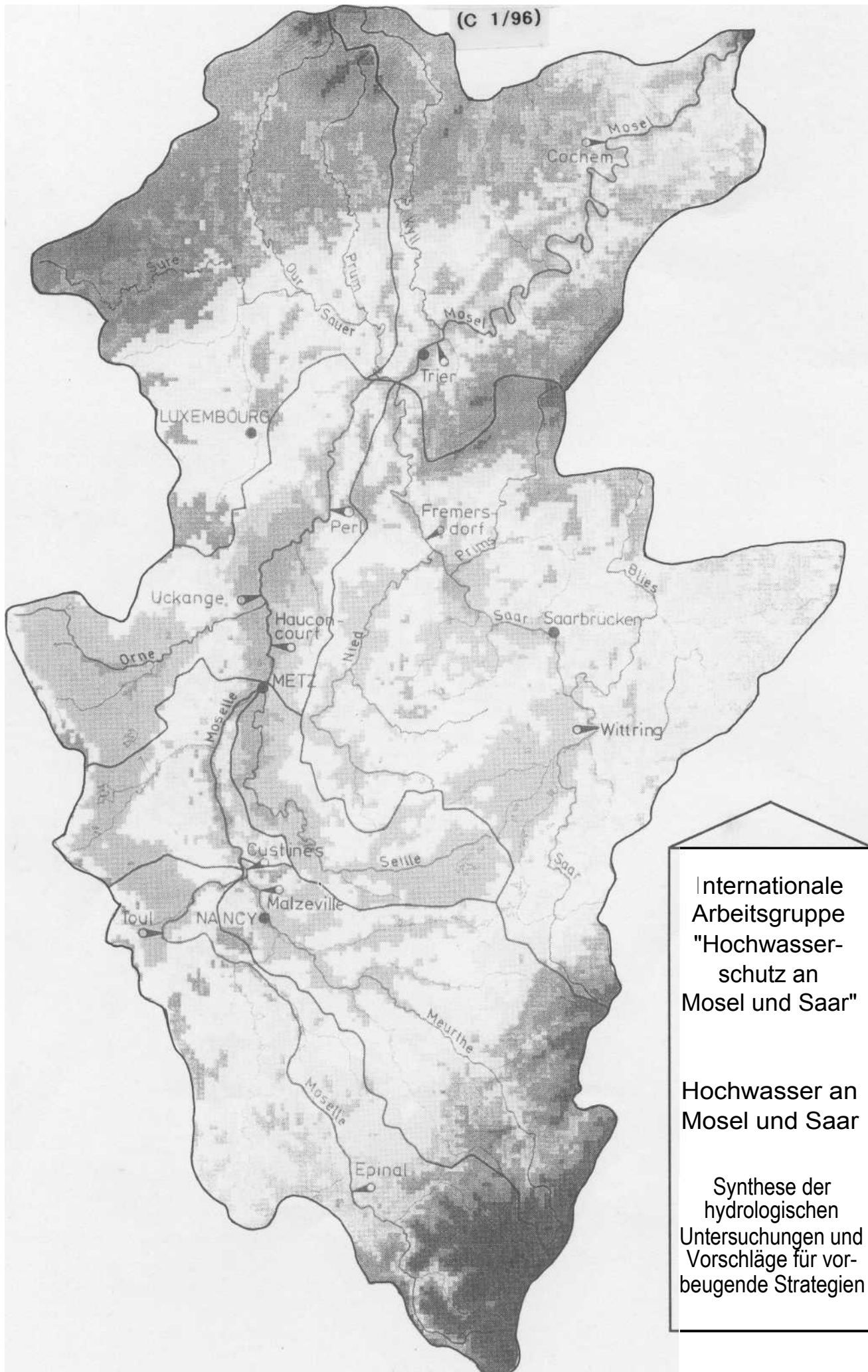


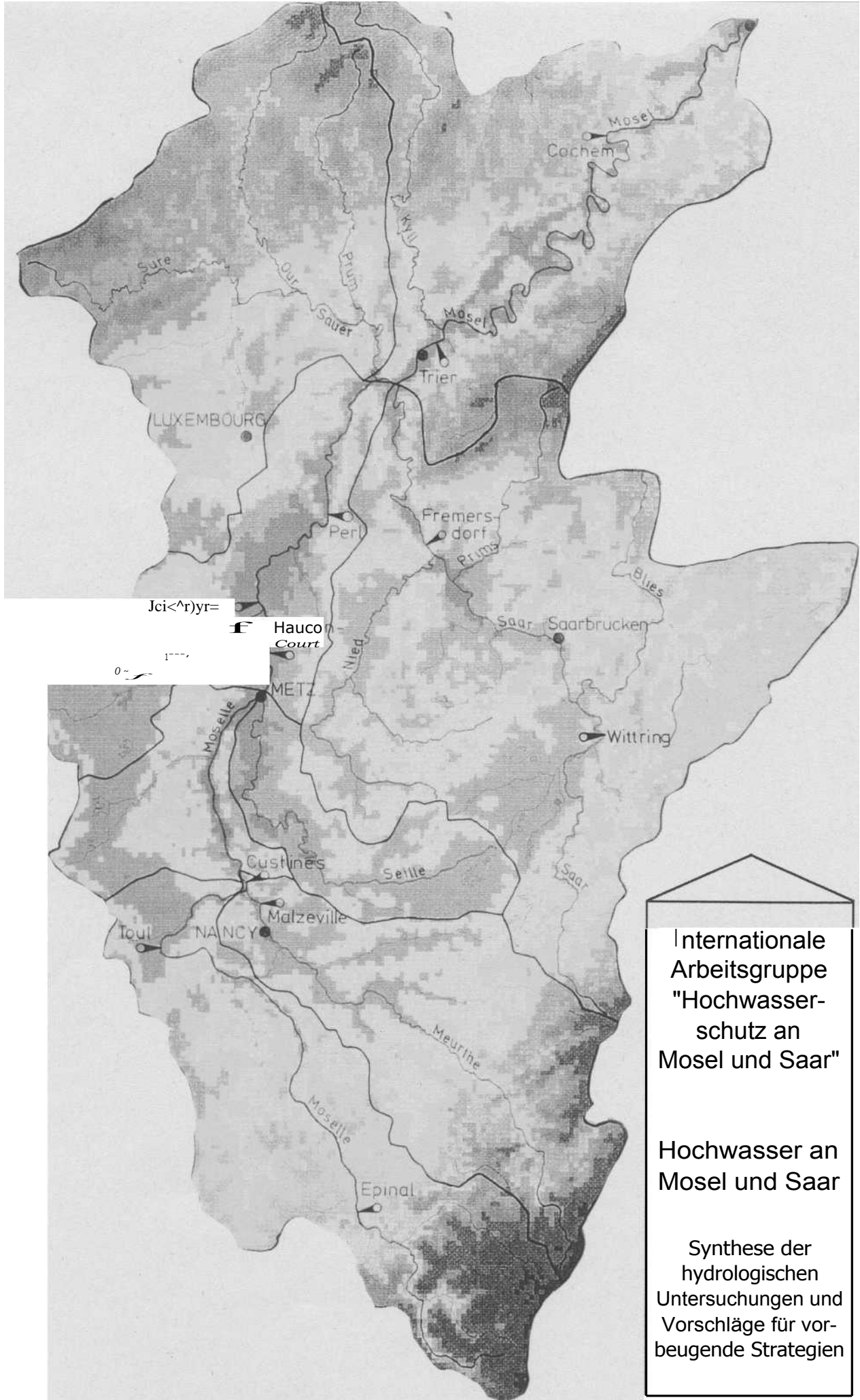
(C 1/96)



Internationale
Arbeitsgruppe
"Hochwasser-
schutz an
Mosel und Saar"

Hochwasser an
Mosel und Saar

Synthese der
hydrologischen
Untersuchungen und
Vorschläge für vorbeugende Strategien



Jci<^r)yr=

Haut Court

0 ~ 100

Internationale
Arbeitsgruppe
"Hochwasser-
schutz an
Mosel und Saar"

Hochwasser an
Mosel und Saar

Synthese der
hydrologischen
Untersuchungen und
Vorschläge für vor-
beugende Strategien

Internationale Arbeitsgruppe
"Hochwasserschutz an Mosel und Saar"

Hochwasser an Mosel und Saar

Synthese der hydrologischen Untersuchungen und Vorschläge für vorbeugende Strategien

Bearbeiter:

J. Abele (Frankreich)

R. Kipgen (Luxemburg)

D. Prellberg (Deutschland)

Zeichenerklärung zum Deckblatt:

9 Pegel

Hochwasser an Mosel und Saar

Synthese der hydrologischen Untersuchungen und Vorschläge für vorbeugende Strategien

Seite

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		
Teil 1: Hydrologische Analyse		1
1	Darstellung des Einzugsgebietes	1
2	Hydrologische Gegebenheiten	11
2.1	Entstehung der Hochwasser	12
	Ablauf der Hochwasser	15
3	Hydrologisch bedeutsame Eingriffe	17
3.1	Allgemeines	17
3.2	Ausbaumaßnahmen im französischen Moselgebiet	18
3.3	Ausbau im deutsch-luxemburgischen und im deutschen Moselgebiet	19
3.3.	Mosel	19
3.3.2	Saar	22
3.3.2.1	Ausbaumaßnahmen vor 1969	22
3.3.2.2	Ausbau der Saar zur Großschiffahrtsstraße ab 1969	23
4	Statistische Betrachtungen unter Verwendung historischer Daten	25
5	Feststellung der Auswirkungen von Mosel- und Saarausbau auf den Hochwasserablauf in der Mosel	36
6	Hochwasserwahrscheinlichkeit	44
Teil II: Aktivitäten der Staaten		47
7	Hochwasservorhersage und -meldedienst an Mosel und Saar	47
7.1	Allgemeines	47
7.2	Französisches Einzugsgebiet	48
7.3	Luxemburgisch-deutsches Einzugsgebiet	49
7.3.1	Allgemeines	49

-II-

7.3.2	Hochwasservorhersagen	51
7.4	Hochwassermeldewesen	52
7.4.1	Technischer Ausschuß	52
7.4.2	Bauliche und technische Voraussetzungen für die Stationen	56
8	Überschwemmungsgebiete	58
8.1	Verwaltung der Überschwemmungsgebiete in Frankreich	58
8.1.1	Schutz der Überschwemmungsgebiete in Frankreich	58
8.1.2	Pläne zur Verhütung von Risiken	58
8.1.3	Karte der Gebiete mit Überschwemmungsgefahr	59
8.1.3.1	Kartographie der Überschwemmungsgebiete	59
8.1.3.2	Kartographie der möglichen Überschwemmungsgebiete	59
8.2	Ausmaß schädlicher Überschwemmungen im luxemburgischen und deutschen Bereich der Mosel	60
8.2.1	Allgemeines	60
8.2.2	Kartierung	61
9	Simulation der Wirkung eventueller steuerbarer Rückhaltemaßnahmen an der französischen Obermosel auf den Hochwasserablauf in der Mosel bis zur Mündung	64
9.1	Beschreibung der Polder	65
9.1.1	Lage der Polder	65
9.1.2	Betrieb der Polder	66
9.2	Vorgehensweise bei den Untersuchungen	67
9.2.1	Kollektiv der HW-Ereignisse	67
9.2.2	Durchführung der Simulationsrechnungen	67
9.2.2.1	Berechnungen mit Ist-Wellen	67
9.2.2.2	Berechnungen mit Modell-Wellen	67
9.3	Ergebnisse der Hochwasserablaufberechnungen	68
	Teil 111: Schlußbetrachtung und Empfehlungen	74
10	Schlußbetrachtung	74
11	Empfehlungen	79
	Verwendete Unterlagen	84
	Anlagen	

Vorwort

Die außergewöhnlichen Hochwasser von April und Mai 1983 haben in den Einzugsgebieten von Mosel und Saar zu beträchtlichen Schäden für die dort ansässige Bevölkerung geführt. Vor allem die kurze Aufeinanderfolge dieser Hochwasserereignisse gab Anlaß, über Ursachen und Gegenmaßnahmen nachzudenken.

Das Hochwassergeschehen unterhalb Trier hängt nicht nur von der Größe der Abflüsse von Obermosel, Sauer und Saar ab, sondern auch davon, wie die Wellenscheitel dort zeitlich zusammentreffen. In Trier sind bereits etwa 85 % des Gesamteinzugsgebietes der Mosel wirksam. Demgegenüber spielen die Gebietsabflüsse unterhalb Trier mengenmäßig nur eine untergeordnete Rolle.

Auf Initiative der Landesregierung von Rheinland-Pfalz regte daher die Regierung der Bundesrepublik Deutschland bei den Regierungen der Republik Frankreich und des Großherzogtums L,u.uxemburg an, gemeinsam Überlegungen darüber anzustellen, wie die Hochwassergefahr und damit die Schäden für die Bevölkerung des Moseltales verringert werden können. Sie schlug vor, die Gesamtproblematik zwischen Sachverständigen der drei Moselanliegerstaaten zu erörtern. Von deutscher Seite sollten dabei auch die Bundesländer Rheinland-Pfalz und das Saarland beteiligt werden.

Im März 1985 konstituierte sich in Trier die Internationale Arbeitsgruppe "Hochwasserschutz an Mosel und Saai".

Auf Vorschlag der deutschen Seite sollten von der Arbeitsgruppe im Rahmen der Erfassung des Istzustandes und daraus abzuleitender Verbesserungsvorschläge zur Hochwassersituation folgende Einzelthemen behandelt werden:

- Erhaltung von Überschwemmungsgebieten
Verhinderung abflußbeschleunigender Maßnahmen
- Verbesserung des Hochwassermelde- und -warndienstes und
Weitergabe meteorologischer Daten über Staatsgrenzen hinweg.

In der 4. Sitzung der Internationalen Arbeitsgruppe "Hochwasserschutz an Mosel und Saar" im April 1986 in Mainz legte die französische Delegation ein umfangreiches Programm für eine hydrologische Studie über das französische Einzugsgebiet der Mosel vor. Nach Zielsetzung und Inhalt erwarten auch die Unterlieger von dieser Studie einen erheblichen Erkenntnisgewinn zur Hochwasserhydrologie der Obermosel. Um die Unterlieger möglichst frühzeitig an den Zwischenergebnissen dieser Studie teilhaben zu lassen und ggff auch eine vergleichende Methodendiskussion zu ermöglichen, einigte man sich darauf, eine deutsch-luxemburgische Expertengruppe einzurichten, die gleichzeitig zu den französischen Arbeiten entsprechende hydrologische Untersuchungen für das Einzugsgebiet der Mosel unterhalb der französischen Grenze durchführen sollte. Diese Expertengruppe konstituierte sich im Juni 1986.

Mit dem vorliegenden Synthesebericht werden die hydrologischen Studien der beiden Expertengruppen zusammengefaßt in einem Gesamtbericht über die Hochwasserhydrologie im Einzugsgebiet der Mosel.

Metz, Luxembourg und Mainz,
im Dezember 1995.

Teil 1: Hydrologische Analyse

1 Darstellung des Einzugsgebietes

Das Einzugsgebiet der Mosel an der Mündung in den Rhein ist insgesamt 28 152 km² groß (die Mosel ist der größte aller Nebenflüsse des Rheins). Der französische Teil von Mosel und Saar mit 16 454 km² macht somit ca. 58 % des Gesamtgebietes aus.

Das Gewässersystem und die Abgrenzungen des Einzugsgebiets sind in Abbildung 1 wiedergegeben. Die jeweilige Fläche der Hauptgewässer und ihrer Nebenflüsse ist - für einige besonders wichtige Stellen - in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 2 gibt die Fläche des Einzugsgebiets für die einzelnen Höhenstufen an. Diese Tabelle beruht auf dem in [1] erwähnten und in Abbildung 2 wiedergegebenen hypsometrischen Profil, das von T. von Tein erstellt wurde.

Die Mosel (Abb. 1) entspringt auf dem Hohneck in 1365 m Höhe an den westlichen Hängen der Vogesen und fließt zunächst in nordwestlicher Richtung über Epinal und Toul. Bedeutende Zuflüsse sind in diesem Bereich oberhalb Epinal die Moselotte (352 km²) und die Vologne (369 km²) sowie oberhalb Toul die Madon (1.032 km²). Nördlich Nancy vereinigt sie sich mit der Meurthe und setzt ihren Lauf über Metz und Thionville in nördlicher Richtung bis zur französisch-luxemburgisch-deutschen Grenze fort. In diesem Abschnitt fließen unterhalb von Metz die Seille (1.288 km²) und bei Thionville die Orne (1.268 km²) als wichtige Nebenflüsse zu. Die Meurthe wiederum hat zwei wesentliche Hochebenenzuflüsse: die Vezouze und die Mortagne. Entsprechend dem Mittelgebirgscharakter der Landschaft der Vogesen und des Lothringer Stufenlandes hat die französische Obermosel bei einer Lauflänge von rd. 305 km ein mittleres Gefälle von rd. 5 Promille. Im unteren rd. 60 km langen Abschnitt von Metz bis Apach verläuft sie stark mäandrierend in einer im Mittel 5 km breiten Talau, die bei HW-Abfluß großflächig als natürlicher Retentionsraum wirkt. Ihr Einzugsgebiet beträgt beim Verlassen des französischen Staatsgebietes bei Apach rd. 11.500 km².

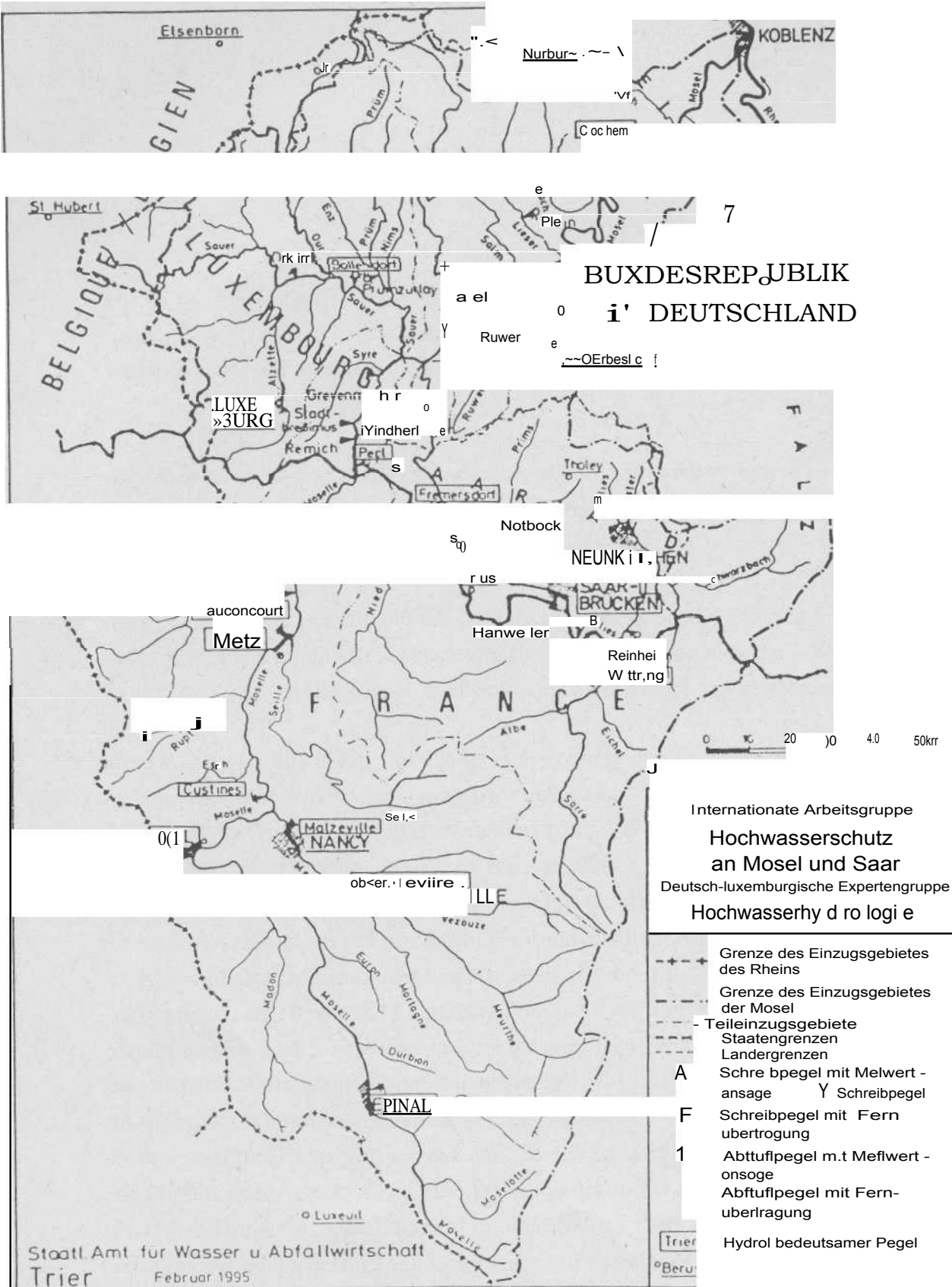


Abb. 1: Einzugsgebiet der Mosel

Internationale Arbeitsgruppe

"Hochwasserschutz an Mosel und Saar"

Tab. 1: Fläche der Einzugsgebiete

Gewässer	Fließstrecke	Fläche (km ²)
Mosel	Mosel bei Epinal	1.215
	Mosel bis zum Zufluß des Madon	2.043
	Madon	1.032
	Mosel bis zum Zufluß der Meurthe	3.706
	Mosel mit Zufluß der Meurthe	6.791,5
	Mosel bis zum Zufluß der Seille	7.886
	Seille	1.345
	Orne	1.268
	Mosel an der französischen Grenze	11.477
	Mosel bis zum Zufluß der Sauer	11.999
	Mosel Mosel mit Zufluß der Sauer	16.285
	Mosel bis zum Zufluß der Saar	16.339
	Mosel mit Zufluß der Saar	23.755
	Mosel bis zum Zufluß der Kyll	24.123
	Kyll	843
	Mosel bis zum Zufluß des Alfbach	26.601
	Alfbach	357,6
	<u>Mosel an der Mündung in den Rhein</u>	<u>28.151,5</u>
Meurthe	Meurthe bei Raon l'Étape	727
	Meurthe bis zum Zufluß des Vezonze	1.105
	Vezonze	563,5
	Mortagne	582
	Sänon	289
	<u>Meurthe bis zur Mündung, in die Mosel</u>	<u>3.085,5</u>
Sauer	Sauer bis zum Zufluß der Alzette	959,5
	Alzette	1.183
	Sauer bis zum Zufluß der Our	2.340
	Our	669
	Sauer bis zum Zufluß der Prüm	3.303
	Prüm	886
<u>Sauer an der Mündung in die Mosel</u>	<u>4.285</u>	
Saar	Saar bis zum Zufluß der Blies	1.784
	Blies	1.889
	Saar an der französischen Grenze (Güdingen)	3.818
	Saar bis zum Zufluß der Prims	4.761
	Prims	737
	Saar bis zum Zufluß der Nied	5.592
	Nied	1.377,5
<u>Saar an der Mündung in die Mosel</u>	<u>7.431</u>	

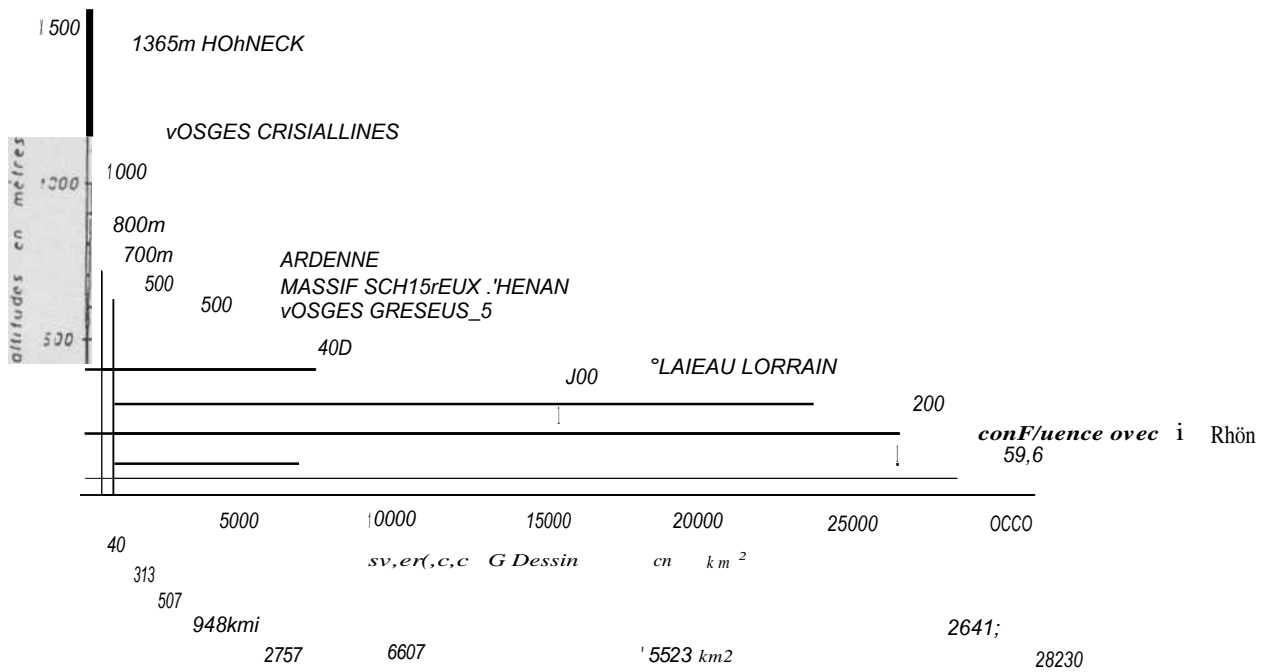


Abb. 2: Hypsometrisches Profil des Moselgebiets (nach T. von Tein)

Tab. 2: Flächenverteilung des Gesamteinzugsgebiets der Mosel nach Höhenstufen (nach T. von Tein)

Höhenstufen (m)	Fläche (km ²)	% der Gesamtfläche
oberhalb von 1.000	40	0,2
800- 1.000	273	1,0
700 - 800	193	0,7
600 - 700	441	1,6
500 - 600	1 809	6,4
400 - 500	4 050	14,1
300 - 400	8 716	31,0
200 - 300	10 890	38,6
unterhalb von 200	1 818	6,4

In Tabelle 3 sind für die Mosel und die wesentlichen Zuflüsse abschnittsweise das mittlere Gefälle angegeben.

Tab. 3. Mittleres Gefälle der Mosel und der bedeutenden Zuflüsse (in ‰)
(nach M. Von Tein - Source Frecaut)

	Wasserlauf	Flußabschnitt	Gefälle
Vogesen-Massiv (oberes Einzugsgebiet)			
Mosel, Oberlauf			
	Quelle - Bussang		24,10
	Bussang - Le Thillot		9,40
	Le Thillot - Mündung Mosel		4,54
	Mündung Moselotte - Mündung Vologne		1,54
	Mündung Vologne - Epinal		
Moselotte			
	Quelle - Comimont		20,00
	Comimont - Saulxures		16,12
	Saulxures - Mündung Mosel		1,69
	Quelle - Retoumemer		66,60
	Retournemer - Longemer		13,00
	Longemer - Mündung Neun6		6,45
	Mündung Neunil - Mündung Mosel		4,68
Meurthe, Oberlauf			
	Quelle - Le Valtin		71,38
	Le Valtin - Plainfaing		21,00
	Plainfaing - Mündung Petite Meurthe		16,37
	Mündung Petite Meurthe - Mündung Fave		8,69
	Mündung Fave - Mündung Rabodeau		3,26
	Mündung Rabodeau - Mündung Plaine		2,57
Fave			
	Quelle - Provenchères		25,00
	Provenchères - Mündung Meurthe		5,90
Rabodeau			
	Quelle - Senones		22,45
	Senones - Mündung Meurthe		6,70
Plaine			
	Quelle - Vaxaincourt		42,50
	Vaxaincourt - Mündung Meurthe		4,70
Weiße Saar			
	Quelle - Turquestein		28,93
	Turquestein - Zusammenfluß		
	Rote und Weiße Saar		3,73
Rote Saar			
	Quelle - Abreschwiller		31,58
	Abreschwiller - Zusammenfluß		
	Rote und Weiße Saar		2,69
Lothringer Hochebene (mittleres Einzugsgebiet) (1)			
Mosel, Mittellauf			
	Epinal - Mündung Madon		1,58
	Mündung Madon - Toul		0,70
	Toul - Mündung Meurthe		0,60
	Mündung Meurthe - Mündung R. D'Esch		0,35
	Mündung R. D'Esch - Mündung Rupt Mad		0,38
	Mündung Rupt Mad - Mündung Seille		0,53
	Mündung Seille - Mündung Orne		0,35
	Mündung Orne - Sierck		0,30
	Sierck - Mündung Saar (2)		0,32
	Mündung Saar - Longuich (3)		0,33
Madon			
	Quelle - Mündung Colon		3,19
	Mündung Colon - Mündung Br6non		0,80
	Mündung Br non - Mündung Mosel		1,06
Meurthe,			
Mittel- und Unterlauf			
	Mündung Plaine - Mündung Vezouse		1,12
	Mündung Vezouse - Mündung Mortagne		0,51
	Mündung Mortagne - Mündung Sanon		0,62
	Mündung Sanon - Mündung Mosel		0,65
Vezouse			
	Quelle - Blamont		10,00
	Blamont - Mündung Meurthe		1,12
Mortagne			
	Quelle - Autrey		7,20
	Autrey - Mündung Meurthe		1,82
Rupt de Mad			
	Quelle - Essey		1,45
	Essey - Thiaucourt		0,90
	Thiaucourt - Vandelainville		0,85
	Vandelainville - Mündung Mosel		2,50
Seille			
	Quelle - Dieuze		4,42
	Dieuze - Nomeny		0,28
	Nomeny - Mündung Mosel		0,58
Orne			
	Quelle - Amneville		0,40
	Amndville - Mündung Mosel		1,00

Wasserlauf	Flußabschnitt	Gefälle	Wasserlauf	Flußabschnitt	Gefälle
Sauer,	Mittel- und Unterlauf		Ruwer	Quelle - Kasel	13,25
	Mündung Alezette - Mündung Our	1,14		Kasel - Mündung Mosel	5,00
	Mündung Our - Mündung Prüm	1,11	Kyll	Quelle - Densbom	5,44
	Mündung Prüm - Mündung Mosel	1,12		Densbom - Mündung Mosel	2,88
Saar,	Mittel- und Unterlauf		Salm	Quelle - Dreis	10,39
	Zusammenfluß Rote und Weiße Saar	0,90		Dreis - Mündung Mosel	3,45
	Mündung Albe - Mündung Blies	0,58	Dhron	Quelle - Papiermühle	18,93
	Mündung Blies - Mündung Prims (4)	0,36		Papiermühle - Mündung Mosel	7,10
	Mündung Prims - Mündung Nied (4)	0,33	Lieser	Quelle - Wittlich	7,68
	Mündung Nied - Mettlach (4)	0,52		Wittlich - Mündung Mosel	3,43
	Mettlach - Mündung Mosel (5)	0,85	Alfbach	Quelle - Bengel	10,51
Blies	Quelle - Sankt Wendel	8,40		Bengel - Mündung Mosel	4,95
	Sankt Wendel - Wiebelskirchen	1,22	Flaumbach	Quelle - Kloster Engelpport	18,98
	Wiebelskirchen - Mündung Saar	0,82		Kloster Engelpport - Mündung Mosel	7,50
Prims	Quelle - Primstal	14,80	Elzbach	Quelle - Schnürenhof	14,65
	Primstal - Nalbach	4,29		Schnürenhof - Mündung Mosel	6,48
	Nalbach - Mündung Saar	1,98			
Nied	Quelle Nied Fr. - Zusammenfluß	1,17			
	Quelle Nied All. -Zusammenfluß	1,25			
	Zusammenfluß Nied - Mündung Saar	0,70			
	Ardennen - Massiv (unteres Einzugsgebiet) (1)				
Mosel, Unterlauf	Longuich - Mündung Salm	0,40			
	Mündung Salm - Mündung Dhron	0,28			
	Mündung Dhron - Mündung Lieser	0,33			
	Mündung Lieser - Mündung Alf	0,30			
	Mündung Alf - Mündung Endertbach	0,35			
	Mündung Endertbach - Mündung Flaumbach	0,27			
	Mündung Flaumbach - Mündung Elzbach	0,38			
	Mündung Elzbach - Mündung Baybach	0,30			
	Mündung Baybach - Mündung Rhein	0,40			
Sauer, Oberlauf	Quelle - Martelange	4,75			
	Martelange - Mündung Wiltz	2,47			
	Mündung Wiltz - Mündung Alzette	2,22			
Our	Quelle - Vianden	5,11			
	Vianden - Mündung Sauer	2,74			
Prüm	Quelle - Merkeshausen	5,13			
	Merkeshausen - Mündung Sauer	3,12			

(1) Diese Werte des Gefälles berücksichtigen nicht bereits durchgeführte Ausbauarbeiten der Mosel (Thionville - Neuves-Maisons), der Our und der Sauer im Zeitraum von 1963 - 1964, sondern beziehen sich auf frühere natürliche Abflußbedingungen.

(2) Sierck-Mündung Sauer: 0,37 nach N. de Ridder

(3) Mündung Saar - Mündung Kyll: 0,26 nach Wasser- und Schifffahrtsdirektion (Mainz)

(4) Güdigen - Mettlach: 0,35 nach Wasser- und Schifffahrtsamt Saarbrücken

(5) Mettlach - Mündung Mosel: 0,80

Zwischen den Vogesen und der Grenze entwässert ihr Gewässernetz hauptsächlich das Lothringer Stufenland (siehe Abb. 1). Das Gefälle der Mosel, das im Quellgebiet mehr als 1 % beträgt, liegt an der Grenze nur noch bei 0,03 %. Einer ähnlichen Entwicklung folgt auch das Gefälle der übrigen Gewässer.

Die aus [1] entnommene geologische Karte der Einzugsgebiete (siehe Abb. 3) zeigt im Moselgebiet eine große Vielfalt zutagetretender Formationen.

Die kristallinen Gesteine, die primären Sedimentgesteine mit Schiefer als dominierendem Bestandteil und die permischen Schiefer der Mittelgebirge sind wenig durchlässige Formationen, die den direkten Überlandabfluß begünstigen. Die Sedimentgesteine des Lothringer Stufenlands sind zum großen Teil ebenfalls wenig durchlässig.

Daraus ergibt sich ein begrenztes Akkumulierungsvermögen im Grundwasser und ein vergleichsweise schwächeres Niedrigwasserregime als bei den benachbarten Flüssen Seine und Maas.

Bis zur Sauer mündung bildet die Mosel sodann die Grenze zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland (gemeinschaftliches Hoheitsgebiet). Auf diesem Teilstück bewegt sie sich überwiegend in nordöstlicher Richtung.

Die linksseitig bei Fluß-km 205,9 zufließende Sauer mit den bedeutenden Nebenflüssen Wiltz, Alzette, Our und Prüm hat ein Einzugsgebiet von rd. 4.240 km². Sie entspringt bei Vauby-les-Rosieres in Belgien und fließt in östlicher Richtung nach Luxemburg und entwässert das luxemburgische Ardennenmassiv und einen großen Teil des süd-luxemburgischen Gutlandes sowie die westliche Eifel (Islek).

Oberhalb Trier mündet rechtsseitig bei Fluß-km 200,8 die Saar. Sie entspringt, als Zusammenfluß von Roter und Weißer Saar bei Sarrebourg, wie die Mosel in den Vogesen. Weitere Zuflüsse sind in Frankreich die Isch (154 km²), die Albe (410 km²) und die Eichel (289 km²). Nach rd. 120 km mündet in die „obere Saar“ bei Saargemünd die Blies rechtsseitig, wodurch sich das Einzugsgebiet auf 3.673 km²

(11 Hydrologische Studie im französischen Teil des Moselbeckens, DIREN Lorraine. Mai 1994

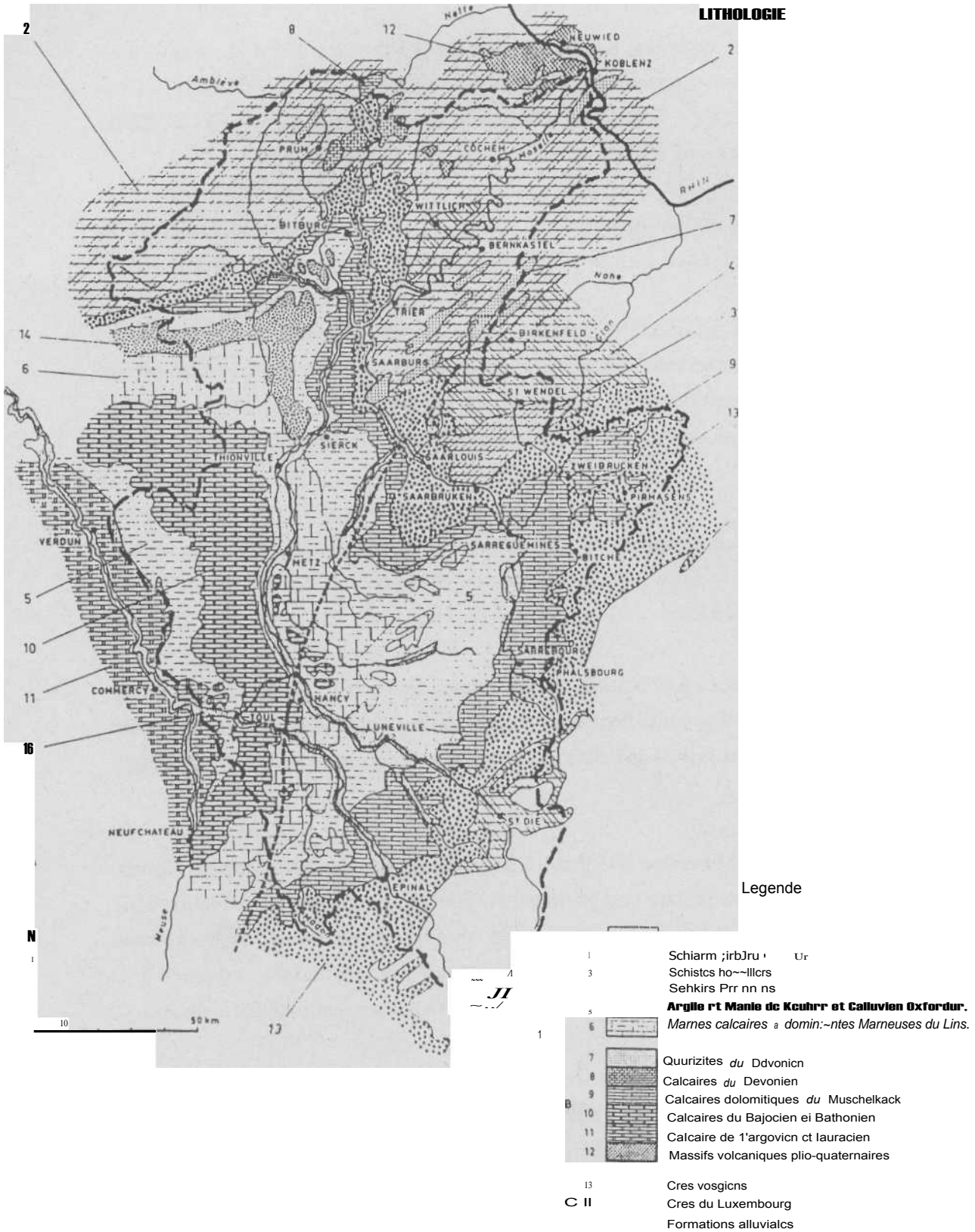


Abb. 3: Geologische Übersicht des Moselgebietes

verdoppelt. Im anschließenden Bereich der „mittleren Saar“, einer bis zu 5 km breiten Niederung, hat der Fluß mit 0,35 Promille ein relativ geringes Gefälle. Bei Dillingen-Fremersdorf vergrößern die bedeutenden Nebenflüsse Prims und Nied das Einzugsgebiet auf 6.969 km². Das französische Einzugsgebiet der Nied, ein Wasserlauf mit geringem Gefälle, wird im wesentlichen durch die französische Nied (504 km²) und die deutsche Nied (367 km²) gebildet. Unterhalb von Beseringen beginnt die Durchbruchstrecke der Saar durch das Rheinische Schiefergebirge. Mit einem Gefälle von rd. 0,8 Promille hat die „untere Saar“ in Rheinland-Pfalz im nicht gestauten Zustand teilweise den Charakter eines Gebirgsflusses. Nach einer Lauflänge von 227 km und mit einem Einzugsgebiet von 7.431 km² mündet die Saar bei Konz in die Mosel.

Damit entwässern die Sauer und die Saar als die bedeutendsten Nebenflüsse der Mosel zusammen ein Einzugsgebiet, das in seiner Größenordnung etwa dem der Mosel selbst oberhalb dieser Zuflüsse entspricht.

Die Morphologie des Moseltales unterhalb Apach bis Koblenz gliedert sich in 2 Abschnitte. Im oberen rd. 65 km langen Abschnitt bis Schweich verläuft die Mosel in langgezogenen Schleifen in den Triasformationen, Muschelkalk und Buntsandstein, z.T. in bis zu 2 km breiten Talaufweitungen, so zwischen Schengen und Remich und zwischen Konz und Schweich (Trierer Tal).

Im unteren rd. 180 km langen weiteren Lauf windet sich der Fluß in einer Vielzahl von Mäandern in einem engen, meist 200 - 300 m tief eingeschnittenen Kerbtal ohne nennenswerte Aufweitungen durch den Devon des Rheinischen Schiefergebirges.

Die Hänge sind auf der Südseite überwiegend mit Wein bestockt und auf der Nordseite meist bewaldet.

Die Wasserscheide zum Nahegebiet verläuft in einem Abstand von 15 - 20 km nahezu parallel zum Moseltal. Aus den Steillagen des Hunsrück fließen daher als bedeutende Seitengewässer nur die Ruwer und die Dhron zu. Auf der linken Moselseite bildet die Eifel mit nahezu dreieckiger Gestalt das Einzugsgebiet. Am weite-

sten entfernt von der Mosel ist dabei mit ca. 70 km Luftlinie im Norden von Trier die Schnee-Eifel. Größere bedeutende Zuflüsse aus der Eifel sind Kyll, Salm, Lieser, Alfbach und Elzbach.

Die Mosel mündet nach 520 km bei Koblenz in den Rhein. Der Höhenunterschied zwischen Quelle und Mündung beträgt 1.305 m; das Einzugsgebiet bedeckt eine Fläche von 28.152 km².

Hydrologische Gegebenheiten

Das hydrologische Regime des Moseleinzugsgebietes weist ozeanischen Charakter auf.

Die jährliche Gebietsniederschlagshöhe liegt deutlich über derjenigen vergleichbarer Rheinzuflüsse nördlich Basel. Sie liegt im Quellgebiet an den Westhängen der Vogesen sogar über 1.500 mm.

Bei der Bildung des Abflusses dominieren die Regenfälle gegenüber den Schneefällen bzw. Schneeschmelzen. Dementsprechend und auch wegen des geringen unterirdischen Speichervermögens sowie der geringen HW-Retentionsmöglichkeiten gestaltet sich das Abflußregime der Mosel sehr unregelmäßig bei einem hohen Mittelwasserabfluß. Diese Besonderheit macht ein Vergleich der maßgeblichen Abflüsse und der mittleren Abflußhöhe Mh_A von Mosel und Main an den Pegeln Trier/Mosel (A_{Eo} : 23.777 km^2) und Frankfurt a.M. Osthafen (A_{Eo} : 24.764 km^2) deutlich (Tab. 4).

Tab. 4: Vergleich der Hauptwerte von Mosel und Main

Pegel/ Jahresreihe	MNQ (m^3/s)	MQ (m^3/s)	MHQ (m^3/s)	MNQ:MQ:MHQ	Mh_A (mm)
Trier 1966/86	53,8	301	1.974	1:5,6:36,7	398
Frankfurt 1966/86	58,5	188	879	1:3,2:15,0	239

2.1 Entstehung der Hochwasser

Die Analyse von Hochwasserwellen hat gezeigt, daß die während eines Hochwasserereignisses abgelaufene Wassermenge von den drei Hauptfaktoren Regen, Schnee und Bodensättigung abhängt.

Der wesentliche Faktor ist der Regen; während die stärksten Niederschläge im Herbst fallen, treten die stärksten Hochwasser jedoch in der Zeit von Dezember bis Mai auf.

Die für ein Hochwasserereignis verantwortliche vorherrschende Wetterlage ist West-Süd-West orientiert. Bei westlichem Regime ist der wiederholte Durchzug von Störungen die Hauptursache. Bei Süd-West-Strömung kommen andere Phänomene hinzu, wie z.B. das Aufeinanderprallen von Luftmassen. Die mit solchen Situationen verbundenen hochwasserverursachenden Niederschlagsereignisse sind gekennzeichnet durch von ihrer Intensität her nicht außergewöhnliche, aber über einen Zeitraum von etwa einer Woche anhaltende Niederschläge.

Die Süd-Strömung ist seltener, aber eindeutig diejenige, die über kurze Zeiträume hinweg (1 bis 3 Tage) am meisten Regen bringt.

Diese verschiedenen Sachverhalte lassen sich unter vier Gesichtspunkten zusammenfassen:

- Häufigkeit der verschiedenen Wetterlagen, es dominieren die West- und Süd-West-Strömungen.
- Verteilung der verschiedenen typischen Wetterlagen über das Jahr: hier wird deutlich, daß die West- und Süd-West-Strömungen ungefähr im gleichen Maße in zwei jeweils dreimonatigen Jahreszeiten um den Februar und um den November herum auftreten. Die Süd-Strömungen treten im Frühjahr auf.
- Häufigkeit der von Oktober bis Mai beobachteten Hochwasserereignisse im Verlauf des Jahres mit einer Dominanz im Februar und im Dezember.

- Wesentliche Merkmale der Hochwasserereignisse an den Hauptstationen.

Es lassen sich hieraus vier Arten von Hochwasserereignissen ableiten:

- Herbst-Hochwasser;
- Winter-Hochwasser bei plötzlichem Tauwetter;
- Winter-Hochwasser, die durch Regenfälle aufgrund einer West-Strömung bedingt sind;
- Frühjahrs-Hochwasser.

a. Herbst-Hochwasser

Die Regenfälle des Vormonats sind im allgemeinen wenig ergiebig. Bedingt durch die Tatsache, daß die Böden wieder Feuchtigkeit aufnehmen und einen großen Teil der Niederschläge absorbieren, sind die Abflußkoeffizienten im Herbst gering. Das aufgenommene Niederschlagswasser wird nur teilweise und mit zeitlichem Verzug wieder abgegeben.

Die Niederschläge sind gleichmäßig über das gesamte Einzugsgebiet verteilt. Die Verteilung der Hochwassermengen dagegen ist stark differenziert. Hier läßt sich die maßgebliche Rolle der Vogesen bei der Entstehung der Herbst-Hochwasser feststellen.

Die Gesamtzusammensetzung des Einzugsgebiets im Bereich der Vogesen - **vor-**wiegend Granit und damit undurchlässig - und sicherlich auch die Sättigung der Böden aufgrund der vorausgegangenen Niederschläge, die hier umfangreicher sind als in der Ebene, führen zu einem höheren Abflußkoeffizienten als im übrigen Einzugsgebiet.

b. Winter-Hochwasser bei Tauwetter

Der Ablauf der Schneeschmelze und das Volumen der Schneedecke sind maßgeblich für die Entstehung dieser Hochwasser und können sie gleichzeitig stark voneinander differenzieren: die vor dem Hochwasser am Boden liegende Schnee-

menge bestimmt die Hochwassermenge, die Geschwindigkeit der Schneeschmelze hat starken Einfluß auf die Hochwasserscheitelabflüsse.

Die Winter-Hochwasser weisen untereinander zwar relativ große Unterschiede auf (im Hinblick auf Ablaufgeschwindigkeit, abgeflossene Mengen, Dauer usw.), haben aber alle die gleiche Ursache, nämlich ein von einer Süd-West-Strömung herangeführtes Tauwetter.

c. Winter-Hochwasser bei West-Strömung (hauptsächlich durch Regen bedingt)

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Winter-Hochwassern bei Tauwetter werden diese Hochwasserereignisse hauptsächlich von Regenfällen verursacht. Sie sind nicht durch das Eintreten eines Tauwetters im gesamten Einzugsgebiet bedingt; in den Vogesen kann es allerdings zur Schneeschmelze kommen.

Bei dieser Art von Hochwassern sieht der Oberflächenabfluß - und damit das Strömungsverhalten der Flüsse - anders aus als bei den anderen Hochwasserarten. Bei Eintreten des Regenereignisses ist der Boden sehr oft schon von vorausgegangenen Regenfällen gesättigt. Daher ist das Abflußverhältnis im allgemeinen ziemlich hoch.

Die Regenereignisse, die diese Hochwasser verursachen, wirken sich durch die Abfolge einer ganzen Reihe von Niederschlägen im Zusammenhang mit dem Durchzug mehrerer ozeanischer Störungen dauerhaft auf das gesamte Einzugsgebiet aus.

d. Frühjahrs-Hochwasser

Dies sind die extremen Hochwasser: sie bringen - vor allem im unteren Teil der untersuchten Einzugsgebiete - sowohl im Hinblick auf die Scheitelabflüsse als auch im Hinblick auf die Hochwassermenge die höchsten Werte, die beobachtet wurden.

Es kommt zum Eintreffen warmer und feuchter Luft aus dem Mittelmeerraum. Die Regenfronten schreiten langsam voran und erfassen das Gebiet von Nord-Osten oder von Osten her. Wie die Windrichtung zeigt, ist die Gesamtsituation jedoch durch eine Süd-Strömung gekennzeichnet. Da die Strömung durch warme und feuchte Mittelmeerluft gespeist wird, kommt es zu heftigen Niederschlägen - sowohl von der Menge als auch von der Intensität her.

2.2 **Ablauf der Hochwasser**

Die Moselhochwasser werden hauptsächlich durch starke Regenfälle im Winterhalbjahr verursacht. Für Form und Scheitel der Wellen ist die Verteilung der Niederschläge in dem sich über rd. 300 km von Süden nach Norden erstreckenden, 28.152 km² großen Einzugsgebiet von entscheidender Bedeutung. Partielle Überregnungen nur der südlichen Teilfläche des Einzugsgebiets führen zu HW-Wellen in der Obermosel (z.B. Dezember 1947), die in den Retentionsräumen des Lothringer Stufenlandes eine nennenswerte Verformung und Abschwächung der Scheitel erfahren können.

Bei der häufigeren stärkeren Überregnung der nördlichen Hälfte des Einzugsgebietes bilden Sauer und Saar wegen kurzer Fließzeiten und geringer Retentionsräume schroff ansteigende Wellen in der Mosel ab Trier. Die bisher bedeutendsten Ereignisse dieser Art waren die vom Dezember 1993 und Januar 1995 (siehe Tab. 5). Das annähernd gleichzeitige Eintreten der Scheitel der außergewöhnlich hohen Sauer und der ebenfalls sehr hohen Saar führten am 21.12.1993 in der Mosel unterhalb der Saarmündung am Pegel Trier mit 1.128 cm zu dem höchsten Scheitel, der am 22.12.1993 am Pegel Cochem mit 1.039 cm beobachtet wurde. Bei Ereignissen, die von Saar und Sauer dominiert werden, können die Scheitelabflüsse unterhalb Trier bis zur Mündung durch seitliche Zuflüsse um bis zu 20 % aufgestockt werden.

Erst länger anhaltende und über dem gesamten Einzugsgebiet annähernd gleichmäßige starke Regenfälle können zum Zusammentreffen der Scheitel von Obermosel, Sauer und Saar führen. Dieses Phänomen hat in abgeschwächter Form das Hochwasser vom April 1983 und in stärkerem Maß das Hochwasser vom Mai

1983 ausgelöst (siehe Tab. 5). Dabei wurden aber unterhalb Perl nicht die Hochwasserscheitel vom Dezember 1993 oder Januar 1995 erreicht, da 1983 die Zuflüsse unterhalb von Perl nicht so ausgeprägt waren. Besonders extreme Hochwasserereignisse sind also dann zu erwarten, wenn eine ausgeprägte Regenfront von Südwesten kommend zunächst das Gebiet der Obermosel überregnet und dann - nach Nordosten verlagernd - die Gebiete von Sauer und Saar überregnet, ohne daß die die Wasserscheiden der Teilgebiete bestimmenden Höhenzüge zu einer Abminderung der Niederschläge führen (Stau effekt).

Tab. 5: Zusammenstellung der Scheitelwerte der Mosel-Hochwasser

Pegel	A , (km ²)	April 1983			Mai 1983		
		Tag	W cm a.P.	Q m ³ /s	Tag	W cm a.P.	Q m ³ /s
Epinal	1.220	10	263	740	26	203	405
Toul	3.350	10	399	1.150	26	313	865
Custines	6.830	10	573	1.900	27	515	1.680
Hauconcourt	9.400	11	580	2.080	28	571	1.990
Perl	11.522	12	851	2.290	28	833	2.180
Remich	11.555	12	823	2.300	29	796	2.190
Trier	23.775	12	1.026	3.140	28	1.056	3.340
Cochem	27.088	12	899	3.240	28	931	3.440

Pegel	A _{FA} (km ²)	Dezember 1993			Januar 1995		
		Tag	W cm a.P.	Q m ³ /s	Tag	W cm a.P.	Q m ³ /s
Epinal	1.220	20	210	409	26	281	700
Toul	3.350	21	kein Wert		27	311	960
Custines	6.830	22	394	1.120	27	420	1.230
Hauconcourt	9.400	22	493	1.290	27	500	1.330
Perl	11.522	23	729	1.640	28	725	1.620
Remich	11.555	23	664	1.650	28	658	1.625
Trier	23.775	21	1.128	3.930	23	1.033	3.190
Cochem	27.088	22	1.039	4.165	24	947	3.550

3 Hydrologisch bedeutsame Eingriffe

3.1 Allgemeines

Hydrologisch bedeutsame anthropogene Eingriffe lassen sich dreifach unterteilen:

- Reduzierung von Überflutungsflächen durch Eindeichungen
- Gewässerausbau einschließlich Flußbegradigung
- Maßnahmen, die zur Reduzierung des Niederschlagsrückhaltes auf der Fläche beitragen, und zu einem beschleunigten Abfließen des Niederschlagswassers führen, wie insbesondere die Versiegelung der Oberflächen in Siedlungen und durch Verkehrsanlagen sowie die erhebliche Verdichtung von Unterböden in Gebieten mit großflächiger intensiver Landwirtschaft.

Auswirkungen auf das Abflußverhalten durch Baumaßnahmen im und am Fluß lassen sich allgemein nachweisen. Auswirkungen durch Maßnahmen auf der Fläche sind dagegen bisher nur für kleine Einzugsgebiete belegt. Hier werden extreme Hochwasser in der Regel durch wolkenbruchartige Starkniederschläge in den Sommermonaten verursacht. Derartige Niederschläge gehen räumlich eng begrenzt nieder, können aber kleine Einzugsgebiete zeitgleich und komplett betreffen. Liegen in solchen Fällen natürliche Versiegelungseffekte (Frost im Winter, Vorregen im Sommer) nicht vor, so lassen sich veränderte Gebietsreaktionen direkt erkennen.

Die Einflüsse künstlicher Versiegelung können mit wachsendem Einzugsgebiet verwischt werden, da sie in ihrem prozentualen Anteil an der Gesamtfläche abnehmen, sich gegenseitig beeinflussen und ihre Wirkung durch natürliche Versiegelungseffekte überlagert werden. In sehr großen Einzugsgebieten ist schließlich eine „natürliche Versiegelung“ des Gesamtgebiets Voraussetzung für Hochwasser, womit künstliche Versiegelungen der Oberfläche an Bedeutung verlieren. Extreme Hochwasserereignisse ergeben sich daher an der Mosel überwiegend in den

Wintermonaten und im Frühjahr, wobei vielfach starker und langanhaltender Regen auf teilweise noch gefrorenen Boden trifft und Schneeschmelze im Bereich der Vogesen und der Eifel den Hochwasserabfluß verstärkt.

3.2 Ausbaumaßnahmen im französischen Moselgebiet

Für den Schiffsverkehr hat die Mosel seit jeher eine wichtige Rolle gespielt, doch mußte die Schifffahrt in der freifließenden Mosel oft Einschränkungen hinnehmen.

Seit 1772 gab es verschiedene Ausbaupläne für die französische Flußstrecke oberhalb Apach, die jedoch erst im 19. Jahrhundert realisiert wurden.

Nach Inbetriebnahme des Rhein-Marne-Kanals wurde zwischen 1867 und 1876 mit einem Kleinausbau zwischen Frouard und Metz begonnen. Auf diesem Teilstück konnten Schiffe mit einem Tiefgang von 1,80 m und einer Tragfähigkeit von 250 t verkehren.

Im Rahmen der aufblühenden Eisenhüttenindustrie wurde das Teilstück zwischen Metz und Thionville von 1929 als „Canal des Mines de Fer de la Moselle“ ausgebaut, und zwar für Schiffe mit 2,20 m Tiefgang und einer Tragfähigkeit von 350 t.

Aufgrund des internationalen Moselvertrages wurde die Mosel in der Zeit von 1956 bis 1964 von Koblenz bis Thionville zur Großschiffahrtsstraße ausgebaut. Auf französischem Gebiet war somit das Teilstück von Apach bis Thionville betroffen (von km 242 bis km 270).

Der Ausbau der französischen Obermosel wurde von Frankreich zielstrebig fortgesetzt, und zwar:

- 1965 von Thionville bis Metz : km 270 bis km 297
- 1972 von Metz bis Frouard : km 297 bis km 347
- 1979 von Frouard bis Neuves-Maisons : km 347 bis km 392

Um einen Höhenunterschied von 80 m zu überwinden, wurden auf französischem Gebiet 16 Schleusen gebaut. 13 Flußwehre regeln den Wasserstand.

Außer dem Ausbau der Mosel zur Großschiffahrtsstraße sind noch folgende Maßnahmen zu nennen: Die Talsperre im Lauf des Vieux-Pres und der Lac de la Madine.

3.3 Ausbau im deutsch-luxemburgischen und im deutschen Moselgebiet

3.3.1 Mosel

Schon von alters her war immer wieder versucht worden, die Mosel als die natürliche Verbindung zwischen Lothringen und den Rheinlanden dem Verkehr zu erschließen, oder genauer; die Bedingung für die Schifffahrt zu verbessern. Dieses Bemühen war durch die natürliche Beschaffenheit des Mosellaufs entscheidend behindert. Durch die geringen Wassertiefen im Sommer und Herbst, die häufigen und schnell auftretenden Wasserstandsschwankungen und durch das unausgeglichene Gefälle entstanden oft erhebliche Stockungen im Schiffsverkehr. Zudem konnten nur kleine Fahrzeuge geringen Tiefgangs den Fluß befahren, womit auch der wirtschaftliche Nutzeffekt gering bleiben mußte.

Hieraus erklären sich die vielfachen und über Jahrhunderte nachweisbaren Bemühungen um eine Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse auf der Mosel, die in Tabelle 6 zu einer Zeittafel zusammengestellt sind.

Am 27.10.1956 wurde in Luxemburg der

Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland, der Französischen Republik und dem Großherzogtum Luxemburg über die Schiffbarmachung der Mosel

unterzeichnet. In ihm verpflichten sich die Vertragsstaaten zusammenzuwirken, um den Mosellauf von Thionville (Frankreich) bis zur Mündung in den Rhein bei Koblenz (Deutschland) für den Verkehr mit 1.500 t-Schiffen praktisch während des ganzen Jahres schiffbar zu machen. Dabei sollten die Bedürfnisse der Elektrizitätswirtschaft, der Landeskultur, der Fischerei, der Wasserwirtschaft und des Fremdenverkehrs berücksichtigt und das Landschaftsbild geschont werden.

Am 26. Mai 1964 wurde die Großschifffahrt auf der Mosel zwischen Koblenz und Thionville aufgenommen, nachdem in einer Bauzeit von nur acht Jahren 13 Stau-stufen auf der 270 km langen Strecke errichtet wurden (s. Abb. 4).

Als weitere Ausbaumaßnahmen werden seit 1992 im jeweils oberen Drittel der Stauhaltungen die Fahrrinnen um 30 cm vertieft. Diese Maßnahmen bleiben für den Hochwasserablauf ohne Bedeutung.

Tab. 6: Historische Zeittafel Moselausbau

1666	Allgemeines Reichsgutachten über die Schiffbarmachung kleinerer Flüsse
1699	Memoires historiques: Forderung auf Beseitigung von Hindernissen im Mosellauf
1751	Regulierungsprojekt von Frouard bis Koblenz
1764	Verbindung der Obermosel mit der Maas (de Bilistein)
1776	Französisches Kanalprojekt Obermosel-Saar des Ingenieurs Robin sen.
1806	Studie über die Schiffbarmachung der Mosel von de Gavarelle
1829	Abhandlung des Ingenieurs Lemoyne über die Schiffbarmachung der Mosel
1839/57	Erste Moselregulierung (Strecke Wasserbillig/Koblenz) durch Preußen
1853/70	Regulierung der deutsch-luxemburgischen Grenzstrecke durch Preußen
1885	Denkschrift und Entwurf des Ingenieurs M. Friedel, Bezirksingenieur zu Metz, zur Kanalisierung der Mosel zwischen Metz und Koblenz
1889/93	Regulierungsentwurf von Perl bis Koblenz des Baurats Schönbrod
1894	Eingabe der Interessenten der Moselkanalisierung an den König von Preußen
1904	Entwurf für die Mosel und Saar für 600-t-Kähne von Baurat Werneburg
1911	Eingabe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller an den Deutschen Reichstag
1918/21	Überprüfung der bereits vorliegenden Entwürfe. Neuer Entwurf für eine Kanalisierung der Mosel und Saar unter Einschluß der Wasserkraftnutzung von Baurat Wulle
1938	Neuer Entwurf der Reichswasserstraßenverwaltung; Baubeginn 1938, Einstellung wegen der Kriegslage 1944; Staustufe Koblenz 1947/51 vollendet
1947	Plan des französischen Ingenieurs R. Malcor Regulierung Koblenz/Trier, Kanalisierung Trier/Thionville
1950	Untersuchungen der Uferanliegerstaaten über die Wirtschaftlichkeit einer Schiffbarmachung der Mosel zwischen Koblenz und Thionville
1953	Denkschrift des Consortium pour l'amenagement de la Moselle Die Denkschrift hat die immer noch schwebende Frage - Regulierung oder Kanalisierung - endgültig zugunsten letzterer entschieden; sie diente als Grundlage für die bald darauf beschlossene Schiffbarmachung der Mosel für 1.500-t-Schiffe
1956	Vertrag über die Schiffbarmachung der Mosel und Beginn des Ausbaus zur Großschiffahrtsstraße

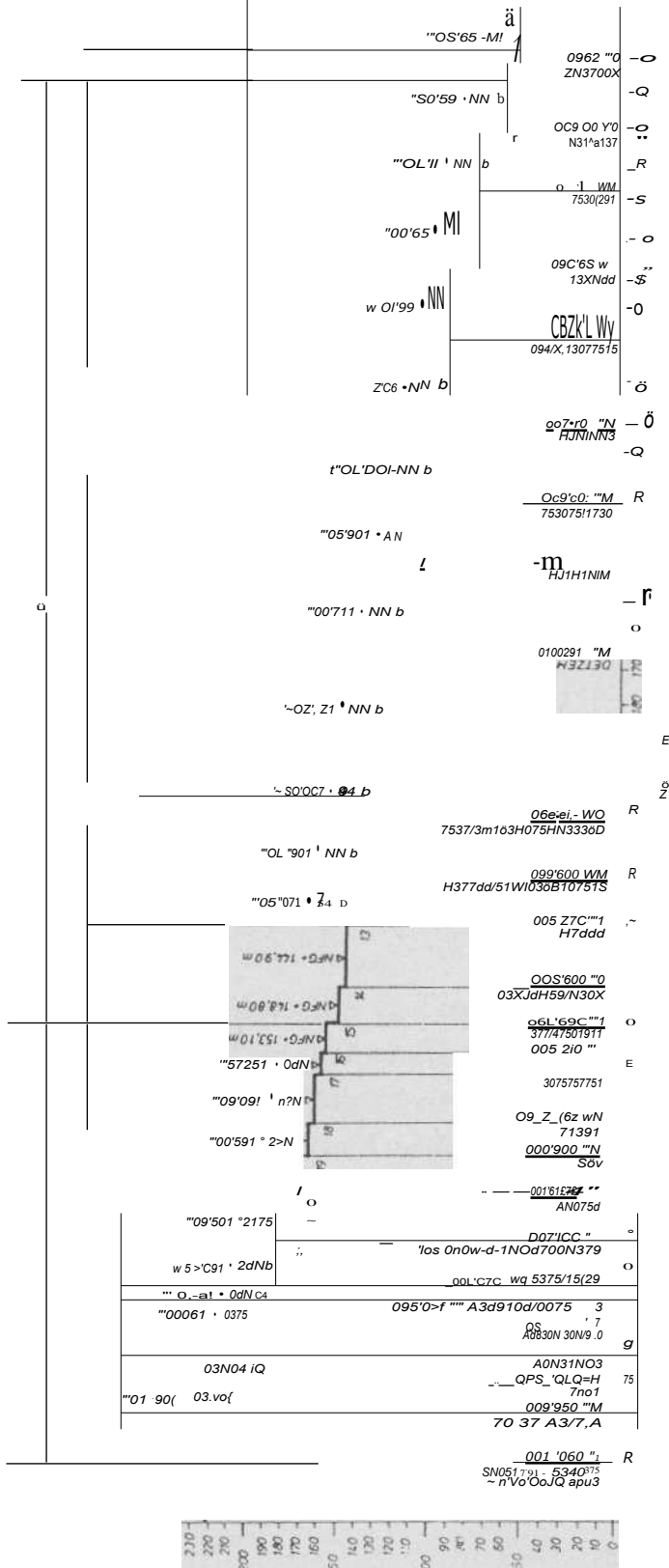


Abb. 4: Längsschnitt der Mosel

3.3.2 Saar

3.3.2.1 Ausbaumaßnahmen vor 1969

In der Zeit vom 14. bis ins 17. Jahrhundert gab es viele Pläne zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse an der Saar. So wurde 1623 der Entschluß gefaßt, die Saar zwischen Herbitzheim und Saarbrücken zu regulieren. Dieser Plan wurde jedoch nicht ausgeführt, sondern beschränkte sich nur auf lokale Regulierungsarbeiten zur Erhöhung des Niedrigwasserstandes.

Mit dem Kohleabbau bei Saarbrücken im 18. Jahrhundert gewann der Kohletransport auf der Saar zunehmend an Bedeutung. Der Bergbau war es dann auch, der auf einer Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse auf der Saar bestand.

Dies führte im 19. Jahrhundert zu umfangreichen Regulierungsarbeiten. Angestrebt wurde bei Niedrigwasser eine Wassertiefe von 80 cm, erreicht jedoch wurde dieses Ziel durchgehend nicht. Folglich wurden die Arbeiten 1857 eingestellt, nachdem die Wasserbauingenieure erkannten, daß eine durchgreifende Verbesserung nur durch den Bau von Staustufen erreicht werden konnte.

Zeitgleich vollzog sich an der oberen Saar eine andere Entwicklung. Nach dem Bau des Rhein-Marne-Kanals in den Jahren 1838 bis 1853 wurde nach Abschluß eines Staatsvertrages zwischen Frankreich und Preußen in den Jahren 1862 bis 1866 der Saar-Kohle-Kanal gebaut. Dieser Kanal, der am Gunderschinger Weiher aus dem Rhein-Marne-Kanal abzweigt und nach 63 km mit 27 Schleusen in Saargemünd an die Saar anschließt, gestattet den Schiffsverkehr mit Penichen mit einer Tragfähigkeit von 200 bis 300 t.

Der weitere Ausbau der Saar zwischen Saargemünd und Luisenthal wurde durch Staatsvertrag 1861 zwischen Frankreich und Preußen geregelt. Dieser Streckenabschnitt ist 25 km lang und überwindet mit 5 Schleusen eine Höhendifferenz von 8,5 m. Die Schleusenabmessungen betragen zunächst 34,5 x 5,2 m. 1985 wurden die Schleusen auf 38,5 m verlängert.

Von 1875 bis 1879 wurde durch den Bau von drei weiteren Staustufen die mittlere Saar von Luisenthal bis Ensdorf erschlossen. Die Leistungsfähigkeit der Wasserstraße wurde dann im Jahr 1895 durch Anhebung des Wasserspiegels um 40 cm weiter gesteigert, so daß ein Penichenverkehr mit 270 t Ladung bei 1,8 m Abladetiefe möglich war.

Der Bau des Saar-Kohle-Kanals und der Ausbau der mittleren Saar bis Ensdorf hat die Diskussion um den weiteren Ausbau der Saar nicht beendet. So gab es im 19. und 20. Jahrhundert eine Vielzahl von Initiativen, die aber über das Planungsstadium nicht hinaus kamen. Zu erwähnen ist lediglich der „Sonderentwurf zur Hochwasserregelung der Saar“ aus dem Jahr 1936, auf dessen Basis ab 1937 örtliche Maßnahmen durchgeführt wurden, wobei es sich im wesentlichen um Durchstiche handelte.

3.3.2.2 Ausbau der Saar zur Großschiffahrtsstraße ab 1969

Am 11.02.1969 hat die Regierung der Bundesrepublik Deutschland beschlossen, einen Wasserstraßenanschluß für das Saarland zu bauen. Die Entscheidung, ob der Anschluß durch den Ausbau der Saar bis zur Mosel oder durch den Bau des Saar-Pfalz-Rhein-Kanals erfolgen sollte, blieb zunächst offen. Nach Vorlage und Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Untersuchungen beschloß dann 1973 die Bundesregierung, die Saar von der Mosel bis Saarbrücken als Wasserstraße der Klasse IV auszubauen. Darüber hinaus wurde der Verkehr mit 2-Leichter-Schubverbänden berücksichtigt. Im Vorgriff auf den endgültigen Saarausbau wurden auch zur Verbesserung des partiellen Hochwasserschutzes die Durchstiche Saarbrücken - St. Arnual und Saarlois hergestellt.

Mit dem eigentlichen Ausbau wurde 1976 begonnen. Die Strecke von der Mündung bis Dillingen wurde im Herbst 1987 dem Verkehr übergeben. Auf der 91,3 km langen Ausbaustrecke zwischen Saarbrücken und der Mündung der Saar in die Mosel beträgt die Höhendifferenz 55 m, die mit 6 Staustufen überwunden wird. Dabei schwankt die Hubhöhe der Schleusen zwischen 14,50 m in Serrig und 3,80 m in Lisdorf, eine Haltungslänge zwischen 22,7 km in Mettlach und 12,1 km in Rehlingen (Abb. 5).

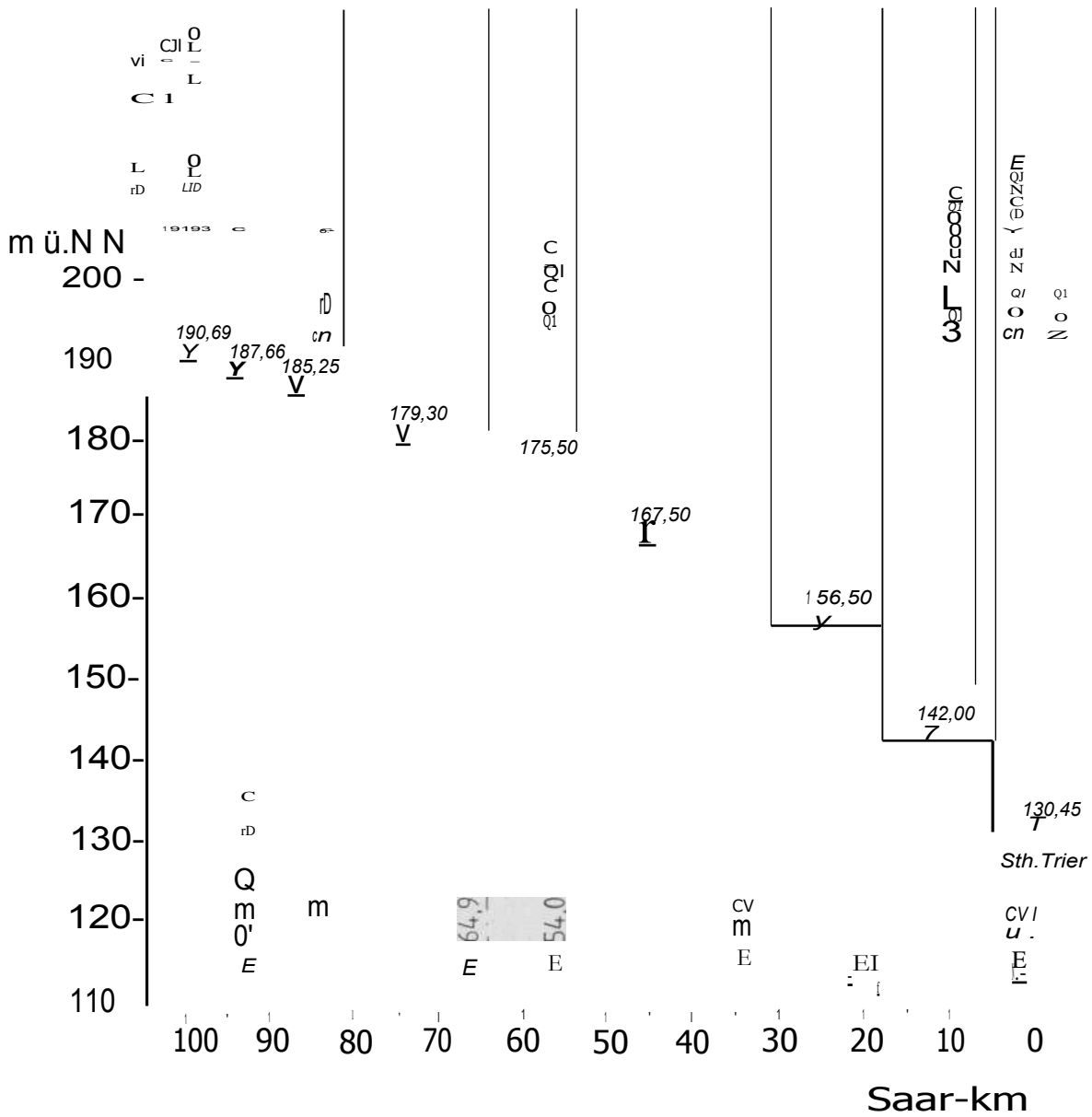


Abb. 5: Längsschnitt der Saar

4 Statistische Betrachtungen unter Verwendung historischer Daten

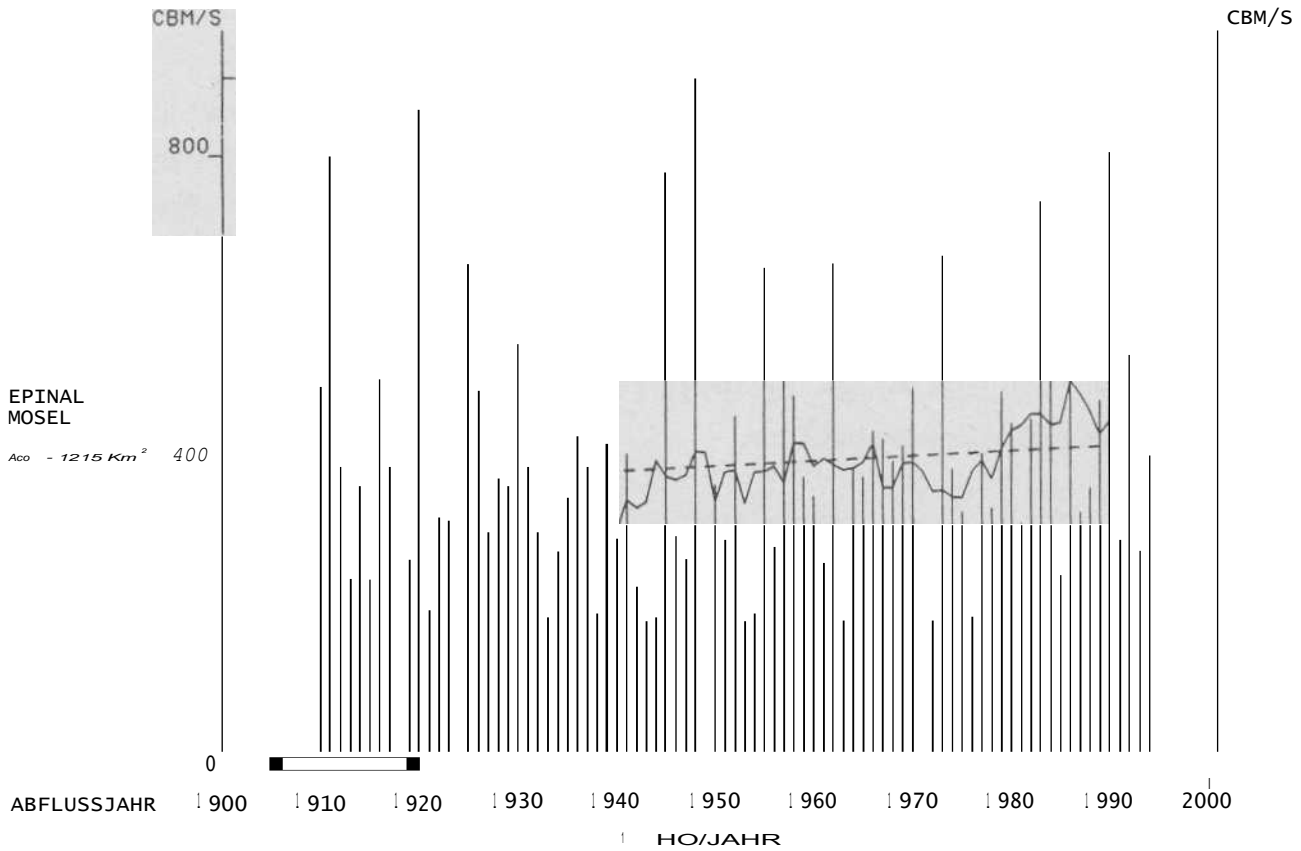
Als Einstieg in eine Untersuchung der Hochwasserverhältnisse der Mosel wurden aus der Zeitreihe 1910 bis 1995 für langjährige Pegel (bis 1994 bei französischen Pegeln) aus jedem Jahr vier hydrologisch unabhängige Hochwasserscheitel (2 Winter-, 2 Sommerereignisse) herangezogen. Nach Umrechnung der als Wasserstände vorliegenden Werte in Abflüsse sollte die Frage beantwortet werden, ob über die 86 Jahre seit 1910 eine systematische Änderung der Hochwasserscheitel erkennbar ist. Hierzu wurden eine Auswahl von Höchstabflüssen in ihrer zeitlichen Reihenfolge grafisch dargestellt (Abb. 6) und über 9 Werte gleitende Mittelwerte (Tiefpaßfilterung) sowie Regressionsgeraden in die Zeichnungen eingetragen. Die Abbildungen zeigen für die Pegel die Reihung der jeweils höchsten Abflußscheitel pro Jahr (1 HQ/Jahr).

Einheitlich ist eine steigende Tendenz der Scheitelabflüsse an den Pegeln erkennbar, wobei die Tendenz bis Perl geringer ist als in Cochem. Die Linien der gleitenden Mittelwerte machen den Wechsel von Zeitabschnitten mit gehäuftem Auftreten großer Abflüsse und solchen ohne größere Hochwasser deutlich. Die Linien zeigen jeweils am Anfang und Ende der Beobachtungszeit eine herausgehobene Phase großer Abflüsse und ein kleineres aber zeitlich anhaltendes Nebenmaximum von 1940 bis 1960 in Perl bzw. bis 1970 in Cochem. Die 30'er und die 70'er Jahre waren an beiden Pegeln abflußarm.

Die Auswertung der Scheitelwerte in Perl und Cochem bezüglich ihrer jahreszeitlichen Zuordnung ergibt, daß unter den zwei großen Scheiteln jeden Jahres in der Zeitreihe von 1910 bis 1995 am Pegel Perl nur 14 von 172 Werten oder 8,1 % und von 1910 bis 1995 am Pegel Cochem nur 12 von 172 Werten oder 7,0 % den Sommerhalbjahren entstammen, wobei sich unter den größten 10 Hochwassern jeweils nur ein Sommerereignis (das Hochwasser Mai 1983) befindet. Es ist in Perl das drittgrößte und liegt in Cochem an 5. Stelle.

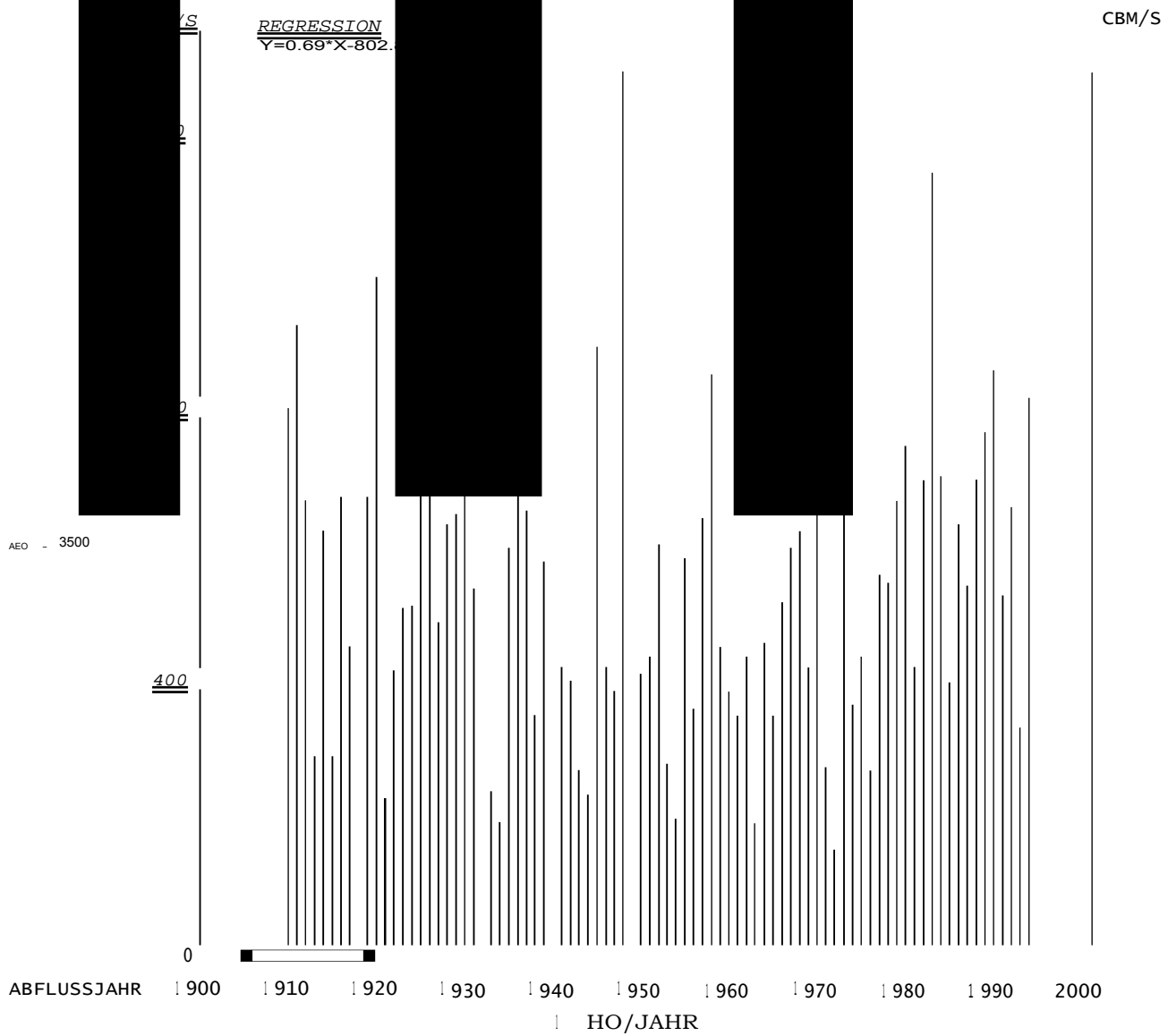
Hohe Abflüsse sind hauptsächlich im Winterhalbjahr zu erwarten, evtl. noch in den Übergangsmonaten Mai und Oktober, das Sommerhalbjahr liefert normalerweise niedrige Abflüsse.

REGRESSION
 $Y=0.64 \cdot X-847.10$



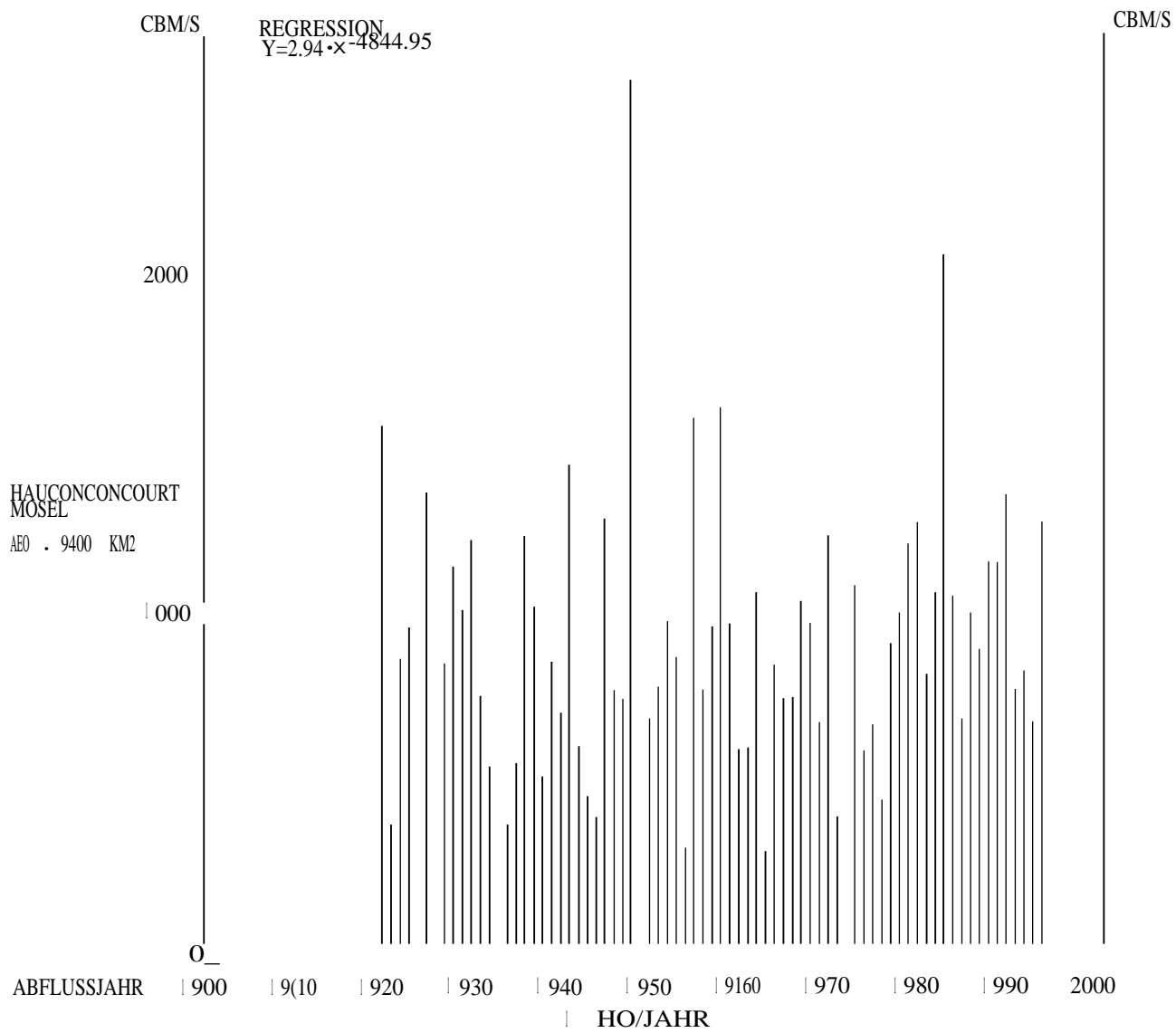
UEBER 9 WERTE GEMITTELT
BFO KOBLENZ

Abb. 6.1: Hochwasserscheitelabflüsse seit 1910 bis 1994 (1 HQ/Jahr) mit Trendgerade am Pegel Epinal/Mosel



•) UEBER 9 WERTE GEMITTELT
 BFO KOBLENZ

Abb. 6.2: Hochwasserscheitelabflüsse seit 1910 bis 1994 (1 HQ/Jahr) mit Trendgerade am Pegel Toul/Mosel



.) UEBER 9 WERTE GEMITTELT
BFC KOBLENZ

Abb. 6.3: Hochwasserscheitelabflüsse seit 1920 bis 1994 (1 HQ/Jahr) mit Trendgerade am Pegel Hauconcourt/Mosel

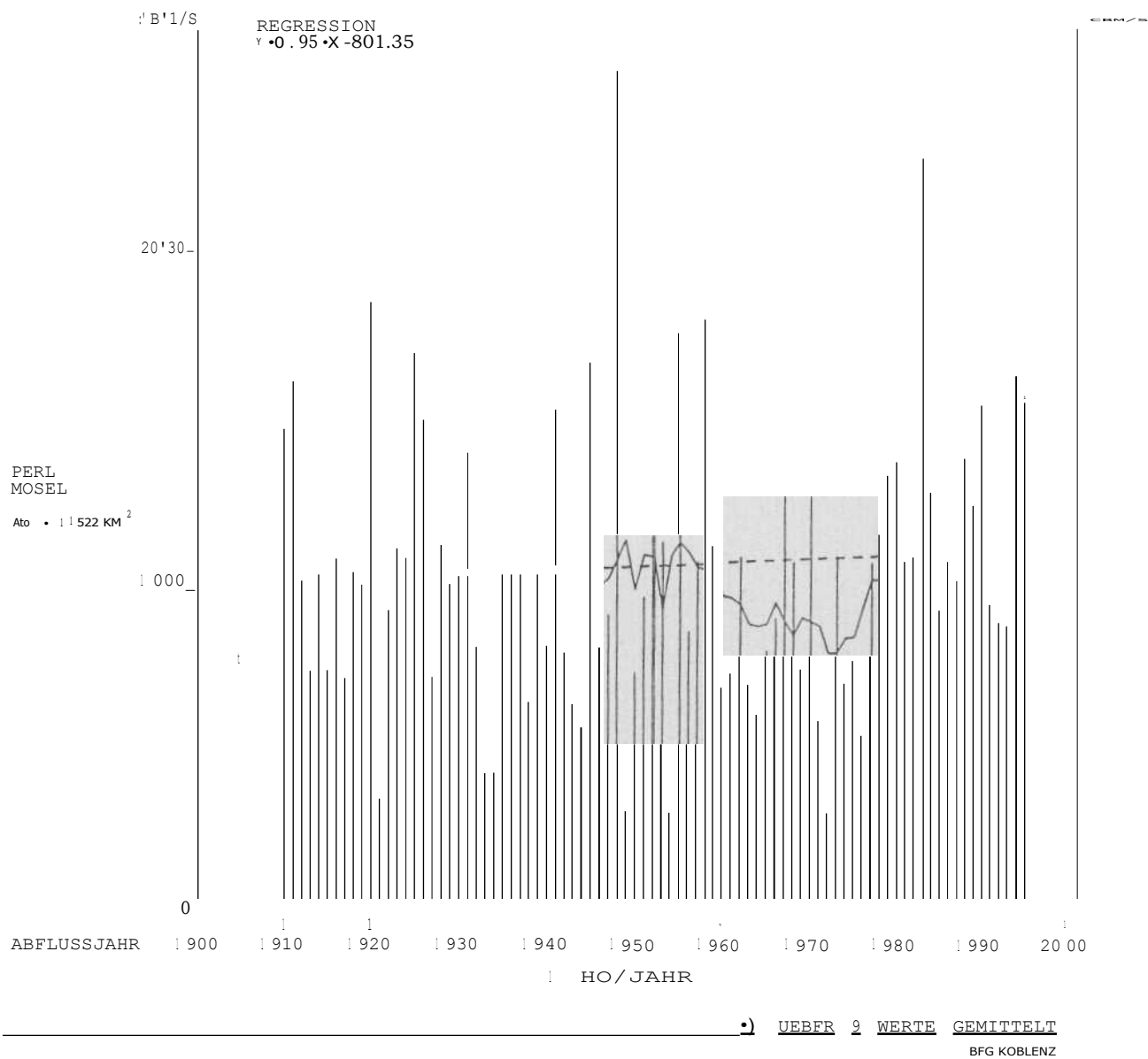


Abb. 6.4: Hochwasserscheitelabflüsse seit 1910 bis 1995 (1 HQ/Jahr) mit Trendgerade am Pegel Perl/Mosel

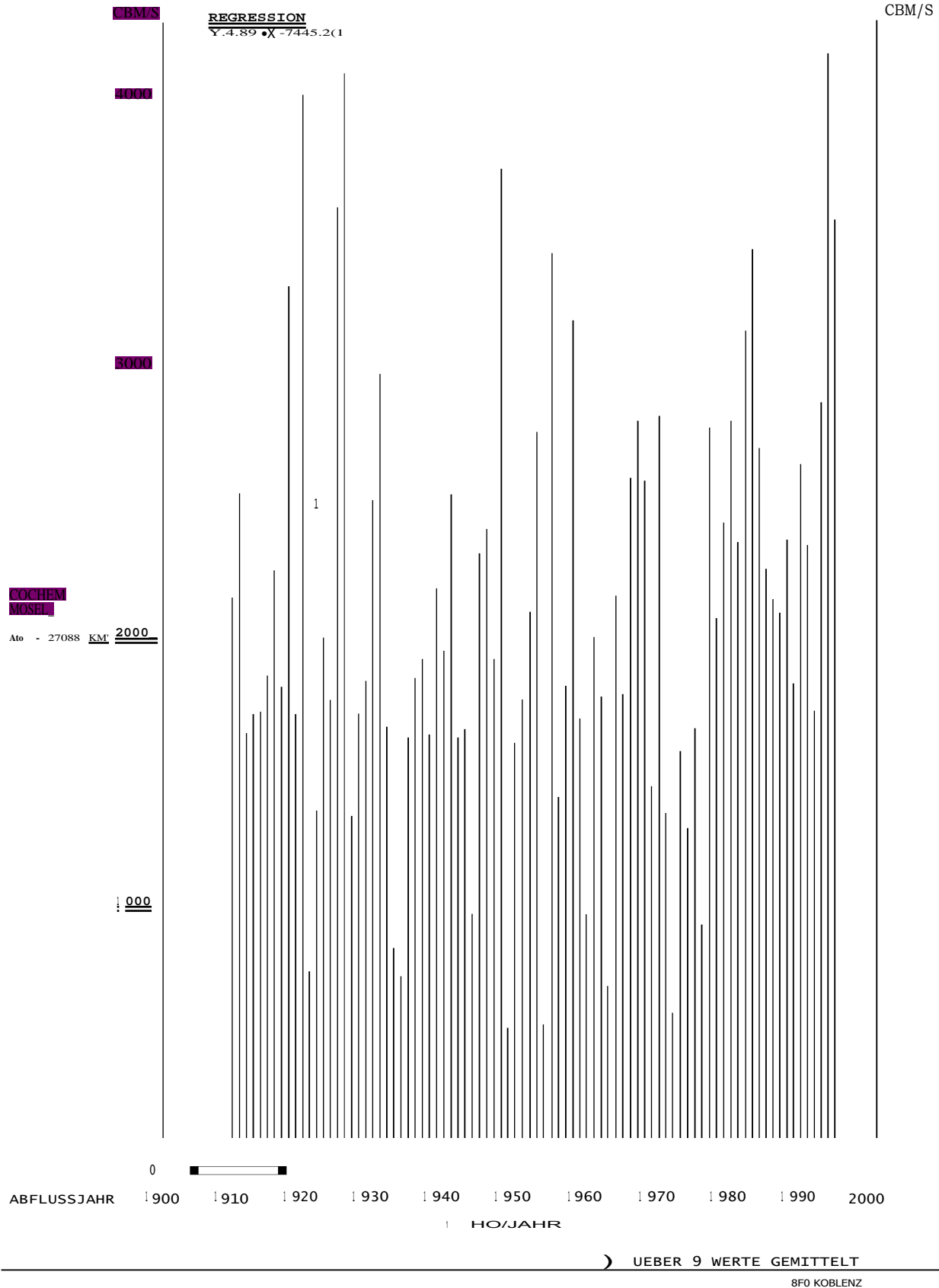


Abb. 6.5: Hochwasserscheitelabflüsse seit 1910 bis 1995 (1 HQ/Jahr) mit Trendgerade am Pegel Cochem/Mosel

Mit Hochwasserereignissen ist daher zu rechnen:

vor allem in den Monaten November, Dezember, Januar und Februar, abgeschwächt in der Zeit von März bis Mai und im Oktober.

Zur Relativierung der Erkenntnis, daß in den letzten 86 Jahren im Mittel die Hochwasser-Scheitel zugenommen haben, seien den Hochwasserabflüssen die mittleren jährlichen Abflüsse (MQ) 1910 bis 1993 bzw. 1994 gegenübergestellt. Die gleitenden Mittelwertlinien verlaufen bis etwa 1945 fallend und danach ansteigend. Die Regressionsgeraden für den Gesamtzeitraum verhalten sich unterschiedlich: In Cochem ist eine ansteigende, in Perl eine leicht fallende Tendenz vorhanden (Abb. 7.1 und 7.2). Allerdings ergibt schon eine Verkürzung der Jahresreihe auf die Zeit von 1920 bis heute auch für Perl eine steigende Regressionsbeziehung. Damit läßt sich folgern, daß der festgestellte Anstieg der Scheitelabflüsse - zumindest teilweise - durch die allgemeine Tendenz steigender Abflüsse bedingt ist. Diese korreliert wiederum mit einer steigenden Tendenz der Jahresgebietsniederschlagshöhe in den letzten 100 Jahren.

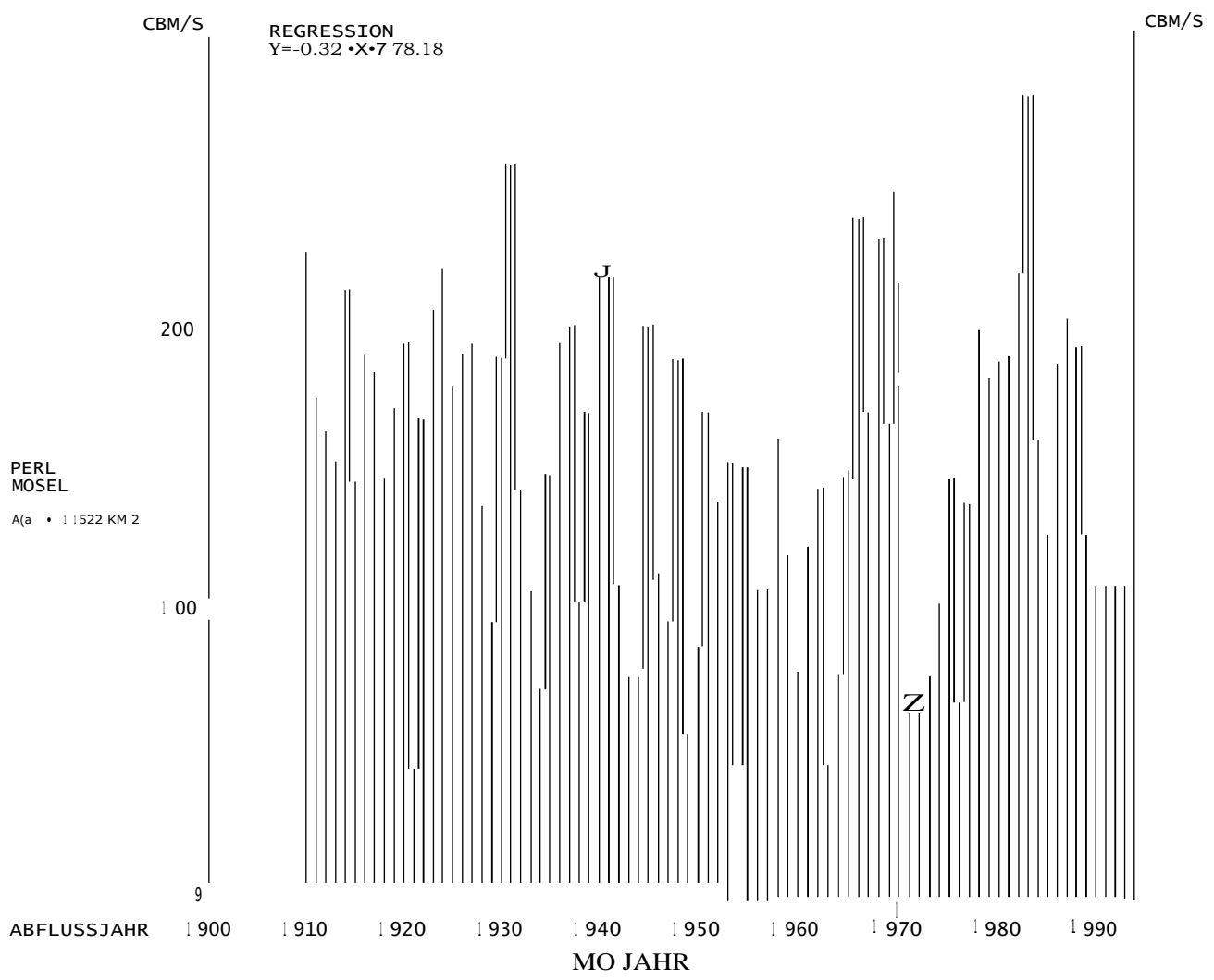
Die Zunahme der Jahresniederschlagshöhen ist für das gesamte Rheineinzugsgebiet signifikant, im Moselgebiet aber besonders ausgeprägt. Daneben ist zusätzlich eine jahreszeitliche Umverteilung der Niederschläge festzustellen: einer merklichen Abnahme in den Monaten Juni bis Oktober steht eine überproportionale Zunahme von März bis Mai sowie im November und Dezember gegenüber (Abb. 7.3).

Obwohl die vorangestellten Ausführungen deutlich machen, daß das Datenmaterial der historischen Abflußscheitel als inhomogen anzusehen ist, werden erste Angaben zur Hochwasserwahrscheinlichkeit an den Moselpegeln aus diesen Daten abgeleitet (Tab. 7). Zu berücksichtigen ist dabei, daß die Wahrscheinlichkeitsberechnungen in Frankreich und Deutschland nach unterschiedlichen Verfahren durchgeführt wurden - auch wenn Vergleichsrechnungen die Gleichwertigkeit der Verfahren näherungsweise bestätigt haben.

Tab. 7: Abflüsse ausgewählter Wiederkehrzeiten, ermittelt aus historischen Daten (bis 1990)

Gewässer	Pegel	Scheitelabfluß in m ³ /s bei einer Wiederkehrzeit von			
		10 Jahren	20 Jahren	50 Jahren	100 Jahren
Mosel	Epinal	610	700	810	900
Meurthe	Malzeville	600	720	880	1.010
Mosel	Toul	880	1.030	1.230	1.390
Mosel	Perl	1.620	1.900	2.190	2.470
Mosel	Trier	2.860	3.300	3.730	4.140
Mosel	Cochem	3.090	3.500	3.940	4.330

...



*) LIEBER 9 WERTE GEMITTELT

PCn In.' FM7

Abb. 7.1: Mittlere jährliche Abflüsse der Jahre 1910 bis 1993 am Pegel Perl mit Trendgeraden

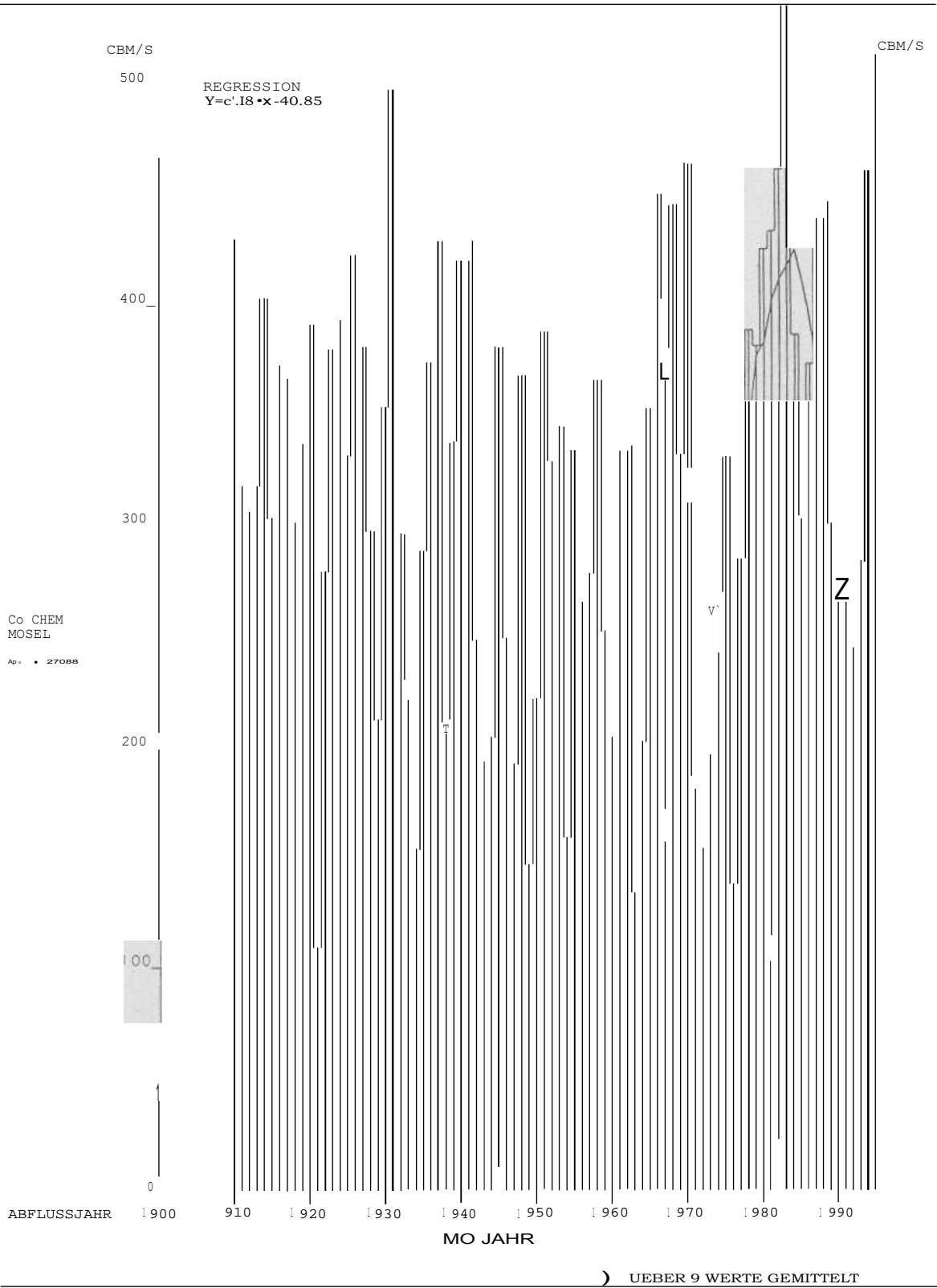
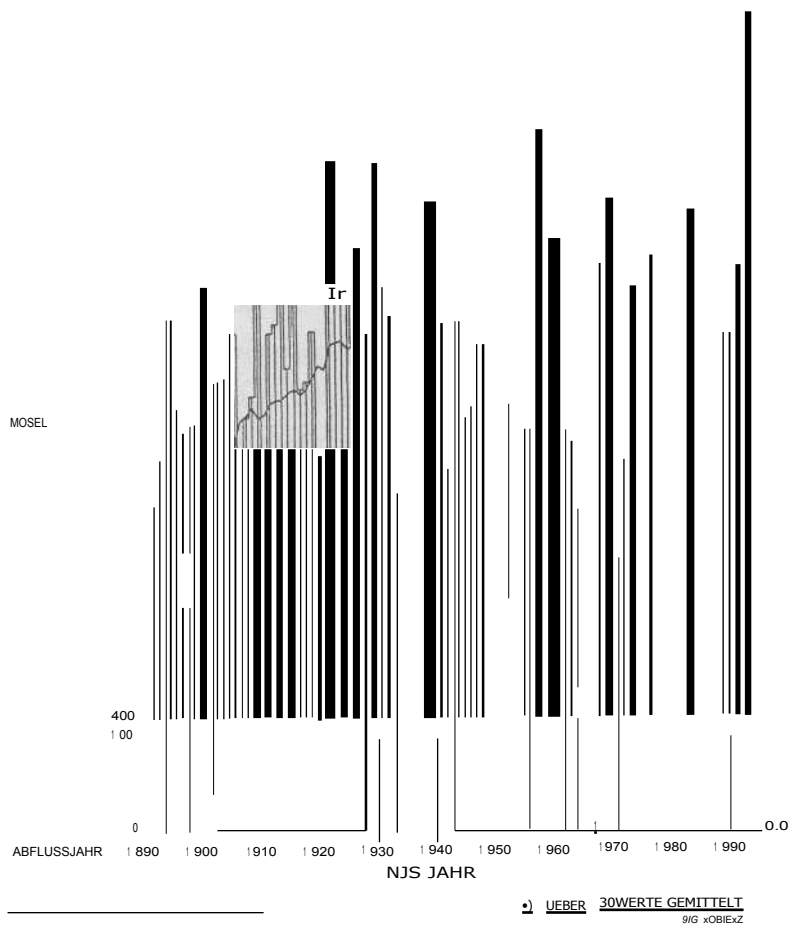


Abb. 7.2: Mittlere jährliche Abflüsse der Jahre 1910 bis 1994 am Pegel Cochem mit Trendgeraden



Moselgebiet

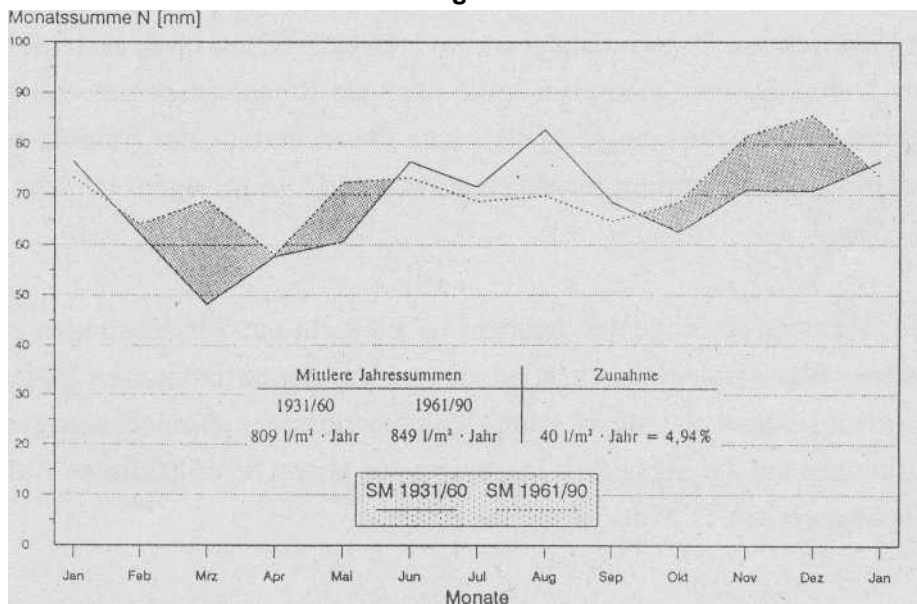


Abb. 7.3: Jahresniederschlagshöhen im Einzugsgebiet der Mosel der Jahre 1892 bis 1993 und Vergleich der Monatsmittel der Jahresreihen 1931/60 und 1961/90

5 Feststellung der Auswirkungen von Mosel- und Saarausbau auf den Hochwasserablauf in der Mosel

Mosel und Saar wurden aufgrund internationaler und nationaler Verträge zwischen 1958 und 1979 bzw. nach 1973 zur Großschiffahrtsstraße ausgebaut. Hinsichtlich der verschiedenartigen Baumaßnahmen, die zur Stauregelung der Saar, der deutsch/luxemburgischen Mosel und der französischen Obermosel ausgeführt wurden, gibt es sowohl Gemeinsamkeiten als auch nennenswerte Unterschiede. So wurden in den o.g. Gewässern in allen Fällen neben den Stauerrichtungen auch Vertiefungen, Anschüttungen und Uferbefestigungen vorgenommen. Im Rahmen des Ausbaus von Saar und der französischen Obermosel wurden bei einigen Mäandern Durchstiche angelegt, die die Länge der Fließstrecke nur geringfügig verkürzt haben. In Frankreich sind diese Schleusen-Ableitungen am Hochwasserabfluß nicht beteiligt. Bei extremen HW werden überall entlang der französischen Obermosel und der deutsch/luxemburgischen Mosel nahezu freifließende Strömungsverhältnisse angetroffen. Im Unterschied hierzu werden an der Saar selbst bei extremen Hochwassern noch reduzierte Stauziele eingehalten. Weiterhin wurden an der Saar im Rahmen des Ausbaus auch Deiche errichtet. Beim Moselausbau wurde auf den Bau von Deichen verzichtet.

Großflächige Überflutungsgebiete existieren nur an der französischen Obermosel. Durch vergleichende Untersuchungen wurde festgestellt, daß diese auch nach Ausbau der französischen Obermosel heute noch als Retentionsgebiete zur Verfügung stehen, auch wenn einige Maßnahmen (Aufschüttung der Autobahn, Baumaßnahmen) das Retentionsvermögen im Hauptbett in geringem Umfang reduziert haben.

Alle Maßnahmen im Zuge des Ausbaus haben nicht nur Auswirkungen auf die stationären Wasserspiegellagen, sondern auch auf den instationären Ablauf von Hochwassern in Saar und Mosel. Durch Kombination der verschiedenartigen Ausbauwirkungen auf den Abfluß ist insgesamt von einem beschleunigten Anlaufen der Hochwasserwellen in der Mosel auszugehen.

Mathematisch, hydrologische Modelle zur Simulation des HW-Ablaufs in der Saar (ab Saarbrücken) und in der Mosel (ab Custines) wurden in der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, jeweils für die Zustände vor und nach Ausbau zur Großschiffahrtsstraße erstellt und anhand abgelaufener, historischer Hochwasser kalibriert [2, 3].

Ziel der Modelluntersuchungen der Wellenabläufe ist die Homogenisierung der für die Moselpegel Perl/Besch, Trier und Cochem ermittelten Hochwasserscheitelabflüsse auf die Bettzustände der Mosel vor und nach deren Ausbau unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Ausbaus der Saar.

Ein exakt kalibriertes Modell für den Zustand vor Ausbau der französischen Mosel ist wegen fehlender Abflußganglinien vor 1970 nicht erstellbar. Für den Zustand nach Ausbau konnte ein Modell kalibriert werden. Für den Zustand vor Ausbau ist zunächst ein unkalibrierter Modelldatensatz zu Proberechnungen herangezogen worden. Die Ergebnisse dieser Rechnungen stehen in Übereinstimmung mit den Erwartungswerten, wie sie sich einerseits aus Abschätzungen für die Strecke Custines-Apach und andererseits aus Vergleichsuntersuchungen auf der Strecke unterhalb Apach ableiten lassen. Nach Absprache mit der französischen Arbeitsgruppe erfolgte eine Einigung dahingehend, daß die mit dem Rohmodell berechneten Wellenabläufe für die Zeit vor Staustufenbau in der Mosel gültig sein sollen.

Im Gegensatz zur deutschen und deutsch-luxemburgischen Mosel liegen am französischen Flußabschnitt auch großflächige Überflutungsgebiete. Zwar sind in einigen Fällen Mäander durchstoßen und damit Gewässerabschnitte verkürzt worden, doch wurde weitgehend auch in Frankreich auf den Bau von Deichen verzichtet. Damit ist festzustellen, daß frühere Retentionsgebiete auch heute noch zur Verfügung stehen. Insgesamt stehen 6 Hochwasserganglinien für die Strecke Custines - Apach seit April 1983 zur Verfügung. Sie repräsentieren den Zustand nach Ausbau der Mosel (nach 1979). Für diese 6 Hochwasser ist durch Umrechnung

[2] Hochwasserwellenberechnung Saar (Zustand nach Ausbau zur Schifffahrtsstraße), BfG-0032, Koblenz, Mai 1982

[3] Erstellung eines mathematischen Modells zur Simulation von Hochwasserabläufen in der Mosel, BfG-0549, Koblenz, April 1990

auf den Zustand vor Ausbau der Mosel der Ausbaueffekt ermittelt. Tabelle 8 enthält die Ergebnisse der Berechnungen (Scheitelabflüsse) für Perl (Obermosel), Trier (Obermosel + Sauer + Saar) und für die Moselmündung. Die Abflußscheiden des Startpegels Custines sowie die der Sauer und die ausbaubezogenen Saarscheiden (jeweils an deren Mündung) sind Tabelle 8 ebenfalls zu entnehmen.

In den Abbildungen 8.1 bis 8.3 sind die Abflußganglinien an den o.g. Stationen für die 6 ausgewählten HW-Ereignisse graphisch dargestellt.

Bemerkung: Die nachfolgenden Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen der Modellrechnungen müssen mit größter Vorsicht interpretiert werden, da die berechneten Auswirkungen des Moselausbaus zahlenmäßig gering sind und in derselben Größenordnung liegen, wie der Genauigkeitsbereich der Ergebnisse der Berechnungen.

Aus den Ergebnissen der Simulationsberechnungen für die 6 Ereignisse kann abgeleitet werden, daß sich aufgrund des Ausbaus der französischen Obermosel am Pegel Perl bereits ein beschleunigter HW-Ablauf in der Mosel ergibt. Die Scheitelabflußveränderungen betragen im Mittel $AQS = 65 \text{ m}^3/\text{s}$ (4,0 %). Infolge des Saarausbaus treffen heute die Saarwellen eher an der Saarmündung ein als im Zustand vor Ausbau. Wegen der beschleunigten Obermosel und den dadurch bedingten andersartigen Überlagerungen der Moselabflüsse mit denen von Sauer und Saar und den Abflüssen aus den restlichen Gebieten ergeben sich - absolut gesehen - am Pegel Trier im Vergleich zu Perl weiter anwachsende Scheitelabflüsse ($AQS = 107 \text{ m}^3/\text{s}$). Die relativen Scheitelabflußerhöhungen sind in Perl und Trier im Mittel gleich (4,0 %). Unterhalb von Trier bis zur Mündung in den Rhein bei Koblenz sind aus dem Ausbau der Mosel keine weiteren negativen Auswirkungen auf den HW-Ablauf festzustellen. Im Mittel sind die ausbaubedingten relativen Scheitelabflußerhöhungen an der Mündung der Mosel sogar kleiner als an der deutsch/französischen Grenze. Tabelle 8 enthält auch die den Scheitelabflußerhöhungen entsprechenden Wasserstandsdifferenzen an den Pegeln Perl und Trier [bzw. an](#) der Moselmündung. Insgesamt ergeben sich Wasserstandsdifferenzen in einer Größenordnung um 10 cm, die im Einzelfall bis 20 cm erreichen können. Dabei ist festzustellen, daß Veränderungen aus der Obermosel durch die ausbaubedingt ver-

Ereignis	Scheitelabfluß (QS) in m³/s am Beobachtungspunkt		Eingabedaten		AQS	Beobach- tungspunkt	Scheitelabflüsse (QS)		Ergebnisse			Eintritts- zeiten von QS		
	Mosel, Custines	Sauer, Mündung	Saar, Mündung				vor Ausbau	nach Ausbau	vor Ausbau	nach Ausbau	Differenzen der		in cm	
			in m³/s	in % von 6							in m³/s			in % von 6
	1	2	3	4	5=4-3		6	7	8	9	10	11		
1983/4	1900*)	396	892	957	65	Perl	2006	2085	79	3,9	13	8		
						Trier	2735	2824	89	3,2	14	6		
						Koblenz	2854	2934	80	2,8	13	2		
1983/5	1680	407	985	1039	54	Perl	2147	2247	100	4,7	18	8		
						Trier	3196	3303	107	3,3	16	4		
						Koblenz	3336	3422	86	2,6	13	2		
1984/2	1005	903	616	647	31	Perl	1247	1293	46	3,6	11	4		
						Trier	2432	2530	98	4,0	18	0		
						Koblenz	2714	2787	73	2,7	12	0		
1988/3	1065	292	665	688	23	Perl	1278	1321	43	3,4	10	12		
						Trier	2313	2399	86	3,7	17	6		
						Koblenz	2451	2506	55	2,2	10	4		
1990/2	1328	568	639	670	31	Perl	1416	1500	84	5,9	20	6		
						Trier	2369	2514	145	6,1	26	2		
						Koblenz	2537	2674	137	5,4	23	2		
1993/12	1148	1120	1176	1205	29	Perl	1473	1510	37	2,5	10	6		
						Trier	3434	3550	146	3,4	16	0		
						Koblenz	3797	3805	8	0,2	2	-2		

PD 2 00 Die Wirkungen des A von B von Mosel und Saar auf d
 wellen der Mosel (z. B. errechnete Werte; Custi = Meßwerte) Hochwasser-

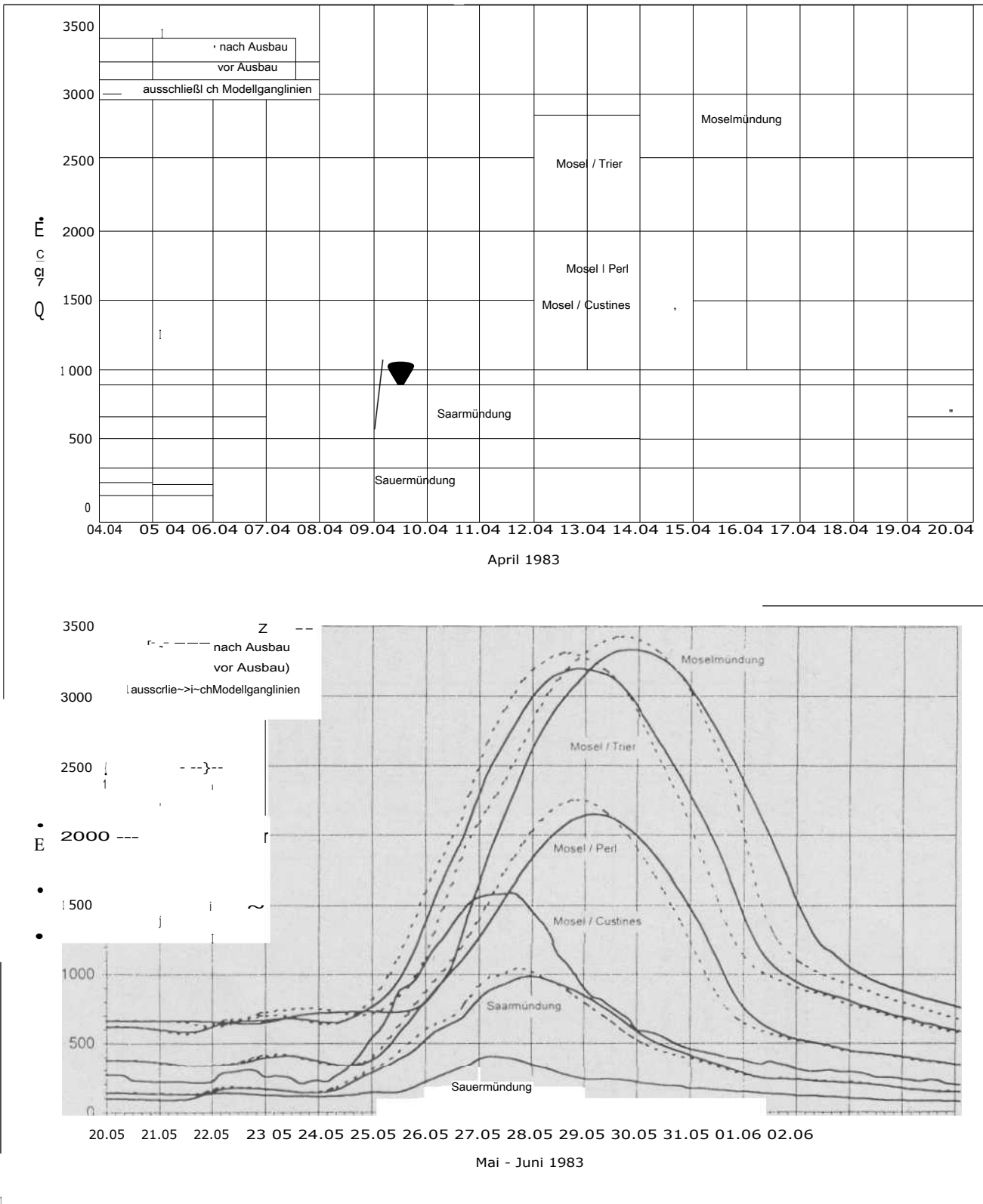


Abb. 8.1: Ergebnisse der Wellenablaufberechnungen für die Mosel von Custines bis Koblenz

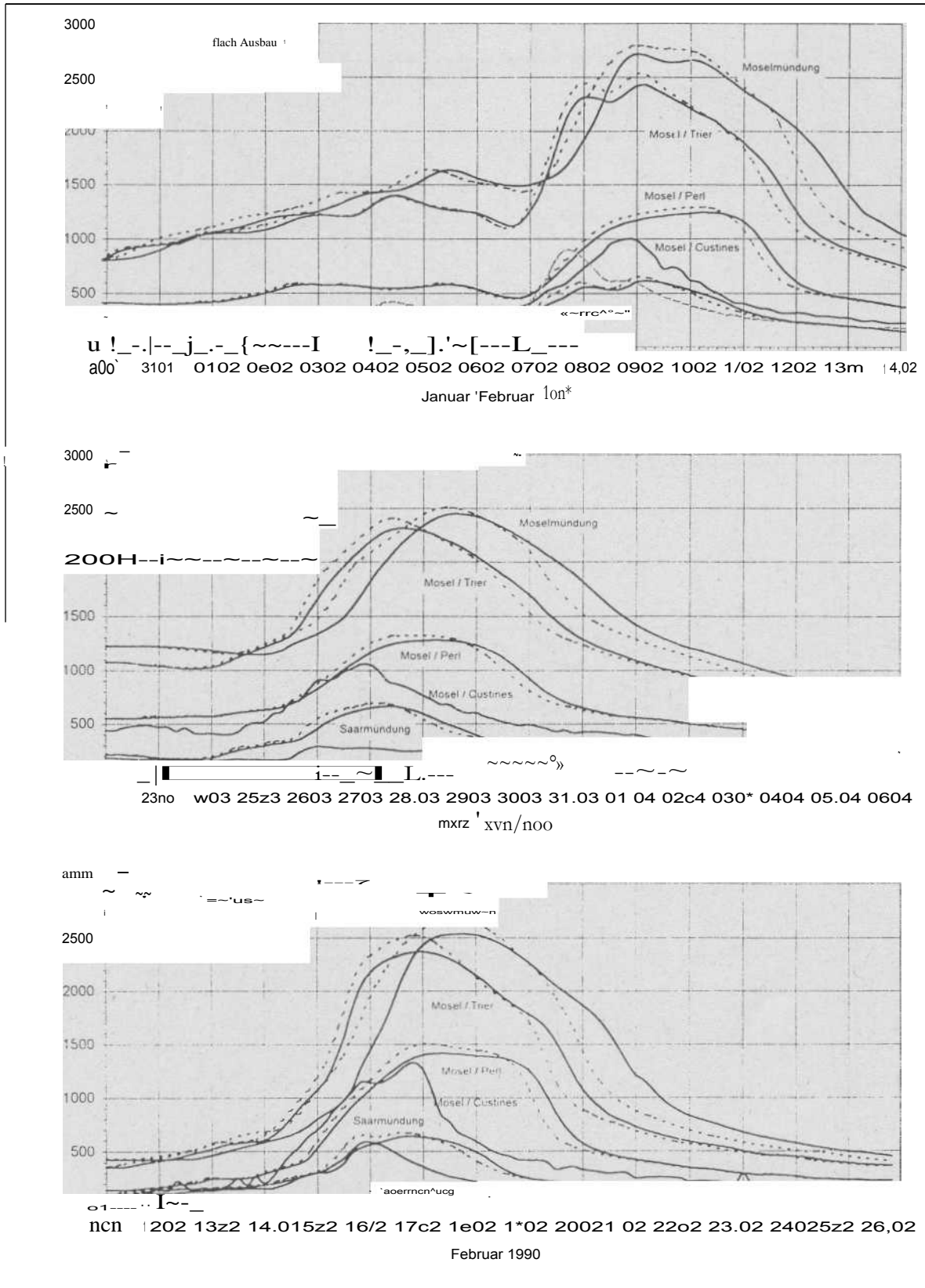


Abb. 8.2: Ergebnisse der

ongoofür die Mosel von Custines bis Koblenz

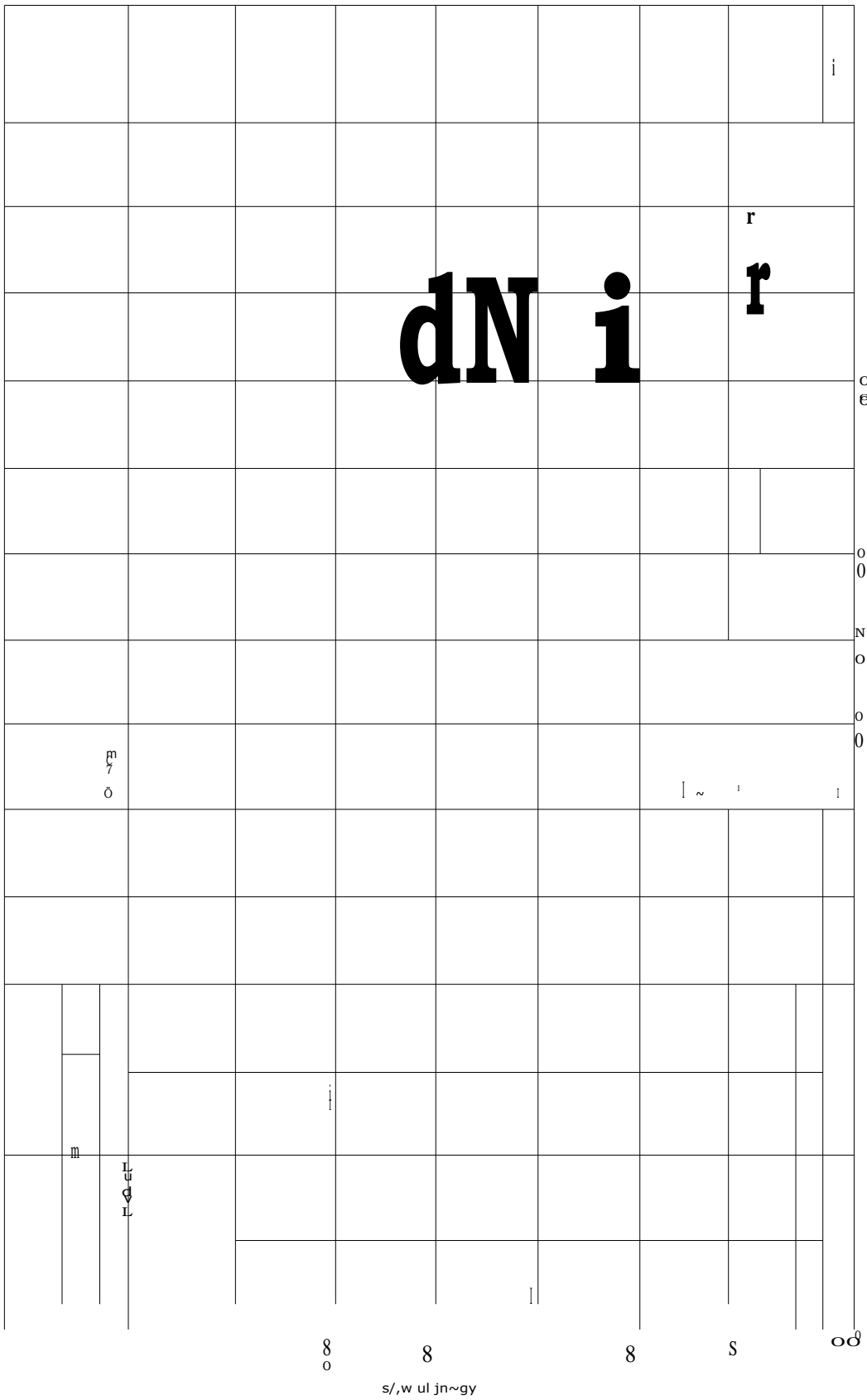


Abb. 8.3: Ergebnisse der Wellenablaufberechnungen für die Mosel von Custines bis Koblenz

änderten Saarlochwasser nicht kompensiert werden und daß diese Wasserstands-
differenzen für große Hochwasser niedriger ausfallen.

Der Ausbau von Mosel und Saar insgesamt führt an der Moselmündung auf **eine Scheitelabflußerhöhung um im Mittel gut 70 m³/s sowie ein früheres Eintreffen der Wellenscheitel um rd. 1,5 h.** Dieses Ergebnis ist abgeleitet aus der Umrechnung von 6 verfügbaren Wellenkollektiven der Zeit seit 1980. Alle Angaben basieren daher ausschließlich auf Modellrechnungen und sind mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Der Rang der Abflußscheitel dieser Wellen unter den höchsten Abflüssen seit 1880 ist nachfolgend für die Pegel Trier und Cochem zusammengestellt:

Ereignis	Rang der HQ-Scheitel an den Pegeln	
	Trier	Cochem
1983/4	9	> 11
1983/5	6	8
1984/2	>11	>11
1988/3	>11	>11
1990/2	>11	>11
1993/12	1	1

Für weitere Hochwasser, bei denen wegen fehlender Abflußganglinien keine Modellrechnungen ausgeführt werden konnten, wurden Abschätzungen durchgeführt. Diese Abschätzungen ergeben Zunahmen von im Mittel ca. 60 m³/s und Scheitelvervorlegungen um rund 4 bis 6 h. Damit werden die Ergebnisse der Modellrechnungen im Grundsatz bestätigt.

6 Hochwasserwahrscheinlichkeit

Die bestimmten Wiederkehrintervallen zuzuordnenden Hochwasserscheitelabflüsse (QS) können nur unter Verwendung einer ausreichend großen Anzahl von QS-Werten ermittelt werden. Sollen die Aussagen für einen bestimmten Zeitpunkt gültig sein, so müssen die Einzeldaten Ereignissen entstammen, die unter den für diesen Zeitpunkt gültigen Bedingungen eingetreten sind. Ersatzweise kann eine rechnerische Homogenisierung erfolgen.

Voraussetzend, daß keine signifikanten Klimaänderungen vorliegen und die Einflüsse aus der Fläche bzw. aus Baumaßnahmen an den kleinen Nebengewässern unbedeutend sind, kann die Homogenisierung der QS an den Moselpegeln über Wellenablaufberechnungen erfolgen.

Die erforderlichen Modelle sind zwar vorhanden, doch können Umrechnungen in der französischen Moselstrecke wegen fehlender Abflußganglinien nur für wenige Hochwasser aus der Zeit seit 1979 durchgeführt werden. Insofern sind Datenhomogenisierungen insgesamt nur begrenzt möglich. Aus den 6 modellermittelten Scheitelwerten ergibt sich im Mittel eine ausbaubedingte Abflußerhöhung für Perl und Trier um 5 % und für Koblenz um 2,7 %. Dabei ist die Abflußzunahme für große Hochwasser niedriger zu erwarten als die genannten Prozentsätze. Für eine systematische Umsetzung der Scheitelwerte können nur Wellen aus der Zeit vor Beginn bzw. nach Abschluß aller Ausbaumaßnahmen genutzt werden. Insofern stehen für eine Untersuchung über die zur Zeit gültige Hochwasserwahrscheinlichkeit nur Teilkollektive aus den Jahren 1910 bis 1960 und 1979 bis 1995 zur Verfügung. Die Scheitelwerte aus dem Zeitabschnitt 1960 bis 1979 unterliegen gleitenden Einflüssen aus dem an Mosel und Saar ungleichmäßig fortgeschrittenen Ausbau. Es wurden trotzdem Kollektive von „synthetisch“ umgesetzten Scheitelwerten gebildet, um HQ_x -Werte für den heutigen Zustand zu gewinnen. Hierzu wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Grundlage für Cochem, Trier: Jahresreihe 1910 - 1995
- Grundlage für Perl: Jahresreihe 1910 - 1967 am Pegel Besch und 1968 - 1995 am Pegel Perl
 - a) Werte 1980 - 1994 wie gemessen
 - b) Werte 1910 - 1958 um ermittelte Prozentsätze erhöht
 - c) Werte 1959 - 1979 gleichmäßig gleitend erhöht

Die Ergebnisse der so durchgeführten Berechnungen finden sich in Tab. 9 in der 3. Spalte der zum jeweiligen Pegel genannten Werte. Die Spalten 1 und 2 zeigen die Ergebnisse für die historischen Werte der Jahresreihe 1910 - 1990 bzw. 1910 - 1995. - Die Verlängerung der Jahresreihen um die 5 Jahre 1991 - 1995 führt in Trier und Cochem (vor allem wegen des Weihnachtshochwassers 1993) auf höhere Abflüsse für gleiche Jährlichkeiten. In Perl dagegen ergibt sich eine Verminderung, da die 4 zusätzlichen Jahre im Bereich der französischen Obermosel nicht von großen Hochwassern betroffen waren. - Die Homogenisierung führt demgegenüber systematisch für alle Pegel zu höheren Werten, am stärksten betroffen ist davon der Pegel Trier.

Tab. 9: Abflüsse ausgewählter Wiederkehrzeiten (log Pearson) für die Pegel Perl, Trier und Cochem, ermittelt aus Daten verschiedener Reihenlängen, sowie homogenisiert auf den heutigen Zustand

Wiederkehrzeit in Jahren	Scheitelabfluß in m ³ /s am Pegel								
	Perl			Trier			Cochem		
	historisch		homog.	historisch		homog.	historisch		homog.
	1910/90	1910/95	1910/95	1910/90	1910/95	1910/95	1910/90	1910/95	1910/95
10	1620	1630	1670	2860	2940	3000	3080	3180	3230
25	1930	1940	1980	3350	3450	3530	3560	3680	3720
50	2190	2190	2240	3730	3850	3950	3940	4070	4110
100	2480	2470	2530	4140	4280	4400	4330	4490	4510
200	2800	2770	2840	4580	4740	4880	4740	4920	4930

Wie Tabelle 9 deutlich macht, können schon einzelne extreme Scheitelabflüsse die Wahrscheinlichkeitsverteilung an einem Pegel auffallend verändern. Unabhängig davon ist in den sehr hohen Abflüßbereichen auch die Wahl der Verteilungsfunktion entscheidend. Unter Berücksichtigung dieser Fakten sind Jährlichkeiten letztendlich nicht als Rechengrößen, sondern mit hydrologischem Sachverstand einvernehmlich von der zuständigen Dienststelle festzulegen. Für die Mosel können unter Berücksichtigung der ausbaubedingten Veränderungen die in Tabelle 10 enthaltenen Werte verwendet werden. Im Einzelfall werden für Planungs- und Bemessungszwecke abweichende Werte festgelegt.

Tab.: 10: Festlegung für Abflüsse ausgewählter Wiederkehrzeiten mit zugeordneten Wasserständen an Pegeln der Mosel

Pegel	Scheitelabfluß in m ³ /s (Wasserstand in cm) bei einer Wiederkehrzeit von							
	10 Jahren		20 Jahren		50 Jahren		100 Jahren	
Epinal	610	(261)	700	(280)	810	(301)	900	(317)
Toul	880	(317)	1.030	(368)	1.230	(428)	1.390	(475)
Hauconcourt	1.500	(520)	1.750	(546)	2.070	(575)	2.310	(594)
Perl	1.670	(735)	1.950	(791)	2.250	(844)	2.550	(893)
Trier	3.000	(1.004)	3.500	(1.077)	3.950	(1.131)	4.400	(1.176)
Cochem	3.250	(901)	3.700	(970)	4.110	(1.025)	4.500	(1.075)

Teil II: Aktivitäten der Staaten

7 Hochwasservorhersage und -meldedienst an Mosel und Saar

7.1 Allgemeines

Zur Unterstützung der Hochwassernicldedienste an Mosel und Saar sind operationelle Hochwasservorhersagen unerlässlich. Zukünftig ist hierzu die Nutzung mathematischer Verfahren mit DV-Einsatz geboten.

Bei der Auswahl eines geeigneten Vorhersageverfahrens ist zu beachten, daß es möglichst einfach strukturiert ist sowie mit geringer Rechenzeit auf einem PC lauffähig und mehrmals am Tag zur Aktualisierung der Abfluß- bzw. Wasserstandsvorhersagen eingesetzt werden kann.

Das Vorhersageverfahren muß zunächst die Ausgangssituation am Vorhersagepegel möglichst genau erfassen. Dem Wunsch, das Abflußgeschehen dabei so detailliert wie möglich darzustellen, steht im Anweidungsfall die zumeist geringe Anzahl von aktuell ermittelten Eingangsinformationen entgegen. Diese Informationen sollten überwiegend von datenfernübertragenden Stationen kommen und nur in Ausnahmefällen über telefonische Anrufbeantworter eingeholt werden, um die Zeitspanne zwischen Datenerhebung und Herausgabe der Vorhersagen möglichst gering zu halten.

Das maximale Vorhersagezeitintervall, bis zu dem eine Vorhersage mit hinreichender Genauigkeit berechnet werden kann, hängt in erster Linie davon ab, wie schnell das Gewässer auf einen hochwasserauslösenden Niederschlag reagiert.

Bei Mosel und Saar verlaufen die Hochwasseranstiege bei extremen Ereignissen sehr rasch bzw, steil, so daß als sinnvolles maximales Vorhersagezeitintervall ein Bereich von höchstens 24 Stunden angenommen werden muß.

Für den Hochwassermeldedienst ist deshalb eine täglich mehrmalige Aktualisierung der Vorhersagen von großer Bedeutung.

7.2 Französisches Einzugsgebiet

Zur Zeit steht in Frankreich kein funktionierendes Hochwasservorhersagemodell zur Verfügung, Einige Modelle werden im Einzugsgebiet der Mosel erprobt. Die Vorhersagen beruhen aber im wesentlichen auf dem Vergleich eines gerade ablaufenden Hochwassers mit früheren Ereignissen.

Stationen im französischen Einzugsgebiet sind zuständig für die Mosel und Saar sowie deren bedeutende Zuflüsse Ihre Aufgabe besteht im Sammeln von Informationen, die von Météo-France oder den Meßnetzen der zuständigen Behörden ausgegeben werden, und der Ausarbeitung von Prognostikungen zu Beginn eines Hochwassers sowie von Nachrichten und Informationen, die regelmäßig während der gesamten Dauer des Hochwasserereignisses eingreifen. Diese Nachrichten werden an Präfekturen weitergeleitet, die sie wiederum an die betroffenen Gemeinden weiterleiten, die Bürgermeister informieren und alle Bürger. Die Nachrichten werden auch nach Luxemburg und Deutschland übertragen.

Der Ausbau und der Abschluß der Modernisierung des Hochwassermesswesens werden innerhalb der nächsten 3 Jahre angestrebt. Das bedeutet, daß die bereits vorhandenen 9 automatisierten Stationen im Moseleinzugsgebiet um weitere 27 Stationen im Moselleinzugsgebiet und weitere 19 Stationen im Einzugsgebiet der Saar ergänzt werden. Geschätzte Gesamtinvestitionenssumme: 8,4 Millionen Francs

Von da an wird es auch für die deutschen und luxemburgischen Behörden möglich sein, im Rahmen eines noch auszustellenden Abkommens die Daten direkt von den französischen Stationen zu erhalten.

Diese Modernisierung wird in Verbindung mit der Entwicklung eines Hochwasservorhersagemodells auch zu einer verbesserten Hochwasservorhersage führen.

7.3 Luxemburgisch-deutsches Einzugsgebiet

7.3.1 Allgemeines

Für den Bereich des Landes Rheinland-Pfalz ist auf der Grundlage der Hochwassermeldeverordnung vom 26. Februar 1986 (GVBL. S. 69) ein Hochwassermelddienst für den Rhein, die Mosel, die Saar, die Lahn, die Nahe, einschließlich Glan im Landkreis Bad Kreuznach, die Sieg und die Sauer einschließlich Our eingerichtet worden..

Die regionalen Hochwassermeldepläne des Landes Rheinland-Pfalz enthalten die Einzelheiten zur Durchführung des Hochwassermelddienstes, der für Mosel, Sauer und Our durch das Hochwassermeldezentrum Mosel beim Staatlichen Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Trier wahrgenommen wird.

Das :Hochwassermeldezentrum unterrichtet entsprechend der Hochwassermeldeverordnung die Kreisverwaltungen als Kreismeldestellen sowie die Verwaltungen der kreisfreien Städte über drohende Hochwassergefahren mit

1. der Eröffnungsmeldung und
2. mindestens einem täglichen Bericht über die allgemeine Hochwasserlage.

Die Weiterverteilung dieser Meldungen erfolgt nach überörtlichen Hochwassermeldeplänen über die Kreisverwaltungen an die vom Hochwasser gefährdeten verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden als Gemeindemeldestellen. Durch diese werden als Pflichtaufgabe der Selbstverwaltung aufgrund der Bestimmungen des Brand- und Katastrophenschutzgesetzes vom 2. November 1981 (GVBL. S. 247) nach örtlichen Alarmplänen Hochwasserwarnungen in gefährdeten Gemeindegebieten verbreitet.

Die Aufgaben des Hochwassermeldezentrums sind:

- die Niederschläge, Wasserstände und Abflüsse zu beobachten;

- den Hochwassermelddienst mit einer Meldung über die Fernmeldestellen sowie an die Verwaltungen der kreisfreien Städte zu eröffnen (Eröffnungsmeldung), wenn Wasserstände an den Meldepegeln die Meldehöhen erreicht oder überschritten haben;
- Hochwasservorhersagen sowie aktuelle Wasserstände über den Fernsprechanagedienst der Deutschen Telekom, im Videotext des Fernsehens sowie über Btx und bei den Bundeswasserstraßen auch über den Rundfunk bekannt geben zu lassen;
- die allgemeine Hochwasserlage in mindestens einem Bericht (Hochwasserbericht) zusammenzufassen und diesen den mit Hochwasserfragen befaßten Stellen sowie dem Rundfunk und der Presse zuzuleiten;
- Vorwarnungen für durch Eisstau verursachte Hochwasser bzw. bestehende Hochwassergefahr abzusetzen.

Die Aufgaben des Hochwassermeldezentrams für die Bundeswasserstraße Mosel werden durch Angehörige der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz wahrgenommen.

Mit der Eröffnungsmeldung werden frühzeitig die vom Hochwasser gefährdeten Landkreise und kreisfreien Städte über die Fernschreibhauptvermittlung der Fernmeldeleitstelle der Polizei des Landes Rheinland-Pfalz und die betroffene Bevölkerung über den Polizeiwarnfunk durch den Südwestfunk und Radio RPR vor einer anlaufenden Hochwasserwelle gewarnt.

Über die Eröffnung des Hochwassermelddienstes wird vom Hochwassermeldezentrum eine Pressemitteilung an die regional erscheinenden Tageszeitungen mit Hinweisen über die Informationsmöglichkeiten für die Bevölkerung herausgegeben.

7.3.2 Hochwasservorhersagen

Zur Unterstützung der Hochwassermelddienste an Mosel und Saar sind DV-gestützte operationelle Hochwasservorhersagen vorgesehen. Bei der Auswahl geeigneter Vorhersageverfahren ist zu beachten, daß diese möglichst einfach strukturiert sind und bei geringer Rechenzeit mehrmals am Tag zur Aktualisierung der Abfluß- bzw. Wasserstandsvorhersagen eingesetzt werden können.

Bei Mosel und Saar verlaufen die Hochwasseranstiege bei extremen Ereignissen sehr rasch bzw. steil, so daß das mögliche maximale Vorhersageintervall mit höchstens 24 Stunden angenommen werden muß. Für die Hochwassermelddienste ist deshalb eine täglich mehrmalige Aktualisierung der Vorhersagen von großer Bedeutung.

Zur Hochwasservorhersage am Pegel Stadtbredimus/Mosel wird in Luxemburg ein Modell der multiplen linearen Regression getestet. Bei den Moselpegeln Perl, Trier und Cochem sowie dem Saarpegel Saarbrücken wurde die Anwendbarkeit des in der Bundesanstalt für Gewässerkunde entwickelten und am Rhein operationell eingesetzten Modells der Mehrkanalfilterung überprüft. Bei beiden Modellen handelt es sich um statistische Modelle, wobei die Modellparameter aus historischen Hochwassern berechnet werden.

Das für die Saar entwickelte Modell zur Wasserstandsvorhersage wird seit Ende 1991 beim Landesamt für Umweltschutz in Saarbrücken operationell eingesetzt. Für die Mosel ergaben Testrechnungen, daß Vorhersagen bis 6 Stunden operationell verwendbar sind. Sie liefern allerdings bisher noch keine verbesserten Ergebnisse in der Genauigkeit und der Dauer der Vorhersage gegenüber den bereits vom Hochwassermeldezentrum Mosel in Trier herausgegebenen Vorhersagen, die auf der Auswertung von Pegelbezugslinien und den Erfahrungen aus abgelaufenen Hochwasserereignissen basieren. Die Implementierung eines mathematischen Modells lohnt sich erst bei Erweiterung des Vorhersagezeitraumes auf 18 bis 24 Stunden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde neben der Verwendung des statistischen Modells unter Einbeziehung von Vorhersagen am Saarpegel Fremersdorf sowie am Sauerpegel Bollendorf mit der Erstellung eines deterministischen Niederschlag-Abfluß-Modells begonnen.

Zur Früherkennung von Hochwasserereignissen werden dem Hochwassermeldezentrum Mosel vom Deutschen Wetterdienst regelmäßig Niederschlagsvorhersagen und gemessene Niederschlagshöhen repräsentativer Stationen übermittelt. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit den französischen Dienststellen werden aktuelle Niederschlags- und Abflußdaten aus dem französischen Einzugsgebiet übertragen (Systeme SARDAC und NOE2). Künftig werden die mit dem Deutschland-Modell im 10 km-Raster erstellten 36stündigen Niederschlagsvorhersagen des Deutschen Wetterdienstes genutzt. Zur besseren Einschätzung der räumlichen Verteilung des Niederschlages ist ein Anschluß an das Wetterradar-Verbundnetz des Deutschen Wetterdienstes vorgesehen, sobald eine entsprechende Radarstation im Einzugsgebiet operationell in Betrieb geht.

7.4 **Hochwassermeldewesen**

7.4.1 Technischer Ausschuß

Am 01.10.1987 wurde im Kurfürstlichen Palais in Trier ein Übereinkommen über das Hochwassermeldewesen im Moseleinzugsgebiet zwischen

der Regierung der Bundesrepublik Deutschland
der Regierung der Französischen Republik
und
der Regierung des Großherzogtums Luxemburg

unterzeichnet.

Gemäß Artikel 5 des Übereinkommens wurde ein technischer Ausschuß gebildet, der sich insbesondere aus Vertretern der nachstehend genannten Behörden zusammensetzt:

- für die Regierung der Bundesrepublik Deutschland: die Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest in Mainz, das Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, das Landesamt für Umweltschutz des Saarlandes

- für die Regierung des Großherzogtums Luxemburg: der Schiffahrtsdienst des Verkehrsministeriums und die Abteilung Wasserbau der Straßenbauverwaltung
- für die Regierung der Französischen Republik: die regionale Umweltverwaltung Lothringen, seit 1991 anstelle der Schiffahrtsbehörde von Nancy, für die Mosel und die Schiffahrtsbehörde von Straßburg für die Saar.

Dem Technischen Ausschuß wurde zur Hauptaufgabe gestellt, die zur Durchführung des Übereinkommens erforderlichen Einzelheiten zu beschließen. Er ist ferner zuständig für den Betrieb des automatischen Informationssystems über die Wasserstände im Moseleinzugsgebiet, das Gegenstand des Übereinkommens ist. Der Ausschuß kann unter dem Vorbehalt, daß er die Verbesserung dieses Systems anstrebt, insbesondere:

- die Fortschreibung des Technischen Berichts [d]
 - die Veränderung oder Ergänzung des Automatischen Informationssystems
 - die Übertragung bestimmter Aufgaben aus dem Zuständigkeitsbereich des Ausschusses auf eine oder mehrere der in Artikel 14 genannten bevollmächtigten Personen
 - die Standortverlagerung oder die Erneuerung einer oder mehrerer Pegelstationen oder Übertragungseinrichtungen
- beschließen.

Der Ausschuß kann darüber hinaus den Regierungen Vorschläge unterbreiten, die über die oben genannten Aufgaben hinausgehen, insbesondere zur Übertragung zusätzlicher Parameter durch die bestehenden Einrichtungen.

Die Beschlüsse des Ausschusses werden einstimmig gefaßt. Sie sind für die Vertragsparteien lediglich bindend im Rahmen der Verantwortlichkeit der zuständigen Behörden, insbesondere in haushaltsrechtlicher Hinsicht.

J) Technischer Bericht über das Hochwassermeldewesen im Moseleinzugsgebiet

1) Technischer Bericht über das Hochwassermeldewesen im Moseleinzugsgebiet 1995

In ihrer ersten Sitzung am 01.03.1985 in Trier hatten Regierungssachverständige aus Deutschland, Frankreich und Luxemburg einen ersten Meinungsaustausch über die anzustrebenden Verbesserungen des Hochwasserwarn und -meldewesens im Einzugsgebiet der Mosel in der Bundesrepublik Deutschland und im Großherzogtum Luxemburg.

Eine am 30.05.1985 von den Regierungssachverständigen eingesetzte Unterarbeitsgruppe „Hochwassermeldewesen“ hatte nachfolgende Aufgaben zu untersuchen:

- a) Verbesserung des Hochwassermeldedienstes auf der Grundlage der gegebenen technischen Voraussetzungen
- b) Verbesserung der technischen Ausstattung an vorhandenen oder neu einzurichtenden Pegeln mit Angabe von Prioritäten
- c) Verbesserung der Datenübertragung mit dem Ziel ihrer Automatisierung.

Am 12.12.1985 nahmen die Regierungssachverständigen in ihrer Sitzung in Luxemburg den von der Unterarbeitsgruppe „Hochwassermeldewesen“ erstellten Berichte an und unterbreiteten ihren Regierungen ein gemeinsames Protokoll, das nachfolgende Maßnahmen beinhaltet:

- a) die Verbesserung und den Ausbau von sechs Pegelstationen durch die französischen Behörden in Epinal, Damelevieres, Metz, Custines, Ückingen und Wittringen.
- b) die Ermittlung der Kosten für die Ausstattung mit Datenfernübertragungsgeräten einschließlich der Kosten für den Betrieb und die Unterhaltung dieser Geräte, die ebenso wie die Datensammelstation in Apach, von der Bundesrepublik Deutschland übernommen werden sowie für Sprachausgaben

c) die Errichtung von Abfragezentralen in Nancy und Grevenmacher.

Nach Zustimmung der Regierungen zu den vorgeschlagenen Maßnahmen setzte die Unterarbeitsgruppe „Hochwassermeldewesen“ ihre Arbeit fort und führte am 16. und 17.01.1986 eine Pegelbereisung zur Überprüfung der verschiedenen Standorte durch. Im Anschluß daran wurden die technischen Bedingungen für den Einbau der Geräte erörtert. Die französische Delegation erklärte sich bereit, Pläne der einzelnen Pegelgebäude anzufertigen und diese den beiden anderen Delegationen zu übermitteln. Dabei wurden auch Informationen über das zu installierende Datenfernübertragungssystem (DFÜ) ausgetauscht.

Bis Ende 1987 wurden von der französischen Schifffahrtsverwaltung neue Pegelhäuser erstellt bzw. vorhandene umgebaut. Danach erfolgte bis Anfang 1989 die Installation des Automatischen Informationssystems sowie die Einweisung des Beobachtungspersonals und des technischen Personals in die Handhabung der Geräte.

Der anschließende Betrieb des Meßnetzes zeigte Engpässe bei den internationalen Telefonverbindungen auf, die nur durch die Einrichtung der Datensammelstation Apach mit Standleitung über das Wasserstraßenfernmeldenetz nach Deutschland umgangen werden konnten. Dies führte aber zu fernmelderechtlichen Problemen für den Datenzugriff der deutschen Bundesländer.

Da in der Planungsphase für die Datensammelstation Apach bekannt wurde, daß die Wahrscheinlichkeit einer Telefonverbindung von Luxemburg nach Frankreich höher ist als von Deutschland nach Frankreich, erklärte sich Luxemburg bereit, die Abfragezentrale in Grevenmacher Deutschland als Datensammelstation zur Verfügung zu stellen. Die Datenübermittlung wird über Datex-P bzw. LUXPAC abgewickelt.

7.4.2 Bauliche und technische Voraussetzungen für die Stationen

Für die Unterbringung der technischen Ausrüstung wurde in Damelevieres und Custines auf bestehende Pegelhäuser zurückgegriffen. In Witttringen, Epinal, Metz und Ückingen wurden neue Gebäude errichtet (s. Karte 1).

Der Raumbedarf für die einzelnen Meßstationen ergab sich aus der Größe der unterzubringenden Geräte.

Die Meß- und Registriereinrichtungen sind außer in Epinal auf Konsolen montiert. Die Druckluftaggregate sind ebenerdig daneben aufgestellt.

Alle Gebäude sind nach klima- und belüftungstechnischen Gesichtspunkten konzipiert. Damit sich keine Kondensation in den Pegelhäusern bildet, ist eine Durchlüftung vorgesehen. Die Raumtemperatur wird durch eine thermostatgesteuerte Heizung auf > 5 Grad gehalten. Das Eindringen von Kleinsttieren in den Pegelraum wird durch bauliche Maßnahmen verhindert.

Ferner haben alle Gebäude einen Fundamenterder, an den mittels einer Potentialausgleichsschiene alle elektrisch leitenden Gebäudeteile und Geräte im Raum sowie der Schutzleiter vom Netz angeschlossen werden.

Für die in der heutigen Zeit geforderte schnelle Information über hydrologische Daten ist es notwendig, die Pegel mit zusätzlichen technischen Einrichtungen auszustatten.

Neben dem analogen Wasserstandsregistriergerät, mit dem der Wasserstand vor Ort auf einer Diagrammrolle als Ganglinie dokumentiert wird, werden verschiedene Kommunikationsmittel benötigt. Es werden hierzu Datenfernübertragungsgeräte verwendet, die die Meßwerte erfassen, aufbereiten, speichern und übertragen. Damit auch bei Störungen bzw. Ausfall der Datenfernübertragung der Zugriff auf die Wasserstandsdaten sichergestellt ist, sind zusätzlich zweisprachige Meßwertansager eingerichtet.

Für die Verbesserung des Hochwassermeldewesens werden die Wasserstandsdaten digital erfaßt und durch Wählverbindungen von den Wasserstandsmeßstellen zu den Hochwassermeldezentren übertragen. Dort können die Daten in Rechnern weiter verarbeitet werden, um sie z.B. in Modellen zur Berechnung von Hochwasservorhersagen zu nutzen.

Die Geräte überwachen selbständig Grenzwerte und melden sie an die vorgegebenen Zentralen (Alarmmeldung). Zusätzlich werden Funktionsstörungen überwacht und gemeldet bzw. bei einer Datenabfrage mitgeteilt. Auch die Peripherie-Geräte, z.B. die Energieversorgung des Kompressors, sind an die v.g. Systemüberwachung angeschlossen.

Alle Übertragungsgeräte werden auf der Grundlage der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) betrieben. Eine geräteseitige Anpassung an die Sommerzeit ist nicht vorgesehen, die zeitliche Verschiebung muß gegebenenfalls bei Bedarf anwenderseitig berücksichtigt werden.

8 Überschwemmungsgebiete

8.1 Verwaltung der Überschwemmungsgebiete in Frankreich

8.1.1 Schutz der Überschwemmungsgebiete in Frankreich

In Frankreich rührt die heutige Regelung für Baumaßnahmen in den Überschwemmungsgebieten aus bereits schon seit vielen Jahren erfolgten Bemühungen. Der Einfluß der Bauwerke auf den Wasserablauf wurde durch ständig neue Vorschriften geregelt, die seit 1969 herausgegeben wurden. Seit 1935 wurden die Grundlagen zum gemeinschaftlichen Nutzen mit den Plänen für überschwemmte Oberflächen (frz.: PSS) geschaffen. Diese Pläne, die die Überflutungsflächen und ihre Rolle hinsichtlich des Abfließens der Hochwasser festlegen, verstärkten die Anordnungen des Städtebaugesetzes (Artikel 111-3), das die Einführung der Rechtsgrundlagen für den Schutz von Gütern und Personen ermöglichte. 1982 vervollständigten die Pläne bestehender Überschwemmungsrisiken (frz: PERI) die Fülle der Vorschriften. Diese Pläne reichen zugleich für den Schutz von Gütern und Personen sowie das freie Abfließen und die Oberflächenverteilung des Wassers im Hochwasserfall aus. Anlage 1 stellt die Streckenabschnitte des Flußlaufes dar, an denen vorschriftsmäßige Schutzmaßnahmen (PSS und PERI) geschaffen wurden.

8.1.2 Pläne zur Verhütung von Risiken (frz.: PPR)

Das Gesetz vom 02.02.1995 hat eine Neuerung eingeführt: den Plan zur Verhütung naturbedingter Gefahren, der die bereits existierenden Anordnungen ersetzt. Dieser Plan dient der besseren Kontrolle des Städtebaus in den Gefahrengebieten.

Es ist ein Bestreben, die am meisten gefährdeten Gebiete in den nächsten 5 Jahren in den Plan zur Verhütung von Risiken aufzunehmen. Ebenso ist die Erstellung eines Planes zur Vorhersage von Überflutungen für die Gemeinden an der Saar und im Bereich von Thionville an der Mosel vorgesehen. Die Aktualisierung der Pläne für überflutbare Flächen an der Meurthe und Mosel und ihre Umwandlung in den Gefahrenvorhersageplan sind ebenso vorgesehen.

8.1.3 Karte der Gebiete mit Überschwemmungsgefahr

Um das Ziel der o.g. Schaffung vor:~chriftsmäßiger Schutzmaßnahmen zu erreichen, ist es notwendig, gute Kenntnisse über die Gefahren zu haben. Die Kenntnisse beruhen auf zwei zusätzlichen Maßnahmen:

8.1.3.1 Kartographie der Überschwemmungsgebiete

Die Kartographie der bekannten und aufgezeichneten historischen Hochwasser existiert bereits teilweise für die Mosel, die Saar und deren wichtigste Nebenflüsse. Diese Kartographie wurde gegenwärtig ergänzt. Die Karten stellen die bis zum heutigen Tag erfaßten Informationen dar (Anlage 2),

8.1.3.2 Kartographie der möglichen Überschwemmungsgebiete

Ein vorgesehener Atlas der möglichen Überschwemmungsgebiete reicht bis zu der Festlegung des Abflußbereiches und des Rückhaltebereiches der Hochwasser, bei Unterscheidung verschiedener Risikohöhen der Wasserstände im Hinblick auf den Umfang der Überschwemmungen, der Ablaufgeschwindigkeit sowie im besonderen der Dauer der Überschwemmung für ein hundertjährliches Hochwasser. Bei jedem Risikowasserstand werden die Vorschriften für den Städtebau und die Besiedlung des Bodens um so strenger, je mehr sich die Risiken verschärften.

Ein Lastenheft für die Realisierung dieser Kartographie wurde erstellt.

Ein 5-Jahres-Plan für die Erstellung dieser Kartographie wurde beschlossen. Im Zeitraum von 1995 - 1999 ist vorgesehen, etwa 600 km des Flußlaufes aufzunehmen (Anlage 3'), was einen Investitionsumfang von mehr als 6 Millionen Francs bedeutet. Eine Summe von 1 Millionen Francs vvrurde im Jahr 1995 bereits in Anspruch genommen.

8.2 Ausmaß schädlicher Überschwemmungen im luxemburgischen und deutschen Bereich der Mosel

8.2.1 Allgemeines

An der Mosel unterhalb der französisch-deutschen Grenze sind bei Hochwasser rasche und außerordentliche Wasserspiegelanstiege zu beobachten.

Bei dem Hochwasser im Dezember 1993 mit 1.128 cm am Pegel Trier betragen die Anstiege, bezogen auf MW 1976/86, am Pegel Trier 783 cm und am Pegel Cochem 750 cm. Streckenweise betrug der Anstieg über MW bis 900 cm.

Bereits ab Hochwasser mit einem Stand von 600 cm am Pegel Trier bzw. 500 cm am Pegel Cochem kommt es zu ersten schädlichen Überschwemmungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Campingplätzen und klassifizierten Straßen. Wohnbebauung wird ab 750 cm am Pegel Trier bzw. 650 cm am Pegel Cochem überschwemmt.

Schädliche Hochwasser treten in der Mosel gegenüber vergleichbaren deutschen Flüssen viel häufiger ein. So wurden z.B. in der Zeit von 1980 bis einschließlich Januar 1995 am Pegel Trier 64 Hochwasser mit $W > 600$ cm beobachtet, die in folgende Klassen einzustufen sind:

W (cm)		Anzahl
von	bis	
600	699	29
700	799	17
800	899	7
900	999	7
1000	1099	3
über	1100	1

Zur Ermittlung des Ausmaßes der schädlichen Überschwemmungen wurden beispielhaft die Hochwasser vom April 1983 mit $W = 1.026$ cm am Pegel Trier und vom Mai 1983 mit $W = 1.056$ cm am Pegel Trier herangezogen. Über die Auswirkungen dieser Hochwasser waren damals vielfältige Informationen zusammengestellt worden.

8.2.2 Kartierung

Es kam bei beiden Hochwasser-Ereignissen 1983 zu beiderseitig ausgedehnten, länger anhaltenden schädlichen Überflutungen von Ansiedlungen, Verkehrsanlagen (Bahnstrecken und klassifizierten Straßen) und landwirtschaftlichen Nutzflächen, insbesondere Weingärten.

Der Hochwasserspiegel lag an der Obermosel, d.h. oberhalb der Sauer mündung beim Aprilereignis i.M. um 2 Dezimeter höher als beim Maiereignis. Etwa mittig zwischen den Mündungen der Sauer (Fluß-km 205,9) und der Saar (Fluß-km 200,8) lagen die Hochwasserspiegel auf gleicher Höhe. Unterhalb der Saarmündung lag derjenige des Maiereignisses rd. 3 Dezimeter über dem des April.

Beide Hochwasserspiegellagen wurden markiert, aufgemessen und in Längsschnitten dargestellt; zudem wurde die Überschwemmung im Mai während des Scheitels mit einer Luftaufnahme dokumentiert.

Ausgehend von der aufgemessenen Markierung der Spiegellagen und der Luftaufnahme wurde das jeweils größere Überschwemmungsgebiet auf 154 Karten im Maßstab 1:5.000 dargestellt [5]. Dazu wurden auf der rd. 206 km langen deutschen Strecke die vom Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz für die Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz zusammengestellten und durchnummerierten Blätter 1 bis 142 der Deutschen Grundkarte 1:5.000 benutzt.

[5] Kartierung der Überschwemmungen und Beschreibung der Auswirkungen der Hochwasser 1983, Bericht der deutsch-luxemburgischen Expertengruppe "Hochwasserhydrologie Mosel/Saar"

In dem Flußabschnitt von Fluß-km 206 bis Fluß-km 242 ist die Mosel gemeinschaftliches Hoheitsgebiet des Großherzogtums Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland. Auf diesem Abschnitt wurden die Blätter 22 bis 33 des Grenzkartenwerkes der deutsch-luxemburgischen Grenze, die von 143 bis 154 fortlaufend weiter numeriert wurden, benutzt.

Abb. 9 ist ein Auszug aus Blatt 93.

Mit dieser vollständigen Kartierung sind für den Bereich der Mosel unterhalb der französisch-luxemburgisch-deutschen Grenze grundlegende technische Vorarbeiten für die Neufestsetzung gesetzlicher Überschwemmungsgebiete geleistet worden.

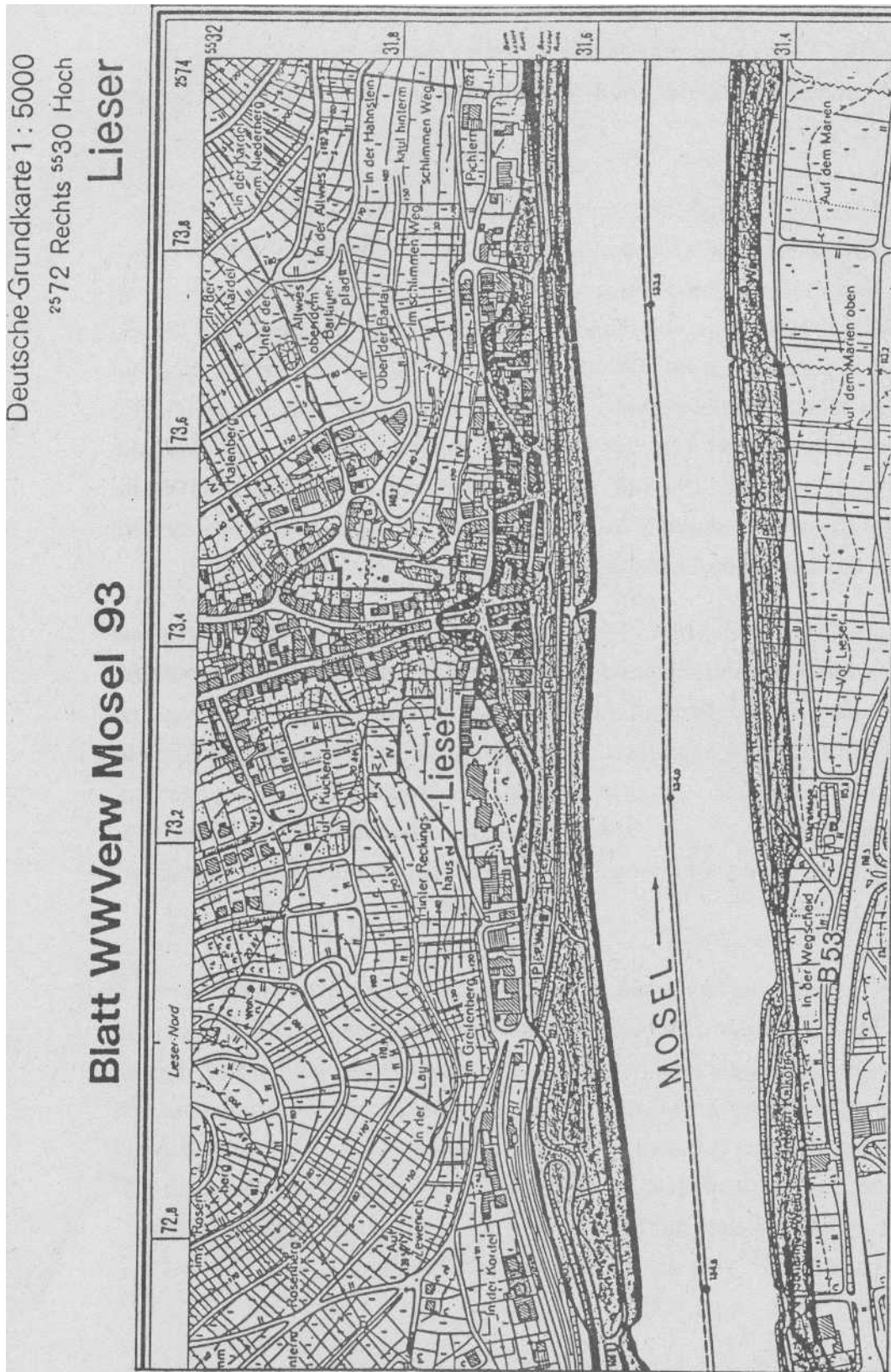


Abb. 9: Auszug aus Blatt 93 der Kartierung der Überschwemmungen der Hochwasser 1983

9 **Simulation der Wirkung eventueller steuerbarer Rückhaltmaßnahmen an der französischen Obermosel auf den Hochwasserablauf in der Mosel bis zur Mündung**

Für Entstehung und Ablauf extremer Hochwasser im Rhein und in der Mosel besteht eine auffallende Parallelität darin, daß seit Beginn regelmäßiger Beobachtungen an beiden Flüssen kein außerordentliches HW--Ereignis bekannt ist, das in allen größeren Teileinzugsgebieten gleichermaßen extrem einzustufen wäre. So ist bisher kein herausragendes HW an der Obermosel überliefert, dessen Scheitel sich mit den Scheiteln außerordentlich großer HW der Sauer und Saar überlagert hat. Entweder dominieren 1-1W der Obermosel auch den HW-Ablauf unterhalb von Sauer und Saar (z. B. 1947/48, April 1983 und Mai 1983), oder die HW der unteren Mosel entstehen durch HW in Sauer und Saar bei gleichzeitig geringerem Einfluß der französischen Obermosel (1925/26, Dez. 1993 und Jan. 1995).

Wiederholt wurde von der betroffenen Bevölkerung an Mittel- und Untermosel 11W Schutz durch Einrichtung und Einsatz steuerbarer Rückhaltmaßnahmen gefordert. Sinnvoll scheint die Forderung, Rückhaltmaßnahmen, wenn überhaupt, im Bereich der französischen Mosel anzusiedeln, denn unterhalb der französisch-luxemburgisch-deutschen Grenze existieren kaum größere Talaufweitungen mit Überflutungsflächen . 100 ha. Zu nennen sind lediglich Flächen im Bereich der Gemarkung Besch an der Obermosel sowie die Ehranger- und Kenner Flur unterhalb der Stadt Trier.

Nachfolgend wird untersucht, wie sich der Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel auf den HW-Ablauf in der unterhalb gelegenen Moselstrecke auswirken könnte. Für die rechnerisch anzusetzenden Polder sind nach Lage und Größe Annahmen getroffen worden. Zur Beurteilung dienen die Ergebnisse von Simulationsrechnungen mit dem in der BfG erstellten math. HW-Ablaufmodell der Moselstrecke von Custines bis Koblenz. Die Verfügbarkeit erforderlicher Flächen und die Möglichkeiten zur Realisierung der Maßnahmen wurden nicht überprüft. Die Untersuchung hat daher einen fiktiven Charakter.

9.1 Beschreibung der Polder

9.1.1 Lage der Polder

Das erste größere Überflutungsgebiet an der französischen Obermosel oberhalb der französisch-luxemburgisch-deutschen Grenze befindet sich bereits unterhalb der Ortschaft Rettel zwischen Mosel-km 246.8 - 248.6. Oberhalb der Ortschaften Malling/Gavisse schließen sich ab Mosel-km 254.5 großflächige, km-breite Überschwemmungsgebiete an. Einige davon sind als mögliche Standorte für Polder denkbar. Sie befinden sich alle auf der Moselstrecke Metz-Apach, was als günstiger Standort anzusehen ist. Wenn durch den Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel effektivere Beiträge zum HW-Schutz der unterhalb gelegenen Moselstrecke geleistet werden können, ist es aus Gründen der Steuerung zweckmäßig, sie möglichst in der Nähe der Schutzobjekte zu errichten, d. h. in den Überflutungsgebieten nahe der Grenze.

Insgesamt wurden 6 Standorte für denkbare Polder ausgewählt. Wichtigste Auswahlkriterien waren:

- keine Besiedelung
- keine gewerbliche Nutzung (außer Kiesgewinnung)
- keine Einmündung von Flüssen und Bächen
- Ausnutzung bestehender Deichsysteme.

Die 6 Polder umschließen eine Gesamtfläche von 1 000 ha; der kleinste von ihnen hat eine Fläche von 60 ha, der größte von 430 ha. Für das HW vom Mai 1983, das unterhalb der Ornenmündung einen Scheitelabfluß von 2 300 m³/s aufwies, wurde ein Volumen von 30.000.0000 m³ ermittelt, das in diesen Poldern maximal hätte gespeichert werden können. Für noch extremere Hochwasser an der französischen Obermosel steht maximal ein nutzbares Poldervolumen von 35.000.000 m³ zur Verfügung.

9.1.2 Betrieb der Polder

Zweckmäßigerweise verfügen Polder über ein oberstromiges Einlaßbauwerk und ein unterstromiges Auslaßbauwerk. An den Einlaßbauwerken der denkbaren Polder schwankt der natürliche Ausuferungsabfluß im heutigen Zustand zwischen $890 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1\,380 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Füllung der 6 Polder wäre bei diesen Abflüssen möglich. In den HW-Ablaufberechnungen wurde angenommen, daß mit den Füllungen jedoch erst begonnen wird, wenn an den Einlaßbauwerken der Moselwasserstand 1 m über Bauwerkssohle (= natürliche Ausuferungshöhe) steht. Die Füllung der Polder beginnt somit bei Moselabflüssen zwischen $1\,190 \text{ m}^3/\text{s}$ und $2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$. Wichtig ist, daß ihr Einsatz in den Berechnungen ausschließlich von den Abflußverhältnissen vor Ort gesteuert wird. Poldersteuerungen aufgrund der HW-Situation an einem stromab liegenden Ort (Trier oder Cochem) wurden nicht untersucht. Voraussetzung hierfür wäre zunächst eine verbesserte längerfristige Hochwasservorhersage.

Es wurde von baugleichen Einlaßbauwerken an den 6 Poldern ausgegangen. Die Leistungscharakteristik dieser Bauwerke ist entsprechend dem Einlaßbauwerk eines geplanten Polders Neupotz am Oberrhein angenommen. Danach wäre es möglich, bauwerksbedingt in jeden Polder maximal $116 \text{ m}^3/\text{s}$ einzuleiten. Aufgrund der natürlichen Höhenverhältnisse an den jeweiligen Einlaßbauwerken schwankt der tatsächliche maximale Polderzufluß zwischen $41 \text{ m}^3/\text{s}$ und $116 \text{ m}^3/\text{s}$.

Eine Entleerung der Polder wurde in den Berechnungen nicht angenommen.

Im Bereich der Einlaßbauwerke steigen die Wasserstände polderseits nicht höher als im natürlichen Zustand der Überschwemmungsgebiete. In den unteren Bereichen der Polder, in der Nähe der Auslaßbauwerke, würden sich aufgrund der nahezu ebenen Wasserspiegelhorizonte höhere Wasserstände als heute einstellen.

9.2 Vorgehensweise bei den Untersuchungen

9.2.1 Kollektiv der HW-Ereignisse

Insgesamt wurden für die Simulationsrechnungen 8 HW-Ereignisse zwischen 1977 und 1993 ausgewählt. Für diese sind alle notwendigen Abflußganglinien entlang der Berechnungsstrecke Custines-Koblenz verfügbar. Beispiele für HW aus der Obermosel sind im Kollektiv der HW vorhanden sowie Beispiele von Moselhochwassern, die im Sauer- und Saargebiet entstanden sind. Es handelt sich somit um eine repräsentative Auswahl bzgl. der Genese von Hochwasser an der Mosel. Der Tabelle 11.1 können die Zeiträume der Hochwasser entnommen werden.

9.2.2 Durchführung der Simulationsrechnungen

9.2.2.1 Berechnungen mit Ist-Wellen

- a) Unter Verwendung gemessener Abflußganglinien (s.o.) wurden Ablaufberechnungen für 8 HW-Ereignisse für den aktuellen Zustand ausgeführt. Ihre Ergebnisse an den Pegeln Perl, Trier und Cochem bilden die Ausgangsdaten für den späteren Vergleich (ohne Polder/mit Polder).
- b) Unter Einsatz von 6 Poldern an der französischen Obermosel wurden die Berechnungen wiederholt.

9.2.2.2 Berechnungen mit Modell-Wellen

- a) Ausgehend von den gemessenen Abflußganglinien sind alle Abflüsse mit Vergrößerungsfaktoren soweit erhöht worden, daß in Cochem ein Scheitelabfluß von $HQ_{s0} = 4\,100\text{ m}^3/\text{s}$ entstand. Für die Nebenflüsse wurden maximale Scheitelabflüsse ermittelt, die aus hydrologischen Gründen nicht überschritten werden sollten (z. B. Custines: $HQ = 2\,300\text{ m}^3/\text{s}$, Sauer: $HQ = 1\,400\text{ m}^3/\text{s}$, Kyll: $HQ = 275\text{ m}^3/\text{s}$ usw). Ergaben sich zu große Abflüsse für einzelne Seitengewässer, so wurden deren Scheitel auf den Grenzabflüssen festgehalten und alle anderen entsprechend weiter vergrößert. Auf dieser Datengrundlage wurden die Ablaufberechnungen ohne Einsatz der Polder abermals wiederholt.

9.2 Vorgehensweise bei den Untersuchungen

9.2.1 Kollektiv der HW-Ereignisse

Insgesamt wurden für die Simulationsrechnungen 8 I-IW-Ereignisse zwischen 1977 und 1993 ausgewählt. Für diese sind alle notwendigen Abflußganglinien entlang der Berechnungsstrecke Custines-Koblenz verfügbar. Beispiele für HW aus der Obermosel sind im Kollektiv der HW vorhanden sowie Beispiele von Moselhochwassern, die im Sauer- und Saargebiet entstanden sind. Es handelt sich somit um eine repräsentative Auswahl bzgl. der Genese von Hochwasser an der Mosel. Der Tabelle 11.1 können die Zeiträume der Hochwasser entnommen werden.

9.2.2 Durchführung der Simulationsrechnungen

9.2.2.1 Berechnungen mit Ist-Wellen

- a) Unter Verwendung gemessener Abflußganglinien (s.o.) wurden Ablaufberechnungen für 8 HW-Ereignisse für den aktuellen Zustand ausgeführt. Ihre Ergebnisse an den Pegeln Perl, Trier und Cochem bilden die Ausgangsdaten für den späteren Vergleich (ohne Polder/mit Polder).
- b) Unter Einsatz von 6 Poldern an der französischen Obermosel wurden die Berechnungen wiederholt.

9.2.2.2 Berechnungen mit Modell-Wellen

- a) Ausgehend von den gemessenen Abflußganglinien sind alle Abflüsse mit Vergrößerungsfaktoren soweit erhöht worden, daß in Cochem ein Scheitelabfluß von $HQ_{S0} = 4\,100\text{ m}^3/\text{s}$ entstand. Für die Nebenflüsse wurden maximale Scheitelabflüsse ermittelt, die aus hydrologischen Gründen nicht überschritten werden sollten (z. B. Custines: $HQ = 2\,300\text{ m}^3/\text{s}$, Sauer: $HQ = 1\,400\text{ m}^3/\text{s}$, Kyll: $HQ = 275\text{ m}^3/\text{s}$ usw). Ergaben sich zu große Abflüsse für einzelne Seitengewässer, so wurden deren Scheitel auf den Grenzabflüssen festgehalten und alle anderen entsprechend weiter vergrößert. Auf dieser Datengrundlage wurden die Ablaufberechnungen ohne Einsatz der Polder abermals wiederholt.

- b) Schließlich sind entsprechend 2.1 h wiederum die 6 Polder eingesetzt worden, um die Wirkung auf die Modellwellen zu testen.
- c) Diese Berechnungen entsprechen dem Fall a), jedoch mit $HQ_{100} = 4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Cochem.
- d) Diese Berechnungen entsprechen dem Fall b), jedoch mit HQ_{100} am Pegel Cochem.

9.3 Ergebnisse der Hochwasserablaufberechnungen

Bei 8 zur Verfügung stehenden HW-Ereignissen t.vtd Einsatz von 3 Hochwassertypen (gemessene Wellen, Modellwellen mit HQ_{so} am Pegel Cochem und Modellwellen mit HQ_{100} am Pegel Cochem) und den 2 Zuständen im Bereich der französischen Obermosel (ohne Polder/mit Polder) wurden somit insgesamt 48 Simulationsrechnungen ausgeführt. In der Tabelle 11.1 sind die berechneten Scheitelabflüsse der Ist-Wellen an den Pegeln Perl, Trier-UP und Cochem zusammengestellt. Tabelle 11.2 enthält die entsprechenden Ergebnisse der Ablaufberechnungen, wenn bei allen Ereignissen ohne Einsatz von Poldern am Pegel Cochem ein 100-jährlicher Scheitelabfluß erreicht würde.

Aus Tabelle 11.1 erkennt man, daß sich durch den Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel bei 7 der 8 HW-Ereignisse mehr oder weniger spürbare Auswirkungen auf die historischen Hochwasser ergeben. Die Scheitelabflüsse der HW, die durch die Obermosel geprägt werden (z. B. April und Mai 1983), können durch die Rückhaltung besonders beeinflusst werden. Maximal wird eine Scheitelabflußminderung um $118\text{ m}^3/\text{s}$ erreicht. Da die kleineren Polder bereits vor dem Eintreffen der Wellenscheitel an der Obermosel gefüllt sind, ist die maximale Rückhaltung vor Ort im anlaufenden Ast der Hochwasserwellen wirksam. Da sich die Scheitelabflüsse von Sauer und Saar in der Regel dem anlaufenden Ast der Obermoselwellen überlagern und zu diesen Zeitpunkten gerade die größte Wirkung der Polder vorhanden ist, sind die Scheitelabflußabminderungen in Trier häufig größer als in Perl. Das größte Hochwasser seit Beginn regelmäßiger Pegelbeo-

bachtungen (Dez. 1993) hätte, da es durch die Wellen von Sauer und Saar dominiert wurde, durch den Einsatz der Polder in Trier und Cochem und somit entlang der gesamten Mosel zwischen Trier und der Mündung nur um wenige Zentimeter reduziert werden können.

Tabell 11.1: Ergebnisse der Wellenablaufberechnungen für die Pegel Perl, Trier UP und Cochem ohne und mit Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel bei Benutzung historischer Ganglinien

Ereignis	Pegel Perl				Pegel TrierUP				Pegel Cochem			
	HQ (m ³ /s)		AHQ	AW	HQ (m ³ /s)		AHQ	AW	HQ (m ³ /s)		AHQ	AW
	ohne Polder	mit Polder	m ³ /s	cm	ohne Polder	mit Polder	m ³ /s	cm	ohne Polder	mit Polder	m ³ /s	cm
Dez. 1993	1 597	1 546	51		3 724	3 702	22	3	4 001	3 973	28	4
Febr. 1990	1 500	1 454	46	12	2 496	2 445	51	9	2 649	2 614	35	7
Mrz.-Apr. 1988	1 321	1 300	21	5	2203	2 172	31	7	2 314	2 289	25	5
Febr. 1984	1 293	1 275	18	4	2 501	2 486	15	2	2 787	2 787		0
Mai 1983	2 247	2 162	85	15	3 371	3 253	118	8	3 478	3 370	108	16
April 1983	2085	2003	8..	15	2 900	2 796	104	17	3 000	2 905	95	15
Febr. 1980	1 396	1 360	36	8	2 563	2 529	34	6	2 768	2 736	32	6
Feb.:Mrz, 1977	1 085	1 085	0	0	2 383	2 383	0	0	2 823	2 823	0	0
0			424	9			46.9	8			40.4	7

Tabell 11.2: Ergebnisse der Wellenablaufberechnungen für die Pegel Perl, Trier UP und Cochem ohne und mit Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel bei Benutzung von Modell-Ganglinien mit 100-jährlichen Scheiteln am Pegel Cochem (= 4 500 m³/s)

Ereignis	Pegel Perl				Pegel Trier-UP				Pegel Cochem			
	HQ (m ³ /s)		AHQ	AW	HQ (m ³ /s)		AHQ	W	HQ (m ³ /s)		AHQ	AW
	ohne Polder	mit Polder	m ³ /s	cm	ohne Polder	mit Polder	m ³ /s	cm	ohne Polder	mit Polder	/s	cm
Dez. 1993	1 778	1 705	73	15	4 183	4 141	42	4	4 499	4 458	41	4
Febr. 1990	2 474	2 378	76	15	4 248	4 104	144	15	4 499	4 374	125	14
Mrz.-Apr. 1988	2 695	2 592	103	14	4 236	4 070	166		4 501	4 343	158	
Febr. 1984	2 366	2 278	88	15	4 252	4 153	99	10	4 501	4 414	87	10
Mai 1983	2 919	2 781	138	17	4 377	4200	77	17	4 500	4 329	171	18
April 1983	2 790	2 669	121	16	4 326	4 164	162	17	4 503	4 346	157	16
Febr. 1980	2 314	2 242	72	13	4 165	4 048	117	12	4 500	4 389	111	12
Febr.-Mrz. 1977	1 724	1 675	49	11	3 977	3 921	56	7	4 500	4 449	51	5
0			92.5	15			120	12			113	12

Die Abbildung 10 zeigt die Ergebnisse der Ablaufberechnungen unter Verwendung der historischen Ganglinien ohne und mit Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel am Beispiel des Hochwassers vom Mai 1983. Dargestellt sind die berechneten Ganglinien an den Pegeln Perl und Trier-UP sowie unmittelbar unterhalb der Einmündung der Sauer und in Koblenz. 1983 war das Hochwasser durch die Obermosel dominiert, was dazu geführt hat, daß überall entlang der Mosel der Rückhalt im Scheiteltbereich wirksam ist. Abbildung 11 zeigt die Wirkung des Poldereinsatzes für ein Moselhochwasser, das hauptsächlich im Sauer- und Saargebiet entstanden ist. Man erkennt, daß in einem solchen Fall, hier das HW Dez. 1993, die Rückhaltemaßnahmen in Perl zwar im Scheiteltbereich wirksam würden, jedoch in Trier nur im ablaufenden Ast der Wellen. Im Mittel könnten durch den vom Vor-Ort-Abfluß gesteuerten Einsatz von Poldern an der französischen Obermosel die Scheitel der historischen Ereignisse am Pegel Perl (siehe Tab. 11.1) um $42 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 9 cm), am Pegel Trier-UP um $47 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 8 cm) und am Pegel Cochem um $40 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 7 cm) reduziert werden.

Abbildung 12 zeigt, daß für ein 100jähriges Hochwasser, das hauptsächlich im Bereich der Obermosel entstanden ist, durch den Einsatz der Polder überall unterhalb der Maßnahme optimale Wirk. ragen vorhanden sind. Für die Modell-Hochwasser mit 100jährigem Scheitel in Cochem könnten durch die Rückhaltung die Scheitel im Mittel in Perl um $93 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 15 cm), am Pegel Trier-UP um $120 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 12 cm) und in Cochem um $113 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 12 cm) reduziert werden. Daß mit dieser Reduzierung für ein 100jähriges Ereignis zahlenmäßig die ausbaubedingte Erhöhung der Hochwasserscheitel (siehe Abschnitt 5, Tab. 8) in etwa ausgeglichen wird, ist rein zufällig, da die zugrunde liegenden Ereignisse nicht vergleichbar sind. Wichtig ist schließlich die Feststellung, daß der gewählte, abflußabhängige Einsatz der Polder vor Ort, d. h. im französischen Teil der Mosel, regelmäßig Scheitelminderungen ergibt, abzulesen an den Reduktionen für den Pegel Perl. Die erreichbare Scheitelminderung von weniger als 2dm führt zu keiner deutlichen Schadensminderung und diese steht in keinem Verhältnis zum erforderlichen Aufwand für den Bau von 30 Mio. m^3 Rückhalteraum.

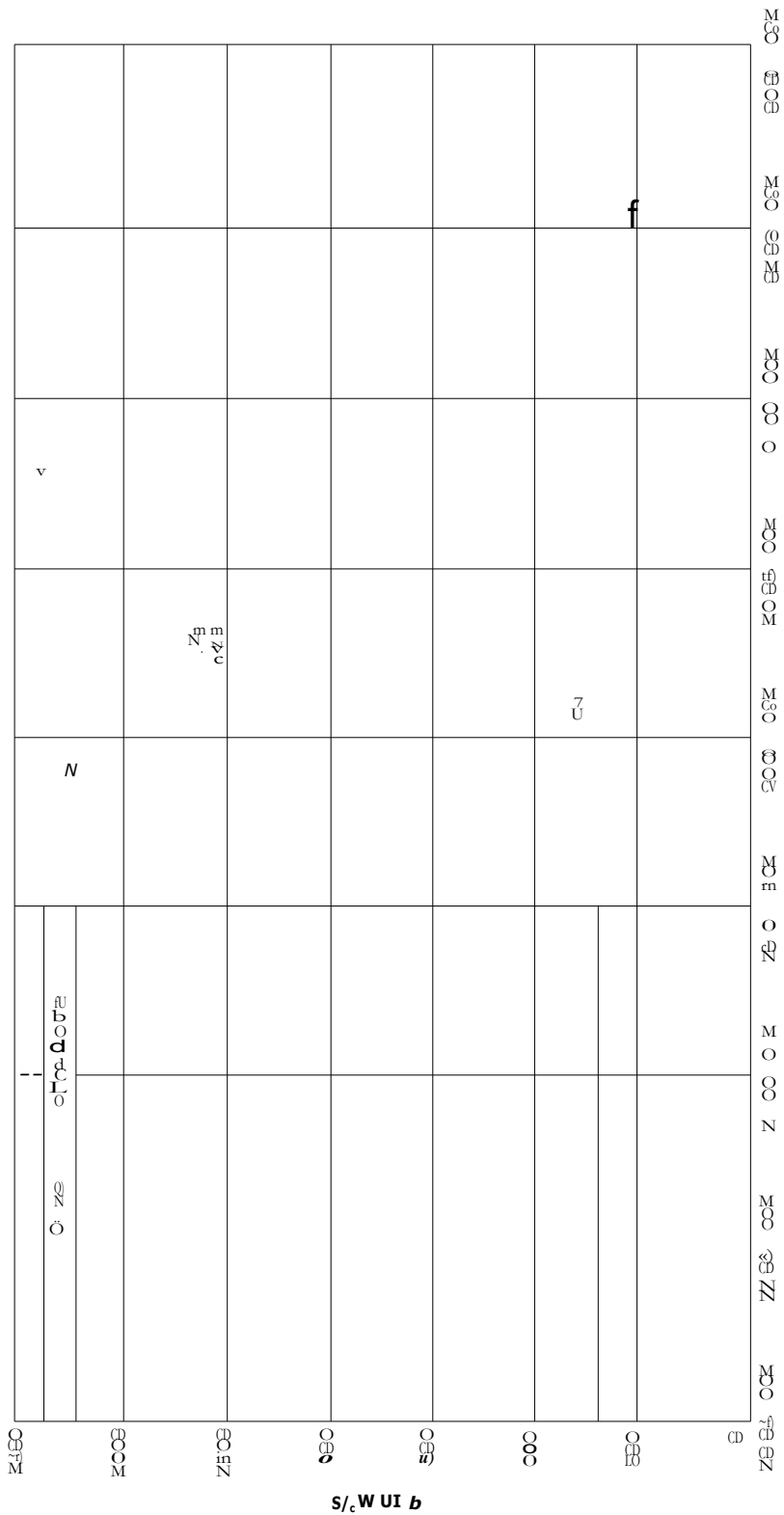


Abb. 10: Ergebnisse der HW-Ablaufberechnungen für die Moselstrecke Custines-Koblenz mit und ohne französische Polder (unter Verwendung gemessener Abflußganglinien), Mai-Juni 1983

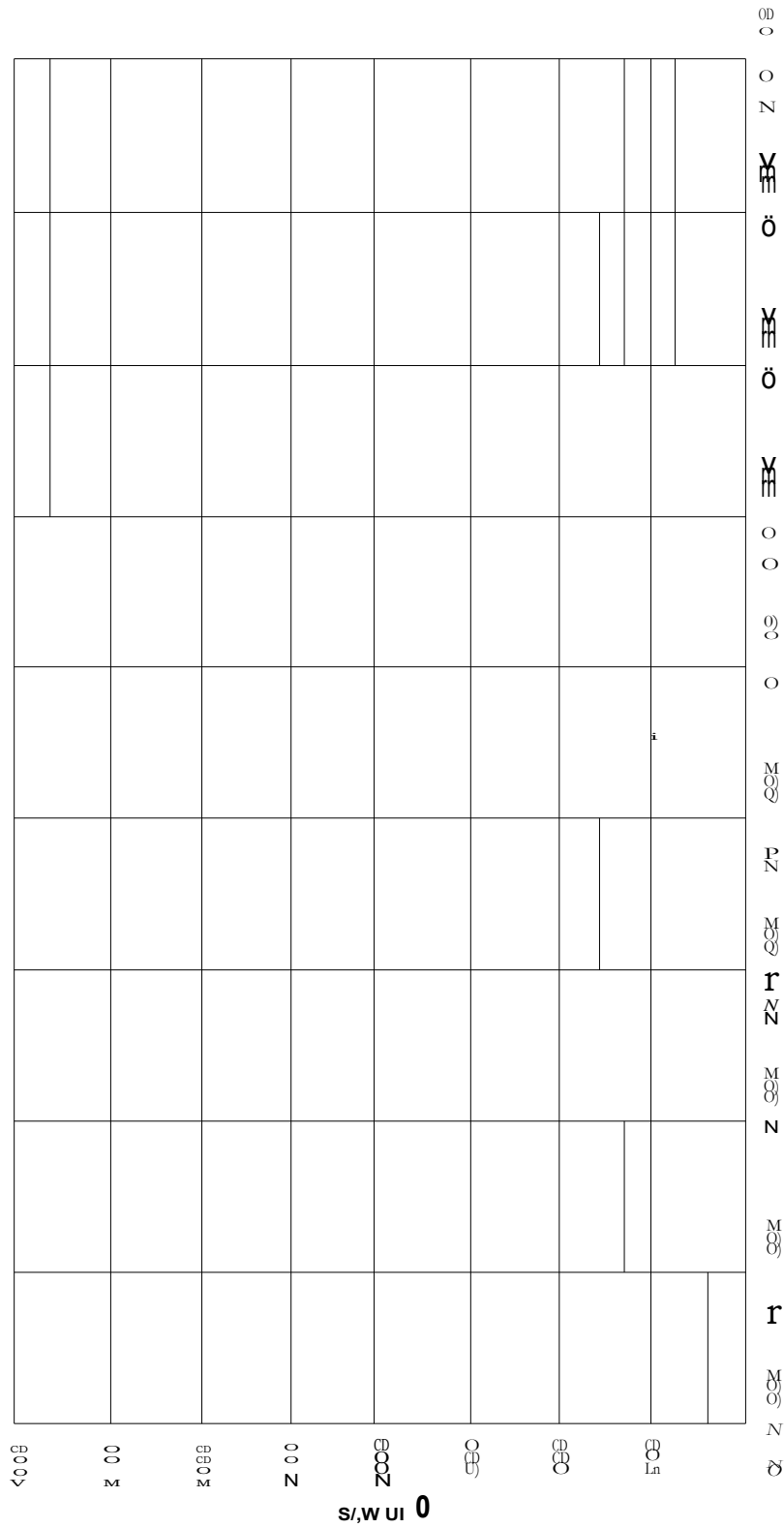


Abb. 11: Ergebnisse der HW-Ablaufberechnungen für die Moselstrecke Custines-Koblenz mit und ohne französische Polder (unter Verwendung gemessener Abflußganglinien), Dezember 1993 - Januar 1994

Teil M: Schlußbetrachtung und Empfehlungen

10 Schlußbetrachtung

Im Zuge der Ursachenforschung zum Hochwasser 1993/94 wurde in den Medien oft von „hausgemacht“ gesprochen und dementsprechend Abhilfe für zukünftige Ereignisse eingefordert. Es gab Hinweise auf "Renaturierung", "Entsiegelung der Landschaft" und "Rückhaltung der Wassermassen" im Einzugsgebiet und an den Gewässern. Es ist also zu fragen, was wäre bei diesem Hochwasser an Schutzmaßnahmen möglich gewesen und was ist insgesamt für die Zukunft denkbar?

Gewässerausbau bedeutet in aller Regel

- Verlust von Retentionsraum
- Verkürzung und Glättung des Gerinnes
- Dauerstau in der wehrgeregelten Flußstrecke.

Die Wirkung besteht vor allem in einer Aufsteilung des Wellenanlaufs. Die Aufsteilung der Welle führt zu einem früheren Eintreffen des Maximums, also einem schnelleren Ablauf des Hochwassers schlechthin. Durch ungünstige Überlagerung der beschleunigten Hauptwelle mit bedeutenden Nebenflußwellen können sich erhebliche HW-Verschärfungen einstellen.

Im Planungsgebiet bestehen verschiedentlich Schutzanlagen vor Ortschaften. Dabei sind die Bemessungswerte von sehr unterschiedlicher Größe. Im Oberlauf der Saar wurden auf kürzeren Strecken auch Deiche gegen Vorlandüberflutungen errichtet.

Hochwasserverschärfende Effekte sind für die Saar grundsätzlich nachgewiesen [2]. Für die Mosel unterhalb Trier wird in [6] festgestellt, daß solche Effekte sich auf Abflüsse unter $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ beschränken, also auf noch nicht durchgehend schädliche Hochwasserabflüsse.

[6] N. Busch, H. Engel und D. Prellberg, Auswirkungen des Moselausbaus ... auf den HW-Ablauf in der Mosel, Wasserwirtschaft 84 (1994), Heft 5

Es werden immer wieder Vorschläge laut, die Wehre der Flußstautufen zur Hochwasserrückhaltung in der Weise zu nutzen, daß die Stauhaltungen vor Hochwasserbeginn abgesenkt und im Anstieg der Hochwasserwelle wieder eingestaut werden. Bei anlaufendem Hochwasser sind nach den geltenden Betriebsanweisungen für die Wehrsteuerung alle Wehre bereits vollständig gelegt, bevor es zu Ausuferungen der Mosel kommt. Ein positiver Effekt würde sich daher ausschließlich nur im unschädlichen Bereich einstellen und sich auf weniger als 3 Stunden beschränken. Zu späteren Zeitpunkten wären die Maßnahmen nicht mehr aufrechtzuerhalten, da sonst die Anlieger höhere Scheitelwasserstände zu ertragen hätten. Zudem ergibt sich aus der Absenkung der Stauhaltungen das Problem, möglicherweise eine spürbare und schädliche Vorwelle zu erzeugen.

Bezüglich der Renaturierung von Flußstrecken ist zu unterscheiden zwischen Flußtälern mit ursprünglich weiten Überflutungsflächen und engen Durchbruchtäälern ohne nennenswerte Ausuferungsmöglichkeit wie Mosel und Saar. Renaturierungen, d. h. Rückgabe ehemaliger Überflutungsgebiete an das Flußregime, sind z. B. am Oberrhein möglich, an der deutsch-luxemburgischen Mosel nicht.

Im Planungsgebiet sind flächendeckend eine Vielzahl von Talsperren verteilt. 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 Moselanlieger bei Hochwasser ist nicht möglich. Daneben ist zur Kenntnis zu nehmen, daß allenfalls Bruchteile des vorhandenen Retentionsvermögens im Anforderungsfall einsetzbar wären.

Zur Idee der Rückhaltung der Wassermassen im Einzugsgebiet der Flüsse [bzw. in Seitentälern](#) allgemein, folgendes Rechenbeispiel:

Im Dezember 1993 und Januar 1994 stellten sich in der Mosel bei Cochem an 16 Tagen Abflüsse größer als $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ein. Dies ist ein Abfluß, der einerseits bereits in mehreren Flußabschnitten schädlich wirkt und bei dem andererseits alle

Wehre „gelegt“ sind; d. h. die Flußquerschnitte haben mindestens die Größe wie vor dem Ausbau. Die Abflüsse über $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ergeben beim Hochwasser 93/94 eine Fülle (Differenzmenge zwischen Scheitel und Schwellenwert) von 844 Mio. m^3 Wasser. Um eine Wassermenge von 844 Mio. m^3 aufnehmen zu können, müßte etwa eine Fläche von der Größe des Bodensees (539 km^2) um 156 cm überstaut werden. Noch deutlicher wird die Problematik an folgendem Beispiel:

Das gesamte deutsche Moseltal hat eine Längsausdehnung von ca. 250 km. Der Talboden erstreckt sich im Mittel über eine Breite von rund 300 m. Daraus ergibt sich eine Fläche von 75 km^2 . Ein gedachtes Becken dieser Größe würde mit 840 Mio. m^3 Wasser 11,25 m hoch überstaut werden.

Maßnahmen zur Hochwasserrückhaltung mit nennenswerten Wirkungsvolumina sind aufgrund der morphologischen Struktur des Einzugsgebietes der Mosel nur im Bereich der französischen Obermosel oder der französischen Saar denkbar. Nach 1983 ist in der französischen Obermosel kein bedeutendes Hochwasser mehr abgelaufen. Bei den extremen Hochwassern der letzten Jahre wurde der Scheitel ab Trier von Sauer und Saar bestimmt. Rückhaltemaßnahmen im Bereich der französischen Obermosel hätten daher zwar günstige Einflüsse auf die Moselstrecke bis zur Sauermündung haben können, keinen wesentlichen Einfluß jedoch auf den Scheitelabfluß ab der Saarmündung. Modellrechnungen mit einem fiktiven Einsatz von 30 Mio. m^3 Rückhaltevolumen führen bei extremen Hochwasserabläufen nur zu geringen Scheitelminderungen, denen keine deutliche Schadensminderung gegenüberstehen und die in keinem Verhältnis zum Aufwand für den Bau solcher Rückhalteräume stehen. Auch über Rückhaltemaßnahmen im Bereich der französischen Saar wäre keine wirksame Einflußnahme auf den Scheitelabfluß in der Mosel möglich gewesen, da bis zur französischen Grenze nur ca. 20 % des Einzugsgebietes der Saar erfaßt werden.

Entsiegelungen sind selbstverständlich wünschenswert, können allerdings bei Extremhochwassern in großen Flußgebieten kaum wirksam sein. In Deutschland sind im Mittel ca. 15 % der Bodenoberfläche dauernd für Versickerungen nicht aufnahmefähig. Künstlich versiegelt ist davon nur ein Teil. Der Rest besteht in natürlichen Fels- und Wasserflächen. Mit Entsiegelungen ließen sich selbst bei opti-

mistischer Sicht kaum 5 % der Landflächen wasseraufnahmebereiter machen. Zusätzliche Effekte könnten durch Bodenauflockerungen auf den land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen erreicht werden [7]. Den genannten Möglichkeiten steht der Effekt der natürlichen Versiegelung (Bodensättigung) als Voraussetzung extremer Hochwasser gegenüber. Es ist davon auszugehen, daß diese nur eintreten, wenn der Versiegelungsgrad 30 - 40 % der Hochwasserentstehungsfläche übersteigt. Nach einer rechnerischen Abschätzung für das Weihnachtshochwasser 1993 ist das dem Niederschlag von flächendeckend rund 100 mm in der Zeit vom 16. bis 25. Dezember 1993 zugeordnete Abflußvolumen in der Mosel bei Cochem zu ca. 50 % abgeflossen. Daraus ergibt sich eine anzunehmende flächenhafte Versiegelung von mindestens 50 %.

Die Vermeidung von Überschwemmungen im Einzugsgebiet der Mosel und der Saar ist bereits seit langer Zeit ein Hauptanliegen. Als Beispiel wurden in Frankreich bereits 1956 die ersten Pläne der Überschwemmungsgebiete veröffentlicht. 209 Gemeinden im Einzugsgebiet der Meurthe und der Mosel wurden in das Hochwasserschutzprogramm aufgenommen.

Gleich nach den großen Überschwemmungen am Anfang des Jahres 1990 haben die französischen Behörden einen neuen Ansatz in der Politik des Hochwasserschutzes gemacht, der seinen Ausdruck hinsichtlich des Hochwasserschutzes und der Verwaltung der Überschwemmungsgebiete in einem Interministeriellen Rundschreiben vom 24.01.1994 fand.

[7] In einer Pressemitteilung der „Stiftung Ökologie & Landbau“ wird hierzu ausgeführt:

„Ein lebendiger, 30 cm tief lockerer und krümeliger Boden kann 150 l/m² aufnehmen“ ... Demgegenüber sind die meisten Böden höchstens noch 10 cm tief locker ... Darunter ist der Boden stark verdichtet.“ ... Er kann „höchstens 50 l/m² aufnehmen“. Bei rund 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche in Deutschland könnte hier gegebenenfalls beachtenswertes Speichervolumen reaktivierbar sein.

Diese Politik trägt folgenden wesentlichen Punkten Rechnung:

- Besiedelungsverbot in den am meisten gefährdeten Gebieten, wo, wie auch immer die Aufteilung der Gebiete aussieht, die Sicherheit der Bewohner nicht vollständig gewährleistet werden kann und Einschränkungen der Bebauung in den anderen Überschwemmungsgebieten
- Schutz der Ablauf- und Ausbreitungskapazität der Hochwasser, um Gefahren für die gefährdeten Gebiete unter- und oberhalb nicht zu verschärfen
- Schutz des Gleichgewichtes der Feuchtgebiete während kleiner Hochwasser.

Folgende Maßnahmen wurden bereits veranlaßt:

1-1

absolutes Verbot von Neubauten in den Überschwemmungsgebieten, die mit einer zu großen Überschwemmungsgefahr behaftet sind und Ergreifen aller Möglichkeiten, um die bereits vorhandenen Gebäude zu reduzieren; zusätzliche Absicherung der Gebäude in den Überschwemmungsgebieten, in denen die Gefahren geringer sind

- strenge Besiedelungskontrolle in den Ausbreitungsgebieten des Hochwassers
- Verbot von Dammbauten und Aufschüttungen, wie nicht dem Schutz von stark besiedelten Wohngebieten dienen.

Frankreich unterstützt in besonderer Weise die Baumaßnahmen, die die Erhaltungs- und Renaturierungsarbeiten des Flußlaufes zum Ziel haben, soweit diese zum Hochwasserschutz beitragen. Im Jahr 1995 sind es nahezu 28 Millionen Francs, die für dieses Programm in Anspruch genommen wurden.

1.1 Empfehlungen

Hochwasser sind Naturereignisse, die für den Menschen erst durch sein Einwirken zu Naturkatastrophen werden. Überschwemmungen als Folge dieser Naturereignisse sind nur bedingt beeinflussbar und die nachteiligen Auswirkungen können nicht durch Maßnahmen vollständig beseitigt werden. Die Risiken und Schäden der Überschwemmungen hängen nicht nur von der Größe des Hochwassers ab, sondern auch von Art, Standort und Wert gefährdeter Sachgüter. Die verstärkte Forderung nach Maßnahmen zur Schadensreduzierung oder zum Schadensausgleich resultiert auch daher, daß der Wert betroffener Sachgüter mit der Zeit deutlich gestiegen ist. Zum einen dadurch, daß zunehmend im Überschwemmungsbereich der Gewässer gebaut wurde, ohne ein entsprechendes Überschwemmungsrisiko ausreichend zu berücksichtigen; zum anderen durch gestiegenen Lebensstandard und damit verbunden durch den höheren Wert und die höhere Zahl von Investitionsgütern. Die materiellen Schäden sind heute also viel höher als bei vergleichbaren Hochwasserverhältnissen in der Vergangenheit.

Auch wenn die heutige Gesellschaft technische Meisterwerke erzeugen kann, ist sie nicht in der Lage, auf Naturereignisse entscheidenden Einfluß im Sinne einer Verhinderung zu nehmen. Das Ziel jeglicher Politik bei Maßnahmen gegen Schäden durch Überschwemmungen muß es daher sein, ein Gleichgewicht zwischen der Dämpfung der Hochwasserwellen und der Risikominderung der dem Hochwasser ausgesetzten Güter zu finden. Hierüber muß die betroffene Bevölkerung informiert sein, damit sich eine den jeweils örtlichen Verhältnissen angepaßte "Risikokultur" ausbilden kann.

Naturereignisse können immer wieder und dabei höher als bisher registriert eintreten. Es muß daher die Überzeugung Allgemeingut werden, daß die natürlichen Ressourcen nicht gegen die Natur, sondern nur im Einklang mit der Natur genutzt werden können. Flußniederungen sind natürliche Ressourcen, denen die Nutzungsanliegen angepaßt werden müssen. Der Naturhaushalt muß als ein Baustein zum Hochwasserschutz bewahrt werden.

Hierzu empfiehlt die Internationale Arbeitsgruppe, daß die natürliche Entwicklung der Gewässer mit ihren vielfältigen ökologischen Funktionen erhalten und verbessert werden muß - unter Beachtung, daß in Ortslagen die Abflußleistung bei Hochwasser erhalten bleibt. Der Rückhalt von Wasser muß gefördert werden. Hierbei spielt die Art der Bodennutzung eine bedeutende Rolle. So tragen Waldflächen zur Dämpfung von Hochwasserwellen bei. Auch wenn der mit 30 % schon hohe Waldanteil an der Gesamtfläche des Einzugsgebietes nicht ohne weiteres nennenswert gesteigert werden kann, kann mit einer standortgerechten Land- und Forstbewirtschaftung die Versickerung des Wassers oder Rückhaltung in Mulden und Feuchtgebieten gefördert werden. Zur Vermeidung von Mehrabfluß soll Regenwasser dort, wo es auftritt versickern. Wenn dies in städtischen Gebieten nicht möglich ist, müssen zur Vermeidung negativer Folgen der Versiegelung Auffangbecken zur vorübergehenden Speicherung geschaffen werden.

Eine Entsiegelung in dicht besiedelten Gebieten zur Verbesserung der Regenwasserversickerung wirkt örtlich in den kleineren Gewässern entlastend. Sie würde auf das gesamte Einzugsgebiet bezogen aber keinen nennenswerten Beitrag zur Dämpfung der Hochwasserwellen liefern, da die besiedelte Fläche nur einen Bruchteil der Gesamtfläche ausmacht. Jeder Kubikmeter Wasser, der durch die Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten, durch Gewässerrenaturierung, Entsiegelung und Versickerung und durch standortgerechte Land- und Forstbewirtschaftung sowie durch Erhalt und Förderung von Kleinstrukturen zur Wasserrückhaltung in der Landschaft zurückgehalten wird, ist aber ein Gewinn für den Naturhaushalt und entlastet beim Hochwasser.

Die Notwendigkeit von Nutzungsbeschränkungen in hochwassergefährdeten Gebieten muß anerkannt werden. Dazu sind vorhandene Gesetze zur Durchsetzung von Nutzungsbeschränkungen konsequent anzuwenden und ggf. fehlende gesetzliche Voraussetzungen zu verbessern, um notwendige Beschränkungen in den Nutzungen auch durchsetzen zu können. Flächennutzungs- und Bebauungspläne sind im Hinblick auf Hochwassergefährdung zu überdenken.

Soweit noch nicht erfolgt, sind vorhandene Überschwemmungsgebiete auszuweisen; generell ist auf die Freihaltung dieser Gebiete hinzuwirken. Müssen Anlagen

in diesen Gebieten zwingend installiert werden, ist auf die Überflutungsgefährdung zu achten. Die Bauweisen sind dabei an der Hochwassergefährdung zu orientieren und damit verbundene Nutzungseinschränkungen sind zu beachten.

Durch strenge Kontrolle bei der Besiedlung in Überschwemmungsgebieten können langfristig Schäden an Sachgütern und Menschen reduziert werden. Nur auf diesem Wege können die wirksamen Abfluß- und Rückhaltebereiche aufrecht erhalten werden und die Risiken für flußaufwärts und -abwärts gelegene Gebiete begrenzt werden. Örtliche Hochwasserschutzmaßnahmen, die in dicht besiedelten Gebieten geboten sind, dürfen zu keiner zusätzlichen Gefährdung in flußabwärts gelegenen Gebieten führen.

Mit einer auf den Hochwasserfall abgestimmten Regelung der Wehre der Flußstauungen könnte ein positiver Effekt zur Hochwasserrückhaltung nur kurzzeitig im unschädlichen Bereich erzielt werden, da nach den geltenden Betriebsanweisungen alle Wehre bei Beginn von Ausuferungen bereits vollständig abgesenkt sind. Auch mit den vorhandenen Staubecken im Einzugsgebiet läßt sich keine nennenswerte Hochwasserrückhaltung für die Mosel erzielen, da diese Becken in den Oberläufen der Nebengewässer liegen (z.B. VIEUX-PRE in Frankreich). Für einen fiktiven Einsatz großer Rückhaltungen im Raum Metz-Apach wurde nachgewiesen, daß die erreichbare Scheitelminderung bei extremen Hochwassern zu keiner deutlichen Schadensminderung führt und damit in keinem Verhältnis zu den erforderlichen Investitionskosten steht.

Die Arbeitsgruppe empfiehlt den Anrainerstaaten, die kartographische Erfassung der Überflutungsgebiete mit Unterscheidung des abflußwirksamen Bereiches und des Rückhaltebereiches fortzuführen und zu verfeinern. Dabei sollten wasserstandsabhängig mehrere Risikostufen festgelegt werden, die zu abgestuften Bodennutzungs- und Besiedlungsbestimmungen führen. Die zuständigen Behörden und die Bevölkerung werden erst in die Lage versetzt, wirksame Maßnahmen im Hochwasserfall zu treffen, wenn sie das Risiko einstufen können.

Zur Optimierung der Verhaltensvorsorge müssen operationelle Hochwasservorhersagemodelle unter besonderer Berücksichtigung von Aufwand und erzielbarer Verbesserung entwickelt werden. Alle betroffenen Regierungen müssen dafür Sorge tragen, daß die bestehenden Hochwassermelde- und -warndienste als Daueraufgabe ständig an die sich fortentwickelnde Informationstechnik angepaßt sowie Alarm- und Einsatzpläne für Hochwasser- und Eisgefahren aufgestellt und regelmäßig fortgeschrieben werden. Außerhalb von Krisenzeiten haben die öffentlichen Behörden die Bevölkerung präventiv über die mit Hochwasserereignissen verbundenen Risiken zu informieren, um die Entstehung einer "Risikokultur" zu fördern.

Es scheint nicht gerechtfertigt, ein einziges internationales Warn- und Vorhersagesystem zu errichten, da es nicht ausreichend die Örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen würde. Dagegen sollten alle Länder Anstrengungen unternehmen, um die ihnen zur Verfügung stehenden Datensammel- und Verarbeitungsinstrumente zu verbessern (automatische Pegel und automatische Zentralen). Die Arbeitsgruppe empfiehlt die Entwicklung von abgestimmten auf den betroffenen Bereich individuell angepaßten Vorhersagemodellen. Der zwischenstaatliche Austausch von aktuellen Daten und von Vorhersagedaten ist mittels EDV-Technologie weiter zu entwickeln.

Soweit für das Einzugsgebiet der Mosel Wetterradardaten und -bilder zur Verfügung stehen, empfiehlt die Internationale Arbeitsgruppe für alle Vorhersage- und Meldezentren eine Zugriffsmöglichkeit über die Staatsgrenzen hinweg. Das Netz der Radarstandorte sollte soweit verdichtet werden, daß eine flächendeckende Abschätzung der räumlichen und zeitlichen Verteilung des fallenden Niederschlages möglich ist. Die Wetterdienste sind aufgefordert, mit verbesserten Niederschlagsvorhersagen Frühwarnungen zu ermöglichen, die eine erste konkrete Risikoabschätzung zulassen.

Für den natürlichen Wasserrückhalt, den technischen Hochwasserschutz und die weitergehende Hochwasservorsorge sind Aktionspläne aufzustellen. Dabei bedarf es einer internationalen Koordinierung der grenzüberschreitenden Hochwasserschutzinteressen. Auch in den geschützten Gebieten muß über die Hochwasser-

gefahren sowie die Bedeutung des wachsenden Schadenspotentials hinter Hochwasserschutzanlagen aufgeklärt werden. Für ein verbleibendes Restrisiko muß die Möglichkeit bestehen, dieses im Rahmen einer Versicherungslösung für die betroffenen Schutzobjekte zu decken.

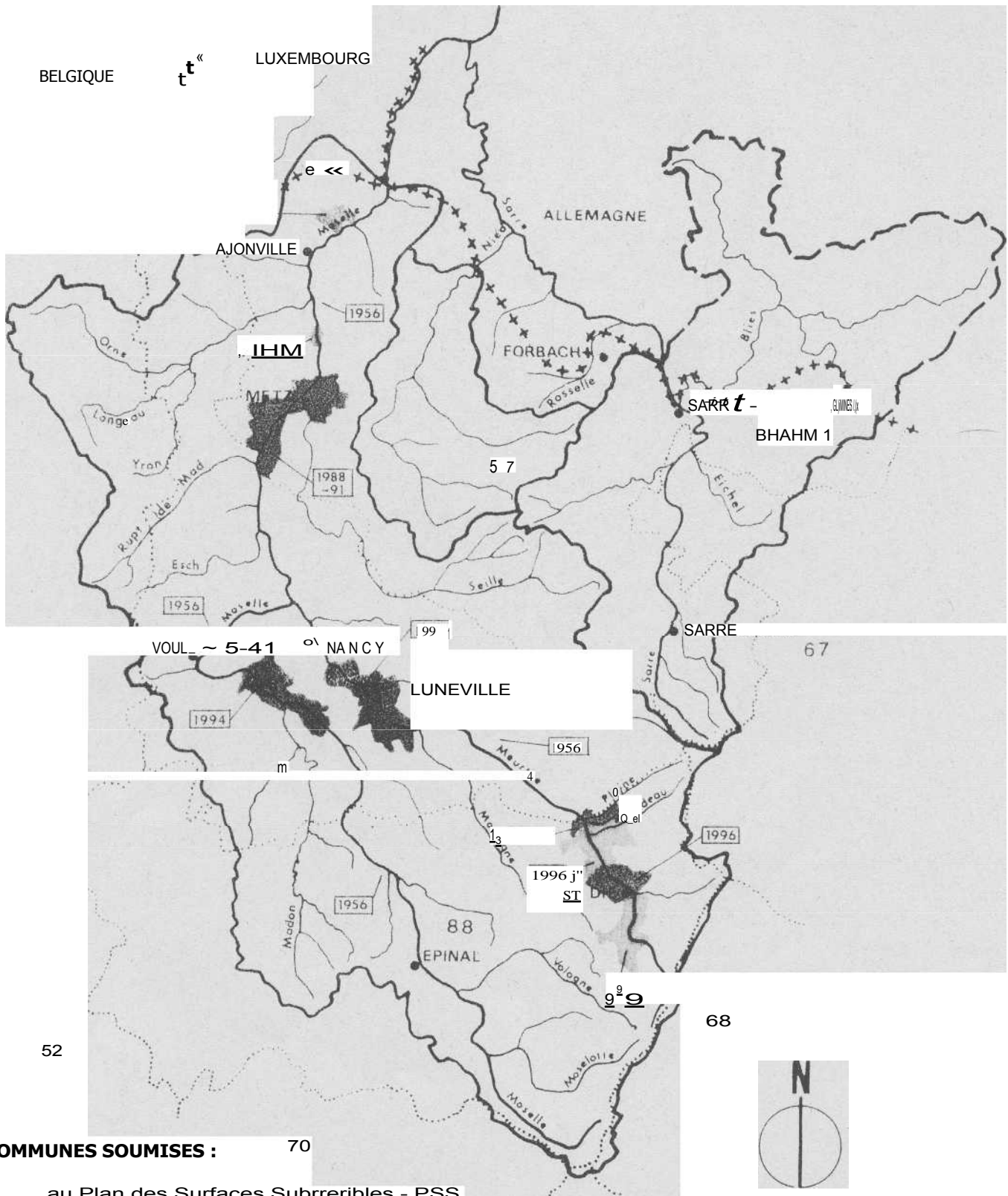
Einseitig orientierte Patentrezepte werden der komplexen Materie Hochwasserschutz nicht gerecht. Was in einem Fall gewichtig und entscheidend ist, kann unter anderen Randbedingungen eine Fehlinvestition sein. Nur ein Gesamtkonzept, das alle Aktivitäten bündelt, kann die Hochwasservorsorge verbessern. Bei allen flankierenden Maßnahmen der Infrastruktur zur Hochwasservorsorge von seiten der öffentlichen Hand bleibt immer auch die Verantwortung des Einzelnen für die Gestaltung der Nutzungen am Gewässer.

Verwendete Unterlagen

- [11] Hydrologische Untersuchung der Hochwässer im französischen Teil des Moselgebietes für den Zeitraum 1970-1991
DIREN Lorraine, Delegation de Bassin Rhin-Meuse, Juni 1994
- [2] Hochwasserwellenberechnung Saar (Zustand nach Ausbau zur Schiffahrtsstraße), BfG-Bericht 0032,
Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, Mai 1982
- Erstellung eines mathematischen Modells zur Simulation von Hochwasserabläufen in der Mosel, WG-Bericht 0549,
Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, April 1990
- [4] Technischer Bericht über das Hochwassermeldewesen utm Moseleinzugsgebiet
Techn. Ausschuß HW-Meldewesen im Moseleinzugsgebiet, 1995
- [51] Hochwasserhydrologie Mosel und Saar im deutsch-luxemburgischen und im deutschen Einzugsgebiet (mit Kartierung der Überschwemmungen und Beschreibung der Auswirkungen der Hochwasser 1983)
Bericht der deutsch-luxemburgischen Expertengruppe "Hochwasserhydrologie Mosel/Saar"
- [6] N. Busch, 1-1. Engel und D. Prellberg, Auswirkungen des Moselausbaus ... auf den HW-Ablauf in der Mosel
Wasserwirtschaft 84 (1994), Heft 5

LE BASSIN FRANCAIS DE LA MOSELLE

ZONES REGLEMENTEES POUR LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS



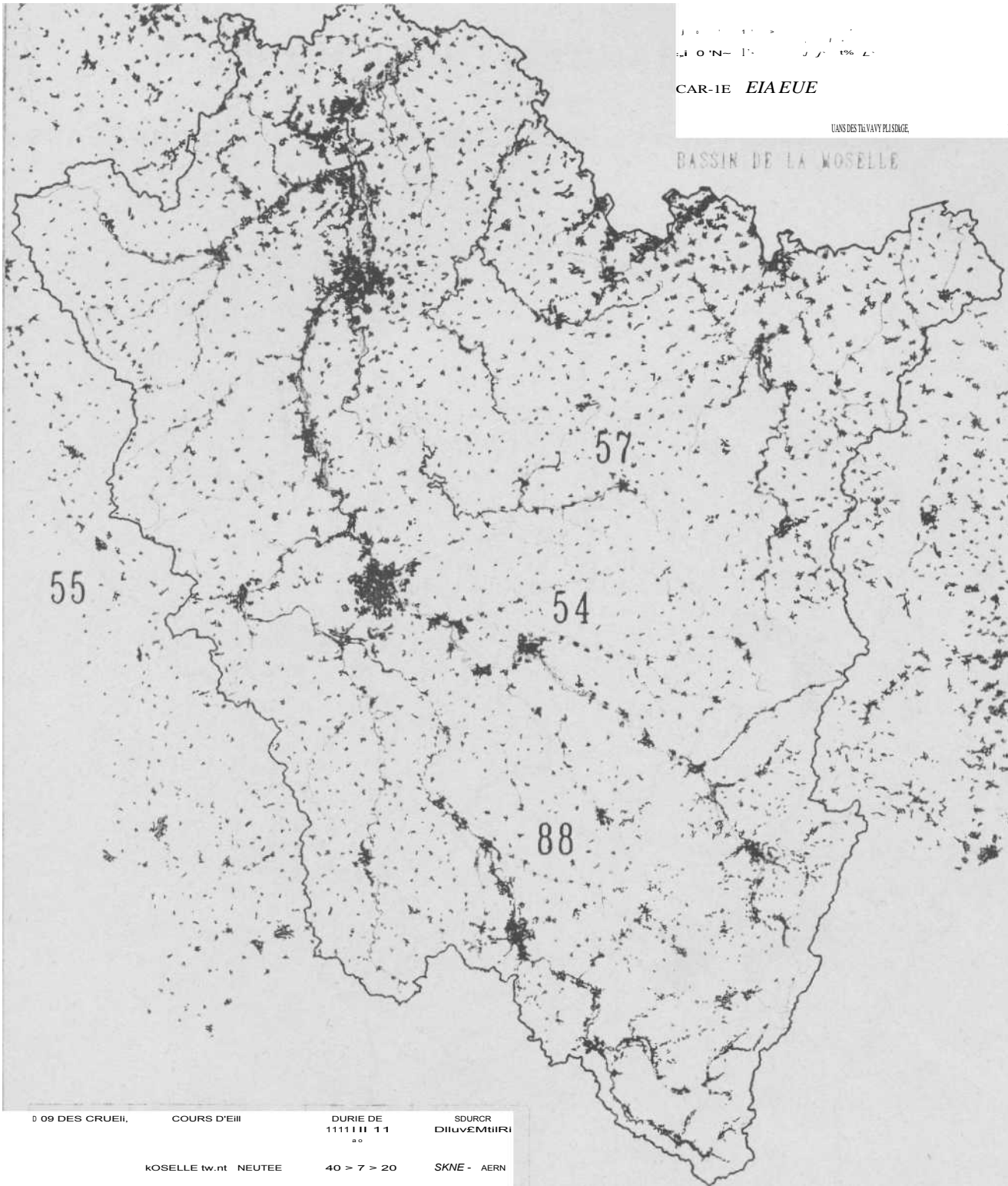
COMMUNES SOUMISES :

- au Plan des Surfaces Subrreribles - PSS
- au Plan d'Expohnon aux Risques d Inondahons - PERI
- A l'Article RI 1 1.3 - Zones à risques au titre de l'urbanisme
- PSS + PERI
- PSS + R111.3
- annæe d'approbation

0 10 20 »k,

ANLAGE 1

BASSIN DE LA MOSELLE



09 DES CRUEIL	COURS D'EAU	DURÉE DE 1111111111 ao	SDURCR DILUVEMENT
	KOSELLE tw.nt NEUTEE	40 > 7 > 20	SKNE - AERN
	NivR1H9	SO (7 < 70	AERN
	NOSELLE oval VEUNTRI	50	IERN
	SEILLE (57)	10 c 7 Z 40	DDAF 57
5	ORME	50	SRHE - AEPK
	HIED	40 < 7 (100	ARRM
	v.1 HerbitiLeim	70	AERN

M:TE DI LIAV Ra-U-CSE

mw: CH - 0 MIO
 AMU DE 1(011 "umsk
 30 14A1 1994 p. SOWRARDE

LE BASSIN FRANCAIS 1)1⁰ LA MOSELLE

PROGRAMME QUINQUENNAL D'ATLAS DES ZONES INONDABLES

(1 995-1999)

