

Entwicklung eines Längsprofils des Rheins
Bericht für die Musterstrecke von Rhein-km 800 – 845

Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport im Rhein': Projekt 3

B. Dröge
H. Henoch
W. Kelber
U. Mahr
T. Swanenberg
T. Thielemann
U. Thurm



*Bundesanstalt für
Gewässerkunde*



*Wasser- und
Schifffahrtsdirektion
Südwest*



*Wasser- und
Schifffahrtsdirektion
West*



*Rijkswaterstaat
Regionaldirektion
Ost-Niederlande*

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin

Entwicklung eines Längsprofils des Rheins Bericht für die Musterstrecke von Rhein-km 800 – 845

Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport im Rhein': Projekt 3

Bearbeiter: B. Dröge, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
H. Henoch (zeitweise), Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz
W. Kelber, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz
U. Mahr, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz (Projektleiter)
T. Swanenberg, Rijkswaterstaat, Regionaldirektion Ost-Niederlande, Arnhem
T. Thielemann, Wasser- und Schiffahrtsdirektion West, Münster
U. Thurm, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz



*Bundesanstalt für
Gewässerkunde*



*Wasser- und
Schiffahrtsdirektion
Südwest*



*Wasser- und
Schiffahrtsdirektion
West*



*Rijkswaterstaat
Regionaldirektion
Ost-Niederlande*

Bericht Nr. II-13 der KHR
Rapport no. II-13 de la CHR

©1999, CHR/KHR
ISBN 90-70980-29-0

*Was das Wasser an einem Ufer wegreisst,
setzt es am anderen wieder an. (Sprichwort)*

So einfach wie es das Sprichwort angibt, sind die Erosions-, Ablagerungs- und Transportprozesse im und am Rhein nicht zu erfassen, was durch die grosse Anzahl der angewendeten Messgeräte und -methoden sowie morphologischen Modelle belegt wird. Jeder Rheinanliegerstaat hat für die Erfassung des Sedimenttransportes eigene Messgeräte und Modelle entwickelt, was bis heute die Vergleichbarkeit der Sedimentmessungen und -berechnungen im Rhein erschwert. Um diesen Zustand zu verbessern, hat die KHR eine internationale Arbeitsgruppe mit den Aufgaben

- Beschreibung und Vergleich von Messmethoden und -geräten
- Beschreibung und Vergleich der verwendeten morphologischen Modelle und
- Entwicklung eines Längsprofils des Rheins eingesetzt.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der Entwicklung eines Längsprofils des Rheins. Unter der Leitung von Herrn. U. Mahr von der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest in Mainz haben die Herren B. Dröge, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, H. Henoch, Wasser- und Schiffahrtsdirektion West, Münster, W. Kelber, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz, T. Swanenberg, Rijkswaterstaat, Directie Ost-Niederlande, Arnhem, T. Thielemann, Wasser- und Schiffahrtsdirektion West, Münster und U. Thurm, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mainz für die Musterstrecke von Rhein-km 800 – 845 die Entwicklung eines Längsprofils des Rheins ausgeführt.

Neben der eigentlichen Bestimmung des Längsprofils und der Mengenbilanzierung wurde viel Grundlagenarbeit bezüglich Definitionen und methodischem Vorgehen geleistet. Damit steht ein Instrumentarium zur Verfügung, welches vielfältige Aussagen zur Veränderung einzelner oder auch zusammenhängender Rheinabschnitte ermöglicht.

Im Namen der KHR danke ich allen Beteiligten für die umfangreiche geleistete Arbeit.

Der Präsident der KHR
Prof. Dr. M. Spreafico

*Ce que la rivière arrache à une rive,
elle le dépose sur l'autre. (Proverbe)*

L'érosion, les phénomènes d'alluvionnement et de transport ne sont pas aussi simples que l'indique le proverbe. Les nombreuses mesures et études faites sur le Rhin ainsi que les modèles morphologiques le montrent bien. Chacun des états riverains du Rhin a développé ses propres appareils de mesure et applique ses propres modèles, ce qui a rendu difficile jusqu'à aujourd'hui la comparaison entre les mesures et les calculs réalisés dans les différents pays. La CHR a tenté d'améliorer cette situation en créant un groupe de travail international. Ses tâches ont été définies ainsi:

- Description et comparaison des méthodes et instruments de mesure
- Description et comparaison des modèles morphologiques utilisés
- Etablissement d'un profil en long du Rhin.

Le présent rapport traite du profil en long du Rhin. Il a été établi par MM. B. Dröge (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Coblenz), H. Henoch (Wasser- und Schiffahrtsdirektion West, Münster), W. Kelber (Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mayence), T. Swanenberg (Rijkswaterstaat, Direction régional Est, Arnhem), T. Thielemann (Wasser- und Schiffahrtsdirektion West Münster et U. Thurm, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mayence, pour le tronçon type du Rhin entre les km 800 et 850), sous la direction de M. U. Mahr (Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest, Mayence).

Outre l'établissement du profil en long et le calcul du bilan du charriage, un énorme travail a été réalisé au niveau de la méthodologie et des définitions de base. Un outil est maintenant disponible, qui permet une meilleure compréhension des changements pouvant survenir sur les différents tronçons du Rhin.

Je tiens à remercier, au nom de la CHR, tous ceux qui ont contribué à cet important travail.

Le président de la CHR
Pr Dr M. Spreafico

INHALT

	<i>Seite</i>
Vorwort	3
1 Veranlassung und Zielsetzung	7
2 Allgemeine Definitionen und Randbedingungen	9
3 Kennzeichnende Wasserspiegellinien und Längsgefälle	11
3.1 Berechnung einer mittleren Wasserspiegellage	11
3.2 Umrechnung des GIW_{62} in GIW_{62}^*	11
3.3 Darstellung der Wasserspiegeländerungen	13
3.4 Darstellung der kennzeichnenden Wasserspiegellinien	13
3.5 Bewertung der Ergebnisse	13
4 Breiten- und Flächenband	15
4.1 Methodisches Vorgehen	15
4.2 Verfügbare Daten	15
4.3 Darstellung der Breiten- und Flächenbänder	15
4.4 Bewertung der Ergebnisse	15
5 Der Einfluß der Abflußverteilung im Querschnitt bei Hochwasser auf die Sohlenlage im Niedrigwasserbett	17
6 Längsprofil des Rheins mit Darstellung der mittleren Sohlenlage	19
6.1 Methodisches Vorgehen	19
6.2 Verfügbare Daten	20
6.3 Datenauswertung	21
6.4 Bewertung der Ergebnisse	21
7 Künstliche Eingriffe in das Geschieberegime	23
7.1 Definitionen und methodisches Vorgehen	23
7.2 Verfügbare Daten	23
7.3 Datenauswertung	23
8 Mengenzbilanzierung	25
8.1 Methodisches Vorgehen	25
8.2 Ermittlung des Sohlenvolumens aus Querprofilen	25
8.3 Ermittlung des Volumens aus künstlichen Eingriffen in das Geschieberegime. . . .	26
8.4 Ermittlung des Volumens aus Feststoffbilanzen	27
8.5 Ermittlung des Volumens aus sonstigen Einflüssen (Differenzlinien)	27
8.6 Bewertung der Ergebnisse	27
9 Schlußfolgerungen und Ergebnisse	29
10 Referenzen, verwendete Unterlagen	31
11 Anlagenverzeichnis	33

1 VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Veranlassung

Die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR/CHR) hat auf ihrer Koordinatoren-Sitzung am 26.06.1990 in Arnheim (Niederlande) beschlossen, eine Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport im Rhein' einzurichten, in der in den Jahren ab 1990 folgende Themen zu erarbeiten sind:

- Projekt 1: **Meßgeräte und Meßmethoden**
- Projekt 2: **Sedimenthaushalt des Rheins**
- Projekt 3: **Entwicklung des Längsprofils des Rheins**

Der vorliegende Bericht ist eine Pilotstudie zum Projekt 3. Die Aufgabenstellung, wie sie von der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes entworfen wurde, ist der **Anlage 1.1** zu entnehmen.

Die KHR-Arbeitsgruppe Projekt 3 hat im Zuge ihrer Arbeit die Zielsetzung konkretisiert und ihre Planung in der Plenarsitzung der KHR-Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport' am 7.5.91 vorgetragen. Die Konkretisierung wurde zustimmend zur Kenntnis genommen.

Danach gilt als Zielsetzung für die Arbeitsgruppe des Projektes 3:

Es ist für den freifließenden Rhein ein morphologisches und hydraulisches Gesamtsystem zu erarbeiten, um die jeweils örtliche Situation von Sohlenstabilität bzw. -instabilität zu erfassen. Dazu ist es nötig, das vorhandene Datenmaterial so aufzuarbeiten, daß daraus Rückschlüsse auf

- die Sohlenstabilität – ein Begriff, der in Ziffer 2 definiert wird – gezogen werden können,
- Ursachen für Instabilität der Sohlenlage des Stromes erkannt werden können und
- Volumenänderungen der Stromsohle quantifiziert sowie der Umfang von etwaigen Eingriffen in das Geschieberegime durch Baggerungen oder Massenzugabe im Interesse der Sohlenstabilisierung ermittelt werden können.

Die sich daraus ergebende einheitliche Beurteilung für den gesamten freifließenden Rhein (**Anlage 1.2 und 1.3**) kann den örtlich zuständigen Schifffahrtsverwaltungen als eine – neben anderen – wichtige Entscheidungsgrundlage für angemessene Ausgleichsmaßnahmen dienen, um Ungleichgewichten in der Entwicklung der Sohlenlage entgegenzuwirken.

Die Gesamtbetrachtung ist unter dem Gesichtspunkt der anstehenden künftigen Aufgaben derzeitig nur für den freifließenden Rhein von Bedeutung.

Der Untersuchungsbereich (**Anlage 1.2**) erstreckt sich demnach auf den Rhein zwischen Iffezheim, Rh-km 334 und Gorinchem, Rh-km 953 in der Waal, Wijk/Duurstede, Rh-km 929 im Nederrijn Krimpen, Rh-km 989 im Lek Kampen, Rh-km 1001 in der IJssel

Der vorliegende Bericht ist eine Pilotstudie, deren Darstellungen sich auf die in **Anlage 1.4** dargestellte 45 km lange Musterstrecke von Rhein-km 800 (Geschiebemeßstelle Götterswickerhamm) bis Rhein-km 845 (Altrhein-Abzweigung bei Grieth) beschränkt. In ihrem Rahmen sollen bestimmte Formen von Darstellungen entworfen und erprobt werden. Sie sollen zeigen, inwieweit es möglich ist

- regionale Erosions- und Anlandungsraten quantitativ abzuschätzen und
- deren Ursachen zu erkennen.

Für die Musterstrecke nicht relevante Einflüsse wie beispielsweise aus dem Bergbau oder sonstige besondere Regelungsmaßnahmen können im Längsprofil für die Musterstrecke nicht dargestellt werden, da sie nicht zu den übrigen tatsächlichen Daten passen. Sie werden aber in der Erarbeitung der Systematik mit berücksichtigt.

Die historische Entwicklung wird zunächst ab dem Jahr 1960 in Betracht gezogen, zumal die Daten erst ab diesem Zeitpunkt als ausreichend verlässlich für die vorgesehene quantitative Auswertung angesehen werden. Zum Teil dürfen selbst diese Daten nur mit Vorbehalt verwendet werden; die Zeit vor 1960 bleibt einer etwaigen späteren Ergänzung der Studie vorbehalten.

Die für den freifließenden Rhein geplante Darstellung eines morphologischen und hydraulischen Gesamtsystems wird wichtige Erkenntnisse über die bisherige Entwicklung des Stromsohlengleichgewichtes liefern. Diese Arbeit ist allein bzgl. Inhalt und vom Umfang her ein anspruchsvolles Werk. Die Erarbeitung eines morphologischen Prognosemodells für die gesamte Strecke des freifließenden Rheins, wie es der KHR/CHR in ihrer Zielformulierung für die Arbeit dieser Arbeitsgruppe vorschwebt, ist eine weitere Aufgabe, die aber z. Z. noch nicht durchgehend realisierbar ist. Diese Arbeitsgruppe wird dennoch mit ihrer Arbeit zum Erreichen dieses wichtigen Fernzieles beitragen.

2 ALLGEMEINE DEFINITIONEN UND RANDBEDINGUNGEN

Verzeichnis der Kennwerte mit Definitionen

Im Zuge dieses Berichtes werden einheitliche Abkürzungen für Kennwerte verwendet, deren Bedeutung in **Anlage 2.1** definiert wird.

Definition des Begriffes 'Sohlenstabilität'

Sohlenstabilität im Sinne dieses Berichtes ist erreicht, wenn die Stromsohle im Gleichgewicht ist. Dabei kann ihre Höhe örtlich und zeitlich um einen Mittelwert schwanken. Die mittlere Sohlenhöhe darf jedoch nicht tendenziell steigen oder fallen.

Streckeneinteilung des Rheins

Um Vergleiche über die zeitlichen Veränderungen von Sohle und Wasserspiegel zu ermöglichen, sind für diesen Bericht je nach Sachzusammenhang und Detaillierungsgrad in der Länge unterschiedliche aber zeitunabhängige Streckeneinteilungen festgelegt worden:

- Die **geographische Einteilung** (vgl. **Anlage 2.2**) grenzt großräumig einheitliche Abschnitte unter hydrologischen und morphologischen Gesichtspunkten ab.
- Die **verwaltungsmäßige Einteilung** ist maßgebend für das Erheben und Verwalten der Daten. Sie ist für die Datenverantwortung von Bedeutung und in **Anlage 2.3** berücksichtigt.
- Die **Regionalabschnitte** (der **Anlage 2.3**) mit Längen von i. M. etwa 5 km ergeben sich aus der Lage von Nebenflußmündungen, Stromspaltungen, Geschiebemeßstellen, Pegeln, Stauwerken u.ä. Die Mittelwertbildung von Daten dieser Regionalabschnitte dient der langfristigen und großräumigen Darstellung im Längsprofil. Regionalabschnitte können ggfs. mit dem Rhein-km bezeichnet werden, an dem sie beginnen, bzw. mit der lfd. Abschnittsnummer in Anlage 2.3.
- Die **lokalen Stromabschnitte** untergliedern die Regionalabschnitte bei örtlichen Besonderheiten. Die Mittelwertbildung von Daten dieser Teilstrecken mit einer Länge von z.B. 500 m dient der detaillierteren Betrachtung.

Hydrologische Begriffe

- Vergleichende morphologische Betrachtungen müssen auf einheitliche Abflußzustände bezogen werden. Der **GIQ₇₂** – letztmalig von der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) neu festgelegt und 1982 und 1992 beibehalten – wird als solcher für diese Studie als maßgebender Niedrigwasserabfluß zugrundegelegt.
- Der **Gleichwertige Wasserstand (GIW)** ist derjenige Wasserstand, der an 20 eisfreien Tagen im Jahr erreicht oder unterschritten wird. Er wird alle 10 Jahre aus dem Gleichwertigen Abfluß (GIQ) neu festgelegt. Seit 1972 gilt der GIQ₇₂, vor 1972 galt der GIQ₃₂. Um die GIW miteinander vergleichen zu können, sind die GIW₃₂, GIW₅₂ und GIW₆₂ auf den GIQ₇₂ umzurechnen. Die umgerechneten GIW erhalten die Bezeichnung GIW₃₂^{*}, GIW₅₂^{*} und GIW₆₂^{*}. Der GIW₉₂ berücksichtigt den Zustand des Gewässerbettes im Jahr 1990, er wird aufgrund von Abflußmessungen der Jahre 1989, 1990 und 1991 ermittelt.
- Der **Ausbauzentralwasserstand (AZW)** für den freifließenden Rhein im Bereich der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest (Rhein-km 334 – 640) wurde 1992/93 in Anpassung an die unterstromigen Verhältnisse aus dem Zentralwert ZQ (1931/90) abgeleitet. Er wird hier mit AZW bezeichnet.
- Der **Ausbaumittelwasserstand (AMW₉₀)** wurde im Bereich der Wasser- und Schifffahrtsdirektion West (Rhein-km 640 – 865) unter Beibehaltung der Wassermengen des bisher bei Ausbaumaßnahmen verwendeten Ausbauwasserstandes MW₆₅ und auf der Grundlage eines im Mai 1989 durchgeführten Mittelwasser-Nivellements ermittelt.

- Der **MR** im Bereich der Niederlande ist der mittlere Wasserstand des hydrologischen Sommerhalbjahres für bestimmte 10-Jahresreihen.
- Das **HW₈₈** war in vielerlei Hinsicht ein bedeutendes Ereignis. An einigen Pegeln war es das HW mit dem größten Scheitel seit 1870. Die Einordnung in die Jährlichkeiten zeigt, daß das HW für die einzelnen Rheinabschnitte (Ober-, Mittel-, Niederrhein) recht unterschiedlich abgelaufen ist. Die Wiederkehrzeiten werden für Maxau mit 16 Jahren, Kaub mit 95 Jahren und Rees mit 30 Jahren angegeben. Die Wsp-Linie des HW₈₈ wurde aus einer während des Hochwassers durchgeführten Messung ermittelt (mind. alle 500 m). Sie gibt die jeweils höchsten während dieses Hochwassers erreichten Wasserstände wieder und nicht eine zu irgendeinem Zeitpunkt aufgetretene Wasserspiegellinie. Für die Hauptpegel sind Abflüsse und Wasserstände in der **Anlage 2.4** zusammengestellt.

Geometrische Begriffe

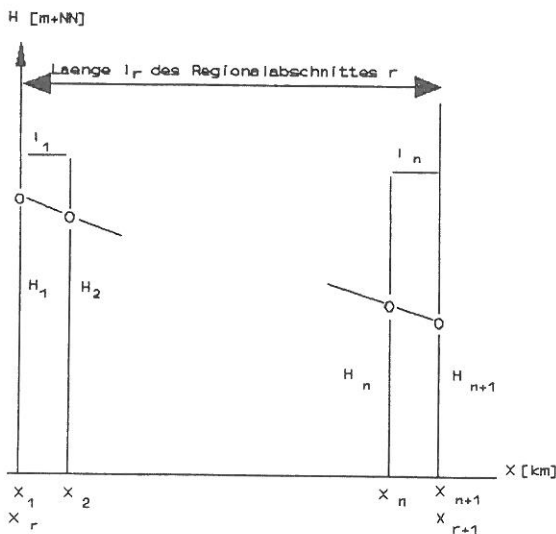
- Der **Fließquerschnitt** (Darstellung vgl. **Anlage 2.5**) ist der abflußwirksame Querschnitt, der sich aus der Stromsohle und einem definierten Wasserspiegel ergibt, wobei im Bereich von Bühnenfeldern und sonstigen plötzlichen Querschnittserweiterungen (z.B. auch an Hafemündungen) die nicht oder kaum durchflossenen Querschnittsteile durch theoretische Linien wie Buhnenschatten abgetrennt werden und außer Betracht bleiben. Für die Ermittlung gilt – soweit möglich – das Merkblatt in **Anlage 2.6**. Fließquerschnittsflächenanteile z.B. bei MW oberhalb von überströmten Niedrigwasser-Buhnen werden dabei ab einer Überstauhöhe von ≥ 50 cm als hydraulisch voll wirksam angesetzt. Unterhalb dieser Überstauhöhe bleiben solche Fließquerschnittsflächenanteile unberücksichtigt.
- Die **Streichlinie** ist die seitliche Begrenzung des Wasserspiegels im abflußwirksamen Querschnitt beim Ausbauabfluß GIW, (AZW, AMW bzw. MR), z.B. die Verbindungslinie entlang der Buhnenköpfe.
- Die **Wasserspiegelbreite** ist hier definiert als Breite des Wasserspiegels im jeweils betrachteten abflußwirksamen Querschnitt. Bis zum bordvollen Abfluß ist dieser Wert zwischen den Streichlinien eindeutig definiert. Bei ausufernden Wasserständen wird die Breite nach Ortskenntnis und hydraulischem Sachverstand festgelegt. Retentionsräume werden bei dieser Berechnung ausgeklammert. Der Ermittlung der mittleren Sohlenlage wird die Wasserspiegelbreite der Peilung 1990 bei GIW₉₂ zugrundegelegt.
- Die **Uferlinie** ist die Begrenzungslinie des Gewässers bei MW (Grenze zwischen Gewässer und Ufergrundstücken).
- Die **mittlere Sohlenhöhe** für einen Regionalabschnitt errechnet sich aus den abflußwirksamen Querschnittsflächen unter GIW₉₂, der Länge des Regionalabschnittes und einer Breite des Fließquerschnittes. Diese Breite ist festgelegt durch die Streichlinie bei GIW₉₂ im Gewässerbett 1990. Die Durchstoßpunkte werden für den Vergleich mit älteren Peilaufnahmen als Fixpunkte konstant gehalten. Die mittlere Sohlenlage wird dann jeweils bezogen auf die vergleichbare mittlere Sohlenlage beim Bettzustand der Peilung P 1990. Eine so definierte Sohle entspricht am ehesten der tatsächlich hydraulisch wirksamen Sohlenlage und deren Veränderung.
- Als **5-Jahrespeilungen** gelten durchgehende Gesamtaufnahmen der Stromsohle. Sie werden mit P 1980, P 1985 oder P 1990 bezeichnet, wobei eine solche Peilung nicht nur im jeweiligen Stichjahr, sondern häufig über längere Zeiträume durchgeführt wurde.

3 KENNZEICHNENDE WASSERSPIEGELLINIEN UND LÄNGSGEFÄLLE

Insbesondere die Änderung der Höhenlage des Wasserspiegels über die Zeit bei GIQ72 dient der Beurteilung inwieweit örtlich Sohlgleichgewicht vorliegt. Da auch geringe Änderungen tendenzieller Art mit ausreichender Verlässlichkeit erkannt werden sollen, sind diese Änderungen auf Plausibilität mit den Daten aus der Änderung der mittleren Sohlenlage (vgl. Ziffer 6) und der Volumenbetrachtung aus der Feststoffbilanz (vgl. Ziffer 8) zu überprüfen. Aus diesem Grund ist entsprechend der mittleren Sohlenlage für Regionalabschnitte die mittlere Wasserspiegellage für Regionalabschnitte bei GIW zu entwickeln.

3.1 Berechnung einer mittleren Wasserspiegellage

Für die Regionalabschnitte werden mittlere Wasserspiegellagen errechnet. Hierbei werden die GIW der im jeweiligen Regionalabschnitt liegenden Profile verwendet:



$$H_r = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i + H_{i+1}) \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n (2 \cdot l_i)} [m+NN]$$

Sind alle Abstände l_i einheitlich 100 m lang, so vereinfacht sich diese Formel zu

$$H_r = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n+1} H_i\right) - 0,5 H_1 - 0,5 H_{n+1}}{n_r} [m+NN]$$

Die Änderung der mittleren Wasserspiegellage $\Delta H_{r,t}$ im Regionalabschnitt r zum Zeitpunkt t gegenüber der mittleren Wasserspiegellage bei GIW₉₂ ergibt sich wie folgt:

$$\Delta H_{r,t} = H_{r,t} - H_{r,r=92}$$

3.2 Umrechnung des GIW₆₂ in GIW₆₂*

Bei der Darstellung der gleichwertigen Wasserstände wird nicht von den – der Schifffahrt bekanntgegebenen – gerundeten GIW-Werten ausgegangen. Es werden vielmehr diejenigen Wasserstände in Zentimeter verwendet, die sich mit den GIQ-Werten aus der zugehörigen Abflußtafel ergeben.

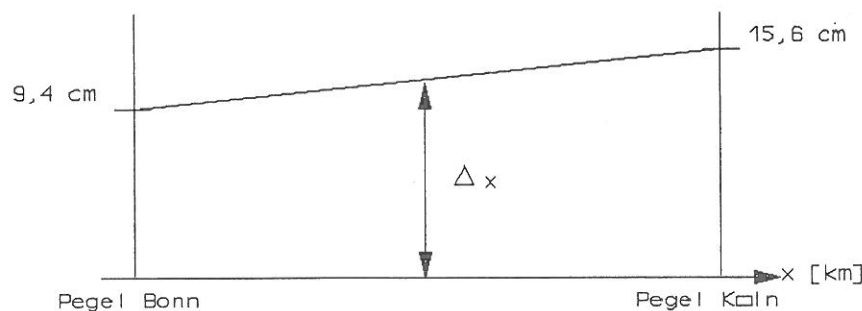
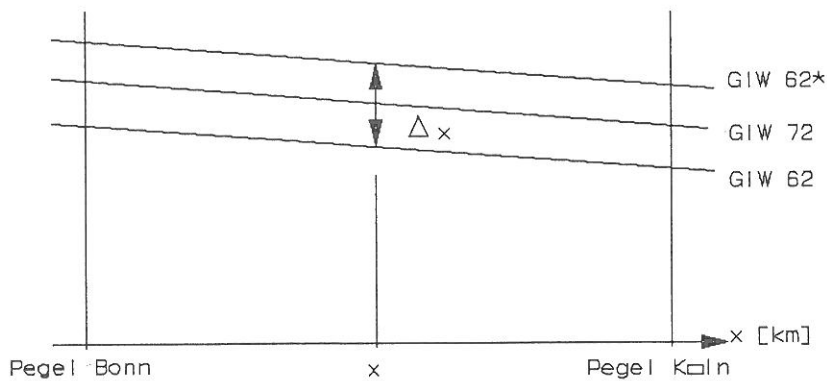
Die Umrechnung des GIW_{62} in GIW_{62}^* (siehe Hydrologische Begriffe, Seite 7) ergibt sich für den Pegel Bonn dann wie folgt:

Wassermenge $[\frac{m^3}{s}]$	Wasserstände [cm a.P.]	
	aus der Abflußtafel 1962	aus der Abflußtafel 1972
$GIQ_{32} = GIQ_{62} = 843$	$GIW_{62} = 51,6$	
$GIQ_{72} = 890$	$GIW_{62}^* = 61,0$	$GIW_{72} = 58$
Differenz	9,4	

Der GIW_{62}^* liegt also in Bonn $61 - 51,6 = 9,4$ cm höher als der GIW_{62} und $61 - 58 = 3$ cm höher als der GIW_{72} .

Am 01.11.1979 wurde der Pegelnullpunkt des Pegels Bonn 100 cm tiefergelegt, d.h. der GIW_{62}^* liegt heute auf 161 cm a.P. (siehe **Anlage 3.1**).

Auf der zwischen den Pegeln liegenden Strecke wird für diese Umrechnung geradlinig interpoliert:



$$GIW_{62}_x^* = GIW_{62}_x + \Delta_x$$

3.3 Darstellung der Wasserspiegeländerungen

Mit den in den Ziffern 3.1 – 3.3 beschriebenen Berechnungen lassen sich alle benötigten Werte ermitteln (siehe **Anlage 3.2**).

In der **Anlage 3.3** wurden die Änderungen der gleichwertigen Wasserstände bei konstantem Abfluß (GLQ₇₂) als Mittelwerte für die Regionalabschnitte graphisch dargestellt.

In der **Anlage 6.3** können diese Änderungen mit denjenigen der Sohle in der zeitlichen Entwicklung abschnittsweise verglichen werden.

3.4 Darstellung der kennzeichnenden Wasserspiegellinien

Zur allgemeinen Orientierung wurden in **Anlage 3.4** folgende kennzeichnenden Wasserspiegellinien aufgetragen:

- Wasserspiegellinie des HW₈₈
- Wasserspiegellinie des AMW₉₀
- Wasserspiegellinie des GLW₉₂

Darüber hinaus wurden die mittleren Gefällewerte zwischen Anfangs- und Endpunkt der Regionalabschnitte ermittelt und an den Wasserspiegellinien eingetragen.

$$J = \frac{H_{n+1} - H_1}{X_{n+1} - X_1} \cdot 1000 \text{ [‰]}$$

3.5 Bewertung der Ergebnisse

Die Änderung der mittleren Wasserspiegellage bei konstantem Abfluß für eine längere Jahresreihe (Anlage 3.3) gibt einen Hinweis für den Verlauf der Erosion in einem größeren Stromabschnitt, auch wenn sich die Erosion per Definition aus der Änderung der mittleren Sohlenlage ergibt. Da es sich jedoch bei der Erosion, die in großen Abschnitten 1 cm/a beträgt, um Werte handelt, die in der Größenordnung der Peilgenauigkeit oder darunter liegen, dient die Änderung der mittleren Wasserspiegellage vor allem der Plausibilisierung der mittleren Sohlenlage unter Anlage 6.2. Die Darstellung der mittleren Wasserspiegellage als Treppenlinie ist übersichtlich, soweit sich die Treppenlinien nicht schneiden.

Es bleibt noch zu diskutieren ob als Bezugszustand der GLW₉₂ oder GLW₆₂* zu wählen ist. Es wurde in der Arbeitsgruppe davon ausgegangen, daß ab 1990 besondere Maßnahmen im Interesse der Sohlengleichgewichte begonnen werden.

Die Darstellung der kennzeichnenden Wasserspiegellinien und der mittleren Gefällewerte bei GLW, AMW und HW (Anlage 3.4) für einen bestimmten Peilzustand läßt hinsichtlich der absoluten Werte der mittleren Gefälle einen überregionalen Vergleich der Stromabschnitte zu. Hinsichtlich der Vergleiche der mittleren Gefälle um einen Stromabschnitt bei GLW, MW und HW wird in erster Näherung deutlich, bei welchen Abflüssen mit den größten mittleren Fließgeschwindigkeiten zu rechnen ist. Diese Werte lassen überwiegend keine Rückschlüsse auf örtliche Fließgeschwindigkeiten zu.

4 BREITEN- UND FLÄCHENBAND

Die Darstellung von Wasserspiegelbreiten und Fließquerschnitten bei NW, MW und HW für bestimmte Gewässerbettzustände – beispielhaft für das Jahr 1990 – dient der Suche nach Stromabschnitten mit einer potentiellen Instabilität der Stromsohle.

4.1 Methodisches Vorgehen

Die Querschnittsgeometrie eines Gewässers ist wesentliche Grundlage für die Beurteilung seines hydraulischen Zustandes. Hier werden alle Veränderungen natürlicher oder auch anthropogener Einwirkungen sichtbar. Aus der Kontinuitätsgleichung

$$Q = A \cdot v \text{ [m}^3\text{/s]}$$

wird der Zusammenhang von Hydrologie (Q [$\text{m}^3\text{/s}$]), Geometrie (A [m^2]) und Hydraulik (v [m/s]) sehr deutlich.

Zu jedem Abfluß gehört in jedem Profil ein bestimmter Fließquerschnitt. Dieser wird durch die Gewässersohle, die seitlichen Ufer und den jeweiligen Wasserspiegel (vgl. Anlage 2.5) begrenzt. Die Entwicklung vorliegender Fließquerschnitte und der zugehörigen Breiten in Laufrichtung des Stromes ergibt sogenannte Flächen- bzw. Breitenbänder. Diese werden in **Anlagen 4.1 und 4.2** jeweils für den aktuellen Zustand im Gewässerbett der P 1990 dargestellt. In diesem Bericht über die Musterstrecke werden drei Abfluß- bzw. Wasserstandssituationen ausgewertet: GIW_{92} , AMW_{90} und der HW_{88} jeweils im Gewässerbett der Rheinpeilung 1990.

Bei der Auswertung für den Hochwasserzustand wird der HW_{88} als obere Begrenzung für die Fließquerschnitte angesetzt. Die Wasserspiegelbreite reicht hier u. U. bis zu den Hochwasserdämmen weit draußen. In Anlehnung an das Vorgehen zur Berechnung von Hochwasserwellen (Modell in BfG) werden auch hier die hydraulisch unwirksamen (nicht abflußwirksame Querschnitte) abgeschnitten.

4.2 Verfügbare Daten

Die notwendigen Peildaten für den Gewässerzustand 1990 sowie ältere Datensätze liegen für die Musterstrecke digital für den benetzten Sohlenbereich vor und werden autorisiert von den jeweiligen Wasser- und Schifffahrtsämtern zur Verfügung gestellt. Dazu müssen die Daten aus dem WSV-einheitlichen Archivsystem TIMPAN ausgelagert werden. Die Uferanschlüsse sind überwiegend wesentlich älter als 1990; sie sind im Bereich von Bauwerken durchaus vertrauenswürdig, jedoch in Zwischenbereichen nicht immer zuverlässig bzw. aktuell.

4.3 Darstellung der Breiten- und Flächenbänder

Mittels vorbereiteter Algorithmen werden die Eckpunkte fixiert und die zugehörigen Flächen/Breiten berechnet. Die tabellierten Werte in **Anlage 4.4** werden mit Hilfe vorhandener Standardsoftware aufbereitet und graphisch dargestellt.

Für die Musterstrecke sind die Flächenbänder in der **Anlage 4.1** und die Breitenbänder in **Anlage 4.2** dargestellt. Die Differenzlinien zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen den Zuständen bei GIW und MW in **Anlage 4.3** zeigen Besonderheiten auf.

4.4 Bewertung der Ergebnisse

Der Verlauf der Flächen- bzw. Breitenbänder im Hinblick auf Parallelität und Stetigkeit läßt Rückschlüsse auf die hydraulische Wirksamkeit und evtl. Instabilitäten der Streckenabschnitte zu. Sprünge in den Linien für die Flächenbänder deuten auf Problemstellen im Hinblick auf das Sohlengleichgewicht hin.

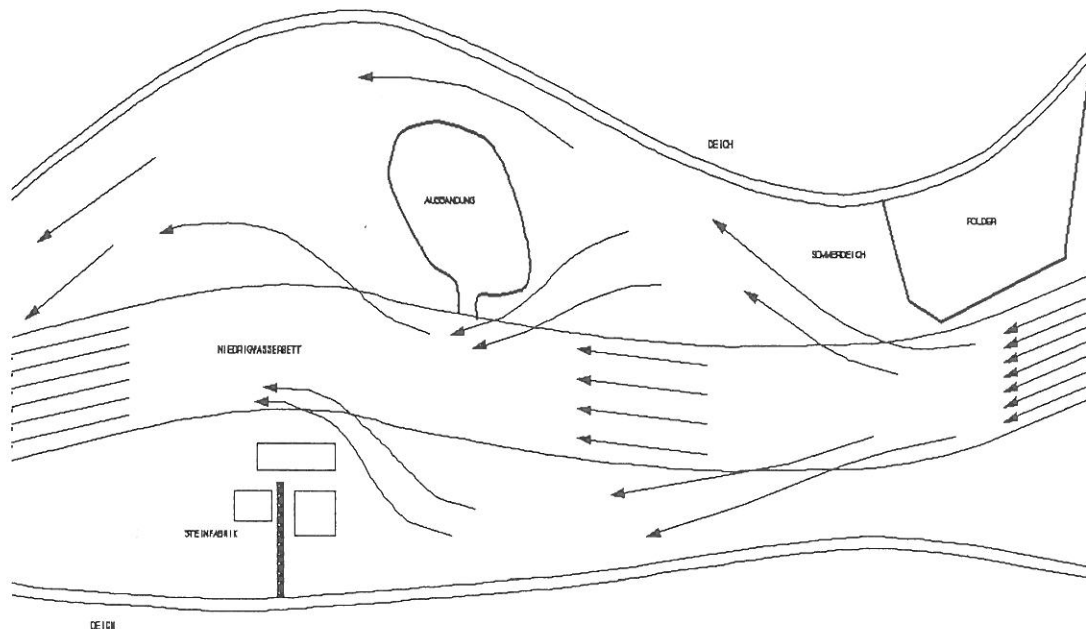
Während die Entwicklung der Breiten und Flächen bis über MW hinaus recht harmonisch und stetig nach unterstrom zunimmt, deuten sich im ausufernden Bereich bis zum HW starke Wechsel an.

5 DER EINFLUß DER ABFLUßVERTEILUNG IM QUERSCHNITT BEI HOCHWASSER AUF DIE SOHLENLAGE IM NIEDRIGWASSERBETT

Das Hochwasser hat insbesondere bei unterschiedlichem Ausufernden längs der Stromachse einen starken Einfluß auch auf die Lage der Sohle im Niedrigwasserbett. Vor allem die Schifffahrt wird in solchen Fällen häufig durch Anlandungen behindert, die während eines Hochwassers entstehen. Anlandungen können infolge wechselnder geometrischer Verhältnisse entlang des Stromverlaufs entstehen.

Diese Unstetigkeiten ergeben sich aus einer ungünstigen Hydraulik (z.B. Stromführung infolge unangepaßter Bühnenhöhen) und/oder unregelmäßigen Durchflußbreiten (z.B. Querschnittseinerung durch Bauwerke, Querschnittserweiterungen bei Häfen oder Flußverzweigungen) und/oder Durchflußtiefen (z.B. Baggerungen, Geschiebezugaben). Sowohl in Deutschland als auch in den Niederlanden wurde dies erkannt. Man strebt daher einen stetigen Verlauf der abflußwirksamen Breite und der Bühnenhöhen an.

Bisher wurde den Unregelmäßigkeiten des Vorlands zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Längs des Flusses bestehen große Unterschiede in Breite, Höhenlage, Rauheit, Nutzung und Bewuchs des Vorlandes. Dies ist Ursache für einen starken Abflüßaustausch zwischen Niedrigwasserbett und Vorland.



Ein unregelmäßiges Strömungsbild während eines Hochwassers

Die Unregelmäßigkeiten führen dazu, daß sich die Verteilung des Hochwasserabflüßes auf Mittelwasserbett und Vorländer längs des Stromes stark verändert. Wo im Stromverlauf das Ausufernden beginnt, sinkt das Transportvermögen im Niedrigwasserbett. Das Geschiebe lagert sich ab, so daß Anlandungen z.B. in Form von Sand- oder Kiesbänken entstehen.

Auch die Waal-Studie in den Niederlanden 'Waal hoofdtransportas, Revierkundige Maatregelen', (RWS, November 1991) zeigt, daß es einen Zusammenhang gibt zwischen den Stellen, wo die Fehltiefen vorkommen (Druten, IJendoorn und Dreumel), und denen, wo ein starker Abflüßaustausch stattfindet. Mit Hilfe eines zweidimensionalen Abflüßmodells (WAQUA) kann man die Abflüßverteilung auf Niedrigwasserbett (Flußschlauch) und Vorland ermitteln. Als Illustration sind die Ergebnisse einer Hochwasserberechnung in **Anlage 5.1** dargestellt.

Mit diesem Modell wurde ein kleineres Hochwasser simuliert, um einen Hinweis auf die Änderung des Durchflusses im Flußschlauch längs des Stromes zu erhalten. Während des Hochwassers 1982 betragen die Abflüsse von Bovenrijn und Waal $8000 \text{ m}^3/\text{s}$ beziehungsweise $5250 \text{ m}^3/\text{s}$. In **Anlage 5.2** ist der Durchfluß im Niedrigwasserbett der Waal dargestellt. Es erscheinen an mehreren

Stellen große Sprünge im Niedrigwasserbettabfluß. Ein erheblicher Sprung ergibt sich bei IJzen-doorn. Auf einer sehr kurzen Strecke fließen ungefähr 1100 m³/s weniger durch das Niedrigwasserbett als oberstrom. Dies führt zur Verringerung der Schleppkraft und damit zur Verlandung. Einfache morphologische Berechnungen haben gezeigt, daß plötzliche Veränderungen im Durchfluß zu erheblichen Schwankungen in der mittleren Sohlenlage führen können. Beobachtet wurden Veränderungen der mittleren Sohlenlage in der Größenordnung von 30 bis 50 cm.

Nach hochwasserführenden Zeiten verlagern sich die Sandbänke als Ganzes allmählich nach unterstrom, wodurch hier neue Probleme entstehen können. Im Zuge der Verlagerung werden die Sohlenhöhenchwankungen allmählich geringer. Wegen der längs eines Stromes unterschiedlichen Querschnittsgeometrie ändert sich das Strömungsbild in Abhängigkeit von den Abflüssen. Inwieweit solche Erscheinungen hinnehmbar sind, ist im Einzelfall zu beurteilen.

In diesem Zusammenhang spielen nicht nur die Breite und die Fließquerschnitte eine Rolle, sondern auch der Bewuchs, die wirtschaftliche Nutzung, die Lage von Sommerdeichen usw.

Es empfiehlt sich, für einige häufig auftretende Hochwasserstände das Strömungsbild und damit den Abflüßaustausch zwischen Niedrigwasserbett- und Vorland zu ermitteln. Auf Strecken, in denen es einen starken Austausch und erhebliche Schifffahrtshindernisse gibt, kann man ggf. Maßnahmen im Vorland treffen.

Verfügbare Untersuchungsmethoden:

Ziel dieses Berichtes '*Entwicklung eines Längsprofil des Rheins – Bericht für die Musterstrecke von Rhein-km 800 – 845*' ist es, Formen der Bestandsaufnahme zu entwickeln, nach denen aus Beobachtungen der bisherigen Stromentwicklung Schwachstellen erkannt und über etwa notwendige Ausgleichsmaßnahmen entschieden werden kann.

Um den Einfluß der Ablußverteilung im Querschnitt bei Hochwasser auf die Sohlenlage im Niedrigwasserbett zu beurteilen, konnte keine Darstellung erarbeitet werden, weil entscheidungsrelevante Daten in der Musterstrecke z. Zt. nicht zur Verfügung stehen. Verwertbare Aussagen lassen sich wohl nur aus einer mindestens zweidimensionalen numerischen oder einer hydraulisch-experimentellen Modellierung des Stromes ableiten.

6 LÄNGSPROFIL DES RHEINS MIT DARSTELLUNG DER MITTLEREN SOHLENLAGE

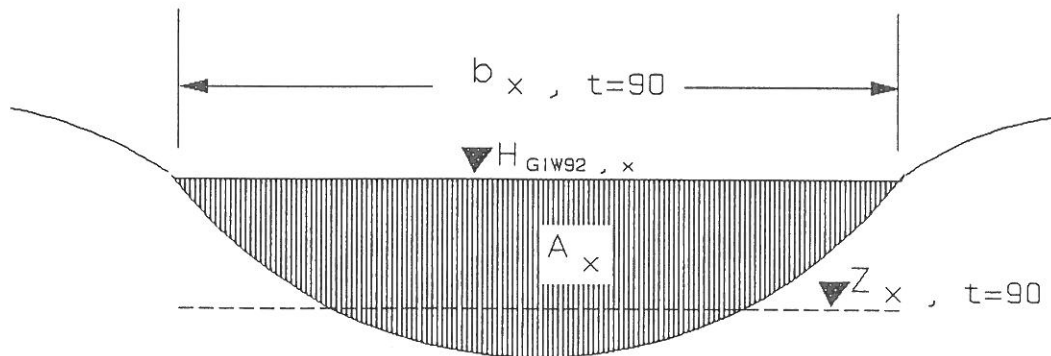
In diesem Abschnitt wird die Änderung der mittleren Sohlenlage im Niedrigwasserbett in den Regionalabschnitten im Vergleich zum Bezugsjahr 1990 betrachtet. Zum Vergleich wird die zeitliche Änderung der mittleren Wasserspiegel in den Regionalabschnitten im Vergleich zum Bezugswasserspiegel GIW_{92} (vgl. Ziffer 3) herangezogen. Beide Darstellungen sind jeweils für sich aussagekräftig. Der Plausibilitätsvergleich zwischen beiden Darstellungen dient jedoch der Bewertung hinsichtlich der Verlässlichkeit der Aussagen, zumal auch geringe Änderungen der Sohlenlage tendenzieller Art erkannt werden sollen. Aufgrund beider Darstellungen soll der Gleichgewichtszustand der Stromsohle in größeren Streckenabschnitten beurteilt werden.

Zur Beurteilung der örtlichen Stabilität der Stromsohle dient die Darstellung der Änderung der mittleren Sohlenhöhe in den lokalen Stromabschnitten. Dabei wird vorausgesetzt, daß der oben erwähnte Plausibilitätsvergleich für den entsprechenden Regionalabschnitt nicht zu Widersprüchen geführt hat. Die Darstellung für die lokalen Stromabschnitte soll Hinweise auf örtliche Ursachen für ein Sohlenungleichgewicht geben, denen z.B. durch örtliche Maßnahmen begegnet werden kann.

6.1 Methodisches Vorgehen

Neben den in Ziffer 2 erwähnten Definitionen sind noch weitere Festlegungen von Interesse.

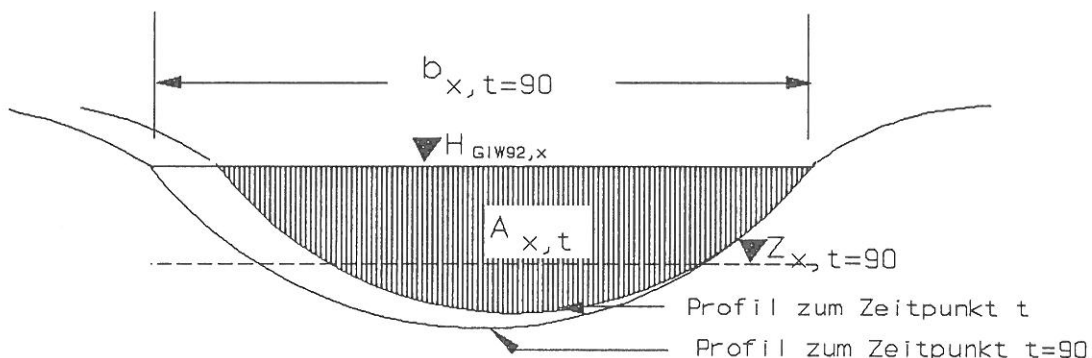
Zunächst wird die **mittlere Sohlenhöhe** $Z_{x,t=90}$ [NN + m] im Profil x auf folgende Weise berechnet:



$$Z_{x,t=90} = H_{GIW92,x} - \frac{A_{x,t=90}}{b_{x,t=90}} [m+NN]$$

Die Darstellung dieser Werte für den Zustand 1990 ist in der **Anlage 6.1** enthalten.

Die mittleren Sohlenhöhen anderer Zeitpunkte sind aus den Fließquerschnitten zwischen den Streichlinien bei GIW_{92} im Gewässerbett 1990 und den entspr. Breiten zu ermitteln (siehe Kap. 2, mittlere Sohlenlage).



Die mittlere Sohlenhöhe $Z_{x,t}$ im Profil x zum Zeitpunkt t errechnet sich zu

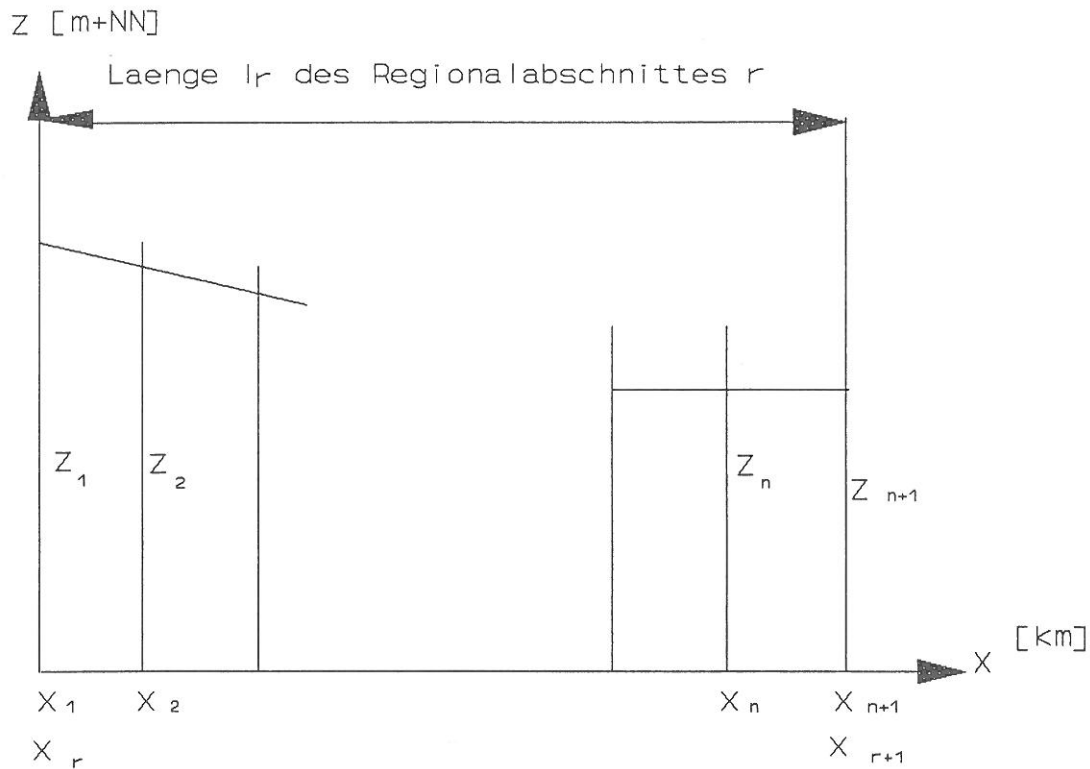
$$Z_{x,t} = H_{GIW_{92,x}} - \frac{A_{x,t}}{b_{x,t=90}} [m+NN]$$

Die **mittlere Sohlenlage** Z_r im Regionalabschnitt r wird grundsätzlich ermittelt als über die Profilabstände gewichteter Mittelwert aus den mittleren Sohlenhöhen Z_x .

Wie Vergleichsberechnungen ergeben haben, braucht dabei auch in Krümmungen als Länge nicht der Schwerpunktsabstand berücksichtigt zu werden; es genügt die Annahme mittlerer gleicher Profilabstände, also bei Hektometerprofilen der einheitliche Ansatz von 100 m. Dies wird auch für Fehlstrecken in Kauf genommen, da bei der üblichen Länge von Regionalabschnitten die sich daraus ergebende Ungenauigkeit nicht von Bedeutung ist.

Die mittlere **Sohlenlage** Z_r im Regionalabschnitt r beträgt also:

$$Z_r = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n+1} Z_i\right) - 0,5 Z_1 - 0,5 Z_{n+1}}{n_r} [m+NN]$$



Die Änderung ΔZ_r der mittleren Sohlenhöhe im Regionalabschnitt r zum Zeitpunkt t gegenüber dem Zeitpunkt $t = 90$ Peilung $P 90$ ergibt sich wie folgt:

$$\Delta Z_{r,t} = Z_{r,t} - Z_{r,t=90}$$

6.2 Verfügbare Daten

Die Darstellung in **Anlage 6.2** entspricht der Darstellung der Wasserspiegeländerung in **Anlage 3.3**.

Die Daten für die Auswertung stehen auf deutscher und niederländischer Rheinstrecke unterschiedlich zur Verfügung.

Niederlande:

Jährlich werden die Rheinarme in den Niederlanden gepeilt. Der Abstand zwischen zwei Hauptprofilen beträgt für den Bovenrijn und die Yssel 100 m und für die Waal, den Pannerdens Kanaal und den Nederrijn 125 m. Die Ergebnisse sind festgelegt in Peilkarten, nicht in Querprofilen. Erst seit 1975 sind die Daten digital gespeichert. Seit 1977 werden auch Zwischenprofile gepeilt, so daß auch Daten mit Profilabständen von 50 bzw. 62,5 m vorliegen.

Deutschland:

Die morphologischen Änderungen des Niedrigwasserbettes des Rheins werden im deutschen Bereich in der Regel im 5-Jahresrhythmus durch Querprofilpeilungen im 100 m-Abstand gemessen.

Da die Ufer weitgehend durch Deckwerke, Längswerke oder Buhnen festgelegt sind, werden Uferanschlüsse nur in längeren, unregelmäßigen Zeitabständen bei offensichtlichen Veränderungen neu aufgenommen. Ähnliches gilt für die Vorländer. Hier liegen für einige Peilzeiträume z.B. die Peilungen P 65 und P 70, Profile von Deich zu Deich im 500 m-Abstand vor.

Peilungen mit kürzeren Profil- und Zeitabständen werden je nach Bedarf für Sonderzwecke in Teilstrecken durchgeführt. Tiefenlinienpläne über die Gesamtstrecke im Maßstab 1 : 5 000 ermittelt aus Querprofilen, liegen für den Bereich der WSD West nur von den Peilungen 1934 (Bezug GIW₃₂) und 1960 (Bezug GIW₆₂) vor. Im Bereich des WSA Bingen werden für die Planungen zur Vertiefung der Gebirgsstrecke seit Ende der 60er Jahre Tiefenlinienpläne aus Flächenpeilungen erstellt. Im Bereich der WSÄ Mannheim und Freiburg stehen seit etwa dem gleichen Zeitpunkt Tiefenlinienpläne aus Querprofilen zur Verfügung.

6.3 Datenauswertung

Sohlenlagenänderung in der Musterstrecke

Regionalabschnitt Strecke	Änderung der mittleren Sohlenlage bezogen auf 1990 [cm]				
	1990	1985	1980	1975	1960
[km]					
800.0 – 805.0	0.00	4.56	11.11	22.76	58.36
805.0 – 808.5	0.00	16.51	7.80	27.51	41.31
808.5 – 810.0	0.00	21.23	10.90	34.90	48.70
810.0 – 814.4	0.00	-2.84	15.47	25.35	36.05
814.4 – 818.2	0.00	-8.87	-7.21	7.55	7.58
818.2 – 820.0	0.00	10.47	15.97	44.81	44.84
820.0 – 825.0	0.00	-9.65	3.01	15.78	45.58
825.0 – 830.0	0.00	-0.13	0.95	10.43	47.03
830.0 – 835.0	0.00	-5.79	1.25	10.84	47.04
835.0 – 838.4	0.00	5.37	17.43	25.84	51.34
838.4 – 840.0	0.00	-1.97	-1.75	-2.09	23.41
840.0 – 845.0	0.00	7.46	17.28	33.26	61.76

In der Anlage 6.2, sind die berechneten Mittelwerte für die Regionalabschnitte als Treppenkurve dargestellt. Sie entspricht der Darstellung der Wasserspiegeländerung in Anlage 3.3.

Die Ergebnisse aus Veränderung der mittleren Wasserspiegel (vgl. Ziffer 3) und mittlerer Sohlenlage sind gemeinsam in **Anlage 6.3** dargestellt. Während aus der **Anlage 6.2** vor allem die Entwicklung über die Strecke hervorgeht, ist in **Anlage 6.3** besser die zeitliche Entwicklung im jeweiligen Regionalabschnitt ablesbar. Dabei ist auf die zeitliche Verschiebung der Datenerhebung zu achten.

6.4 Bewertung der Ergebnisse

Die Entwicklung der mittleren Sohlenlage in den Regionalabschnitten (Anlage 6.2) soll die Erosion quantitativ darstellen. Die Treppenlinien sind nicht so aussagefähig wie die in Anlage 3.3. Von einer plausiblen Übereinstimmung zwischen beiden Darstellungen kann zunächst nicht gespro-

chen werden. Es ist nicht auszuschließen, daß hierfür besondere Situationen in der Datenlage maßgebend sind. Andererseits dürfen die Angaben in den Darstellungen wegen des Höhenmaßstabes nicht falsch bewertet werden.

Eine vergleichende Darstellung von mittlerer Wasserspiegel- und mittlerer Sohlenlage in einem Diagramm ist unter Anlage 6.3 versucht worden. Die Entwicklung in den einzelnen Regionalabschnitten wird offensichtlich, doch ist die überregionale Betrachtung unbefriedigend. Diese überregionale langfristige Betrachtung wird noch schwieriger, wenn – was eigentlich notwendig ist – der Höhenmaßstab verändert wird.

Wenn die Daten älterer Peilungen digital vorliegen, kann eine Darstellungsform wie in Anlage 6.1 für die mittlere Sohlenlage mit größeren zeitlichen Abständen ≥ 10 Jahre versucht werden.

7 KÜNSTLICHE EINGRIFFE IN DAS GESCHIEBEREGIME

Die Darstellungen der künstlichen Eingriffe in den Zustand des Stromes über die Zeit, die Einfluß auf die morphologische Entwicklung haben, dienen in Verbindung mit den übrigen Darstellungen dazu, örtliche Ursachen für die Instabilität der Sohlenlage und insbesondere für den Zeitpunkt einer Änderung zu erkennen. Auch soll auf die Wirkung von Baumaßnahmen geschlossen werden können.

Die Daten für die Musterstrecke sind nicht vollständig. Sie können daher nur als methodisches Beispiel dienen. Schlüsse auf die Situation in die Musterstrecke dürfen daraus nicht gezogen werden.

7.1 Definitionen und methodisches Vorgehen

Unter den künstlichen Eingriffen in das Geschieber regime wird alles Tätigwerden des Menschen am Strom verstanden, soweit es den Geschiebehalt beeinflussen kann.

Es sind vor allem:

- Baggerungen
- Materialentnahmen
- Geschiebezugaben oder Verklappungen
- Einengung des Abflußquerschnittes durch den Bau von Buhnen und Längswerken, durch Ufervorverlegungen oder Aufhöhung der Stromsohle
- Erweiterung des Abflußquerschnittes durch Rückbau von Buhnen oder Längswerken, durch Abgrabungen oder sonstige Querschnittserweiterungen
- Absinken der Stromsohle infolge Bergsenkungen o. ä.

Bei den Maßnahmen werden – soweit bekannt – sowohl die Maßnahmen der Schifffahrtsverwaltung wie auch solche von Dritten, z.B. von Hafenverwaltungen, Bauunternehmen und Umschlagsbetrieben berücksichtigt. Es wird zumindest für die Zukunft auf eine vollständige Auflistung der Maßnahmen Wert gelegt, wobei aus Gründen der Vereinfachung Mengen auf jeweils 100 m³ auf- bzw. abzurunden sind. Einzelmaßnahmen unter 500 m³ Veränderungen werden vernachlässigt.

Quantifiziert werden die Mengen-/Volumenveränderungen infolge künstlicher Eingriffe nur, soweit sie sich unter Berücksichtigung etwaiger Buhnenschatten auf den Fließquerschnitt unterhalb von GIW₉₂ auswirken. Sie werden den Volumenänderungen der Stromsohle, abgeleitet aus Querprofilen und Feststoffbilanzen, gegenübergestellt, bei denen ebenfalls nur die Änderungen unterhalb des GIW₉₂ berücksichtigt werden (siehe **Anlage 2.5**).

Bei der Beschreibung von Baumaßnahmen ist das abflußwirksame Volumen anzugeben, d.h. das Produkt aus der Änderung des abflußwirksamen Querschnittes und der Länge der Baumaßnahmen in Stromrichtung. So ist beim Buhnenbau nicht das Volumen der Buhnen selbst maßgebend, sondern das Volumen der gesamten Buhnenfelder (Schatten), um die das abflußwirksame Flußbett eingeschränkt wird.

Geordnet werden die Eingriffe in ihrer Lage längs des Rheins nach Regionalabschnitten und zeitlich abhängig von den jeweils vorliegenden Peilhäufigkeiten, d.h. in der Regel nach 5-Jahreszeiträumen.

7.2 Verfügbare Daten

Die Erhebung jeder Einzelmaßnahme soll mit Hilfe des Datenblattes in Anlage 7.1 vor Ort durchgeführt werden.

Die Erfassung in Tabellenform der Anlage 7.2 dient der Übersicht und weiteren streckenbezogenen Verarbeitung der Daten.

7.3 Datenauswertung

Die Vielzahl der Informationen, die strecken- und eingriffbezogen gekoppelt werden müssen,

läßt sich von Hand und analog nicht mehr bewältigen. So müssen die in Anlage 7.1 und 7.2 zusammengestellten Daten mit neu entwickelten, modular aufgebauten Programmsystemen bearbeitet werden. Das in der BfG entwickelte "Hydrologische Feststoff-Bilanz-Modell (HFBM)" ist eigens dafür entwickelt worden, um neben den Bilanzzahlen aus Querprofilauflaßnahmen, Wasserstandsentwicklungen, Feststoff-Transportmessungen auch alle Arten künstlicher Eingriffe in die Ursachenforschung und die zukünftige Entwicklung mit einzubeziehen. Die Ergebnisse sind in den Summenlinien der Ziffer 8 dargestellt. Ähnliche Bilanzierungen sind auch mit dem Modell "MORMO" der ETH Zürich, Schweiz, und dem Modell "SOBEK" des RIZA Arnheim, Niederlande, möglich.

8 MENGENBILANZIERUNG

Die Darstellung von Bilanzen ermöglicht einen vor allem quantitativen Vergleich der natürlichen und künstlichen Einflüsse auf die Stromsohle. In jedem Fall muß die Kontinuität aus Zulauf von Geschiebe, Volumenänderung im betrachteten Abschnitt und Ablauf von Geschiebe für einen bestimmten Streckenabschnitt und einen bestimmten Zeitraum gewahrt sein. Ist sie nicht nachweisbar, muß die Ursache im Datenmaterial liegen.

8.1 Methodisches Vorgehen

Grundlage für alle Bilanzierungen sind die Volumenänderungen in der Stromsohle, wie sie sich aus Querprofilpeilungen ergeben. Dieses Volumen und seine Änderung über die Zeit hinweg wird verglichen mit Daten, die sich aus den Messungen des Geschiebetriebes (Ergebnisse der Projektgruppe 2) oder aus den künstlichen Eingriffen in den Geschiebehaushalt ergeben. Der Vergleich soll zur kritischen Würdigung der Einzelkomponenten der Bilanzen und möglicherweise zu Rückschlüssen auf Ursachen für ein fehlendes Sohlengleichgewicht führen. Außerdem werden Hinweise für das notwendige weitere Tätigwerden am Strom gewonnen.

Die Form der jeweiligen Mengenbilanz richtet sich nach den Schlußfolgerungen, die aus ihr gezogen werden sollen. Daher werden folgende Formen von Bilanzierungen über die Änderung des Sohlenvolumens entlang des Rheines erstellt, wobei die Zeiträume von 1960 bis 1990 jeweils als 5-Jahresabschnitte zusammengefaßt werden.

- Summenlinie der Änderungen der Sohlenvolumina (aus Querprofilen ermittelt) (Anlage 8.1)
- Summenlinie der Volumina aus den künstlichen Eingriffen in den Geschiebehaushalt, soweit es sich um Baggerungen, Massenzugaben und Baumaßnahmen handelt (Anlage 8.2)
- Summenlinie der Volumina aus Feststoffbilanzen (Anlage 8.3), erst ab 1975 verfügbar.
- Differenzlinie (Anlage 8.4) aus den verschiedenen Komponenten und zwar der Summenlinie der Änderung der Sohlenvolumina aus Querprofilen (Anlage 8.1) abzüglich jener aus den Baggerungen und Massenzugaben sowie jener aus den baulichen Eingriffen (Anlage 8.2). Diese Differenzlinie spiegelt den Volumenverlust in der Teilstrecke als Feststoffbilanz (siehe Anlage 8.3) aus Strömung und Schifffahrt sowie die möglichen Ungenauigkeiten bei der Datenerhebung wieder. Für die Zeiträume 1985/90 sowie 1980/85 stimmen Tendenz und Größe recht gut überein, wie bereits früher gesagt ist der Zeitraum 1975/80 bzgl. der Peilergebnisse nicht plausibel.

Diese Bilanz gibt z.B. Antwort auf die Frage, in welchem Umfang und wo es großräumig entlang des Rheines gelungen ist, einer allgemeinen Erosionstendenz wirkungsvoll entgegenzuwirken bzw. wo dringend eingegriffen werden müßte.

8.2 Ermittlung des Sohlenvolumens aus Querprofilen

Ausgangspunkt für die Ermittlung des Sohlenvolumens aus Querprofilen sind die mittleren Sohlenhöhen im Profil x zum Zeitpunkt t.

Die Abtrags- bzw. Anlandungsflächen im Profil x ergeben sich aus Sohlhöhendifferenzen im Fließquerschnitt zu unterschiedlichen Zeitpunkten, multipliziert mit den Breiten des Glw₉₂ im Gewässerbett 1990

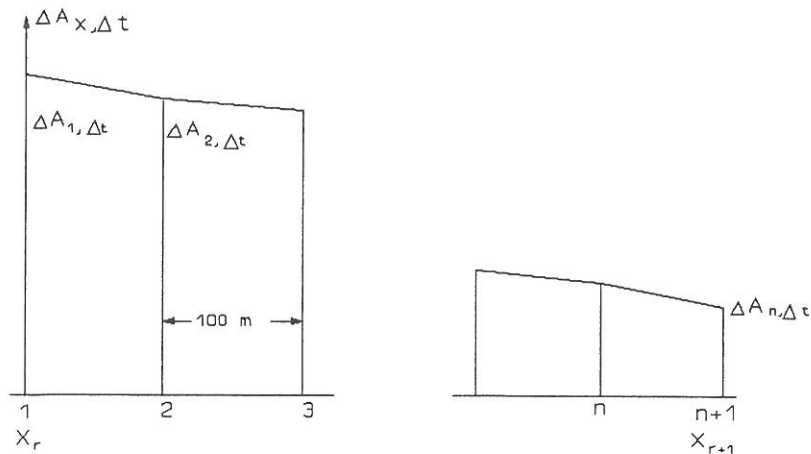
$$\Delta A_{x,t-\Delta t} = (Z_{x,t} - Z_{x,t-\Delta t}) \cdot b_{x,t=90}$$

wobei der Subtrahend grundsätzlich den früheren Zeitpunkt darstellt, weil Erosion zu negativen Ergebnissen führen soll.

Für den Zeitraum z.B. $\Delta t = 1980/85$ gilt

$$\Delta A_{x,\Delta t=80/85} = (Z_{x,t=85} - Z_{x,t=80}) \cdot b_{x,t=90}$$

Die Voluminaänderung im Regionalabschnitt r ist wie folgt zu ermitteln:



$$\Delta V_{r,\Delta t} = 100 \cdot \left[\left(\sum_{i=1}^{n+1} \Delta A_{i,\Delta t} \right) - 0,5 A_{1,\Delta t} - 0,5 A_{n+1,\Delta t} \right] \text{ [m}^3\text{]}$$

Die Summenlinie mit der Volumenänderung entlang des Rheins ist z.B. für die Musterstrecke von Rhein-km 800,0 bis Rhein-km 845,0, bzw. r=108 bis r=119

$$V_{\Delta t} = \sum_{r=108}^{119} V_{r,\Delta t}$$

8.3 Ermittlung des Volumens aus künstlichen Eingriffen in das Geschieberegime

a) in das Geschieberegime (Baggern, Verklappen)

Das Volumen $V_{r,\Delta t}$ aus künstlichen Eingriffen in das Geschieberegime wurde unter Ziffer 7 zusammengestellt und ist für einzelne Regionalabschnitte und 5-Jahres-Zeiträume zu entnehmen.

Summe des Volumens aus Baggerung und Verklappung über das Längsprofil des Rheins z. B. für die Musterstrecke

$$V_{\Delta t} = \sum_{r=108}^{119} V_{r,\Delta t}$$

Die Summenlinien mit der Änderung des Sohlenvolumens entlang des Rheins aus künstlichen Einflüssen für den Regionalabschnitt r über die Zeit hinweg ist:

$$V_r = \sum_{i=1}^{i+a,\Delta t} V_{r,i}$$

Die Summenlinie über die Änderungen des Sohlenvolumens aus Querprofilen ergibt sich ebenfalls aus den Differenzflächen bzw. Flächenänderungen des Fließquerschnittes i in Abhängigkeit von der Zeit:

$$V_r = \sum_{i=t}^{t+a,\Delta t} V_{r,i}$$

b) bauliche Eingriffe in das Gewässerbett

Als solche Eingriffe sind im Gewässerbett selbst Buhnen, Parallelwerke, Ufer- bzw. Sohleneingriffe und im Vorland Abgrabungen bzw. Leiteiche zu nennen. Alle Maßnahmen bedingen geome-

trische Veränderungen in der Topographie und sind somit auch entsprechend abflußwirksam und bzgl. der Volumenbilanzen zu berücksichtigen.

Für die Buhnen gilt zusätzlich die Vereinbarung, daß der sogenannte Buhnenschatten (Streichlinie) als hydraulisch wirksame Querschnittsbegrenzung angesetzt wird. Eine genaue Volumenbilanz ist nur möglich, wenn auch die Buhnenfelder dabei regelmäßig vermessen werden.

8.4 Ermittlung des Volumens aus Feststoffbilanzen

Die Volumenänderung aus Feststoffbilanzen ergibt sich aus den Differenzen der Frachtsummen aus Geschiebe und 1/3 susp. Sand im Betrachtungszeitraum für jeweils benachbarte Meßprofile und wird in **Anlage 8.3** als Summenlinie aufgetragen. Die Streckeneinteilung durch die Feststoffmeßstellen ist gröber als die Gliederung gemäß **Anlage 2.3**.

Die Volumenänderung zwischen zwei Feststoffmeßstellen ist wie folgt zu ermitteln:

$$\Delta V_{i+1,\Delta t} = V_{i,\Delta t} - V_{i+1,\Delta t}$$

So ergibt sich die Summe der Volumenänderung über die Musterstrecke zu:

$$\Delta V = \sum_{i=1}^{n-1} (V_{i,\Delta t} - V_{i+1,\Delta t})$$

8.5 Ermittlung des Volumens aus sonstigen Einflüssen (Differenzlinien)

Das Volumen künstlicher Eingriffe in das Geschieberegime und das Volumen aus sonstigen Einflüssen, wozu Einflüsse aus Schifffahrt, Strömung und alles andere zu rechnen sind, müssen das Sohlenvolumen aus Querprofilen für vergleichbare Stromabschnitte und Zeiträume ergeben.

Das Volumen aus sonstigen Einflüssen (**Anlage 8.4**) stellt sich also als Differenz zwischen den aus Querprofilen ermittelten Volumina (**Anlage 8.1**) und den in **Anlage 8.2** zusammengestellten Volumina aus Baggerung, Verklappung und Baumaßnahmen dar. Diese Größe muß der Bilanz aus Feststoffeintrag und -austrag (**Anlage 8.3**) sowie einer eventuellen aus Ungenauigkeiten bei der Datenerhebung resultierenden Restgröße entsprechen.

8.6 Bewertung der Ergebnisse

Summenlinien sind ein unverzichtbares Mittel zur Darstellung von Bilanzen des Sohlenvolumens für größere Stromabschnitte über verschiedene Zeiträume hinweg. Dabei lassen sich aus den Summenlinien für das Sohlenvolumen sowie der verschiedenen künstlichen Eingriffe auch eine rohe quantitative Abschätzung der jeweiligen Wirkung auf die Folgestrecken ableiten.

9 SCHLUBFOLGERUNGEN UND ERGEBNISSE

Als die Arbeitsgruppe vor einigen Jahren die Aufgabe übernahm, für den Rhein die Entwicklung der Sohlenhöhe in diesem Jahrhundert aufzuzeigen, war man sich zuvor des Umfangs dieser Arbeit bewußt, nicht jedoch der vielen kleinen Unwägbarkeiten, die im Laufe der Bearbeitung im Detail auftraten.

Es wurde sehr schnell erkannt, daß sowohl das Ergebnis als auch das methodische Herangehen zur Aufbereitung und Darstellung der Massendaten und Informationen ein Schlüssel für Teile der zukünftigen gewässerkundlichen Arbeiten am Rhein sein könnte.

So wurden denn auch die Überlegungen zur Darstellung der Ursachen und Wirkungen vorhandener Entwicklungen sehr stark vom Nutzen für die tägliche Unterhaltung am Strom geprägt. Entsprechende Formulare und Darstellungsformen wurden weiterentwickelt und bereits in den Tagesbetrieb eingeführt. Die notwendigen geometrischen, hydrologisch-morphologischen als auch Daten der Baggerstatistik bzw. baulicher Aktivitäten waren teilweise gar nicht archiviert oder aber in einer Form vorhanden, die eine direkte Umsetzung in plausible und lesbare Darstellungen nicht zuließ. Datenumfang und Vielfalt ist auch zeit-, strecken- und verwaltungsbezogen sehr unterschiedlich.

In der ausgewählten Musterstrecke ist die Datenlage recht gut, so daß nahezu alle Optionen für weitere Streckenabschnitte bzw. zu erhebende Parameter im Algorithmus und Darstellungsform vorbereitet werden konnten. Damit steht ein Paket zur Verfügung, welches strecken- und zeitvariant bis in die weitere Vergangenheit nachgearbeitet werden kann. Gleichzeitig dienen diese Vorgaben allerdings auch, um künftig einheitlich für den gesamten Rhein wichtige Informationen nach vorgegebenem Muster zu dokumentieren und vorzuhalten.

Der vorliegende Bericht (Phase I) hat kein abschließendes Ergebnis zur Bewertung der Musterstrecke zum Ziel. Es konnte allerdings recht gut die Entwicklung der Regionalabschnitte (i. M. 5 km) und die der Gesamtstrecke seit 1960 bis 1990 aufgezeigt werden. Somit steht ein Instrumentarium zur Verfügung, welches vielfältige Aussagen zur Veränderung einzelner oder auch zusammenhängender Rheinabschnitte aus der Vergangenheit, aber auch in die nähere Zukunft ermöglicht.

10 REFERENZEN, VERWENDETE UNTERLAGEN

- BAW, BFG, WSD SÜDWEST und WSA BINGEN (1993): Geschiebefang bei Mainz-Weisenau, Zwischenbericht. Karlsruhe/Koblenz/Mainz/Bingen, 3/1993
- BFG (1989): Untersuchungen zum Geschiebeeintrag in den oberen Rheingau sowie geologische und morphologische Aspekte einer Abfangbaggerung (Naturversuch Mainz-Weisenau). BfG-Bericht 0504, Koblenz 8/1989
- BFG (1990): Wasserstandsentwicklung des Mittelrheins für die Pegel Kaub bis Oberwinter. BfG-Bericht 0573. Koblenz 1990
- BFG (1990): Stabilisierung der Rheinsohle im Bereich Bonn-Beuel, Rhein0km 645 bis km 660, Morphologische Untersuchungen als Beitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung. BfG-Bericht 0594. Koblenz 12/1990
- BFG (1992): Anleitung zur Durchführung und Auswertung von Geschiebe- und Schwebstoffmessungen. BfG-Bericht 0718. Koblenz 11/1992
- BFG (1993): Sohleneintiefung Rhein, Ursache, Wirkungsweise, Gegenmaßnahmen. BfG-Bericht 0775. Koblenz 8/1993
- BFG (1993): Entwicklung und Beobachtung der Sohlenerosion im Längsverlauf des Rheins. BfG-Bericht 0762. Koblenz 11/1993
- BFG (1994): Tracertechniken und stochastische Modelle zur Optimierung des Sedimentmanagements in schiffbaren Flüssen. BfG-Bericht 0844. Koblenz 8/1994
- BFG (1996): Das Januarhochwasser 1995 im Rheingebiet (Koordinierung H. Engel). BfG-Mitteilungen Nr. 10. Koblenz 1996
- BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (1987): Untersuchung der Abfluß- und Geschiebeverhältnisse des Rheins, Schlußbericht. Bonn 1987
- DEYHLE, C., B. DRÖGE, H. ENGEL, E. GÖLZ, H. KNÖPP, W. TEUBER, M. TIPPNER und E. WILDENHAHN (1986): Entwicklung von Untersuchungsmethoden im Rahmen des Rheinausbau. Sonderdruck Jahresbericht der BfG. BfG-Bericht 0338. Koblenz 8/1986
- DRÖGE, B. (1992): Geschiebehaushalt des Rheins unterhalb Iffezheim. Deutsche Übersetzung des Beitrages zum "Fifth Symposium on River Sedimentation". Karlsruhe 1992
- DRÖGE, B. (1994): Measurements of bed load in River Rhine: Methods-Features-Comparisons-Applications. International Journal of Sediment Research, Vol. 9, Nr. 3, S. 256-263. IRTCES, Beijing 1994
- DRÖGE, B. und M. TIPPNER (1986): Einige Kennwerte zur Geschiebebewegung des Rheins. Mitteilungen I der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 1986
- DRÖGE, B., H. ENGEL und E. GÖLZ (1993): Channel erosion and erosion monitoring along the Rhine river. IAHS Publ. no. 210, p. 493-503. Übersetzung BfG-Berichtg 0762. Koblenz 1993
- DRÖGE, B. und E. GÖLZ (1989): Zur morphologischen und sedimentologischen Charakteristik des Rheins. Dt. Gewässerkundliche Mitteilungen 33, S. 85-91
- DVWK (1986): Regeln zur Wasserwirtschaft - Schwebstoffmessungen 125/1986. Hamburg/Berlin 1986
- DVWK (1992): Regeln zur Wasserwirtschaft - Schwebstoffmessungen 127/1992. Hamburg/Berlin 1992
- GÖLZ, E. (1987): Zur Sohlenerosion des Niederrheins. Wasserwirtschaft 77, S. 432-436
- GÖLZ, E. und M. TIPPNER (1985): Korngrößen, Abrieb und Erosion am Oberrhein. Dt. Gewässerkundliche Mitteilungen 29, S. 115-122
- SÖHNGEN, B. (1988): Die Simulation von Transportvorgängen in numerischen Modellen. Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, Verkehrsbauliche Aussprachetage zum Thema Ausbau und Unterhaltung von Flüssen. Karlsruhe 11/1988
- SÖHNGEN, B. (1988): Flußmorphologie und Stabilität des Gewässerbettes. Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe. Verkehrsbauliche Aussprachetage zum Thema Ausbau und Unterhaltung von Flüssen. Karlsruhe 11/1988
- WSA DUISBURG-RHEIN und AST. WESEL (1988): Maßnahmen zur Eindämmung der Sohlenerosion am Niederrhein unter besonderer Berücksichtigung der Wirkung von Leitdämmen. Erläuterungsbericht 6/1988
- WSA DUISBURG-RHEIN und AST. WESEL (1992): Möglichkeiten und Grenzen einer Vertiefung des Niederrheins zwischen Duisburg und Lobith über die jetzige Fahrrinntiefe von 2,50 m unter GIW hinaus. Bericht Wesel, 9/1992
- WSD'EN SÜDWEST und WEST (1994): Fachkonzept für die Untersuchung der Stromsohle des freifließenden Rheins im Hinblick auf das Sohlgleichgewicht. Mainz/Münster, 12/1994

11 ANLAGENVERZEICHNIS

Anlagenverzeichnis

- Ziffer 1; Veranlassung und Zielsetzung
- Anlage 1.1: Projektvorschlag 3 zum KHR Projekt Sedimenttransport
 - Anlage 1.2: Übersichtskarte des Rheineinzugsgebietes [mit Kennzeichnung der Musterstrecke]
 - Anlage 1.3: Längsschnitt des Rheins
 - Anlage 1.4: Lageplan der Musterstrecke 1 : 200 000
- Ziffer 2; Allgemeine Definitionen und Randbedingungen
- Anlage 2.1: Verzeichnis der Kennwerte und Definitionen
 - Anlage 2.2: Geografische Einteilung des Rheins
 - Anlage 2.3: Streckeneinteilung des Rheins in Regionalabschnitte
 - Anlage 2.4: Abflüsse und Wasserstände an den Hauptpegeln
 - Anlage 2.5: Systemprofil mit vereinbarten Randbedingungen
 - Anlage 2.6: Merkblatt für die Ermittlung der Buhenschatten in Querprofilen
- Ziffer 3; Kennzeichnende Wasserspiegellinien und Längsgefälle
- Anlage 3.1: Umrechnung der GIW_{62} in GIW_{62}^* (Tabelle)
 - Anlage 3.2: Änderung der Wasserspiegellage bei konst. Abfluß GIQ_{72} (Tabelle)
 - Anlage 3.3: Änderung der Wasserspiegellagen in den Regionalabschnitten bei konstantem Abfluß GIQ_{72}
 - Anlage 3.4: Kennzeichnende Wasserspiegellinien und mittlere Gefällewerte
- Ziffer 4; Breiten – und Flächenband
- Anlage 4.1: Flächenbänder für abflußwirksame Querprofile
 - Anlage 4.2: Breitenbänder für abflußwirksame Querprofile
 - Anlage 4.3: Differenzen der Breiten und Flächen zwischen GIW und AMW
 - Anlage 4.4: Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten
- Ziffer 5; Abflußverteilung im Hochwasserprofil
- Anlage 5.1: Hochwasserberechnung mit dem Modell WAQUA
 - Anlage 5.2: Abfluß im Niedrigwasserbett während des HW_{82} auf der Middenwaal, km 890 – 924
- Ziffer 6; Längsprofil des Rheins mit Darstellung der mittleren Sohlenlage
- Anlage 6.1: Wasserspiegellinie GIW_{92} , mittlere Sohlenlage und Talweg im Gewässerbett 1990
 - Anlage 6.2: Änderung der mittleren Sohlenlage, Mittelwerte der Regionalabschnitte
 - Anlage 6.3: Änderung der mittleren Sohlenlage und Vergleich mit der Entwicklung der Wasserspiegel
- Ziffer 7; Künstliche Eingriffe in das Geschieberegime
- Anlage 7.1: Datenblatt zur Erhebung künstlicher Eingriffe in das Geschieberegime
 - Anlage 7.2: Tabellarische Zusammenstellung der Eingriffe (Musterblatt)
- Ziffer 8; Mengenbilanzierung
- Anlage 8.1: Änderungen des Sohlenvolumens entlang des Rheins aus Querprofilpeilungen
 - Anlage 8.2: Änderungen des Sohlenvolumens entlang des Rheins aus Baggerung, Verklappung und Baumaßnahmen
 - Anlage 8.3: Änderungen des Sohlenvolumens entlang des Rheins aus Feststoffbilanzen
 - Anlage 8.4: Differenzlinie
-

Projektvorschlag 3 zum KHR-Projekt 'Sedimenttransport'

Thema:

Die Entwicklung des Längenprofils des Rheins zwischen Bodensee und Noordsee.

Ziel:

Bestandsaufnahme, Aufzeichnung und zugänglich machen von relevanten Informationen für die Kalibrierung, die Prüfung und die Anwendung eindimensionaler morphologischer Rechenmodelle, zur Erklärung früherer bzw. die Vorhersage künftiger Entwicklungen der Sohlenlage des Rheins.

Ausarbeitung:

Die erste Phase der Studie umfaßt die Beschreibung der in der Vergangenheit aufgetretenen Entwicklung des Längenprofils. Folgende Aspekte sind dabei von Bedeutung:

- Festlegung eines Ueber den Querschnitt sowie über eine gewisse Streckenlänge mittleren Sohlenniveaus, in einer solchen Weise, daß aufgrund dieser Definition die Sedimentbilanz der Flußsohle in dieser Teilstrecke stimmt:
- die betrachtete Periode. In Anbetracht des großenzeitlichen Maßstabs morphologischer Prozesse, ist eine lange Periode erwünscht. Zum Beispiel ab 1900?
- die jährlichen (evl. halbjährlichen) Baggermengen von Sand und Kies im Sommerbett. Dabei sollte zwischen Unterhaltungsbaggerung und industrieller Rohstoffgewinnung unterschieden werden.
- welche flußtechnische Bauten und Verbesserungsarbeiten sind wo und wann verwirklicht? (vom KHR-Bericht der Arbeitsgruppe Antropogene Einflüsse zu entnehmen).
- an welchen Stellen und zu welchen Zeitpunkten liegen Erkenntnisse aus Messungen oder sonstwie über den Sedimenttransport von Sand und Kies sowie über die Bodenzusammensetzung vor?

Abhängig vom Ablauf der ersten Phase wird über den Anfang der zweiten Phase entschieden. In der zweiten Phase werden die verfügbare eindimensionale Rechenmodelle einhaltlich verglichen, kalibriert anhand der Resultate der ersten Phase und deren Ergebnisse werden verglichen und analysiert. Es werden Empfehlungen zur Verbesserung der Modelle formuliert.

Produkte:

Phase 1: Atlas mit graphischen Darstellungen,

Proposition 3 à propos du projet de la CHR »Transport de sédiment«

Objet:

L'établissement d'un profil de long du Rhin entre le Lac de Constance et la Mer du Nord.

Objectif:

Faire l'inventaire, fixer et rendre accessible des informations pertinentes pour l'étalonnage, l'examen et l'usage des modèles de calcul morphologiques unidimensionnels, afin de pouvoir expliquer d'une part les changements du fond du lit du Rhin dans le passé et d'autre part de prévoir les développements futurs.

Elaboration:

La première phase de l'étude comprend la description du développement du profil en long qui s'est produit dans la passé. Les aspects suivants semblent importants:

- définition de la moyenne d'un cote du fond, calculée du profil en travers et d'une certaine longueur de tronçon, tant que le bilan de sable du sol basé sur cela soit correct pour tronçon.
- la période observée. Vu le grand espace de temps des procès morphologiques, une période longue est souhaitable. Par exemple à partir de 1900?
- les quantités de dragage annuelles (ou semestrielles) de sable et de gravier du lit mineur. Il faut faire la différence entre le dragage d'entretien et l'exploitation de minéraux industrielle.
- quelles constructions hydrologiques et travaux d'amélioration ont été effectuées, où et quand?
- est ce qu'il y des données sur le transport de sédiment de sable et de gravier et sur la composition du sol qui viennent de mesures ou autrement, et s'il y en a, dans quelles lieux et à quelles heures ont elles été effectuées?

La décision de la mise en oeuvre de la deuxième phase dépend du développement de la première phase. Dans la deuxième phase les modèles de calcul unidimensionnels seront comparés sur le plan du contenu et seront étalonnés à l'aide des résultats de la première phase. Les issues seront comparées et analysées. Des recommandations pour l'amélioration des modèles seront formulées.

Produits:

Phase 1: Atlas avec des diagrammes, tableaux,

Tabellen, Abbildungen, Fotos und Beschreibungen bezüglich der Entwicklung des Profils. Diese Phase kann in der ersten Phase des Projektes 2 integriert werden.

Phase 2: Bericht über die Vergleichung der morphologischen Modelle mit Vorschläge zur Verbesserung.

Dauer:

Phase 1: 1990-1992 (gleichzeitig mit der ersten Phase des Projektes 2).

Phase 2: 1992-1994.

Projektleiter:

Teilnehmer:

Landeshydrologie und -geologie: ...

Service de la Navigation Strasbourg: ...

Bundesanstalt für Gewässerkunde: ...

Rijkswaterstaat/RIZA: ...

figures, photos et des descriptions concernant le développement du profil.

Phase 2: Rapport sur la comparaison des modèles morphologiques, avec des propositions d'amélioration.

Durée:

Phase 1: 1990-1992 (simultanément à la première phase du projet 2).

Phase 2: 1992-1994.

Chef de projet:

Participants:

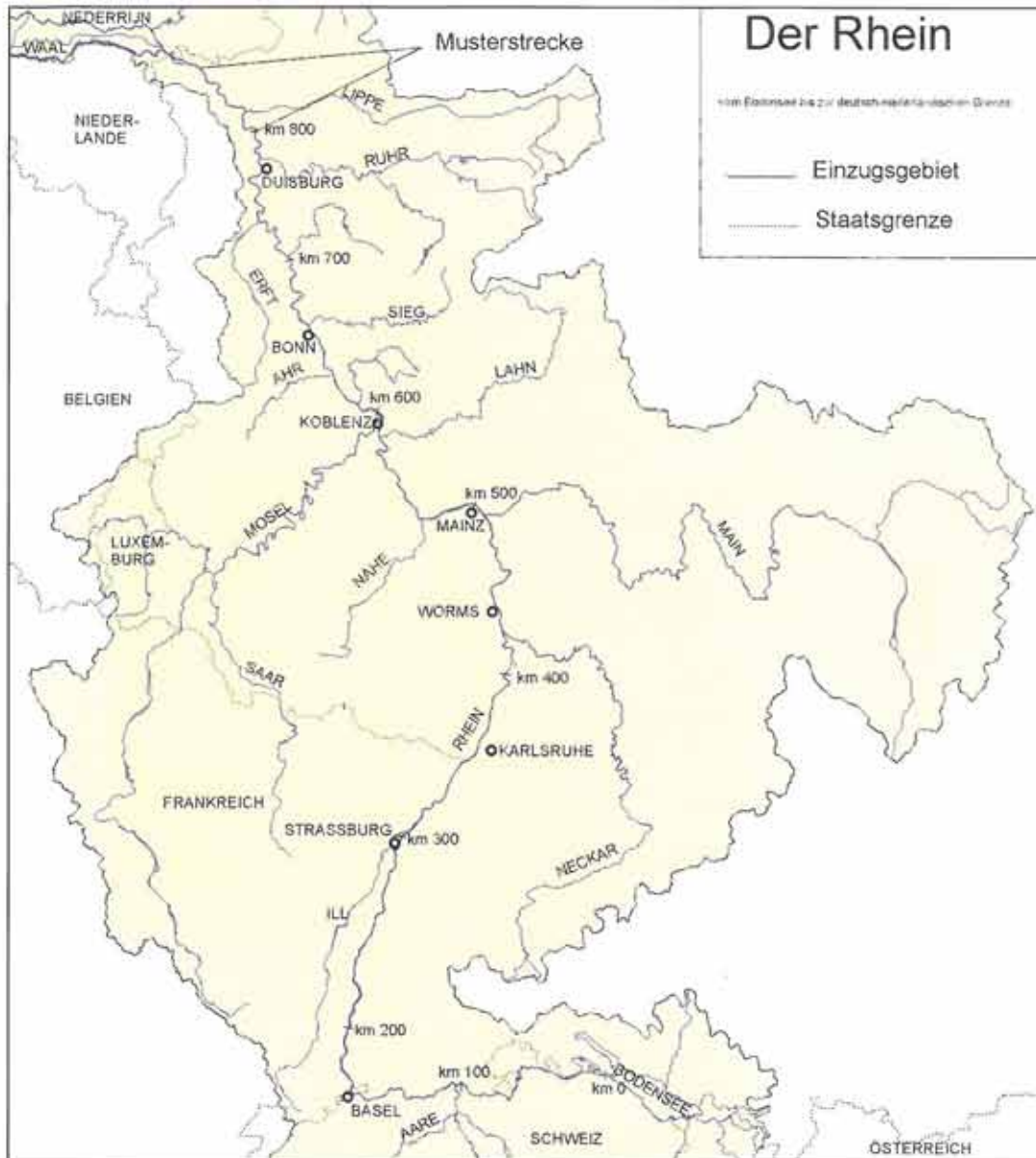
Service hydrologique et géologique national: ...

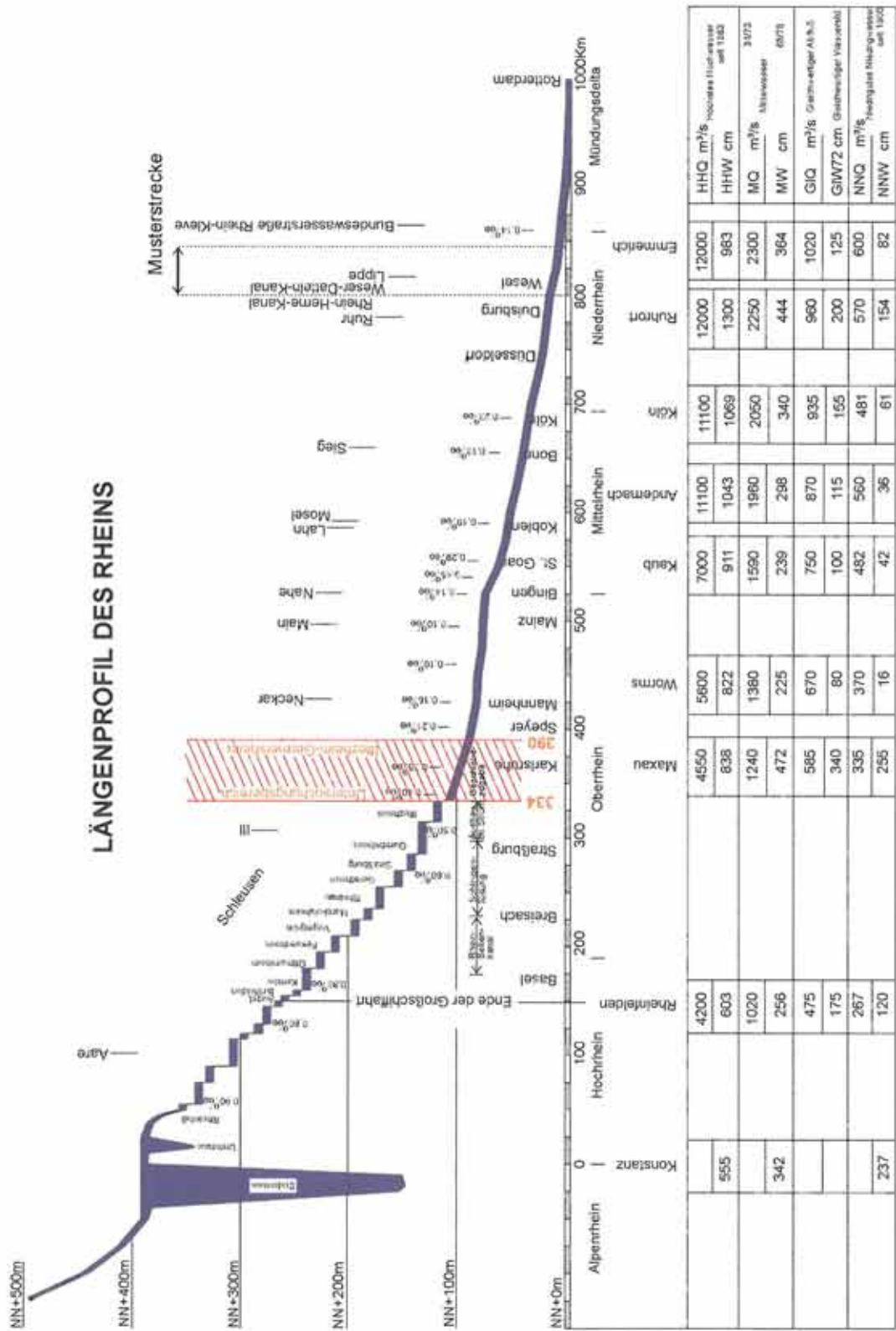
Service de la Navigation Strasbourg: ...

Bundesanstalt für Gewässerkunde: ...

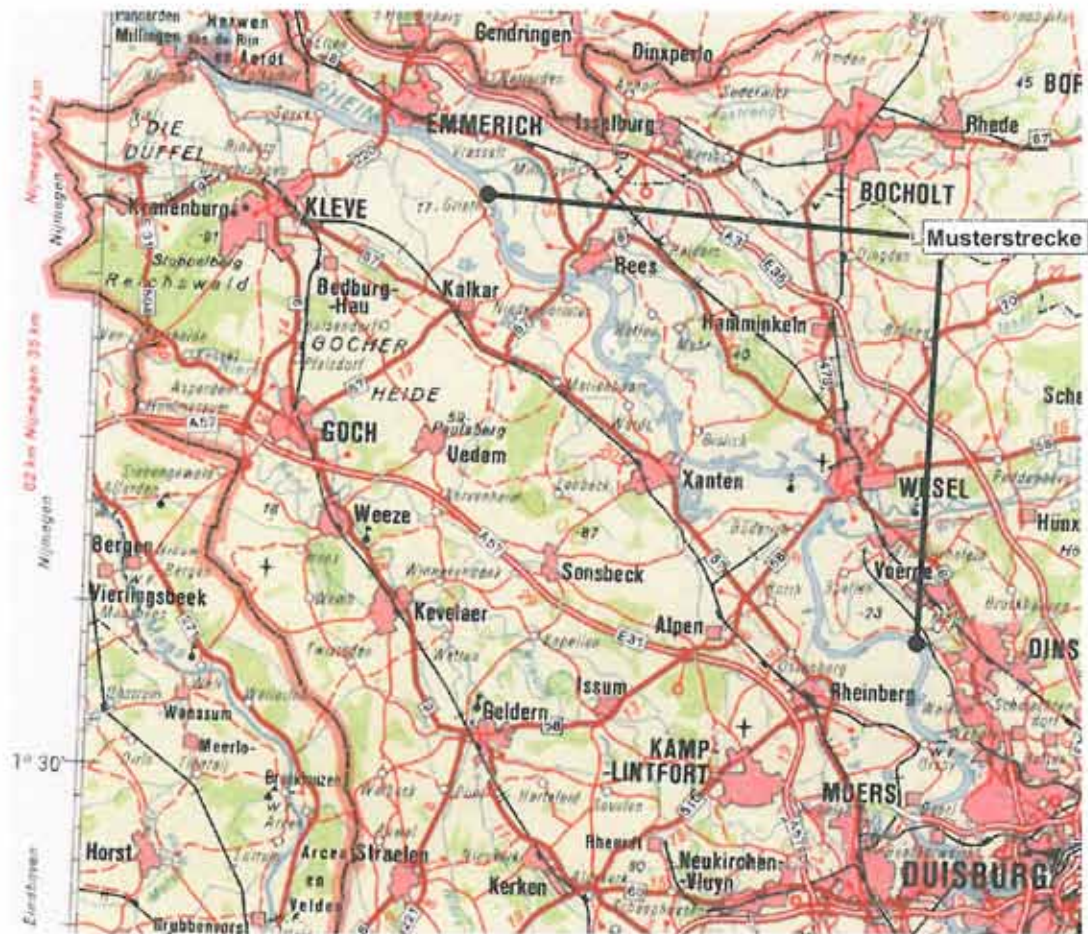
Rijkswaterstaat/RIZA: ...

Anlage 1.2





Anlage 1.4



Anlage 2.1

VERZEICHNIS DER KENNWERTE UND DEFINITIONEN

r	Ifd.Nr. des Regionalabschnittes (vgl. Anlage 2.4)
x	Stationierung in der Stromachse, Kilometrierung
x_r	Beginn des Regionalabschnittes r, Hektometerprofil x, (Rhein-Kilometrierung)
l	Streckenlänge Δx in Richtung der Stromachse
l_r	Länge des Regionalabschnittes r
n	Streckenabschnitte zwischen Querprofilen
n_r	Zahl der Streckenabschnitte zwischen Querprofilen (bzw. Hektometerprofilen bei 100 m Profilabständen) im Regionalabschnitt r
y	Stationierung im Querprofil
$b = \Delta y$	Strecke im Querprofil, Breite
b_x	Wasserspiegelbreite des Fließquerschnittes im Hektometerprofil x
Z	Höhe der Stromsohle
H	Höhe des Wasserspiegels in m + NN
h	Wassertiefe in m
t, t_{85}	Zeitpunkt, Zeitpunkt der 85er Peilung
Δt	Zeitraum
A	Abflußfläche
$A_{x,t=85}$	Fläche des Fließquerschnittes im Profil x zum Zeitpunkt der Peilung 85
i	Zähler
H_r	mittlere Wasserspiegelhöhe in m + NN im Regionalabschnitt r
$Z_{r,t}$	mittlere Sohlenhöhe in m + NN im Regionalabschnitt r zum Zeitpunkt t
$V_{r,t}$	Volumen in der Stromsohle im Regionalabschnitt r im Vergleich zum Sohlenzustand 90
V_r	Volumen ermittelt aus Bagger-, Verklappmengen oder aus sonstigen, auch baulichen Eingriffen im Regionalabschnitt r (Eine etwaige Umrechnung erfolgt mit $1,7 \text{ t/m}^3$)

Anlage 2.2

Geografische Einteilung des Rheins

Bezeichnung	Ortslagen	Rhein-km
Vorder-/Hinterrhein	Quelle - Reichenau	km (?) - (-140)
Alpenrhein	Reichenau - Rheineck	km (-140) - (-50)
Bodensee	Rheineck - Stein	km (-50 - 25
Hochrhein	Stein - Basel	km 25 - 170
Oberrhein (staugeregelt)	Basel - Iffezheim	km 170 - 334
Oberrhein freifließend)	Iffezheim - Nackenheim	km 334 - 486
Rheingau	Nackenheim - Bingen	km 486 - 529
Mittelrhein	Bingen - Königswinter	km 529 - 643
Niederrhein	Königswinter - Grenze D/NL	km 643 - 858
Bovenrijn	Grenze D/NL - Pannerden	km 858 - 868

Waal	Pannerden - Gorinchem	km 868 - 954

Pannerdens Kanaal	Pannerden - Westervoort	km 868 - 879
Nederrijn	Westervoort - Wijk/Duurstede	km 879 - 929
Lek	Wijk/Duurstede - Schoonhoven	km 929 - 989

IJssel	Westervoort - IJsselmeer	km 879 - 1001

Anlage 2.3

Streckeneinleitung des Rheins in Regionalabschnitte

Lfd. Nr.	Ortslage	Beginn Rhein-km	Bemerkung	Pegel	km
107	Dinslaken	797,7	Emscher Kanal		
108	Götterswickerhamm	800,0	G-Meßstelle		
109	Mehrum	805,0	Kiesbaggerei		
110	Ork	808,5	G-Meßstelle		
111	Wallach	810,0	Baggersee		
				Wesel	814,00
112	Wesel	814,4	Lippemündung		
113	Wesel	818,2	G-Meßstelle		
114	Flüren	820,0	Alter Rhein		
115	Bislich	825,0	Retentionsraum		
116	Vynen	830,0	Baggerseen		
117	Niedermörmter	835,0	Altrhein		
				Rees	837,40
118	Rees	838,4	G-Meßstelle		
119	Mühlenfeld	840,0			
120	Grieth	845,0	G-Meßstelle		
121	Emmerich	850,0	Buhnenfelder		
				Emmerich	851,90
122	Kleve	855,0	Ziegelei		
123	Griethausen	857,5	G-Meßstelle		
124	Spijk	860,0	Berechnungsgrenze D/NL		

Anlage 2.4

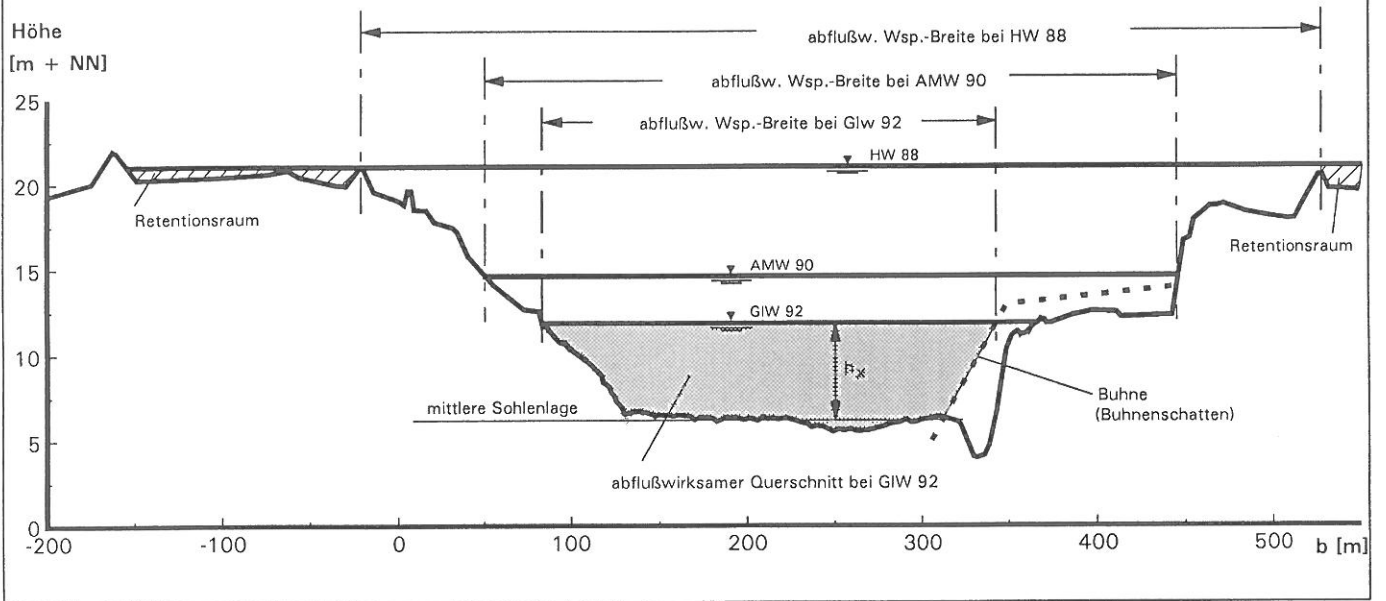
Abflüsse und Wasserstände an den Hauptpegeln

lfd. Nr.	Pegel	Niedrigwasser		Mittelwasser		Hochwasser ²⁾	
		GIQ ₇₂ [m ³ /s]	GIW ₈₂ [cm a. P.]	ZO _{31/90} [m ³ /s]	AZW ₉₂ [cm a. P.]	Q _{HW88} [m ³ /s]	HW ₈₈ [cm a. P.]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Plittersd.	(570)	(285)	1150	401	3900	731
2	Maxau	585	350	1160	482	4090	845
3	Speyer	610	215	1180	349	4260	838
4	Worms	670	70	1300	193	5270	729
5	Mainz	730	170	1460	283	6950	770
6	Kaub	750	85	1490	198	7200	819
7	Andernach	870	105	1780	259	9530	965
lfd. Nr.	Pegel	GIQ ₇₂ [m ³ /s]	GIW ₈₂ [cm a. P.]	AMQ ₉₀ ¹⁾ [m ³ /s]	AMW ₉₀ [cm a. P.]	Q _{HW88} [m ³ /s]	HW ₈₈ [cm a. P.]
8	Bonn	890	155	1860	298	9530	943
9	Köln	935	150	1900	303	9580	995
10	Düsseldorf	960	125	1930	275	9460	971
11		985	195	2010	394	10300	1100
12	Ruhrort	995	170	2050	365	10340	1060
13	Wesel	1020	135	2070	319	10200	1000
14	Rees	1020	110	2070	274	10200	912

¹⁾ Im Rahmen der Erfolgskontrolle der Geschiebezugabe ermittelt und von Frankreich (TA) und der ZKR akzeptiert, *nicht* im Zusammenhang mit der Neufestsetzung der GIW₈₂ festgelegt

²⁾ Spitzenwerte aus dem Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch 1988

Systemprofil mit vereinbarten Randbedingungen



MERKBLATT FÜR DIE ERMITTLUNG DER BUHNENSCHATTEN IN QUERPROFILIEN

Definition:

Zwecks Einführung einheitlicher Begriffserklärungen in Übereinstimmung mit den DIN-Vorschriften sind für die bisherigen Begriffe Ausbaulinie, Streichlinie und Uferlinie ab sofort nur noch folgende Beschreibungen zu gebrauchen:

Regulierungsbreite ist die in der Rheineinteilung symmetrisch zur Stromachse festgelegte ehemalige Ausbaubreite des Rheinregulierungszustandes zur Jahrhundertwende; z.B. oberhalb der Siegmündung = 280 m, zwischen Siegmündung und Emmerich = 300 m, unterhalb Emmerich = 340 m.

Regulierungslinie ist die seitliche Begrenzung der Regulierungsbreite im Grundriß. Der Abstand zwischen der Flußachse und der Regulierungslinie beträgt damit die Hälfte der Regulierungsbreite.

Streichlinie ist die seitliche Begrenzung des Wasserspiegels im Bereich des abflußwirksamen Querschnittes beim Ausbauabfluß, z.B. die Verbindungslinie entlang der Bühnenköpfe bei Ausbau-mittelwasserstand (AMW).

Uferlinie ist die Begrenzungslinie des Gewässers (Grenze zwischen Gewässer und Ufergrundstücken) bei Mittelwasser im Sinne des Bundeswasserstraßengesetzes.

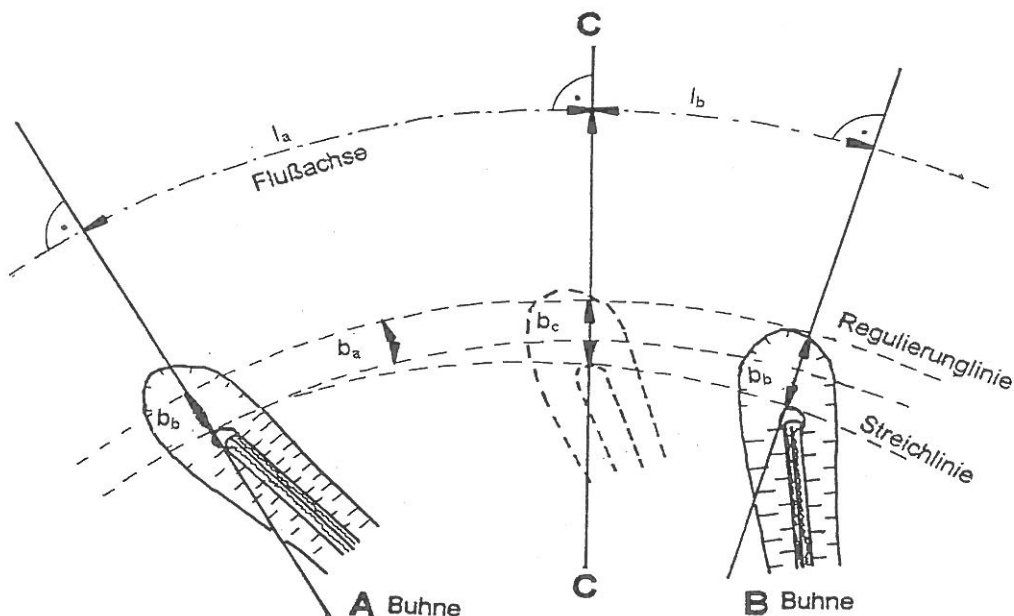
Ermittlung

Ein Querprofil ist nur dann aussagefähig, wenn es auch den abflußwirksamen Querschnitt darstellt. Um diesen zu erhalten, müßten die Strömungsverhältnisse in jedem Querschnitt beobachtet oder gemessen werden. Dies ist im allgemeinen aus personellen Gründen nicht durchführbar.

Ersatzweise sind bei Bedarf (z.B. in die für gewässerkundliche Zwecke oder hydraulische Berechnung erstellte Querprofile) die Bühnenschatten in die Querprofile einzutragen. Damit dies einheitlich und mit möglichst geringem Aufwand geschieht (automatische Berechnung mit dem Computer), wird folgendes Verfahren festgelegt:

- a) Berechnung der Lage des Bühnenschattens im Grundriß
 - a) Der Abstand des gedachten Bühnenkopfes von der Regulierungslinie wird gradlinig interpoliert (Abb. 1)

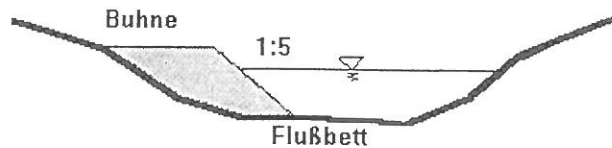
$$b_c = b_a + (b_b - b_a) \frac{L_a}{L_a + L_b}$$



- b) Am Ende einer Buhnengruppe verläuft die Extrapolation der Streichlinie im Verhältnis 1 : 10 zum Ufer, d.h. je 10 m Streckenlänge weicht die Streichlinie um 1 m in Richtung Ufer zurück.

$$b_x = b_a + \frac{L_x}{10}$$

- c) Vom Buhnenkopf zur Flußsohle beträgt das Gefälle 1 : 5



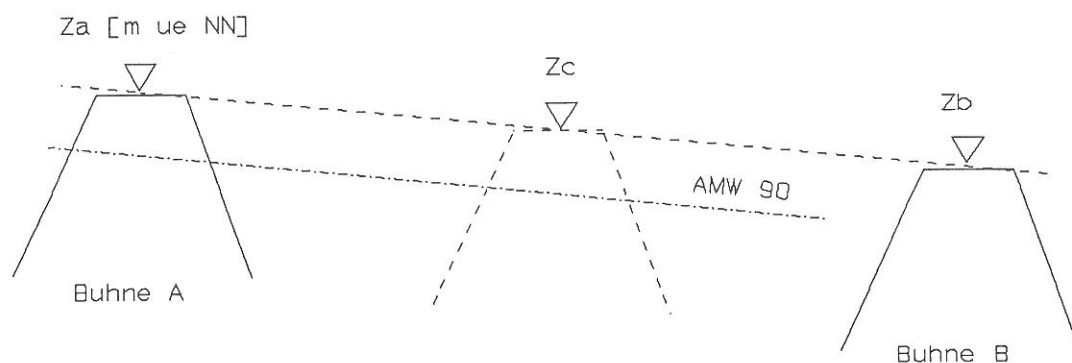
- d) Berechnung der Höhe des Buhnenschattens im Längsschnitt
 a) Die Höhe der gedachten Buhne wird geradlinig interpoliert (Abb. 3)

$$Z_c = Z_a + (Z_a - Z_b) \frac{L_a}{L_a + L_b}$$

- b) Am Ende einer Buhnengruppe wird die Höhe des gedachten Buhnenkopfes mit Hilfe des Gefälles des Ausbaumittelwassers (AMW₉₀) oder einer anderen definierten Gefällelinie errechnet (Abb. 3)

Im Querprofil werden tatsächlich geschnittene Buhnen stets mit ausgezogenen Linien, Buhnenschatten dagegen mit gestrichelten Linien dargestellt.

Wenn aufgrund örtlicher Überprüfungen genauere Angaben über die Strömungsverhältnisse vorliegen, so sind diese für die Darstellung der Buhnenschatten zu verwenden.



Umrechnung der GIW_{62} in GIW_{62}^*

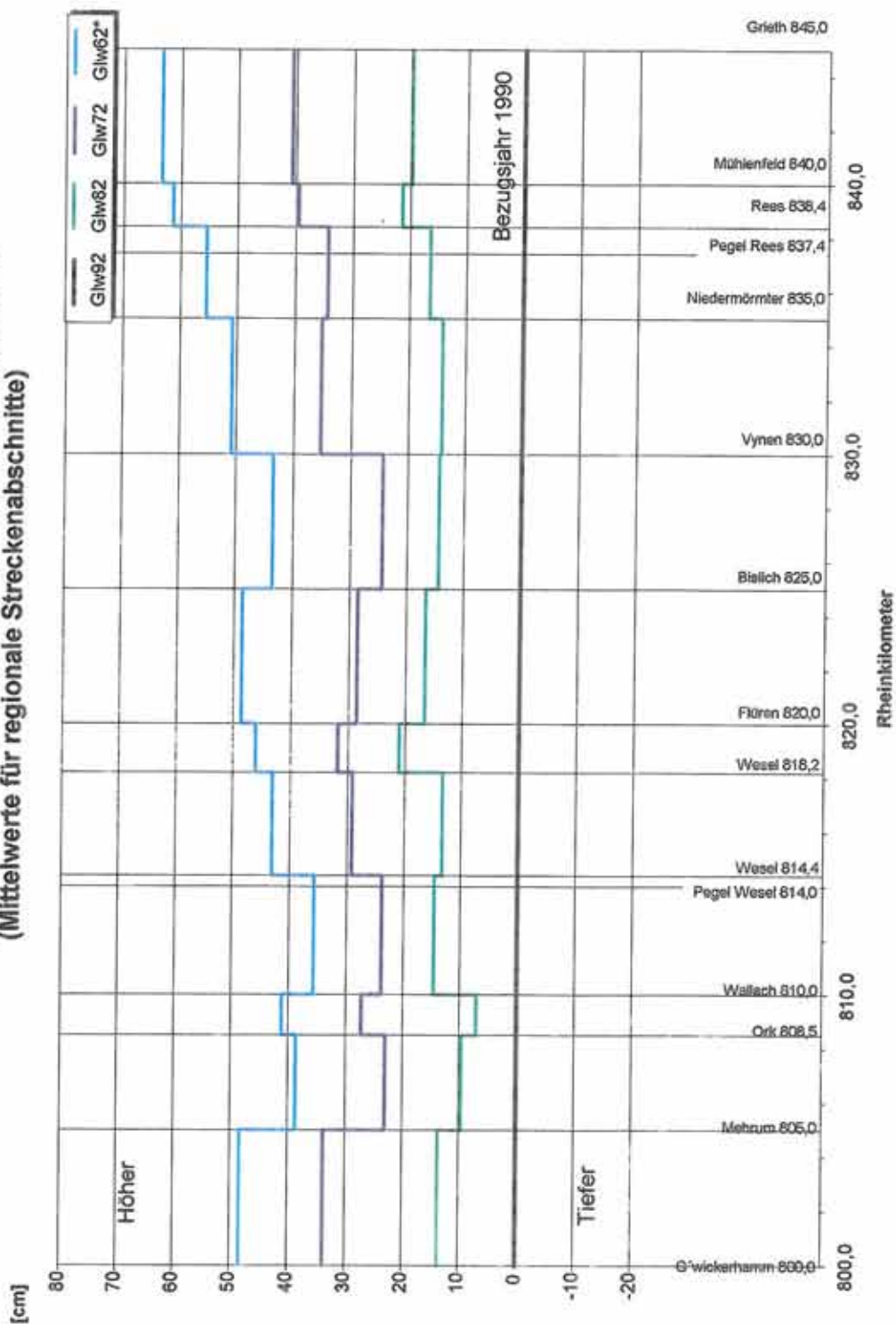
Pegel	GIW_{62} [m ³ /s]	$GIW_{62} = W$ (GIW_{32}) aus Abflußtafel 1962 [cm a. P.]	GIW_{72} [m ³ /s]	$GIW_{62} = W$ (GIW_{72}) aus Abflußtafel 1962 [cm a. P.]	Differenz [cm] (Spalte 5-3)	Änderungen des Pegel- nullpunktes von 1962 bis heute [cm]	GIW_{62}^* heute [cm a. P.] (Spalte 3+6-7)
1	2	3	4	5	6	7	8
Bonn	843	51,6	890	61,0	9,4	-100	161
Köln	861	37,2	935	52,8	15,6	-100,5	153
Düsseldorf	909	149,8	960	158,5	8,7	0	158
Ruhrort	942	202,6 ¹⁾	985	211,8 ¹⁾	9,2	-4,2	216
Wesel	950	204,4	995	214,0	9,6	-2,7	217
Rees	983	58,0	1020	65,5	7,5	-101,2	167
Emmerich	984	130,8	1020	138,5	7,7	-1,8	140

1) Werte aus Abflußtafel 1964

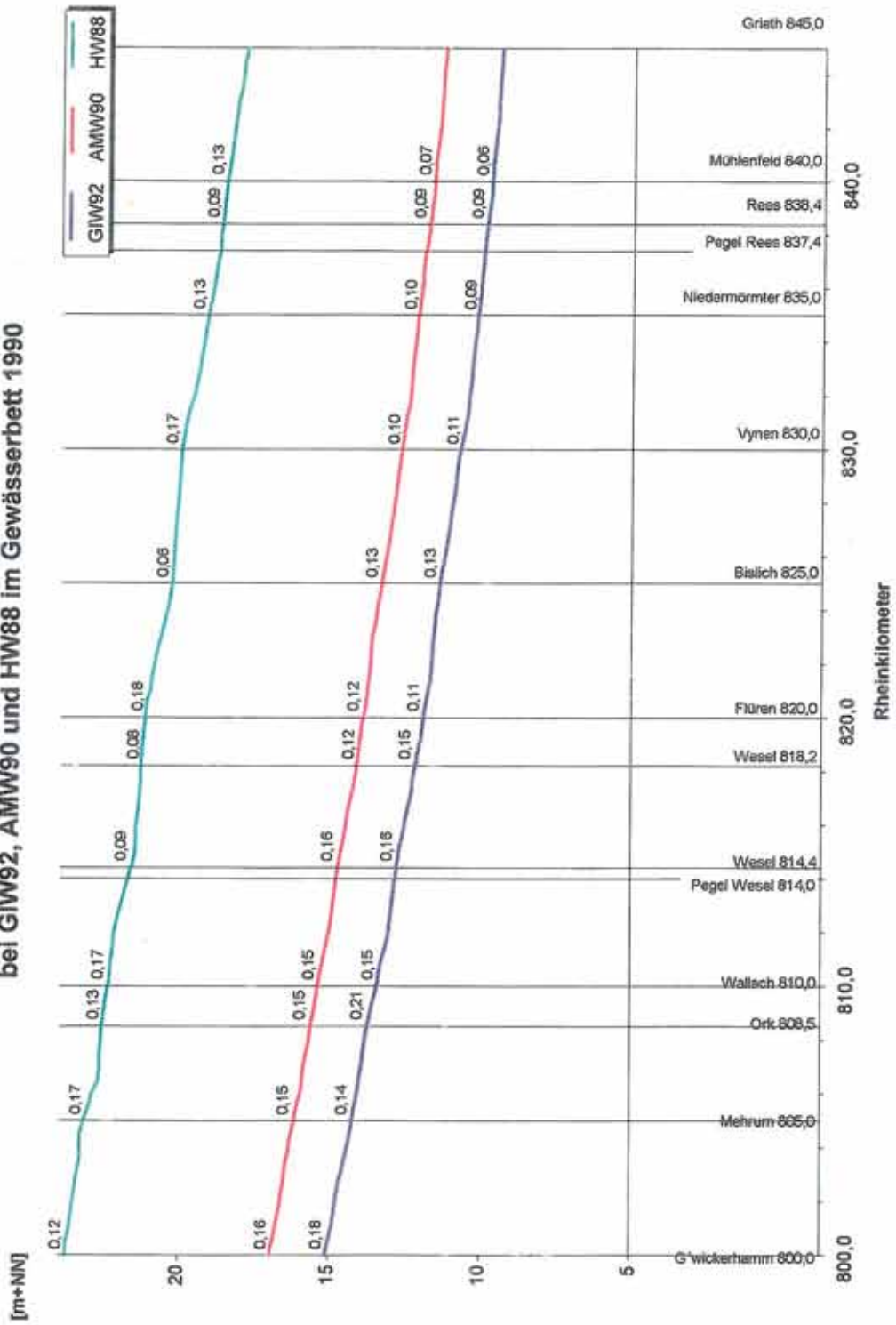
Änderung der Wasserspiegellagen bei konstantem Abfluß $GI_{0,72}$

Strecke [km – km]	Gleichwertige Wasserstände (GIW)					Änderungen der Wasserstände gegenüber 1992			
	GIW_{92} [m ü. NN]	GIW_{82} [m ü. NN]	GIW_{72} [m ü. NN]	GIW_{62}^* [m ü. NN]	$GIW_{82} - GIW_{92}$ [cm]	$GIW_{72} - GIW_{92}$ [cm]	$GIW_{62}^* - GIW_{92}$ [cm]		
800,0 – 805,0	14,65	14,78	14,98	15,13	13,57	33,66	48,23		
805,5 – 808,5	13,95	14,05	14,18	14,34	9,46	22,90	38,50		
808,5 – 810,0	13,57	13,64	13,84	13,98	6,93	27,17	40,97		
810,0 – 814,4	13,06	13,20	13,29	13,41	14,41	23,75	35,53		
814,4 – 818,2	12,47	12,60	12,76	12,90	13,16	29,09	42,83		
818,2 – 820,0	12,02	12,23	12,34	12,48	20,86	31,67	45,86		
820,0 – 825,0	11,62	11,78	11,90	12,10	16,38	28,40	48,41		
825,0 – 830,0	11,02	11,16	11,27	11,45	14,26	24,31	43,24		
830,0 – 835,0	10,38	10,52	10,73	10,89	13,92	35,20	50,64		
835,0 – 838,4	10,00	10,16	10,34	10,55	16,22	34,28	55,26		
838,4 – 840,0	9,76	9,97	10,16	10,37	21,28	39,44	61,22		
840,0 – 845,0	9,53	9,73	9,94	10,16	19,60	40,57	63,21		

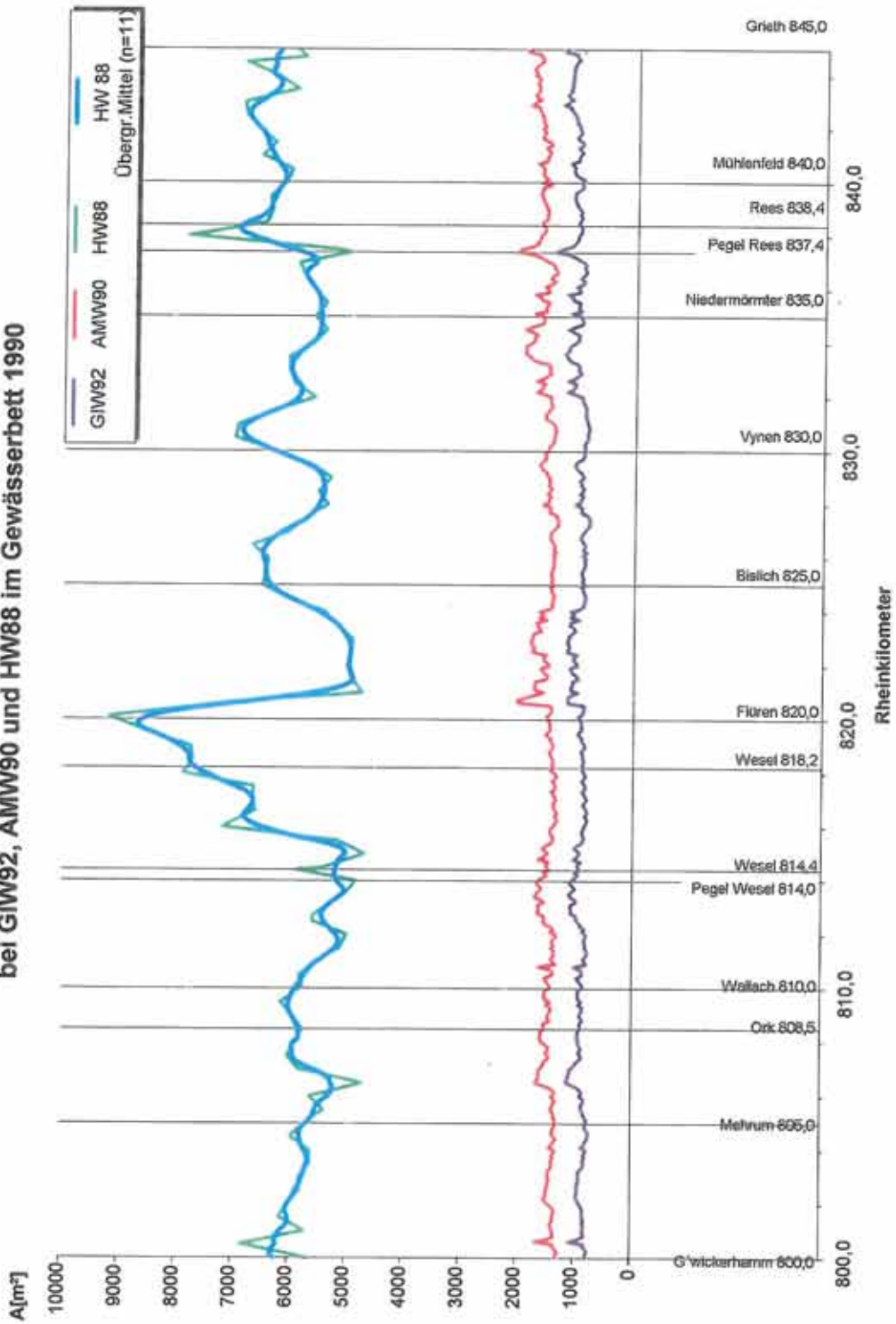
Änderung der Wasserspiegellage bei konstantem Abfluß (GIQ 72)
(Mittelwerte für regionale Streckenabschnitte)



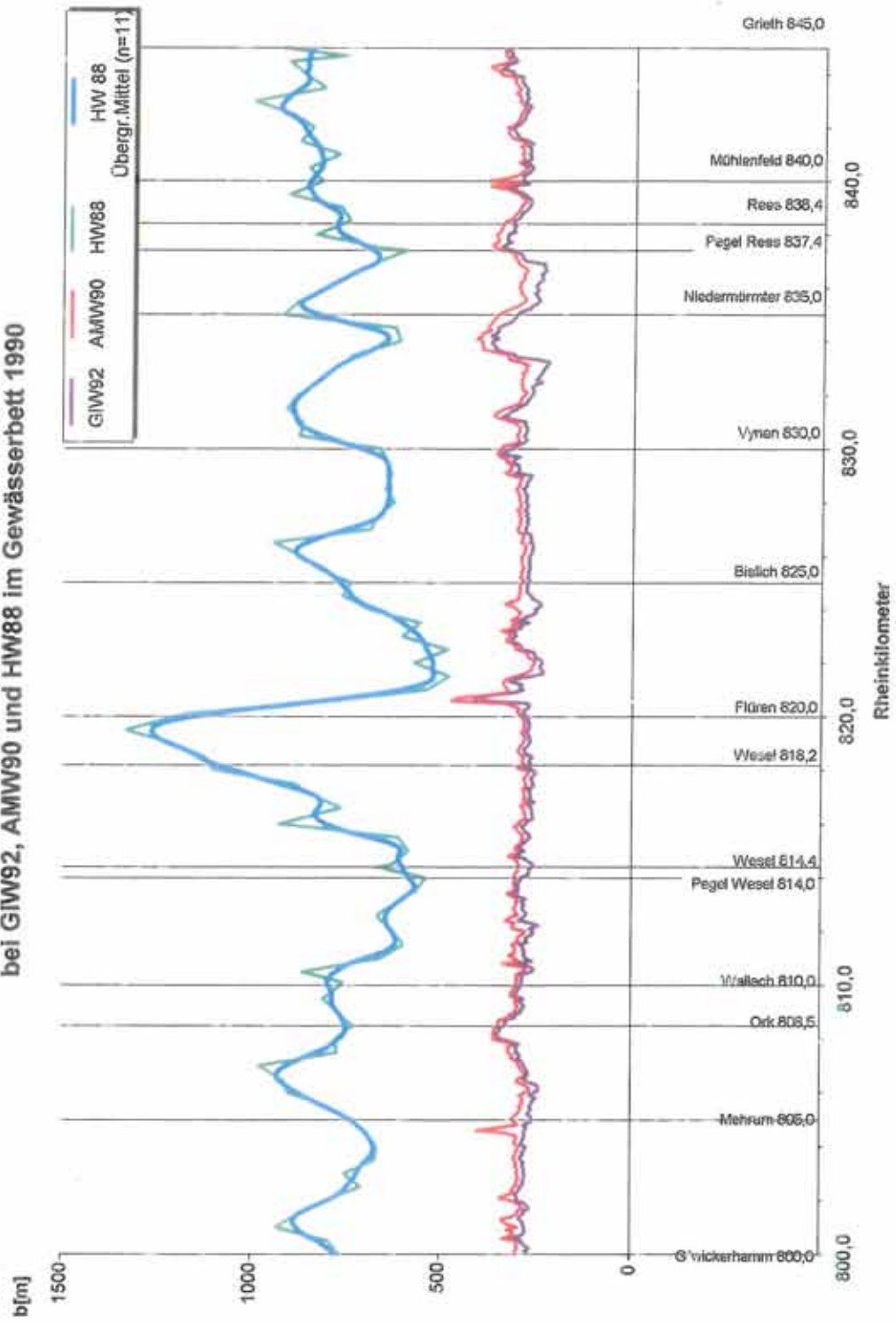
**Kennzeichnende Wasserspiegellinien und mittlere Gefällewerte [0/00]
bei GIW92, AMW90 und HW88 im Gewässerbett 1990**



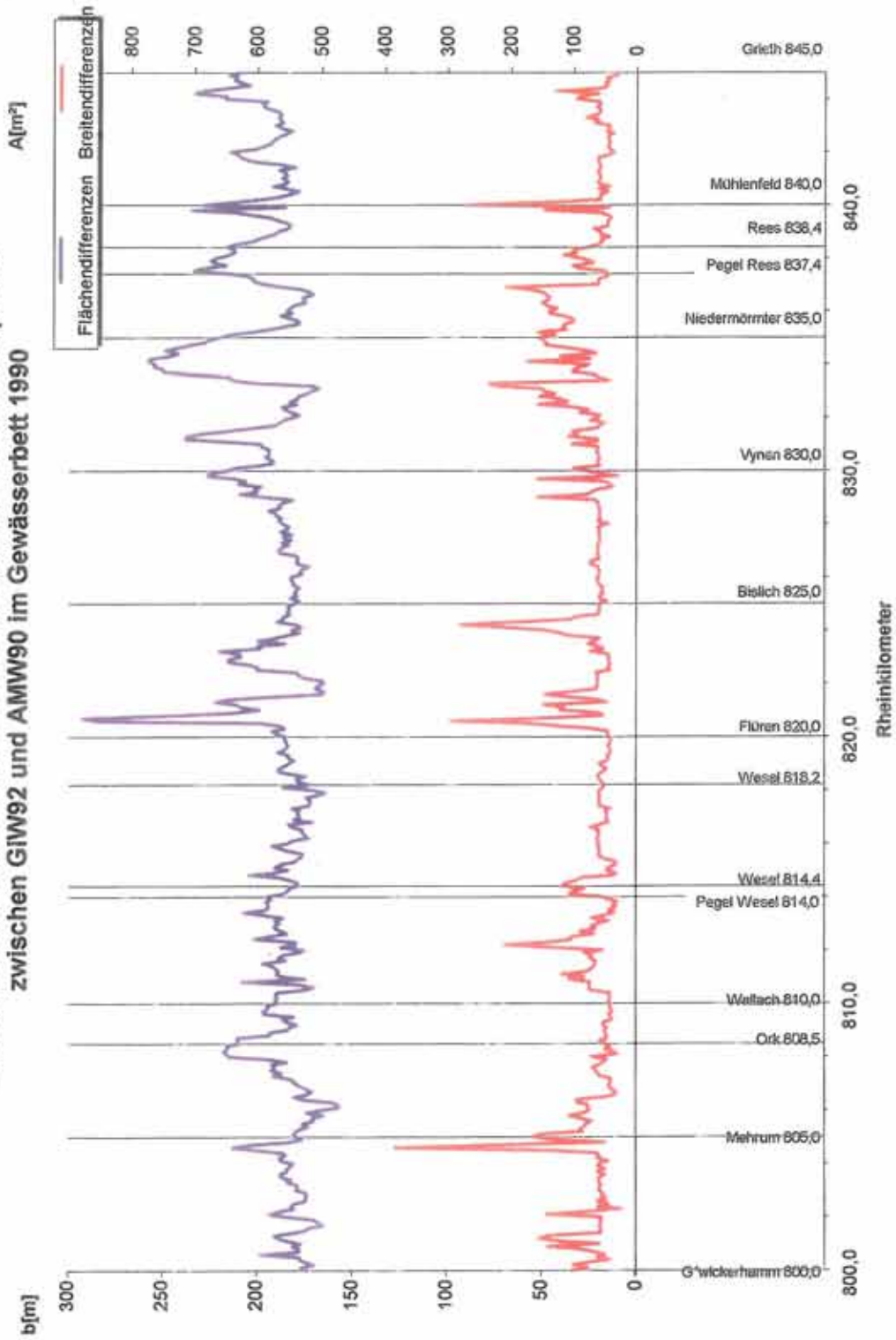
**Flächenbänder für abflußwirksame Querprofile
bei GIW92, AMW90 und HW88 im Gewässerbett 1990**



Breitenbänder für abflußwirksame Querprofile
bei GIW92, AMW90 und HW88 im Gewässerbett 1990



**Differenzen der Breiten und Flächen für abflußwirksame Querprofile
zwischen GIW92 und AMW90 im Gewässerbett 1990**



Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
		[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
[km]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]	
800,0	9,52	15,10	763	265	2,88	12,22	16,92	1282	299	23,73	5.627	762
800,1	10,80	15,07	761	274	2,78	12,29	16,91	1290	299	23,72	5.863	768
800,2	10,99	15,05	735	258	2,85	12,20	16,90	1243	291	23,72	6.099	774
800,3	10,70	15,03	764	270	2,83	12,20	16,88	1286	294	23,72	6.335	780
800,4	10,98	15,01	799	281	2,84	12,17	16,86	1330	294	23,72	6.571	786
800,5	10,83	14,99	799	279	2,86	12,13	16,83	1331	299	23,71	6.807	792
800,6	10,89	14,97	1055	316	3,34	11,63	16,80	1648	332	23,69	6.581	819
800,7	11,03	14,95	901	280	3,22	11,73	16,78	1434	302	23,67	6.356	847
800,8	10,89	14,93	791	274	2,89	12,04	16,77	1322	303	23,64	6.130	874
800,9	10,75	14,91	799	272	2,94	11,97	16,76	1341	318	23,62	5.905	902
801,0	10,83	14,89	819	274	2,99	11,90	16,75	1349	293	23,60	5.679	929
801,1	10,98	14,87	805	276	2,92	11,95	16,73	1356	317	23,59	5.769	918
801,2	10,79	14,85	810	278	2,92	11,93	16,71	1376	329	23,58	5.859	906
801,3	10,80	14,83	808	288	2,81	12,02	16,69	1379	334	23,57	5.950	895
801,4	10,88	14,82	793	284	2,79	12,03	16,67	1334	302	23,56	6.040	883
801,5	10,80	14,81	827	275	3,01	11,80	16,65	1349	293	23,54	6.130	872
801,6	10,75	14,80	822	272	3,03	11,77	16,64	1339	290	23,53	6.102	858
801,7	10,85	14,79	817	259	3,15	11,64	16,63	1311	278	23,52	6.074	843
801,8	10,83	14,78	824	266	3,10	11,68	16,60	1326	284	23,51	6.045	829
801,9	10,60	14,77	845	272	3,10	11,67	16,58	1354	290	23,50	6.017	814
802,0	10,69	14,75	878	293	3,00	11,75	16,57	1428	311	23,49	5.989	800
802,1	10,28	14,74	893	292	3,06	11,68	16,56	1472	339	23,48	5.944	781
802,2	10,07	14,73	937	296	3,16	11,57	16,55	1499	320	23,46	5.899	762
802,3	10,46	14,71	929	291	3,19	11,52	16,54	1469	298	23,44	5.854	743
802,4	10,42	14,69	923	287	3,22	11,47	16,53	1467	307	23,43	5.809	724
802,5	10,46	14,67	913	286	3,19	11,48	16,51	1454	300	23,41	5.764	705
802,6	10,28	14,66	926	275	3,37	11,29	16,49	1448	295	23,40	5.767	714
802,7	10,36	14,65	915	279	3,29	11,36	16,47	1436	294	23,39	5.770	723
802,8	10,21	14,63	902	275	3,28	11,35	16,46	1422	293	23,37	5.773	732
802,9	10,31	14,60	887	272	3,26	11,34	16,45	1407	289	23,36	5.776	741
803,0	10,24	14,57	888	276	3,21	11,36	16,45	1425	295	23,35	5.779	750
803,1	10,17	14,55	889	273	3,26	11,29	16,44	1423	292	23,33	5.741	734
803,2	10,34	14,53	895	275	3,25	11,28	16,42	1431	293	23,30	5.703	717
803,3	10,27	14,51	840	280	3,00	11,51	16,41	1390	299	23,28	5.666	701
803,4	10,25	14,49	818	275	2,97	11,52	16,40	1362	294	23,26	5.628	684
803,5	10,39	14,47	801	283	2,83	11,64	16,38	1360	302	23,24	5.590	668
803,6	10,47	14,45	817	285	2,87	11,58	16,37	1379	301	23,24	5.591	667
803,7	10,58	14,43	789	277	2,84	11,59	16,35	1340	297	23,24	5.592	666
803,8	10,34	14,41	811	279	2,91	11,50	16,33	1362	295	23,23	5.592	665
803,9	10,44	14,38	784	272	2,88	11,50	16,31	1329	292	23,23	5.593	664
804,0	10,41	14,36	762	269	2,83	11,53	16,30	1303	288	23,23	5.594	663
804,1	10,36	14,35	853	284	3,01	11,34	16,28	1413	298	23,23	5.662	668
804,2	9,73	14,33	796	280	2,84	11,49	16,27	1358	300	23,23	5.730	673
804,3	9,47	14,31	783	276	2,84	11,47	16,25	1336	295	23,23	5.799	679
804,4	10,14	14,29	737	275	2,68	11,61	16,24	1293	295	23,23	5.867	684
804,5	9,56	14,27	738	274	2,70	11,57	16,22	1332	320	23,23	5.935	689
804,6	9,97	14,26	732	273	2,68	11,58	16,20	1368	400	23,21	5.886	697
804,7	9,93	14,24	742	268	2,77	11,47	16,18	1352	342	23,18	5.837	704
804,8	9,94	14,23	789	277	2,85	11,38	16,16	1339	293	23,15	5.788	712
804,9	9,76	14,22	790	257	3,07	11,15	16,14	1317	300	23,13	5.739	719
805,0	8,85	14,20	773	253	3,05	11,15	16,12	1310	307	23,10	5.690	727
805,1	9,66	14,19	766	256	2,99	11,20	16,10	1306	305	23,07	5.622	740
805,2	9,57	14,18	790	266	2,97	11,21	16,09	1327	294	23,04	5.554	753
805,3	9,50	14,16	809	261	3,10	11,06	16,08	1339	290	23,01	5.487	767
805,4	9,68	14,15	830	257	3,23	10,92	16,06	1348	284	22,97	5.419	780
805,5	7,42	14,13	865	262	3,30	10,83	16,04	1392	288	22,94	5.351	793
805,6	9,04	14,11	847	255	3,33	10,78	16,02	1356	278	22,92	5.402	814
805,7	6,71	14,09	850	253	3,36	10,73	16,00	1361	282	22,90	5.454	835
805,8	9,18	14,08	808	244	3,31	10,77	15,97	1303	279	22,87	5.505	855
805,9	9,19	14,06	821	261	3,15	10,91	15,95	1341	288	22,85	5.557	876
806,0	7,14	14,04	879	251	3,50	10,54	15,93	1376	275	22,83	5.608	897
806,1	9,09	14,03	855	237	3,60	10,43	15,91	1324	262	22,79	5.422	900
806,2	8,05	14,02	859	239	3,59	10,43	15,89	1330	264	22,75	5.235	903
806,3	8,39	14,01	914	242	3,77	10,24	15,88	1394	273	22,70	5.049	907
806,4	8,41	13,99	989	264	3,74	10,25	15,87	1515	295	22,66	4.862	910
806,5	8,33	13,98	1119	277	4,04	9,94	15,87	1658	293	22,62	4.676	913
806,6	8,67	13,97	1108	269	4,12	9,85	15,86	1626	279	22,61	4.900	926
806,7	8,88	13,96	1093	265	4,12	9,84	15,85	1604	275	22,61	5.123	939
806,8	8,85	13,94	1078	268	4,01	9,93	15,84	1600	281	22,60	5.347	951
806,9	8,87	13,93	1061	271	3,91	10,02	15,83	1591	285	22,59	5.570	964
807,0	9,00	13,91	1062	276	3,85	10,06	15,82	1601	289	22,59	5.794	977
807,1	9,46	13,90	1002	278	3,61	10,29	15,80	1542	291	22,59	5.835	936
807,2	9,53	13,88	970	282	3,44	10,44	15,79	1520	295	22,59	5.877	894
807,3	9,67	13,87	929	292	3,18	10,69	15,77	1501	311	22,59	5.918	853
807,4	9,80	13,86	877	287	3,06	10,80	15,74	1436	307	22,59	5.960	811
807,5	9,89	13,85	864	297	2,91	10,94	15,72	1440	318	22,59	6.001	770
807,6	9,40	13,84	908	294	3,09	10,75	15,71	1478	317	22,58	5.973	771
807,7	9,62	13,83	885	299	2,96	10,87	15,69	1459	318	22,57	5.944	772

Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
		[km]	[m+NN]	[m+NN]	[m ²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m ²]	[m]	[m+NN]	[m ²]	[m]
807,8	9,50	13,82	876	289	3,03	10,79	15,67	1427	306	22,56	5.916	772
807,9	9,64	13,81	904	308	2,94	10,87	15,65	1484	323	22,56	5.887	773
808,0	9,86	13,79	912	335	2,72	11,07	15,64	1555	358	22,55	5.859	774
808,1	9,90	13,78	925	344	2,69	11,09	15,63	1571	353	22,55	5.834	763
808,2	9,84	13,77	930	346	2,68	11,09	15,62	1581	357	22,54	5.809	756
808,3	10,00	13,76	922	339	2,72	11,04	15,61	1567	355	22,53	5.785	746
808,4	9,97	13,74	924	339	2,72	11,02	15,60	1570	352	22,53	5.760	737
808,5	9,90	13,72	885	327	2,70	11,02	15,59	1512	343	22,52	5.735	728
808,6	9,93	13,70	887	324	2,74	10,96	15,58	1515	343	22,51	5.774	736
808,7	9,93	13,68	888	327	2,71	10,97	15,56	1517	342	22,50	5.812	744
808,8	9,89	13,66	842	300	2,81	10,85	15,54	1421	315	22,49	5.851	753
808,9	9,83	13,64	871	299	2,92	10,72	15,52	1448	315	22,48	5.889	761
809,0	9,73	13,62	902	284	3,18	10,44	15,50	1452	300	22,46	5.928	769
809,1	9,61	13,60	874	283	3,09	10,51	15,48	1421	298	22,45	5.966	777
809,2	9,54	13,58	860	275	3,12	10,46	15,46	1395	292	22,44	6.003	785
809,3	9,60	13,56	847	282	3,01	10,55	15,45	1398	299	22,43	6.041	792
809,4	9,69	13,54	922	288	3,20	10,34	15,44	1480	300	22,42	6.078	800
809,5	9,71	13,52	866	277	3,13	10,39	15,43	1407	290	22,41	6.116	808
809,6	9,76	13,49	911	297	3,07	10,42	15,42	1498	311	22,39	6.049	798
809,7	9,70	13,47	928	299	3,10	10,37	15,40	1516	311	22,38	5.983	789
809,8	9,72	13,45	924	293	3,16	10,29	15,39	1504	306	22,36	5.916	779
809,9	9,65	13,43	924	290	3,18	10,25	15,39	1506	303	22,35	5.850	770
810,0	9,70	13,41	870	282	3,09	10,32	15,37	1436	296	22,33	5.783	760
810,1	9,74	13,39	853	283	3,01	10,38	15,35	1422	297	22,29	5.740	756
810,2	9,45	13,37	880	282	3,13	10,24	15,33	1446	295	22,28	5.756	783
810,3	9,26	13,36	920	283	3,25	10,11	15,32	1488	297	22,28	5.771	810
810,4	9,22	13,35	949	282	3,37	9,98	15,31	1516	295	22,27	5.787	837
810,5	8,88	13,34	858	257	3,34	10,00	15,29	1382	281	22,26	5.802	864
810,6	8,68	13,33	857	250	3,43	9,90	15,27	1365	274	22,25	5.747	823
810,7	8,63	13,31	888	262	3,38	9,93	15,25	1420	286	22,25	5.692	781
810,8	8,78	13,29	996	309	3,23	10,06	15,23	1618	333	22,24	5.637	740
810,9	8,85	13,27	789	256	3,08	10,19	15,21	1311	291	22,23	5.582	698
811,0	8,45	13,25	820	272	3,01	10,24	15,19	1379	299	22,23	5.527	657
811,1	8,56	13,23	837	278	3,01	10,22	15,18	1405	317	22,21	5.442	644
811,2	8,94	13,21	787	276	2,85	10,36	15,16	1351	302	22,20	5.357	632
811,3	9,10	13,18	782	278	2,81	10,37	15,14	1350	301	22,19	5.271	619
811,4	9,10	13,15	772	280	2,76	10,39	15,12	1347	302	22,18	5.186	607
811,5	9,09	13,13	810	288	2,81	10,32	15,10	1398	309	22,17	5.101	594
811,6	8,99	13,10	802	268	2,99	10,11	15,08	1355	289	22,16	5.075	600
811,7	9,11	13,08	818	273	3,00	10,08	15,07	1382	297	22,15	5.050	606
811,8	9,07	13,06	823	270	3,05	10,01	15,05	1380	293	22,14	5.024	611
811,9	8,80	13,04	791	254	3,12	9,92	15,03	1323	281	22,14	4.999	617
812,0	6,69	13,03	791	256	3,09	9,94	15,01	1315	273	22,13	4.973	623
812,1	8,42	13,02	859	263	3,26	9,76	14,99	1420	307	22,11	5.093	631
812,2	8,37	13,01	825	239	3,44	9,57	14,97	1363	308	22,09	5.212	639
812,3	8,23	13,00	890	257	3,46	9,54	14,95	1427	302	22,07	5.332	647
812,4	8,26	12,99	908	292	3,10	9,89	14,94	1511	326	22,05	5.451	655
812,5	8,19	12,98	957	281	3,41	9,57	14,93	1537	315	22,02	5.571	663
812,6	8,01	12,97	969	272	3,57	9,40	14,92	1520	294	22,00	5.577	662
812,7	8,01	12,96	978	272	3,59	9,37	14,91	1537	301	21,98	5.582	660
812,8	8,17	12,95	1068	281	3,79	9,16	14,90	1637	302	21,95	5.515	647
812,9	8,17	12,94	1056	281	3,75	9,19	14,89	1626	304	21,93	5.447	633
813,0	8,11	12,93	1064	277	3,84	9,09	14,88	1627	297	21,91	5.380	620
813,1	7,82	12,92	1067	285	3,74	9,18	14,87	1636	299	21,88	5.307	608
813,2	7,84	12,91	968	273	3,55	9,36	14,86	1525	296	21,86	5.234	597
813,3	7,77	12,90	1001	292	3,43	9,47	14,85	1587	308	21,83	5.162	585
813,4	7,97	12,89	1069	312	3,43	9,46	14,84	1688	323	21,81	5.089	574
813,5	6,41	12,88	1089	292	3,73	9,15	14,83	1672	306	21,79	5.016	562
813,6	6,40	12,87	1053	292	3,61	9,26	14,82	1633	302	21,76	4.976	557
813,7	6,40	12,86	994	292	3,41	9,45	14,81	1575	304	21,74	4.936	552
813,8	6,62	12,85	1030	295	3,50	9,35	14,80	1614	304	21,71	4.896	546
813,9	6,35	12,84	1083	288	3,76	9,08	14,79	1659	302	21,68	4.856	541
814,0	4,82	12,82	1056	288	3,66	9,16	14,78	1638	305	21,66	4.816	536
814,1	5,97	12,81	1003	268	3,74	9,07	14,76	1560	303	21,64	5.075	569
814,2	6,91	12,80	941	265	3,55	9,25	14,75	1492	298	21,62	5.335	602
814,3	7,26	12,78	997	266	3,75	9,03	14,74	1545	293	21,60	5.594	634
814,4	6,95	12,77	910	256	3,56	9,21	14,72	1445	295	21,58	5.853	667
814,5	7,19	12,76	944	255	3,70	9,06	14,71	1478	292	21,52	5.397	625
814,6	7,63	12,75	949	266	3,57	9,18	14,69	1495	297	21,50	5.251	617
814,7	7,93	12,73	897	275	3,26	9,47	14,67	1459	304	21,48	5.105	608
814,8	8,14	12,72	1021	309	3,31	9,41	14,66	1631	320	21,47	4.960	600
814,9	8,05	12,71	963	291	3,31	9,40	14,64	1534	301	21,45	4.814	591
815,0	8,00	12,70	926	277	3,35	9,35	14,63	1475	292	21,43	4.668	583
815,1	8,03	12,68	938	288	3,25	9,43	14,61	1508	302	21,43	4.768	588
815,2	7,99	12,67	1008	288	3,50	9,17	14,59	1570	298	21,43	4.868	594
815,3	7,81	12,65	966	276	3,50	9,15	14,57	1506	286	21,42	4.968	599
815,4	7,64	12,63	875	271	3,23	9,40	14,55	1410	286	21,42	5.068	605
815,5	7,89	12,60	862	263	3,28	9,32	14,53	1389	282	21,41	5.168	610

Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
		[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
[km]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
815,6	7,60	12,59	843	265	3,18	9,41	14,51	1370	284	21,41	5.569	673
815,7	8,01	12,57	865	275	3,15	9,42	14,50	1414	294	21,41	5.970	737
815,8	7,53	12,55	864	279	3,10	9,45	14,49	1425	298	21,41	6.370	800
815,9	7,67	12,54	869	286	3,03	9,51	14,48	1444	306	21,41	6.771	864
816,0	8,03	12,52	836	274	3,05	9,47	14,46	1386	293	21,41	7.172	927
816,1	8,04	12,51	815	270	3,02	9,49	14,45	1358	290	21,39	7.075	899
816,2	8,15	12,49	793	255	3,10	9,39	14,44	1310	275	21,38	6.977	871
816,3	6,02	12,47	792	257	3,08	9,39	14,43	1315	276	21,37	6.880	844
816,4	5,32	12,45	837	259	3,23	9,22	14,41	1365	279	21,36	6.782	816
816,5	7,64	12,43	786	258	3,05	9,38	14,40	1313	277	21,35	6.685	788
816,6	5,72	12,41	804	262	3,06	9,35	14,38	1348	286	21,33	6.587	760
816,7	6,72	12,39	821	269	3,06	9,33	14,36	1370	288	21,33	6.600	778
816,8	6,25	12,37	855	252	3,39	8,98	14,34	1366	266	21,32	6.614	795
816,9	7,48	12,35	841	267	3,15	9,20	14,32	1382	282	21,31	6.627	813
817,0	7,72	12,33	797	262	3,04	9,29	14,30	1328	277	21,30	6.640	830
817,1	8,22	12,31	820	264	3,11	9,20	14,28	1355	279	21,29	6.636	841
817,2	8,31	12,30	844	263	3,21	9,09	14,26	1376	279	21,29	6.633	852
817,3	8,33	12,28	874	271	3,23	9,05	14,24	1417	284	21,28	6.629	863
817,4	8,40	12,27	826	256	3,23	9,04	14,22	1344	275	21,27	6.626	874
817,5	8,38	12,26	827	256	3,23	9,03	14,20	1342	275	21,27	6.622	885
817,6	7,98	12,26	849	259	3,28	8,98	14,18	1364	278	21,27	6.870	928
817,7	8,09	12,25	883	262	3,38	8,87	14,17	1404	281	21,26	7.119	971
817,8	7,76	12,24	842	254	3,32	8,92	14,15	1345	273	21,26	7.367	1.014
817,9	8,26	12,23	826	248	3,33	8,90	14,14	1318	267	21,26	7.616	1.057
818,0	5,98	12,21	853	258	3,31	8,90	14,12	1364	277	21,26	7.864	1.100
818,1	8,31	12,19	874	282	3,10	9,09	14,11	1431	299	21,26	7.831	1.105
818,2	8,12	12,17	855	260	3,29	8,88	14,10	1372	276	21,25	7.799	1.109
818,3	7,18	12,15	885	266	3,33	8,82	14,09	1419	284	21,24	7.766	1.114
818,4	7,72	12,13	853	265	3,22	8,91	14,08	1389	284	21,24	7.734	1.118
818,5	6,46	12,12	868	258	3,36	8,76	14,07	1391	278	21,23	7.701	1.123
818,6	7,85	12,11	877	272	3,22	8,89	14,06	1426	291	21,22	7.707	1.140
818,7	7,97	12,09	878	279	3,14	8,95	14,05	1442	296	21,22	7.713	1.158
818,8	7,77	12,07	898	279	3,22	8,85	14,04	1462	294	21,21	7.719	1.175
818,9	7,65	12,05	858	271	3,16	8,89	14,03	1412	289	21,20	7.725	1.193
819,0	7,72	12,03	837	266	3,15	8,88	14,02	1385	285	21,19	7.731	1.210
819,1	7,52	12,01	858	263	3,27	8,74	14,01	1398	278	21,18	7.879	1.234
819,2	7,43	11,99	894	266	3,35	8,64	14,00	1443	280	21,18	8.027	1.258
819,3	7,17	11,98	887	266	3,34	8,64	13,99	1436	281	21,17	8.175	1.282
819,4	6,79	11,97	946	275	3,43	8,54	13,98	1512	288	21,16	8.323	1.306
819,5	6,66	11,96	944	270	3,49	8,47	13,97	1499	283	21,16	8.471	1.330
819,6	6,73	11,95	888	266	3,34	8,61	13,96	1438	280	21,15	8.587	1.303
819,7	6,77	11,93	900	266	3,39	8,54	13,95	1451	280	21,14	8.703	1.277
819,8	7,02	11,92	898	267	3,36	8,56	13,94	1451	280	21,13	8.820	1.250
819,9	7,27	11,91	903	270	3,34	8,57	13,91	1457	283	21,12	8.936	1.223
820,0	7,51	11,90	920	272	3,38	8,52	13,89	1475	286	21,11	9.052	1.197
820,1	6,71	11,89	943	279	3,38	8,51	13,87	1511	294	21,11	9.168	1.170
820,2	7,64	11,88	886	284	3,12	8,76	13,85	1460	298	21,10	8.761	1.093
820,3	7,42	11,87	864	271	3,18	8,69	13,83	1418	294	21,09	8.354	1.015
820,4	7,25	11,85	859	266	3,23	8,62	13,82	1421	308	21,08	7.946	938
820,5	6,75	11,84	849	269	3,16	8,68	13,81	1444	327	21,07	7.539	860
820,6	4,45	11,82	1133	374	3,03	8,79	13,80	1981	472	21,06	7.132	783
820,7	7,31	11,80	1143	415	2,75	9,05	13,79	2020	464	21,03	6.530	721
820,8	7,19	11,79	1138	363	3,14	8,65	13,78	1877	380	21,00	5.929	660
820,9	4,51	11,77	1107	307	3,61	8,16	13,77	1739	326	20,97	5.327	598
821,0	3,66	11,76	968	282	3,43	8,33	13,76	1563	322	20,94	4.725	536
821,1	3,33	11,74	1093	291	3,76	7,98	13,75	1717	329	20,93	4.764	524
821,2	4,44	11,73	1089	286	3,81	7,92	13,74	1720	335	20,92	4.804	512
821,3	5,41	11,71	1057	320	3,30	8,41	13,73	1721	335	20,91	4.843	500
821,4	5,85	11,69	1065	304	3,51	8,18	13,72	1705	325	20,91	4.883	488
821,5	6,25	11,68	955	266	3,60	8,08	13,71	1517	304	20,90	4.922	476
821,6	1,96	11,67	993	233	4,26	7,41	13,70	1489	281	20,88	4.939	495
821,7	5,21	11,66	1056	232	4,54	7,12	13,69	1549	266	20,86	4.955	514
821,8	4,21	11,65	1086	239	4,54	7,11	13,68	1593	260	20,85	4.972	532
821,9	5,96	11,65	1107	240	4,62	7,03	13,67	1611	260	20,83	4.988	551
822,0	6,38	11,64	977	234	4,17	7,47	13,66	1471	254	20,81	5.005	570
822,1	6,05	11,64	1001	236	4,25	7,39	13,66	1498	256	20,80	4.988	552
822,2	5,98	11,63	1039	250	4,16	7,47	13,65	1564	270	20,78	4.972	534
822,3	6,41	11,63	1039	254	4,09	7,54	13,65	1572	274	20,76	4.955	515
822,4	5,62	11,62	983	255	3,85	7,77	13,64	1519	276	20,74	4.939	497
822,5	5,00	11,62	1163	290	4,01	7,61	13,64	1762	303	20,72	4.922	479
822,6	5,26	11,61	1148	288	3,98	7,63	13,63	1745	303	20,69	4.920	504
822,7	5,84	11,60	1122	294	3,81	7,79	13,63	1732	307	20,67	4.917	529
822,8	5,87	11,60	1144	311	3,68	7,92	13,62	1787	325	20,65	4.915	553
822,9	6,19	11,59	1143	312	3,67	7,92	13,61	1787	326	20,62	4.912	578
823,0	6,00	11,58	1136	302	3,76	7,82	13,60	1760	316	20,60	4.910	603
823,1	6,17	11,57	1133	304	3,73	7,84	13,59	1760	318	20,58	4.963	593
823,2	6,42	11,56	1074	317	3,38	8,18	13,57	1733	341	20,56	5.017	583
823,3	5,59	11,56	1017	289	3,52	8,04	13,55	1610	306	20,54	5.070	573

Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
		[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
823,4	5,28	11,55	1051	292	3,60	7,95	13,53	1649	313	20,51	5.124	563
823,5	3,33	11,54	1116	269	4,15	7,39	13,51	1670	294	20,49	5.177	553
823,6	3,63	11,53	1102	294	3,75	7,78	13,49	1699	315	20,47	5.220	581
823,7	4,08	11,52	952	282	3,37	8,15	13,48	1523	301	20,45	5.264	609
823,8	3,05	11,51	1094	260	4,21	7,30	13,47	1646	295	20,43	5.307	636
823,9	3,73	11,50	1042	250	4,17	7,33	13,46	1574	291	20,41	5.351	664
824,0	3,77	11,49	1102	254	4,33	7,16	13,45	1646	302	20,39	5.394	692
824,1	5,03	11,48	945	240	3,93	7,55	13,44	1474	309	20,37	5.525	706
824,2	5,45	11,46	883	239	3,70	7,76	13,43	1420	332	20,35	5.656	720
824,3	5,26	11,44	872	247	3,53	7,91	13,41	1439	310	20,34	5.788	733
824,4	5,07	11,43	855	261	3,28	8,15	13,39	1412	295	20,32	5.919	747
824,5	5,37	11,42	850	264	3,22	8,20	13,37	1407	297	20,30	6.050	761
824,6	5,72	11,41	845	272	3,10	8,31	13,35	1392	292	20,28	6.142	757
824,7	5,79	11,40	880	276	3,20	8,20	13,33	1431	295	20,27	6.234	753
824,8	6,02	11,39	886	274	3,24	8,15	13,32	1434	293	20,26	6.325	748
824,9	5,56	11,38	919	275	3,34	8,04	13,31	1469	294	20,24	6.417	744
825,0	6,56	11,37	865	270	3,20	8,17	13,30	1404	289	20,23	6.509	740
825,1	6,73	11,36	910	269	3,38	7,98	13,29	1442	284	20,22	6.491	757
825,2	6,84	11,35	897	275	3,27	8,08	13,27	1443	294	20,22	6.474	774
825,3	6,86	11,34	890	270	3,30	8,04	13,26	1426	289	20,21	6.456	791
825,4	7,02	11,33	919	272	3,37	7,96	13,25	1459	289	20,20	6.439	808
825,5	6,63	11,31	906	269	3,37	7,94	13,24	1444	287	20,20	6.421	825
825,6	7,05	11,29	887	267	3,33	7,96	13,22	1420	284	20,19	6.417	834
825,7	7,23	11,27	864	270	3,20	8,07	13,21	1406	289	20,19	6.413	843
825,8	6,77	11,25	858	269	3,19	8,06	13,19	1400	289	20,18	6.410	853
825,9	7,08	11,23	864	270	3,19	8,04	13,18	1410	290	20,18	6.406	862
826,0	6,91	11,21	852	269	3,16	8,05	13,16	1397	289	20,17	6.402	871
826,1	3,55	11,20	897	263	3,42	7,78	13,14	1426	282	20,17	6.458	886
826,2	7,26	11,18	834	263	3,18	8,00	13,13	1365	282	20,16	6.514	901
826,3	6,97	11,17	887	260	3,41	7,76	13,12	1414	280	20,16	6.571	916
826,4	6,95	11,16	878	258	3,40	7,76	13,09	1395	278	20,16	6.627	931
826,5	6,99	11,15	864	267	3,24	7,91	13,07	1400	291	20,15	6.683	946
826,6	6,67	11,13	896	264	3,39	7,74	13,07	1432	288	20,14	6.551	894
826,7	6,07	11,11	939	266	3,53	7,58	13,05	1474	285	20,14	6.419	842
826,8	6,66	11,10	927	267	3,47	7,63	13,04	1464	287	20,13	6.286	791
826,9	6,82	11,09	913	280	3,26	7,83	13,03	1476	300	20,12	6.154	739
827,0	6,93	11,07	874	280	3,11	7,96	13,02	1440	300	20,12	6.022	687
827,1	6,89	11,06	836	278	3,00	8,06	13,01	1397	298	20,11	5.972	684
827,2	7,27	11,05	785	272	2,89	8,16	13,00	1334	292	20,11	5.923	681
827,3	6,97	11,04	794	277	2,87	8,17	12,99	1353	296	20,10	5.873	677
827,4	6,58	11,03	773	271	2,85	8,18	12,97	1318	290	20,10	5.824	674
827,5	5,82	11,02	803	280	2,87	8,15	12,95	1361	299	20,09	5.774	671
827,6	5,63	11,01	825	274	3,01	8,00	12,93	1369	293	20,08	5.691	662
827,7	5,12	11,00	931	283	3,28	7,72	12,92	1493	303	20,07	5.608	653
827,8	5,73	10,98	921	276	3,34	7,64	12,91	1472	295	20,06	5.526	643
827,9	5,67	10,96	929	273	3,40	7,56	12,90	1478	293	20,05	5.443	634
828,0	4,62	10,94	1043	280	3,73	7,21	12,89	1602	294	20,05	5.360	625
828,1	5,90	10,92	950	278	3,41	7,51	12,88	1514	298	20,04	5.395	630
828,2	5,22	10,91	937	276	3,40	7,51	12,87	1497	295	20,03	5.430	635
828,3	5,94	10,89	895	280	3,20	7,69	12,85	1463	299	20,03	5.466	640
828,4	4,78	10,88	960	282	3,41	7,47	12,84	1531	301	20,02	5.501	645
828,5	3,79	10,87	917	287	3,20	7,67	12,83	1498	306	20,02	5.536	650
828,6	5,04	10,86	891	277	3,22	7,64	12,82	1453	296	20,01	5.491	647
828,7	3,36	10,85	940	278	3,38	7,47	12,81	1505	298	20,00	5.446	644
828,8	4,41	10,84	929	274	3,39	7,45	12,80	1486	294	20,00	5.401	640
828,9	4,37	10,83	960	267	3,59	7,24	12,79	1503	289	19,99	5.356	637
829,0	4,42	10,83	896	264	3,40	7,43	12,78	1483	316	19,98	5.311	634
829,1	3,63	10,82	923	308	2,99	7,83	12,77	1548	334	19,98	5.380	636
829,2	3,46	10,81	945	296	3,19	7,62	12,76	1544	319	19,97	5.448	638
829,3	3,76	10,80	1010	299	3,38	7,42	12,74	1613	320	19,97	5.517	641
829,4	4,21	10,79	1045	300	3,48	7,31	12,73	1638	312	19,96	5.585	643
829,5	4,97	10,78	1048	317	3,31	7,47	12,72	1676	331	19,96	5.654	645
829,6	5,90	10,77	1014	310	3,27	7,50	12,71	1631	326	19,95	5.780	649
829,7	6,51	10,76	924	296	3,12	7,64	12,70	1559	348	19,95	5.907	652
829,8	6,86	10,74	902	344	2,62	8,12	12,69	1580	353	19,95	6.033	656
829,9	6,94	10,72	893	336	2,66	8,06	12,67	1566	354	19,94	6.160	659
830,0	7,07	10,70	886	316	2,81	7,89	12,66	1532	343	19,94	6.286	663
830,1	7,02	10,68	873	307	2,84	7,84	12,65	1506	340	19,93	6.429	706
830,2	7,00	10,67	899	293	3,07	7,60	12,64	1495	312	19,91	6.572	749
830,3	6,21	10,65	873	280	3,12	7,53	12,62	1445	300	19,90	6.716	792
830,4	6,80	10,63	843	281	3,00	7,63	12,61	1419	301	19,89	6.859	835
830,5	6,74	10,61	829	285	2,91	7,70	12,60	1415	304	19,87	7.002	878
830,6	6,63	10,59	833	280	2,97	7,62	12,59	1413	300	19,86	6.991	876
830,7	5,09	10,57	825	278	2,96	7,61	12,58	1405	299	19,84	6.980	875
830,8	6,01	10,55	811	277	2,93	7,62	12,57	1391	297	19,83	6.969	873
830,9	5,74	10,54	814	285	2,86	7,68	12,55	1407	305	19,81	6.958	872
831,0	5,91	10,53	843	281	3,00	7,53	12,54	1437	315	19,80	6.947	870
831,1	6,09	10,51	833	318	2,62	7,89	12,52	1492	338	19,78	6.825	879

Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
		[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
831,2	6,18	10,49	861	343	2,51	7,98	12,51	1575	363	19,76	6.703	887
831,3	6,38	10,47	871	327	2,67	7,80	12,50	1582	363	19,73	6.580	896
831,4	6,41	10,46	867	321	2,70	7,76	12,48	1555	352	19,71	6.458	904
831,5	5,72	10,45	877	303	2,89	7,56	12,46	1521	337	19,69	6.336	913
831,6	6,02	10,44	869	295	2,94	7,50	12,43	1477	316	19,66	6.188	907
831,7	5,86	10,43	879	279	3,15	7,28	12,41	1450	298	19,63	6.040	902
831,8	5,26	10,43	923	278	3,32	7,11	12,40	1487	295	19,60	5.893	896
831,9	5,17	10,42	933	271	3,44	6,98	12,39	1491	295	19,57	5.745	891
832,0	5,29	10,41	929	266	3,49	6,92	12,38	1472	286	19,54	5.597	885
832,1	2,43	10,40	1051	261	4,04	6,36	12,37	1584	280	19,52	5.670	874
832,2	0,00	10,39	1194	261	4,58	5,81	12,37	1740	291	19,50	5.743	863
832,3	2,16	10,38	1102	266	4,14	6,24	12,36	1657	291	19,49	5.815	852
832,4	2,59	10,37	1063	260	4,10	6,27	12,36	1623	293	19,47	5.888	841
832,5	1,71	10,36	1051	240	4,38	5,98	12,35	1589	292	19,45	5.961	830
832,6	2,49	10,35	1189	256	4,65	5,70	12,35	1737	292	19,43	5.978	822
832,7	2,72	10,34	1088	248	4,39	5,95	12,34	1625	288	19,41	5.995	814
832,8	3,37	10,33	1029	241	4,27	6,06	12,33	1564	292	19,39	6.011	805
832,9	3,14	10,33	957	238	4,02	6,31	12,33	1478	281	19,37	6.028	797
833,0	2,39	10,32	1007	234	4,30	6,02	12,32	1521	283	19,35	6.045	789
833,1	2,09	10,32	991	226	4,39	5,93	12,32	1494	276	19,34	6.047	778
833,2	1,19	10,31	1021	221	4,63	5,68	12,31	1531	295	19,33	6.049	767
833,3	1,68	10,30	1139	248	4,60	5,70	12,30	1741	326	19,31	6.051	755
833,4	1,29	10,29	1196	313	3,83	6,46	12,29	1835	327	19,30	6.053	744
833,5	2,32	10,28	1212	311	3,90	6,38	12,28	1854	331	19,29	6.055	733
833,6	4,30	10,28	1243	340	3,66	6,62	12,27	1940	362	19,27	5.970	709
833,7	5,23	10,27	1177	361	3,26	7,01	12,26	1925	395	19,26	5.886	685
833,8	5,65	10,26	1169	361	3,24	7,02	12,25	1919	394	19,25	5.801	660
833,9	5,98	10,25	1154	370	3,12	7,13	12,24	1918	398	19,23	5.717	636
834,0	5,76	10,24	1068	370	2,89	7,35	12,23	1829	395	19,22	5.632	612
834,1	5,64	10,23	1007	354	2,84	7,39	12,22	1780	412	19,20	5.587	615
834,2	5,60	10,21	1014	373	2,72	7,49	12,21	1784	397	19,19	5.541	617
834,3	5,40	10,21	1001	357	2,81	7,40	12,20	1738	397	19,18	5.496	620
834,4	2,82	10,19	1096	352	3,11	7,08	12,19	1821	373	19,17	5.450	622
834,5	1,86	10,18	1188	355	3,34	6,84	12,18	1933	381	19,15	5.405	625
834,6	3,69	10,18	1081	344	3,14	7,04	12,18	1809	380	19,14	5.449	685
834,7	5,41	10,17	946	324	2,92	7,25	12,17	1653	372	19,12	5.494	745
834,8	5,39	10,16	931	317	2,93	7,23	12,16	1614	365	19,11	5.538	805
834,9	5,22	10,15	953	311	3,07	7,08	12,15	1628	361	19,10	5.583	865
835,0	4,70	10,14	969	304	3,19	6,95	12,14	1627	355	19,08	5.627	925
835,1	1,36	10,13	1140	298	3,83	6,30	12,13	1781	341	19,06	5.584	916
835,2	0,81	10,12	969	273	3,55	6,57	12,12	1573	325	19,05	5.542	907
835,3	2,22	10,11	1015	269	3,77	6,34	12,11	1593	306	19,03	5.499	899
835,4	1,60	10,10	1007	256	3,92	6,18	12,10	1564	295	19,01	5.457	890
835,5	2,92	10,09	994	248	4,01	6,08	12,09	1528	286	18,99	5.414	881
835,6	2,49	10,08	1119	251	4,46	5,62	12,08	1654	284	18,98	5.458	866
835,7	2,55	10,07	1129	256	4,41	5,66	12,07	1677	290	18,96	5.502	851
835,8	2,07	10,06	1212	260	4,67	5,39	12,06	1775	299	18,95	5.546	837
835,9	3,28	10,06	992	251	3,95	6,11	12,04	1537	297	18,93	5.590	822
836,0	3,38	10,05	999	255	3,93	6,12	12,03	1552	301	18,92	5.634	807
836,1	2,96	10,05	1060	257	4,12	5,93	12,02	1608	299	18,90	5.666	795
836,2	4,05	10,04	957	251	3,81	6,23	12,01	1499	299	18,89	5.698	783
836,3	4,24	10,03	912	240	3,80	6,23	12,01	1437	290	18,87	5.731	770
836,4	2,02	10,02	987	241	4,10	5,92	12,00	1513	288	18,86	5.763	758
836,5	2,61	10,02	947	243	3,90	6,12	12,00	1475	289	18,84	5.795	746
836,6	3,29	10,01	888	234	3,80	6,21	11,99	1400	282	18,83	5.819	731
836,7	2,89	10,00	895	233	3,84	6,16	11,99	1412	283	18,82	5.843	716
836,8	2,54	9,99	920	236	3,90	6,09	11,98	1453	293	18,81	5.866	701
836,9	2,78	9,98	896	236	3,80	6,18	11,98	1457	305	18,79	5.890	686
837,0	1,98	9,97	925	285	3,24	6,73	11,97	1515	305	18,78	5.914	671
837,1	1,69	9,96	1011	293	3,46	6,50	11,96	1616	313	18,76	5.685	652
837,2	1,21	9,96	1082	294	3,68	6,28	11,95	1688	314	18,74	5.455	634
837,3	2,73	9,95	1183	302	3,92	6,03	11,94	1799	317	18,72	5.226	615
837,4	0,54	9,95	1426	321	4,45	5,50	11,92	2072	336	18,70	4.996	596
837,5	2,40	9,94	1320	349	3,79	6,15	11,90	2021	366	18,69	5.230	675
837,6	3,88	9,93	1156	341	3,39	6,54	11,88	1840	372	18,69	5.755	708
837,7	4,49	9,92	1099	323	3,40	6,52	11,87	1748	357	18,69	6.280	741
837,8	3,02	9,91	1064	333	3,20	6,71	11,86	1733	356	18,68	6.805	773
837,9	5,30	9,90	1035	332	3,12	6,78	11,85	1708	357	18,68	7.330	806
838,0	2,95	9,89	1035	332	3,11	6,78	11,83	1698	362	18,68	7.855	839
838,1	5,02	9,88	1004	313	3,20	6,68	11,82	1650	352	18,67	7.582	821
838,2	2,09	9,87	980	318	3,08	6,79	11,81	1616	350	18,65	7.310	803
838,3	5,29	9,86	985	312	3,16	6,70	11,80	1620	346	18,64	7.037	785
838,4	5,00	9,85	1013	320	3,16	6,69	11,79	1661	345	18,62	6.765	767
838,5	4,57	9,84	1030	315	3,27	6,57	11,78	1663	335	18,61	6.492	749
838,6	4,75	9,83	992	303	3,27	6,56	11,77	1599	321	18,60	6.470	753
838,7	5,19	9,82	977	298	3,28	6,54	11,76	1575	317	18,60	6.448	757
838,8	5,42	9,81	1000	295	3,39	6,42	11,75	1585	309	18,59	6.427	762
838,9	1,40	9,79	986	284	3,47	6,32	11,74	1558	303	18,58	6.405	766

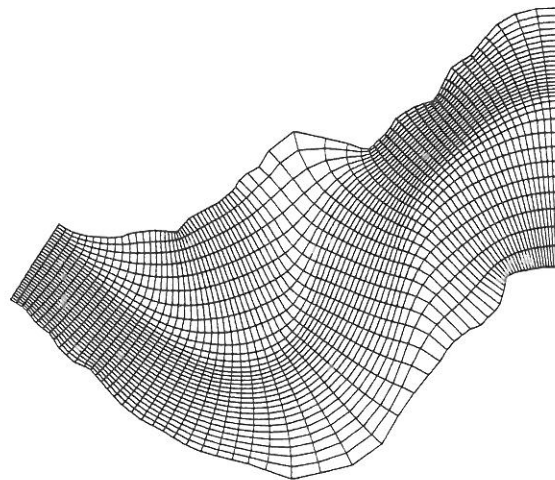
Tabellarische Zusammenstellung der Querschnittsdaten

Station	Talweg	GIW 92					AMW 90			HW 88		
		GIW92	A	b	h	mittlere Sohlenlage	AMW90	A	b	HW88	A	b
[km]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m²]	[m]	[m+NN]	[m²]	[m]
839,0	4,33	9,77	1016	279	3,64	6,13	11,73	1583	298	18,58	6.383	770
839,1	3,21	9,76	1057	274	3,86	5,90	11,72	1609	297	18,57	6.392	798
839,2	4,37	9,75	1070	272	3,93	5,82	11,71	1617	287	18,56	6.400	826
839,3	4,53	9,74	1097	274	4,00	5,74	11,70	1649	289	18,55	6.409	853
839,4	4,75	9,73	1105	282	3,92	5,81	11,69	1672	297	18,54	6.417	881
839,5	4,99	9,72	1099	289	3,81	5,91	11,68	1678	302	18,53	6.426	909
839,6	4,81	9,72	1095	304	3,60	6,12	11,67	1703	319	18,52	6.368	892
839,7	4,95	9,71	1032	317	3,26	6,45	11,66	1668	336	18,51	6.310	874
839,8	3,15	9,71	966	329	2,94	6,77	11,66	1670	378	18,50	6.253	857
839,9	3,84	9,70	959	278	3,45	6,25	11,65	1515	292	18,50	6.195	839
840,0	1,09	9,70	983	294	3,35	6,35	11,65	1668	384	18,49	6.137	822
840,1	2,17	9,69	942	293	3,22	6,47	11,64	1576	338	18,47	6.118	829
840,2	3,70	9,69	1045	294	3,56	6,13	11,64	1636	313	18,46	6.099	836
840,3	2,08	9,68	1104	279	3,96	5,72	11,63	1667	298	18,44	6.081	844
840,4	3,60	9,68	1110	272	4,09	5,59	11,63	1658	291	18,43	6.062	851
840,5	3,47	9,68	1112	268	4,16	5,52	11,62	1646	283	18,41	6.043	858
840,6	3,63	9,67	1123	275	4,08	5,59	11,62	1679	295	18,40	6.149	842
840,7	3,54	9,67	1179	290	4,07	5,60	11,61	1754	304	18,39	6.254	825
840,8	3,71	9,66	1048	274	3,82	5,84	11,61	1602	294	18,38	6.360	809
840,9	3,67	9,65	1043	273	3,82	5,83	11,60	1595	293	18,37	6.465	792
841,0	3,81	9,64	1018	278	3,66	5,98	11,59	1579	297	18,36	6.571	776
841,1	3,79	9,63	979	274	3,57	6,06	11,58	1532	293	18,34	6.524	797
841,2	3,73	9,62	1026	275	3,73	5,89	11,57	1582	295	18,33	6.478	818
841,3	3,13	9,61	1053	281	3,74	5,87	11,55	1618	301	18,32	6.431	840
841,4	4,21	9,60	970	269	3,61	5,99	11,54	1510	288	18,30	6.385	861
841,5	4,04	9,59	972	279	3,49	6,10	11,53	1531	298	18,29	6.338	882
841,6	4,40	9,59	1056	302	3,49	6,10	11,52	1658	322	18,28	6.398	875
841,7	2,46	9,58	1066	309	3,45	6,13	11,51	1682	329	18,27	6.457	868
841,8	4,39	9,56	1020	313	3,26	6,30	11,50	1647	333	18,26	6.517	861
841,9	4,23	9,55	1002	318	3,15	6,40	11,49	1632	332	18,25	6.576	854
842,0	3,24	9,54	1037	326	3,18	6,36	11,47	1680	338	18,24	6.636	847
842,1	1,96	9,53	1025	304	3,38	6,15	11,46	1627	318	18,23	6.678	858
842,2	1,46	9,52	1081	298	3,62	5,90	11,45	1671	313	18,22	6.720	868
842,3	0,87	9,51	1074	293	3,67	5,84	11,44	1653	307	18,21	6.761	879
842,4	1,65	9,51	1098	291	3,78	5,73	11,44	1673	305	18,19	6.803	889
842,5	1,15	9,50	1116	288	3,87	5,63	11,43	1686	303	18,18	6.845	900
842,6	1,25	9,50	1141	284	4,02	5,48	11,43	1703	299	18,17	6.855	921
842,7	1,77	9,50	1187	281	4,22	5,28	11,42	1739	293	18,16	6.866	941
842,8	1,80	9,49	1194	274	4,36	5,13	11,42	1738	290	18,15	6.876	962
842,9	2,41	9,49	1316	286	4,60	4,89	11,41	1879	300	18,14	6.887	982
843,0	3,40	9,49	1237	290	4,27	5,22	11,41	1808	304	18,12	6.897	1.003
843,1	4,04	9,48	1151	281	4,09	5,39	11,40	1710	303	18,10	6.707	965
843,2	2,53	9,48	1234	285	4,33	5,15	11,40	1797	305	18,08	6.517	928
843,3	3,14	9,48	1245	288	4,32	5,16	11,39	1811	315	18,06	6.328	890
843,4	3,63	9,47	1187	283	4,20	5,27	11,39	1749	304	18,04	6.138	853
843,5	3,97	9,47	1190	287	4,15	5,32	11,38	1756	306	18,02	5.948	815
843,6	4,17	9,46	1165	292	3,99	5,47	11,38	1744	311	18,01	6.023	826
843,7	4,25	9,46	1187	297	3,99	5,47	11,37	1776	318	18,00	6.098	837
843,8	4,47	9,45	1164	298	3,91	5,54	11,37	1754	317	17,99	6.172	849
843,9	4,75	9,45	1151	296	3,89	5,56	11,36	1735	315	17,98	6.247	860
844,0	4,98	9,44	1165	322	3,62	5,82	11,36	1816	354	17,97	6.322	871
844,1	4,85	9,43	1145	323	3,54	5,89	11,35	1794	353	17,96	6.434	879
844,2	4,92	9,42	1142	351	3,25	6,17	11,35	1842	371	17,95	6.546	887
844,3	5,01	9,42	1135	338	3,35	6,07	11,34	1820	381	17,94	6.657	896
844,4	5,11	9,41	1121	329	3,41	6,00	11,33	1771	347	17,93	6.769	904
844,5	4,75	9,41	1094	312	3,50	5,91	11,32	1706	327	17,93	6.881	912
844,6	5,23	9,40	1051	316	3,33	6,07	11,31	1672	333	17,90	6.352	836
844,7	5,29	9,40	1089	327	3,33	6,07	11,30	1724	341	17,87	5.822	760
844,8	4,59	9,39	1101	324	3,40	5,99	11,29	1733	340	17,86	5.876	815
844,9	2,84	9,39	1302	334	3,90	5,49	11,29	1946	344	17,85	5.931	871
845,0	3,22	9,38	1260	324	3,89	5,49	11,28	1885	334	17,85	5.985	926

Darstellung 2: Hochwasserberechnung mittels WAQUA



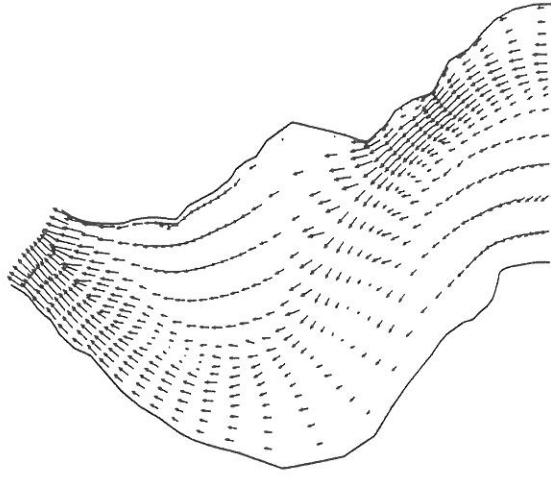
Darstellung 2.a: Übersicht



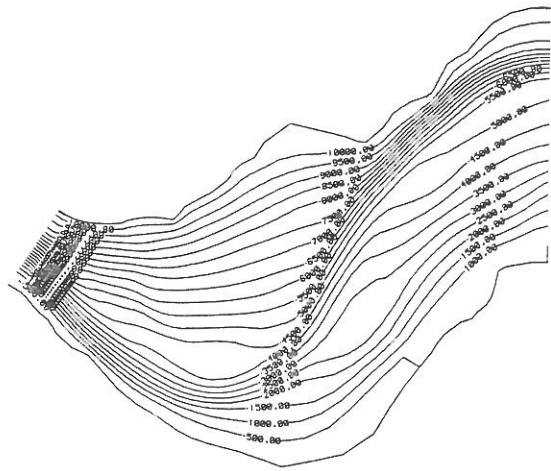
Darstellung 2.b: Rasterschematisierung



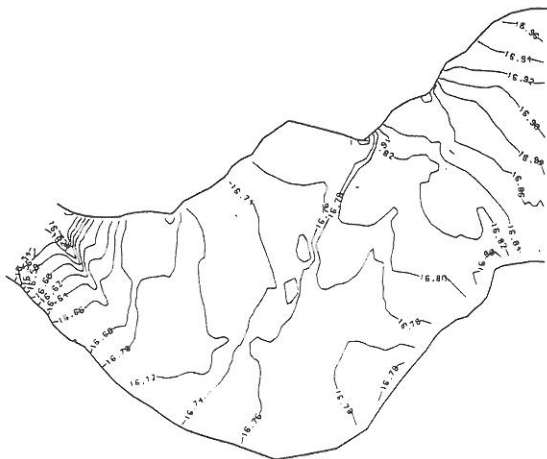
Darstellung 2.c: Höhenlage



Darstellung 2.d: Geschwindigkeitsvektoren

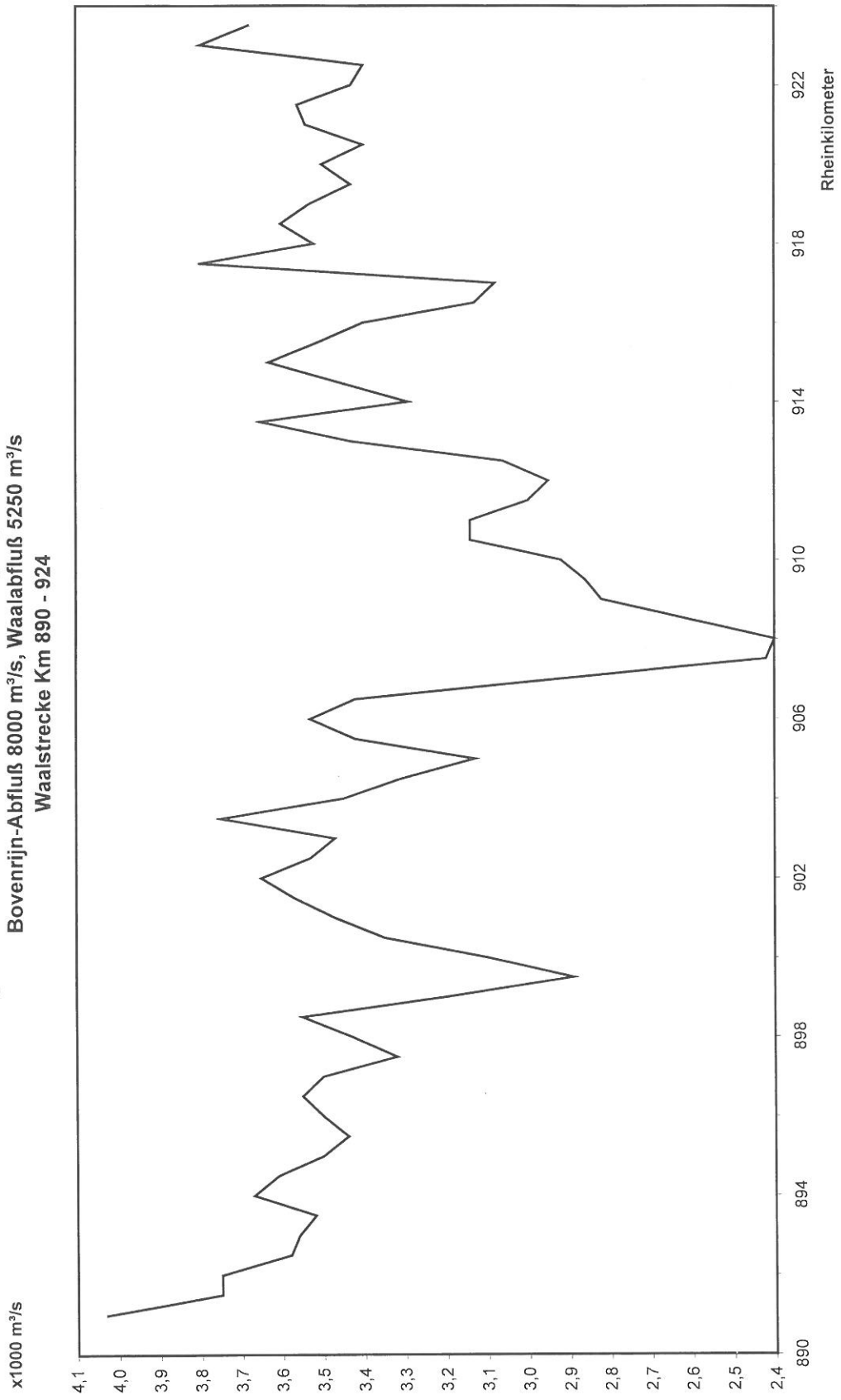


Darstellung 2.f: Strombahnen

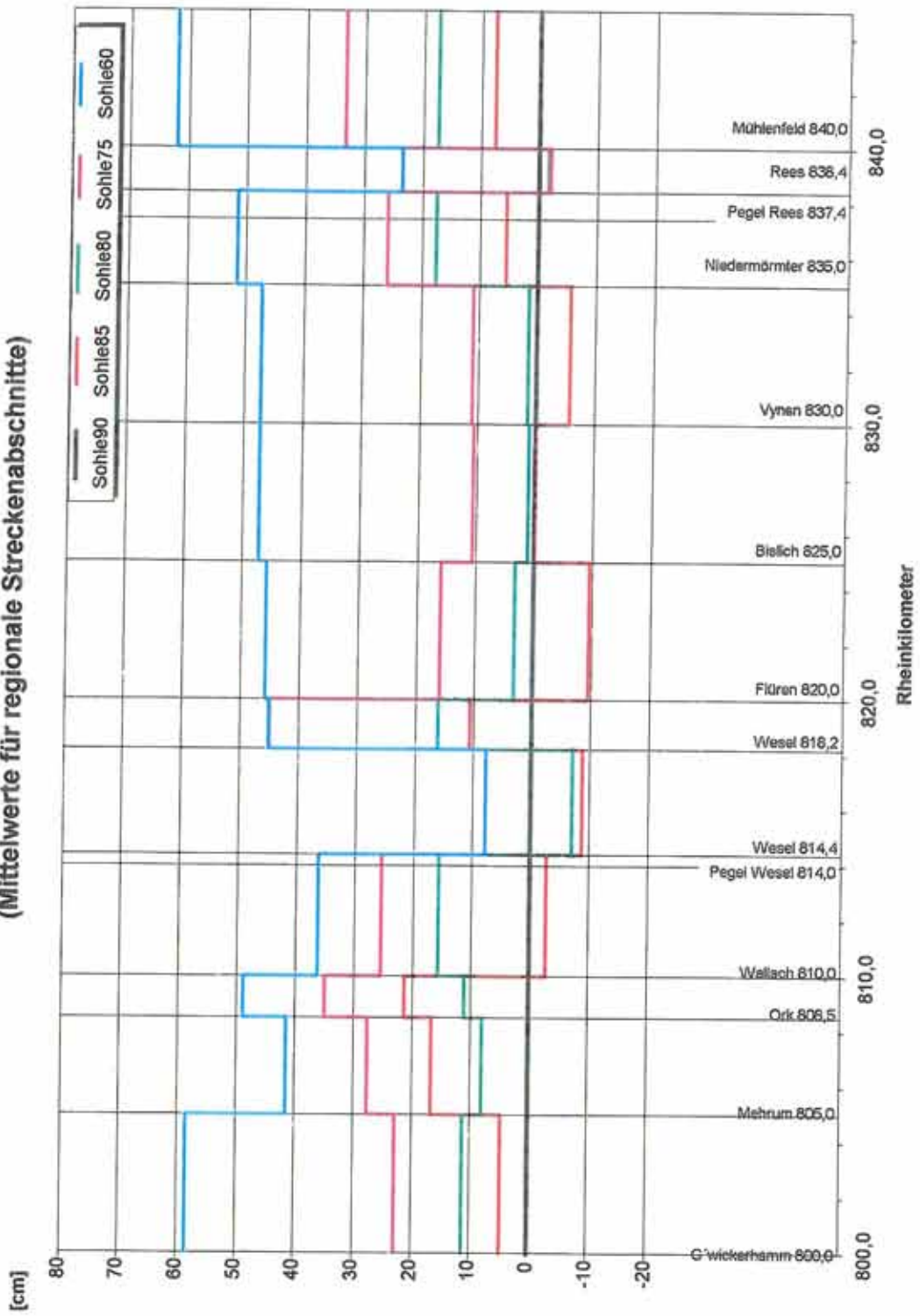


Darstellung 2.e: Piezometrische Ebene

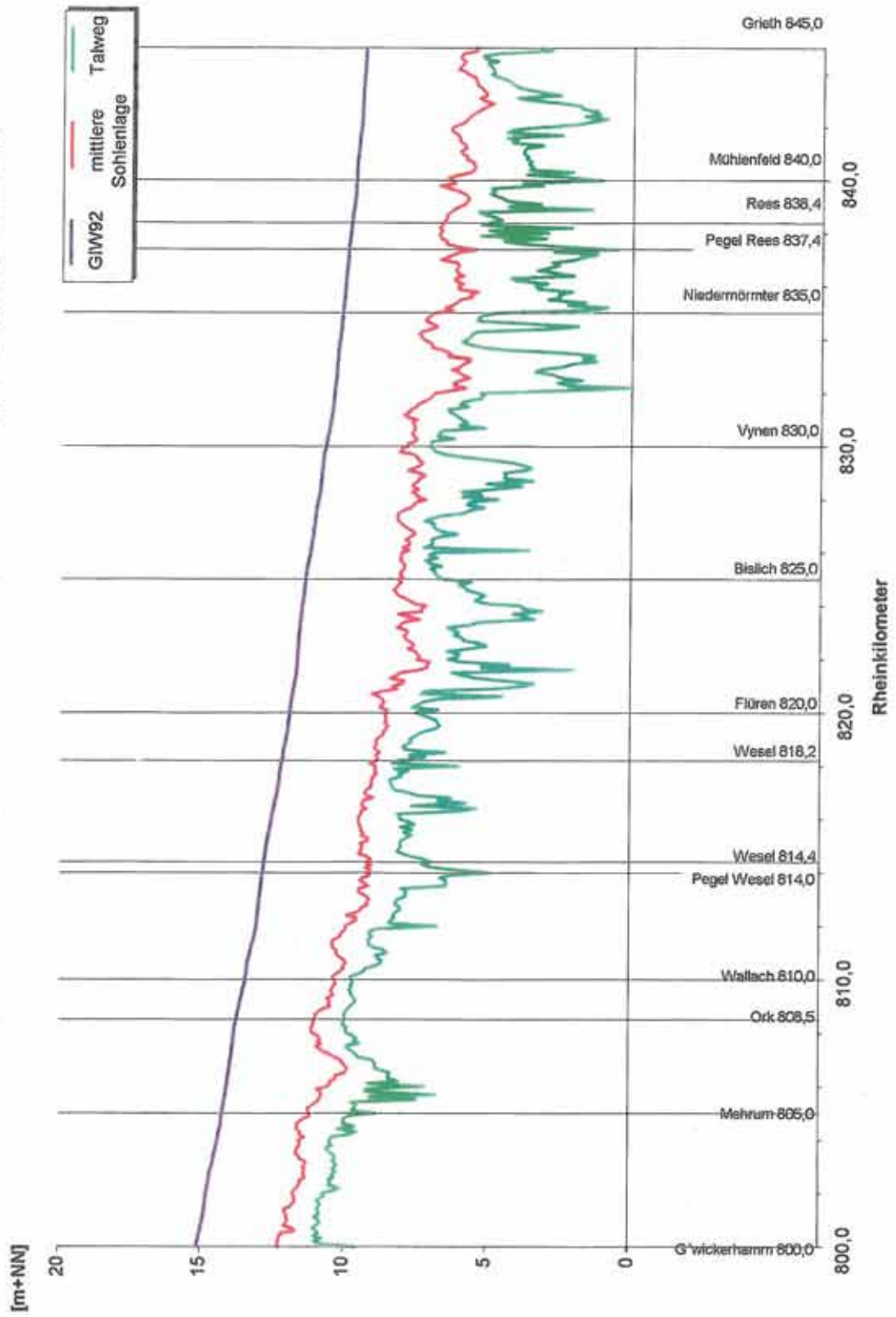
Niedrigwasserbettabfluß zwischen Streichlinien während des Hochwassers 1982
Ergebnis des 2-dimensionalen Wasserbewegungsmodells WAQUA
Bovenrijn-Abfluß 8000 m³/s, Waalabfluß 5250 m³/s
Waalstrecke Km 890 - 924



Änderung der mittleren Sohlenlage aus Querprofilen
(Mittelwerte für regionale Streckenabschnitte)



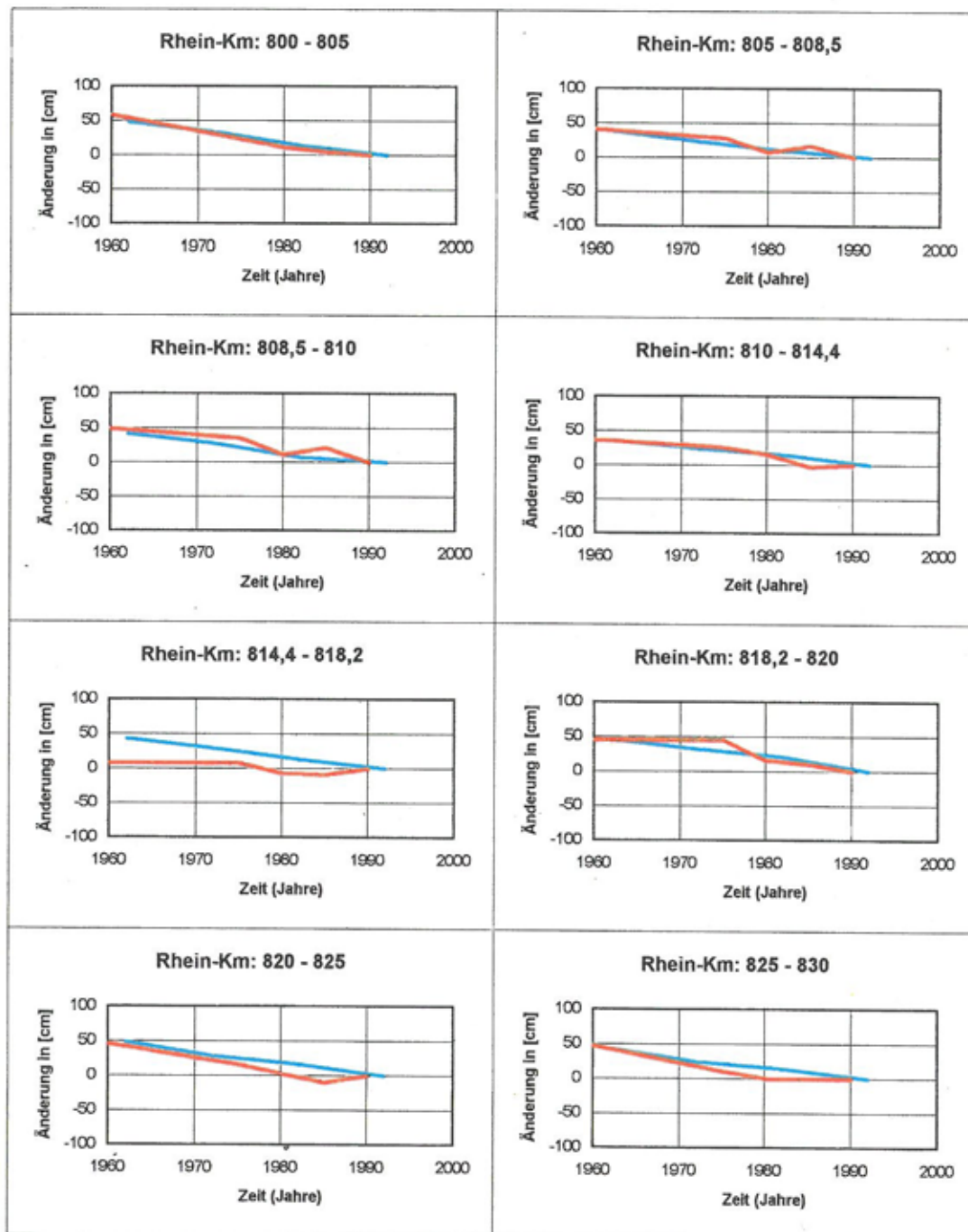
Wasserspiegelline bei GIW92, mittlere Sohlenlage und Talweg im Gewässerbett 1990



Anlage 6.3 Blatt 1

Änderung der mittleren Sohlenlage und Vergleich mit der Entwicklung der Wasserspiegel längs des Rheins ab 1960

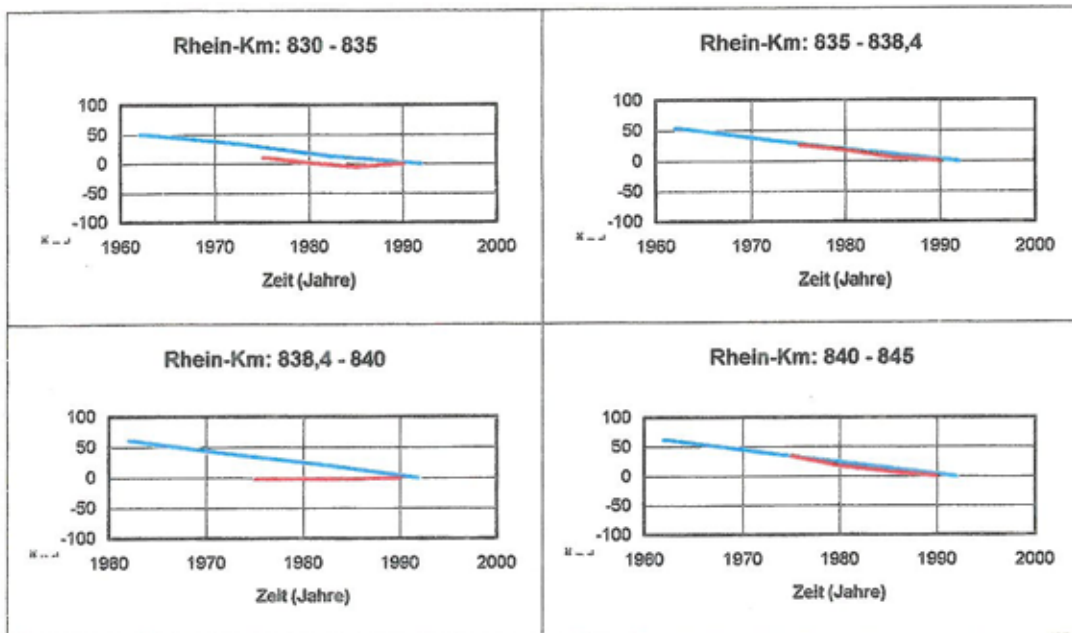
- mittlere Sohlenlage
- mittlere Wasserspiegellage



Anlage 6.3 Blatt 2

Änderung der mittleren Sohlenlage und Vergleich mit der Entwicklung der
Wasserspiegel längs des Rheins ab 1960

- mittlere Sohlenlage
- mittlere Wasserspiegellage



Künstliche Eingriffe in das Geschieberegime

Datenblatt / / 19....
 (Regionalabschnitt Nr./lfd. Nr./Jahr)

Definition:

Unter den künstlichen Eingriffen in das Geschieberegime des Rheins wird alles Tätigwerden des Menschen am Strom durch Baggerungen, Verklappungen, Baumaßnahmen und ähnliches (z.B. den Bergbau) verstanden, soweit sie den Geschiebehaushalt beeinflussen können. Es fallen darunter alle Maßnahmen mit mehr als 500 m³/Volumen im gesamten abflußwirksamen Bereich des Hochwasserabflußquerschnittes.

Bauherr	.....	WSV, Name der Hafenverwaltung o.ä.
Ortslage	.....
Rhein-km	....., ..... bis,	bei Grenzüberschreitung von Regionalabschnitten besonderes Datenblatt
Lage im Strom	Fahrrinne (), Ufer ()	Überwiegendes ankreuzen!
	Fahrwasser (), Vorland ()	
	Buhnenfeld ()	
	rechtsrheinisch ()	
	linksrheinisch ()	Überwiegendes ankreuzen!
	in Strommitte ()	
	Nebenstromarm ()	
Ausführungszeit	..... / 19.... bis / 19....	Monat/Jahr, für jedes Jahr gesondert Dateneingabeblatt
Art der Maßnahme	Baggerung, Entnahme ()	Zutreffendes ankreuzen!
	Verklappung, Zugabe ()	Für Baggerung, Zugabe und sonst. Baumaßnahme getrennte Datenblätter ausfüllen!
	sonstige Baumaßnahme ()	
Zweck der Maßnahme	.....	Fehlstellenbeseitigung, Geschiebezugabe, Uferbau, Sohlenaufhöhung, Buhnenbau, Längswerksbau
Materialart	Ton/Schluff (), Sand ()	
	Kies (), Steine ()	
	gebrochenes Feinmaterial ()	
	Schlacke ()	
Volumenänderung	..... cbm	Angabe mit Vorzeichen: – bei Zugabe positiv, entspr. Anlandung – bei Abtrag negativ, entspr. Erosion Tonnen umgerechnet mit 1,8 t/m ³ , bei Buhnenfeldern z.B. Produkt aus abflußwirksamen Verbau und Länge in Stromrichtung, bei Verklappung kein Ton/Schluff
– davon abflußwirksam unter GIW92.	..... cbm	

Unterbringung der Entnahme bzw. Ursprung der Zugabe:

– Volumen	..... cbm	..... cbm
– Rhein-km	....., ... bis ....., ...	....., ... bis, ...
– Datenblatt.	..... / ..... / 19....	..... / ..... / 19....

Besondere Hinweise z.B. Änderung der abflußwirksamen Breite

Aufgestellt:
 Unterschrift

....., am

Anlage 7.2 Zusammenstellung der künstlichen Eingriffe in das Geschieberegime des Rheins.

Zeitraum: 01.01.65 - 31.12.69

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reg.-Abschn. Lfd. Nr. Rhein-km	Baustelle [Rhein-km]	Lage im Strom	Zeitraum	Material	Baggerung Entnahme (-) [m³]	Verklappung Zugaben (+) [m³]	von bzw. nach [Rhein-km]	andere Baumaßnahmen, Bergsenkungen, Sonstiges	Entnahmen (-) Zugang (+) [m³]	Volumen- bilanz [m³]	Bemerkungen, Arbeiten anderer als Schiffahrtsverwaltung, Änderung der wirksamen Breite u.ä.
108 800,0 – 805,0											
109 805,0 – 808,5											
110 808,5 – 810,0											
811 810,0 – 814,4											
812 814,4 – 818,2											
813 818,2 – 820,0											
814 820,0 – 825,0											
815 825,0 – 830,0											
816 830,0 – 835,0											
817 835,0 – 838,4											
818 838,4 – 840,0											
819 840,0 – 845,0											

Abkürzungen Spalte 3:

FR = Fahrinne
Fw = Fahrwasser
U = Ufer
V = Vorland

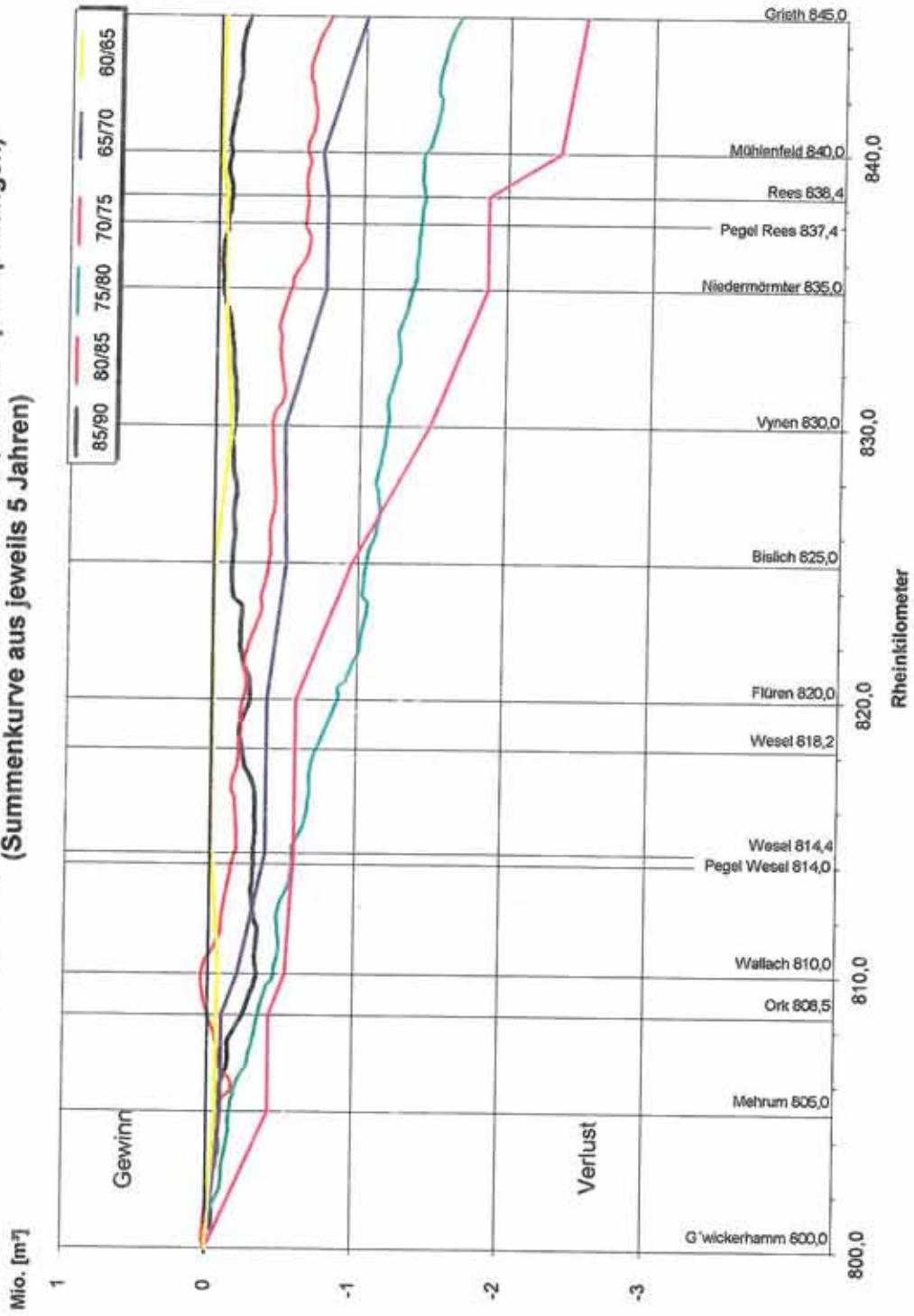
Abkürzungen Spalte 5:

K = Kies
Sd = Sand
Su = Schluff
T = Ton

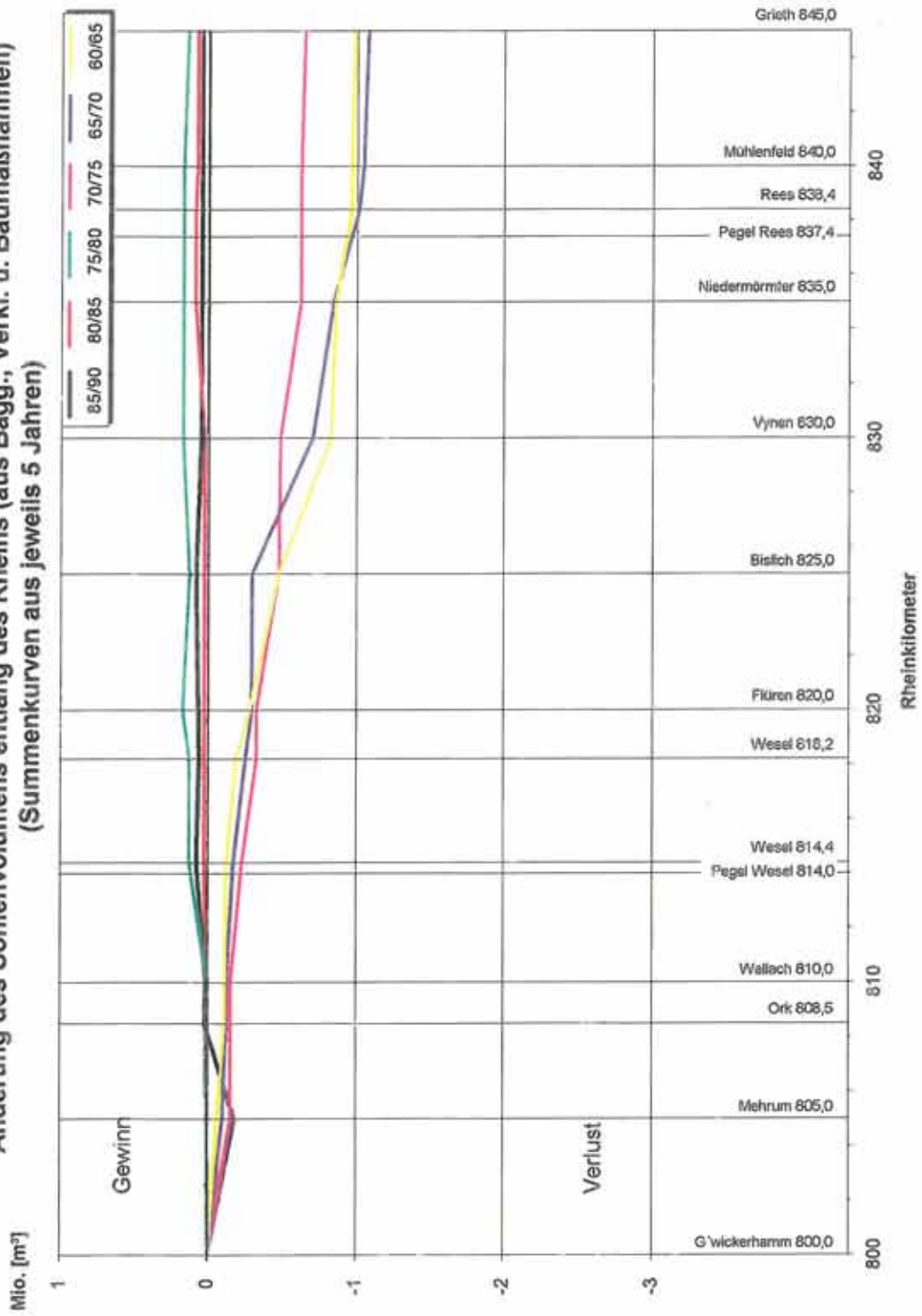
St = stein. Material
G = gebr. Material
Sch = Schüttst.

r = rechtsrheinisch
l = linksrheinisch
z.B. = FR/r, Fw/l

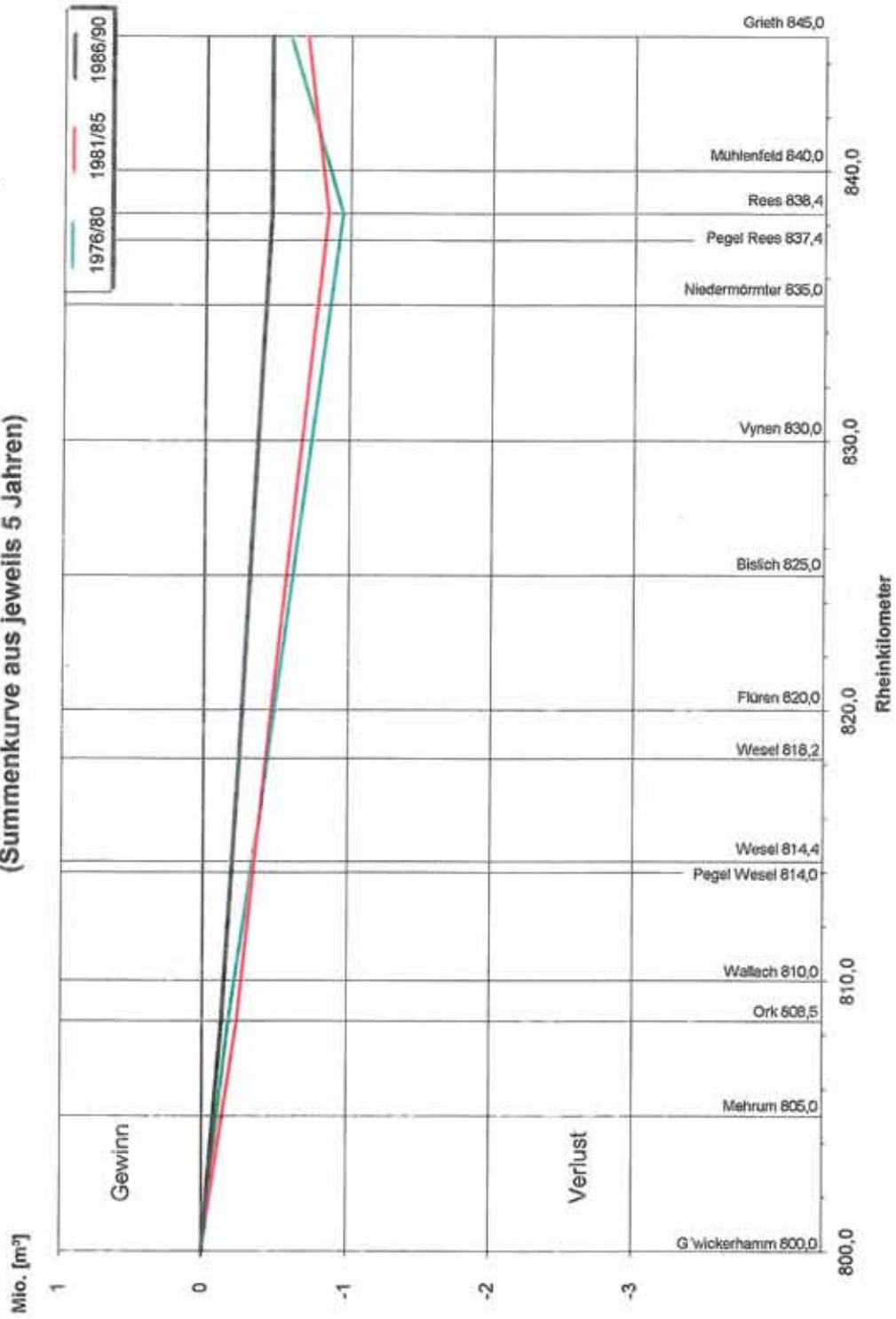
Änderung des Sohlenvolumens entlang des Rheins (aus Querprofilpeilungen)
(Summenkurve aus jeweils 5 Jahren)



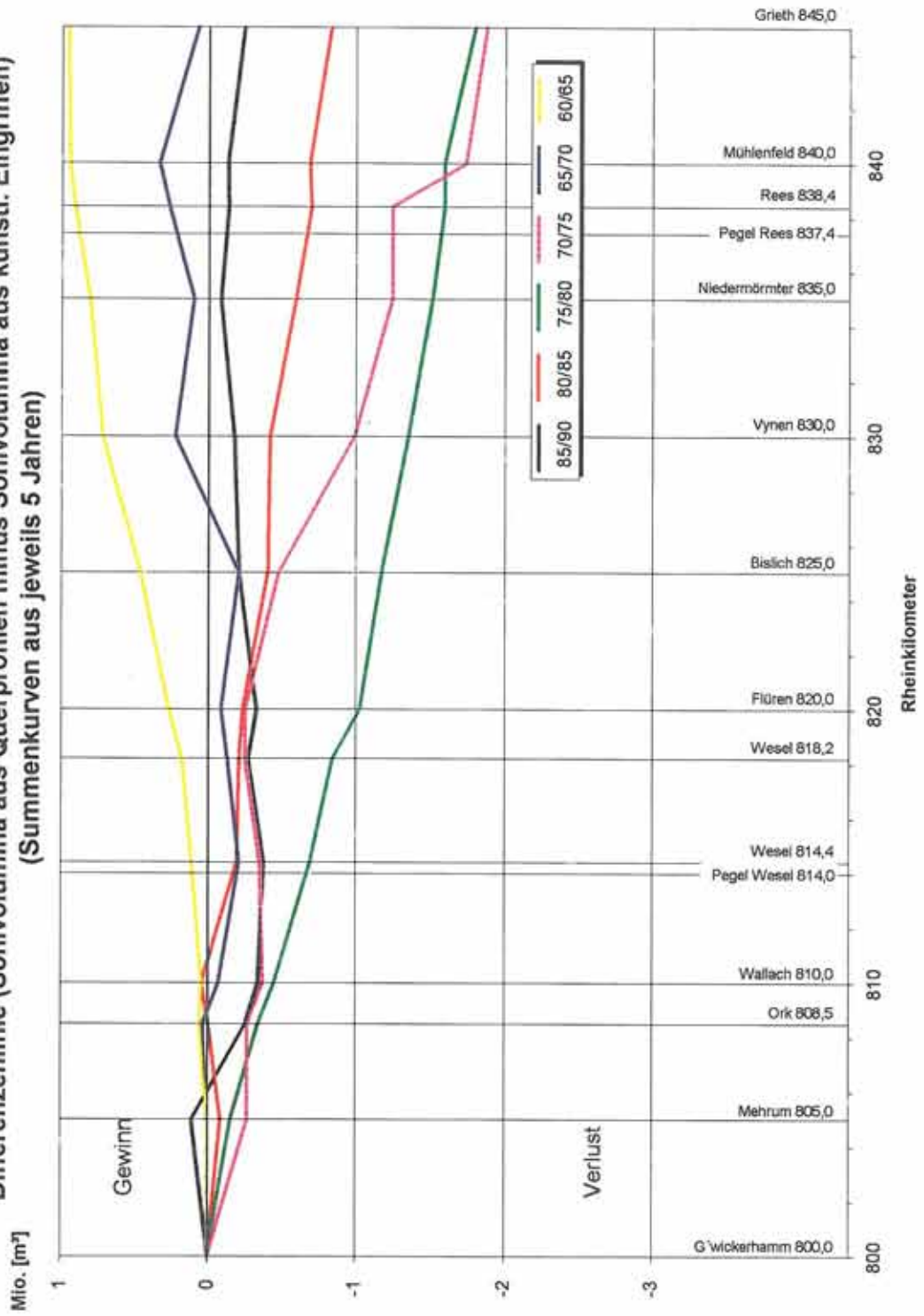
Änderung des Sohlenvolumens entlang des Rheins (aus Bagg., Verkl. u. Baumaßnahmen)
(Summenkurven aus jeweils 5 Jahren)



Änderung des Sohlenvolumens entlang des Rheins (aus Feststoffbilanzen)
(Summenkurve aus jeweils 5 Jahren)



**Differenzienlinie (Sohlvolumina aus Querprofilen minus Sohlvolumina aus künstl. Eingriffen)
(Summenkurven aus jeweils 5 Jahren)**



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

Berichte der KHR

Rapports de la CHR

- I-1 GREBNER, D. (1982): Objektive quantitative Niederschlagsvorhersagen im Rheingebiet. Stand 1982 (nicht mehr lieferbar) / Prévisions objectives et quantitatives des précipitations dans le bassin du Rhin. Etat de la question en 1982 (édition épuisée)
- I-2 GERHARD, H.; MADE, J.W. VAN DER; REIFF, J.; VREES, L.P.M. DE (1983): Die Trocken- und Niedrigwasserperiode 1976. (2. Auflage 1985) / La sécheresse et les basses eaux de 1976 (2ème édition, 1985). ISBN 90-70980-01-0
- I-3 HOFIUS, K. (1985): Hydrologische Untersuchungsgebiete im Rheingebiet / Bassins de recherches hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-02-9
- I-4 BUCK, W.; KIPGEN, R.; MADE, J.W. VAN DER; MONTMOLLIN, F. DE; ZETTL, H.; ZUMSTEIN, J.F. (1986): Berechnung von Hoch- und Niedrigwasserwahrscheinlichkeit im Rheingebiet / Estimation des probabilités de crues et d'étiages dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-03-7
- I-5 TEUBER, W.; VERAART, A.J. (1986): Abflußermittlung am Rhein im deutsch-niederländischen Grenzbereich / La détermination des débits du Rhin dans la région frontalière germano-hollandaise. ISBN 90-70980-04-5
- I-6 TEUBER, W. (1987): Einfluß der Kalibrierung hydrometrischer Meßflügel auf die Unsicherheit der Abflußermittlung. Ergebnisse eines Ringversuchs / Influence de l'étalonnage des moulinets hydrométriques sur l'incertitude des déterminations de débits. Résultats d'une étude comparative. ISBN 90-70980-05-3
- I-7 MENDEL, H.-G. (1988): Beschreibung hydrologischer Vorhersagemodelle im Rheineinzugsgebiet / Description de modèles de prévision hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-06-1
- I-8 ENGEL, H.; SCHREIBER, H.; SPREAFICO, M.; TEUBER, W.; ZUMSTEIN, J.F. (1990): Abflußermittlung im Rheingebiet im Bereich der Landesgrenzen / Détermination des débits dans les régions frontalières du bassin du Rhin. ISBN 90-70980-10-x
- I-9 CHR/KHR (1990): Das Hochwasser 1988 im Rheingebiet / La crue de 1988 dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-11-8
- I-10 NIPPES, K.-R. (1991): Bibliographie des Rheingebietes / Bibliographie du bassin du Rhin. ISBN 90-70980-13-4
- I-11 BUCK, W.; FELKEL, K.; GERHARD, H.; KALWEIT, H.; MALDE, J. VAN; NIPPES, K.-R.; PLOEGER, B.; SCHMITZ, W. (1993): Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen – Ausbau, Schiffahrt, Wasserwirtschaft / Le Rhin sous l'influence de l'homme – Aménagement, navigation, gestion des eaux. ISBN 90-70980-17-7
- I-12 SPREAFICO, M.; MAZIJK, A. VAN (Red.) (1993): Alarmmodell Rhein. Ein Modell für die operationelle Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein. ISBN 90-70980-18-5
- I-13 SPREAFICO, M.; MAZIJK, A. VAN (réd.) (1997): Modèle d'alerte pour le Rhin. Un modèle pour la prévision opérationnelle de la propagation de produits nocifs dans le Rhin. ISBN 90-70980-23-1
- I-14 EMMENEGGER, CH. et al. (1997): 25 Jahre KHR. Kolloquium aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der KHR / 25 ans de la CHR. Colloque à l'occasion du 25e anniversaire de la CHR. ISBN 90-70980-24-x
- I-15 ENGEL, H. (1997): Fortschreibung der Monographie des Rheingebietes für die Zeit 1971-1990 / Actualisation de la Monographie du Bassin du Rhin pour la période 1971-1990. ISBN 90-70980-25-8
- I-16 GRABS, W. (ed.) (1997): Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin. ISBN 90-70980-26-6
- I-17 ENGEL, H. (1999): Eine Hochwasserperiode im Rheingebiet. Extremereignisse zwischen Dez. 1993 und Febr. 1995. ISBN 90-70980-28-2
- Katalog/Catalogue 1 SPROKKEREEF, E. (1989): Verzeichnis der für internationale Organisationen wichtigen Meßstellen im Rheingebiet / Tableau de stations de mesure importantes pour les organismes internationaux dans le bassin du Rhin. ISBN 90-70980-08-8

- II-1 MADE, J.W. VAN DER (1982): Quantitative Analyse der Abflüsse (nicht mehr lieferbar) / Analyse quantitative des débits (édition épuisée)
- II-2 GRIFFIOEN, P.S. (1989): Alarmmodell für den Rhein / Modèle d'alerte pour le Rhin. ISBN 90-70980-07-x
- II-3 SCHRÖDER, U. (1990): Die Hochwasser an Rhein und Mosel im April und Mai 1983 / Les crues sur les bassins du Rhin et de la Moselle en avril et mai 1983. ISBN 90-70980-09-6
- II-4 MAZIJK, A. VAN; VERWOERDT, P.; MIERLO, J. VAN; BREMICKER, M.; WIESNER, H. (1991): Rheinalarmmodell Version 2.0 – Kalibrierung und Verifikation / Modèle d'alerte pour le Rhin version 2.0 – Calibration et vérification. ISBN 90-70980-12-6
- II-5 MADE, J.W. VAN DER (1991): Kosten-Nutzen-Analyse für den Entwurf hydrometrischer Meßnetze / Analyse des coûts et des bénéfices pour le projet d'un réseau hydrométrique. ISBN 90-70980-14-2
- II-6 CHR/KHR (1992): Contributions to the European workshop Ecological Rehabilitation of Floodplains, Arnhem, The Netherlands, 22-24 September 1992. ISBN 90-70980-15-0
- II-7 NEMEC, J. (1993): Comparison and selection of existing hydrological models for the simulation of the dynamic water balance processes in basins of different sizes and on different scales. ISBN 90-70980-16-9
- II-8 MENDEL, H.-G. (1993): Verteilungsfunktionen in der Hydrologie. ISBN 90-70980-19-3
- II-9 WITTE, W.; KRAHE, P.; LIEBSCHER, H.-J. (1995): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. ISBN 90-70980-20-7
- II-10 WILDENHAHN, E.; KLAHOLZ, U. (1996): Große Speicherseen im Einzugsgebiet des Rheins. ISBN 90-70980-21-5
- II-11 SPREAFICO, M.; LEHMANN, C.; SCHEMMER, H.; BURGDORFFER, M.; KOS, T.L. (1996): Feststoffbeobachtung im Rhein, Beschreibung der Messgeräte und Messmethoden. ISBN 90-70980-22-3
- II-12 SCHÄDLER, B. (Red.) (1997): Bestandsaufnahme der Meldesysteme und Vorschläge zur Verbesserung der Hochwasservorhersage im Rheingebiet. Schlussbericht der IKSAR-Arbeitsseinheit 'Meldesysteme / Hochwasservorhersage' – Projektgruppe 'Aktionsplan Hochwasser' / Annonce et prévision des crues dans le bassin du Rhin. Etat actuel et propositions d'amélioration. Rapport final de l'unité de travail 'Systèmes d'annonce / prévision des crues' – Groupe de projet 'Plan d'action contre les inondations'. ISBN 90-70980-27-4
- II-13 DRÖGE, B.; HENOCH, H.; KELBER, W. ; MAHR, U.; SWANENBERG, T.; THIELEMANN, T.; THURM, U. (1999): Entwicklung eines Längsprofils des Rheins. Bericht für die Musterstrecke von Rhein-km 800 – 845. Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport im Rhein' Projekt 3. ISBN 90-70980-29-0
- II-14 MAZIJK, A. VAN; LEIBUNDGUT, CH.; NEFF, H.-P. (1999): Rhein-Alarm-Modell Version 2.1. Erweiterung um die Kalibrierung von Aare und Mosel. Kalibrierungsergebnisse von Aare und Mosel aufgrund der Markerversuche 05/92, 11/92 und 03/94. ISBN 90-70980-30-4
- II-15 KWADIJK, J.; DEURSEN, W. VAN (1999): Development and testing of a GIS based water balance model for the Rhine drainage basin. ISBN 90-70980-31-2

Einige Informationen über die:

INTERNATIONALE KOMMISSION FÜR DIE HYDROLOGIE DES RHEINGEBIETES (KHR)

Gründung

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

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

1978 Unterstützung der Arbeiten der Kommission durch Austausch einer Verbal-Note zwischen den mitarbeitenden Ländern.

Aufgaben

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

Mitarbeitende Länder

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

Arbeitssprachen

Deutsch und Französisch

Organisation

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

Quelques informations sur la:

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

Institution

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

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

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

Tâches

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

Pays participants

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

Langues de travail

allemand et français

Organisation

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

Auswahl der laufenden Arbeiten

‘Klimaänderungen’

- Entwicklung eines Wasserhaushaltsmodelles für den Rhein.
- Analyse des Einflusses von Klima- und Landnutzungsänderungen auf mittlere und extreme Abflüsse.
- Bestimmung einschränkender Maßnahmen.

‘Sediment’

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

‘GIS’

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

‘Änderungen im Abflußregime’

- Beschreibung des Einflusses der menschlichen Aktivitäten auf die Rheinabflüsse.

‘Fließzeiten’

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

‘Extreme Ereignisse’

- Beschreibung von Ursachen, Ablauf und Folgen extremer hydrologischer Ereignisse.

Fertiggestellte Arbeiten

sie Publikationsliste, Seite 71

Principaux thèmes en cours

‘Changements de climat’

- Développement d’un modèle de bilan hydrique pour le bassin du Rhin.
- Analyse de l’effet des changements de climat et de l’utilisation des sols sur les débits moyens et extrêmes.
- Déterminer des mesures pour limiter ces effets.

‘Sédiments’

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

‘SIG’

- Réalisation d’une Monographie du Rhin digitale par jonction des fichiers nationaux, thématiques, disponibles.

‘Changements dans le régime des débits’

- Description de l’impact des activités humaines sur le débit du Rhin.

‘Temps d’écoulement’

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

‘Événements extrêmes’

- Description des causes, du déroulement et des conséquences des événements hydrologiques extrêmes.

Travaux effectués

voir la liste de publications, page 71

Enige gegevens betreffende de:

INTERNATIONALE COMMISSIE VOOR DE HYDROLOGIE VAN HET RIJNGEBIED (CHR)

Oprichting

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

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

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

Taken

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

Deelnemende landen

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

Voertalen

Duits en Frans

Organisatie

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

Some information on the:

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

Foundation

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

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

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

Tasks

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

Participating countries

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

Working languages

German and French

Organization

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

Belangrijkste lopende onderzoeken

'Klimaatveranderingen'

- Ontwikkeling van een waterhuishoudkundig model voor de Rijn.
- Analyse van de invloed van klimaat- en landgebruiksveranderingen op gemiddelde en extreme afvoeren.
- Vaststellen van beperkende maatregelen.

'Sediment'

- Verbetering en standaardisering van meetmethoden voor gehalten aan zwevend materiaal en bodemtransport.
- Beschrijving van de sedimenthuishouding in de rivier.
- Kennisuitwisseling op het gebied van morfologische modellering.

'GIS'

- Vervaardiging van een digitale Monografie van de Rijn door samenvoegen van beschikbare nationale thematische gegevens.

'Veranderingen in het afvoerregime'

- Beschrijving van de invloed van menselijke activiteiten op de Rijnafvoeren.

'Stroomtijden'

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

'Extreme gebeurtenissen'

- Beschrijving van oorzaken, verloop en gevolgen van extreme hydrologische gebeurtenissen.

Afgesloten onderwerpen

zie lijst van publikaties, blz. 71

Selection of current subjects

'Climate changes'

- Development of a water management model for the Rhine.
- Analysis of the impact of climate and land use changes on average and extreme discharges
- Identification of mitigating measures.

'Sediment'

- Improvement and standardization of methods to measure suspended load and bed-load transport.
- Description of sediment characteristics of the river.
- Exchange of knowledge on morphological modelling.

'GIS'

- Realisation of a digital Monograph of the Rhine by joining available national thematic data sets.

'Changes in the discharge regime'

- Description of the impact of human activities on the Rhine discharges.

'Travel times'

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

'Extreme events'

- Description of causes, course and consequences of extreme hydrological events.

Completed projects

see list of publications, p. 71

KOLOPHON / COLOPHON

Drucker / imprimeur : Veenman drukkers, Ede

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

ISBN : 90-70980-29-0

