M. KOS, T.L. (1996): Feststoffbeob-  
achtung im Rhein, Beschreibung der Messgeräte und Messmethoden. ISBN 90-70980-22-3

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 Verbal-Note 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 Reporteuren 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 106

### **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 106

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 afvoerregime”*

- Beschrijving van de invloed van menselijke activiteiten op de Rijnafoeren
- Bepaling van de invloed van veranderingen in bodemgebruik en klimaat op het afvoerregime 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. 106

### **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 cooperation 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. 106



**KOLOPHON / COLOPHON**

**Übersetzungen / traductions :** F. de Montmollin, Landeshydrologie und -geologie, Bern

**Drucker / imprimeur :** Veenman Drukkers, Wageningen

**Papier :** Chlorfrei M.C. / sans chlor M.C.

**ISBN :** 90-70980-24-x

**ANLAGE 1**

**Darstellung der Poster über die KHR und ihre Projekte**

**ANNEXE 1**

**Présentation des posters sur la CHR et ses projets**





# Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

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

### Mitgliedstaaten

Schweiz  
Österreich  
Deutschland  
Frankreich  
Luxemburg  
Niederlande

### Pays membres

Suisse  
Autriche  
Allemagne  
France  
Luxembourg  
Pays-Bas

### Aufgaben

Förderung der Zusammenarbeit  
hydrologischer Institutionen und Dienste  
im Rheineinzugsgebiet

Durchführung von Untersuchungen über  
die Hydrologie des Rheingebietes und  
Austausch der Ergebnisse

Förderung des Austausches von Daten  
und Informationen

Entwicklung von standardisierten  
Verfahren für die Sammlung und  
Bearbeitung hydrologischer Daten

### Tâches

Encourager la coopération entre les  
instituts et les services hydrologiques  
actifs dans le bassin du Rhin

Réalisation d'études hydrologiques dans  
le bassin du Rhin et échange de résultats

Encourager l'échange de données et  
d'informations hydrologiques

Elaboration de méthodes standardisées  
pour la collecte et le traitement des  
données hydrologiques

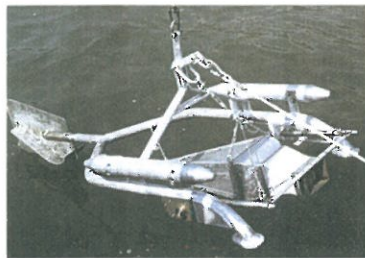
# KHR und Sediment: Meßgeräte und Meßmethoden

- Bestandsaufnahme Meßgeräte und Meßmethoden

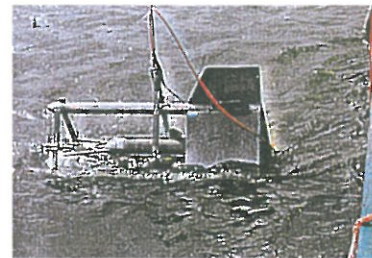
- Feststofffassung
  - Wildbäche
  - Alpen-, Ober-, Niederrhein
  - Seen und Stauräume



*Geschiebesammler  
Schipfenbach, Reusstal*



*Geschiebefänger  
BFG Koblenz*



*Akustischer Sandtransport  
Monitor (AZTM)*

- Peilungen: angewandte Methoden in der Schweiz, Deutschland und den Niederlanden

- Physikalische Eigenschaften der Feststoffe

- Gemeinsame Messungen im Rhein

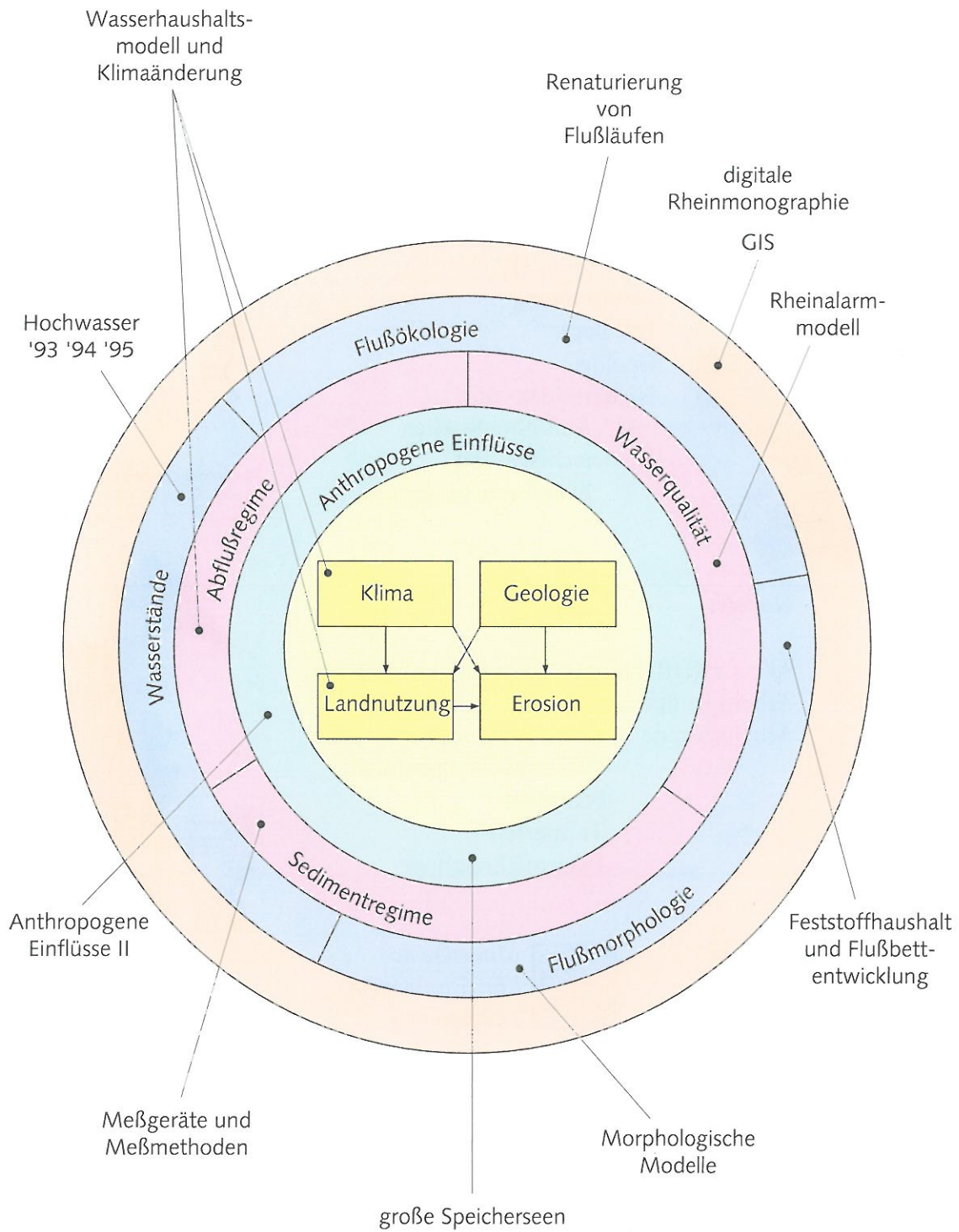
April 1996: Niederrhein Messung

Teilnehmer: Niederlande  
Schweiz  
Deutschland

Ziel: Vergleich verschiedener Meßgeräte und Meßmethoden.



# KHR und aktuelle Projekte



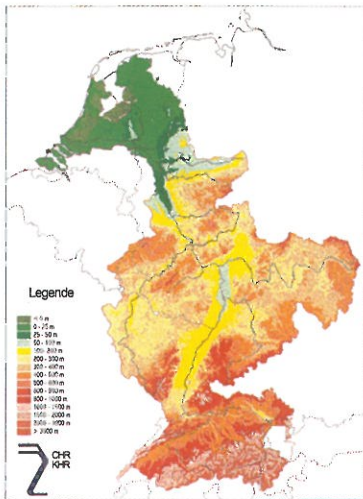
# KHR und GIS



## Ziel:

Realisierung einer digitalen Rheinmonographie durch Zusammenfügen vorhandener, nationaler, thematischer Datensätze

Digitales Höhenmodell Rheineinzugsgebiet  
Raster 1000 x 1000 m (Lambert Projektion)



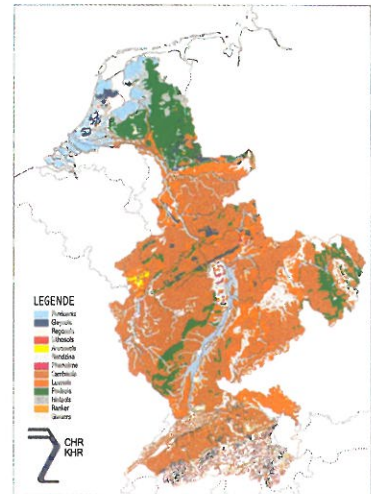
## Inhalt:

Topographie  
Wasserläufe / Einzugsgebiete  
Höhenmodell  
Landnutzung  
Pedologie  
Geologie  
Niederschlag- und  
Abflußmeßstellen  
Niederschläge und  
Evapotranspiration

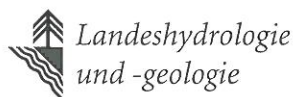
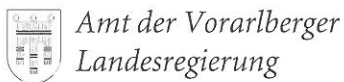
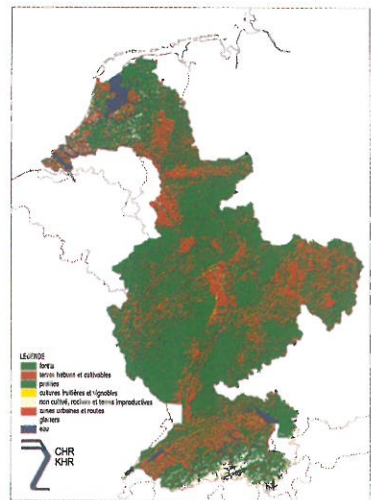
## Nutzer:

Alle im KHR-Rahmen zusammenarbeitenden Arbeitsgruppen, z.Z:  
Arbeitsgruppe Klimaänderungen  
Arbeitsgruppe Wasserhaushaltsmodell  
Arbeitsgruppe Sediment  
Arbeitsgruppe Talsperren  
Arbeitsgruppe Extreme Ereignisse

Digitale Bodenkarte Rheineinzugsgebiet  
Raster 1000 x 1000 m (Lambert Projektion)



Landnutzungskarte Rheineinzugsgebiet  
Raster 1000 x 1000 m (Lambert Projektion)



Université de Metz



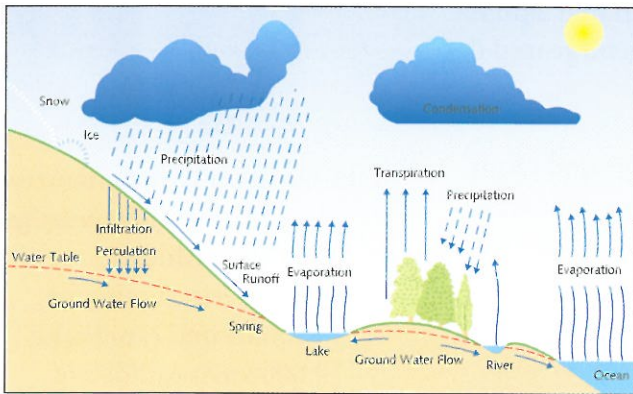
Ministère de l'Environnement



Université Louis Pasteur  
Strasbourg

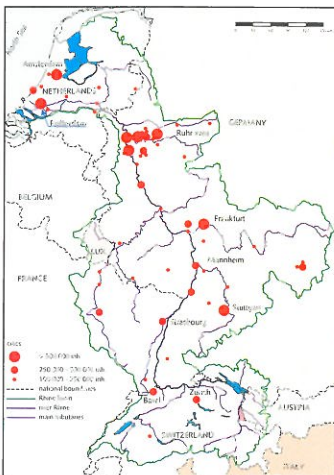


# KHR und Klimaänderungen

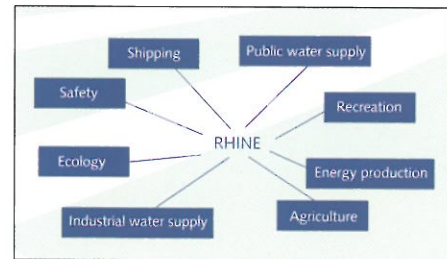


Klimaänderungen können zu Änderungen von Niederschlag, Schneeschmelze und -akkumulation, Evapotranspiration und Landnutzung führen. Solche Änderungen werden das Abflußregime der Flüsse beeinflussen.

## Änderungen des Abflußregimes beeinflussen die gewässerfunktionen:

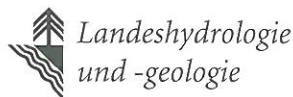
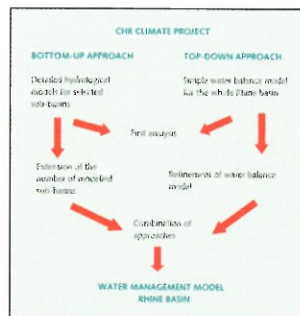


Der Rhein ist der wichtigste Fluß Westeuropas. In seinem 185.000 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet leben etwa 55 Millionen Menschen. Der Rhein ist eine der meist befahrenen Wasserstraßen der Welt und ist von entscheidender Bedeutung für die Wasserversorgung großer, wirtschaftlich wichtiger, Gebiete.



Die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) hat ein Projekt, mit folgenden Zielen aufgegriffen:

- 1) Entwicklung eines Wasserhaushaltsmodelles für das Rheingebiet
- 2) Analyse des Einflusses von Klima- und Landnutzungsänderungen auf mittlere und extreme Abflüsse
- 3) Bestimmung einschränkender Maßnahmen

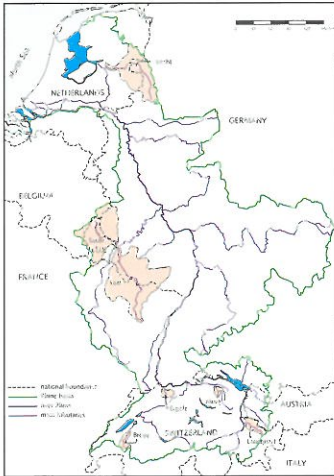


Universiteit Utrecht





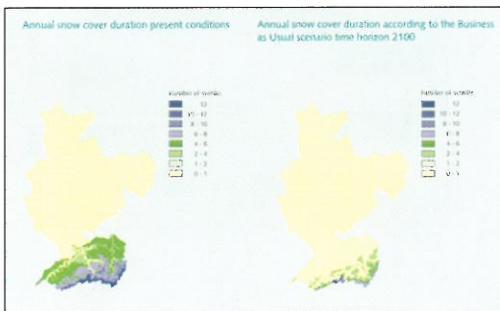
## BOTTOM-UP ANSATZ



Detaillierte hydrologische Modelle für repräsentative Teileinzugsgebiete im Rheingebiet für den alpinen Bereich, das Mittelgebirge und das Flachland.

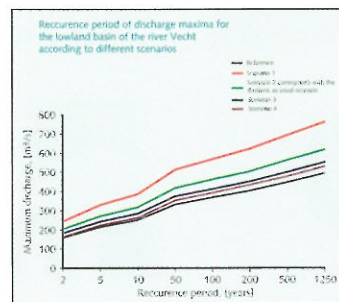
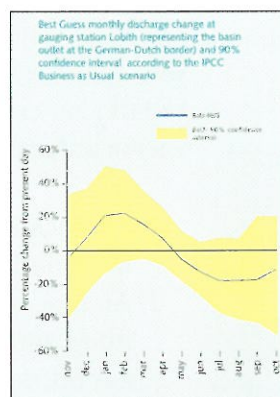
Diese Modelle:

- sind zeitlich (1 Tag) und räumlich (100-1000 km<sup>2</sup>) detailliert
- zeigen gute Ergebnisse bei der Simulation von Wasserbilanzkomponenten, mittleren Abflüssen und Hochwässern
- simulieren die Effekte von Klima- und Landnutzungsänderungen

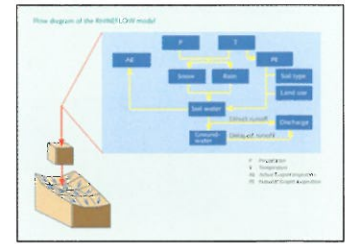


Simulationen mit Klimaszenarien zeigen:

- eine drastische Änderung der Schneedecke
- eine Zunahme der Evapotranspiration
- eine Änderung des Rheines von einem kombinierten Regenwasser-/ Schneeschmelzfluß zu einem Regenwasserfluß
- eine Zunahme der Winter- und eine Abnahme der Sommerabflüsse
- eine mögliche Zunahme der Hochwässer



## TOP-DOWN ANSATZ

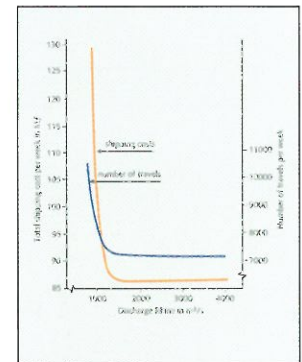


GIS-basiertes Wasserbilanzmodell für das gesamte Rheineinzugsgebiet. Dieses Modell:

- hat eine geringe zeitliche (1 Monat) und räumliche (10.000 km<sup>2</sup>) Auflösung
- zeigt gute Ergebnisse bei der Simulation von Abflüssen, Schneedecke und Evapotranspiration
- simuliert die Effekte von Klimaänderungen auf mittlere Abflüsse

Häufigere Niedrigwässer beeinflussen die Schifffahrt, Energieversorgung und Ökologie

Zunahme der Hochwasserabflüsse kann die Sicherheit ernsthaft bedrohen



In der zweiten Phase des KHR-Projektes:

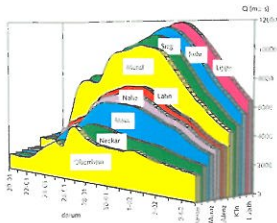
- werden weitere Teileinzugsgebiete modelliert
- wird das Wasserbilanzmodell verfeinert
- werden beide Ansätze kombiniert
- werden Modelle für Schwebstoffe und Wasserqualität implementiert
- wird der Einfluß von Klima- und Landnutzungsänderungen auf die Binnengewässer und die Wasserhaushalt der Niederlande untersucht

# KHR und Hochwasser

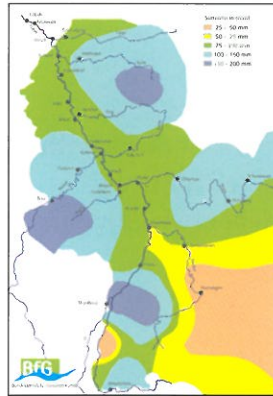


## Beschreibung von: Ursachen

- Niederschläge
- Schneeschmelze
- Klimaänderungen?

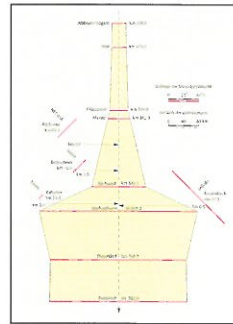


Hochwasserwellenablauf im Rhein während des Hochwassers 1995. Die Main erreichte am Pegel Frankfurt den größten Abfluß seit Beginn der regelmäßigen Beobachtungen. Der Scheitel am Rheinpegel Koblenz lag 31 cm unter dem Maximalwert des Hochwassers 1994. Durch Addition der Nebenflüsse Sieg, Ruhr und Lippe stieg der Abfluß bis zur deutsch-niederländischen Grenze weiter an. Am Pegel Lobith erreichte der Spitzenabfluß 12.060 m<sup>3</sup>/s. Dieser Abfluß wurde in diesem Jahrhundert nur einmal übertroffen.



Verteilung der Niederschlagssummen vom 21.-30. Januar 1995.

Im Rheingebiet wurden flächendeckend etwa 100 mm Niederschlag registriert, das bedeutet etwa 200% der mittleren Januarniederschläge. Im Moselgebiet fielen 50 mm Niederschlag in 24 Stunden, was zu einem Ansteigen des Moselpegels Trier um mehr als 5 m in 24 Stunden führte.



## Ablauf

- Abflüsse
- Schwebstoffe
- Geschiebe
- Wasserqualität

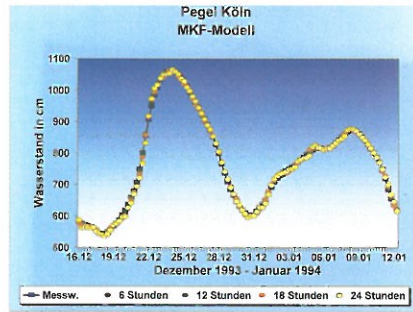
Schwebstofffrachten in Rhein, Main, Lahn und Mosel während des Hochwassers 1993/94.

Im Rhein betrug die Schwebstofffracht zwischen 35 und 68% der mittleren Jahresfracht. In der Mosel lag dieser Wert sogar bei 125%.

## Vorhersagen



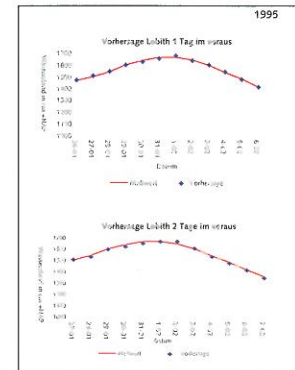
Mobile Schutzwand in der kölnen Altstadt am 28./29.3.1988. Foto Günther Lamek, Koblenz.



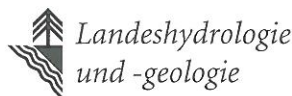
Gemessene und vorhergesagte Wasserstände am Rheinpegel Köln für 6, 12, 18 und 24 Stunden.



Hochwasser 1995, Deventer an der IJssel. Foto Claus van den Brink, RIZA



## Folgen



DIREN, Metz



Service de la Navigation,  
Strasbourg



ASTA,  
Luxembourg



RIZA

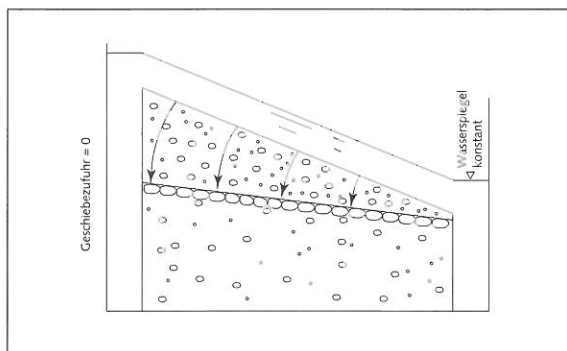
# KHR und Sediment: Morphologische Modelle



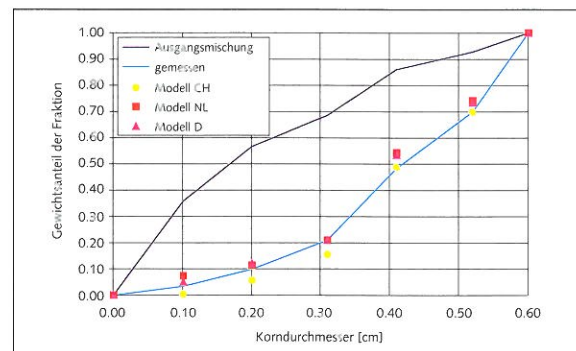
- Ziel:**
- Kenntnisaustausch zwischen Institutionen im Rheineinzugsgebiet, die sich mit morphologischer Modellierung beschäftigen
  - Empfehlungen für weitere Modellentwicklung und für den Einsatz morphologischer Modelle im Rheineinzugsgebiet

- Arbeitsweise:**
- \* Simulation eines Abpflasterungs-Versuches von Günter (1971)
  - \* Simulation eines Abpflasterungs-Versuches von Ribberink (1987)
  - \* Simulation der morphologischen Entwicklung der Strecke unterhalb der Geschiebezufuhr bei Iffezheim
  - \* Simulation der Musterstrecke Niederrhein (km 800 - 845)

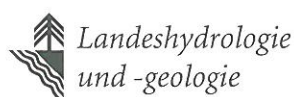
In Testversuchen an der Versuchsanstalt für Wasserbau (Zürich) wurde in einer 40 m langen Rinne eine Geschiebemischung mit einem konstanten Abfluß belastet. Bei unterbundener Geschiebezufuhr erfolgte eine Rotationserosion bis zur Selbststabilisierung der Sohle infolge einer Deckschichtbildung



Versuchsordnung bei den Versuchen von Günter



Vergleich der gemessenen und berechneten Kornverteilung der Deckschicht im Endzustand des Versuches I/3 von Günter



Bundesanstalt für Wasserbau



# KHR und Sediment: Feststoffhaushalt und Flußbettentwicklung



## Ziele/Nutzen

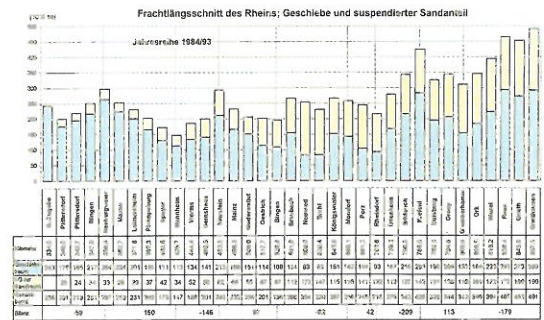
- Erhebung und Bereitstellung von Datenreihen zur Befriedigung der Ansprüche morphologischer Bilanz- und Prognosemodelle sowie Trendanalysen
- Entwicklung und Entscheidungsgrundlagen zur Regulierung und Erhaltung des Sohlgleichgewichts unter Berücksichtigung ökologischer Belange
- Vorgabe von Kenngrößen zur Überwachung und Steuerung des Geschiebehaushalts

## Durchführung

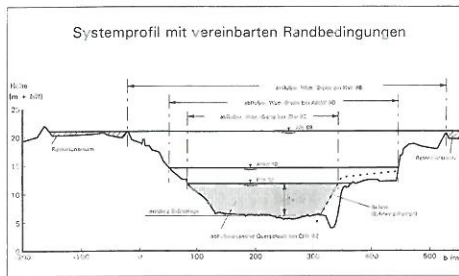
Die Entwicklung der Sohlenhöhe des Rheins wird zur Plausibilisierung auf 3 Säulen gestellt (unabhängige hydrologische Methoden)

- Wasserspiegelentwicklung GLW aus Pegelaufzeichnungen und Fixierungen
- Querprofilvergleiche aus Hauptpeilungen
- Geschiebebilanz aus Transportmessungen

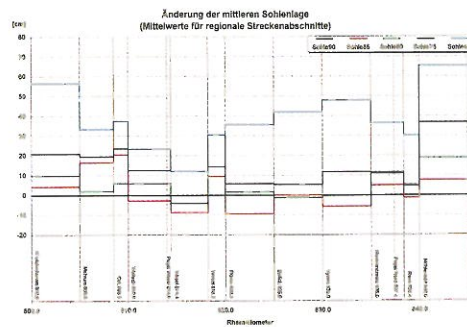
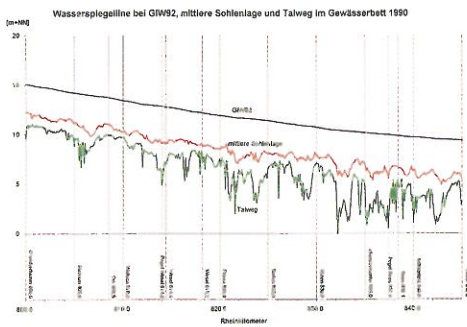
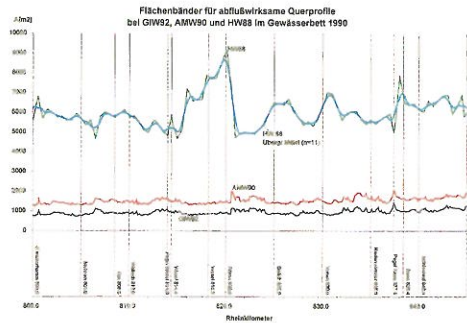
Das methodische Vorgehen und die Visualisierung der Ergebnisse wurde für eine Musterstrecke am Niederrhein erarbeitet und soll später auf die gesamte Strecke ausgeweitet werden. Die Methoden zur Datenerfassung werden vor Ort benötigt, um einheitliche Informationen zur morphologischen Entwicklung zu erheben und für verschiedene Zwecke vorzuhalten.



- Bilanzierung des Geschiebe- und Suspensionstransportes
- Entwicklung des Feststoffregimes und Einteilung in Erosions- und Akkumulationsstrecken



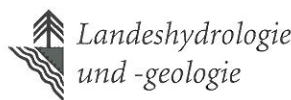
- Aufzeigen der sedimentologischen Einflußgrößen und hydraulischen Randbedingungen



- Aufzeigen der großräumigen und langfristigen Entwicklung von Wasserspiegel und der Sohlenlage



WSD-west



WSD-südwest







# Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

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

### Mitgliedstaaten

Schweiz  
Österreich  
Deutschland  
Frankreich  
Luxemburg  
Niederlande

### Pays membres

Suisse  
Autriche  
Allemagne  
France  
Luxembourg  
Pays-Bas

### Aufgaben

Förderung der Zusammenarbeit  
hydrologischer Institutionen und Dienste  
im Rheineinzugsgebiet

Durchführung von Untersuchungen über  
die Hydrologie des Rheingebietes und  
Austausch der Ergebnisse

Förderung des Austausches von Daten  
und Informationen

Entwicklung von standardisierten  
Verfahren für die Sammlung und  
Bearbeitung hydrologischer Daten

### Tâches

Développement de la coopération entre  
les instituts et les services hydrologiques  
dans le bassin du Rhin

Réalisation d'études hydrologiques dans  
le bassin du Rhin et échange de résultats

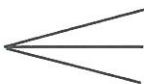
Développement des échanges de données  
et d'informations hydrologiques

Elaboration de méthodes standardisées  
pour la collecte et le traitement des  
données hydrologiques

# CHR et Sédiment: Instruments et méthodes de mesure



- Inventaire des instruments et méthodes de mesure

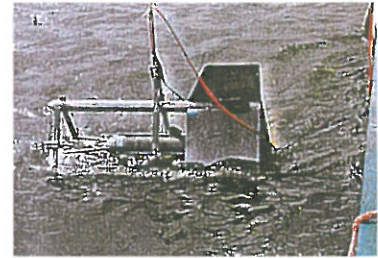
- Mesurage des matériaux solides 
  - Ruisseaux
  - Rhin alpin, supérieur et inférieur
  - Lacs naturels et de retenue



*Collecteur de  
charriage de fond  
Schipfenbach, Reusstal*



*Réceptacle de  
charriage de fond  
BFG Coblenze*



*Instrument à ultra-sons  
pour mesurer le transport  
de sable (AZTM)*

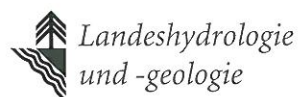
- Sondages: les méthodes utilisées en Suisse, en Allemagne et aux Pays-Bas
- Caractéristiques physiques des matériaux solides

- Mesurages communs dans le Rhin

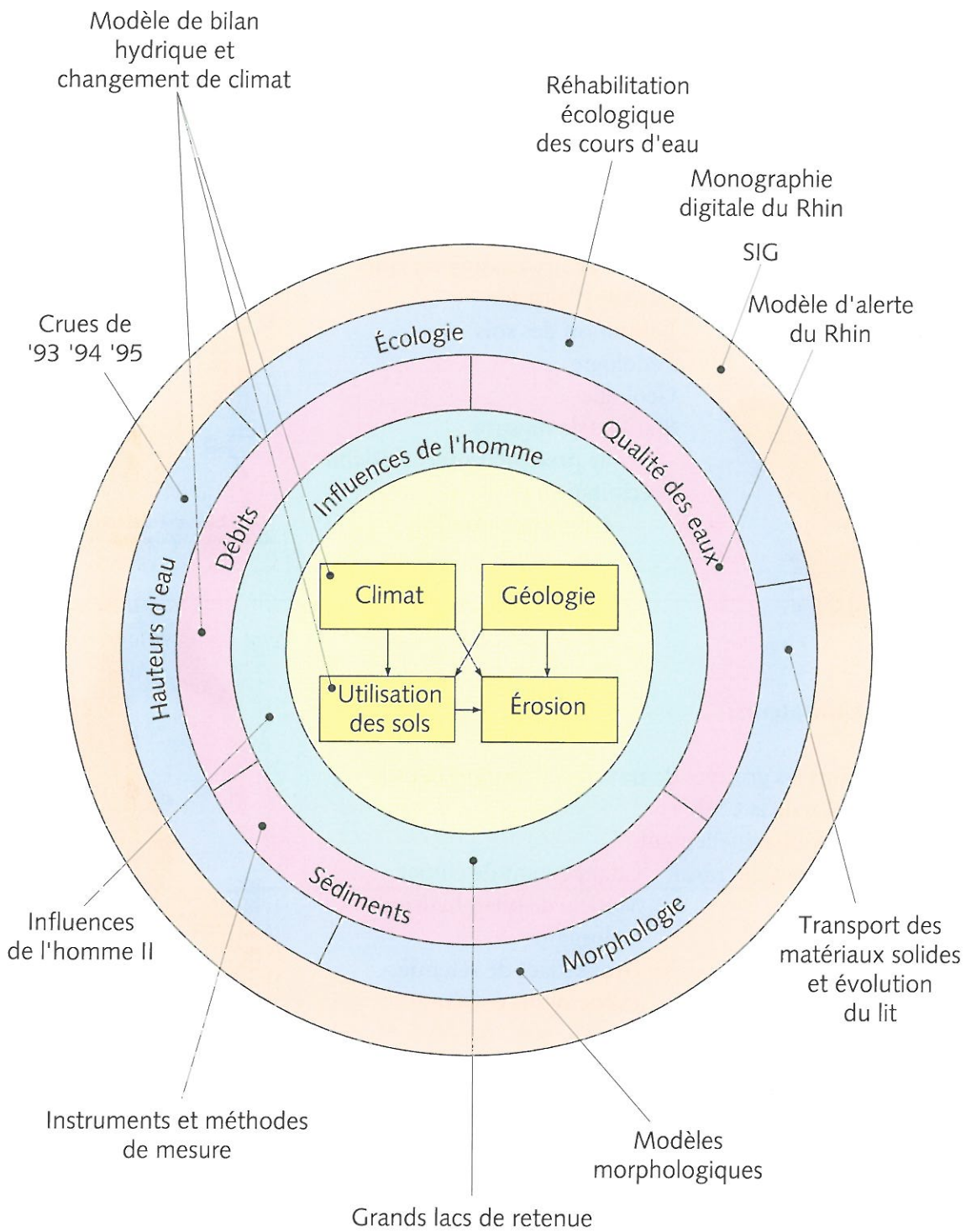
Avril 1996: Mesurage dans le Rhin inférieur

Participants: Pays-Bas  
Suisse  
Allemagne

But: Comparaison des différents instruments et méthodes de mesure



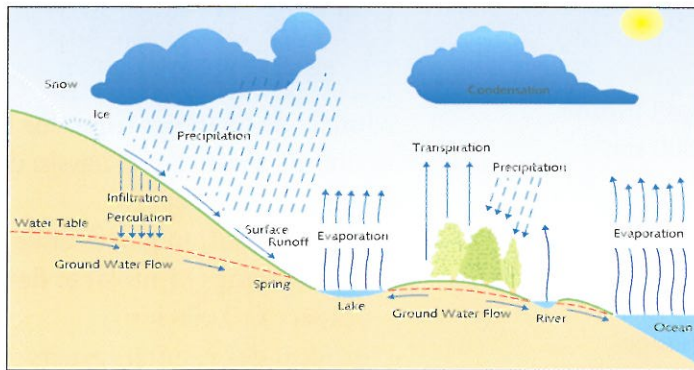
# CHR et projets actuels





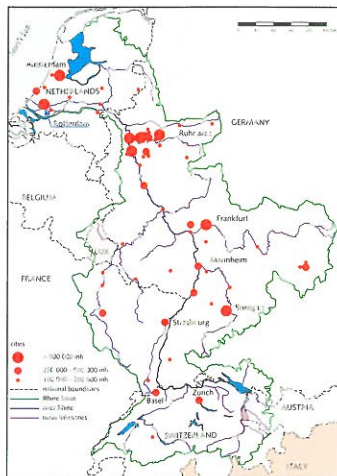
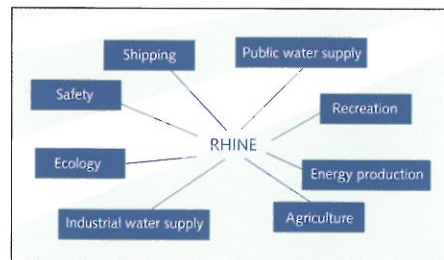


# CHR et changements de climat



Des changements de climat peuvent causer des modifications dans la précipitation, la fonte et l'accumulation de neige, l'évapotranspiration et l'utilisation des sols. De tels changements influencent le régime du débit des fleuves.

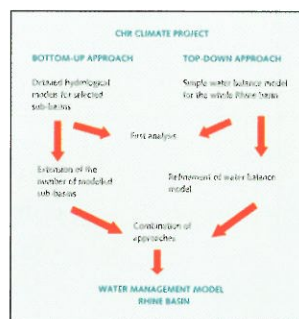
**Des changements du régime du débit influencent les fonctions du fleuve:**



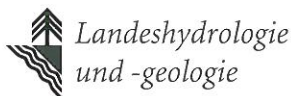
Le Rhin est le fleuve le plus important de l'Europe occidentale. Il y a environ 55 millions d'habitants dans son bassin versant de 185.000 km<sup>2</sup>.

Le Rhin est le fleuve au lequel la navigation est la plus intense du monde et il est essentiel pour l'alimentation en eau de grandes régions qui sont économiquement très importantes.

La Commission internationale de l'Hydrologie du Rhin (CHR) a entamé un projet dont les buts les plus importants sont:



- 1 Développement d'un modèle de bilan hydrique pour le bassin du Rhin
- 2 Analyse de l'effet des changements de climat et de l'utilisation des sols sur les débits moyens et extrêmes
- 3 Détermination des mesures pour limiter ces effets



Universiteit Utrecht





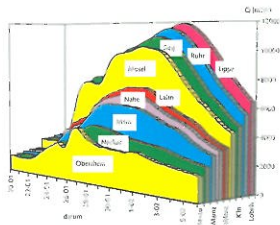
# CHR et crue



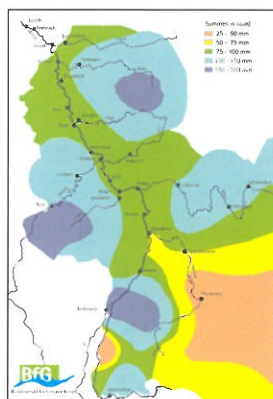
Description des:

## Causes

- Précipitations
- Fonte des neiges
- Changement de climat?



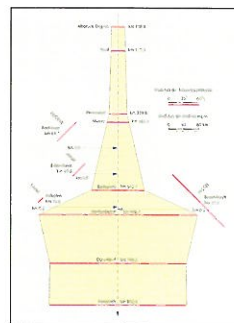
La progression de l'onde de crue dans le Rhin lors de la crue de 1995. A Frankfurt la Main a atteint le débit le plus élevé depuis les premières observations. La valeur maximum à Coblenz a été 31 cm au dessous du maximum de la crue de 1994. L'apport des affluents Sieg, Ruhr et Lippe a augmenté davantage le débit jusqu'à la frontière germano-hollandaise. A la station de Lobith le débit maximum a atteint 12.060 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur n'a été dépassée qu'une seule fois pendant ce siècle



Distribution des précipitations entre le 21 et le 30 janvier 1996.

Dans tout le bassin du Rhin on a enregistré environ 100 mm de pluie, c'est-à-dire environ 200% des précipitations moyennes de janvier.

Dans le bassin de la Moselle il y a eu 50 mm de pluie en 24 heures, ce qui a causé une élévation du niveau d'eau à Trèves de plus de 5 m en 24 heures.

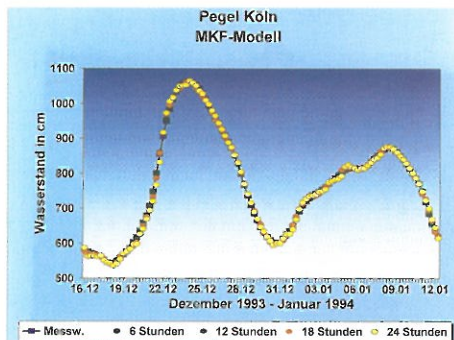


## Développement de la crue

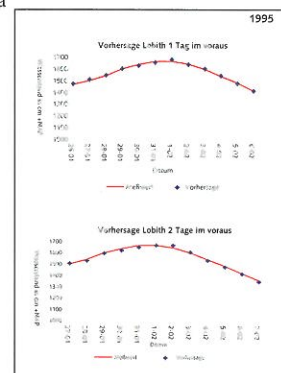
- Débits
- Matières en suspension
- Qualité de l'eau

Les charges en suspension dans le Rhin, le Main, la Lahn et la Moselle lors de la crue de 1993/94.

La charge en suspension dans le Rhin s'est élevée à 35-68% de la charge annuelle moyenne. Dans la Moselle cette valeur s'est élevée même à 125%.



Les niveaux d'eau mesurés et prévus à Cologne pour 6, 12, 18 et 24 heures.



## Prévisions

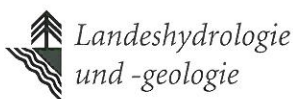


Panneau mobile pour protéger le vieux centre de la ville de Cologne les 28 et 29 mars 1988. Photo Günther Lamek, Coblenz.



Crue de 1995, Deventer sur l'IJssel. Photo Claus van den Brink, RIZA

## Effets



DIREN, Metz



Service de la Navigation, Strasbourg



ASTA, Luxembourg



RIZA

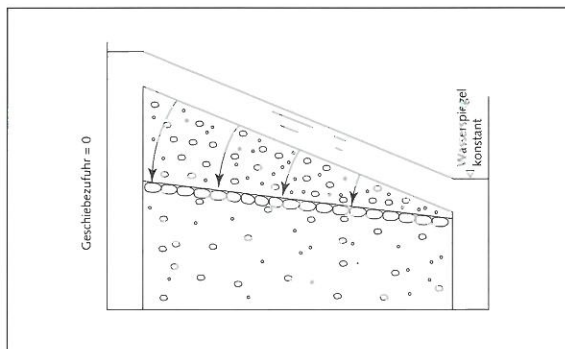
# CHR et Sédiment: Modèles morphologiques



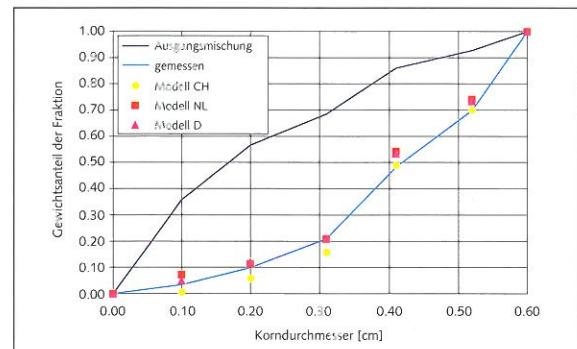
- But:**
- Échange de connaissance entre les instituts dans le bassin du Rhin qui s'occupent de la modélisation morphologique
  - Recommandations pour le développement ultérieur de modèles et pour l'emploi de modèles morphologiques dans le bassin du Rhin

- Méthode employée:**
- \* Simulation d'un essai d'étanchement de Günter (1971)
  - \* Simulation d'un essai d'étanchement de Ribberink (1987)
  - \* Simulation du développement morphologique du tronçon en aval d'Iffezheim lieu où le charriage de fond est introduit
  - \* Simulation du tronçon d'essai sur le Rhin inférieur (PK 800 - 845)

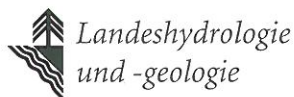
Dans les essais mentionnés ci-dessus, effectués par la VAW, on a chargé une quantité de charriage de fond à un débit constant dans un canal long de 40 m. Quand l'introduction de charriage de fond a été achevée, une érosion rotatoire suivit jusqu'à ce que le lit se stabilise à cause de la formation d'une couche de couverture.



Préparatiau de l'essai Günter



Comparaison entre les valeurs mesurées de distribution granulométrique dans la couche de couverture et de la distribution calculée dans la situation finale de l'essai I/3 de Günter



Bundesanstalt für Wasserbau





