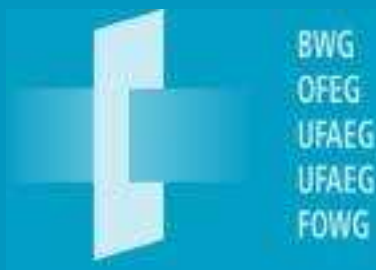


**Feststoffmessungen zum Vergleich von Messgeräten und
Messmethoden im Rhein, 10 - 12 März 1998**

Th.J.M. Kos
H. Schemmer
A. Jakob



*Bundesamt für Wasser
und Geologie Landes-
Hydrologie und -Geologie
Bern, Schweiz*



*Bundesanstalt für
Gewässerkunde
Koblenz, Deutschland*



*Rijkswaterstaat
RIZA
Lelystad, Nederland*



Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

Commission internationale de l'Hydrologie du bassin du Rhin

Feststoffmessungen zum Vergleich von Messgeräten und Messmethoden im Rhein, 10 - 12 März 1998

Th.J.M Kos, Rijkswaterstaat RIZA, Arnhem
H. Schemmer, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
A. Jakob, Landeshydrologie und -geologie, Bern



Bundesamt für Wasser
und Geologie Landes-
Hydrologie und -Geologie
Bern, Schweiz



Bundesanstalt für
Gewässerkunde
Koblenz, Deutschland



Rijkswaterstaat
RIZA
Lelystad, Nederland

Bericht Nr. I-18 der KHR
Rapport no. I-18 de la CHR

© 2000 CHR/KHR
ISBN 90-36953-54-5

Vorwort

Eine bedeutende Aufgabe der Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) ist die Vergleichbarkeit der im Rheingebiet durchgeführten hydrologischen Messungen zu ermöglichen. Nachdem in den Anfangsjahren vor allem der Homogenität der Abflussmessungen Aufmerksamkeit gewidmet wurde, hat die KHR 1989 mit dem Projekt "Sedimentmessungen und -transport im Rheingebiet" angefangen. Die Hauptzielsetzung dieses Projekts ist die Bestandsaufnahme und Bewertung der in den Rheinanliegerstaaten angewandten operationellen Methoden für Sedimentmessungen. Ein anderes wichtiges Ziel ist der Vergleich der Modelle, die zur Berechnung des Sedimenttransports zum Einsatz kommen. Auf der Grundlage dieser Ermittlungen ist die Vergleichbarkeit der in den Mitgliedstaaten durchgeführten Untersuchungen und Studien zu bewerten und gegebenenfalls die Methoden zu homogenisieren. Dazu wurden drei Arbeitsgruppen "Messgeräte", "Morphologische Modelle" und "Feststoffhaushalt" gegründet. Dieser Bericht ist ein Arbeitsergebnis der Arbeitsgruppe "Messgeräte". Er enthält die Ergebnisse von Vergleichsmessungen der unterschiedlichen Messgeräte zur Bestimmung des Schwebstoff- und Geschiebetransports. Die Schweiz, Deutschland und die Niederlande haben die Messungen im Rhein/Waal bei Pannerden in den Niederlanden durchgeführt.

Die KHR bedankt sich bei allen, die zum Endergebnis beigetragen haben, insbesondere bei den Mitarbeitern und der Besatzung an Bord der Messschiffe für ihre Mitwirkung während der Messkampagne.

Prof. Dr. M.Spreafico
Präsident der KHR

Avant-propos

Une tâche importante de la commission pour l'hydrologie du bassin versant du Rhin (CHR) consiste à assurer la comparabilité des mesures hydrologiques effectuées dans le bassin versant du Rhin. Après avoir porté, dans ses débuts, une attention particulière à l'homogénéité des mesures d'écoulement, la CHR commença en 1989 le projet «Mesure et transport des sédiments dans le bassin versant du Rhin». L'objectif principal de ce projet est d'inventorier et d'évaluer les méthodes opérationnelles de mesure de sédiments utilisées par les Etats riverains du Rhin. Un autre objectif important concerne la comparaison des modèles de calcul du transport sédimentaire. A cet égard, le but recherché est d'évaluer la comparabilité des recherches et études conduites par les Etats membres, et si nécessaire d'homogénéiser les méthodes. Trois groupes de travail ont été formés à cette fin: «Instruments de mesure», «Modèles morphologiques» et «Régime sédimentaire». Ce rapport a été élaboré par le groupe de travail «Instruments de mesure». Il présente les résultats des mesures comparatives obtenues par divers instruments pour la détermination du transport des sédiments en suspension et de fond. Ces mesures ont été effectuées par la Suisse, l'Allemagne et Les Pays-Bas dans le Rhin/Waal près de Pannerden aux Pays-Bas.

La CHR remercie tout ceux qui ont apporté une contribution à ce rapport et, en particulier, les personnes ayant effectué les mesures ainsi que les équipages à bord des navires de mesures lors de cette campagne.

Prof. Dr. M.Spreafico
Président de la CHR

Foreword

An important task of the Commission for the Hydrology of the Rhine basin (CHR) is to ensure that the hydrological measurements carried out in the Rhine basin are mutually comparable. After mainly paying attention to the homogeneity of discharge measurements in the early years, the CHR initiated the "sediment measurements and transport in the Rhine basin" project in 1989. The main target of this project is to inventorise and assess the operational methods used for sediment measurements in the Rhine riparian states.

Another important target is the comparison of the models used for the calculation of sediment transport. On this basis, the intention is to assess the comparability of studies carried out by the member states, and to make the methods more homogenous if necessary. 3 working groups were established for this purpose: "Measuring instruments", "Morphological models" and "Sediment management".

This report is a product of the "Measuring instruments" working group. It contains the results of comparison measurements of various measuring instruments for the determination of suspended and bed load transport of sediment. The measurements were carried out by Switzerland, Germany and the Netherlands in the Rhine/Waal at Pannerden in the Netherlands.

The CHR would like to thank everyone who contributed to this report and in particular the team and crew on board the measuring vessels during the measuring campaign.

Prof. Dr. M.Spreafico
Chairman of the CHR

Voorwoord

Een belangrijke taak van de commissie voor de Hydrologie van het Rijngebied (CHR) is ervoor te zorgen dat de hydrologische metingen die in het Rijngebied worden uitgevoerd vergelijkbaar zijn. Nadat in de beginjaren vooral aandacht was geschonken aan de homogeniteit van afvoermetingen, begon de CHR in 1989 met het project "sedimentmetingen en -transport in het Rijngebied". Het hoofddoel van dit project is het inventariseren en beoordelen van de in de Rijnsoeversteden gebruikte operationele methoden voor sedimentmetingen. Een ander belangrijk doel is het vergelijken van de modellen die gebruikt worden voor het berekenen van sedimenttransport. Op basis hiervan wil men de vergelijkbaarheid van de in de lidstaten uitgevoerde onderzoeken en studies beoordelen en zo nodig de methoden meer homogeen maken. Hiertoe werden de 3 werkgroepen "Meetinstrumenten", "Morfologische modellen" en "Sedimenthuishouding" gevormd. Dit rapport is een product van de werkgroep "Meetinstrumenten". Het bevat de resultaten van vergelijkingsmetingen van verschillende meetinstrumenten voor het bepalen van zwevend en bodemtransport van sediment. De metingen zijn uitgevoerd door Zwitserland, Duitsland en Nederland in de Rijn/Waal bij Pannerden in Nederland.

De CHR bedankt allen die een bijdrage aan dit rapport geleverd hebben en in het bijzonder de uitvoerders en bemanning aan boord van de meetvaartuigen tijdens de meetcampagne.

Prof. Dr. M.Spreafico
Voorzitter van de CHR

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	3
Avant-propos	3
Foreword	4
Voorwoord	4
1. Einleitung	9
2. Die Durchführung der Vergleichsmessungen	10
2.1 Das Messprogramm	10
2.2 Die Messgeräte	13
3. Ergebnisse des Messgerätevergleichs	17
3.1 Schwebstoff (gesamt)	17
3.2 Geschiebe	18
3.3 Fließgeschwindigkeit	20
4. Ergebnisse Querprofilmessungen	21
4.1 Schwebstoffmessungen	21
4.1.1 Schwebstoffverteilung in der Vertikalen mit Hilfe von Wasserproben	22
4.1.2 Schwebstoffanteil > 50 µm im untersten Meter der Vertikale	23
4.2 Geschiebemessungen	25
5. Zusammenfassung	28
ANLAGEN	29
1. Querprofile Waal Km 868.440 und Km 868.560, Messpunkten A und B	30
2. Querprofile Waal Km 868.470, Km 868.500 und Km 868.530, Messpunkte 1.0 bis einschl. 5.2	31
3. Tabellen Messergebnisse.	32
Einige Informationen über die KHR (deutsch, französisch, niederländisch und englisch)	45

1 Einleitung

Im Anfangsjahr 1990 hat die Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) die Projektgruppe "Sedimenttransport im Rhein" gegründet. Diese Projektgruppe ist entsprechend den drei Forschungsrichtungen in drei Arbeitsgruppen unterteilt. Dies sind:

Arbeitsgruppe 1: Messgeräte und Messmethoden

Arbeitsgruppe 2: Feststoffhaushalt und Flussbettentwicklung

Arbeitsgruppe 3 : Morphologische Modelle

Die Arbeitsgruppe 1 hat als erste Aufgabe eine Bestandsaufnahme der Messgeräte und Messmethoden zur Feststellung des in den unterschiedlichen Rheinanliegerstaaten angewandten Sedimenttransports durchgeführt. Die Arbeitsergebnisse dieser Untersuchung wurden im Bericht Nr. 11 der KHR "Feststoffbeobachtung im Rhein, Beschreibung der Messgeräte und Messmethoden" dargelegt.

Die zweite Aufgabe der Arbeitsgruppe 1 ist, die unterschiedlichen, in den Rheinanliegerstaaten angewandten Messgeräte und Messmethoden miteinander zu vergleichen.

Am 10. bis zum 12. März 1998 hat die Arbeitsgruppe 1 Vergleichsmessungen vorgenommen. Diese Vergleichsmessungen wurden in der Waal (Rhein) auf der Höhe von Pannerden in den Niederlanden beim Fluss-km 868,5 durchgeführt. Die an diesen Vergleichsmessungen beteiligten Länder sind die Schweiz, Deutschland und die Niederlande. In diesem KHR-Bericht werden die Ergebnisse der Vergleichsmessungen dargestellt.

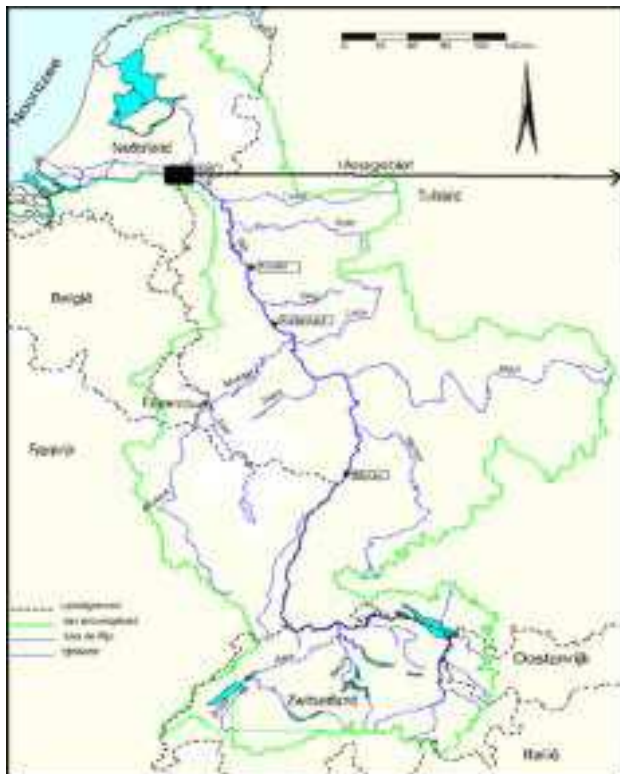


Fig. 1

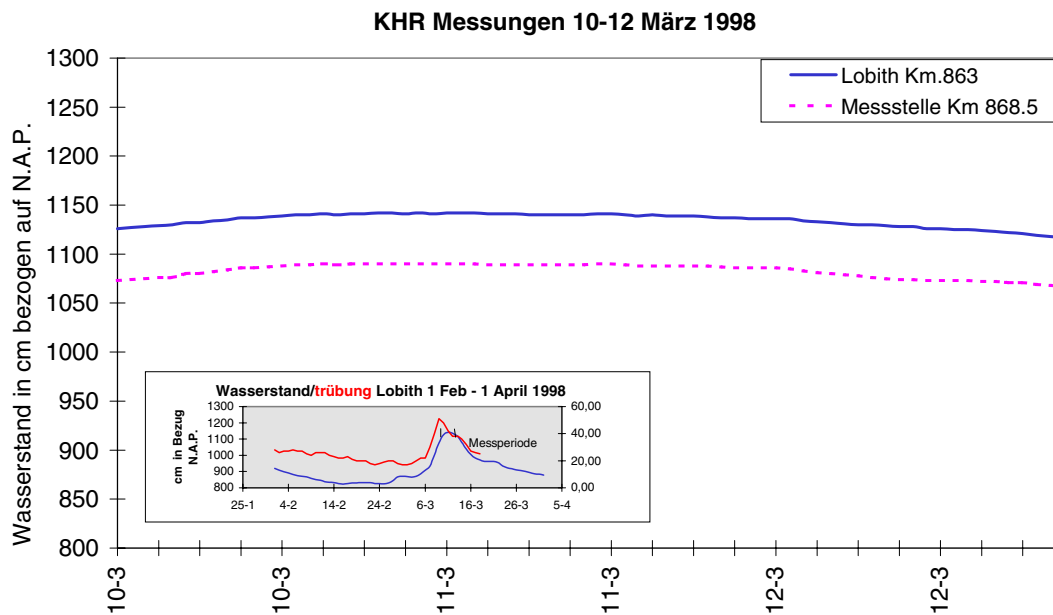
Links das Rheingebiet

Oben das Messgebiet

2 Durchführung der Vergleichsmessungen

2.1 Messprogramm

In der Woche vom 2. bis zum 8. März 1998 war die Wasserstands-Vorhersage derart, dass beschlossen wurde, in der Woche vom 9. bis zum 15. März 1998 die Vergleichsmessungen durchzuführen. Zufälligerweise wurden die Messungen gerade im Scheitel einer Hochwasserwelle vorgenommen.



Graphik 1 Wasserstand während der Vergleichsmessungen
(N.A.P. - Referenzhöhe Niederlande)

Am Montag, dem 9. März, wurden die Messschiffe "Rheinland" von Deutschland und "Conrad" der Niederlande im Hafen von Tolkamer/Lobith (Niederlande) für die Vergleichsmessungen eingerichtet. Die Schweiz hat mit einem Messwagen an den Vergleichsmessungen teilgenommen. Mit diesem Messwagen wurde vom Deck des Messschiffes "Conrad" aus gemessen. Am Nachmittag des 9. März wurden Probemessungen durchgeführt. Sie verliefen nach Wunsch.

Am ersten Messtag, dem 10. März, wurden die Messschiffe in einer Längsprofilinie in 120 Meter Abstand voneinander positioniert. In Fig. 2 sind die Messpositionen als Messpunkt A und B angegeben.

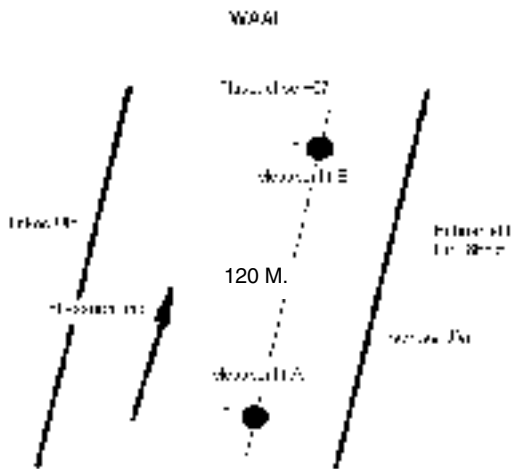


Fig. 2 Längsprofil und Messpunkte während der KHR Messungen 10. März 1998

In Anlage 1 sind die zwei Messpunkte A und B in den Querprofilen dargestellt.

Tabelle 1

Aktivität pro Messpunkt	Schweiz	Deutschland	Niederlande
Geschiebemessung	nein	30mal	30mal
Schwebstoff	Vertikalmessung	Vertikalmessung	Vertikalmessung
Fließgeschwindigkeit	nein	Vertikalmessung	Vertikalmessung

Messdatum: den 10. März 1998

An diesen Messpunkten haben Deutschland und die Niederlande Geschiebemessungen; die Schweiz, Deutschland und die Niederlande Schwebstoffmessungen, und Deutschland und die Niederlande Fließgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt (siehe Tabelle 1). An beiden Messpunkten haben Deutschland vom Messschiff "Rheinland" aus und die Schweiz und die Niederlande vom Messschiff "Conrad" aus gleichzeitig gemessen. Nach einer Serie Messungen haben beide Messschiffe die Position gewechselt und die Messserie wiederholt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

NL / CH	D	Datum	Anfangszeit
Messpunkt A	Messpunkt B	10 - 03 - 1998	08:55
Messpunkt B	Messpunkt A	10 - 03 - 1998	12:15

Am 11. und 12. März wurden Geschiebemessungen an fünf Stellen im Querprofil bei Fluss-km 868,5 sowie an zwei weiteren Querprofilen 30 m oberstrom und unterstrom davon durchgeführt (siehe Figur 3). Weil die Waal ein vielbefahrener Fluss ist, wurden die beiden Messschiffe so eingesetzt, dass genügend Raum für die Durchfahrt der Schifffahrt übrigblieb (siehe Tabelle 3). Die Niederländische Flusspolizei hat Unterstützung bei der Regelung der Schifffahrt geleistet.

Insgesamt haben Deutschland und die Niederlande in fünfzehn Messpunkten Geschiebetriebmessungen durchgeführt. In fünf Messpunkten (mittleres Querprofil) haben die Schweiz, Deutschland und die Niederlande Schwebstoffmessungen durchgeführt.

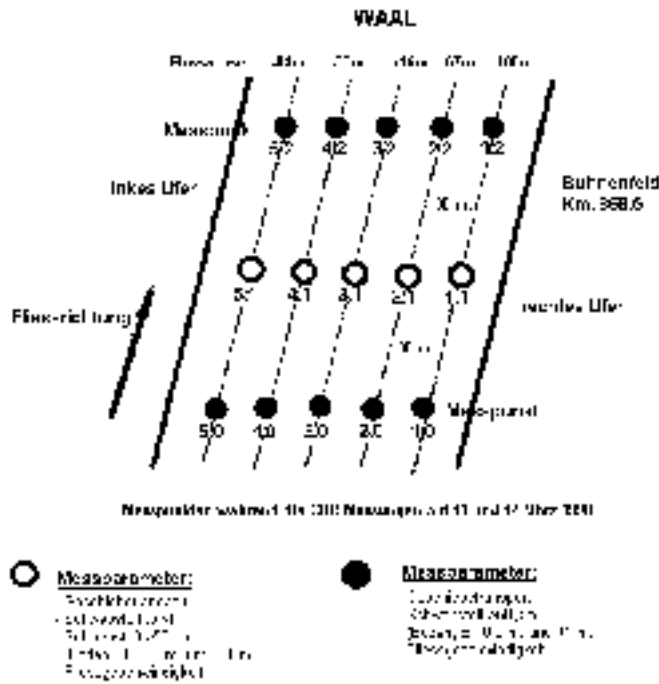


Fig. 3 Messpunkte während der KHR Messungen am 11. und 12. März

In Anlage 2 sind die drei Querprofile mit den jeweiligen Messpunkten 1.0-5.0 , 1.1-5.1 und 1.2-5.2 dargestellt.

Tabelle 3

NL / CH	D
Messpunkt 1.0	Messpunkt 4.0
Messpunkt 1.1	Messpunkt 4.1
Messpunkt 1.2	Messpunkt 4.2
Messpunkt 2.0	Messpunkt 5.0
Messpunkt 2.1	Messpunkt 5.1
Messpunkt 2.2	Messpunkt 5.2
Messpunkt 3.0	Messpunkt 1.0
Messpunkt 3.1	Messpunkt 1.1
Messpunkt 3.2	Messpunkt 1.2
Messpunkt 4.0	Messpunkt 2.0
Messpunkt 4.1	Messpunkt 2.1
Messpunkt 4.2	Messpunkt 2.2
Messpunkt 5.0	Messpunkt 3.0
Messpunkt 5.1	Messpunkt 3.1
Messpunkt 5.2	Messpunkt 3.2

2.2 Messgeräte

Geschiebemessung

Deutschland hat den Geschiebefänger BfG eingesetzt (Bild 1). Dieser Geschiebefänger hat eine bewegliche Einlauföffnung von 16 X 8 cm (B und H), die sanft auf die Sohle gesetzt werden kann. Das gefangene Geschiebe wird in einem Fangkorb gesammelt, der eine Maschenweite von 1,4 mm hat. Der Geschiebefänger BfG ist, um das Aufsetzen auf der Sohle und die Einströmung des Geschiebes zu kontrollieren, mit einer Videokamera ausgestattet. Diese Videokamera wurde nach einigen Messungen entfernt, weil das Wasser zu trübe und die Sohle nicht zu erkennen war.



Bild 1 Geschiebefänger BfG

Die Niederlande haben den Geschiebefänger Helley Smith Zand (HSZ) eingesetzt (Bild 2). Dieser Geschiebefänger hat eine bewegliche Einlauföffnung von 7,6 X 7,6 cm, die sanft auf die Sohle abgesetzt werden kann. Das gefangene Geschiebe wird in einem Fangsack gesammelt, der eine Maschenweite von 0,25 mm hat. Der Geschiebefänger HSZ ist, um das aufsetzen auf der Sohle und die Einströmung des Geschiebes zu kontrollieren, mit einer Videokamera ausgestattet. Obwohl die Bilder durch das trübe Wasser unscharf sind, geben die Aufnahmen einen Eindruck der Aufstellung des Einlaufs auf der Sohle.



Bild 2 Geschiebefänger HSZ

Schwebstoffmessung

Die Probenahme für die Schwebstoffmessung erfolgte bei der von Deutschland angewandten BfG-Methode unter Einsatz einer Pumpe mit Schlauch und Ansaugrohr. Das Ansaugrohr ist an einem Ott-Gewicht mit Ott-Flügel befestigt (Bild 3). Aus den vorgesehenen Entnahmetiefen werden jeweils 50 l Wasser abgepumpt und durch ein Sieb mit 63 µm Maschenweite geleitet (zum Vergleich ist für diese Messungen ein Sieb mit 50 µm Maschenweite gebraucht, weil das Filter vom Pumpenfiltersystem Wallingford der Niederlande mit einem Filter mit 50 µm Maschenweite arbeitet). Der Siebrückstand wird in ein vorgewogenes Papierfilter gespült, das später im Labor getrocknet und gewogen wird. Auf diese Weise wird der Anteil des suspendierten Sandes ermittelt. Die Gesamtschwebstoffkonzentration wird an einer 5 l - Probe bestimmt, die analog zur Bestimmung des Sandesgehaltes durch ein Papierfilter gespült wird.

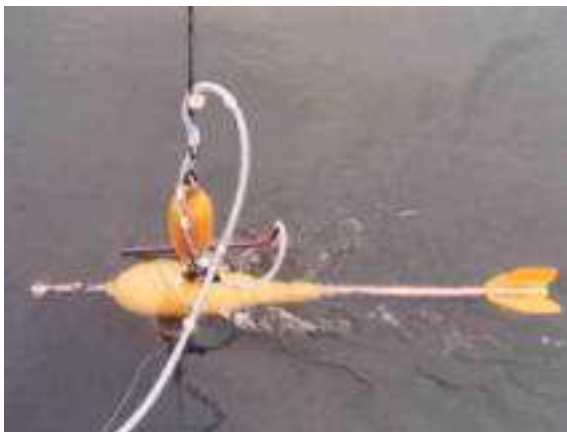


Bild 3 Ott-flügel mit Ansaugrohr und Schlauch



Bild 4 Abtrennen der Sandfraktion mit Hilfe des 50 µm Siebes

Bei der von der Schweiz angewandten Methode der LHG wird unter Einsatz des Messwagens (Bild 5) eine Probeflasche mit einem geschlossenen Einlauf in die richtige Höhe gehängt und danach mittels einer elektrisch bedienten Klappe geöffnet. Auf diese Weise wurden an mehreren Stellen in der Vertikalen 1 l Wasserproben entnommen.

Neben diesem Probenahmesystem wurde auch ein Ansaugsystem eingesetzt. Dabei wurde einem ISCO-Probennehmer (Bild 6) ein an einem Ott-Gewicht montierter Ansaugschlauch angeschlossen. Damit wurden in mehreren Punkten in der Vertikalen Wasserproben entnommen.

Der Schwebstoffgehalt wird später im Labor bestimmt.



Bild 5 Messwagen LHG



Bild 6 Wasserprobennehmer ISCO

Die Niederlande haben Schwebstoff $> 50 \mu\text{m}$ mit einem Wallingford-Pumpenfiltersystem (Bild 8) in Kombination mit einem AZTM (akustischer Sandtransportmesser) (Bild 7) gemessen. Mit dem Wallingford-Pumpenfiltersystem wurden 50 Liter Wasser durch einen vorgewogenen Filter von $50 \mu\text{m}$ Porenweite gepumpt. Der Filter mit dem Schwebstoff ist im Labor getrocknet und gewogen worden.

Mit dem AZTM wird der Anteil des suspendierten Sandes bis ein Meter über der Sohle gemessen. Mit den Ergebnissen des Wallingford-Pumpenfiltersystems wurde der AZTM kalibriert.

Unter Einsatz des Wallingford-Pumpensystems, dessen Ansaugung am AZTM befestigt war, wurden weitere Wasserproben zur Bestimmung der Gesamtschwebstoffkonzentration in der Vertikalen entnommen.



Bild 7 Sedimenttransportmesser AZTM



Bild 8 Pumpenfiltersystem Wallingford

Fließgeschwindigkeitsmessungen

Deutschland hat mit einem mechanischen Ott-Strömungsgeschwindigkeitsmesser (Ott-Flügel) die Fließgeschwindigkeit in jedem Messpunkt zeitgleich mit der Schwebstoffprobenahme gemessen.

Die Niederlande haben mit einer akustischen Technik die Fließgeschwindigkeit mit dem AZTM gemessen (Bild 10). Sie erfolgt gleichzeitig mit der Schwebstoffmessung sowohl an der Sohle als auch in mehreren Punkten in der Vertikale. Außerdem wurde noch mit einem elektromagnetischen Strömungsmesser "Nautilus" gemessen (Bild 11). Der Nautilus war am Geschiebefänger HSZ befestigt und wurde während der Geschiebemessung zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit an der Sohle eingesetzt.



Bild 9
Flügel - Ott



Bild 10
Akustisch - AZTM



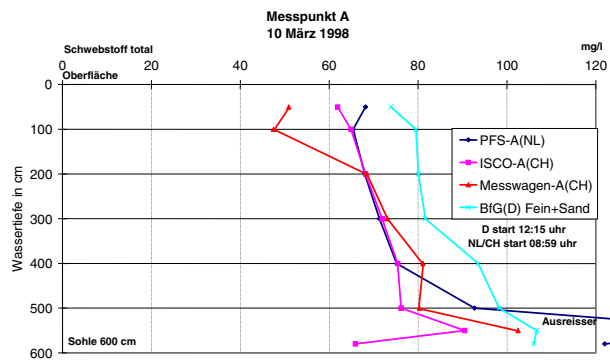
Bild 11
Elektromagnetisch - Nautilus

3. Ergebnisse der Messgerätevergleichs

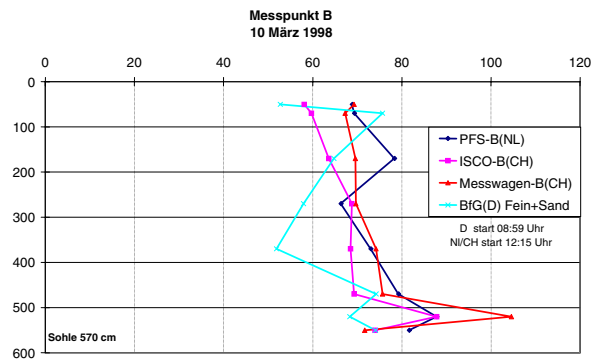
Die Vergleichsmessungen wurden am 10. März 1998 durchgeführt. Unter Anwendung von Ankerpfählen wurden die Messschiffe in einer Längsprofilinie in 120 Meter Abstand voneinander positioniert. In Figur 2 sind die Messpositionen als Messpunkte A und B angegeben.

3.1 Schwebstoff (gesamt)

In Messpunkt A haben die Schweiz und die Niederlande angefangen, während gleichzeitig in Messpunkt B Deutschland mit den Schwebstofftransportmessungen begonnen hat. Nachdem das Messprogramm durchgeführt worden war, haben die Länder die Position gewechselt und dieselbe Messserie wiederholt. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabellenform in Anlage 3.1 und in den nachstehenden Graphiken 2 und 3 dargestellt.



Graphik 2



Graphik 3

Um die Güte der Probenahme zu vergleichen und Differenzen bei der Analyse auszuschließen hat die Schweiz die gesammelten Wasserproben der Niederlande und der Schweiz in ihrem Labor analysiert. Deutschland hat die entnommenen Wasserproben im eigenen Labor analysiert.

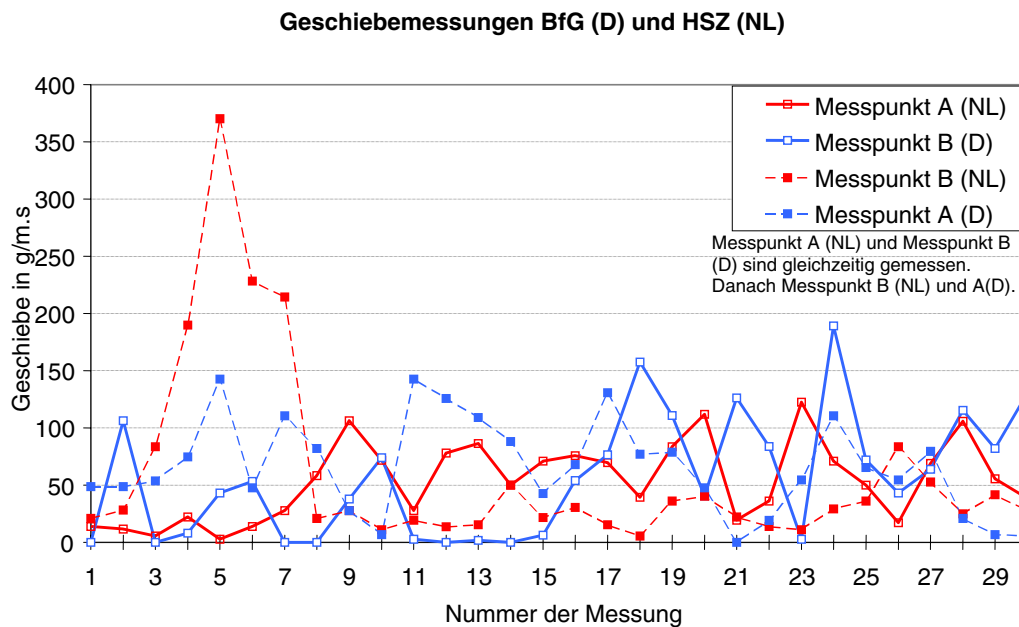
Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die erhaltenen Werte der Schwebstoffkonzentration relativ ähnlich sind. Die Unterschiede zwischen den von Deutschland auf dem Messschiff Rheinland erhaltenen Ergebnissen und den von der Schweiz und den Niederlanden auf dem Messschiff Conrad erzielten Ergebnissen lassen sich größtenteils aus dem Unterschied im Zeitpunkt der Messungen im jeweiligen Messpunkt erklären. Da keine systematischen Unterschiede feststellbar sind, sind die Differenzen höchstens in geringem Ausmass in der unterschiedlichen Analytik der beteiligten Labors zu suchen.

Der Ausreißer an der Sohle des Ergebnisses "PFS A(NL)" ist auf eine Störung zurückzuführen. Der Ausreißer an der Sohle des Ergebnisses "Messwagen-A(CH)" lässt sich höchstwahrscheinlich durch Schürfen der Sohle durch das Gerät erklären. Die Schweizer Probenehmer sind aufgrund der in der Schweiz vorkommenden Wassertiefe im Gegensatz zu den Probenehmern von Deutschland und der Niederlande nicht mit einem Schlitten ausgestattet, auf dem das Probenahmegerät auf der Sohle ruht und ein Umkippen und Schürfen der Sohle verhütet wird.

3.2 Geschiebe

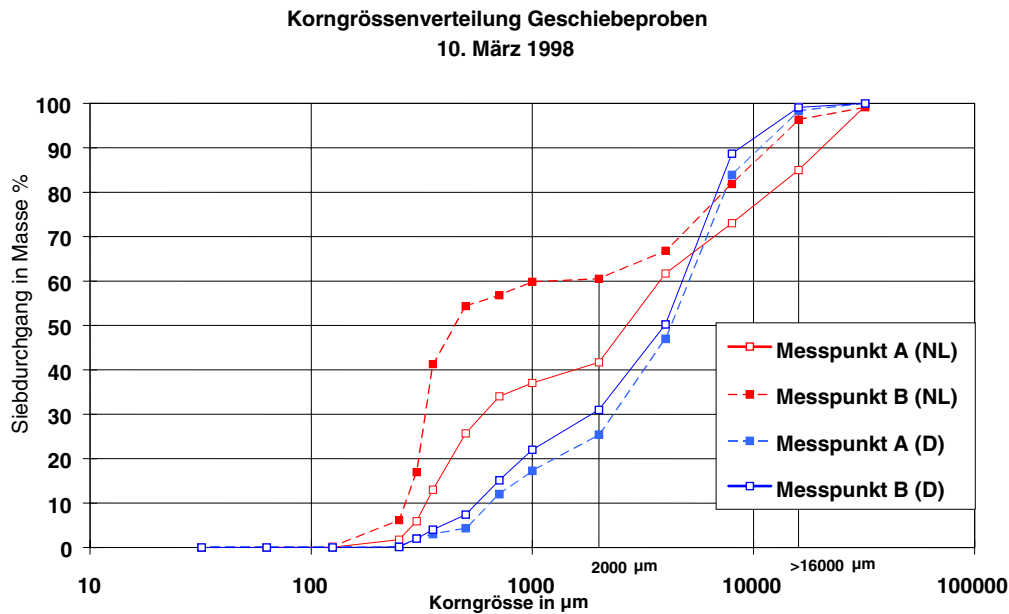
Nur Deutschland und die Niederlande haben Geschiebemessungen durchgeführt. Die Schweiz hat keine Geschiebemessgeräte die sich für die in diesem Teil des Rheins herrschenden Bedingungen eignen. Die Geschiebemessungen wurden gleichzeitig in Messpunkt A durch die Niederlande und in Messpunkt B durch Deutschland begonnen. Aufgrund von Ergebnissen früherer Messkampagnen in diesem Gebiet wurde eine Messdauer von zwei Minuten pro Messung eingehalten (Bericht Sedimenttransport in de Waal: Betrouwbaarheidsanalyse en meetstrategie, ICG 97/3), wobei die Messungen pro Messpunkt dreißigmal durchgeführt wurden. Die Masse des pro Messung gefangenen Geschiebes wurde anhand des Volumen bestimmt, das in einem Messglas gemessen wurde. Die Volumina wurden nachher in Trockenmasse umgerechnet.

Die Beziehung Nassvolumen - Trockenmasse wurde an einer Teilprobe der Sammelprobe über die dreißig Messungen pro Messpunkt ermittelt. An der Teilprobe wurden auch die mittlere Korngrößenverteilung des gefangenen Geschiebes bestimmt. Die Ergebnisse der Geschiebemessungen sind in Tabellenform in Anlage 3.2 und in untenstehender Graphik 4 dargestellt.



Graphik 4

Die mittlere Korngrößenverteilung der Geschiebefänge pro Messpunkt ist in untenstehender Graphik 5 dargestellt.



Graphik 5

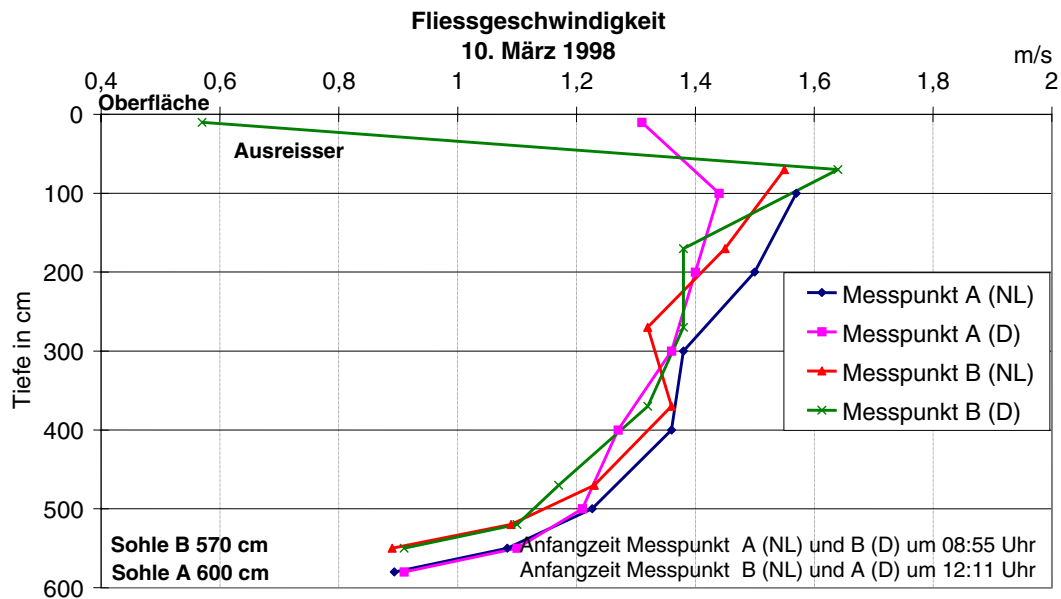
Eine nähere Betrachtung der Messergebnisse ergibt, dass zwischen den Messgeräten deutliche Unterschiede bestehen. Die Unterschiede der Messergebnisse lassen sich größtenteils aus der unterschiedlichen Maschenweite des HS-Fangsacks (0,25 mm) und BfG-Fangkorb (1,4 mm) erklären. Dies kommt deutlich zum Ausdruck in der Korngrößenverteilung des gefangenen Geschiebes.

Wenn die Messergebnisse des Geschiebefängers HSZ auf den Anteil $d > 1,4$ mm umgerechnet werden, stellt sich heraus, dass die Messergebnisse der beiden Geräte im Durchschnitt ziemlich gut übereinstimmen. Siehe Graphiken 27, 28 und 29 auf Seite 21 und 22 und die Tabelle in Anlage 3.3.

Im Gegensatz zum niederländischen HSZ ist der Geschiebefänger BfG mit einem Fangkorb mit einer größeren Maschenweite von 1,4 mm ausgestattet, weil im deutschen Rhein mehr Kies als Sand vorkommt. Bei analogen Vergleichsmessungen am Ober- oder Mittelrhein wären demnach gegenüber der hier beschriebenen Kampagne andere Ergebnisse zu erwarten.

3.3 Fließgeschwindigkeit

Deutschland und die Niederlande haben auch Fließgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt. Weil in den beteiligten Ländern Fließgeschwindigkeitsmessungen schon weitgehend standardisiert sind, wurden diese Messungen nicht explizit im Ansatz der Vergleichsmessungen mit einbezogen. Die Messergebnisse sind jedoch in untenstehender Graphik 6 nebeneinander aufgeführt.



Graphik 6

Trotz der unterschiedlichen Messtechniken, mechanisch gegenüber akustisch, sind die Messergebnisse vergleichbar. Der Ausreißer an der Oberfläche in Messpunkt B (Deutschland) ist auf eine Störung des Messgeräts zurückzuführen.

4 Ergebnisse der Querprofilmessungen

Am 11. und 12. März wurden Querprofilmessungen durchgeführt, um einen Eindruck zu bekommen, in welchem Maße die Ergebnisse von Transportmessungen über Querprofile vergleichbar sind. Weil genügend Raum für die Schifffahrt eingeräumt werden musste, sind die beiden Messschiffe in einem der Schifffahrt Rechnung tragenden Schema eingesetzt worden (siehe Tabelle 4). Die Koordination der Schiffspositionen ergab jeweils gleichzeitige Messungen innerhalb der gleichen Querprofilinie.

Tabelle 4

NL / CH	D	Datum	Anfangszeit	Geschiebetransport	Schwebst. transp. gesamt über Vertikale	Schwebst. Transp. >50µm Sohle +0,2/1m.	Fließgeschw. keit
Messpunkt 1.0	Messpunkt 4.0	12 - 03 - 1998	12:20	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 1.1	Messpunkt 4.1	12 - 03 - 1998	11:10	D+NL (10X)	D+CH+NL	D+NL	D+NL
Messpunkt 1.2	Messpunkt 4.2	12 - 03 - 1998	10:15	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 2.0	Messpunkt 5.0	12 - 03 - 1998	15:00	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 2.1	Messpunkt 5.1	12 - 03 - 1998	14:00	D+NL (10X)	D+CH+NL	D+NL	D+NL
Messpunkt 2.2	Messpunkt 5.2	12 - 03 - 1998	13:15	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 3.0	Messpunkt 1.0	11 - 03 - 1998	10:35	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 3.1	Messpunkt 1.1	11 - 03 - 1998	09:40	D+NL (10X)	D+CH+NL	D+NL	D+NL
Messpunkt 3.2	Messpunkt 1.2	11 - 03 - 1998	08:40	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 4.0	Messpunkt 2.0	11 - 03 - 1998	14:25	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 4.1	Messpunkt 2.1	11 - 03 - 1998	13:30	D+NL (10X)	D+CH+NL	D+NL	D+NL
Messpunkt 4.4	Messpunkt 2.2	11 - 03 - 1998	12:00	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 5.0	Messpunkt 3.0	12 - 03 - 1998	09:20	D+NL (10X)		D+NL	D+NL
Messpunkt 5.1	Messpunkt 3.1	11 - 03 - 1998	16:15	D+NL (10X)	D+CH+NL	D+NL	D+NL
Messpunkt 5.2	Messpunkt 3.2	11 - 03 - 1998	15:30	D+NL (10X)		D+NL	D+NL

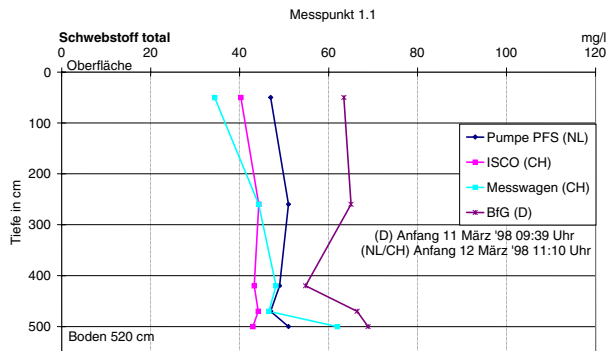
4.1 Schwebstoffmessungen

In der mittleren Querprofilinie (siehe Figur 3) wurden Schwebstoffmessungen durchgeführt. Diese Messungen wurden auf zwei Weisen vorgenommen:

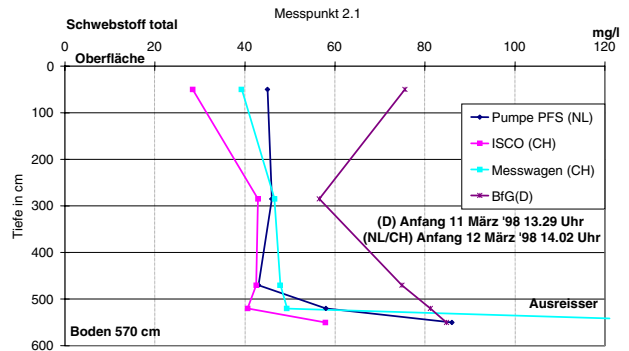
- Schwebstoffverteilung in der Vertikalen mit Hilfe von Wasserproben.
- Schwebstoffanteil > 50 µm im untersten Meter der Vertikalen durch Ansaugen und anschliessendes Filtern bzw. Sieben.

4.1.1 Schwebstoffverteilung in der Vertikalen mit Hilfe von Wasserproben

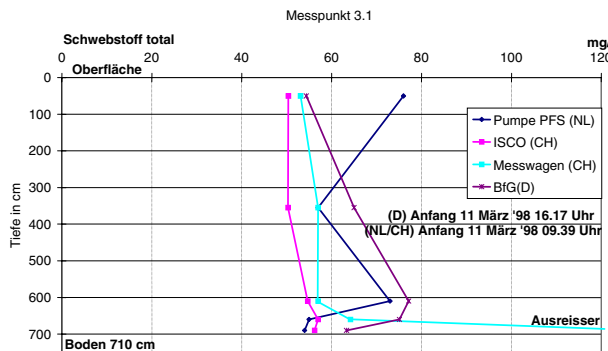
Die Schweiz, Deutschland und die Niederlande haben Wasserproben in der Vertikalen entnommen. Im Unterschied zum vorgehen beim Messgerätevergleich hat jedes Land die eigenen Wasserproben im eigenen Labor auf den Schwebstoffgehalt analysiert. Die Ergebnisse sind in den Tabellen in Anlage 3.5 und in den nachfolgenden Graphiken 7 bis einschl. 11 dargestellt.



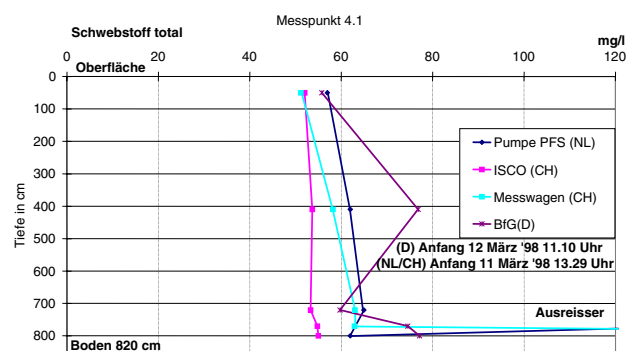
Graphik 7



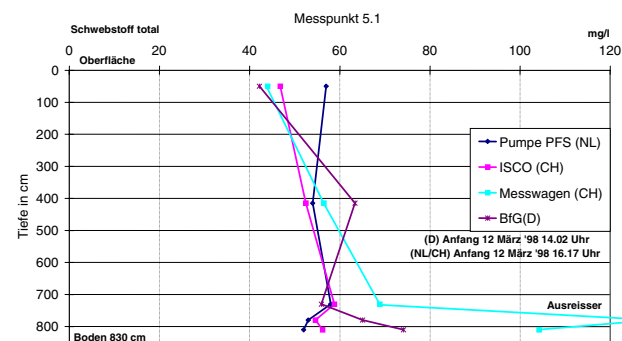
Graphik 8



Graphik 9



Graphik 10



Graphik 11 Graphiken Schwebstoff in der Vertikale

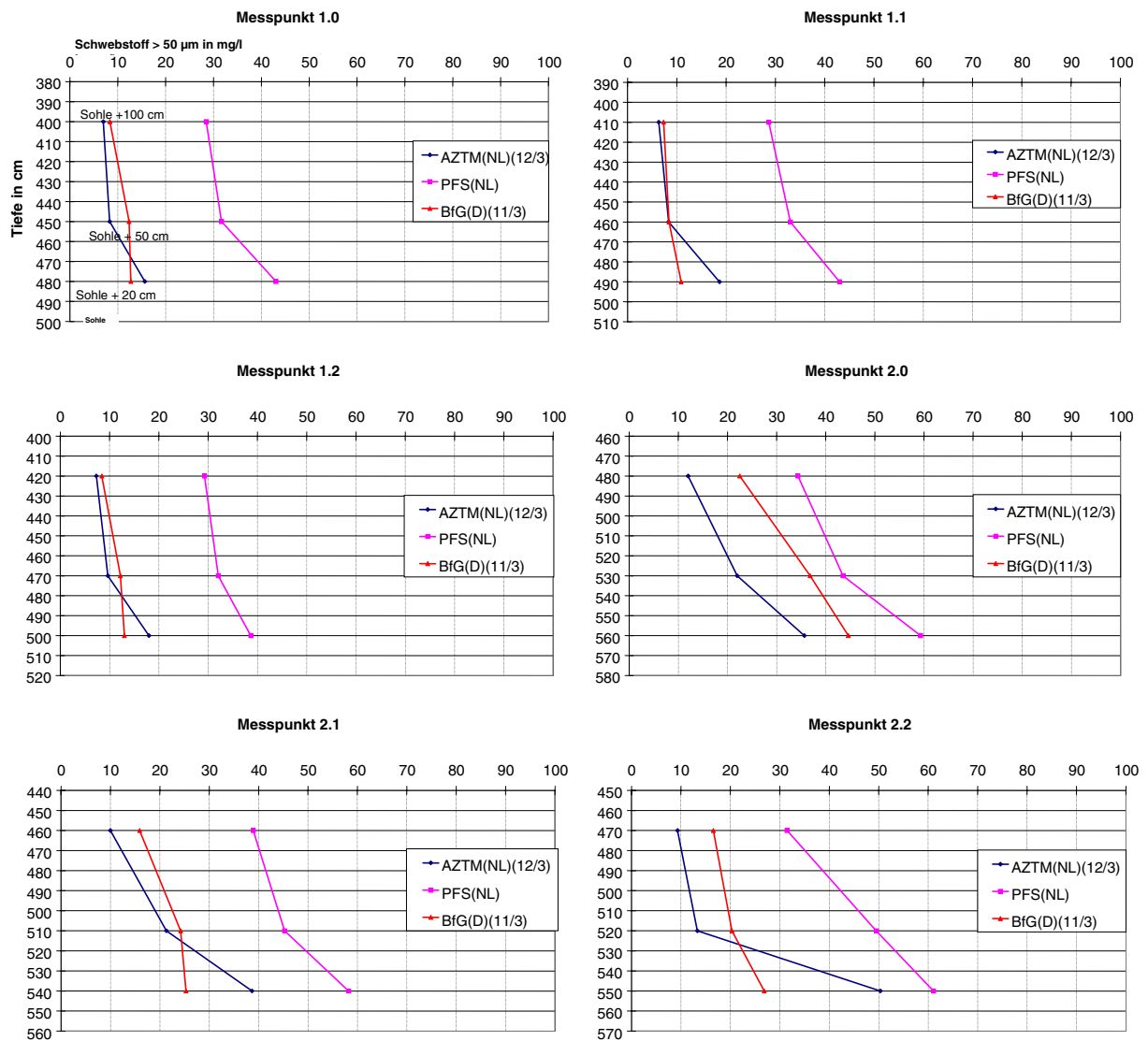
Die Ergebnisse der Messungen je Messpunkt sind jeweils in einer Graphik dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Messungen von Deutschland an einem anderen Tag oder zu einem anderen Zeitpunkt als die der Schweiz/Niederlande durchgeführt wurden. Dadurch ergeben sich Verschiebungen der Schwebstoffverteilung. Sie sind dem Phänomen zuzuschreiben, dass die maximale Schwebstoffkonzentration und damit auch das Maximum der Trübung bei einer Hochwasserwelle vor dem Höchstabfluss erreicht wird. Während der Messungen ging die Trübung schon wieder zurück (Siehe Graphik 1 Wasserstand während der Vergleichsmessungen). Wurden die Messungen am gleichen Tag nacheinander durchgeführt, waren die Unterschiede auch minimal.

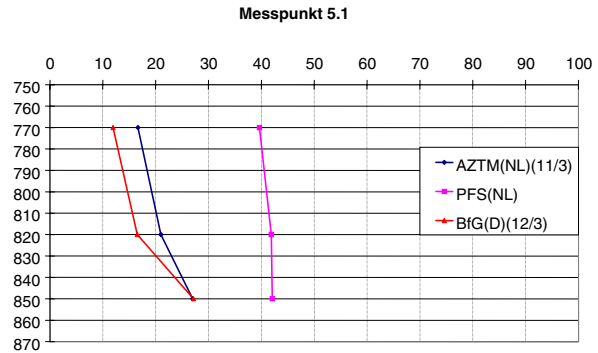
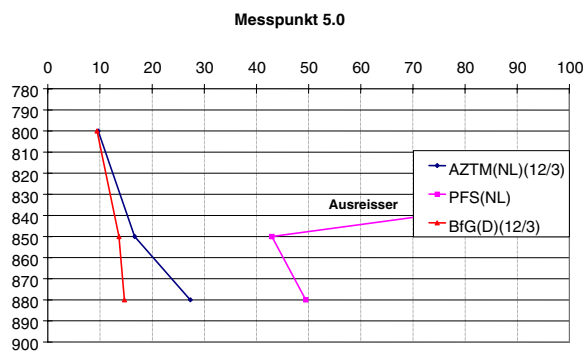
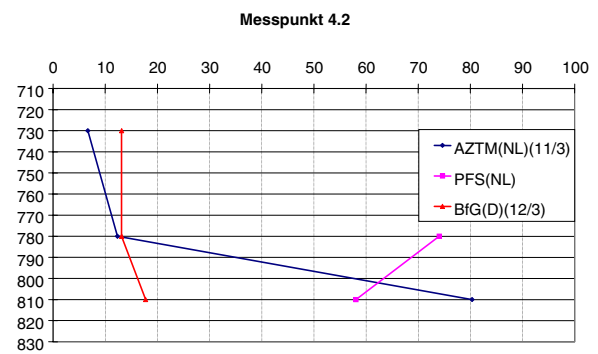
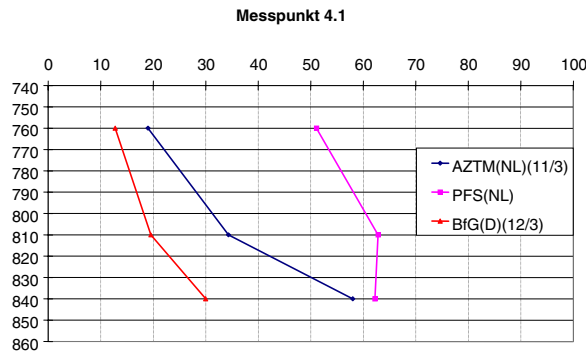
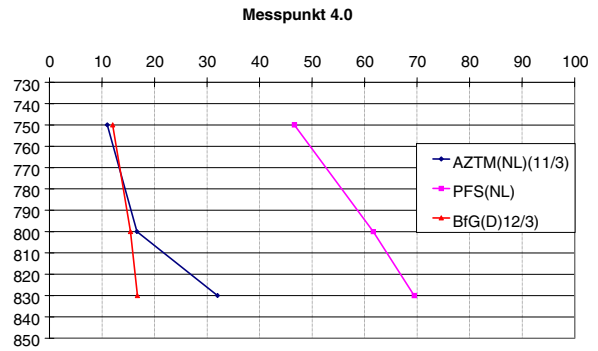
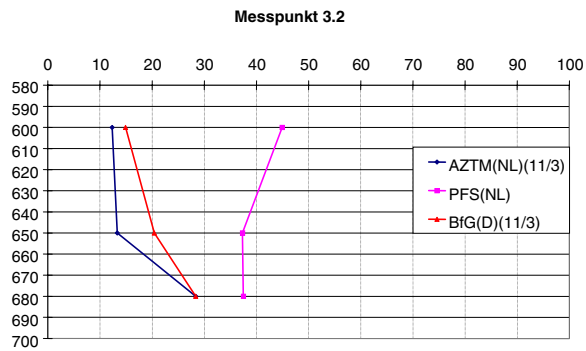
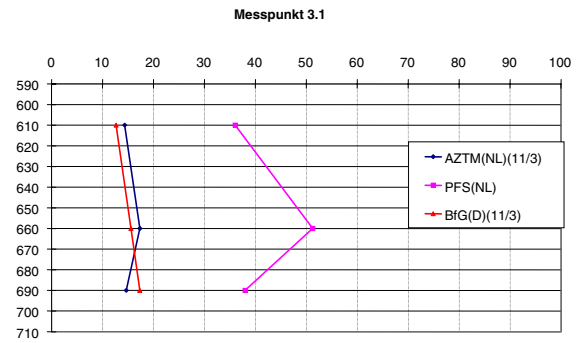
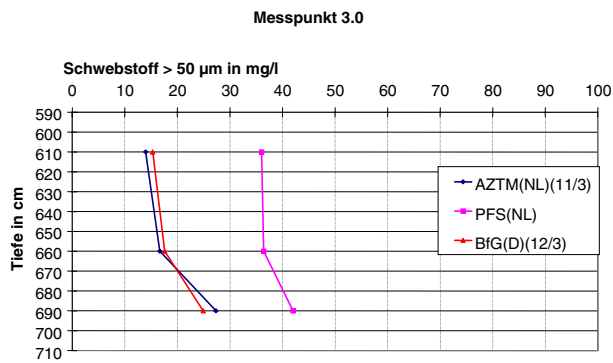
Die nur in Sohlennähe festgestellten Ausreißer der Ergebnisse des "Messwagens (CH)" lassen sich höchstwahrscheinlich durch Schürfen des Geräts an der Sohle erklären. Die Probennehmer der Schweiz sind aufgrund der in der Schweiz vorkommenden Wassertiefe im Gegensatz zu den Probennehmern von Deutschland und der Niederlande nicht mit einem Schlitten ausgestattet, der ein Umkippen und Schürfen an der Sohle verhindert.

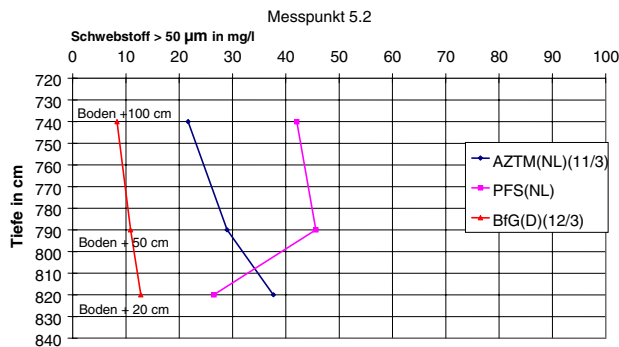
4.1.2 Schwebstoffanteil > 50 µm im untersten Meter der Vertikalen

Die Niederlande und Deutschland haben im untersten Meter der Vertikalen Proben mittels Ansaugen und Filtern bzw. Sieben der abgepumpten Wasser-Sedimentmischung entnommen, um den Anteil der Schwebstoffe > 50 µm zu ermitteln.

Die Ergebnisse sind in Tabellen in den Anlagen 3.6 enthalten und nachfolgend grafisch dargestellt.







Graphiken 12 bis einschl. 26 Verteilung der Schwebstoffe > 50 µm im untersten Meter der Vertikale (über der Sohle).

Aus den Graphiken 12 - 26 ist ersichtlich, dass die niederländische PFS-Messmethode systematisch zu höheren Werten als diejenige von Deutschland führt. Die Ursache ist nicht klar anzugeben. Es empfiehlt sich, die Messtechnik und die Probenbearbeitung näher zu untersuchen.

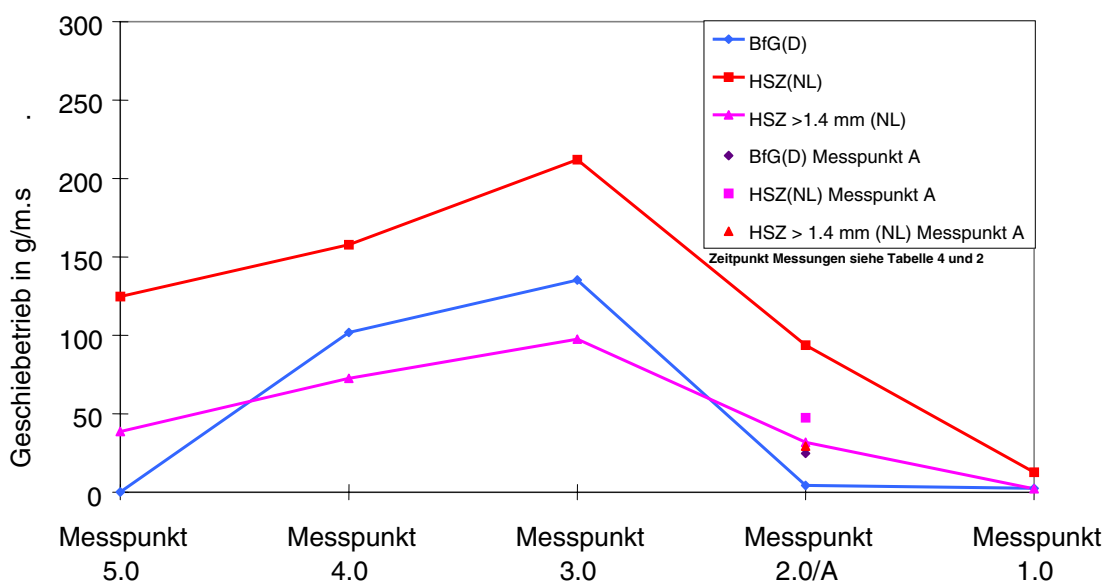
Die Ergebnisse der AZTM-Messungen werden anhand der PFS-Ergebnisse kalibriert. Aufgrund dieser Abhängigkeit liefert das AZTM keine Werte, mit denen die Ergebnisse der beiden anderen Verfahren eingeschätzt werden können.

4.2 Geschiebemessungen

Deutschland und die Niederlande haben in allen Messpunkten der drei Querprofilen der Figur 3 Geschiebemessungen durchgeführt. Die Messungen sind im Bereich des Hochwasserscheitels herum vorgenommen worden. Die Voraussetzung gleichbleibender Abflussmengen während der Messungen war damit annähernd erfüllt. Ob alle morphologischen Bedingungen während der Messungen in allen Messpunkten konstant geblieben sind, kann nicht gesagt werden.

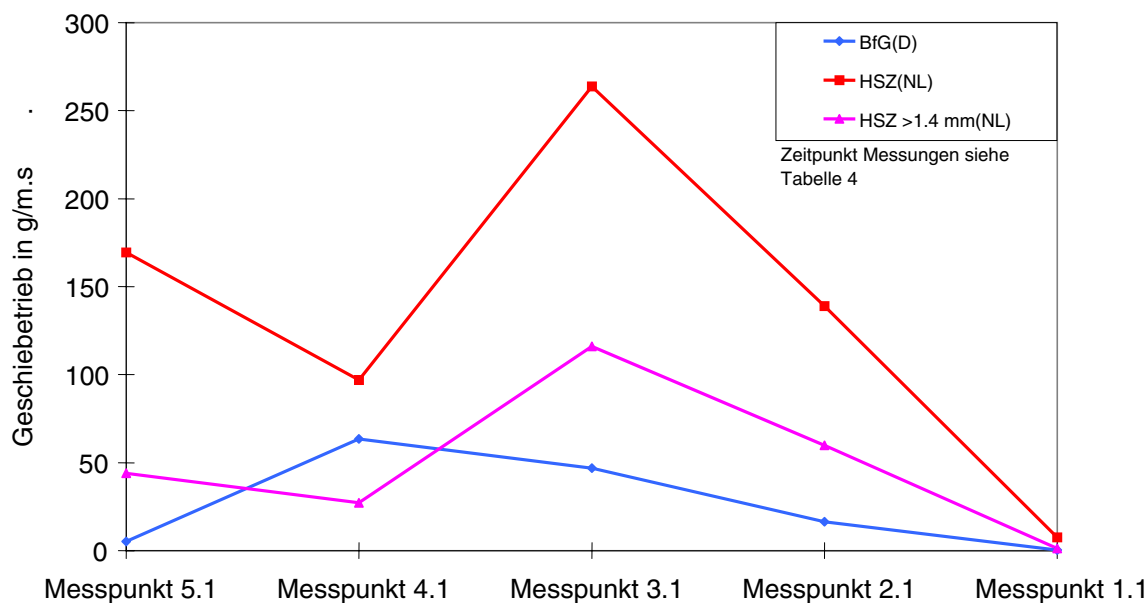
Die Ergebnisse sind in den Tabellen in den Anlagen 3.7 und in den nachfolgenden Graphiken 27, 28 und 29 dargestellt. Als Zusatzinformation sind in den Graphiken auch die Ergebnisse aus dem Vergleich der Messgeräte integriert.

Geschiebemessungen Querprofil



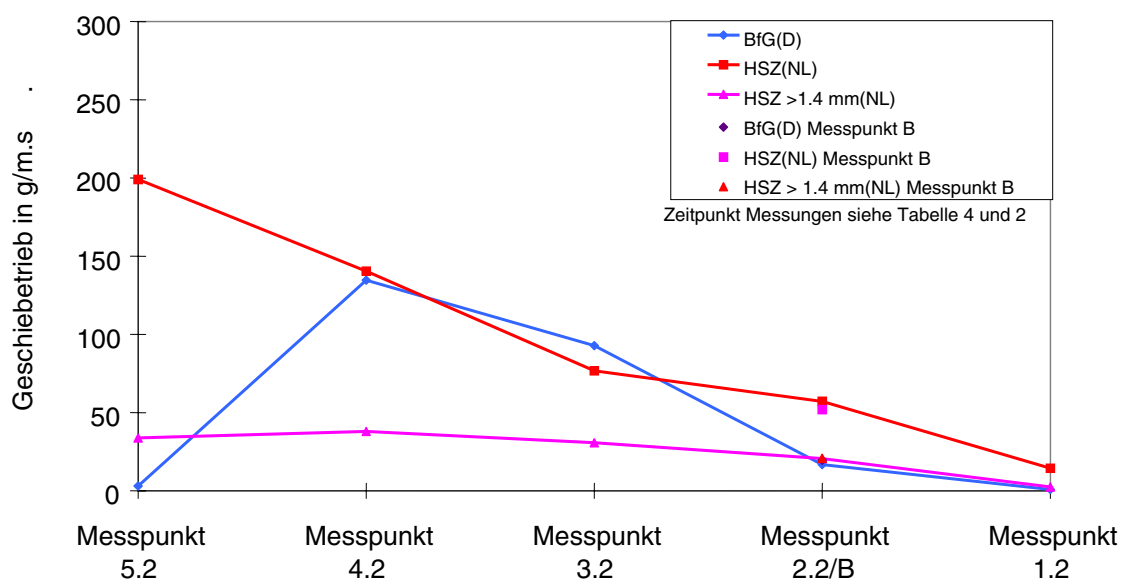
Graphik 27

Geschiebemessungen Querprofil



Graphik 28

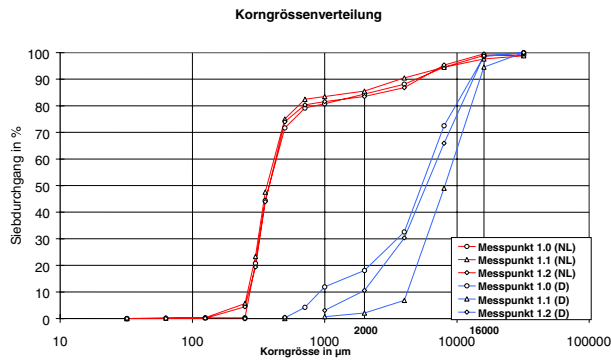
Geschiebemessungen Querprofil



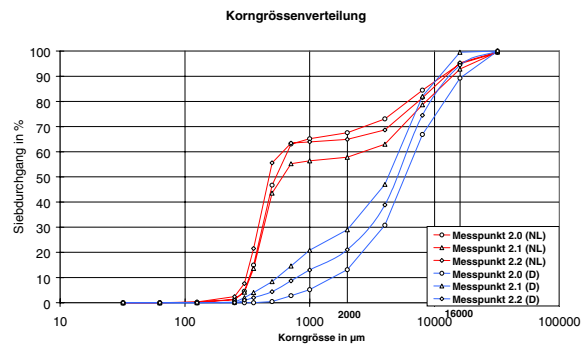
Graphik 29

Es stellt sich deutlich heraus, dass der HSZ mehr Geschiebe als der BfG-Geschiebefänger erfasst. Dies lässt sich durch den Unterschied in der Maschenweite des Fangsacks des HSZ und der Maschenweite des Fangkorbs des BfG-Geschiebefängers erklären.

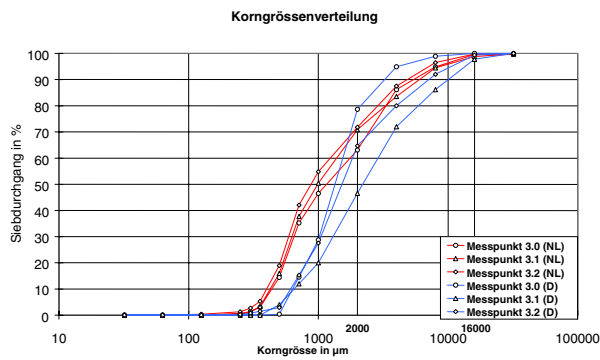
An Teilproben des gefangenes Geschiebes werden Korngrößenanalysen durchgeführt. Pro Messpunkt wurde eine Mischprobe zusammengestellt, aus der dann die Teilprobe entnommen wurde. Die Korngrößenanalysen sind in Tabellen in den Anlagen 3.8a und 3.8b und nachfolgenden Graphiken 30 bis einschl. 34 dargestellt.



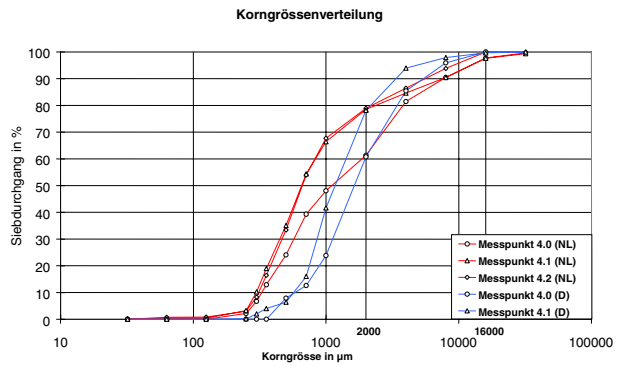
Graphik 30



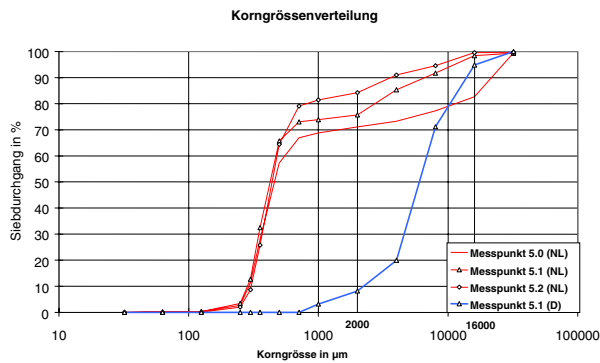
Graphik 31



Graphik 32



Graphik 33



Graphik 34

Hieraus geht hervor, dass die im HSZ-Geschiebefänger gesammelten Proben den Erwartungen entsprechend mehr feineres Material enthalten als die Proben des BfG-Fängers. Dies wird besonders deutlich bei geringern Geschiebetransport (Messpunkten 1, 2 und 5), da hierbei das feine Material vollständiger ausgespült wird als bei größeren Transporten, bei denen die Probe selbst als Filter wirkt.

In den Graphiken 27 bis einschl. 29 sind auch die Ergebnisse des HSZ-Geschiebefängers dargestellt, bei denen das feinere Material, anhand der Korngrößenverteilung, < 1,4 mm in Abzug gebracht wurde. Es stellt sich heraus, dass die Ergebnisse der deutschen und niederländischen Messungen dann in etwa der selben Größenordnung liegen und besser miteinander zu vergleichen sind.

5. Zusammenfassung

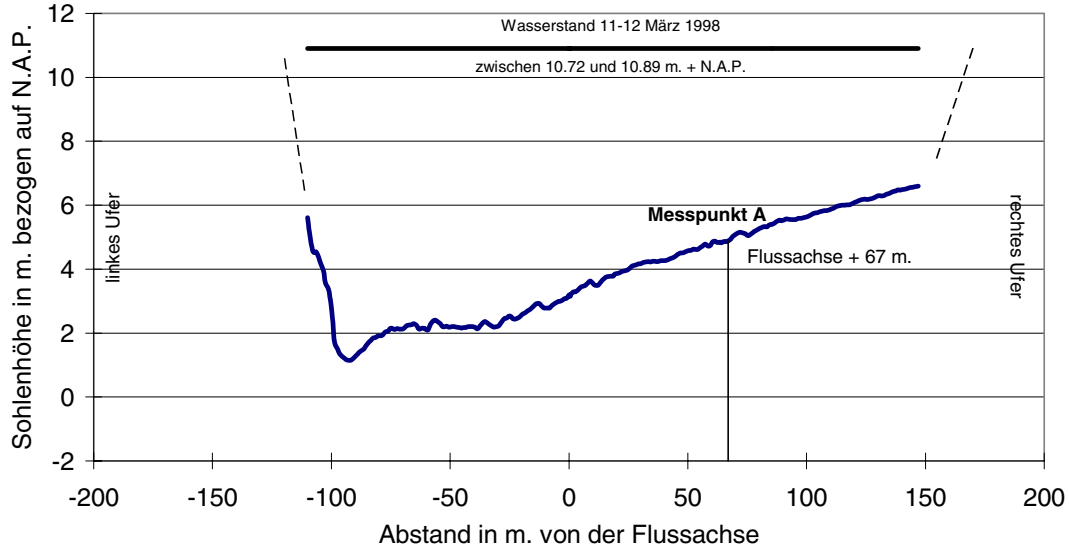
Zum ersten Mal wurden für den Rhein die Messgeräte der KHR-Länder Deutschland, Schweiz und Niederlande zur Bestimmung des Schwebstoff- und Geschiebetransports anhand gemeinsamer Messungen miteinander verglichen.

Was den Schwebstofftransport betrifft, der mit Hilfe von Wasserproben ermittelt wurde, lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass unabhängig der angewandten Mess- und Analysetechniken die Ergebnisse gut übereinstimmen.

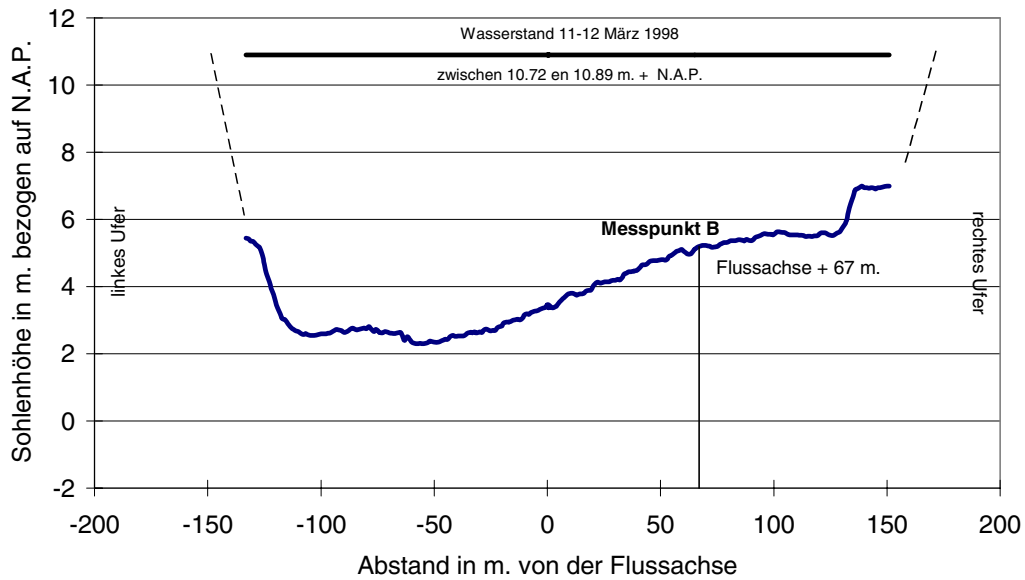
Die Schwebstoffmessungen im untersten Meter der Vertikale, die mit Filtertechniken den Sedimenttransport $> 50 \mu\text{m}$ bestimmen, zeigen große Unterschiede. Diese Unterschiede sind im Moment nicht zu erklären. Es empfiehlt sich, sie näher zu untersuchen.

Die Geschiebemessungen verzeichnen Unterschiede, die zum Teil durch die Geräteeigenschaften zu erklären sind. Werden die auf die Geräteeigenschaften zurückzuführenden Unterschiede berücksichtigt, liegen die Messergebnisse, was die Größenordnung betrifft, innerhalb der für diese Art Messungen bekannten Variationsbreite, die durch die natürliche Geschiebedynamik verursacht wird. In den Messpunkten A und B wird diese natürliche Dynamik durch die dreimal längere Messreihe und die besser vergleichbaren Messbedingungen eher ausgeglichen als in den Querprofilmesspunkten. Unter Berücksichtigung der Geräteeigenschaften sind die Messergebnisse in den Messpunkten A und B dann auch vergleichbar.

WAAL
Querprofil Km. 868.440

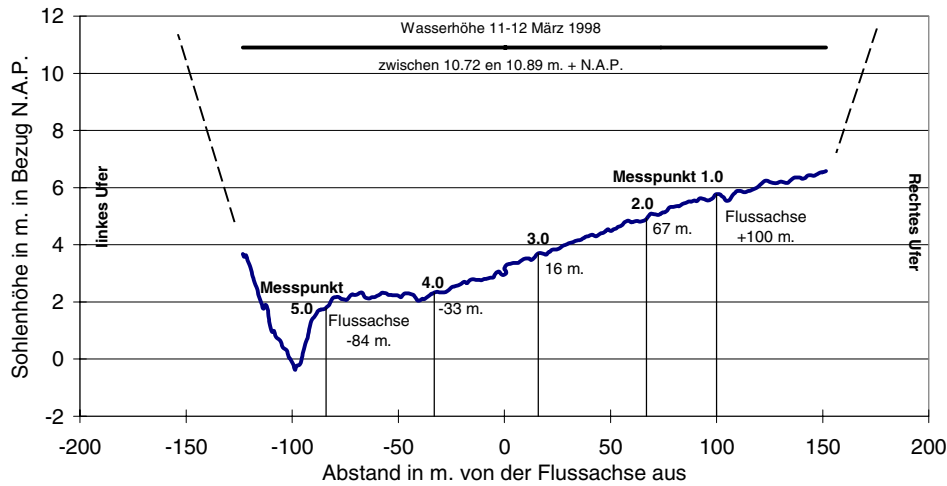


WAAL
Querprofil Km. 868.560

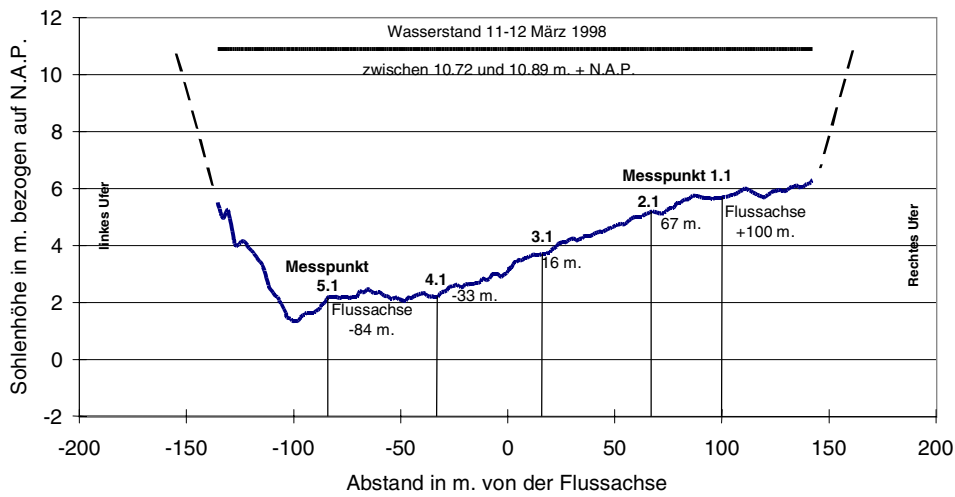


ANLAGE 1

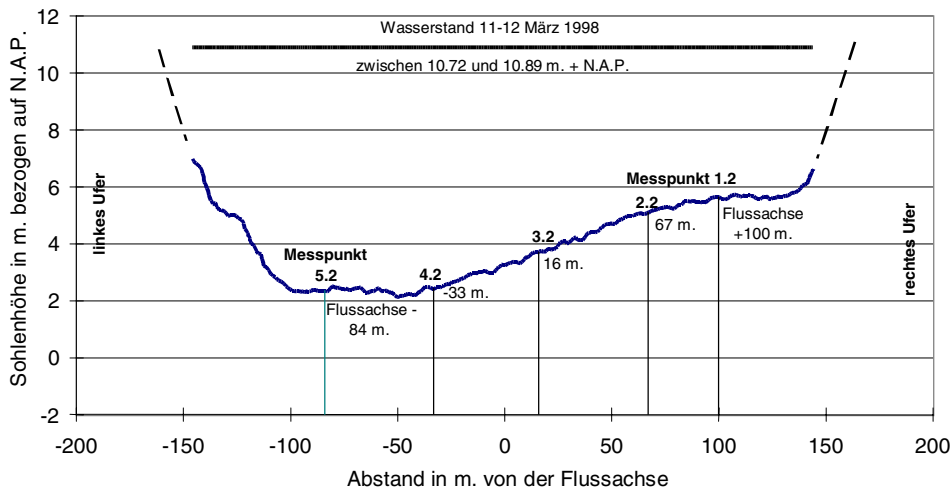
WAAL
Querprofil Km. 868.470



WAAL
Querprofil Km. 868.500



WAAL
Querprofil Km. 868.530



Anlage 2

Anlage 3

Tabellen Messergebnisse

Anlage

- 3.1 Gesamtschwebstoff in den Messpunkten A und B
- 3.2 Geschiebemessungen in den Messpunkten A und B
- 3.3 Korngrößenverteilung der Proben aus Geschiebemessungen in den Messpunkten A und B
- 3.4 Fließgeschwindigkeit in den Messpunkten A und B
- 3.5 Gesamtschwebstoff im Querprofil
- 3.6 Schwebstoff > 50 µm in den Querprofilen
- 3.7 Geschiebemessungen in den Querprofilen
- 3.8 Korngrösseverteilung der Proben aus Geschiebemessungen in den Querprofilen

KHR Messungen 10. März 1998
WAAL Km. 868.500

Messpunkt A					
Anfangszeit	Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
		PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG (D) Fein+Sand
	Sohle-600				Anfangszeit 12:15
8:59	580	122.0	65.9	971.4*	106.04
9:02	550	157.2	90.5	102.5	106.72
9:16	500	92.7	76.2	80.3	98.26
9:24	400	75.2	75.4	81.1	93.52
9:33	300	71.3	71.9	73.1	81.64
9:39	200	68.0	68.2	68.4	80.08
9:41	100	65.4	64.9	47.5	79.52
9:44	50	68.2	61.9	50.9	73.86

Messpunkt B					
Anfangszeit	Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
		PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG (D) Fein+Sand
	Sohle-570				Anfangszeit 08:59
12:15	550	81.7	74,0	71.7	74.1
12:24	520	87.9	87.8	104.6	68.34
12:33	470	79.3	69.3	75.7	74.24
12:39	370	73.1	68.5	74.2	51.9
12:45	270	66.4	68.8	69.7	57.96
12:48	170	78.4	63.6	69.6	64.78
12:50	70	69.4	59.7	67.3	75.68
12:53	50	68.9	58.1	69.3	52.76

*Ausreisser

KHR Messungen 10. März 1998
WAAL Km. 868.500
Messzeit 08:55 Uhr bis 11:25 Uhr
Messdauer zwei Minuten

Reihenfolge Messungen	Geschiebemessungen	
	HSZ Messpunkt A (NL)	BfG Messpunkt B (D)
	Geschiebetrieb in g/m.s	Geschiebetrieb in g/m.s
Messung1	13.9	0.0
Messung2	11.7	106.3
Messung3	5.6	0.0
Messung4	22.3	8.1
Messung5	2.8	43.3
Messung6	13.9	53.2
Messung7	27.8	0.0
Messung8	58.4	0.0
Messung9	106.3	37.8
Messung10	71.8	73.9
Messung11	27.8	2.7
Messung12	77.9	0.0
Messung13	86.3	1.8
Messung14	50.1	0.0
Messung15	71.0	6.3
Messung16	75.7	54.1
Messung17	69.6	76.6
Messung18	39.5	157.7
Messung19	83.5	110.8
Messung20	111.9	40.5
Messung21	19.5	126.1
Messung22	36.2	83.8
Messung23	122.4	2.7
Messung24	71.0	189.2
Messung25	50.1	72.1
Messung26	17.3	43.3
Messung27	69.0	64.0
Messung28	105.8	115.3
Messung29	55.7	82.0
Messung30	38.4	130.7

Messzeit 12:05 Uhr bis 14:30 Uhr
Messdauer zwei Minuten

Reihenfolge Messungen	Geschiebemessungen	
	HSZ Messpunkt B (NL)	BfG Messpunkt A (D)
	Geschiebetrieb in g/m.s	Geschiebetrieb in g/m.s
Messung1	20.9	48.6
Messung2	28.4	48.6
Messung3	83.5	53.7
Messung4	189.8	74.6
Messung5	370.1	142.6
Messung6	228.2	47.8
Messung7	214.3	110.7
Messung8	20.9	82.2
Messung9	27.8	27.7
Messung10	11.1	6.7
Messung11	19.5	142.6
Messung12	13.6	125.8
Messung13	15.3	109.0
Messung14	50.1	88.0
Messung15	21.7	42.8
Messung16	30.6	67.9
Messung17	15.3	130.8
Messung18	5.6	77.1
Messung19	36.2	78.8
Messung20	40.4	47.8
Messung21	22.3	0.0
Messung22	13.9	19.3
Messung23	11.1	54.5
Messung24	29.2	110.7
Messung25	36.2	65.4
Messung26	83.5	54.5
Messung27	52.9	79.7
Messung28	25.0	21.0
Messung29	41.7	6.7
Messung30	27.8	5.9

Anlage 3.2 Geschiebemessungen in den Messpunkten A und B

KHR Messungen 10. März 1998
WAAL Km. 868.500

Korngröße in μm	Siebdurchgang in %			
	Messpunkt A (NL)	Messpunkt B (NL)	Messpunkt A (D)	Messpunkt B (D)
32000	99.40	99.13	100.00	100.00
16000	85.00	96.33	98.36	99.09
8000	73.00	81.83	83.89	88.66
4000	61.70	66.83	47.01	50.22
2000	41.70	60.50	45.42	31.00
1000	37.03	59.83	17.27	21.98
710	34.03	56.81	12.00	15.12
500	25.29	54.33	4.35	7.38
355	13.01	41.26	3.00	4.00
300	5.92	16.94	2.00	2.00
250	1.75	6.17	0.15	0.11
125	0.08	0.20	0.00	0.00
63	0.04	0.06	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00

Anlage 3.3 Korngrößenverteilung der Proben aus
 Geschiebemessungen in den Messpunkten A und B

KHR Messungen 10. März 1998
WAAL Km. 868.500

Messzeit	Wassertiefe in cm	Fließgeschwindigkeit m/s	
		Messpunkt A (NL) AZTM	Messpunkt B (D) Ott
	Sohle-600		
8:55	580	0.84	0.91
9:07	550	1.11	1.1
9:15	500	1.23	1.17
9:24	400	1.36	1.32
9:29	300	1.38	1.38
9:32	200	1.5	1.38
9:35	100	1.57	1.64
9:38	10		0.57

Messzeit	Wassertiefe in cm	Fließgeschwindigkeit m/s	
		Messpunkt B (NL) AZTM	Messpunkt A (D) Ott
	Sohle-570		
12:11	550	0.89	0.91
12:23	520	1.09	1.1
12:32	470	1.23	1.21
12:39	370	1.36	1.27
12:44	270	1.32	1.36
12:48	170	1.45	1.4
12:51	70	1.55	1.44
12:53	10		1.31

KHR Messungen 11. und 12. März 1998
WAAL Km. 868.500

Messpunkt 1.1				
Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
	Pumpe PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG(D)
Sohle-520				
500	51	43	62	69
470	47	44.2	46.6	66.4
420	49	43.3	48.2	54.8
260	51	44.3	44.3	65.0
50	47	40.3	34.4	63.4

Messpunkt 2.1				
Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
	Pumpe PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG(D)
Sohle-570				
550	86	57.9	205.9	84.8
520	58	40.6	49.3	81.2
470	43	42.5	47.8	74.9
285	46	42.9	46.6	56.5
50	45	28.4	39.2	75.6

Messpunkt 3.1				
Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
	Pumpe PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG(D)
Sohle-710				
690	54	56.2	130.2	63.3
660	55	57.0	64.2	75.1
610	73	54.7	57	77.2
355	57	50.3	57	65.0
50	76	50.4	53.1	54.4

Messpunkt 4.1				
Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
	Pumpe PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG(D)
Sohle-820				
800	62	55	271.7	77.2
770	140	54.8	62.9	74.6
720	65	53.3	63	59.8
410	62	53.7	58.2	76.9
50	57	52	51.2	55.8

Messpunkt 5.1				
Wassertiefe	Gesamtschwebstoff in mg/l			
	Pumpe PFS (NL)	ISCO (CH)	Messwagen (CH)	BfG(D)
Sohle-830				
810	52	56.2	104.2	74.2
780	53	54.6	129.4	65.0
730	58	58.8	68.9	55.9
415	54	52.5	56.5	63.4
50	57	46.8	44	42.2

Anlage 3.5 Gesamtschwebstoff im Querprofil

**KHR Messungen 11. und 12. März 1998
WAAL Km. 868.500**

Messpunkt 1.0			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-500			
480	15.7	43.1	12.7
450	8.3	31.7	12.4
400	7.0	28.5	8.4

Messpunkt 3.0			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-710			
690	27.33	42.02	24.92
660	16.67	36.42	17.6
610	14.00	36.02	15.32

Messpunkt 1.1			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-510			
490	18.7	43.0	10.9
460	8.3	33.1	8.4
410	6.3	28.7	7.3

Messpunkt 3.1			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		11/3
Sohle-710			
690	14.67	37.98	17.32
660	17.33	51.24	15.58
610	14.33	36.04	12.66

Messpunkt 1.2			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-520			
500	18.0	38.7	13.0
470	9.7	32.1	12.2
420	7.3	29.3	8.4

Messpunkt 3.2			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		11/3
Sohle-700			
680	28.36	37.5	28.36
650	13.33	37.34	20.42
600	12.33	44.94	14.92

Messpunkt 2.0			
Schwebstoff > 50µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-580			
560	35.7	59.3	44.6
530	22.0	43.5	36.8
480	12.0	34.3	22.5

Messpunkt 4.0			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		12/3
Sohle-850			
830	32.00	69.46	16.74
800	16.67	61.68	15.42
750	11.00	46.64	12.04

Messpunkt 2.1			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-560			
540	38.7	58.2	25.5
510	21.3	45.3	24.4
460	10.0	38.9	15.9

Messpunkt 4.1			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		12/3
Sohle-860			
840	58.00	62.24	30
810	34.44	62.84	19.56
760	19.00	51.1	12.76

Messpunkt 2.2			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		11/3
Sohle-570			
550	50.3	61.1	26.9
520	13.3	49.5	20.3
470	9.3	31.5	16.6

Messpunkt 4.2			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		12/3
Sohle-830			
810	80.33	58.06	17.76
780	12.33	74.04	13.14
730	6.67		13.14

Anlage 3.6 Schwebstoff > 50 µm in den Querprofilen

KHR Messungen 11. und 12. März 1998
WAAL Km. 868.500

Messpunkt 5.0			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 12/3		12/3
Sohle-900			
880	27.3	49.5	14.7
850	16.7	43.0	13.7
800	9.7	193.3	9.4

Messpunkt 5.1			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		12/3
Sohle-870			
850	27.0	42.1	27.2
820	21.0	41.9	16.5
770	16.7	39.7	11.9

Messpunkt 5.2			
Schwebstoff > 50 µm in mg/l			
Wassertiefe	AZTM (NL)	PFS (NL)	BfG (D)
	Daten 11/3		12/3
Sohle-840			
820	37.7	26.5	12.8
790	29.0	45.6	10.9
740	21.7	42.1	8.3

Anlage 3.6a Schwebstoff > 50 µm in den Querprofilen

KHR Messungen März 1998
WAAL Km. 868.500
Messergebnisse gemittelt über 10 Messungen

Messpunkt	Daten (BfG) Anfangszeit	Daten (HSZ) Anfangszeit	Ergebnisse Geschiebemessungen		
			Geschiebetrieb in g/m.s		
			BfG (D)	HSZ(NL)	*HSZ >1.4 µm
Messpunkt 5.0	12-03-98 14:59	12-03-98 9:20	0.08	124.75	38.67
Messpunkt 4.0	12-03-98 12:18	11-03-98 14:27	101.86	157.83	72.60
Messpunkt 3.0	12-03-98 9:20	11-03-98 10:37	135.33	212.11	97.57
Messpunkt 2.0/A	11-03-98 14:27	12-03-98 14:59	4.31	93.75	31.88
Messpunkt 1.0	11-03-98 10:37	12-03-98 12:18	2.40	12.75	2.17
Messpunkt A	10-03-98 12:15	10-03-98 8:55	24.69	47.48	29.44

Messpunkt	Daten (BfG) Anfangszeit	Daten (HSZ) Anfangszeit	Ergebnisse Geschiebemessungen		
			Geschiebetrieb in g/m.s		
			BfG (D)	HSZ(NL)	*HSZ >1.4 µm
Messpunkt 5.1	12-03-98 14:02	11-03-98 16:17	5.30	169.40	44.04
Messpunkt 4.1	12-03-98 11:10	11-03-98 13:29	63.43	97.09	27.18
Messpunkt 3.1	11-03-98 16:07	11-03-98 9:39	46.79	263.67	116.02
Messpunkt 2.1	11-03-98 13:29	12-03-98 14:02	16.48	139.07	59.80
Messpunkt 1.1	11-03-98 9:39	12-03-98 11:10	0.42	7.59	1.21

Messpunkt	Daten (BfG) Anfangszeit	Daten (HSZ) Anfangszeit	Ergebnisse Geschiebemessungen		
			Geschiebetrieb in g/m.s		
			BfG (D)	HSZ(NL)	*HSZ >1.4 µm
Messpunkt 5.2	12-03-98 13:13	11-03-98 15:30	3.06	199.09	33.85
Messpunkt 4.2	12-03-98 10:17	11-03-98 12:10	134.65	140.48	37.93
Messpunkt 3.2	11-03-98 15:30	11-03-98 8:38	92.83	76.76	30.70
Messpunkt 2.2/B	11-03-98 12:01	12-03-98 13:13	16.81	57.20	20.59
Messpunkt 1.2	11-03-98 8:38	12-03-98 10:17	0.83	14.44	2.46
Messpunkt B	10-03-98 8:55	10-03-98 12:15	19.63	51.95	20.78

*HSZ >1.4 µm berechnet anhand der Korngrößenverteilung

Anlage 3.7 Geschiebemessungen in den Querprofilen

KHR Messungen 11. und 12. März 1998
WAAL Km. 868.500

Korngrösse in µm	Siebdurchgang in %					
	Messpunkt 1.0 (NL)	Messpunkt 1.1 (NL)	Messpunkt 1.2 (NL)	Messpunkt 1.0 (D)	Messpunkt 1.1 (D)	Messpunkt 1.2 (D)
32000	98.9	98.8	99.9	100.0	100.0	100.0
16000	98.9	97.6	99.9	98.5	94.6	98.8
8000	94.5	94.5	95.3	72.5	49.0	65.9
4000	88.1	90.5	86.8	32.6	6.8	30.4
2000	84.4	85.5	83.5	18.1	2.0	10.6
1000	80.7	83.4	81.6	11.9	0.7	3.1
710	79.2	82.4	80.3	4.2		
500	71.7	75.0	74.0	0.2	0.0	0.5
355	44.4	47.5	43.9			
300	20.7	23.3	19.4			
250	0.3	5.6	4.4	0.0		0.0
125	0.3	0.3	0.1			
63	0.2	0.2	0.0			
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korngrösse in µm	Siebdurchgang in %					
	Messpunkt 2.0 (NL)	Messpunkt 2.1 (NL)	Messpunkt 2.2 (NL)	Messpunkt 2.0 (D)	Messpunkt 2.1 (D)	Messpunkt 2.2 (D)
32000	99.5	99.7	99.6	100.0	100.0	100.0
16000	95.0	92.9	95.3	89.2	99.6	94.4
8000	84.5	78.7	81.4	66.9	82.1	74.5
4000	73.1	63.0	68.6	30.8	47.0	39.8
2000	67.6	57.8	64.9	13.1	29.0	21.1
1000	65.2	56.4	63.9	5.2	20.8	13.0
710	63.1	55.3	63.4			
500	46.7	43.6	55.6	0.4	8.4	4.4
355	15.0	13.6	21.5	0.0		
300	4.5	4.2	7.6	0.0		
250	1.1	1.3	2.4	0.0	0.2	0.1
125	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korngrösse in µm	Siebdurchgang in %					
	Messpunkt 3.0 (NL)	Messpunkt 3.1 (NL)	Messpunkt 3.2 (NL)	Messpunkt 3.0 (D)	Messpunkt 3.1 (D)	Messpunkt 3.2 (D)
32000	99.9	99.8	99.8	100.0	100.0	100.0
16000	99.6	98.8	99.8	100.0	97.8	99.4
8000	94.9	94.5	96.5	98.9	86.2	92.0
4000	86.2	83.6	87.5	94.9	72.0	80.0
2000	63.1	70.9	71.8	78.6	46.6	64.7
1000	46.5	50.4	54.8	28.7	20.0	27.6
710	35.2	37.7	42.1			
500	14.4	16.0	19.0	0.3	3.9	2.9
355	3.0	3.3	5.2			
300	1.4	1.3	2.7			
250	0.6	0.5	1.3	0.0	0.0	0.2
125	0.0	0.0	0.4			
63	0.0	0.0	0.0			
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Anlage 3.8a Korngrößenverteilung der Proben aus
 Geschiebemessungen in den Querprofilen

KHR Messungen 11. und 12. März 1998
WAAL Km. 868.500

Korngrösse in µm	Korngrösseverteilung in %				
	Messpunkt 4.0 (NL)	Messpunkt 4.1 (NL)	Messpunkt 4.2 (NL)	Messpunkt 4.0 (D)	Messpunkt 4.1 (D)
32000	99.6	99.4	99.9	100.0	100.0
16000	97.7	97.7	99.9	100.0	99.6
8000	90.4	90.5	93.8	95.9	97.9
4000	81.4	84.7	86.4	85.4	93.9
2000	61.3	78.5	78.9	60.7	78.1
1000	48.1	66.4	67.7	23.8	41.7
710	39.3	54.4	54.0		
500	24.0	35.1	33.4	7.9	6.4
355	12.9	19.0	16.4	0.0	
300	6.7	10.2	8.3	0.0	
250	2.1	3.2	3.0	0.0	0.1
125	0.0	0.4	0.8	0.0	0.0
63	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korngrösse in µm	Korngrösseverteilung in %			
	Messpunkt 5.0 (NL)	Messpunkt 5.1 (NL)	Messpunkt 5.2 (NL)	Messpunkt 5.1 (D)
32000	99.5	99.3	99.6	100.0
16000	82.7	98.4	99.6	94.8
8000	77.3	91.7	94.6	71.1
4000	73.3	85.3	91.0	19.9
2000	71.1	75.7	84.2	8.2
1000	68.8	73.9	81.4	3.2
710	66.9	73.1	79.1	0.0
500	57.2	65.7	64.4	0.0
355	27.9	32.5	25.8	0.0
300	11.3	12.7	8.7	0.0
250	2.7	3.4	2.0	0.0
125	0.4	0.3	0.1	0.0

Anlage 3.8b Korngrößenverteilung der Proben aus
 Geschiebemessungen in den Querprofilen

Einige Informationen über die:

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)

Die KHR ist eine Organisation, in der wissenschaftliche Institutionen der Rheinanliegerstaaten gemeinsam hydrologische Grundlagen für die nachhaltige Entwicklung im Rheingebiet erarbeitet.

Mission und Aufgaben der KHR sind:

- Erweiterung der Kenntnisse über die Hydrologie des Rheingebietes durch:
gemeinsame Untersuchungen,
 - Austausch von Daten, Methoden und Informationen
 - Entwicklung standardisierter Verfahren
 - Veröffentlichungen in eigene Schriftenreihen.
- Beitragen zur Lösung von grenzüberschreitenden Problemen durch Herstellung, Verwaltung und Bereitstellung von:
 - Informationssystemen (KHR Rhein GIS)
 - Modelle (z. B. Wasserhaushalts Modelle und Rhein Alarmmodell)

Bei Bedarf arbeitet die KHR mit anderen (internationalen) Organisationen zusammen und/oder stellt ihnen ihre Arbeitsergebnisse zur Verfügung.

Mitarbeitende Länder

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

Beziehungen mit UNESCO und WMO

Die KHR wurde 1970 anlässlich der UNESCO-Empfehlung, zur Förderung einer engeren Zusammenarbeit in internationalen Flußgebieten, gegründet. Seit 1975 erfolgt die Fortsetzung der Arbeiten im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms (IHP) der UNESCO und des Operationellen Hydrologischen Programms (OHP) der WMO.

Auswahl von Laufende KHR Arbeiten in 2000.

Hochwasser

Im EU / IRMA SPONGE Rahmen wird eine Untersuchung nach die "Methodenentwicklung zur Analyse der Wirksamkeit von flächenbezogenen Hochwasserreduktionsmaßnahmen im Rheineinzugsgebiet auf der Basis von Referenz Hochwassern" durchgeführt. Außerdem wird an einem "Übersicht von angewandten Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen für mesoskaligen Einzugsgebiete" gearbeitet.

Sediment

Eine Publikation über "Feststoffmessungen zum Vergleich von Meßgeräte und Meßmethoden im Rhein" ist in Vorbereitung. Weiterhin erfolgt eine vergleichende Untersuchung nach Modellkonzepten, die zur Berechnung des Geschiebetransports im Rheineinzugsgebiet eingesetzt werden.

Das KHR-Rhein-GIS wird in vielen Untersuchungen, in denen die KHR Partner ist, eingesetzt.

Bei das EU IRMA-SPONGE Projekt, das IKSr/EU INTERREG Projekt LaHoR, das Projekt Deutscher Forschungsnetz Naturkatastrophen und bei die ETH-Zürich für das Thema Forschung Klimaveränderungen und extreme Flußwassermengen.

Das KHR-Rhein-GIS wird um neuen Klimadaten erweitert und mit einer anwenderfreundlichen Benutzeroberfläche versehen.

Das Rhein Alarmmodell sagt bei Schadstoffeinleitungen den Verlauf der Verunreinigung vorher.

Die KHR hat das IKSr/KHR Modell in technischer Verwaltung: die Anpassung des Modells an sich ändernde Umstände und Wünsche, sowie die Weitergabe des Modells an Anwender.

Die Anwenderfreundlichkeit des Modells wird verbessert und es wird außerdem so angepaßt, daß es sich für zweidimensionale Berechnungen eignet. Über dieses letzte Thema ist eine Publikation in Vorbereitung.

Mehr Informationen über die KHR sind ihrer Internetseite zu entnehmen: www.CHR-KHR.org.

Quelques informations sur la :

Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin (CHR)

La CHR est une organisation regroupant les institutions scientifiques des pays riverains du Rhin dans le but de définir en commun des principes hydrologiques de développement durable du bassin rhénan.

La CHR a pour mission et tâches :

- D'élargir les connaissances sur l'hydrologie du bassin du Rhin par :
 - des recherches effectuées en commun,
 - l'échange de données, méthodes et informations,
 - le développement de procédés standard,
 - des publications dans des cahiers propres.
- De contribuer à résoudre les problèmes transfrontaliers par l'élaboration, la gestion et la mise à disposition de :
 - systèmes d'informations (SIG Rhin de la CHR)
 - modèles (par ex. modèle de régime hydrologique, modèle d'alarme pour le Rhin).

Au besoin, la CHR collabore avec d'autres organisations (internationales) et/ou met à leur disposition les résultats de ses propres travaux.

Pays membres de la CHR

Allemagne, Autriche, France, Luxembourg, Pays-Bas et Suisse.

Relations avec l'UNESCO et l'OMM

La CHR a été fondée en 1970 sur recommandation de l'UNESCO, en vue de promouvoir une étroite collaboration dans les bassins versants internationaux. Depuis 1975, elle poursuit ses travaux dans le cadre du Programme Hydrologique International (PHI) de l'UNESCO et du Programme Hydrologique Opérationnel (PHO) de l'OMM.

Sélection de travaux de la CHR en cours en 2000

Crues

Dans le cadre du programme SPONGE/IRMA de l'UE, une recherche est conduite pour le „développement de méthodes d'analyse de l'efficacité des mesures de réduction surfacique des crues dans le bassin versant du Rhin sur la base de crues de référence“.

Par ailleurs, une étude en cours doit permettre d'obtenir un „aperçu des procédures appliquées en matière d'évaluation des débits de crues pour bassins versants à méso-échelle“.

Sédiments

Une publication sur les „mesures des matières solides en vue de comparer les appareils et méthodes de mesure appliqués au Rhin“ est en cours de préparation.

Une étude comparative permettra ensuite de définir des concepts de modèles pouvant être utilisés pour le calcul du charriage dans le bassin versant du Rhin.

Le SIG-Rhin de la CHR est utilisé dans un grand nombre d'études auxquelles collabore la CHR : dans le projet SPONGE-IRMA de l'UE, le projet LaHoR-INTEREGG du IKS/UE, le projet de réseau allemand de recherche sur les catastrophes naturelles (Deutscher Forschungsnetz Naturkatastrophen), et le projet de recherche de l'EPF de Zurich sur les changements climatiques et les débits fluviaux extrêmes.

Le SIG-Rhin de la CHR sera enrichi de nouvelles données climatiques et agrémenté d'une interface utilisateur très conviviale.

Le modèle d'alarme pour le Rhin permet de prévoir l'évolution d'une pollution lors d'un apport de substances nocives dans le Rhin.

La CHR est chargée de la gestion technique du modèle IKS/KHR : adaptation du modèle aux nouvelles conditions et souhaits, et transmission du modèle à l'utilisateur.

La convivialité du modèle a été améliorée et il a été par ailleurs adapté de sorte à permettre les calculs bidimensionnels. Une publication sur ce thème est en cours de préparation.

Pour de plus amples informations sur la CHR, veuillez consulter le site de la commission sur Internet à l'adresse : www.CHR-KHR.org.

Enige informatie over de:

Internationale Commissie voor de Hydrologie van het Rijngebied (CHR)

De CHR is een organisatie waarin de wetenschappelijke instituten van de Rijnsoeverstaten gemeenschappelijke hydrologische maatregelen opstellen voor de duurzame ontwikkeling van het Rijngebied.

Missie en taken van de CHR:

- Kennis van de hydrologie van het Rijngebied uitbreiden door:
 - gemeenschappelijke onderzoeken,
 - uitwisselen van gegevens, methoden en informatie
 - ontwikkeling van gestandaardiseerde procedures
 - publicaties in eigen werken
- Bijdrage leveren aan het oplossen van grensoverschrijdende problemen door het opstellen, beheren en het beschikbaar stellen van:
 - informatiesystemen (CHR Rijn GIS)
 - modellen (bijv. modellen waterhuishouding en Rijnalarmmodel)

Indien nodig werkt de CHR samen met andere (internationale) organisaties en/of stelt resultaten ter beschikking.

Samenwerkende landen

Zwitserland, Oostenrijk, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Nederland.

Relatie met UNESCO en WMO

In 1970 werd de CHR opgericht naar aanleiding van een advies van de UNESCO om een nauwere samenwerking tussen internationale stroomgebieden te bevorderen. Sinds 1975 worden de werkzaamheden voortgezet in het kader van het Internationale Hydrologische Programma (IHP) van de UNESCO en van het Operationele Hydrologische Programma (OHP) van de WMO.

Selectie uit lopende CHR-werkzaamheden in 2000.

Hoogwater

In het kader van EU/IRMA-SPONGE wordt onderzoek verricht naar de "Ontwikkeling van methoden voor het analyseren van de effectiviteit van gebiedspecifieke hoogwaterreductiemaatregelen in het Rijnstroomgebied op basis van referentiehoogwater".

Bovendien wordt gewerkt aan een "Overzicht van toegepaste procedures voor het schatten van hoogwaterafvoeren voor mesoschalige stroomgebieden".

Sediment

Een publicatie over "Metingen van vaste stoffen ter vergelijking van meetapparatuur en meetmethoden in de Rijn" is in voorbereiding. Verder volgt een vergelijkend onderzoek naar modelconcepten die worden ingezet bij het berekenen van sedimenttransporten in het Rijnstroomgebied.

Het CHR-Rijn-GIS wordt bij vele onderzoeken ingezet, waarbij de CHR partner is: bij het project EU IRMA-SPONGE, het IKSER/EU INTERREG project LaHoR, het project Duits Onderzoeksnetwerk Natuurrampen en door de ETH-Zürich voor het Onderzoek naar klimaatveranderingen en extreme rivierwaterpeilen.

Het CHR-Rijn-GIS wordt uitgebreid met nieuwe klimaatgegevens en voorzien van een gebruiksvriendelijke user interface.

Het Rijn-Alarmmodel voorspelt het verloop van de verontreiniging bij lozingen van schadelijke stoffen.

De CHR zorgt voor het technische beheer van het IKSER/CHR-model: het aanpassen van het model aan de veranderende omstandigheden en wensen en het overhandigen van het model aan de gebruiker.

De gebruiksvriendelijkheid van het model wordt verbeterd en het model wordt zo aangepast dat het geschikt is voor tweedimensionale berekeningen. Een publicatie over dit laatste onderwerp is in voorbereiding.

Meer informatie over de CHR kunt u vinden op de website: www.CHR-KHR.org.

Information on the:

International Commission for the Hydrology of the Rhine basin (CHR)

The CHR is an organisation in which the scientific institutes of the Rhine riparian states formulate joint hydrological measures for sustainable development of the Rhine basin.

CHR's mission and tasks:

- Expansion of the knowledge of the hydrology in the Rhine basin through:
 - joint research,
 - exchange of data, methods and information
 - development of standardised procedures
 - publications in own works
- Making a contribution to the solution of cross-border problems through the formulation, management and provision of:
 - information systems (CHR Rhine GIS)
 - models (e.g. models for water management and a Rhine alarm model)

If necessary, the CHR co-operates with other (international) organisations and/or makes results available.

Co-operating countries

Switzerland, Austria, Germany, France, Luxembourg and the Netherlands.

Relationship with UNESCO and WMO

The CHR was founded in 1970, following advice by UNESCO to promote closer co-operation between international river basins. Since 1975, the work has been continued within the framework of the International Hydrological Programme (IHP) of the UNESCO and the Operational Hydrological Programme (OHP) of the WMO.

Selection of on-going CHR activities in 2000.

High waters

Within the framework of EU/IRMA-SPONGE, research is being carried out into the "Development of methods for analysing the effectiveness of area-specific flood reduction measures in the Rhine catchment area on the basis of reference high waters".

Work is also underway on a "Summary of allied processes for estimating high water discharges for meso-scale catchment areas".

Sediment

A publication on "Solid matter measurements for comparing measuring devices and techniques in the Rhine" is being prepared. A comparative study of the model concepts used to calculate the bed load transport in the Rhine catchment area is to be published at a later date.

The CHR Rhine GIS is used in many studies, in which the CHR is a partner:

in the EU IRMA-SPONGE project, the IKSr/EU INTERREG LaHoR project, the German Research Network for Natural Disasters project and at Zurich Technical University for research into climate change and extreme river water levels.

New climatic data is to be added to the CHR Rhine GIS, along with a user-friendly user interface.

The Rhine Alarm model forecasts the progress of pollution following the discharge of harmful substances.

The CHR is responsible for the technical management of the IKSr/CHR model: adaptation of the model to the changing circumstances and requirements, and provision of the model to the user.

The user friendliness of the model is under improvement and the model is to be adapted to make it suitable for two-dimensional calculations. A publication is being prepared on the latter topic.

For more information on the CHR, refer to the web site: www.CHR-KHR.org.

KOLOPHON

Publikation der CHR/KHR

Sekretariat, Postfach 17
8200 AA Lelystad
Niederlande
Email: info@chr-khr.org
Website: www.chr-khr.org

Übersetzungen: Password Translations,
Heino

Drucker: Veenman drukkers, Ede

ISBN : 90-36953-54-5



Secretariaat CHR/KHR
Zuiderwagenplein 2

Postbus 17
8200 AA Lelystad
Niederlande/Pays-Bas