

**Schwebstoffe und organische  
Kohlenstoffverbindungen  
in ausgewählten Quellen des  
Nationalparkgebietes "Nördliche  
Kalkalpen"**

**Karstprogramm  
Teilprojekt 7.6./95**

Dr. Klement Tockner

Jahresberichte 1995

Für den Inhalt verantwortlich:

Dr. Klement Tockner  
Burstwiesenstraße 64  
CH-8055 Zürich

Impressum:

Projekt Nationalpark Kalkalpen  
Endbericht 1603-7.6./95

Herausgeber:  
Amt der Oö. Landesregierung  
Nationalparkplanung  
im Verein Nationalpark Kalkalpen  
Obergrünburg 340  
4592 Leonstein

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt

Die zur Verfügung gestellte Infrastruktur  
im Forschungszentrum Molln  
wurde gefördert aus Mitteln des Landes Oberösterreich

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden.

Schwebstoffe und organische Kohlenstoffverbindungen  
in ausgewählten Quellen des Nationalparkgebietes  
'Nördliche Kalkalpen'

Endbericht (Pr. 1603-7.6./95)

Klement Tockner

Adresse: Burstwiesenstr. 64, CH-8055 Zürich, Schweiz

## Kurzzusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es einen ersten Überblick über die mengenmässige Verteilung von gelösten und partikulären organischen Substanzen (DOC, POC) und über die Qualität und Quantität der Schwebstoffe zu gewinnen. Es sollte ebenfalls überprüft werden, inwieweit diese Parameter eine Indikation von Degradationserscheinungen im Einzugsgebiet und von karstinternen Retentionsvorgängen erlauben.

(1) Intensivkampagne Hinterer Rettenbach (HRQ) und Steyernquelle (STEY): Die Schwebstoffkonzentrationen waren in STEY etwa 5-fach höher (0.64-5.63mg/l) als in der HRQ. Der organische Anteil war hingegen mit durchschnittlich 33% in der HRQ 3-fach höher. In beiden Quellen wurden die höchsten Konzentrationen zum Zeitpunkt des beginnenden Pegelanstiegs beobachtet ("Hysteresis"-Effekt). Die DOC-Konzentrationen hingegen waren pegelunabhängig in beiden Quellen mit ca. 2mg/l ähnlich. Mit dem Anstieg der Schwebstoffkonzentrationen konnten jeweils Abnahmen der mittleren Korndurchmesser beobachtet werden. Zugleich nahm der anorganische Anteil am Schweb zu.

(2) Vergleich von 30 Quellen: Der Vergleich der Quellen zeigte grosse Unterschiede sowohl in den POC- als auch in den DOC-Konzentrationen, wobei beide Parameter in positiver Beziehung zueinander stehen. In allen Quellen sind die DOC-Konzentrationen deutlich bis ausgeprägt (VRQ, HRQ, LAUS, SONN) höher als die POC-Konzentrationen. Zu jenen Quellen, die sowohl hohe Schwebstoff- als auch DOC-Konzentrationen aufweisen zählen das Maulaufloch, die Effertsbachquelle, die Ahorntalquelle, die Steyernquelle und die Quelle bei der Jörglalm. Auch die Korngrössenunterschiede zwischen den einzelnen Quellen sind ausgeprägt. Geringe mittlere Korndurchmesser zeigen etwa der Piesling Ursprung oder die Rinnende Wand, während wiederum die Effertsbachquelle die höchste mittlere Korngrösse aufweist. Insgesamt können das Maulaufloch, die Effertsbachquelle (?), aber auch die Steyernquelle oder Ahorntalquelle als Quellen mit einem relativ hohen Kohlenstoffaustrag bezeichnet werden. Von den Grossquellen zeigt der Pieslingursprung die niedrigsten Kohlenstoffkonzentrationen. Sämtliche Parameter eignen sich ausgezeichnet als Umweltparameter, die den Zustand der Quelleinzugsgebiete aufzuzeigen vermögen.

(3) Auswirkung auf die Quellfauna: Es ist fast unmöglich die Zusammensetzung einer Artengemeinschaft im Quellbereich anhand einzelner Kenngrößen erklären zu können. Trotzdem zeigt ein Vergleich, dass jene Quellen, die eine hohe organische Belastung aufweisen (hohe Seston- und Kohlenstoffkonzentrationen, hohe  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauchswerte), auch durch eine artenärmere Quellfauna gekennzeichnet sind (Daten: Weigand & Tockner, 1996).

## 1. Einleitung und Fragestellung

In der vorliegenden Studie wurden einerseits die quantitative und qualitative Zusammensetzung des Sestons (Schwebstoffe), andererseits das organische Material in seiner gelösten und partikulären Form (als organischer Kohlenstoff) erfasst. Das Ziel dieser Studie war es, einen ersten Überblick über die mengenmässige Verteilung von gelösten und partikulären organischen Substanzen (DOC, POC: dissolved and particulate organic carbon) und über die Qualität und Quantität der Schwebstoffe zu gewinnen. Es sollte ebenfalls überprüft werden, inwieweit diese Parameter eine Indikation von Degradationserscheinungen im Einzugsgebiet und von karstinternen Retentionsvorgängen erlauben.

Die Bestimmung der Schwebstoffkonzentrationen (Sestonuntersuchungen) ist ein routinemässiges Verfahren, wobei aus der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Schwebstoffe Rückschlüsse auf erosive Prozesse im Einzugsgebiet oder auf systeminterne Retentionskapazitäten ermöglicht werden (z.Bsp. Walling, 1996). Anhand der grössenmässigen Zusammensetzung der Partikel können Aussagen zur Lithologie, Sedimentverfügbarkeit oder zu Transportprozessen getroffen werden (Walling & Moorehaed, 1989, Warren & Zimmermann, 1994). Grundsätzlich bewegen sich im aquatischen Bereich die Partikel in einer Grössenordnung von 0.1 bis 200  $\mu\text{m}$ . Die Grösse der Partikel ist unmittelbar mit der verfügbaren Oberfläche korreliert, die wiederum für den Nährstoff- und Schadstofftransport von wesentlicher Bedeutung ist. Die Korngrösse ist somit ein fundamentaler Parameter, der chemische Prozesse in Gewässern beeinflusst (Horowitz, 1991). Insgesamt ist die Verfügbarkeit von Daten betreffend der Partikelgrössen beschränkt. Eine positive Beziehung zwischen der Schüttung und der durchschnittlichen Partikelgrösse ist grundsätzlich zu erwarten, doch ein allgemeingültiger Zusammenhang lässt sich nicht festlegen (Walling, 1996).

Neben der Konzentration und der grössenmässigen Zusammensetzung der Partikel ist der organische Anteil, hier als partikulärer Kohlenstoff (POC, particulate organic carbon), eine wesentliche Grösse, über welche Rückschlüsse auf die Bedingungen im Einzugsgebiet und die trophischen Verhältnisse in Fließgewässern ermöglicht werden

(z.Bsp. Wotton, 1993). Grundsätzlich wird der Energiefluss durch ein Ökosystem von der Verfügbarkeit organischer Substanzen bestimmt. In kleinen Fließgewässern ist der allochthone Eintrag aus der terrestrischen Umgebung die wesentliche Energiebasis für die Lebensgemeinschaften (z.Bsp. Calow & Petts, 1993). Die mengenmässige Verfügbarkeit und die Relation zwischen gelösten und partikulären Kohlenstoffverbindungen bestimmen daher ganz grundlegend die Lebensgemeinschaften im Quellbach mit.

Die Ergebnisse der Invertebratenaufsammlungen - es wurden ergänzende Proben im Quellbereich des Goldlochs (GOLD), Piesling Ursprugs (PIES) und Maulauflochs (MAUL) genommen - wurden bereits im Projektteil "Quellfauna" diskutiert (Weigand & Tockner, 1996). Generelle Beziehungen zwischen der faunistischer Besiedlung und dem organischen Gehalt konnten hierbei keine festgestellt werden. Andere abiotische Kenngrößen, wie Morphologie der Quelle, Seehöhe oder Schüttung überlagern mögliche Zusammenhänge zwischen organischem Material und Invertebratenbesiedlung (Weigand & Tockner, 1996). Ein Vergleich zeigt aber, dass jene Quellen, die eine hohe organische Belastung aufweisen (hohe Seston- und Kohlenstoffkonzentrationen, hohe  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauchswerte), auch durch eine artenärmere Quellfauna gekennzeichnet sind (Daten: Weigand & Tockner, 1996). Störungen im Einzugsgebiet könnten für beide Phänomene (hoher Austrag, geringe Artdiversität) als Ursachen vermutet werden.

Im vorliegenden Bericht wurden einerseits die Ergebnisse einer Intensivkampagne im Spätsommer 1995 (27.8.-1.9.1995) berücksichtigt. In jenem Zeitraum wurden die Steyernquelle und die Quelle beim Hinteren Rettenbach intensiv beprobt (jeweils 18 Einzelentnahmen). Andererseits wurden während der routinemässigen Besammlung im Sommer 1995 (17.-19.08.1995) 30 Quellen hinsichtlich der ausgewählten Zusatzparameter untersucht (POC, DOC, Sestonkonzentration, Partikelzusammensetzung). Weiters wurden von tiefgefrorenen Rückstellproben aus dem Zeitraum 1991 bis 1995 der TOC- (total organic carbon) Gehalt bestimmt. Die während einer zweiten Intensivkampagne im Frühjahr 1996 (Schneesmelze) gezogenen Proben sind in diesem Bericht noch nicht berücksichtigt, da die Analysen

noch im Gange sind. Die Ergebnisse werden erst in einem Folgebericht separat beschrieben und diskutiert (Weigand, in prep.).

## 2. Material und Methodik

Die Proben wurden von Mitarbeitern des Labors des Vereins 'Nationalpark Kalkalpen' gezogen und vorbehandelt. Zur Bestimmung des Sestongehaltes wurden zwischen 2 und 11 Liter Quellwasser, in Abhängigkeit von der Gesamtkonzentration, durch aschefreie GF/F Glasfaserfilter gefiltert. Der Filtrerrückstand wurde bei 60°C getrocknet (48h) und gewogen. Die Gewichts Differenz ergibt die jeweilige Konzentration an partikulärem organischen Material im Quellwasser. Die getrockneten Proben wurden anschliessend verbrannt (490°C, 4.5h) und rückgewogen. Die Differenz ergibt das "ash free dry weight" (AFDW), das in etwa dem verbrennbaren organischen Anteil entspricht. Vergleiche mit den POC-Werten ergaben ein Verhältnis von 2:1 (AFDW:POC).

Für die Bestimmung des gelösten (DOC, dissolved organic carbon) organischen Kohlenstoffs wurde Probenwasser ebenfalls durch vorgemuffelte (450°C, 4.5h) Whatmann GF/F Glasfaserfilter filtriert. Das Filtrat wurde in vorgemuffelten Glasampullen bei -20°C bis zur Analyse aufbewahrt. Der organische Kohlenstoffgehalt (mg/l) wurde mit einem Shimadzu TOC-5000 Analyzer - nach Behandlung der Proben mit CO<sub>2</sub>-freier Luft - bestimmt. Ein Platin-Katalysator auf Quartz wurde bei der Analyse mitverwendet (Brenner & Strom, 1993). TOC (total organic carbon) wurde wie DOC, jedoch ohne Filtration und nach Behandlung mit Ultraschall, analysiert. Der partikuläre Anteil (POC, particulate organic carbon) lässt sich aus den Differenzen beider Konzentrationen von TOC und DOC errechnen. Von den Rückstellproben wurde einzig TOC bestimmt, da durch die teilweise lange Lagerung partikuläre Kohlenstoffbestandteile in gelöste Bestandteile zerlegt worden sein dürften.

Die relative Verteilung der einzelnen Korngrössenklassen wurde mittels eines 'Coulter-Counters' bestimmt. Vor der Analyse wurde die Wasserprobe 10 min im Ultraschallbad vorbehandelt (Zerstörung von lagerungsbedingten Aggregatbildungen). Bestimmt wurden hiermit die Grösse der sogenannten Primärpartikel. Jeweils drei Parallelproben je Probenstelle und Probenstermin wurden analysiert. Die Angaben erfolgen in Volumsprozenten, wobei für die Einzelpartikel eine hypothetische

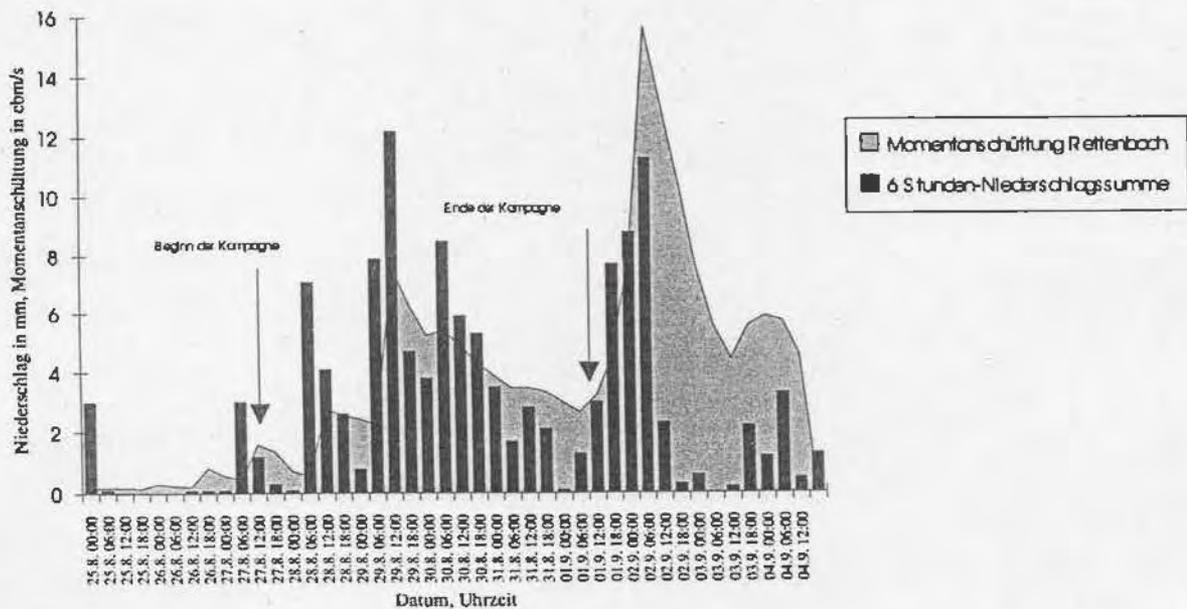
Kugelgestalt angenommen wurde (der 'Coulter-Counter' bestimmt den Durchmesser der Einzelpartikel und zählt zugleich die Anzahl der Partikel je Korngrösse). Die Einzelwerte wurden zu Korngrössenklassen zusammengefasst und als Summenprocente angegeben. Die Quartilwerte, der Sortierungskoeffizient, als Mass für die Verteilungsheterogenität ( $S_o = 1$  bedeutet, dass nur eine einzige Korngrösse am Aufbau beteiligt ist), und der Schiefekoeffizient wurden berechnet (Müller, 1964, Mangelsdorf & Scheurmann, 1980).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Intensivkampagne: August 1995 (STEY und HRQ)

Eine intensive Beprobung der Steyern (STEY)- und der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ) erfolgte im Zeitraum vom 27.8. bis 1.9.1995. Regenfälle führten in dieser Zeit zu kurzfristigen Abflussschwankungen (Haseke, 1995). Die Pegelstände während der jeweiligen Entnahmetermine sind in der Tabelle 1 aufgelistet. Es wurden im Rahmen der vorliegenden Studie die gelösten und partikulären Kohlenstoffkonzentrationen (POC, DOC), die Sestonkonzentrationen (Schwebstoffe) sowie die Grössenverteilungsmuster der Schwebstoffpartikel bestimmt.

**Intensivkampagne 8/1995:  
Schüttung und Niederschlag Hinterer Rettenbach (HRQ)**



## Seston, gelöster und partikulärer organischer Kohlenstoff (DOC, POC)

In der Tabelle 1 sind die Schwebstoffkonzentrationen (mg/l, Trockengewicht) beim Quellaustritt des Hinteren Rettenbaches (HRQ) und der Steyernquelle (STEY) angeführt. Während der berücksichtigten Untersuchungsperiode (27.8. bis 1.9.1995) konnten in der Quelle beim Hinteren Rettenbach Konzentrationen von 0.11 mg/l bis maximal 1.31 mg/l festgestellt werden. Zu allen Zeitpunkten lagen die Konzentrationen unter jenen in der Steyernquelle (Tabelle 1). In der Steyernquelle betragen die Konzentrationen zwischen 0.64 mg/l und 5.63 mg/l. Im Mittel lagen die Schwebstoffkonzentrationen im Hinteren Rettenbach bei 0.38 mg/l ( $\pm 0.33$ mg/l) und in der Steyernquelle bei 2.04 mg/l ( $\pm 1.35$ mg/l). Die höchsten Konzentrationen wurden nicht beim Pegelhöchstwert, sondern bereits beim Anstieg gemessen (Abbildung 1). Während des Anstieges werden karstintern (und im unmittelbaren Einzugsgebiet) gespeicherte Reserven mobilisiert und in kurzer Zeit abtransportiert. Grundsätzlich ist der Transport gelöster und insbesondere partikulärer Substanzen ein nicht kontinuierlicher Vorgang. Der Grossteil der Jahresfracht erfolgt zum Zeitpunkt von Einzelereignissen (Hochwasser, Schneeschmelze), was besondere Anforderungen an die Entnahmemethode stellt.

Die Konzentrationen an DOC (dissolved organic carbon) bewegten sich während der Untersuchungszeit in der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ) zwischen 1.33 mg/l und 3.02 mg/l und in der Steyernquelle zwischen 1.54 mg/l und 2.66 mg/l. Bemerkenswert waren die geringen Unterschiede zwischen den beiden Quellen und die geringen Differenzen zwischen den einzelnen Probeentnahmetermen. Im Mittel lagen die Konzentrationen in der Steyernquelle bei 2.04mg/l ( $\pm 0.35$  mg/l) und in der Rettenbachquelle bei 1.94 mg/l ( $\pm 0.41$  mg/l). Pegelbedingte Konzentrationsschwankungen konnten in keiner der beiden Quellen festgestellt werden.

Der partikuläre organische Kohlstoff (POC) konnte in der Steyernquelle in Konzentrationen von durchschnittlich 0.28 mg/l ( $\pm 0.14$  mg/l) und in der Rettenbachquelle von nur 0.07 mg/l ( $\pm 0.02$  mg/l) nachgewiesen werden. Der relative Anteil des POC am Gesamtseston stand in einer negativen Beziehung zum

Gesamtschwebstoffgehalt (Abbildung 2). Ein Anstieg in der Schwebstoffkonzentration war in erster Linie mit einer Zunahme des anorganischen Anteils verbunden, während der organische Anteil im Durchschnitt geringe Änderungen zeigte. Im Mittel betrug der relative organische Anteil in der Steyrnquelle 10.0 % ( $\pm 6.5$  %) und in der Rettenbachquelle 33.2 % ( $\pm 13.4$  %). Die im Vergleich zur Rettenbachquelle erhöhten Sestonkonzentrationen in der Steyrnquelle lassen sich fast ausschliesslich auf eine Zunahme der anorganischen Bestandteile zurückführen.

Der weitaus grösste Teil des gesamten organischen Kohlenstoffes wurde in Form gelöster Fraktionen austransportiert. Durch die vergleichsweise geringen Änderungen der DOC-Konzentrationen im Zeitverlauf konnten Verschiebungen in der DOC/POC-Relation einzig auf Änderungen in den POC-Konzentrationen zurückgeführt werden. Im Mittel überstiegen die DOC-Konzentrationen die POC-Konzentrationen in der Steyrnquelle um das etwa 10-fache, während in der Hinteren Rettenbachquelle die Relation sogar 33 ( $\pm 13$ ) zu 1 betrug.

Tabelle 1: Schwebstoff- (Seston in mg/l), DOC- und POC-Konzentrationen (mg/l), der relative Anteil des POC am Seston (%) und das Verhältnis von DOC zu POC in den beiden Quellaustritten (Hinterer Rettenbach und Steyrnquelle: HRQ u. STEY). Zeitraum: 27.08.1995 und 01.09.1995. k.A.: keine Angabe.

STEYERN-  
QUELLE

Datum	Zeit	Pegel cm	Seston mgTG/l	DOC mg/l	POC mg/l	% org.C	DOC/POC
	12:00	139	0.66	2.29	0.099	15.0	23.1
	18:00	129	0.66	2.49	0.128	19.4	19.5
28.08.95	00:00	124	0.68	2.44	0.099	14.6	24.6
	06:00	124	1.66	2.25	0.554	33.4	4.1
	12:00	143	1.64	2.50	0.232	14.1	10.8
	18:00	143	2.06	2.66	0.258	12.5	10.3
29.08.95	00:00	134	1.94	1.40	0.267	13.7	5.2
	06:00	139	2.23	2.09	0.302	13.5	6.9
	12:00	150	5.63	1.74	0.345	6.1	5.0
	18:00	160	4.10	1.89	0.510	12.4	3.7

30.08.95	00:00	163	2.47	1.89	0.375	15.2	5.0
	06:00	165	2.30	2.02	0.443	19.3	4.6
	12:00	165	3.87	2.03	0.413	10.7	4.9
	18:00	154	2.23	1.95	0.262	11.7	7.4
31.08.95	00:00	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
	06:00	144	1.22	1.82	0.158	13.0	11.5
	12:00	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
01.09.95	18:00	130	0.64	1.66	0.117	18.2	14.2
	00:00	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
	06:00	120	0.78	1.54	0.177	22.8	8.7

## HRQ

Datum	Zeit	Pegel cm	Seston mgTG/l	DOC mg/l	POC mg/l	% org.C	DOC/POC
27.08.95	12:00	174	0.32	2.07	0.062	19.6	33.4
	18:00	171	0.15	2.07	0.047	32.2	44.0
28.08.95	00:00	162	0.11	2.08	0.047	41.6	44.3
	06:00	158	0.16	2.26	0.038	23.8	59.5
	12:00	186	0.63	2.02	0.084	13.3	24.0
	18:00	184	0.32	1.33	0.080	25.1	16.6
29.08.95	00:00	183	0.23	2.55	0.052	22.4	49.0
	06:00	181	0.19	2.19	0.052	26.8	42.1
	12:00	217	1.31	1.33	0.132	10.1	10.1
	18:00	210	1.11	1.58	0.120	10.8	13.2
30.08.95	00:00	204	0.45	1.69	0.076	17.0	22.2
	06:00	205	0.35	1.79	0.063	17.8	28.4
	12:00	202	0.26	3.02	0.060	22.7	50.3
31.08.95	18:00	198	0.28	1.71	0.067	24.4	25.5
	00:00	195	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
	06:00	192	0.21	1.73	0.051	23.9	33.9
	12:00	192	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
01.09.95	18:00	191	0.18	1.76	0.049	27.7	35.9
	00:00	188	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A
	06:00	185	0.27	1.75	0.054	19.9	32.4



Abbildung 1b: HINTERER RETTENBACH: Pegelverlauf während der Intensivkampagne (27.08.1995 - 01.09.1995); Sestonkonzentration (mgTG/l), DOC-Konzentration (mg/l) und der relative Anteil des partikulären organischen Kohlenstoffs am Seston (%).

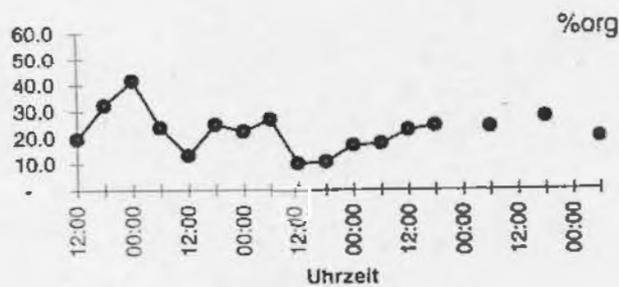
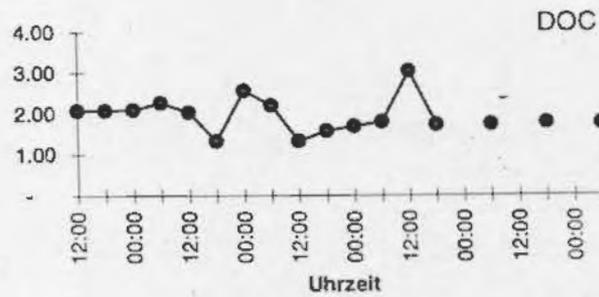
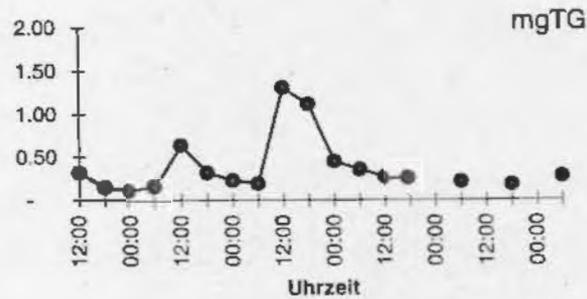
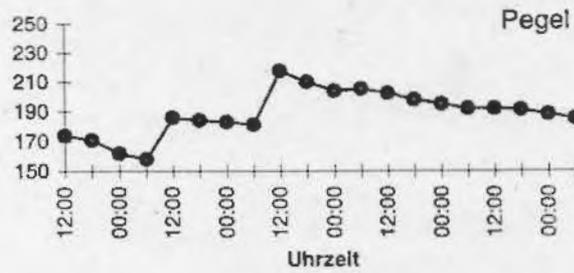
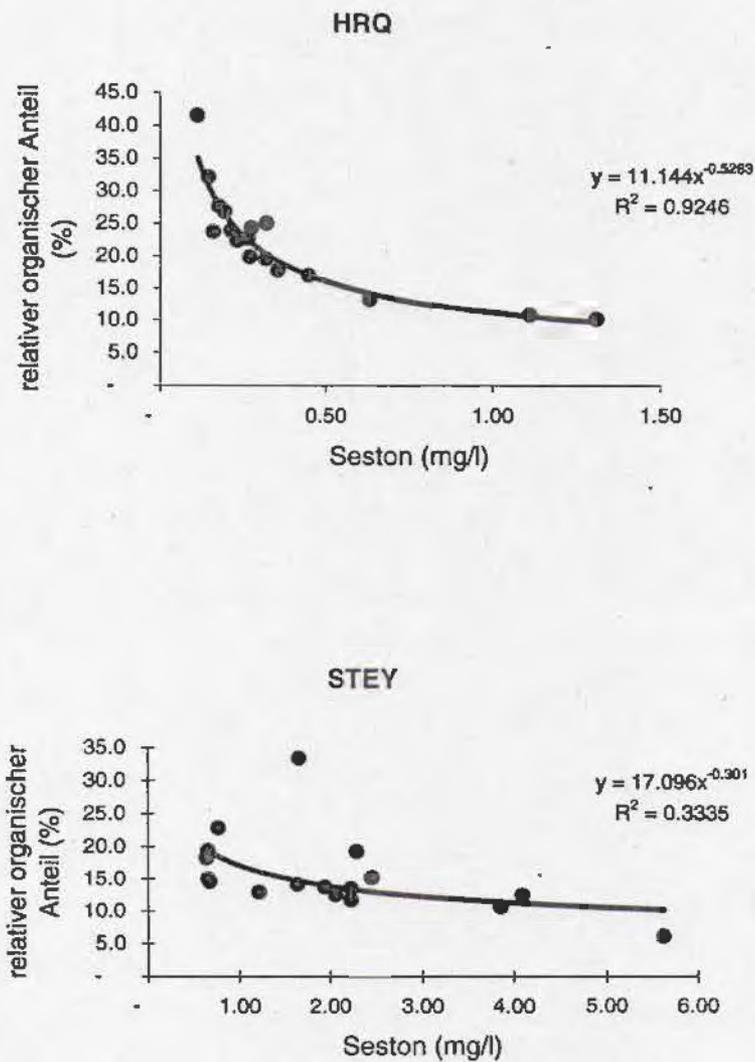


Abbildung 2: Korrelation zwischen Sestonkonzentration und organischem Gehalt (%).



### 3.1.2. Korngrössenzusammensetzung

Die grössenmässige Zusammensetzung der Primärpartikel wurde mittels eines "Coulter Counters" - nach vorhergehender Ultraschallbehandlung - bestimmt. Je Probenstelle und Termin wurden drei Einzelproben analysiert, der jeweilige Mittelwert gebildet und dieser als Masszahl verwendet. Die jeweiligen Quartilwerte (Q1, Md, Q3), die Sortierungs- und die Schiefekoeffizienten sind in der Tabelle 2 aufgelistet (siehe: Methodik). K.A.: keine Angabe.

Tabelle 2: Angabe der Quartilwerte (Q1, Md, Q3, in  $\mu\text{m}$ ), der Sortierungs- und Schiefekoeffizienten der Schwebstoffpartikel in den beiden untersuchten Quellen (STEY und HRQ). Angabe des Mittelwertes (n=3). K.A.: keine Angabe.

STEY					
Entnahmezeit	Q1	Md	Q3	S0	Sk
1995-08-27 12:00	9.1	12.1	17.1	1.37	0.96
1995-08-27 18:00	6.4	8.6	10.7	1.29	0.93
1995-08-27 24:00	9.6	13.6	18.3	1.38	0.95
1995-08-28 06:00	8.9	15.7	20.8	1.53	0.75
1995-08-28 12:00	7.3	11.1	17.8	1.56	1.05
1995-08-27 18:00	6.9	10.6	17.7	1.60	1.09
1995-08-28 24:00	9.2	14.1	25.5	1.66	1.18
1995-08-29 06:00	9.8	16.2	23.0	1.53	0.87
1995-08-29 12:00	10.9	19.1	31.0	1.69	0.93
1995-08-29 18:00	7.7	11.7	17.2	1.49	0.97
1995-08-29 24:00	6.9	10.5	15.6	1.50	0.98
1995-08-30 06:00	6.4	8.8	11.6	1.35	0.96
1995-08-30 12:00	6.8	10.6	19.5	1.69	1.18
1995-08-30 18:00	6.1	8.4	11.8	1.39	1.02
1995-08-31 06:00	8.3	12.4	21.3	1.60	1.15
1995-08-31 12:00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
1995-08-31 18:00	9.2	19.3	35.5	1.96	0.88
1995-09-01 06:00	8.6	13.1	25.6	1.73	1.28

HRQ					
Entnahmezeit	Q1	Md	Q3	S0	Sk
1995-08-27 12:00	11.6	26.5	29.4	1.59	0.49
1995-08-27 18:00	12.5	18.8	27.5	1.48	0.97
1995-08-27 24:00	10.9	16.0	25.6	1.53	1.09
1995-08-28 06:00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
1995-08-28 12:00	8.1	11.6	14.9	1.36	0.90
1995-08-27 18:00	9.5	14.5	18.4	1.39	0.83
1995-08-28 24:00	6.8	9.6	11.4	1.29	0.84
1995-08-29 06:00	7.9	12.6	17.2	1.48	0.86
1995-08-29 12:00	8.7	12.3	15.7	1.34	0.90
1995-08-29 18:00	8.1	11.2	18.3	1.50	1.18
1995-08-29 24:00	6.0	8.1	12.2	1.43	1.12
1995-08-30 06:00	6.2	8.6	11.9	1.39	1.00
1995-08-30 12:00	7.7	13.8	21.8	1.68	0.88
1995-08-30 18:00	9.8	13.4	17.8	1.35	0.97
1995-08-31 06:00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
1995-08-31 18:00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
1995-09-01 06:00	10.0	18.9	26.8	1.64	0.75

Im Mittel sind die Mediane in beiden Quellaustritten nicht signifikant unterschiedlich. So betragen die Mediane in der Hinteren Rettenbachquelle  $Md = 14.0 \pm 4.7 \mu\text{m}$  und in der Steyernquelle  $Md = 13.0 \pm 3.4 \mu\text{m}$ . In beiden Quellen kann eine Abnahme des mittleren Korndurchmessers mit dem Anstieg der Schwebstoffkonzentration beobachtet werden. Die grössten Medianwerte zeigen sich im Hinteren Rettenbach am Anfang und am Ende der Beprobungsperiode. Abbildung 3 zeigt die Unterschiede zwischen der Rettenbachquelle und der Steyernquelle am Beginn der Untersuchung. Deutlich kleinere Korngrössen kennzeichnet die Steyernquelle. Auch die Partikelheterogenität (Sortierungskoeffizient) ist in der Rettenbachquelle am Beginn und am Ende der Untersuchung erhöht, wenngleich gerade der Sortierungskoeffizient deutliche Schwankungen zwischen den einzelnen Entnahmetermen aufweist. In der Steyernquelle kann ebenfalls eine deutliche Reduktion der Korndurchmesser beim zweiten Pegelanstieg beobachtet werden. Auch hier zeigt sich die Tendenz einer höheren Partikelheterogenität bei erhöhten mittleren Korndurchmessern. Die Abbildung 4 zeigt die Position der Quartilwerte (25%, 50% und 75%) in Abhängigkeit von der Entnahmezeit.

Abbildung 3: Korngrössensummenkurve für die Steyern- und die Hintere Rettenbachquelle zum Beginn der Beprobung.

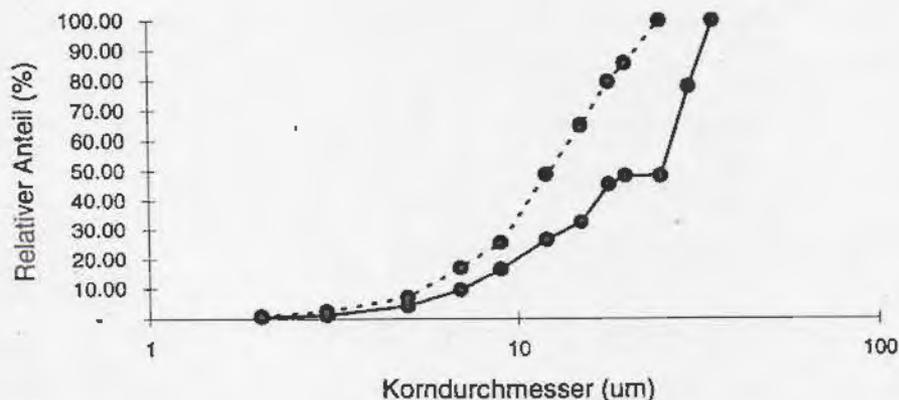
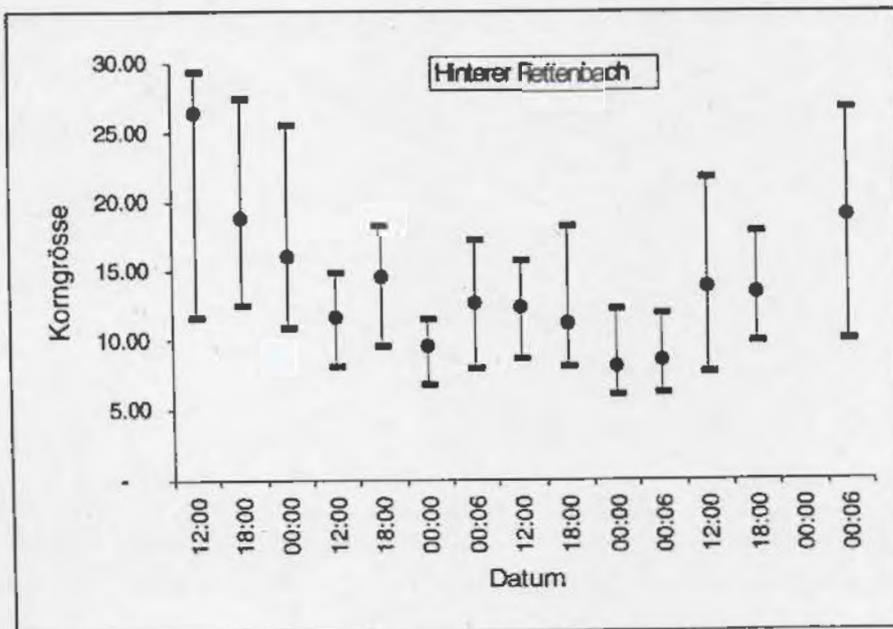
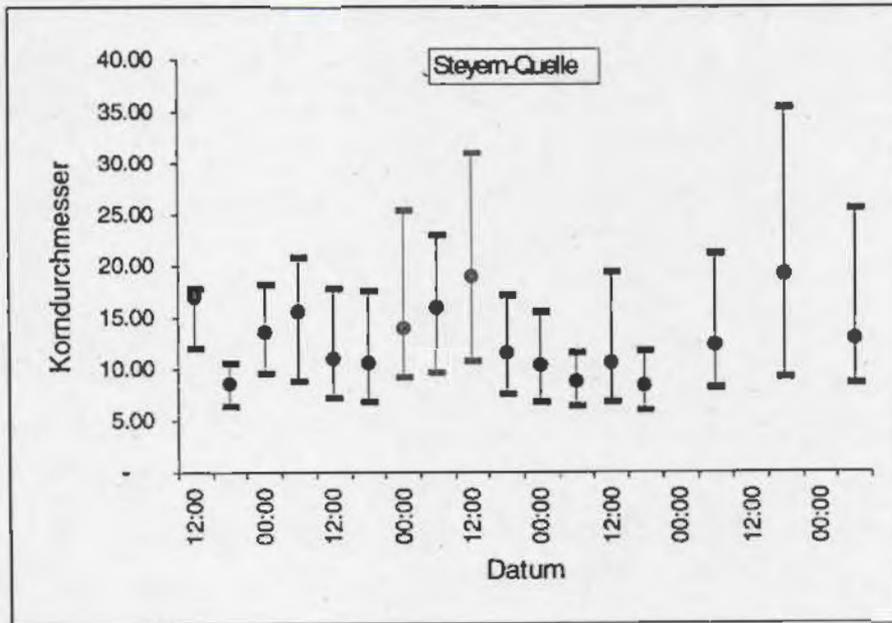


Abbildung 4: Ereigniskampagne: Mittlere Korndurchmesser ( $M_d$ ,  $\mu\text{m}$ ) und die beiden Quartilwerte (Q1 und Q3), in Relation zur Entnahmezzeit.



### 3.2. Quellmonitoring August 1995 (17.-19.08.1995)

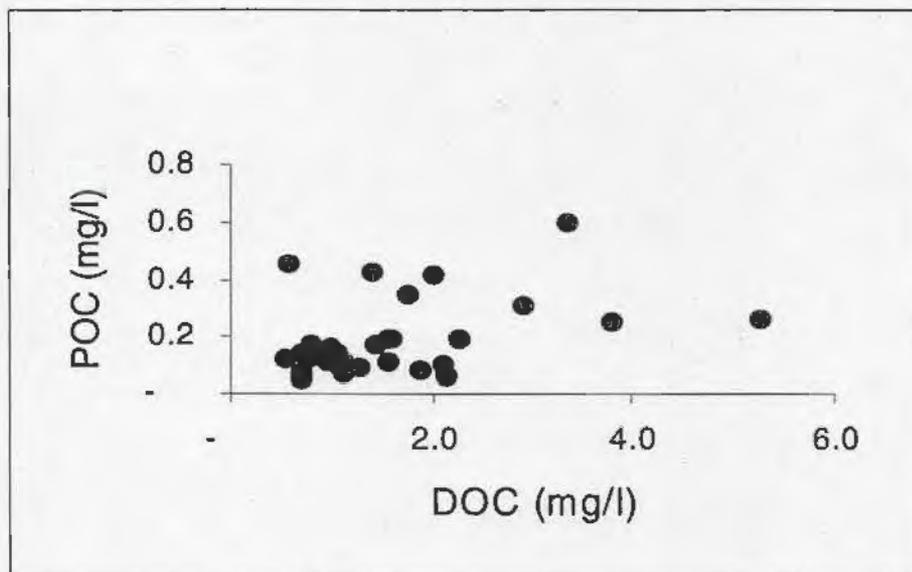
Während der Quellkampagne im August 1995 wurden 30 Quellen hinsichtlich der Partikelfracht untersucht. Einerseits wurden die Verteilungen der Korngrößen, andererseits die Konzentrationen an gelösten und partikulären organischen Substanzen (POC und DOC) bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 aufgelistet. Gemittelt über alle Quellen liegen die DOC-Konzentration bei  $1.61 \text{ mg l}^{-1}$  ( $\pm 1.04$ ), die POC-Konzentration bei  $0.24 \pm 0.31 \text{ mg l}^{-1}$  und das Verhältnis von DOC zu POC bei  $10.8 \pm 7.3$ . Zwischen der DOC- und der POC-Konzentration lässt sich eine leicht positive Beziehung erstellen (Spearman-Rank-Test;  $r = 0.40$ , Abbildung 5). Die Konzentrationsunterschiede zwischen den einzelnen Quellen sind jedoch beträchtlich. DOC-Konzentrationen von  $2 \text{ mg l}^{-1}$  und mehr weisen die Quellen, MAUL, SONN, STEYR, JÖA, PRED-N, LAUS, VRQ2, EFF und die LAUS auf. MAUL und STEY weisen sogar Konzentrationen von mehr als  $3 \text{ mg/l}$  auf. Sehr hohe POC-Konzentrationen zeigt die Quelle SIQ (Artefakt?).

In allen Quellen ist erwartungsgemäss die DOC- Konzentration deutlich höher als die POC- Konzentration. Besonders ausgeprägt sind diese Unterschiede in HRQ, VRQ, SONN und LAUS (Quellcodierung: siehe Weigand & Tockner, 1996; Haseke, 1995). Relativ geringe Unterschiede zwischen den DOC- und POC-Konzentrationen zeigen hingegen die Quellen AHO, ROSE, SIQ (vgl. Anmerkung oben), MAUL, FEIS, KARL, DAMU, EFF und WEL. Hier sind jedoch entnahmebedingte Überschätzungen der POC-Konzentrationen mit zu berücksichtigen. Die hohe Schwebstoffkonzentration in der Karlquelle (KARL) hängt höchstwahrscheinlich mit der Schwierigkeit einer störungsfreien Probennahme zusammen. Ähnliche probenbedingte Schwierigkeiten sind für die Quellen HOCH, ROSE, DAMU, NIQ und FEIS zu erwarten und bei der Interpretation der Seston- und POC-Konzentrationen mitzuberechnen. Natürlicherweise hohe Sestonkonzentrationen sind hiermit für die Quellen EFF, FIBA, MAUL, AHO oder STEY nachzuweisen. Vergleicht man die Konzentrationen der Steyernquelle und der Hinteren Rettenbachquelle mit den Konzentrationen während der Intensivkampagne so zeigen sich gute Übereinstimmungen.

Tabelle 3: Konzentrationen (mg/l) von Seston und der gelösten (DOC) und partikulären (POC) organischen Kohlenstoffverbindungen sowie das Verhältnis des gelösten zum partikulären Anteil (Probenstermin: 17.-19.08.1995). MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

Quelle	Seston	DOC	POC	% am TG	DOC/POC
KARL	10.68	0.58	0.46	4.3	1.3
EFF	9.86	2.00	0.41	4.2	4.9
FIBA	5.15	1.40	0.42	8.2	3.3
MAUL	4.89	3.34	0.61	12.4	5.5
AHO	2.83	1.75	0.34	12.2	5.1
SIQ	2.43	1.55	1.76	72.5	0.9
TRAUN	2.32	1.44	0.17	7.4	8.4
JÖA	1.46	2.91	0.31	21.1	9.5
STEYR	1.45	3.80	0.25	17.3	15.2
SONN	1.24	5.25	0.26	20.7	20.5
Pred-N	0.96	2.28	0.19	19.9	11.9
WEL	0.91	0.79	0.14	14.9	5.9
KRA	0.76	1.55	0.19	24.3	8.4
VRQ2	0.65	2.15	0.06	9.6	34.6
LAUS	0.61	2.12	0.10	16.3	21.4
NIK	0.52	1.10	0.09	16.9	12.6
RIM	0.52	1.13	0.11	21.1	10.4
FIQ1	0.51	1.29	0.08	16.4	15.4
ROSE	0.50	0.70	0.13	27.0	5.2
PIES	0.43	0.96	0.10	24.1	9.2
HOCH	0.39	1.00	0.16	40.3	6.3
FEIS	0.38	0.79	0.17	45.1	4.6
JÖQ	0.38	0.69	0.07	18.1	10.0
RAMS	0.38	1.12	0.07	17.7	16.6
KWQ	0.34	1.16	0.09	26.9	12.8
HAS3	0.33	1.56	0.10	31.5	15.0
AMQ	0.33	0.76	0.12	37.2	6.2
DAMU	0.29	0.55	0.11	39.0	4.8
HRQ	0.21	1.88	0.08	37.7	24.1
WEIS	0.19	0.71	0.05	25.3	14.8
Mittelwert	1.73	1.61	0.24	22.98	10.83
SD	2.60	1.04	0.31	14.03	7.29

Abbildung 5: Beziehung zwischen der POC- und DOC-Konzentration (Quellkampagne August 1995)



### Korngrößenverteilung

In der Abbildung 6 sind die untersuchten Quellen absteigend nach ihrem mittleren Korndurchmesser angeordnet (Rohdaten: Anhang). Insgesamt lässt sich keine signifikante Beziehung zwischen der Quellschüttung und dem mittleren Korndurchmesser aufstellen. Geringe Korndurchmesser zeigen etwa der Piesling Ursprung (PIES), wohl als Folge des ausgeprägten Quelltrichters, der zur Absedimentation größerer Partikel führt. Auch die Rinnende Wand (RIM) oder die Nickelbachquelle (NIK) zeigen einen geringen mittleren Korndurchmesser. Den grössten mittleren Durchmesser mit  $Md = 18.6\mu m$  zeigt die Effertsbachquelle (EFF), den geringsten Median die Hochalmquelle (HOCH) mit  $6.1\mu m$ . Die meisten jener Quellen mit einem grossen mittleren Korndurchmesser weisen auch eine ausgeprägte Partikelheterogenität auf. Abbildung 7 zeigt im Vergleich die Korngrössensummenkurve für die Quellen KARL, MAUL und PIES, um optisch die Unterschiede zwischen diesen einzelnen Quellen zu demonstrieren.

Abbildung 6: Mittlerer Korndurchmesser, 25% und 75% Quartilwerte (Q1, Q3) in ausgewählten Quellen während der Kampagne im August 1995. (Anordnung nach der Grösse des Medians)

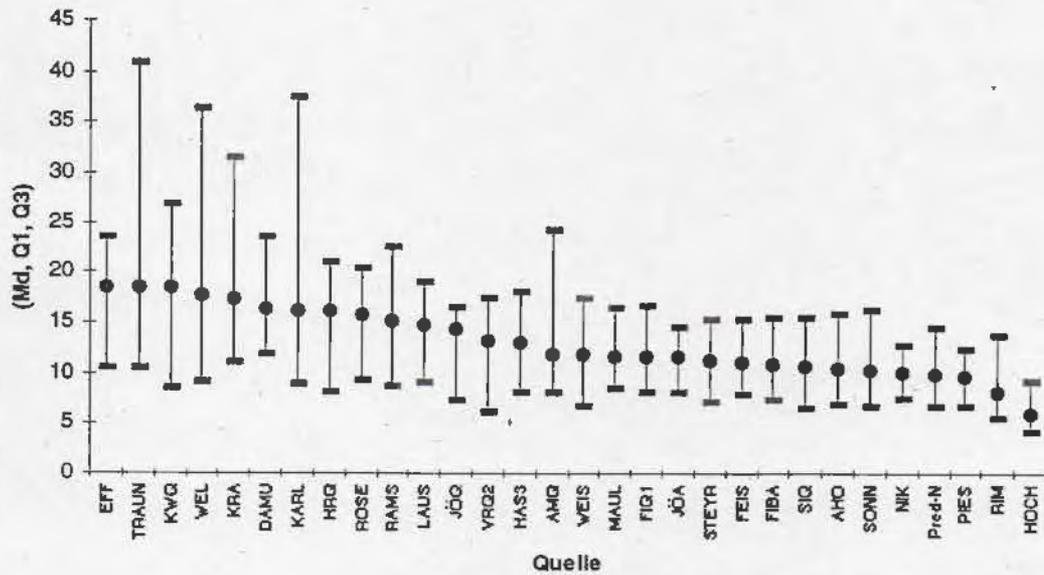
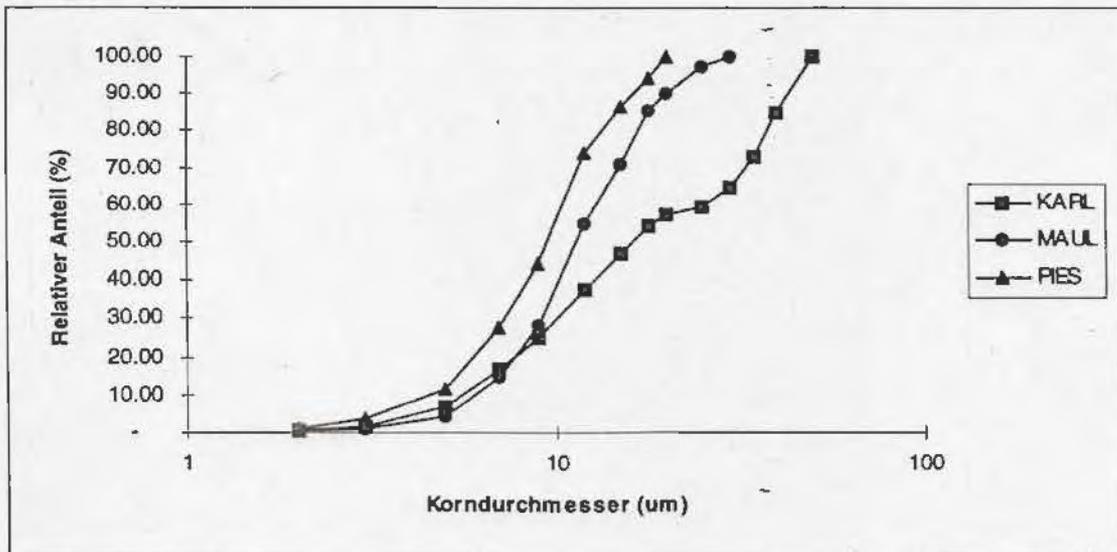


Abbildung 7: Korngrössenummenkurven für drei ausgewählte Quellen.



### 3.3. TOC-Konzentrationen ausgewählter Probenstellen und Probentermine

Proben aus den Jahren 1991 bis 1995 wurden jeweils für eine spätere Analyse eingefroren. Ausgewählte Proben hiervon wurden jetzt hinsichtlich ihres gesamten organischen Kohlenstoffgehaltes analysiert (TOC, total organic carbon). Die Tabelle 4 gibt die Ergebnisse, geordnet nach absteigenden Konzentrationen wieder. Von den fünf Hauptprobenstellen zeigt die Quelle beim Hinteren Rettenbach (HRQ:  $2.05 \pm 0.81 \text{ mg l}^{-1}$ ,  $n = 11$ ) die durchschnittlich höchste Konzentration, der Piesling Ursprung (PIES:  $0.91 \pm 0.43 \text{ mg l}^{-1}$ ,  $n = 8$ ) hingegen die geringste Konzentration. Die jeweiligen Schwankungen (Standardabweichungen) innerhalb der Proben sind jedoch ausgeprägt (Abbildung 8)

Tabelle 4: TOC-Konzentrationen (mg/l) in ausgewählten Quellen zu unterschiedlichen Probenterminen (Anordnung nach der Konzentration).

DATUM	QUELLE	TOC (mg/l)	DATUM	QUELLE	TOC (mg/l)
01.08.95	MAUL	4.07	01.05.95	LAUS	1.06
01.08.95	STEY	3.78	01.03.95	MAUL	1.05
06.09.95	HRQ	3.19	01.05.95	VRQ	1.04
01.08.95	SONN	3.10	11.08.94	STEY	1.04
01.06.95	HRQ	3.10	01.05.95	HOCH	1.03
01.06.95	STEY	3.01	01.05.95	JOEA	1.01
01.06.95	MAUL	2.87	01.05.95	PRED-N	0.99
04.09.95	HRQ	2.82	22.10.93	EFF	0.99
01.01.93	HRQ	2.56	20.10.93	STEY	0.99
01.06.95	PRED-N	2.56	01.08.95	WEL	0.98
01.06.95	PRED-N	2.56	01.05.95	MAUL	0.98
04.09.95	STEY	2.29	29.04.93	MAUL	0.97
01.08.95	SONN	2.04	01.05.95	KOEHL	0.96
06.09.95	STEY	1.98	21.10.93	ROTAST	0.95
01.03.95	HRQ	1.90	01.05.95	WULU	0.95
01.06.95	PIES	1.84	01.05.95	NIK	0.94
11.08.94	PRED-N	1.80	21.10.93	VRQ	0.94
01.05.95	STEY	1.79	01.05.95	FIQ	0.94
01.08.95	KRA	1.77	20.10.93	SONN	0.93
01.03.95	VRQ	1.73	28.04.93	PIES	0.91
01.05.95	AHO	1.72	29.04.93	STEY	0.88
01.08.95	KRA	1.69	01.08.95	KWQ	0.88
01.05.95	PRED-S	1.66	01.05.95	WEIS	0.88
11.08.94	VRQ	1.65	15.05.94	STEY	0.82
21.10.93	HRQ	1.57	01.05.95	EFF	0.81
16.05.94	PRED-N	1.53	21.10.93	JOEA	0.80
15.05.94	MAUL	1.52	01.05.95	ROSE	0.80
20.10.93	PEIH	1.50	20.10.93	HOCH	0.75

01.08.95	WULN	1.49	01.05.95	BLOE	0.75
01.05.94	MAUL	1.43	01.03.95	PIES	0.74
01.08.95	RIM	1.42	20.10.93	ACKER	0.71
21.10.93	HAS3	1.42	21.10.93	PIES	0.68
21.10.93	AHO	1.40	01.05.95	SONN	0.68
01.08.95	RAMS	1.37	11.08.94	PIES	0.66
16.05.94	PIES	1.35	01.05.95	KWQ	0.65
20.10.93	KRAHL	1.33	01.05.95	RAMS	0.63
21.10.93	SIO	1.31	01.05.95	PALT	0.63
03.08.93	HRQ	1.31	01.05.95	FEIS	0.62
04.08.93	MAUL	1.31	01.05.95	PALT	0.62
01.03.95	STEY	1.30	01.05.95	RIM	0.62
01.05.95	HAS3	1.29	20.10.93	SULZ	0.61
01.05.95	KRA	1.29	01.05.95	KARL	0.61
01.08.95	RAMS	1.27	01.05.95	PIES	0.60
11.08.94	MAUL	1.27	01.05.95	SCHOEN	0.60
01.03.95	PRED	1.26	21.10.93	JOEGEM	0.60
01.08.95	FEIS	1.26	01.05.95	DAMU	0.59
01.05.95	HRO	1.24	01.05.95	FEIS	0.56
28.04.93	HRO	1.24	01.05.95	WEL	0.55
16.05.94	HRQ	1.23	20.10.93	NIO	0.54
21.10.93	PRED-N	1.21	03.08.93	PIES	0.49
01.08.95	HOCH	1.21	21.10.93	WULU	0.48
01.08.95	NIK	1.21	21.10.93	WEL	0.45
20.10.93	MAUL	1.20	20.10.93	FEIS	0.42
01.08.95	KOEHL	1.15	22.10.93	RAMS	0.40
22.10.93	URL	1.13	01.05.95	JOEQ	0.39
04.08.93	STEY	1.12	22.10.93	RIM	0.38
01.05.95	STEY	1.10	21.10.93	KOEHL	0.31
01.08.95	KWQ	1.09	01.10.93	KOEHL	0.30
01.08.95	RIM	1.08			
01.05.95	HIL	1.08			
01.08.95	NIK	1.07			
21.10.93	PRED-S	1.07			

Vergleicht man einzelne Probestermine miteinander, so konnten die höchsten Konzentrationen am 1.8.1995 gemessen werden. Die Konzentrationen bewegten sich zu diesem Zeitpunkt zwischen 0.98 mg/l (WEL) und 4,07 mg/l (MAUL). Die niedrigsten mittleren Konzentrationen konnten hingegen am 21.10.1993 festgestellt werden. Da reichten die Konzentrationen von 0.31 mg/l (KOEHL) bis 1.57 mg/l (HRQ). Von den untersuchten Quellen zeigten zu allen Terminen die Quellen KWQ, WEL, NIK, und KOEHL niedrige Konzentrationen (zumeist < 1.0 mg/l) auf. Abbildung 8 zeigt, dass zwischen einzelnen Terminen eine zu erwartende positive Beziehung hinsichtlich der Konzentrationen in den jeweiligen Quellen festzustellen war.

Abbildung 8: Lineare Korrelation zwischen den DOC-Konzentrationen zu zwei unterschiedlichen Probenterminen (21.10.95 und 1.05.1995; Vergleichswerte für Quellen).

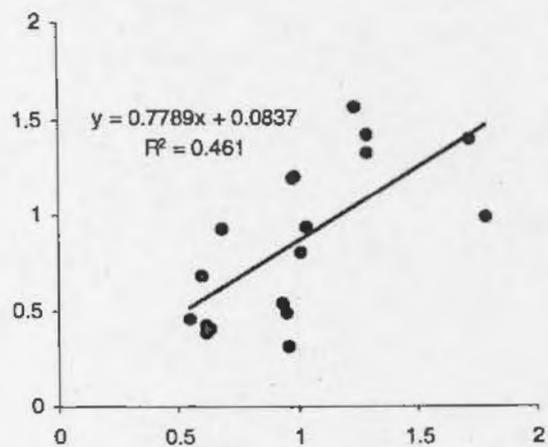
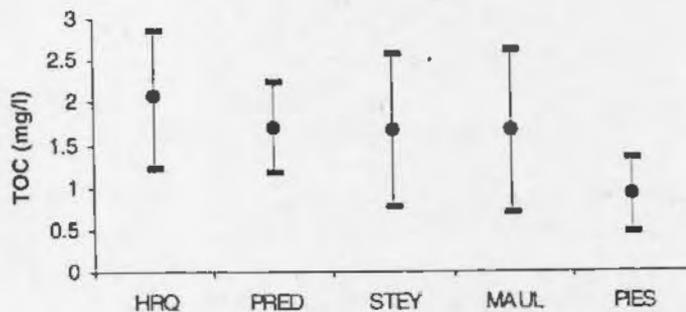


Abbildung 9: Mittlere TOC-Konzentration (mg/l) an fünf ausgewählten Hauptquellen (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung).



#### 4. Diskussion

In einigen Quellen, insbesondere in den Grossquellen (Abbildung 9; Tabelle 4) sind die DOC-Konzentrationen mit im Mittel c. 2 mg/l als beträchtlich hoch einzustufen. Im Vergleich: hochalpine Fliessgewässer weisen Konzentrationen von zumeist < 0.5 mg/l auf, kleine Waldhäche von etwa 1 mg/l und der Rhone-Fluss von etwa 1.5 mg/l (Cellot & Rostan, 1993). DOC wird dem Bach durch unterschiedliche Adsorptions- und Absorptionsvorgänge rasch dem freien Wasserkörper entzogen (hpts. durch den epilithischen Aufwuchs, durch Mikroorganismen, und wird an den 'Biofilm' gebunden). Die Konzentrationen im anschliessenden Quellbach dürften insoferne rasch abnehmen. Die Varianz der Doc-Konzentration kann als "Stabilitätsparameter" verwendet werden. Sowohl in der Steyern- als auch in der Hinteren Rettenbachquelle ändern sich die DOC-Konzentrationen kaum mit wechselndem Pegelstand (Pufferwirkung des Einzugsgebietes). Vergleicht man hingegen die TOC-Konzentrationen (DOC und POC) der wesentlichen Grossquellen, so zeigen sowohl die Quelle beim Maulaufaufloch als auch jene der Steyern Varianzquotienten von 53 - 58 % ( $x/a \cdot 100$ ) von 53 bis 57 % ( $n = 10$ , 1993-1995, Abbildung 9). Diese Werte liegen deutlich über jenen der anderen Quellen (z.Bsp.: PRED-N : CV = 32 %). Beide Quellen, Maulaufloch und Steyern, weisen Degradationserscheinungen im Einzugsgebiet aus. Diese wirken sich in erster Linie auf die POC- (bzw. Seston-) frachten aus.

In Fliessgewässern der temperaten Klimazone schwanken die DOC/POC - Relationen zwischen 0,1 und 70, wobei Werte zwischen 4 und 10 am häufigsten sind (Hope et al., 1994). Die hier beobachteten Relationen liegen somit deutlich höher als in den meisten Fliessgewässern. Insbesondere gilt dies für den Hinteren Rettenbach (DOC/POC - Verhältnis: 33). Die unterschiedlichen POC- Konzentrationen in der Steyern- und Rettenbachquelle (die DOC-Konzentrationen sind sehr ähnlich) lassen sich anhand der Struktur der Einzugsgebiete (EG) erklären. Das EG des HRQ ist von Mischwald und Latschen- bis Kahlkarst dominiert, während Almen und bewirtschaftete Wälder mit offenen Ponoren das EG der Steyernquelle kennzeichnen (H. Haseke, mündl. Mitteilung). Die STEY weist sowohl höhere Grundkonzentrationen (Seston) als auch höhere Spitzenkonzentrationen als die HRQ

auf. Zugleich wird in der STEY hauptsächlich anorganisches partikuläres Material (siehe Tabelle 1) transportiert, was auf eine oberflächliche Einschwemmung zurückzuführen ist (allochthoner Eintrag). Die geringe Korrelation zwischen organischem Gehalt und der Sestonkonzentration unterstützt diese Vermutung. In der Quelle HRQ setzt sich das transportierte partikuläre organische Material verstärkt aus organischen Bestandteilen zusammen ( $x_a = 33,2\%$ ), was einen höheren autochthonen Anteil am Schweb erwarten lässt.

Anhand der vorliegenden Ergebnisse wird eine routinemässige Messung der POC-DOC- und Sestonkonzentrationen empfohlen. Insbesondere geben kurzfristige Extremereignisse, wie Hochwässer und Schneeschmelze, einen wesentlichen Hinweis auf die "ökologische Sensibilität" der jeweiligen Quellen gegenüber von Veränderungen in den Einzugsgebieten. Wie im Bericht von Weigand & Tockner (1996) bereits hingewiesen, zeigen die Quellen des Nationalparkgebietes eine ausgesprochene Individualität und Artenmanigfaltigkeit. Eine Kenntnis der möglichen Belastungen in den jeweiligen Einzugsgebieten ist für die Erhaltung dieser Biodiversität der Quellen von vorrangiger Bedeutung.

## 5. Literatur:

Benner, R. & Strom, M. (1993) A critical evaluation of the analytical blank associated with DOC measurements by high-temperature catalytic oxidation.- *Mar.Chem.* 41, 153-160.

Calow, P. & Petts, G.E. (1993, Eds.) *The River Handbook, Vol. 1.*- Blackwell Scientific Publ., Oxford.

Cellot, B. & Rostan, J.C. (1993) Dissolved organic carbon dynamics in the Upper Rhone: the influence of side arms? *Regulated Rivers*, 8, 391-397.

Hope, D., Billett, M.F., Cresser, M.S. (1994) A review Auf the export Auf carbon in river water: fluxes and processes.- *Environmental Pollution* 84, 301-324.

Horowitz, A.J. (1991) *Sediment-Trace Element Chemistry.*- Lewis Publ., Chelsea, MI.

Mangelsdorf, J. & Schurmann, K. (1980) *Flussmorphologie.*- R.Oldenburger, München.

Müller, G. (1964) *Methoden zur Sedimentuntersuchung.*- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Walling, D.E. (1996) Suspended sediment transport by rivers. A geomorphological and hydrological perspective.- *Arch.Hydrobiol.Spec.Advanc.Limnol.* 47, 1-27.

Walling, D.E. & Moorehead, P.W. (1989) The particle size characteristics of fluvial suspended sediment: an overview.- *Hydrobiologia* 176/177, 125-149.

Warren, L.A. & Zimmermann, A.P. (1994) Suspended particulate grain size dynamics and their implications for trace metal sorption in the Don River.- *Aquatic Sciences* 56/4, 348-362.

Weigand, E. & Tockner, K. (1996) Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet Nördliche Kalkalpen.- Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des Vereins Nationalpark Kalkalpen, 105pp.

Wotton, R.S. (1992, Ed.) The Biology of Particles in Aquatic Systems.- CRS Press, Ann Arbor.

Kampagne 17.08.-19.08.1995

Korngr. µm	PIES summ %	SONN summ %	TRAUN summ %	SIQ summ %	KARL summ %	PRED-N summ %	AHO summ %	FIBA summ %	WEIS summ %	HAS3 summ %	RIM summ %	JÖA summ %	JÖQ summ %	HRQ summ %	AMQ summ %
2	0.96	0.78	0.19	1.71	0.44	0.87	1.94	0.68	1.70	1.12	2.43	0.24	1.46	0.98	0.82
3	3.69	2.71	0.74	6.40	1.77	3.06	6.26	2.20	6.44	4.42	8.36	0.93	5.60		3.28
5	11.46	8.94	3.04	14.11	6.69	10.56	11.09	7.16	13.26	11.21	19.97	3.64	12.24	10.78	6.95
7	27.80	26.55	10.04	26.27	16.87	27.02	23.17	21.79	27.10	19.80	40.99	13.31	21.76	22.35	19.05
9	44.37	41.47	18.64	40.88	25.19	45.85	43.26	37.06	42.27	28.37	57.08	35.00	33.42	26.50	30.26
12	73.72	65.63	32.27	63.80	37.30	59.33	58.54	58.36	50.15	45.47	63.35	53.30	42.86	32.90	50.05
15	86.34	72.84	40.98	74.43	47.12	77.53	71.19	71.35	54.88	59.25	81.73	77.50	51.99	46.35	57.63
18	94.42	79.06	47.30	100.00	54.05	89.76	84.43	88.98	79.08	74.71	100.00	82.36	100.00		68.96
20	100.00	84.89	57.32		57.29	89.76	100.00	88.98	79.08	84.05		83.28		62.27	68.96
25		88.23	63.99		59.61	100.00		88.98	100.00	100.00		85.34		100.00	76.89
30		88.23	70.87		64.41			100.00				89.90			100.00
35		100.00	74.94		72.98							89.90			
40			74.94		84.96							100.00			
50			100.00		100.00										
Q1	6.75	6.80	10.60	6.60	8.90	6.80	7.10	7.40	6.80	8.20	5.60	8.20	7.50	8.20	8.20
Md	9.70	10.25	18.60	10.70	16.20	10.00	10.50	11.00	11.90	13.10	8.10	11.60	14.40	16.10	11.95
Q3	12.50	16.40	41.00	15.50	37.50	14.60	15.90	15.60	17.60	18.10	13.90	14.70	16.60	21.00	24.40
So	1.85	2.41	3.87	2.35	4.21	2.15	2.24	2.11	2.59	2.21	2.48	1.79	2.21	2.56	2.98
Sk	0.90	1.06	1.26	0.89	1.27	0.99	1.02	0.95	0.85	0.86	1.19	0.90	0.60	0.66	1.40

Kampagne 17.08.-19.08.1995

Korngr. µm	EFF summ %	HOCH summ %	FEIS summ %	STEYR summ %	KRA summ %	WEL summ %	KWQ summ %	FIQ summ %	MAUL summ %	VRQ summ %	LAUS summ %	ROSE summ %	RAMS summ %	DAMU summ %	NIQ summ %
2	0.44	3.30	0.70	1.08	0.99	0.46	2.03	1.13	0.27	2.81	0.79	0.88	1.14	0.87	0.97
3		11.20	2.40	3.89	2.87	1.63	5.50	4.59	1.01	8.97	2.74	3.30	3.66	2.71	3.20
5	6.02	36.98	7.11	11.32	6.46	5.08	10.66	9.80	4.42	18.93	7.53	6.66	7.07	6.32	7.56
7	14.27	60.24	18.14	24.02	11.53	12.96	16.95	19.93	14.49	29.20	15.13	13.80	15.67	12.93	20.92
9	18.31	72.43	36.51	37.59	16.51	24.91	27.78	31.68	28.13	34.13	24.31	23.37	26.97	17.86	38.43
12	32.71	91.50	54.67	55.20	30.11	37.99	31.40	51.40	54.90	43.30	36.93	39.73	40.33	27.59	71.24
15	39.38	100.00	74.89	73.74	41.02	41.92	31.40	55.09	70.94	63.95	50.40	45.41	49.77	40.21	83.03
18						51.18	48.82	87.50	85.24	76.04	71.15	66.68	59.74	63.81	92.30
20	55.02		87.14	87.35	62.73	55.23	63.19	87.50	90.04	76.04	82.45	66.68	79.74	63.81	100.00
25	84.73		100.00	100.00	62.73	67.61	63.19	100.00	97.21	76.04	100.00	74.18	100.00	100.00	
30	100.00				62.73	67.61	100.00		100.00	100.00		74.18			
35					100.00	67.61						100.00			
40						100.00									
50															
Q1	10.50	4.20	7.90	7.20	11.15	9.10	8.60	8.10	8.50	6.30	9.15	9.30	8.70	11.90	7.60
Md	18.60	6.10	11.20	11.30	17.40	17.70	18.50	11.70	11.75	13.30	14.90	15.70	15.10	16.40	10.20
Q3	23.60	9.40	15.30	15.40	31.60	36.50	26.80	16.70	16.60	17.60	19.00	20.50	22.50	23.50	12.95
So	2.25	2.24	1.94	2.14	2.83	4.01	3.12	2.06	1.95	2.79	2.08	2.20	2.59	1.97	1.70
Sk	0.72	1.06	0.96	0.87	1.16	1.06	0.67	0.99	1.02	0.63	0.78	0.77	0.86	1.04	0.95

Hinterer Rettenbach: Ereigniskampagne

Korngr. µm	27.08.		28.08.		29.08.			30.08.				01.09.		
	12:00 summ %	18:00 summ %	00:00 summ %	12:00 summ %	18:00 summ %	00:00 summ %	00:06 summ %	12:00 summ %	18:00 summ %	##### summ %	00:06 summ %	12:00 summ %	18:00 summ %	00:06 summ %
2	0.62	0.51	0.92	0.93	0.75	1.82	0.98	0.54	0.45	1.77	1.51	1.34	0.64	1.39
3	1.22	1.61	3.55	3.14	2.55	5.28	2.76	1.95	1.44	5.34	4.44	4.00	2.21	4.57
5	4.24	4.05	6.92	9.00	5.96	12.59	8.35	5.90	5.09	15.27	13.46	8.82	6.07	7.81
7	9.59	8.47	10.69	17.73	12.03	26.15	20.68	16.34	16.96	38.63	16.06	21.79	15.84	11.56
9	16.69	14.62	16.85	29.32	23.22	41.09	30.81	26.41	33.64	59.95	54.54	32.33	21.59	21.61
12	26.58	24.30	31.38	52.56	38.42	86.86	45.08	48.25	56.91	74.15	75.42	44.50	40.55	34.75
15	32.48	33.92	46.05	75.74	52.48	90.92	68.33	70.62	66.37	91.47	88.01	54.60	63.52	41.42
18	45.41	57.29	60.10	89.18	71.66	100.00	77.09	83.99	74.22	100	100.00	60.34	75.31	46.95
20	48.31	65.32	72.58	100.00	87.24		77.09	83.99	83.76			69.96	75.31	46.95
25	48.31	71.08	72.58		100.00		100.00	88.40	83.76			100.00	100.00	46.95
30	78.05	80.58	100.00					100.00	83.76					46.95
35	100.00	100.00							100.00					100.00
40														
50														
Q1	11.60	12.50	10.90	8.10	9.50	6.80	7.90	8.70	8.10	6.00	6.20	7.70	9.80	10.00
Md	26.50	18.80	16.00	11.60	14.50	9.60	12.60	12.30	11.20	8.10	8.60	13.80	13.40	18.90
Q3	29.40	27.50	25.60	14.90	18.40	11.40	17.20	15.70	18.30	12.20	11.90	21.80	17.80	26.80
So	2.53	2.20	2.35	1.84	1.94	1.68	2.18	1.80	2.26	2.03	1.92	2.83	1.82	2.68
Sk	0.49	0.97	1.09	0.90	0.83	0.84	0.86	0.90	1.18	1.12	1.00	0.88	0.97	0.75

## Steyernquelle: Ereigniskampagne

Korngr. µm	27.08.		28.08.		29.08.				30.08.			31.08.		01.09.			
	12:00 summ %	18:00 summ %	00:00 summ %	00:06 summ %	12:00 summ %	18:00 summ %	00:00 summ %	00:06 summ %	12:00 summ %	18:00 summ %	00:24 summ %	06:00 summ %	12:00 summ %	00:18 summ %	00:06 summ %	00:18 summ %	00:06 summ %
2	0.81	0.99	0.35	0.41	0.35	0.64	0.28	0.27	0.23	0.35	0.78	0.72	0.94	1.05	0.77	0.45	0.41
3	2.54	3.26	1.12	1.32	1.34	2.14	1.19	1.05	0.76	1.41	2.43	2.40	2.60	3.49	2.11	1.29	1.38
5	7.11	11.46	4.11	5.33	7.39	9.83	5.53	4.89	4.04	7.30	9.90	11.28	9.75	13.45	6.60	5.11	6.03
7	17.20	34.08	11.54	13.73	23.16	25.33	15.06	13.29	12.12	21.59	25.88	34.54	25.66	36.48	15.93	13.74	15.5
9	25.62	55.91	22.00	25.13	37.48	41.27	24.72	22.20	19.26	35.44	42.82	53.54	40.90	57.71	30.90	24.09	27.06
12	48.78	88.22	39.26	35.53	55.65	59.51	39.03	32.89	27.50	52.99	59.75	78.96	58.80	75.34	46.89	36.5	45.92
15	65.10	95.23	57.53	45.86	66.30	63.23	55.77	45.13	36.43	64.52	74.85	83.14	62.97	79.52	62.17	42.61	56.68
18	79.58	100.00	74.20	62.59	75.60	75.29	63.23	59.93	48.21	79.73	84.65	93.05	71.44	89.64	68.79	48.6	67.97
20	85.81		82.11	72.65	79.76	77.44	66.18	68.30	51.96	83.53	90.94	93.05	76.29	100.00	73.35	50.44	71.7
25	100.00		93.31	82.04	94.09	83.56	74.19	78.06	67.54	96.78	100.00	93.05	88.26		80.42	52.92	73.66
30			100.00	100.00	94.09	89.45	88.00	88.81	74.46	100.00		100.00	88.16	100.00	52.92	83.16	
35					100.00	100.00	100.00	95.36	84.41				100.00			72.76	100
40								100.00	95.02								100
50									100.00								
Q1	17.90	6.40	9.60	8.90	7.30	6.90	9.20	9.80	10.90	7.70	6.90	6.40	6.80	6.10	8.30	9.2	8.6
Md	12.10	8.60	13.60	15.70	11.10	10.60	14.10	16.10	19.10	11.70	10.50	8.80	10.60	8.40	12.40	19.3	13.1
Q3	17.10	10.70	18.30	20.80	17.80	17.70	25.50	23.00	31.00	17.20	15.60	11.60	19.50	11.80	21.30	35.5	25.6
So	0.96	1.67	1.91	2.34	2.44	2.57	2.77	2.35	2.84	2.23	2.26	1.81	2.87	1.93	2.57	3.86	2.98
Sk	2.09	0.93	0.95	0.75	1.05	1.09	1.18	0.87	0.93	0.97	0.98	0.96	1.18	1.02	1.15	0.88	1.28