

# Endbericht

## *„Umweltprobenbank des Bundes - Ersterkundung der Probenahme­flächen an der Donau für die Beprobung von Schwebstoffen (UBA FKZ 30102025)*

Projektzeitraum April 2008 bis Januar 2009

Freie Universität Berlin  
Fachbereich Geowissenschaften  
AB Hydrogeologie  
Malteserstr. 74 -100  
12249 Berlin

### **Projektleitung**

Prof. Dr. Asaf Pekdeger  
Dr. Andreas Winkler

### **Autor**

Mathias Ricking

### **Mitarbeiter**

Joachim Bartels  
Stephan Kuhn  
Oliver Menzel  
Martin Recker  
Sarah Zapf

### **Auftraggeber**

Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.2  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin

Berlin, Mai 2009

## INHALTSVERZEICHNIS

<b><u>1 EINLEITUNG.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2 ZIELE UND METHODEN.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>3.1 Dauerexposition, Beprobung von Sedimentationskästen .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>3.2 Analyse der Schwebstoffproben .....</u></b>	<b><u>7</u></b>

# 1 Einleitung

Für die Umweltprobenbank des Bundes (UPB) werden in der Donau an drei Probenahme­flächen (PNF) in den Gebietsausschnitten (GA) Oberhalb Illermündung (PNF Ulm), Gebietsausschnitt Unterhalb Altmühl­mündung (PNF Kelheim) und im Gebietsauschnitt Grenze Deutschland-Österreich (PNF Jochenstein) Brassens und Dreikant­muscheln als Proben entnommen. Die Akkumulation von Schadstoffen in den Schwebstoffen ist bislang nicht untersucht und stellt entsprechend der anderen Fließgewässersysteme eine notwendige Ergänzung zu den biotischen Proben in diesem Flussgebiets­system dar (BMU, 2008).

Aufgabe des Projektes war es, an den o.g. Gebietsaus­chnitten durch eine Ersterkundung für die UPB - Routineprobenahme geeignete PNF zu ermitteln. Durch anschließende Exposition der UPB - Schwebstoff­fallen sowie Durchführung einer Probenahme nach vorliegender Standardarbeitsanweisung (SOP) sollte die Bestimmung der Schwebstoff­gehalte sowie deren Inhaltstoffe erfolgen.

## 2 Ziele und Methoden

An den drei Probenahme­flächen, an denen für die UPB Brassens und Dreikant­muscheln entnommen werden,

PNF Ulm (GA Oberhalb Illermündung)

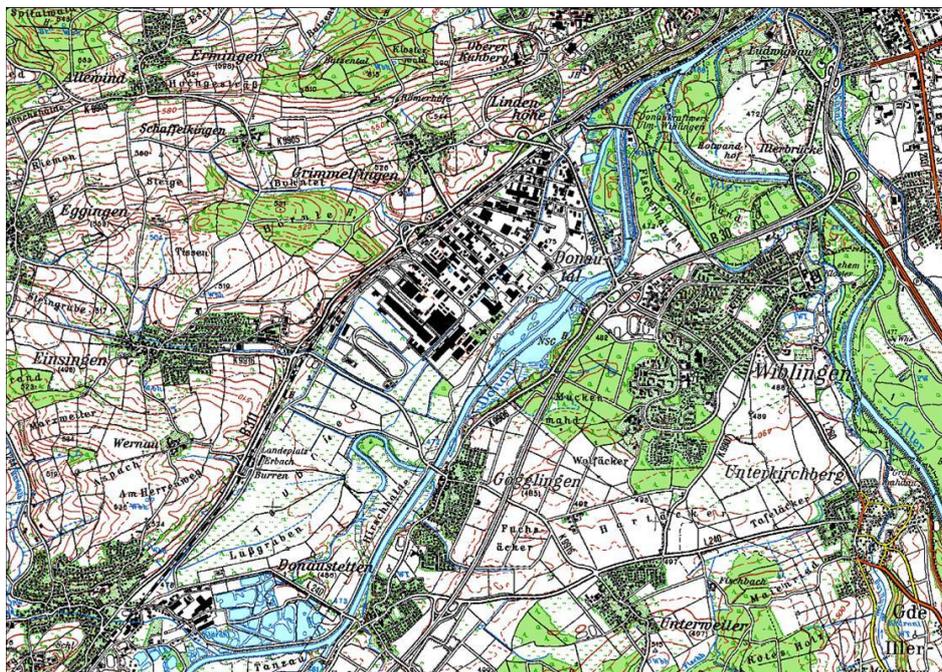


Abbildung 1: Topographische Karte der PNF Ulm.

PNF Kelheim (GA Unterhalb Altmühl­mündung)

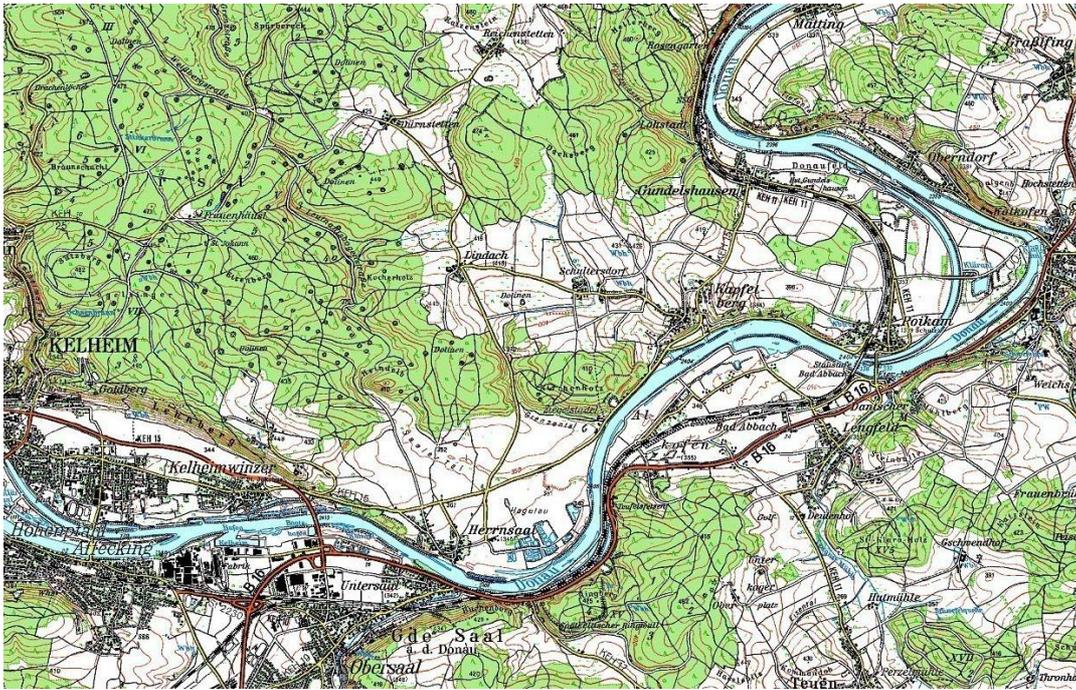


Abbildung 2: Topographische Karte der PNF Kelheim.

PNF Jochenstein (GA Grenze Deutschland-Österreich)

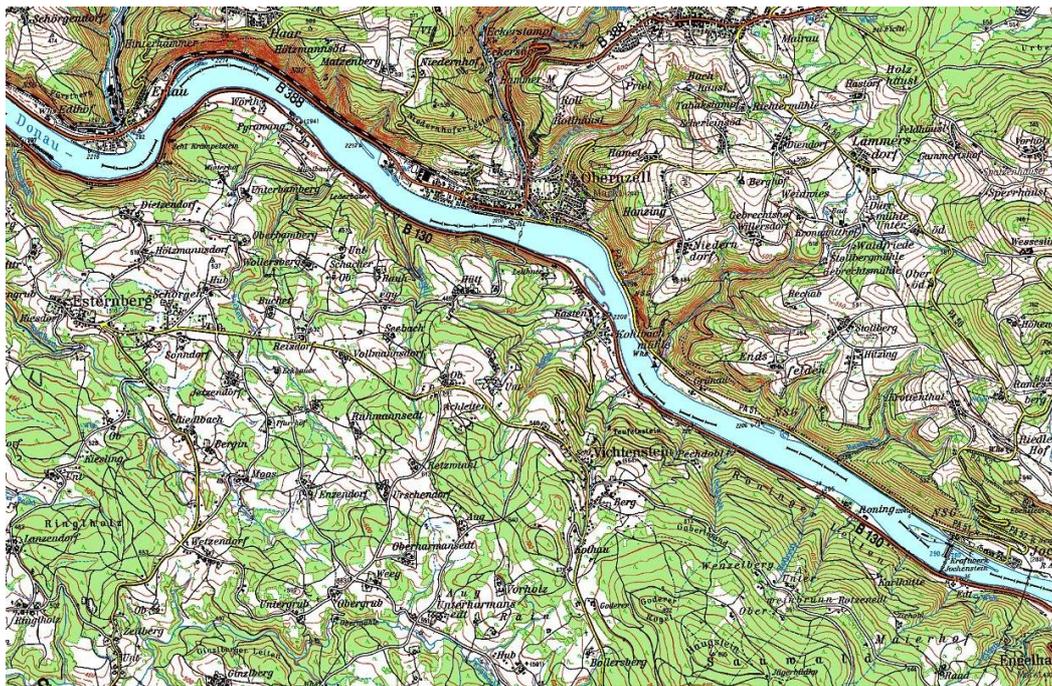


Abbildung 3: Topographische Karte der PNF Jochenstein.

erfolgte eine Auswahl geeigneter Probenahmestellen für die Probenahme von Schwebstoff. Dazu wurden im Rahmen einer orientierenden Geländeuntersuchung die PNF besichtigt, geeignete Probenahmestellen kartiert und exemplarisch die Schwebstoffgehalte unter Einhaltung der SOP ermittelt.

Anschließend wurde das Routineprobenahmeverfahren der UPB entsprechend der o.g. SOP an den selektierten Probenahmestellen getestet. Dazu wurden Sedimentationskästen (SK) der UPB exponiert. In den Zeiträumen Frühjahr (Juni/Juli), Sommer (August/September) und Herbst/Winter (Oktober/November) 2008 wurden die SK nach jeweils einem Monat beprobt. Die Expositionsdauer entspricht dem Zeitraum der UPB - Routineprobenahme.

Im Ergebnis der drei Probenahmekampagnen wurden die gewonnen Schwebstoffe hinsichtlich der sedimentologisch-geochemischen Parameter:

- Korngrößenverteilung
- gesamter organischer und anorganischer Kohlenstoff
- Schwermetalle (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni)
- organischer Verbindungen (PAH, PCB, OCP)

untersucht und ergänzend durch eine non-target-GC/MS-Untersuchung beschrieben.

Für eine abschließende Bewertung wurden darüber hinaus bei den zuständigen wasserwirtschaftlichen Institutionen Daten zum Jahresgang der Schwebstoffgehalte eingeholt.

Die Bewertung der Schwebstoffmengen hinsichtlich der Vorgaben von Mindestmengen für die Herstellung von Jahreshomogenaten; Aussagen zum jahreszeitlichen Trend und die Erfassung der Zusammensetzung der Schwebstoffe an den jeweiligen Probenahmeflächen waren für die endgültige Festlegung der Probenahmeflächen für den Routinebetrieb der UPB notwendig.

### **3 Ergebnisse und Diskussion**

An allen drei PNF wurden diese Probenahmelokalitäten nach Vorgaben der SOP beprobt:

1. In Neu-Ulm wurden die Proben direkt in der Donau (linkes Ufer) unter Obhut des lokalen Fischereivereines entnommen. Die ursprüngliche Probenahmelokalität in einem Altarm der Donau, der sich für die Brassenbeprobung als sinnvoll erwiesen hat, eignet sich wegen der sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit für die Schwebstoffe nicht und musste verworfen werden. In einer 2 -monatigen Testphase konnten hier nur 150 g FG gesammelt werden. An der neu ausgewählten Stelle wird die Schwebstofffalle direkt in der Donau exponiert.
2. An der PNF Kelheim wurde eine geeignete Stelle im Anstrombereich des Wasserkraftwerkes Bad Abbach (EON-Wasserkraft AG) auf dem Werksgelände gefunden.
3. An der PNF Jochenstein wird im Anstrombereich des Wasserkraftwerkes Jochenstein der Beprobungssteg des Landesumweltamtes Bayern gemeinsam mit den Kollegen der BfG aus Koblenz genutzt.

#### **3.1 Dauerexposition, Beprobung von Sedimentationskästen**

Die Probenahme fand in den Monaten Juni/Juli, August/September und Oktober/November statt. In Neu-Ulm wurde wegen der anfangs geringen Ausbeute die Exposition verlängert (siehe oben).

Die Pegelstände der benachbarten Pegel an der Donau sind in den Abbildungen 4 bis 6 für den Zeitraum 01. Januar 2008 bis 31. Dezember 2008 dargestellt. Die Hochwassermarkte wurde nur im Sommer einmalig in Kelheim und im Spätsommer/Frühherbst in Jochenstein überschritten.

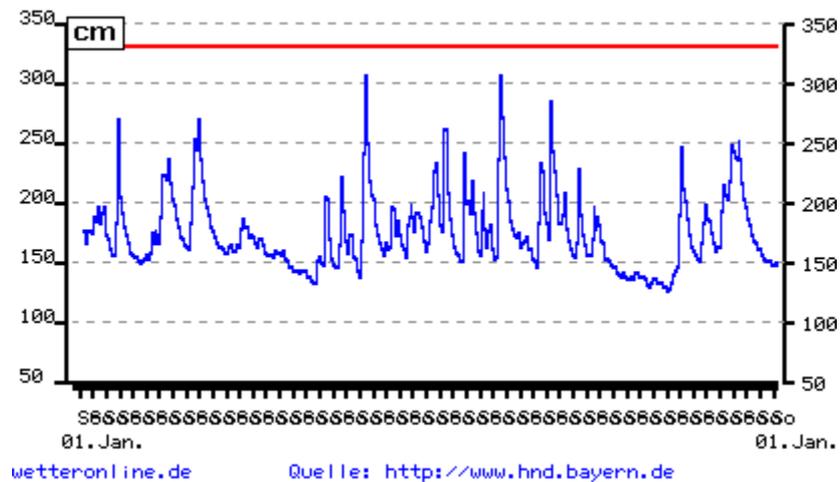


Abbildung 4: Pegel Neu-Ulm Januar bis Dezember 2008.

Der Zeitraum September-Oktober 2008 war durch sehr niedrige Abflüsse und ein ungewöhnlich klares Gewässer insbesondere im Oberlauf an der PNF Ulm gekennzeichnet. Diese Beobachtung wird durch die Mitglieder des Fischereivereines bestätigt. Die Schwebstoffkonzentration betrug 1,37 mg/L im Oktober 2008, relativ zu 3,58 mg/L in Bad Abbach und 26,13 mg/L in Jochenstein, das durch das Schwebstoffangebot des Inn ab Passau geprägt wird.

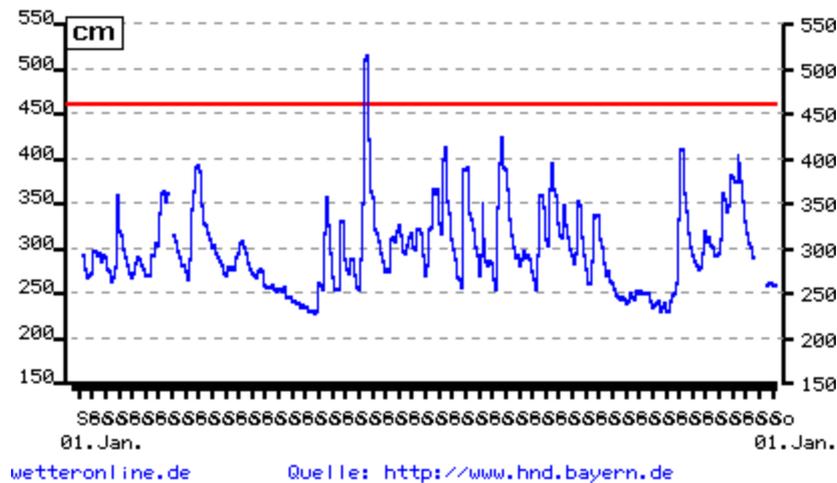


Abbildung 5: Pegel Kelheim Januar bis Dezember 2008..

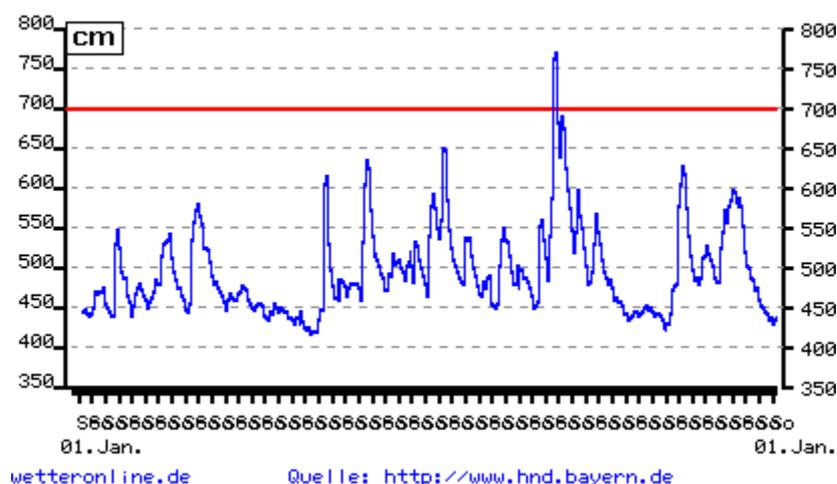


Abbildung 6: Pegel Passau Januar bis Dezember 2008..

Die Schwebstoffgehalte werden nicht kontinuierlich erfasst und können nur explarisch aus den Gewässerkundlichen Jahresberichten entnommen werden.

Die gesammelten Schwebstoffmengen (Feuchtgewichte - FG) betragen:

PNF Ulm:                    0151 g am 15.08. 2008 (nach 2 Monaten)  
                                   0296 g am 11.10.2008  
                                   1019 g am 08.11.2008

PNF Kelheim:            3414 g am 11.07.2008  
                                   1066 g am 13.09.2008  
                                   1467 g am 07.11.2008

PNF Jochenstein: > 5000 g am 12.07.2008  
                                   > 5000 g am 12.09.2008  
                                   0368 g am 07.11.2008.

Die gesammelten Schwebstoffmengen an den PNF Jochenstein und Kelheim entsprechen den notwendigen Mengen, um für die Routineprobenahme ein Jahreshomogenat erstellen zu können. Um ausreichend Material für die Routineanalytik und Einlagerung der Schwebstoffe zu erhalten, wird momentan eine Gesamtsammelleistung von maximal 12 kg FG für ein Jahreshomogenat je PNF angestrebt. Dazu werden monatlich mind. 1000 g FG Schwebstoffe je PNF benötigt.

An den PNF Ulm und Jochenstein konnten trotz des sehr geringen Schwebstoffgehaltes 296 g FG bzw. 368 g FG entnommen werden. Diese Gehalte werden als Ausreißer gewertet. Sollte auf Grund von Schwankungen zukünftig die gesammelte Schwebstoffmenge für die Routineprobenahme nicht ausreichen, wird die Exposition eines zweiten SK empfohlen.

### 3.2 Analyse der Schwebstoffproben

Die Korngrößenanalysen der PNF Ulm (Abbildung 18) und PNF Kelheim (Abbildung 19) weisen mit Feinkornanteilen (< 20 µm) von mindestens 70 - 80 % sehr feinkörniges Material aus. Die Proben der PNF Ulm vom August 2008 wurden wegen des Wechsels der Entnahmestelle (siehe unter Kap. 3.) nicht analysiert.

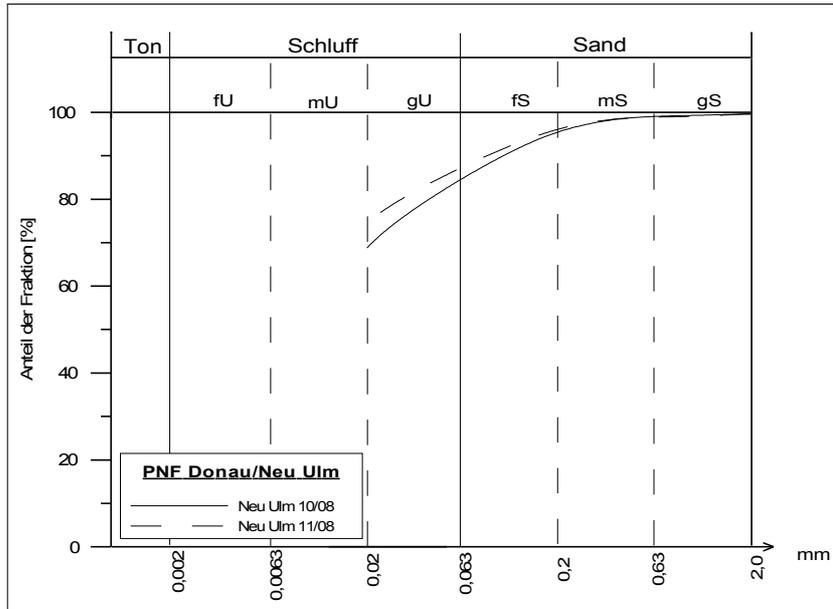


Abbildung 7: Korngrößenverteilung der Proben an der PNF Ulm in Neu Ulm (NU) im Oktober und November 2008.

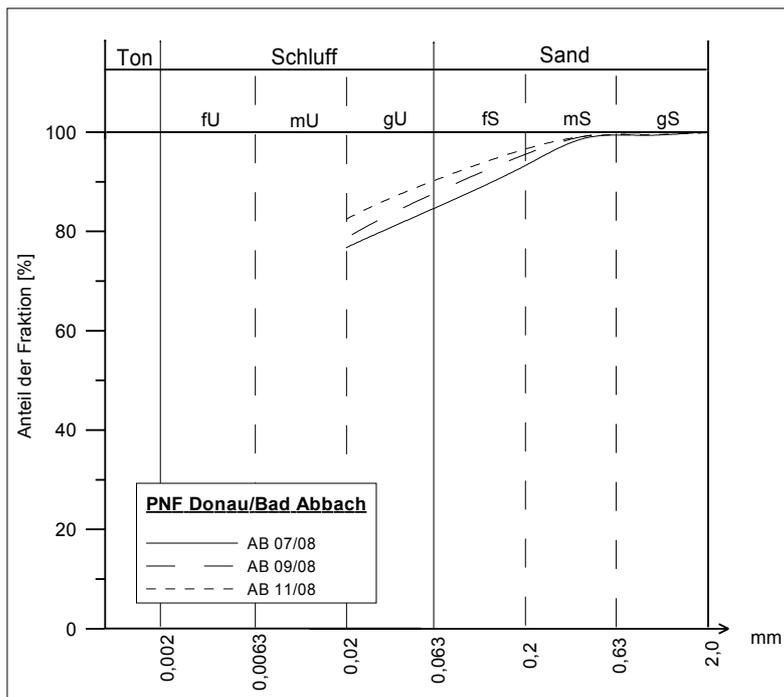


Abbildung 8: Korngrößenverteilung der Proben an der PNF Kelheim in Bad Abbach (AB) im Juli, September und November 2008.

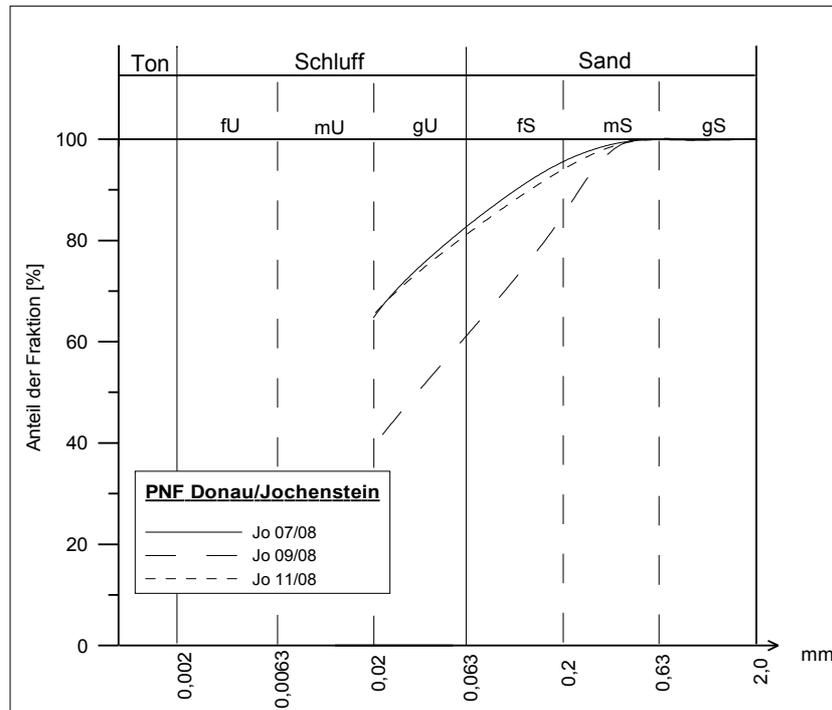


Abbildung 9: Korngrößenverteilung der Proben an der PNF Jochenstein (JO) im Juli, September und November 2008.

An der PNF Jochenstein zeigt sich der alpine Charakter des Inn durch einen Abflußpeak (siehe Abbildung 6) im September mit deutlich größeren Schwebstoffen (Abbildung 9). Der Feinkornanteil sinkt im September auf 40 % und ist in den anderen beiden Monaten mit 65 % niedriger als in den stromaufwärts gelegenen PNF.

Die ermittelten Korngrößenfraktionierungen stimmen mit den Untersuchungen aus den 1990er Jahren (Nachnebel et al. 1998) überein, wobei diese Arbeitsgruppe eine andere Probenahme-technik (zwei 5 L Kunststoffgefäße, die direkt unter der Wasseroberfläche Proben entnehmen und nach 2 - 3 Wochen Sedimentation werden 2 L zentrifugiert) angewendet hat.

Die TC-, TIC- und TOC-Gehalte sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Für die PNF Ulm und Kelheim zeigt sich ein höherer TOC-Gehalt als an der PNF Jochenstein, die durch den Inn sedimentologisch geprägt und durch deutlich höhere mittlere Abflußmengen gekennzeichnet ist. Die Septemberprobe der PNF Jochenstein weist durch einen erhöhten TIC-Gehalt bei sinkendem TOC-Gehalt auf den Hochwassereintrag aus dem Inn hin.

Tabelle 1: Geochemische Analysenwerte des gesamten Kohlenstoffs (TC), anorganischen Kohlenstoffs (TIC) und organischen Kohlenstoffs (TOC) in den Proben der PNF Ulm (NU), Kelheim (AB) und Jochenstein (JO).

Probe	TC [%]	TIC [%]	TOC [%]
NU 0808	12.1	6.98	5.11
	12.1	6.91	5.19
NU 1008	10.5	2.78	7.68
	10.4	2.4	7.97
NU 1108	10.9	3.05	7.85
	10.9	3.05	7.85
AB 0708	8.0	2.23	5.72
	7.9	2.42	5.48
AB 0908	7.9	2.92	4.94
	7.9	3.32	4.62
AB 1108	8.5	3.01	5.52
	8.5	3.34	5.15
JO 0708	4.7	1.88	2.78
	4.6	1.82	2.83
JO 0908	4.2	2.81	1.35
	4.1	3.03	1.04
JO 1108	5.6	2.36	3.26
	5.5	2.56	2.98

Die Schwermetallgehalte der Proben wurden in der Korngrößenfraktion < 63 µm nach Vorgabe der WRRL-Ergänzung für Sedimente und Biota (2009) bestimmt und in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Geochemische Analysenwerte der Schwermetalle Ni, Pb, Cu, Zn und Cd [mg/kg TM] in den Proben der PNF Ulm (NU), Kelheim (AB) und Jochenstein (JO).

Probe	Ni	Pb	Cu	Zn	Cd
NU 10/08	35.84	24.75	58.03	158.73	0.51
NU 11/08	43.71	25.5	63.74	183.94	0.55
AB 07/08	36.59	25.61	73.18	178.38	0.37
AB 09/08	33.95	21.77	55.72	156.71	0.35
AB 11/08	33.6	24.64	64.96	259.11	0.45
JO 07/08	50.75	19.96	54.17	92.37	0.34
JO 09/08	38.73	16	42.1	74.94	0.25
JO 11/08	41.81	23.13	57.83	137.01	0.36

Im Vergleich mit den anderen PNG der UPB sind die Gehalte als niedrig einzustufen, sie liegen im Konzentrationsbereich der PNF Weil und Iffezheim am Rhein, die geringer kontaminiert sind als die UPB - PNF der Elbe. Im Vergleich zum PNG Bornhöveder Seengebiet (PNF Belauer See) rangieren die Gehalte im Konzentrationsbereich dieses UPB - Backgroundgebietes. Dabei ist berücksichtigt, dass die Analysen der Proben aus dem Belauer See auf Grund von Materialmangel an der Gesamtfraction bestimmt wurden.

Bei den organischen Kontaminanten konnten nur PAH mit Gesamtgehalten unter 1000 ng/g TM nachgewiesen werden, wobei die Proben aus Ulm durch den naturnahen Charakter der PNF deutlich geringere Gehalte aufwiesen. Das PAH-Muster ist durch Fluoranthen/Pyren als Hauptkomponenten pyrogenen Ursprungs geprägt. PCB und OCP konnten bei einer Bestimmungsgrenze von 2 ng/g TM nicht detektiert werden.

Die non-target GC/MS-Untersuchungen ergaben neben biogenen Komponenten wie Aliphaten (Alkanen, Alkenen und Fettsäuremethylestern), Aromaten (Geosmin, Limonen, Steranen) nur in den Proben der PNF Kelheim und Jochenstein geringe Konzentrationen an polyzyklischen Moschusduftstoffen (Galaxolide®-HHCB, Tonalide®-AHTN) und Alkylphenolen (Octyl- und Nonylphenolen). Diese Proben sind durch Klärwerkseinträge im niedrigen Konzentrationsbereich geprägt. Die Emissionsquellen zeigen sich zusätzlich durch den Nachweis von Sterolen, z.B. Cholesterol und Coprostanol.

Insgesamt sind die Proben des PNG Donau durch sehr geringe bis geringe Gehalte an Kontaminanten gekennzeichnet, die organische Matrix der Schwebstoffe ist biogen geprägt.

#### Literatur:

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (HRSG.) (2008): Umweltprobenbank des Bundes - Konzeption (Stand: Oktober 2008); [www.umweltprobenbank.de](http://www.umweltprobenbank.de)

Nachnebel, N.P., Seidelmann, R., Müller, H.W., Schwaighofer, B. 1998: Herkunft und Zusammensetzung der Schwebstoffe in der Donau und ihren wichtigsten Zubringern; Forschung im Verbund (Universität für Bodenkultur Wien; Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau - IWHW; Institut für Angewandte Geologie - IAG) Schriftenreihe, Band 45, 1-157, Wien.

WRRL-Ergänzung für Sedimente und Biota 2009: Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive; Draft, 1-61.