# Untersuchung des vom Erfaßungssystem aufgenommenen Datenmaterials
## - vom 01.07.1992 bis 31.12.1992 -

bearbeitet von Dr.-Ing. A. Khelil
**ifs** Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH

Hannover,
Juni-November 1993

## INHALTSVERZEICHNIS


### TEIL I; AUSWERTUNG DER TAGESWERTE

### TEIL IA;die mengenmäßige Betrachtung

1. Die Niederschlagsdaten
2. Stauraumauslastung im Einzugsgebiet HPWL
3. Stauraumauslastung im Einzugsgebiet KRIMPEL

### TEIL IB; die Güteparameter

1. Der Parameter BSB
2. Der Parameter pH
3. Der Parameter Leitfähigkeit

### TEIL II; DETAILLIERTE UNTERSUCHUNG

*Die drei Tagen, an denen pH-Vorfälle sich ereigneten*

1. 10 August 1992
2. 14 August 1992
3. 15 August 1992

*Untersuchung von Trockenwettertagen und Regenwettertagen in Dezember 1992*

4. 8 Dezember 1992
5. 9 Dezember 1992

6. 11 Dezember 1992
7. 12 Dezember 1992
8. 13 Dezember 1992

9. 18 Dezember 1992
10. 19 Dezember 1992

11. 30 Dezember 1992

# UNTERSUCHUNG DER TAGESWERTE
## - die mengenmäßige Betrachtung -

Die Niederschlagshöhen auf dem Einzugsgebiet Bremen-Linkes-Weserufer werden von drei Regenschreibern gemessen :

- **N01** im Pumpwerk Rablinghausen
- **N02** im Pumpwerk HPWL
- **N03** im Pumpwerk Krimpel

| **Regenschreiber** | **Niederschlagssumme (mm) Zeitintervall 01.07.92-31.12.92** |
|---|---|
| N01 | 579,5 |
| N02 | 552,6 |
| N03 | 598,4 |

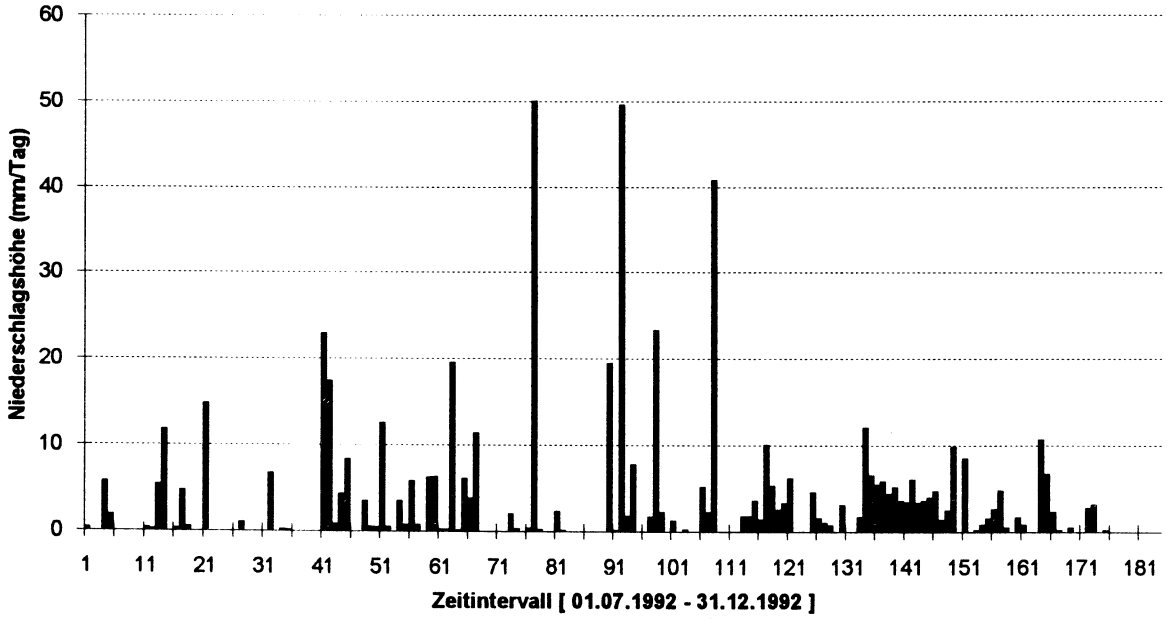
Niederschlagssummen

- Der Unterschied zwischen der maximalen (in N03) und der minimalen Niederschlagshöhe (in N02) beträgt 45,9 mm. Umgerechnet im relativen Prozentssatz sind es 7,7%.

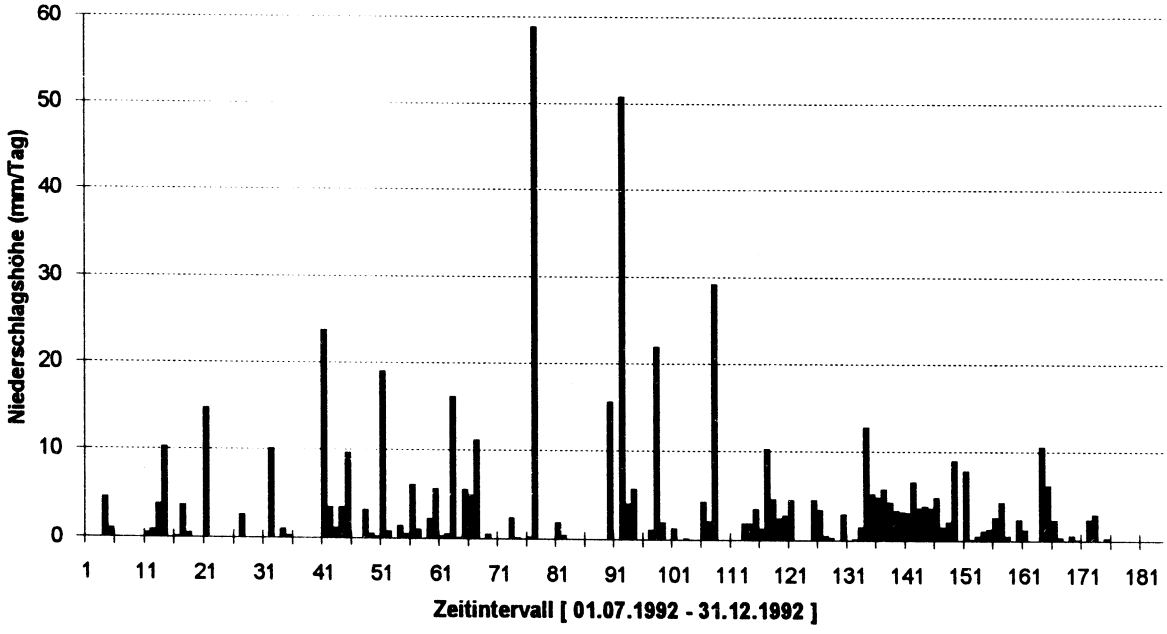
- Die Ausfallrate beträgt $\frac{1529}{52416} = 2{,}9\ \%$.

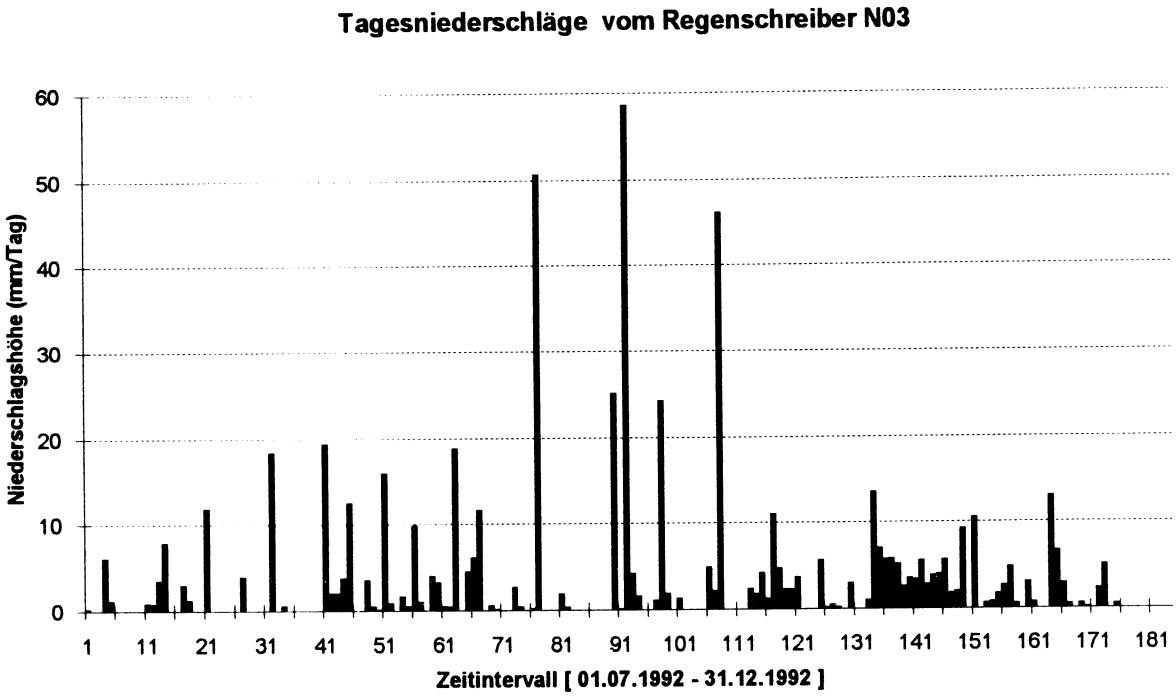
Die folgenden Graphiken sollen einen Überblick über die Niederschlagscharakteristiken und das Meßdatensystem vermitteln.

**Tagesniederschläge vom Regenschreiber N01**

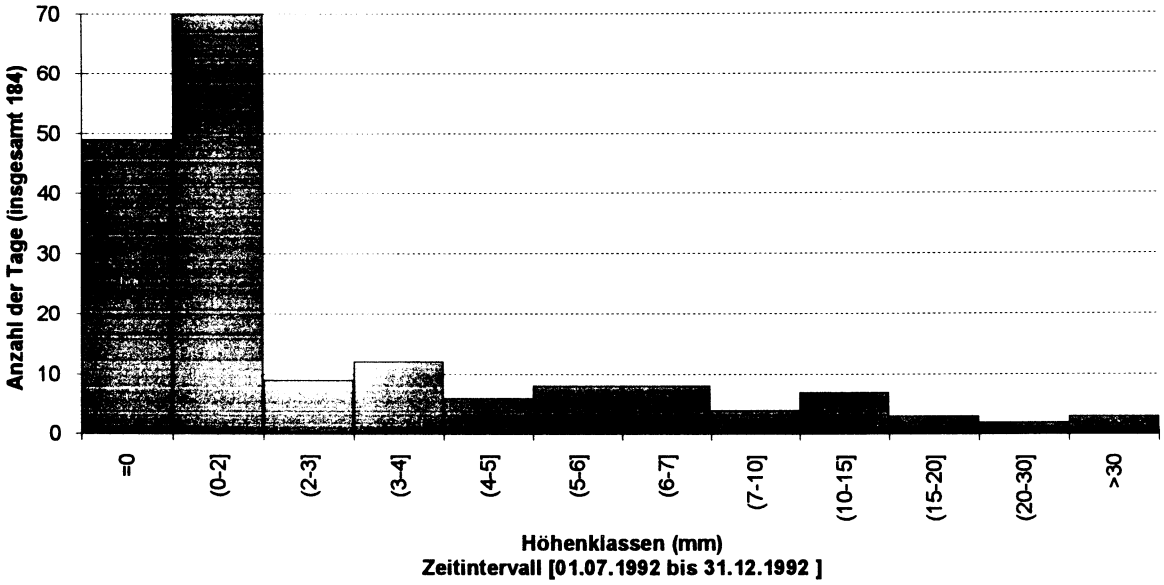



**Tagesniederschläge vom Regenschreiber N02**



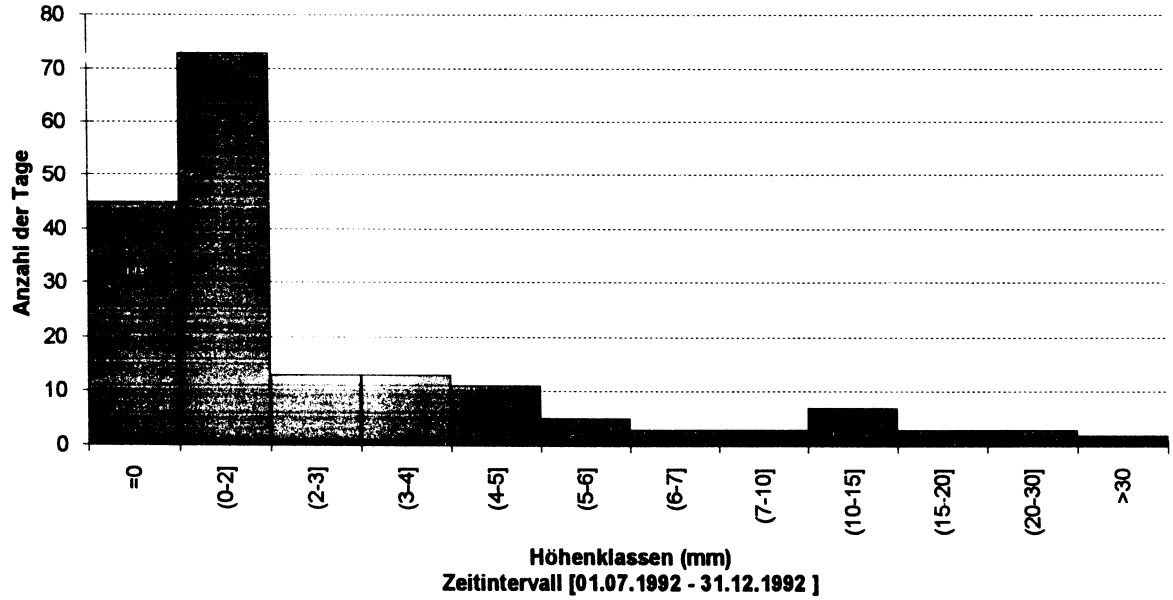

Tagesniederschläge vom Regenschreiber N03
Niederschlagshöhe (mm/Tag)
0
10
20
30
40
50
60
1
11
21
31
41
51
61
71
81
91
101
111
121
131
141
151
161
171
181
Zeitintervall [ 01.07.1992 - 31.12.1992 ]

**Verteilung der Tagesniederschlagshöhe**
**- Regenschreiber N01 -**



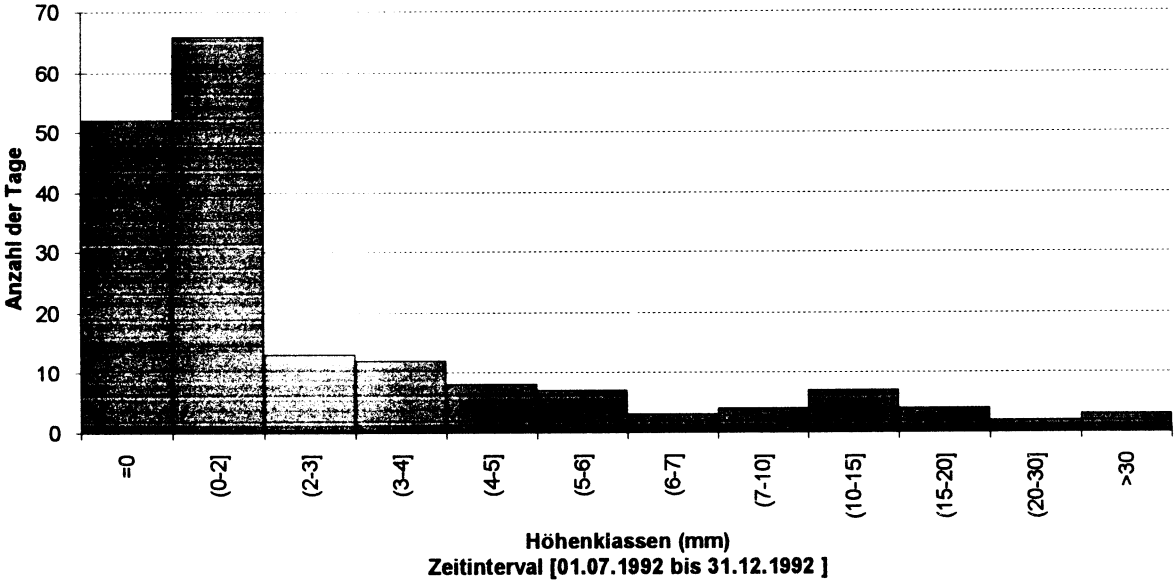

**Höhenklassen (mm)**
**Zeitintervall [01.07.1992 bis 31.12.1992 ]**

**Verteilung der Tagesniederschlagshöhe**
**- Regenschreiber N02 -**

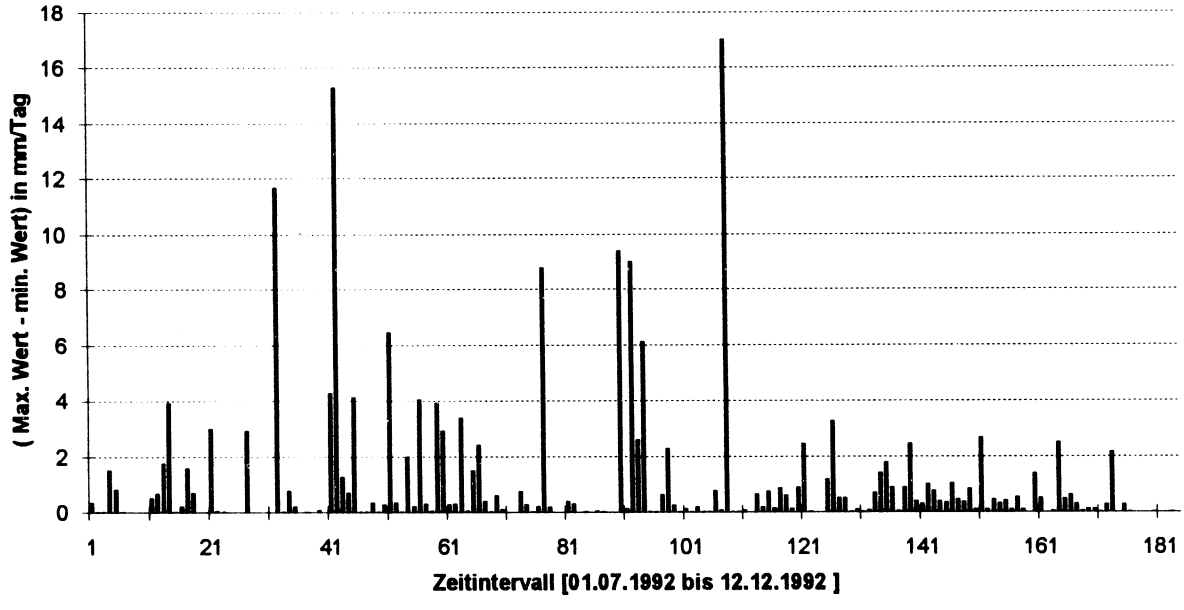


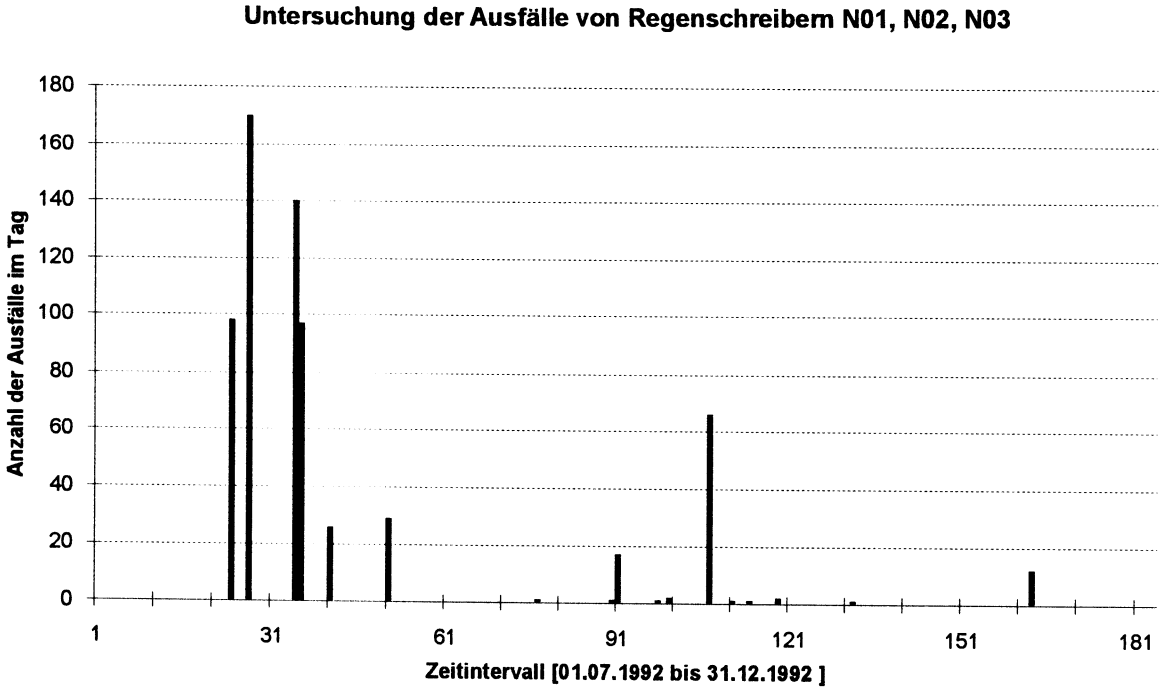

**Höhenklassen (mm)**
**Zeitintervall [01.07.1992 - 31.12.1992 ]**

**Verteilung der Tagesniederschlagshöhe**
**- Regenschreiber N03 -**




**Max. Tagesniederschlag - Min. Tagesniederschlag**
**Regenschreiber N01-N02-N03**

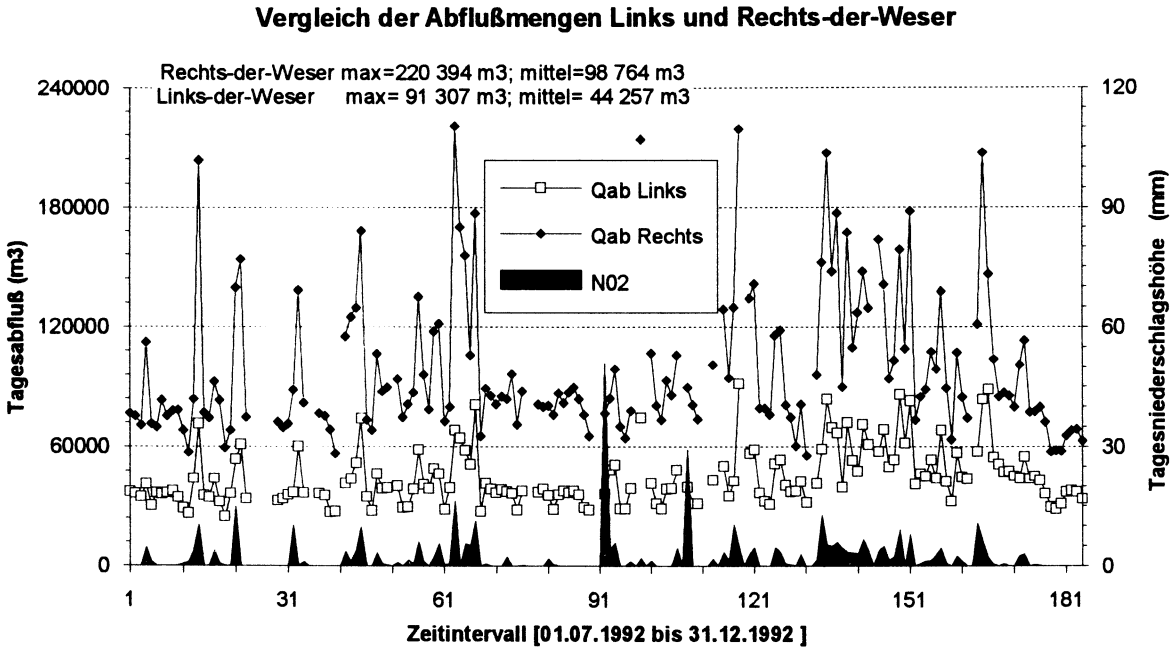


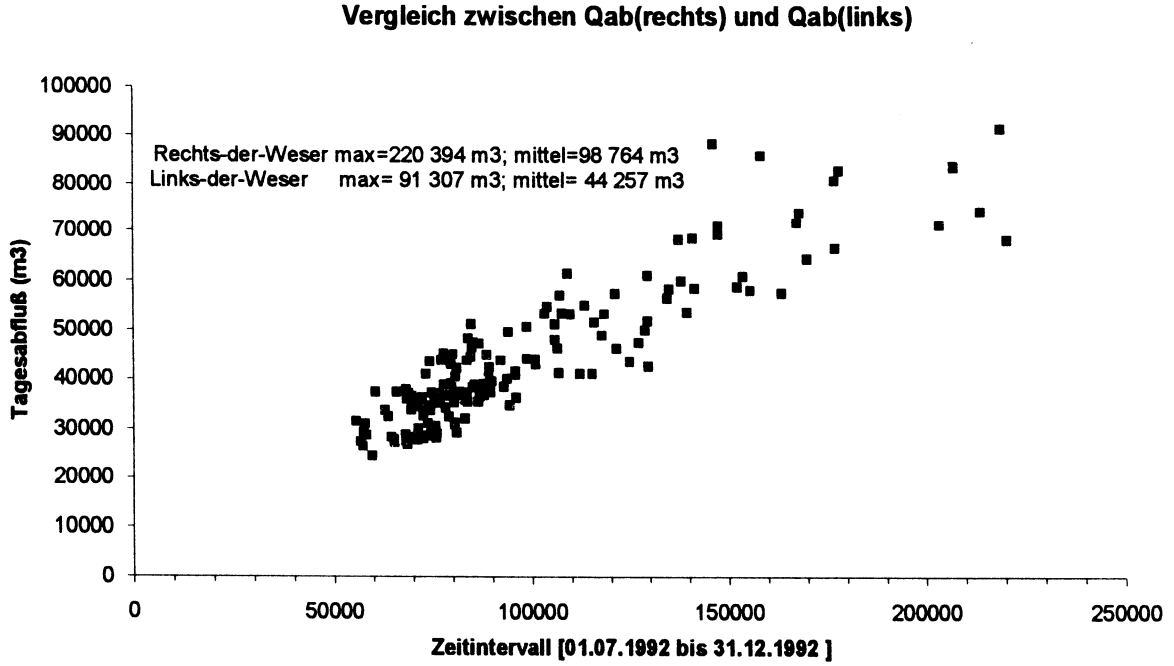


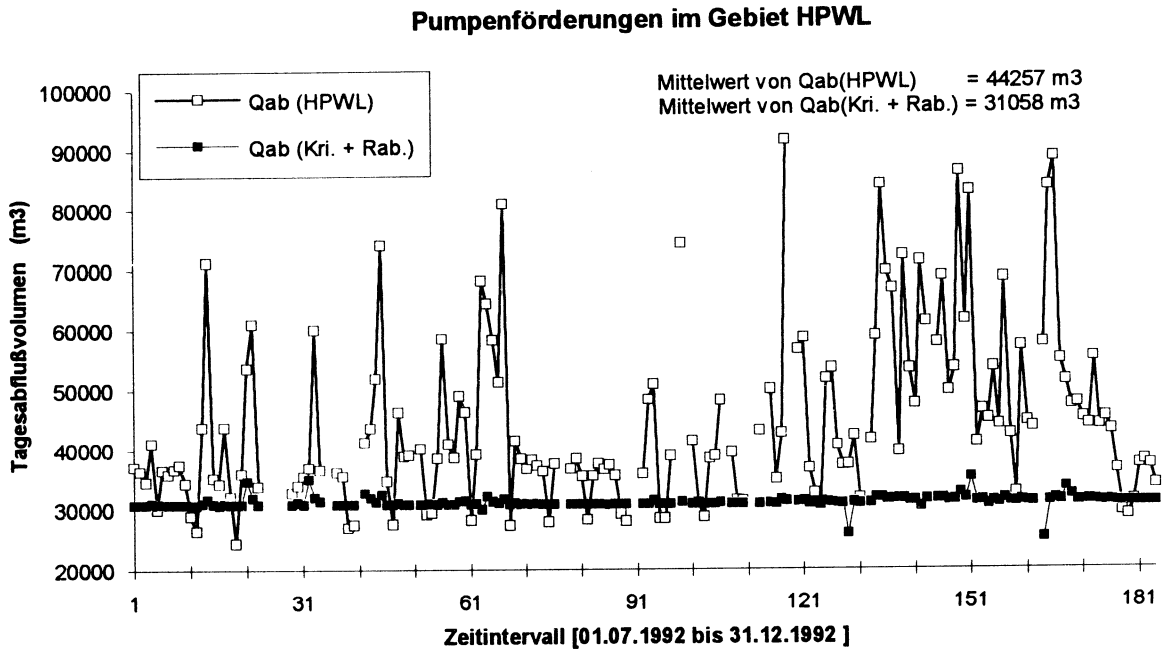

Die dargestellten Ausfälle sind durch eine fehlerhafte Übertragung bzw. Speicherung der Meßdaten verursacht. Daher ereignen sie sich gleichzeitig an den drei Regenschreibern. Ausfälle bzw. verfälschte Meßwerte, die auf "interne" unabhängige Störungen der einzelnen Niederschlagsgeräte zurückzuführen sind liegen nicht vor.

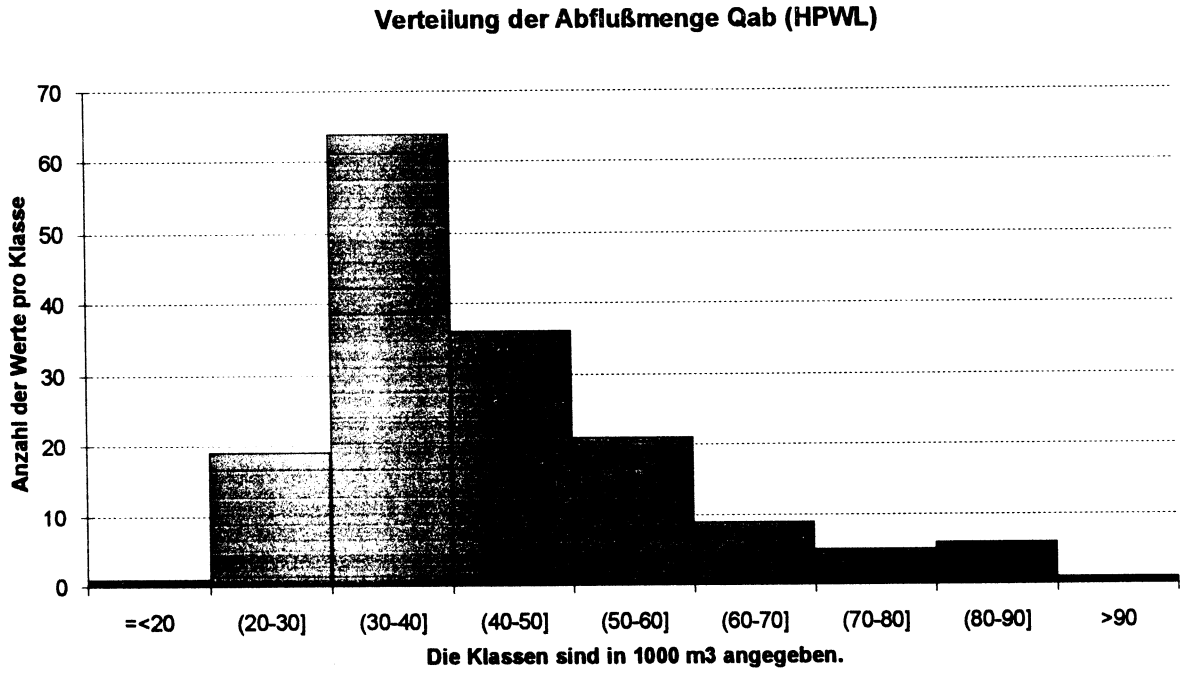
| Tag Nr. | Anzahl der Ausfälle | Tag Nr. | Anzahl der Ausfälle | Tag Nr. | Anzahl der Ausfälle |
|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 98 | 51 | 29 | 111 | 1 |
| 25 | 288 | 77 | 1 | 112 | 288 |
| 26 | 288 | 90 | 1 | 114 | 1 |
| 27 | 170 | 91 | 17 | 119 | 2 |
| 35 | 140 | 98 | 1 | 132 | 1 |
| 36 | 97 | 100 | 2 | 163 | 12 |
| 41 | 26 | 107 | 66 | - | - |

Detaillierte Aufzeichung der Ausfälle

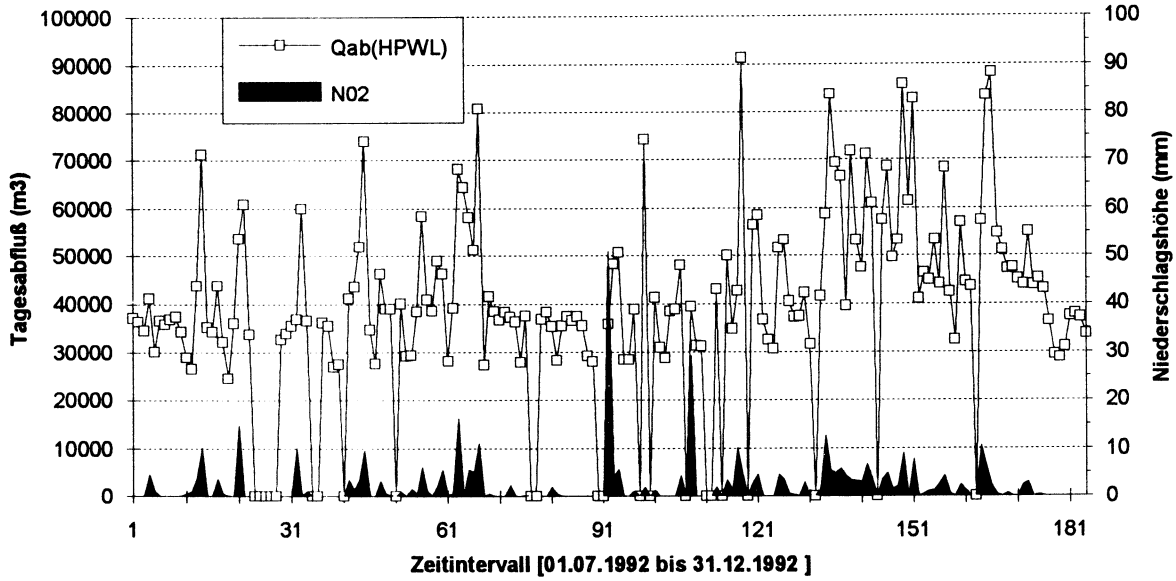

Vergleich der Abflußmengen Links und Rechts-der-Weser
Rechts-der-Weser max=220 394 m3; mittel=98 764 m3
Links-der-Weser max= 91 307 m3; mittel= 44 257 m3
Qab Links
Qab Rechts
N02
Tagesabfluß (m3)
Tagesniederschlagshöhe (mm)
240000
180000
120000
60000
0
120
90
60
30
0
1
31
61
91
121
151
181
Zeitintervall [01.07.1992 bis 31.12.1992 ]


Vergleich zwischen Qab(rechts) und Qab(links)
Rechts-der-Weser max=220 394 m3; mittel=98 764 m3
Links-der-Weser max= 91 307 m3; mittel= 44 257 m3
Tagesabfluß (m3)
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
0
50000
100000
150000
200000
250000
Zeitintervall [01.07.1992 bis 31.12.1992 ]

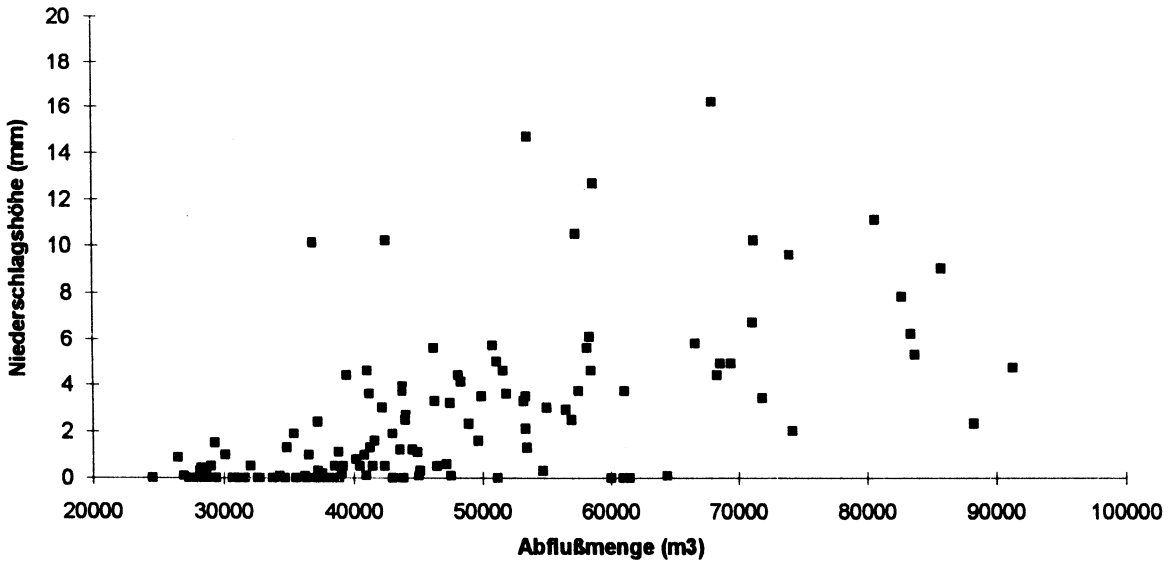

Pumpenförderungen im Gebiet HPWL
Qab (HPWL)
Qab (Kri. + Rab.)
Mittelwert von Qab(HPWL) = 44257 m3
Mittelwert von Qab(Kri. + Rab.) = 31058 m3
Tagesabflußvolumen (m3)
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
1
31
61
91
121
151
181
Zeitintervall [01.07.1992 bis 31.12.1992 ]


Verteilung der Abflußmenge Qab (HPWL)
Anzahl der Werte pro Klasse
70
60
50
40
30
20
10
0
=<20
(20-30]
(30-40]
(40-50]
(50-60]
(60-70]
(70-80]
(80-90]
>90
Die Klassen sind in 1000 m3 angegeben.

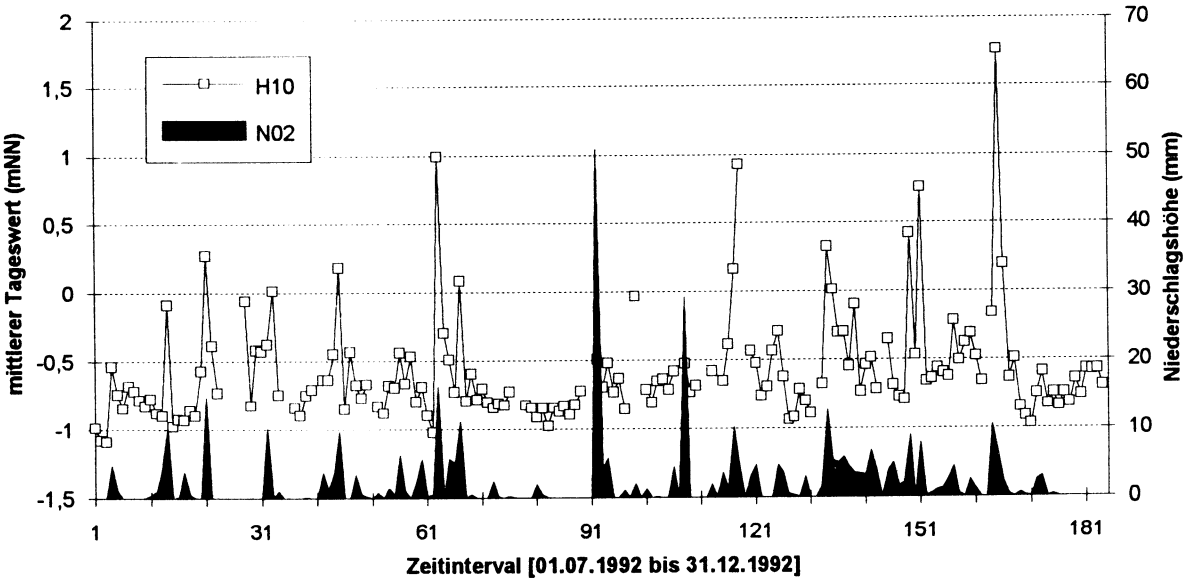
**Bilanzierung der Abflüsse im Stauraum HPWL**



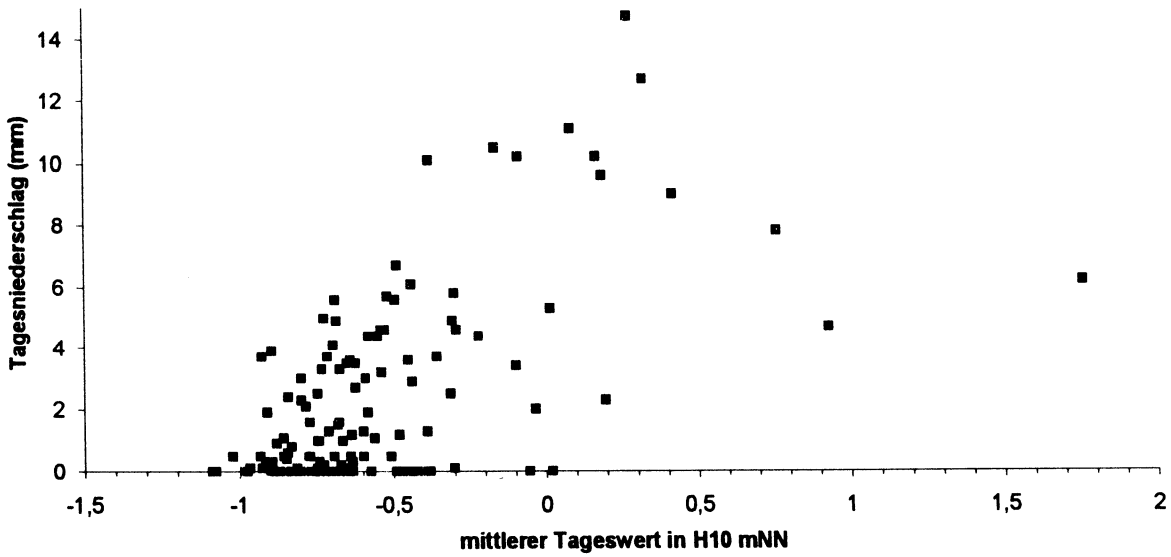

**Zusammenhang zwischen Qab(HPWL) und dem Tagesniederschlag in N02**

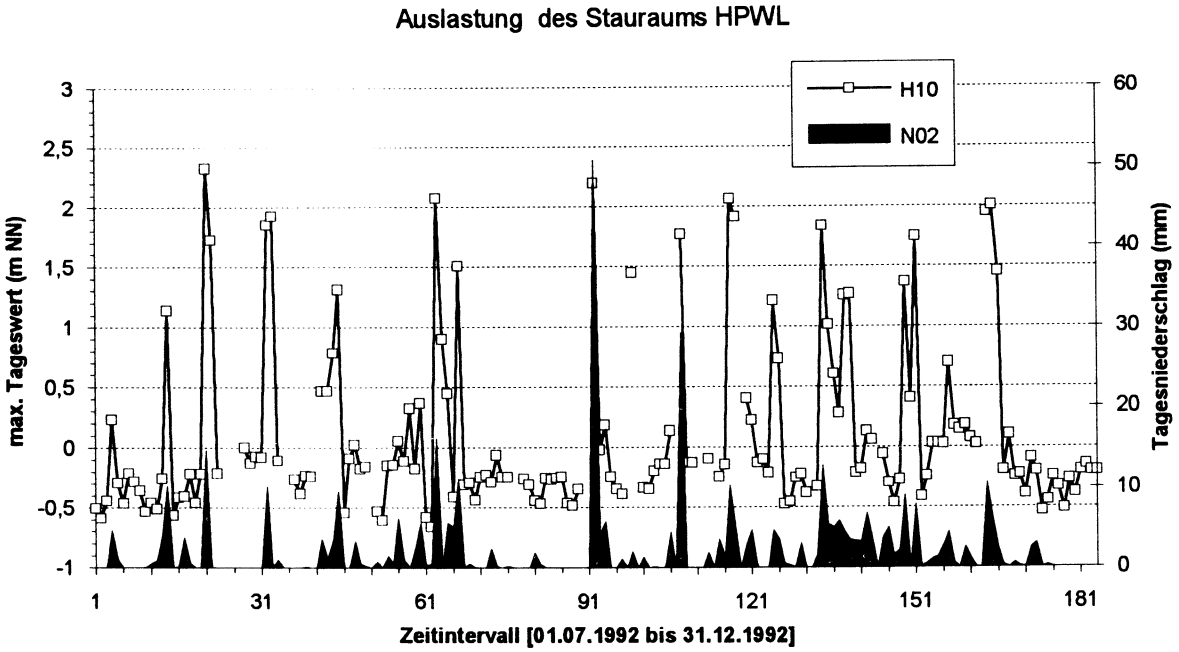


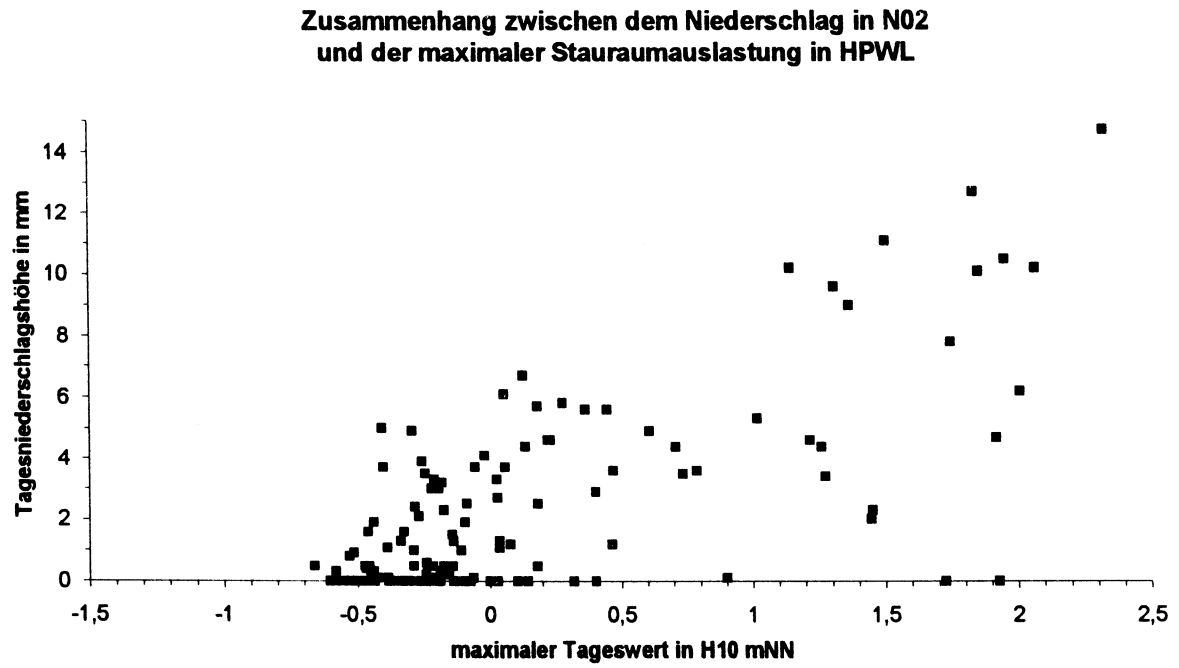
**Auslastung des Stauraums HPWL**




**Zusammenhang zwischen dem Niederschlag in N02 und der Stauraumauslastung in HPWL**




Auslastung des Stauraums HPWL
H10
N02
max. Tageswert (m NN)
Tagesniederschlag (mm)
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
-1
60
50
40
30
20
10
0
1
31
61
91
121
151
181
Zeitintervall [01.07.1992 bis 31.12.1992]


Zusammenhang zwischen dem Niederschlag in N02
und der maximaler Stauraumauslastung in HPWL
Tagesniederschlagshöhe in mm
14
12
10
8
6
4
2
0
-1,5
-1
-0,5
0
0,5
1
1,5
2
2,5
maximaler Tageswert in H10 mNN

## Graphische Untersuchung - mengenmäßige Betrachtung -

- Die Abflußmengen aus den Gebieten Links und Rechts-der-Weser sind offensichtlich gut korreliert. Die mittlere Tagesabflußmenge aus dem Gebiet Rechts-der-Weser entspricht dem 2,2-fachen derjenigen aus Links-Der-Weser. Dieses Verhältnis verändert sich kaum bei den maximalen Tagesabflußmengen (2,4 statt 2,2).

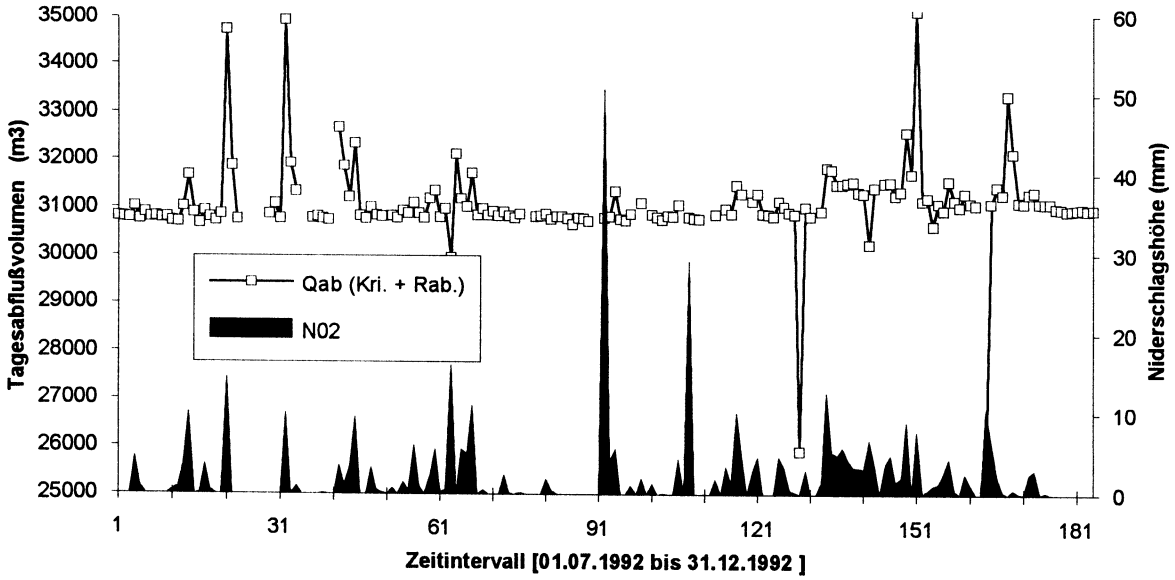
- Der mittlere Tagesabfluß aus dem Gebiet Links-der-Weser beträgt 44 257 m3 (512 l/s). Die auftretenden Schwankungen sind zum größten Teil auf die im Regenwetter zusätzlich ankommenden Abflußmengen zurückzuführen.
  - Für ein Drittel der Tage liegt die Abflußmenge zwischen 30 und 40 000 $m^3$.
  - Für zwei Drittel der Tage liegt sie zwischen 20 und 50 000 $m^3$ am Tag.
    Das letzte Drittel enthält fast ausschließlich Regentage, bei denen der Gesamtabfluß sogar 90 000 $m^3$ ($\approx$1 $m^3/s$) überschreiten kann.

- Die Tagesabflußmengen aus dem Einzugsgebiet Links-Der-Weser steigen tendenziell mit der Tagesniederschlagshöhe. Die Streuung um die Regressionsgerade ist jedoch hoch. Sie ist durch Folgendes verursacht:
  - Die geförderten Abflußmengen in niederschlagsfreien Tagen nach einem Niederschlagsabflußereignis bleiben überdurchschnittlich, weil der Stauraum in HPWL nicht in wenigen Stunden entleert werden kann.
  - Unterschiedliche Steuerungsstrategien bezüglich der Beckenbefüllung und der Entlastung in die Weser haben einen Einfluß auf die Bilanzierung.

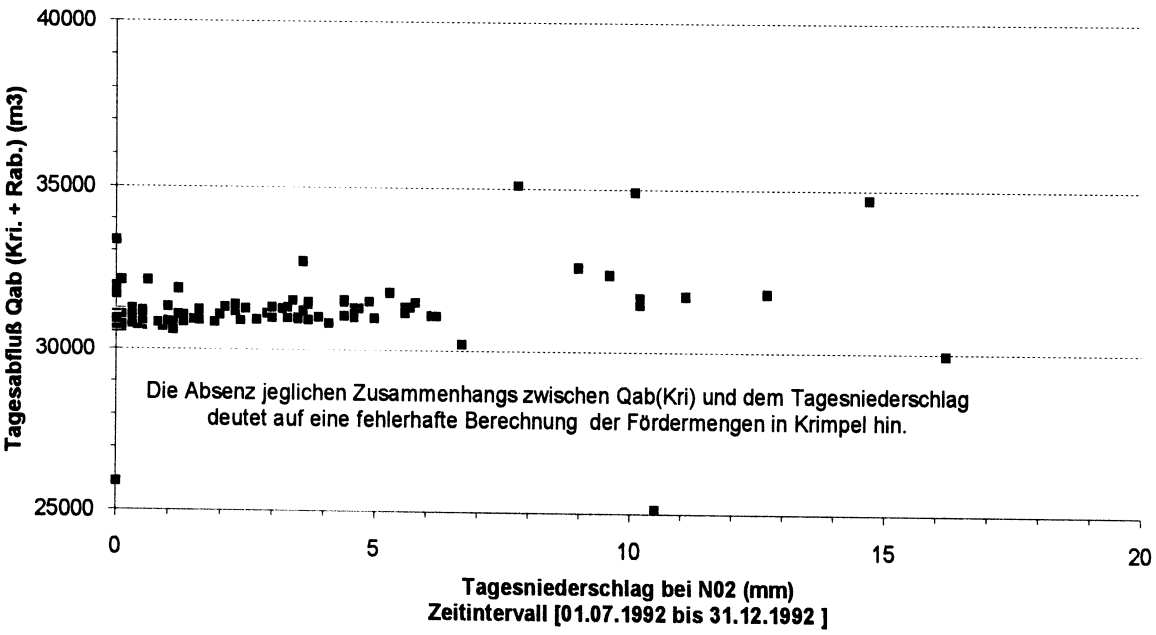
- Die mittlere Stauraumauslastung in HPWL liegt bei -0,8 mNN. Ab Niederschlagshöhen über 2 mm beobachtet man eine Verschiebung, die jedoch nur deutlich wird, wenn die 4 mm-Grenze überschritten wird. Dies ist ein Hinweis dafür, daß die zulässige Förderleistung nach Seehausen (bis 1,1 $m^3/s$) für die meisten Niederschlagsereignisse ausreichend ist, um im selben Tag den normalen Zustand im Stauraum wieder zu erstellen.

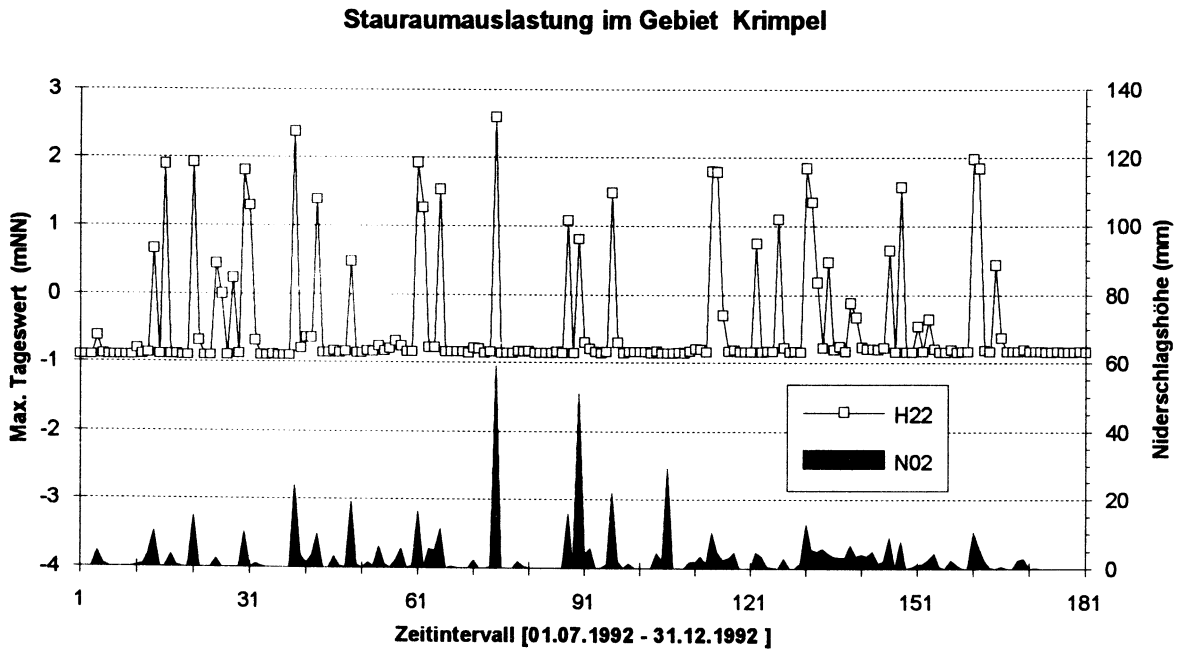
- Der Zusammenhang zwischen der Tagesniederschlagshöhe und der *maximalen* Stauraumauslastung ist erwartungsgemäß straffer als zwischen der Tagesniederschlagshöhe und der *mittleren* Stauraumauslastung. Sonst ist die gleiche Verschiebung nach höheren Auslastungswerten zu verzeichnen, wenn der Tagesniderschlag die 2-3 mm-Grenze überschritten hat.

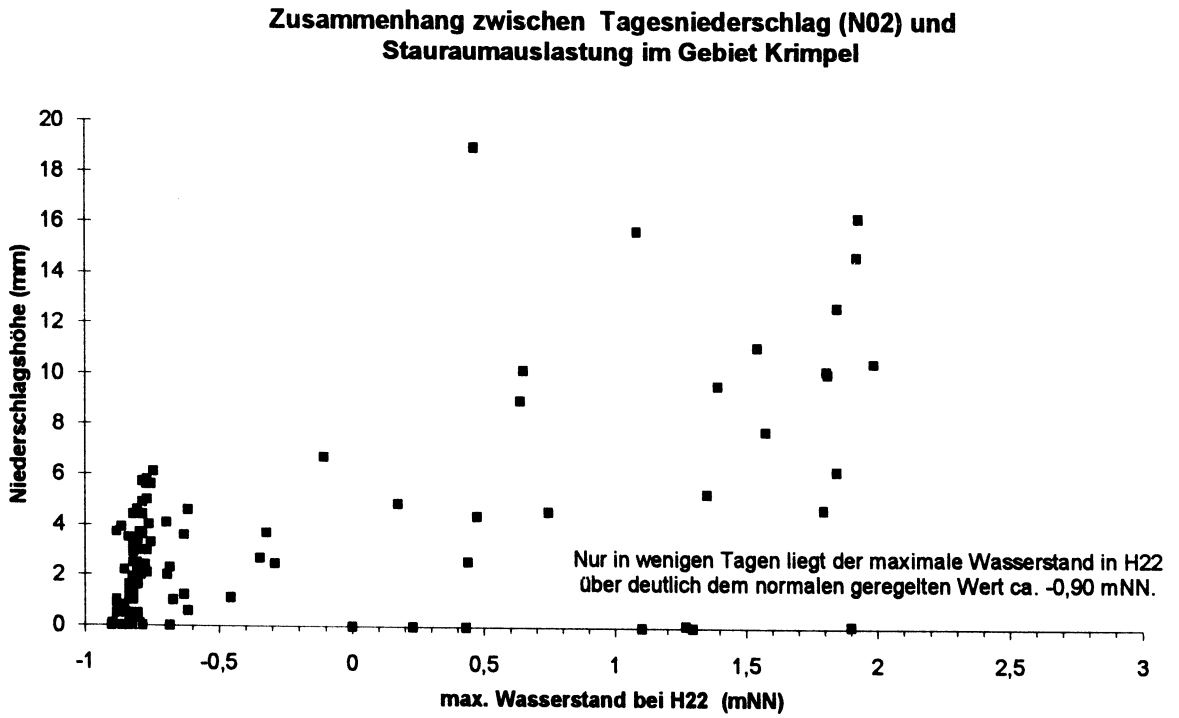
**Abflüsse aus KRIMPEL und RABLINGHAUSEN**

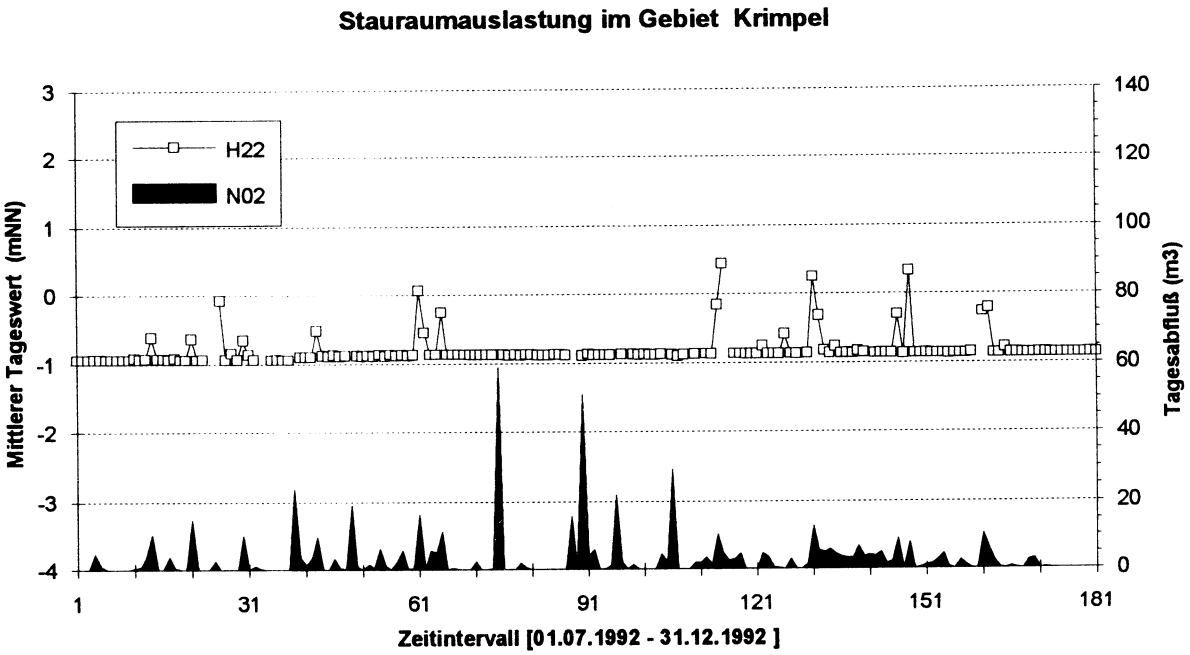


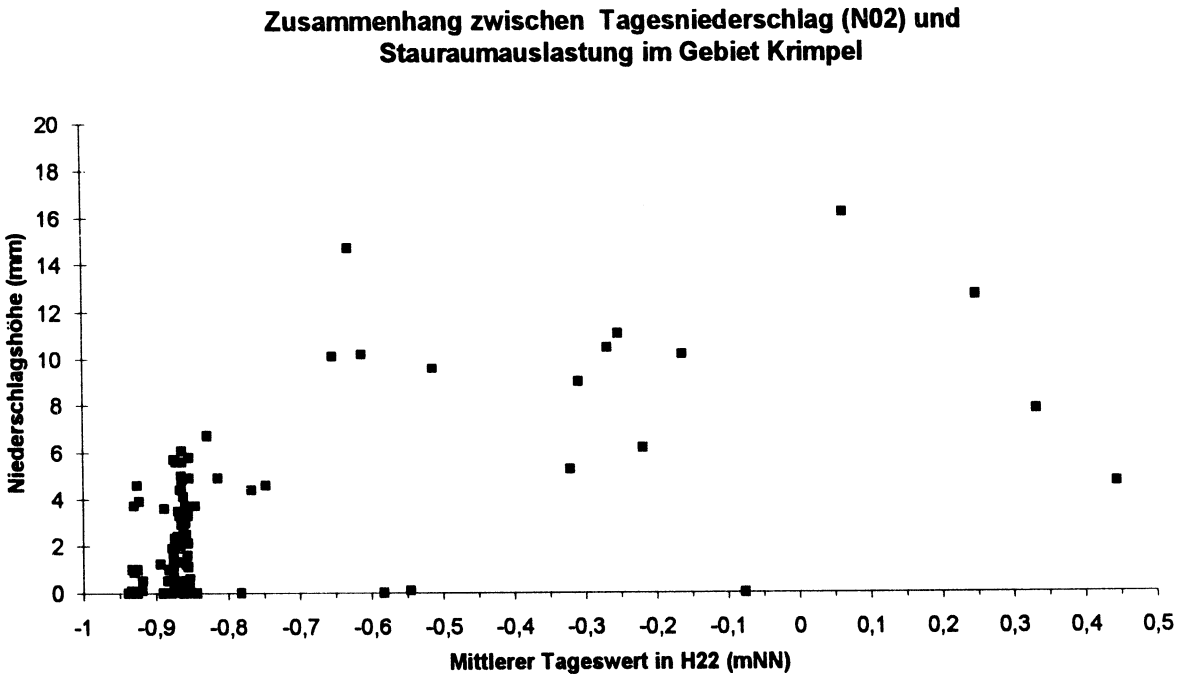

**Zusammenhang zwischen Niederschlag und Abfluß im Gebiet Krimpel**




Stauraumauslastung im Gebiet Krimpel
Max. Tageswert (mNN)
Niderschlagshöhe (mm)
H22
N02
Zeitintervall [01.07.1992 - 31.12.1992 ]


Zusammenhang zwischen Tagesniederschlag (N02) und
Stauraumauslastung im Gebiet Krimpel
Niederschlagshöhe (mm)
Nur in wenigen Tagen liegt der maximale Wasserstand in H22
über deutlich dem normalen geregelten Wert ca. -0,90 mNN.
max. Wasserstand bei H22 (mNN)


Stauraumauslastung im Gebiet Krimpel
H22
N02
Mittlerer Tageswert (mNN)
Tagesabfluß (m3)
Zeitintervall [01.07.1992 - 31.12.1992 ]


Zusammenhang zwischen Tagesniederschlag (N02) und
Stauraumauslastung im Gebiet Krimpel
Niederschlagshöhe (mm)
Mittlerer Tageswert in H22 (mNN)

**wichtige Schlußfolgerungen zu der graphischen Untersuchung**

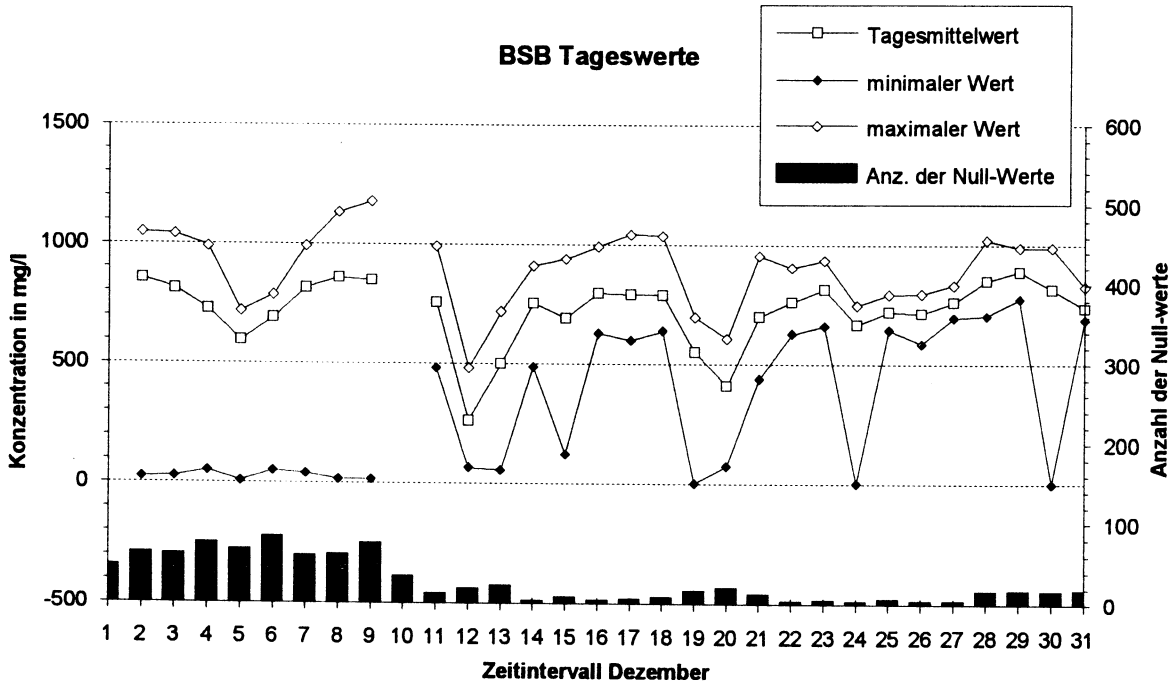
- Die Schnecke Nr. 1 im Pumpwerk Krimpel zur Förderung in den Stauraum HPWL ist geregelt, um einen konstanten Wasserstandswert im Pumpensumpf (H22) einzuhalten. Die Tatsache, daß die Schneckendrehzahl regelbar ist, wird jedoch vom Datenerfassungssystem zur Berechnung der entsprechenden Abflußmengen nicht berücksichtigt. Dies erklärt, warum fälschlicherweise die berechneten Abflußmengen aus Krimpel unabhängig vom Niederschlagsgeschehen zu sein scheinen.

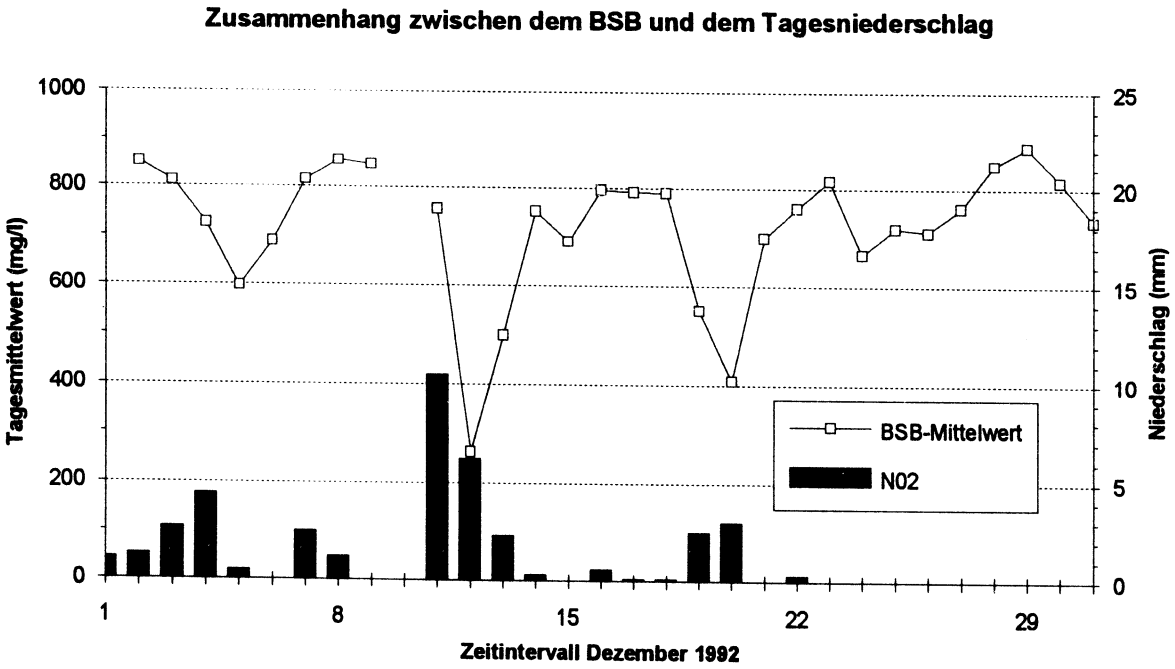
- Die Untersuchung der mittleren und maximalen Stauraumauslastung im Gebiet Krimpel zeigt, daß der Wassertsand bei H22 meistens im Bereich von -0,9 mNN erfolgreich eingehalten wird, auch im Regenwetterfall. Ein Tagesniederschlag unter 5 mm hat kaum Einfluß auf die *mittlere* Stauraumauslastung in Krimpel. Betrachtet man die *maximale* Stauraumauslastung, ist eine Auswirkung ab 2 mm Niederschlagshöhe zu verzeichnen, die allerdings nur deutlich wird, wenn die 4-5 mm Grenze überschritten wird.
  Für solche signifikante Niederschlagstage ist jedoch keine eindeutige (lineare?) Korrelation zwischen Stauraumauslastung und Niederschlagshöhe zu erkennen. Dies ist auf Folgendes zurückzuführen:
  - Die vorhandene Förderkapazität in Krimpel ist ausreichend, um den normalen Stauraumzustand in wenigen Stunden zurückzuerstellen.
  - Die Maschinisten wählen offensichtlich unterschiedliche Steuerungsstrategien bezüglich der Ausnutzung des vorhandenen Stauraums in Krimpel aus.

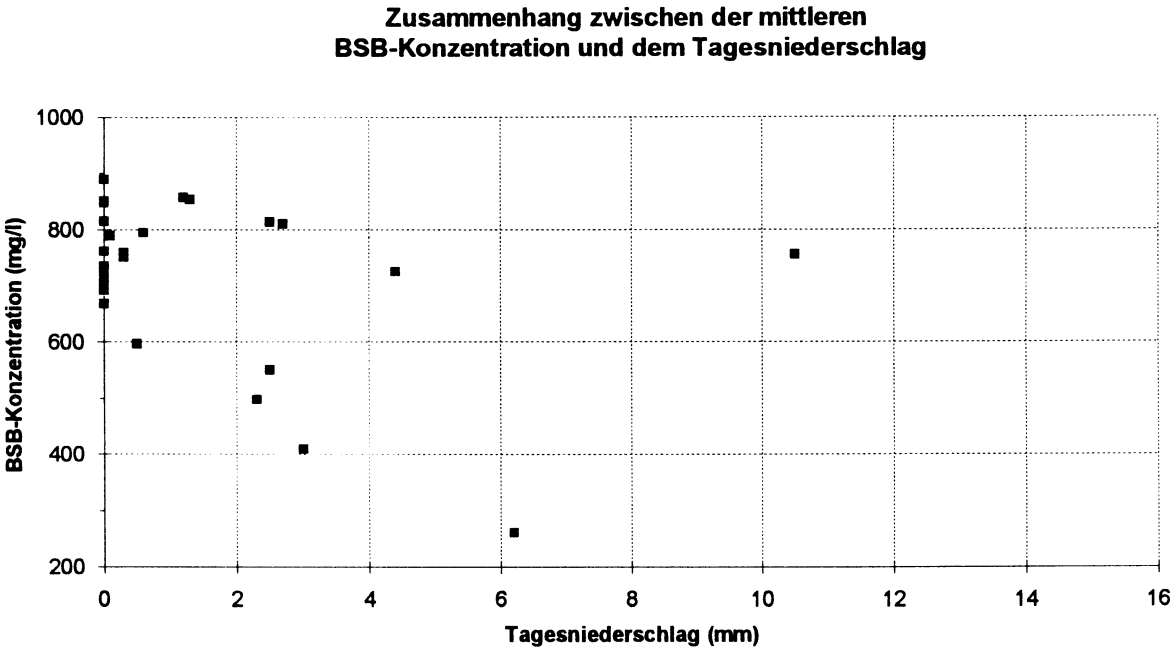
# UNTERSUCHUNG DER TAGESWERTE
## - die Güteparemeter -

## Parameter BSB

Nur die Meßdaten vom Monat Dezember 1992 werden dargestellt. Die Auswertung der früheren Meßwerte ist wegen Ausfälle und Störungen erheblich erschwert.



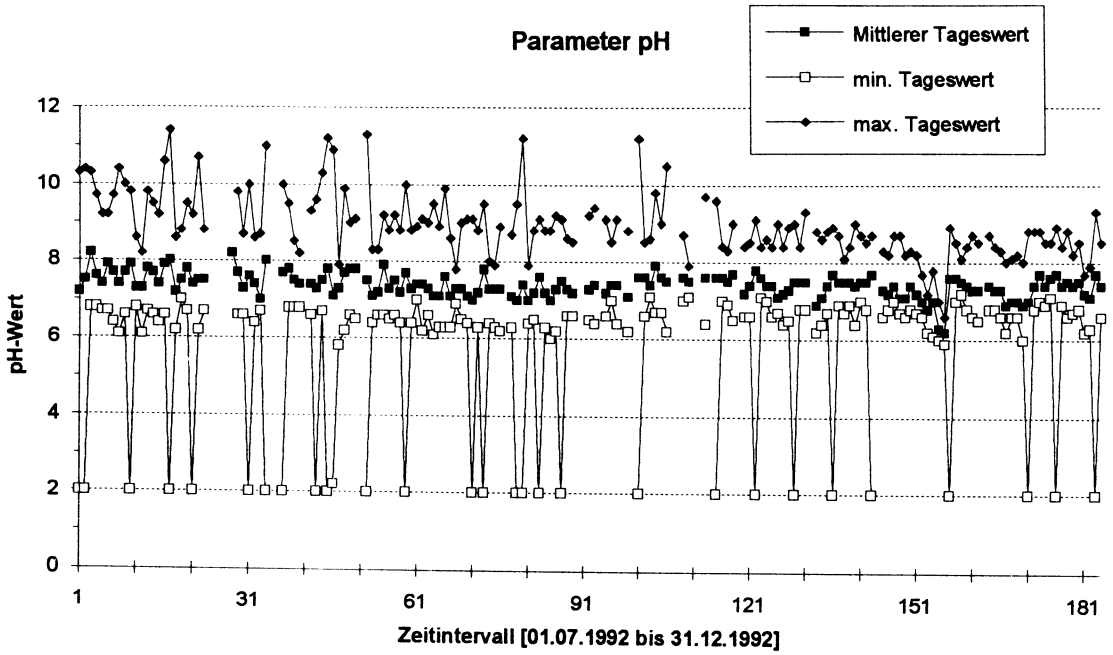


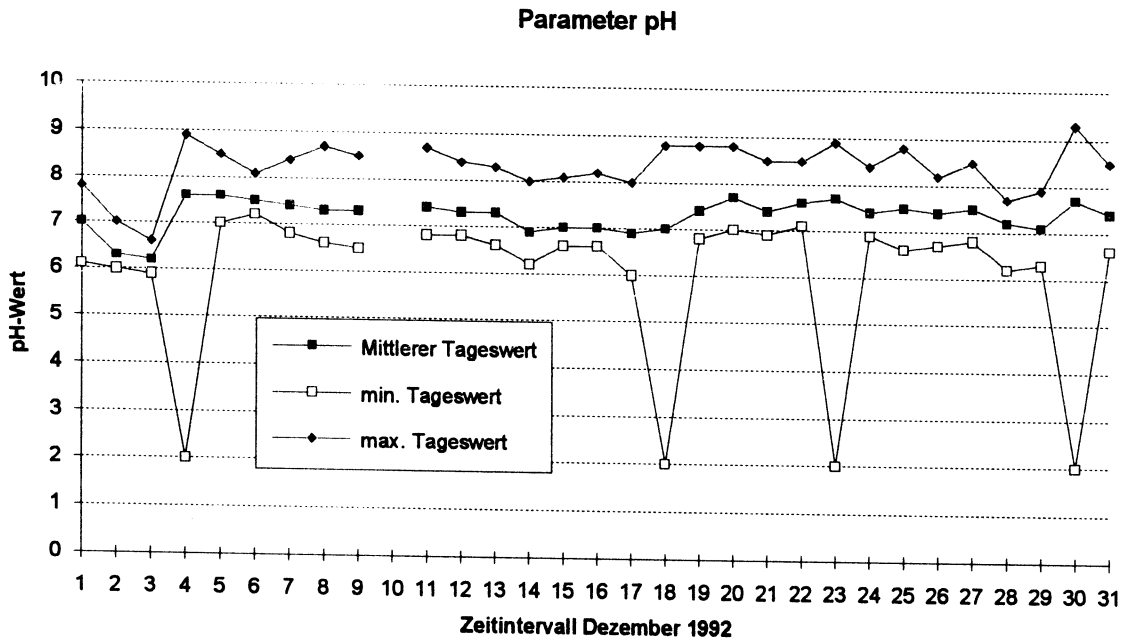

## Graphische Untersuchung der BSB-Werte

- Nach dem 11. Dezember 1992 zeichnet sich eine deutliche Verringerung der durch das Erfassungssystem bzw. die Rechenanlage bedingten Schwankungen der BSB-Werte ab. Der Einbau des numerischen Filters von **bpi** hat jedoch das Problem nicht vollständig aus dem Weg geräumt. Es werden weiterhin gestörte Null-Werte (<20 pro Tag) registriert sowie an Einzeltagen ungewöhnlich niedrige nicht-Null-Werte.

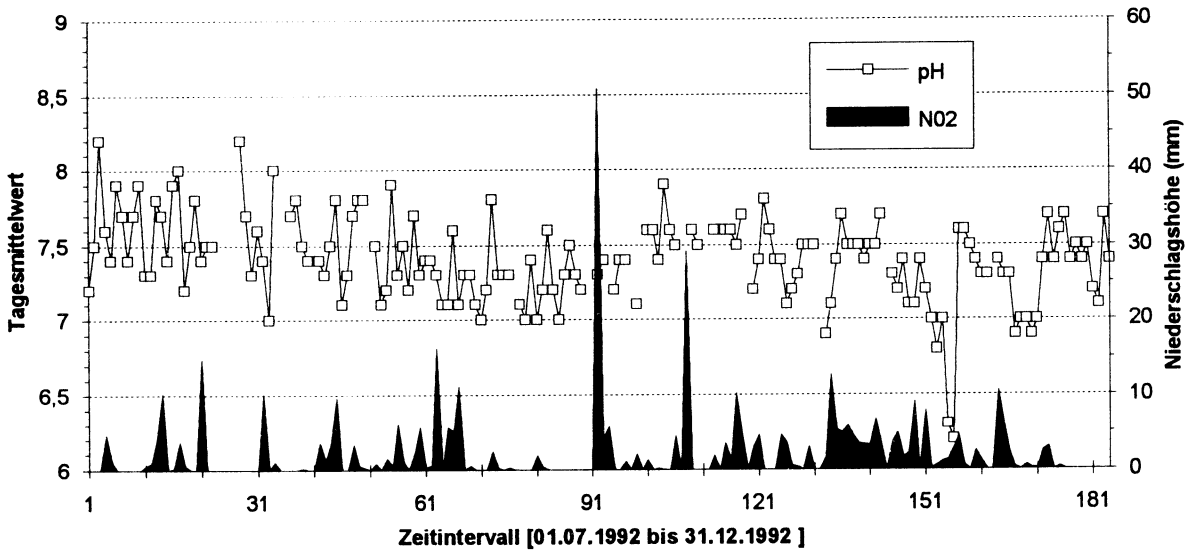
- Ein Trend ist zwischen dem BSB-Tagesmittelwert und der Tagesniederschlagshöhe zu erkennen. Der Regenwasserzufuhr läßt die mittlere BSB-Konzentration senken.
  - Im Trockenwetterfall liegt der mittlere BSB-Wert zwischen 700 und 900 mg/l.
  - Die mittlere BSB-konzentration kann für Mischwasser unter 300 mg/l fallen.

## Parameter pH

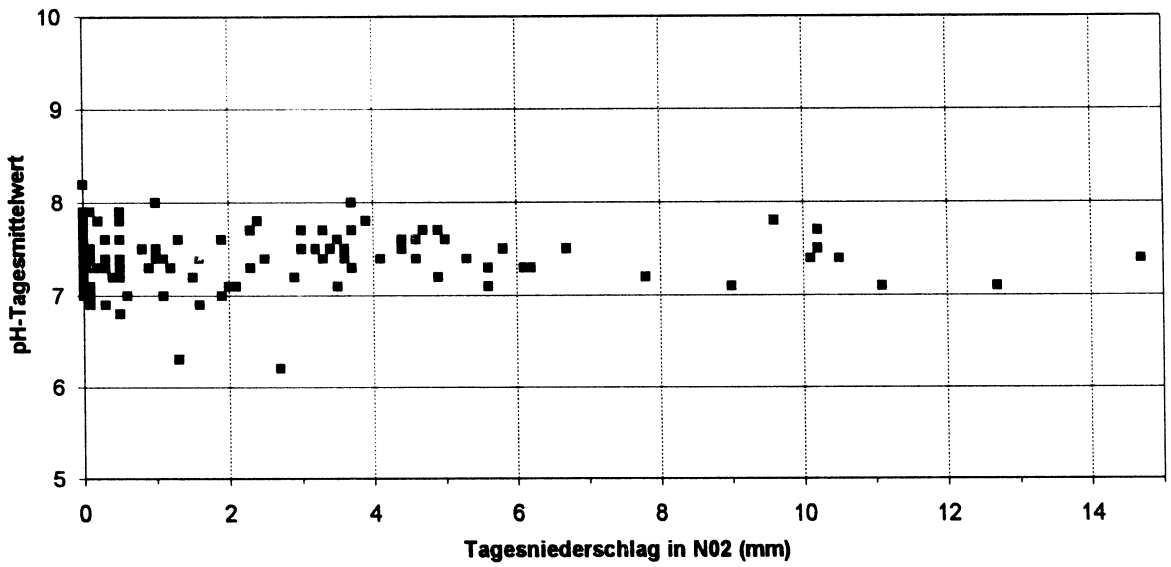


**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Tagesniederschlag**




**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Tagesniederschlag**



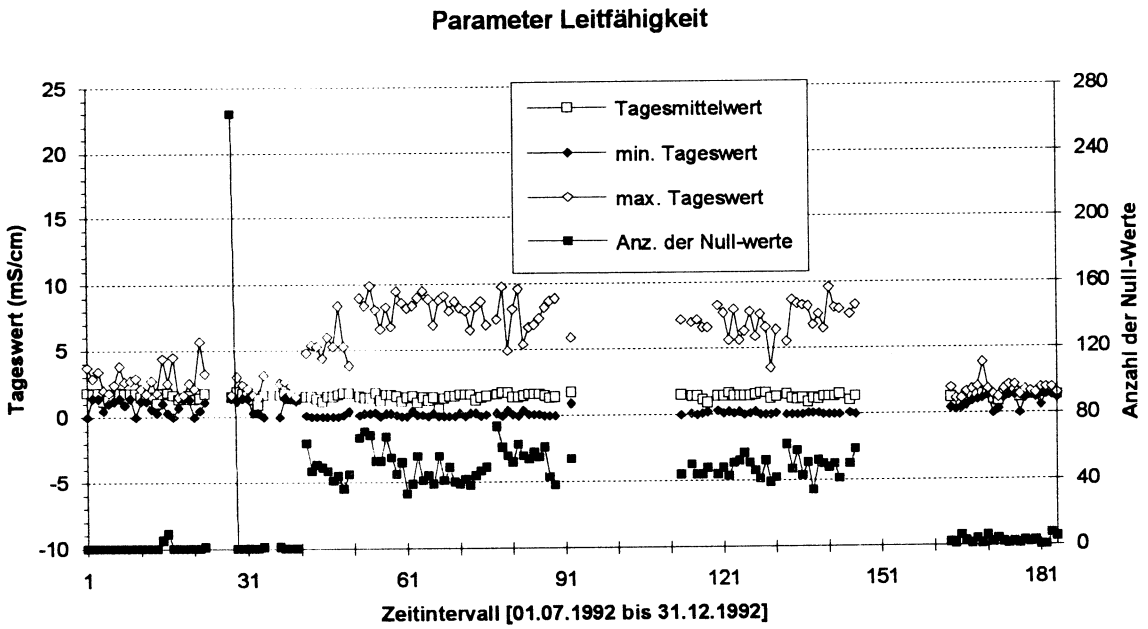
## Graphische Untersuchung der pH-Werte

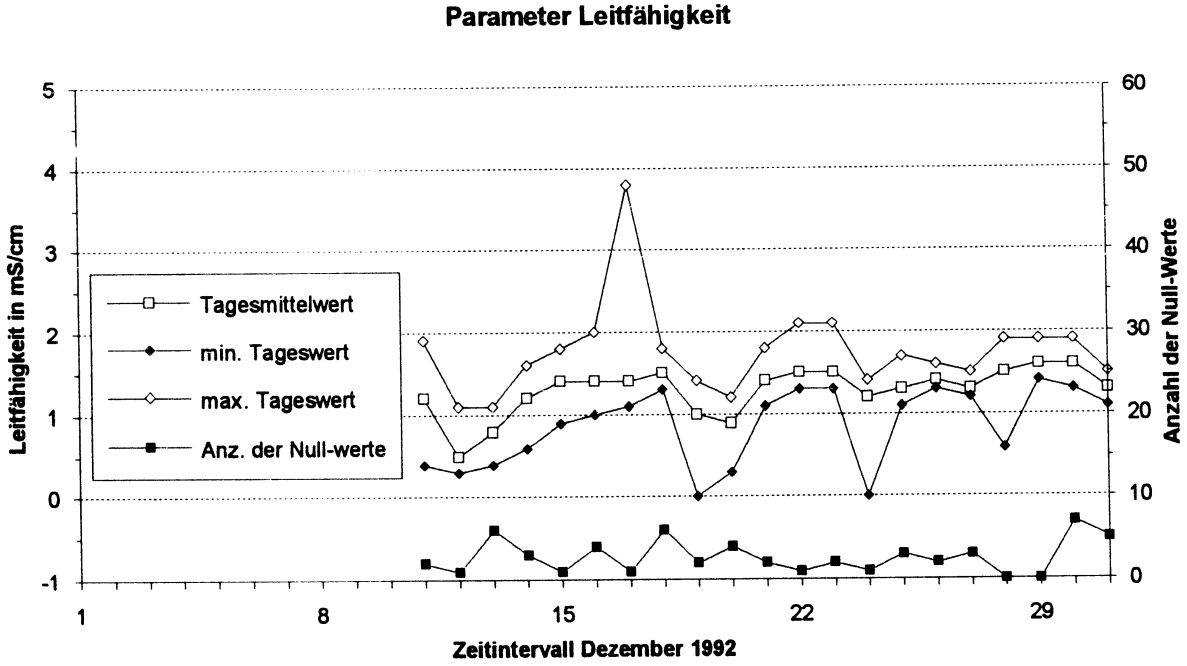
- Unter den Güteparametern ist der pH-Wert am wenigsten von den systembedingten Störungen getroffen. Im Laufe der sechs Monate Messung reduziert sich die Streuung zwischen den maximalen und minimalen Tageswerten, wobei hier nicht festgestellt werden kann, ob dieser Trend durch Verbesserung der Meßstrecke bedingt ist oder ob er der Realität entspricht.

- An den Tagen, wo eine Justierung des pH-Gerätes erfolgt, ist der minimale pH-Wert gleich 2. - Im Dezember 1992 wurde das Gerät vier Male justiert. -

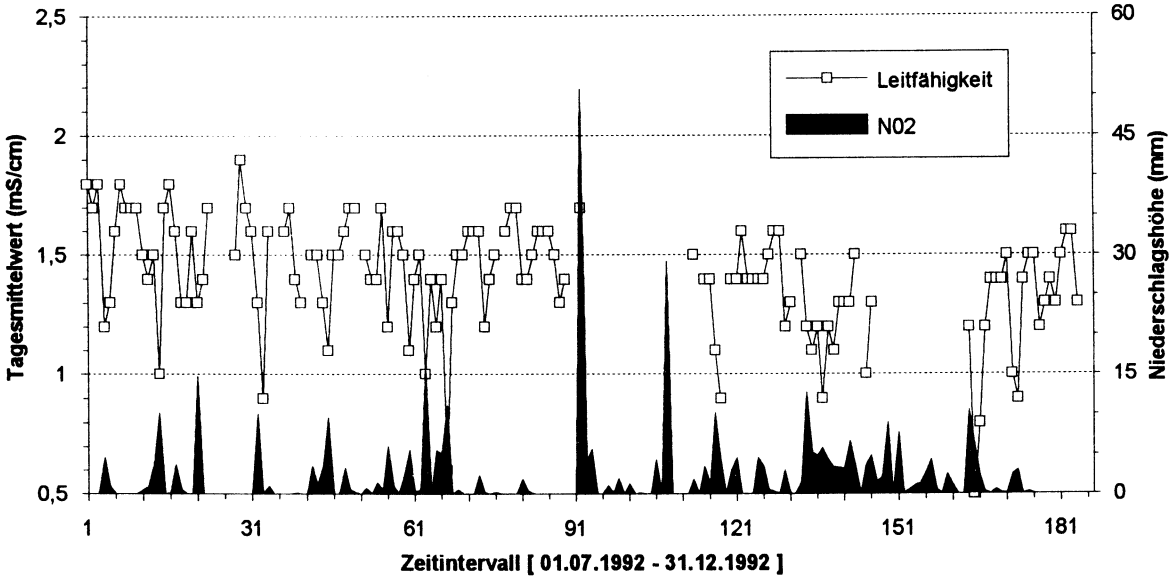
- Es besteht offensichtlich keinen Zusammenhang zwischen dem mittleren pH-Wert und dem Niederschlag. Der mittlere Tageswert liegt im Normalfall zwischen 7 und 8 (im Durchschnitt $\approx$7,4). Wenn sich ein "pH-Vorfall" (=Einleitung von Schadstoffen in den Kanal) ereignet, kann jedoch der mittlere Tageswert über pH=8 oder unter pH=6,5 liegen.

## Parameter Leitfähigkeit:

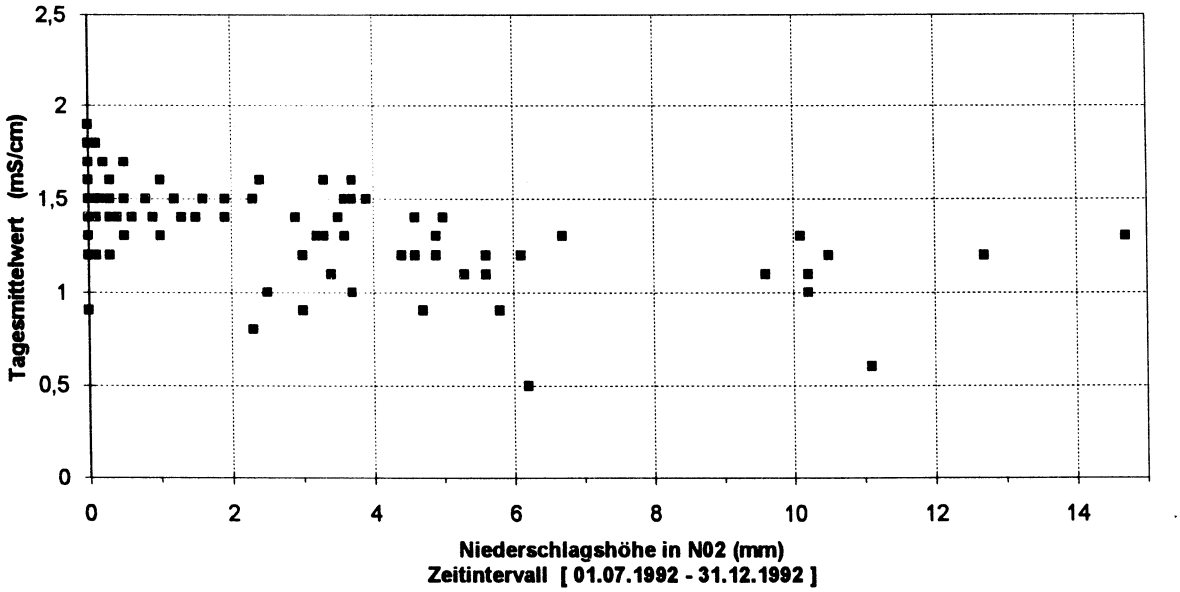


**Parameter Leitfähigkeit**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Tagesniederschlag**



## Graphische Untersuchung der Leitfhigkeit

- Eine deutliche Reduzierung der Streuung zwischen den maximalen und minimalen Tageswerten ist ab Dezember 1992 ersichtlich, was wahrscheinlich auf die Implementierung des numerischen Filters von **bpi** zurückzuführen ist. Die systembedingten Meßstörungen sind trotz dieser Verbesserung nicht vollständig beseitigt.
  - Null-Werte werden im Dezember 1992 weiterhin fast jeden Tag registriert, wenn auch ihre Anzahl stark zurückgeht.
  - Ungewöhnlich niedrige nicht-Null Werte kommen an einzelnen Tagen vor.

- Die mittleren Tageswerte liegen im Bereich zwischen 0,5 und 1,5 ms/cm (im Durchschnitt 1,40 mS/cm).

- Ein Trend ist zwischen der Leitfähigkeit und dem Tagesniederschlag zu erkennen. Durch Mischung mit dem Regenwasser senkt die Leitfähigkeit aus ihrem ursprünglichen Wert um 1,5 mS/cm in den Bereich um 1 mS/cm.

## Übersicht der detaillierten Tagesuntersuchung

Die Zustandsuntersuchung mit Hilfe von Tagesmittelwerten kann nur einen groben Überblick vermitteln. Eine detaillierte Untersuchung des Ganglinienverlaufs für ausgewählte Tage ist erforderlich, um zuverlässige Schlußfolgerungen bezüglich der Gütesteuerung ziehen zu können. Der Aufwand einer detaillierten Tagesuntersuchung ist jedoch so hoch, daß sie nur beispielhaft für einige Tage durchgeführt werden kann.

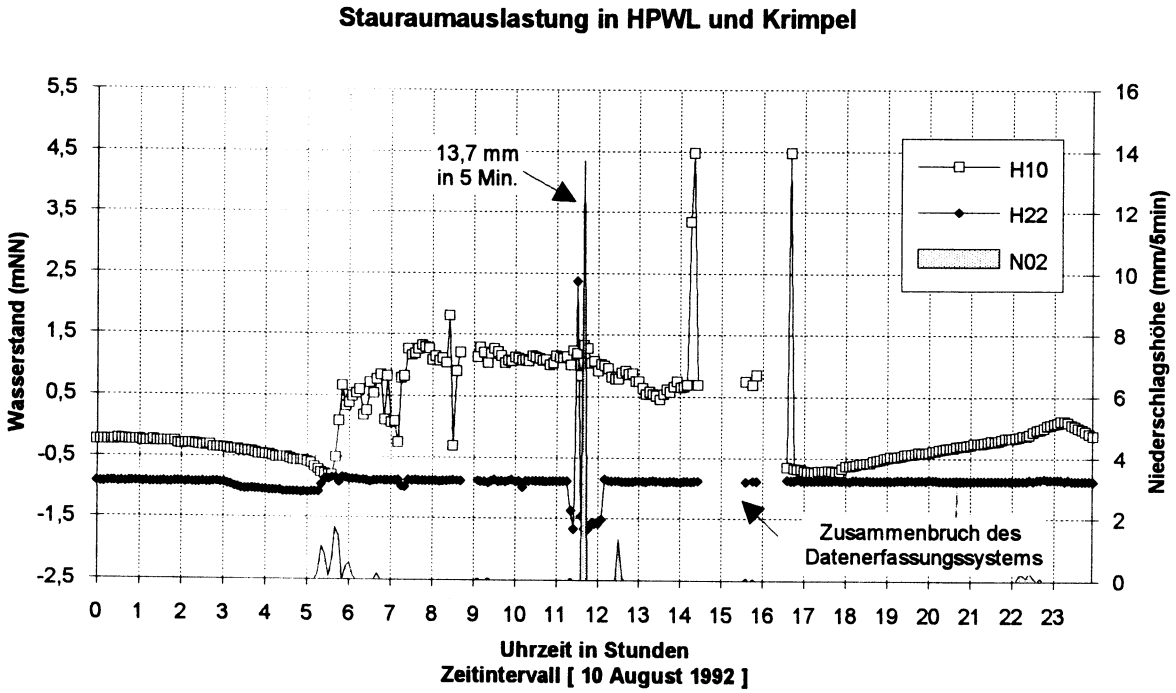
- Es werden alle drei Tage (10.08.92, 14.08.92, 15.08.92) detailliert untersucht, wo ein pH-Vorfall registriert worden ist.
- Die anderen gewählten Tage sind Trocken- und Regenwettertage im Monat Dezember 1992, die vermitteln sollen, welche Faktoren auf welche Weise die Abwasser- bzw. Mischwasserbeschaffenheit beeinflussen können.

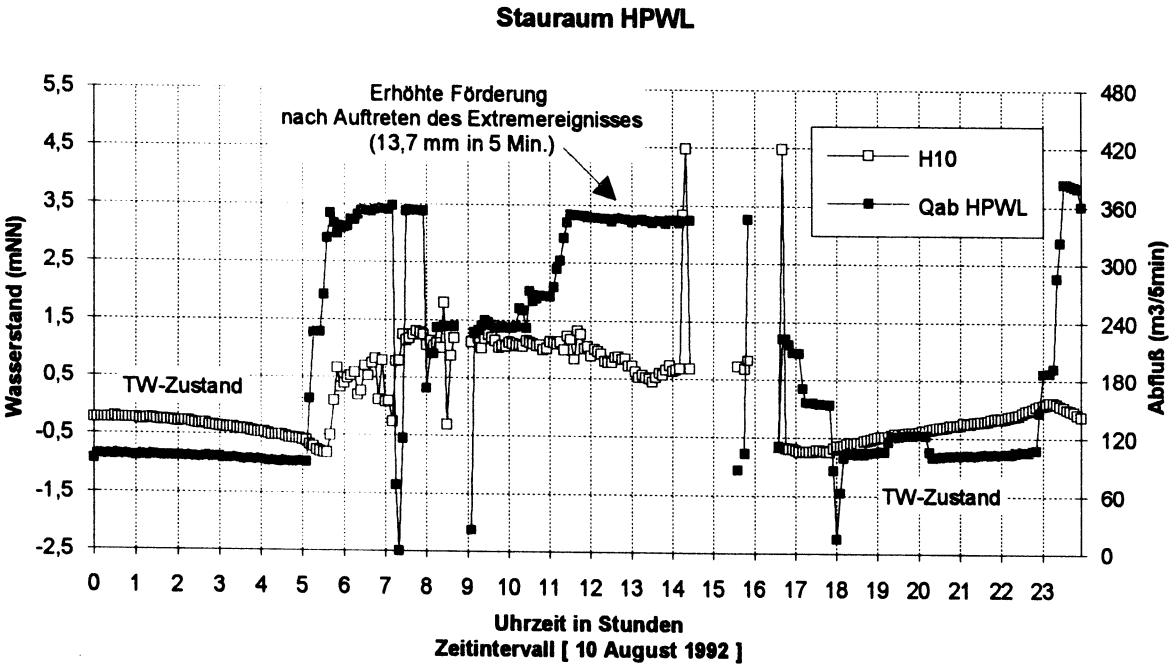
| Datum | Tagesniederschlag (mm) bei N02 | Anmerkungen |
|---|---|---|
| 10 August 1992 | 23,7 | pH> 10, keine BSB-Messung |
| 14 August 1992 | 9,6 | pH> 10, keine BSB-Messung |
| 15 August 1992 | 0 | pH>10 und pH< 4, keine BSB-Messung |
| 8 Dezember 1992 | 1,2 | keine Leitfähigkeitsmessung |
| 9 Dezember 1992 | 0 | keine Leitfähigkeitsmessung |
| 11 Dezember 1992 | 10,5 | - |
| 12 Dezember 1992 | 6,2 | - |
| 13 Dezember 1992 | 2,4 | - |
| 18 Dezember 1992 | 0 | - |
| 19 Dezember 1992 | 2,4 | - |
| 30 Dezember 1992 | 0 | - |

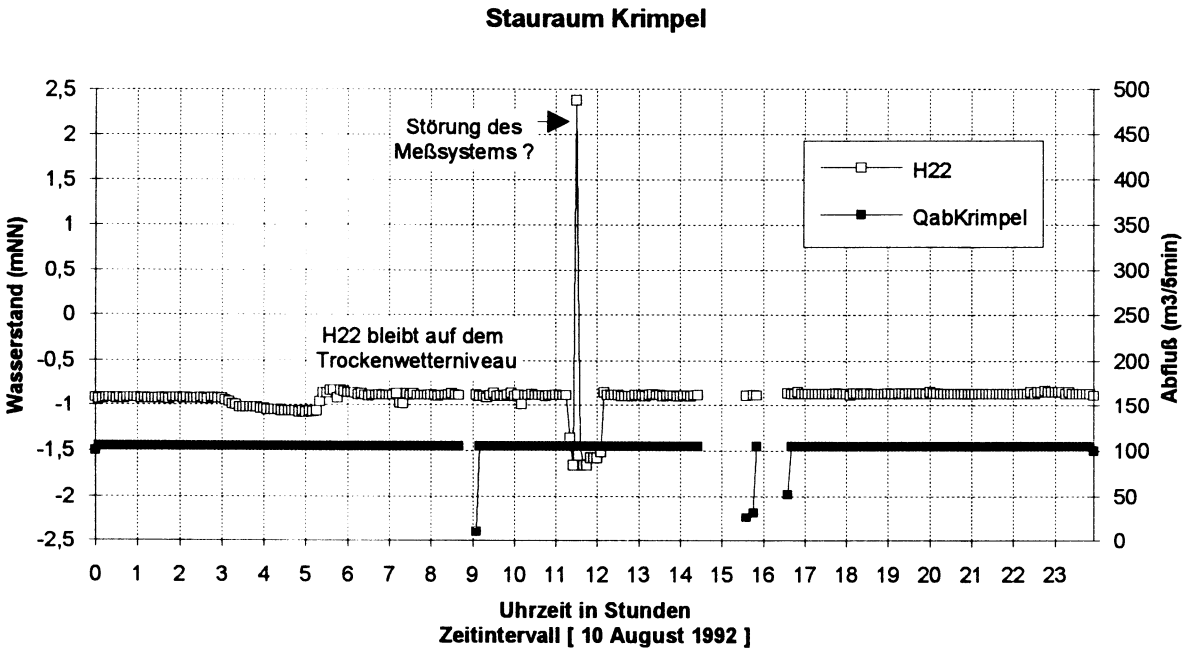
Auflistung der Tage für die detaillierte Untersuchung

# DETAILLIERTE UNTERSUCHUNG

# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßiger Betrachtungsweise -

Der 10. August 1992 war ein Regenwettertag.

| Tagesniederschlag in N02 (mm) | Q-Links ($m^3$) | Q-Rechts ($m^3$) |
|---|---|---|
| 23,7 | 51 357 | 89 553 |

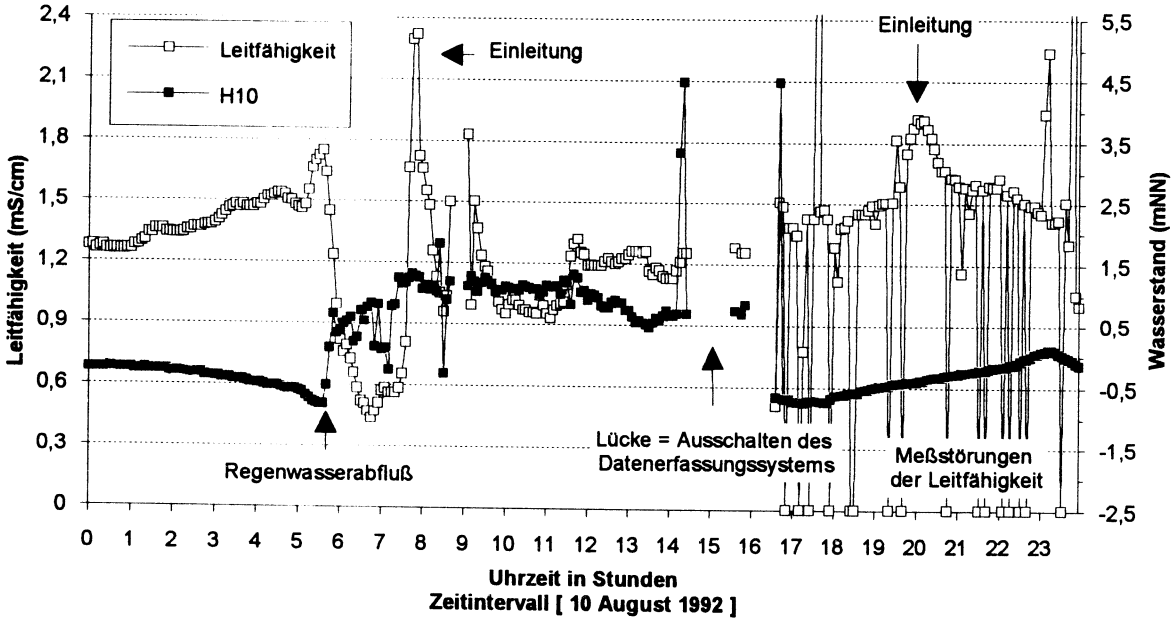
Tab.1: Abflußmengen

Ein erstes Regenereignis trat kurz nach 5:00 Uhr auf - Dauer ≈ 2 Stunden, Niederschlagshöhe = 7,2 mm in N02 -. Der Wasserstand in H10 stieg um 1,5 m von -0,5 mNN auf 1 m NN an. Auf diesem Niveau blieb er, bis - um 11:45 Uhr - ein zweites Regenereignis auftrat. Binnen 5 Minuten fiel mehr als 13 mm. 150 Minuten später füllte sich der Stauraum in HPWL schlagartig. Der Wasserstand in H10 erreichte 4,50 mNN. Kurz danach fiel das Datenerfassungssystem vollständig aus. Während zwei Stunden wurden keine Zustandsdaten erfaßt (!).
Nach 16:35 Uhr normalisierte sich die Situation. Zu diesem Zeitpunkt war der Wasserstand in H10 schon auf das normale Trockenwetterniveau zurückgegangen.

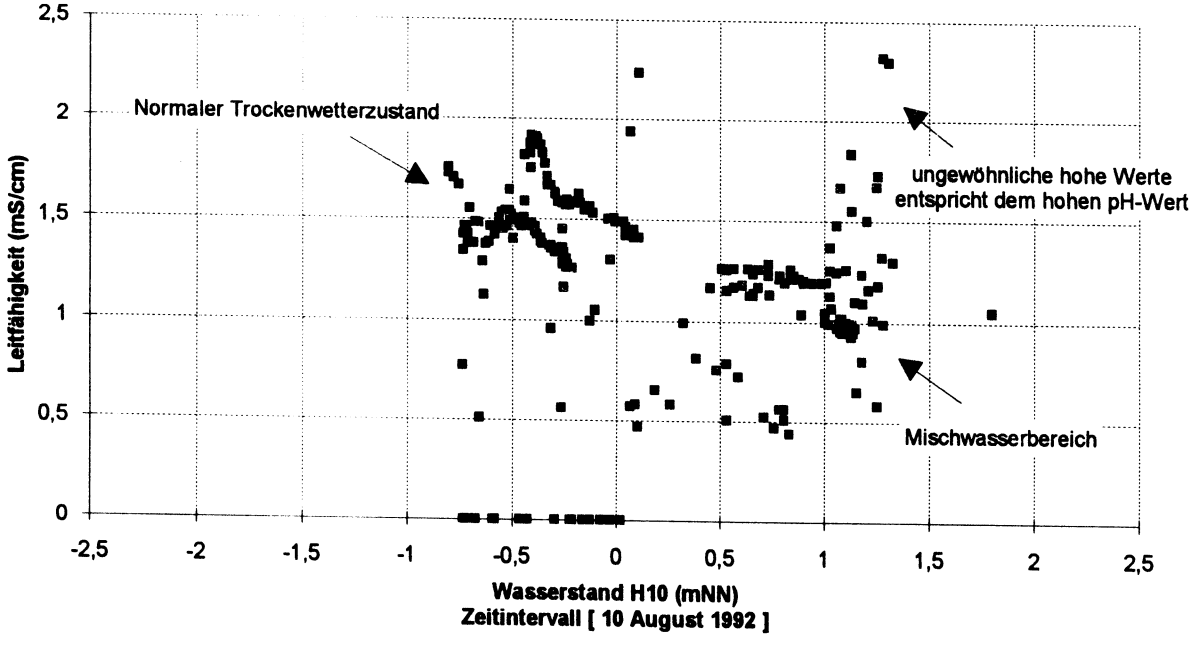
Der Wasserstand in H22 hielt sich den ganzen Tag an seiner Trockenwetterposition - -0,9 mNN -, abgesehen von einer kurzen Periode zwischen 11:30 und 11:35 Uhr.

## Der Parameter Leitfähigkeit

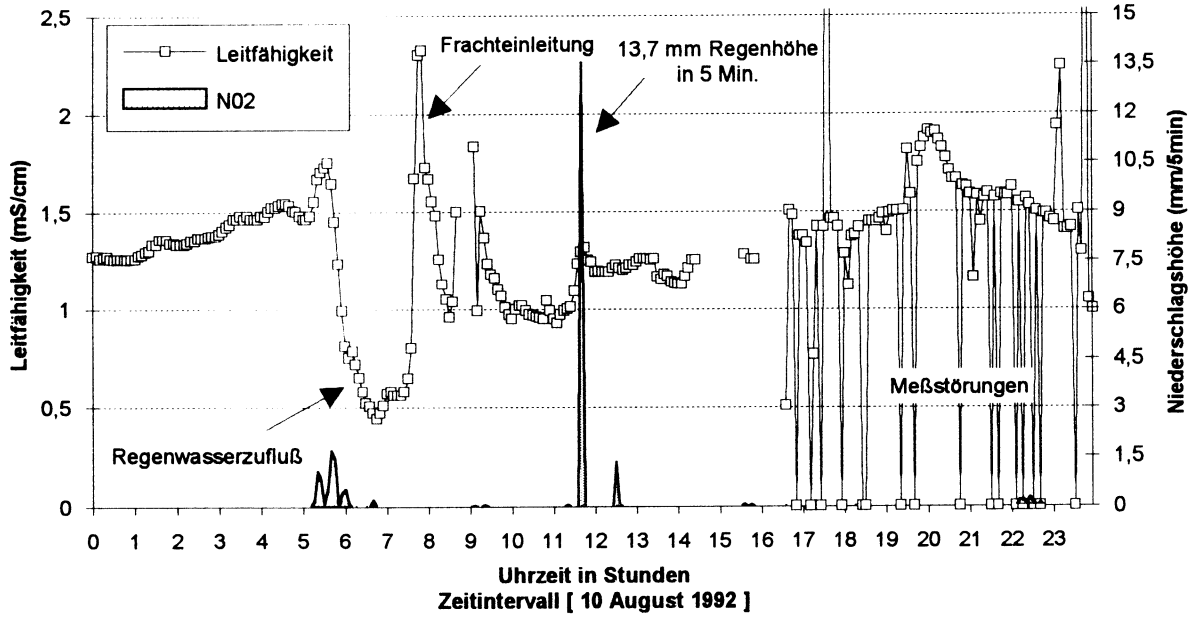
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

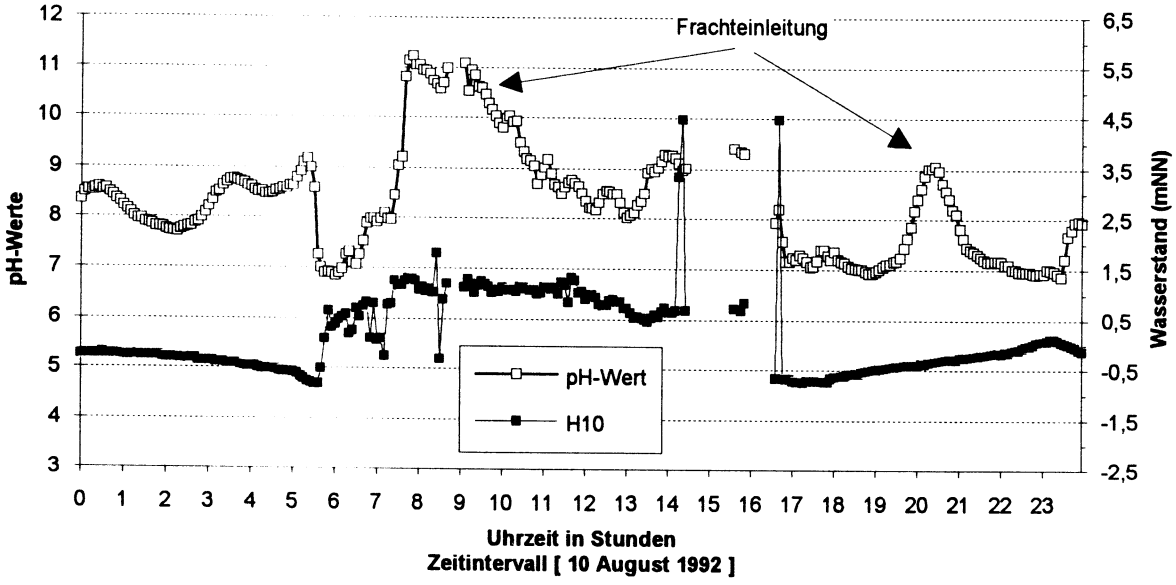


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

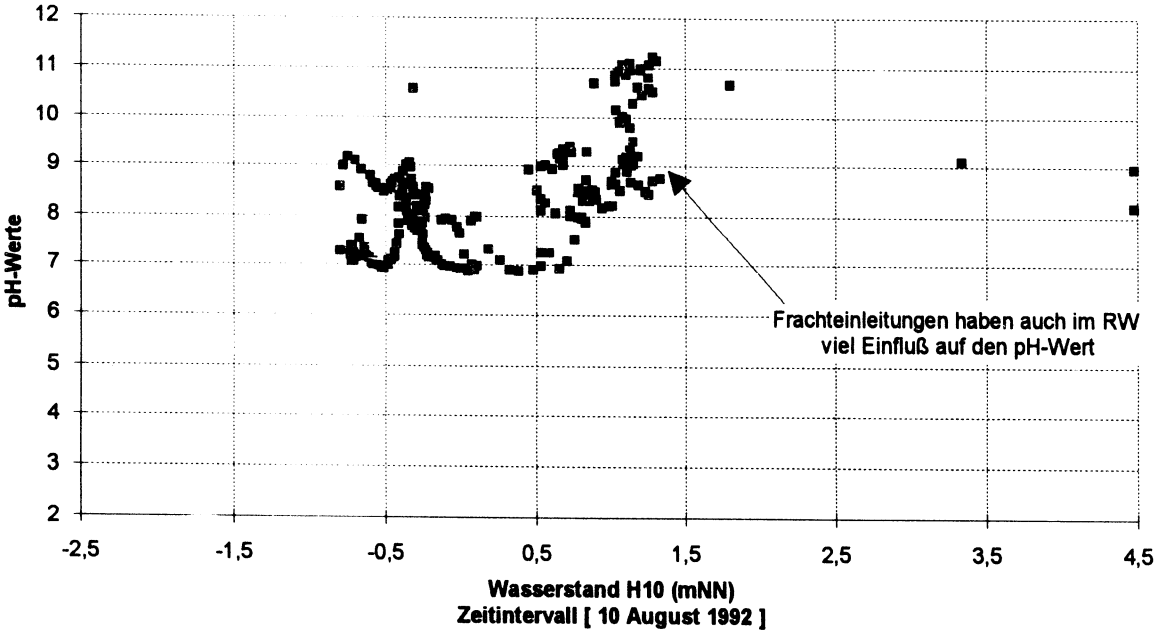


# Der Parameter pH

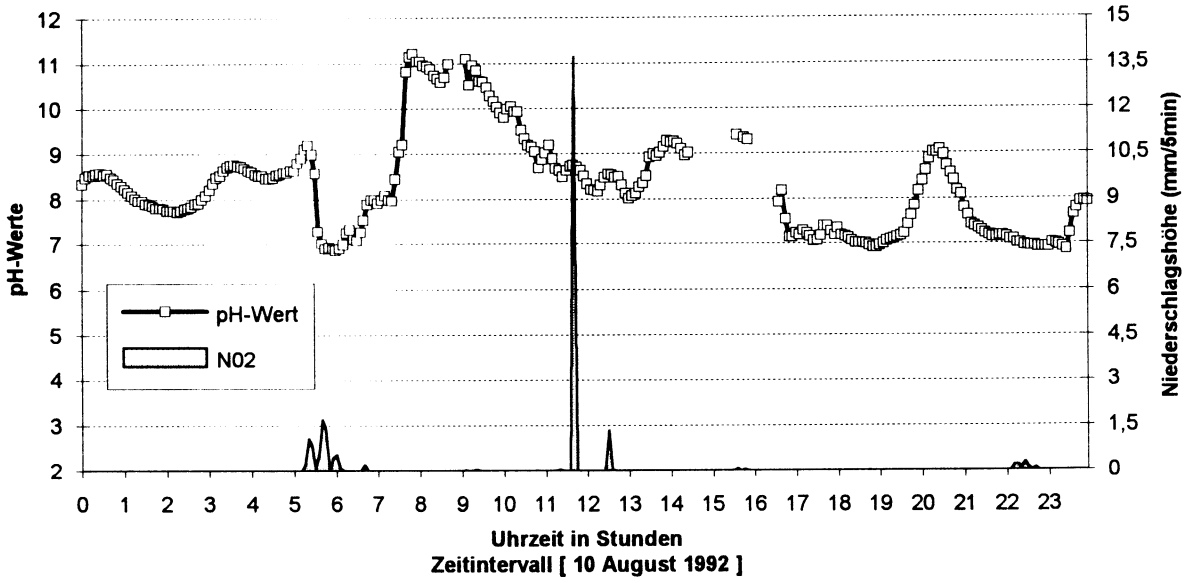
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



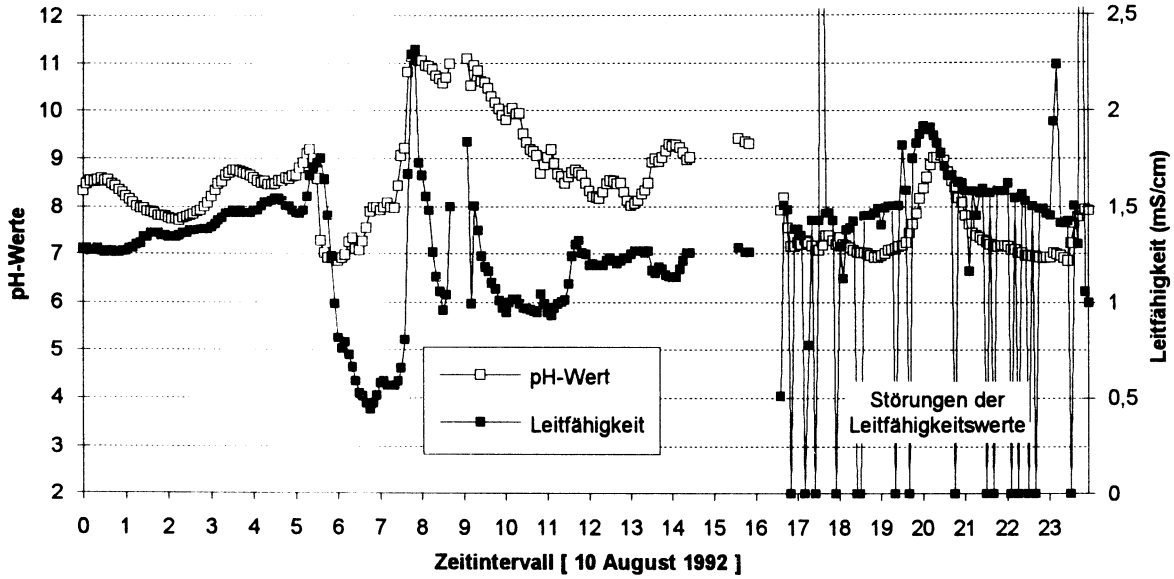

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



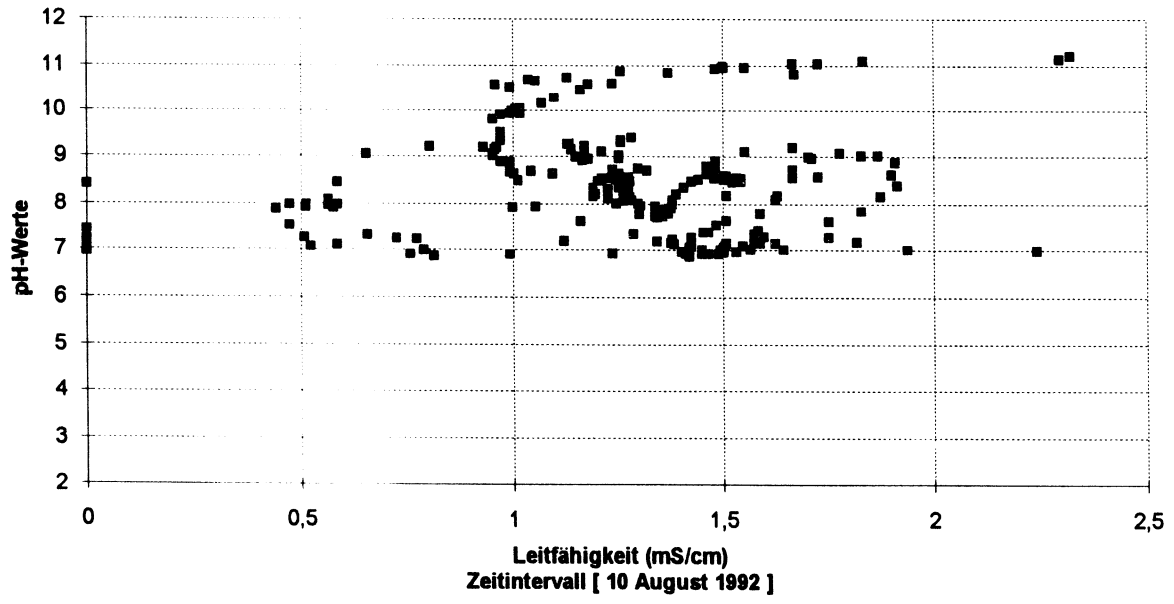
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**




**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

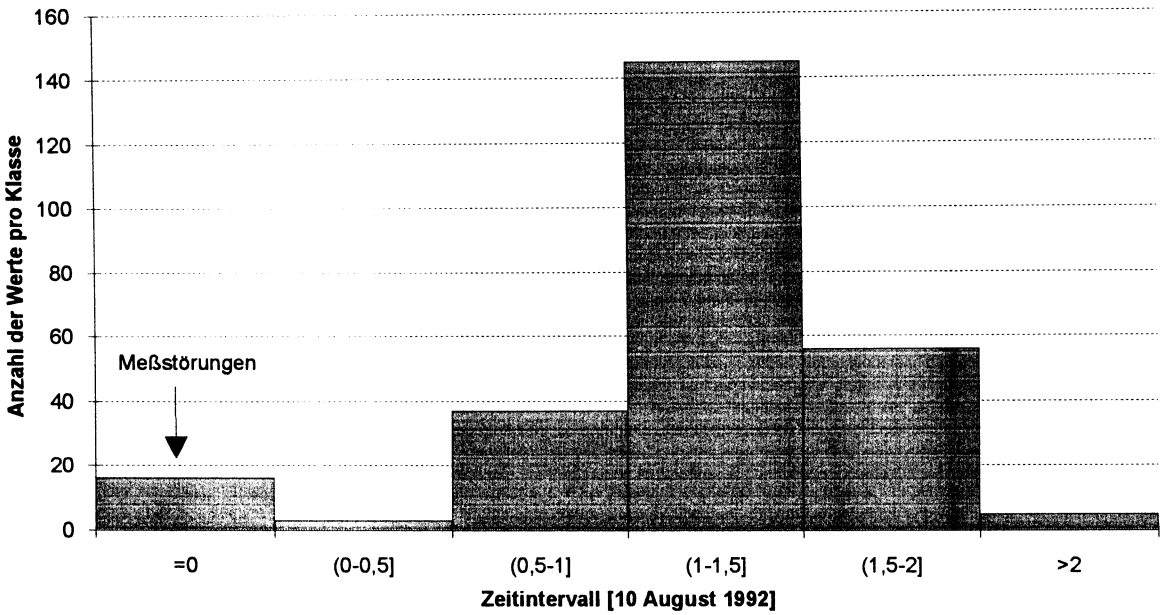
Schon Anfang des Tages (0:00 bis 6:00 Uhr) befand sich der pH-Wert auf relativ hohem Niveau (8< pH-Wert < 9). Die Leitfähigkeit lag währenddessen im normalen Abwasserbereich - ≈1,3 mS/cm -.

15 bis 20 Minuten nach Beginn des ersten Niederschlagsereignisses gingen erwartungsgemäß sowohl der pH-Wert als auch die Leitfähigkeit zurück - pH ≈ 7, Leitfähigkeit ≈ 0,5 mS/cm -. Kurz danach erfolgten Frachteinleitungen in den Kanal, die den pH-Wert steigen ließen, wobei der pH-Wert =11 erreichte wurde und fast zwei Stunden auf dem Niveau beharrte. Ab 9:30 Uhr ging der pH-Wert langsam zurück. Um 11:00 Uhr befand er sich wieder im Bereich 8 < pH < 9 und blieb auf diesem Niveau.

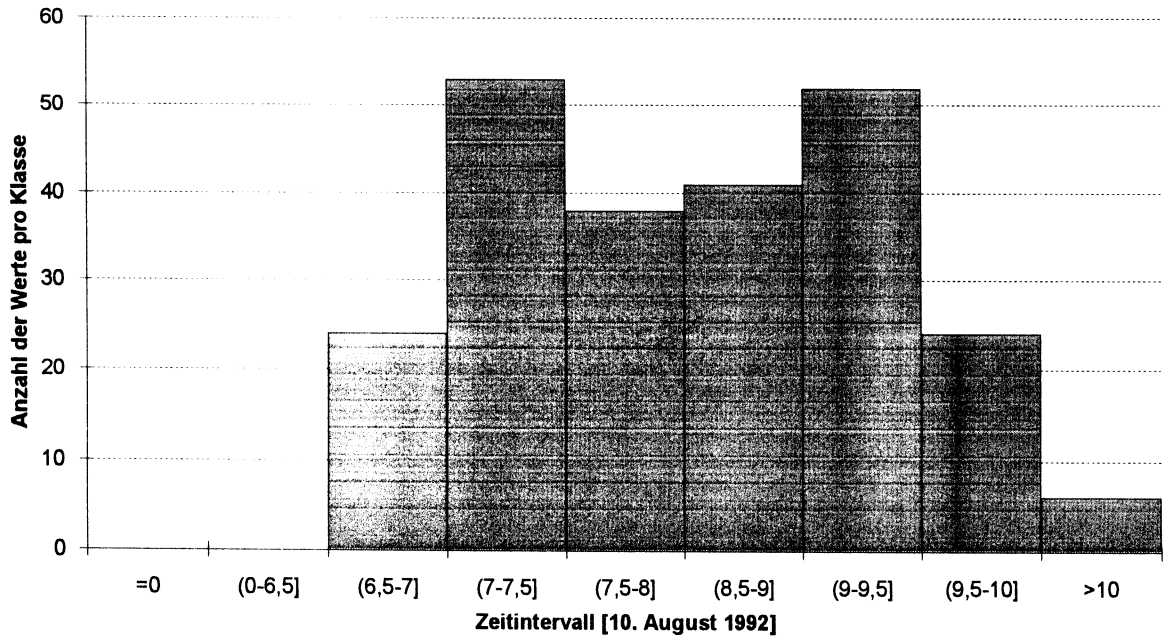
Nach dem schlagartigen Anstieg des pH-Wertes um 6:00 Uhr schnellte die Leitfähigkeit empor. Sie erreichte mit ca. 15 Min. Zeitverschiebung maximale Werte von ca. 2,3 mS/cm . Gleich danach fiel die Leitfähigkeit schnell herunter auf ca. 1 mS/cm. Möglicherweise traten chemische Ausgleichsprozeße auf, die das lange Anhalten von hohen Leitfähigkeitswerten nicht zuließen.

Nach der Ausfallperiode zwischen 14:35 und 16:35 Uhr herrschte zunächst normaler Trockenwetterfall (7<pH<7,5, Leitfähigkeit ≈ 1,5 mS/cm). Kurz vor 20:00 Uhr erreigneten sich erneut Frachteinleitungen, die einen deutlichen Anstieg der Leitfähigkeit - ≈ 1,9 mS/cm - und, zeitlich verzögert - ca. 10 Min. - des pH-Wertes - pH ≈ 9 - verursachten. Die Situation normalisierte sich allmählich. Zwischen 21:00 und 22:00 Uhr war der normale Trockenwetterzustand weitgehend zurück erstellt.

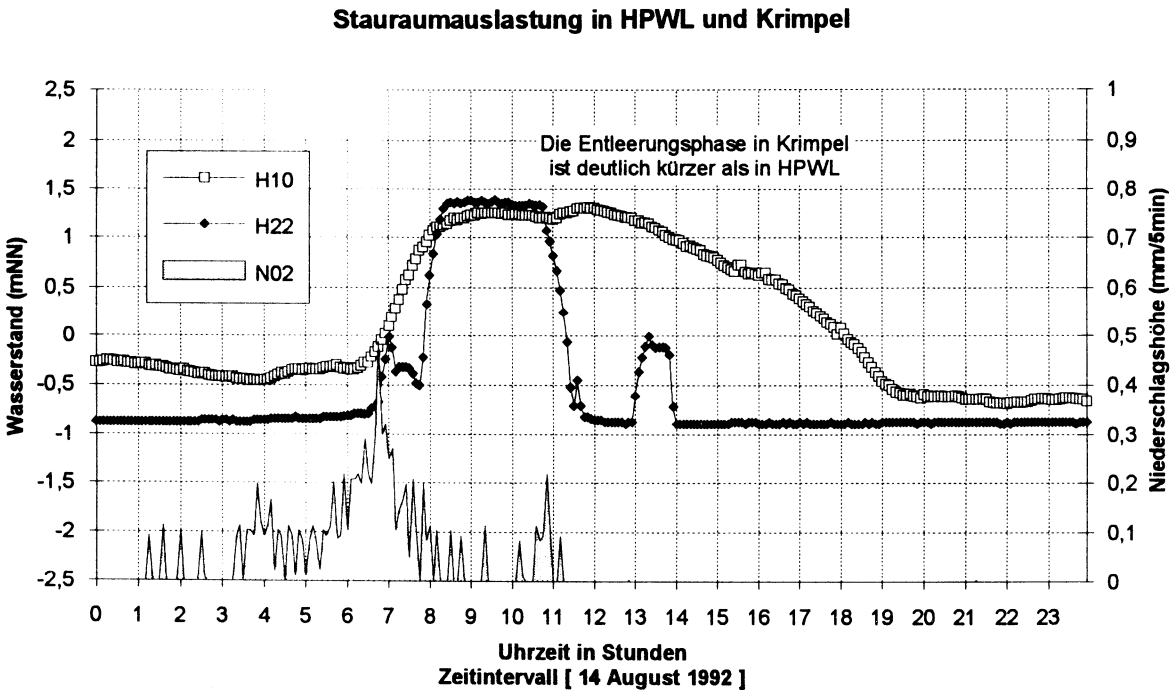
**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

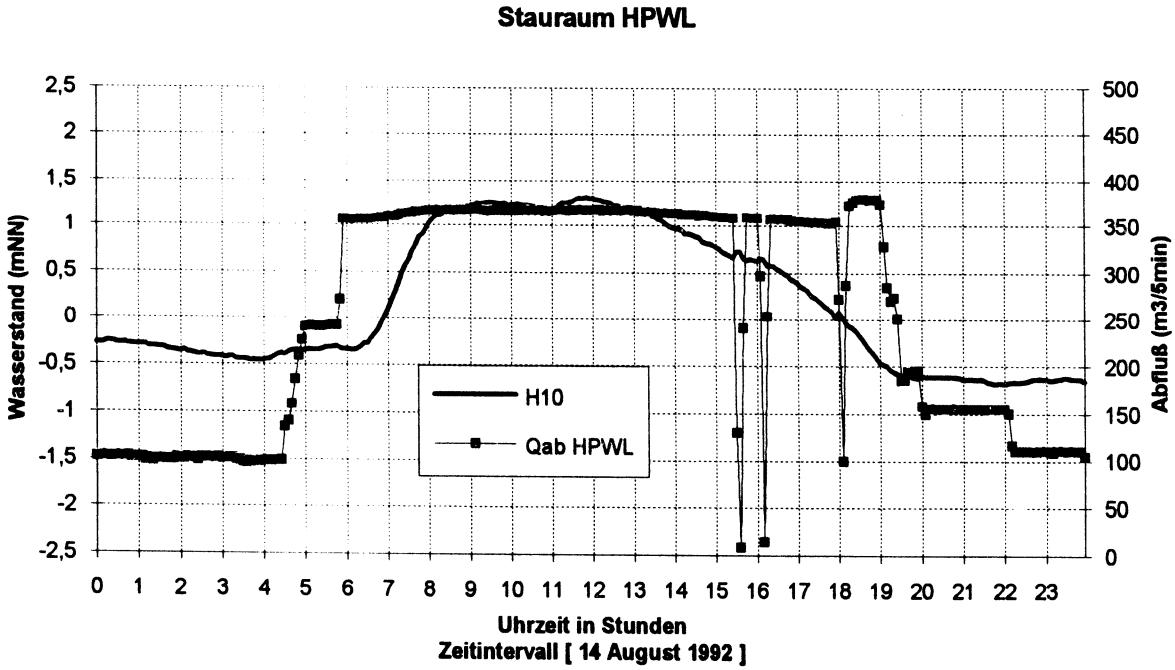


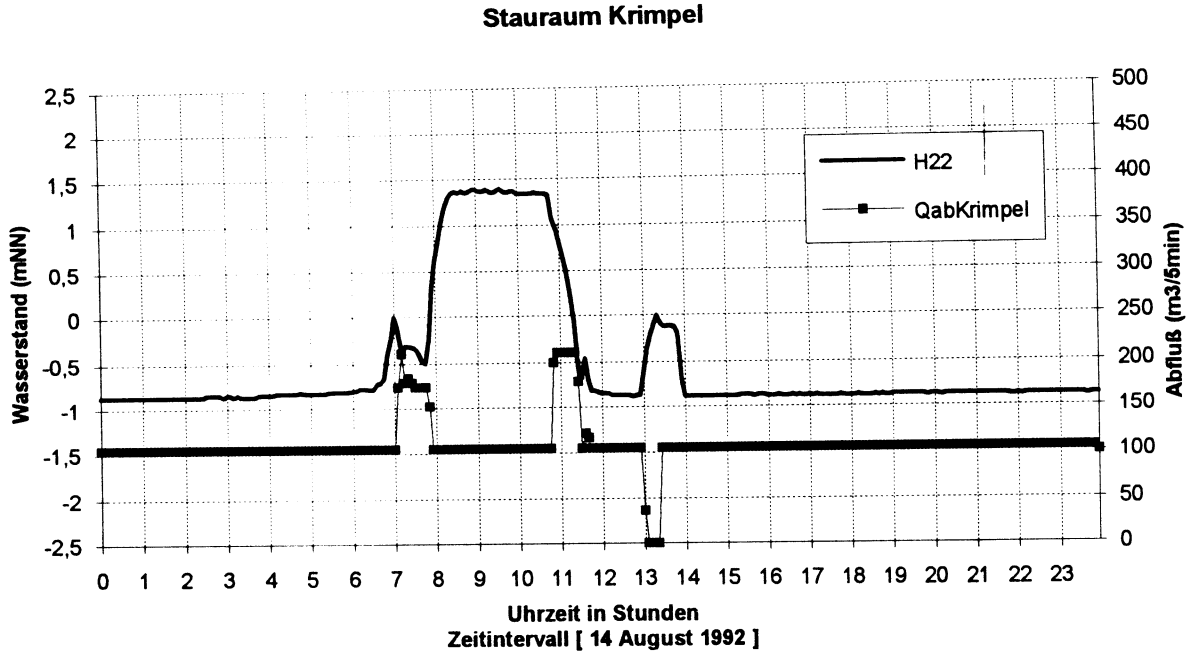

**Verteilung der pH-Werte**



# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






**Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -**

Der 14. August 1992 war ein Regenwettertag.

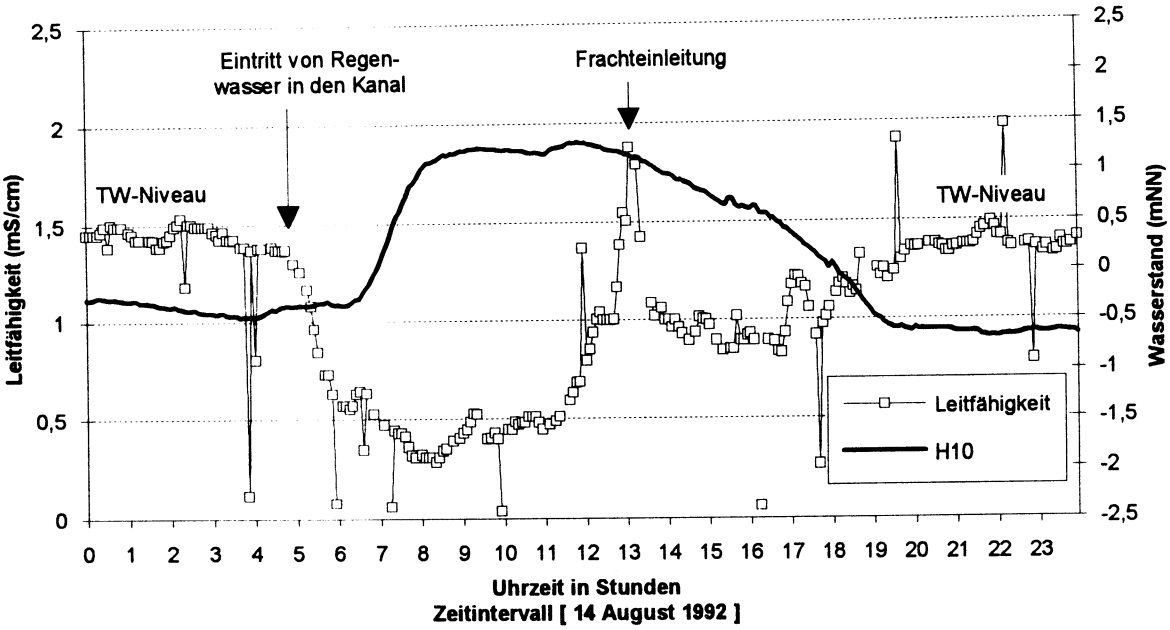
| Tagesniederschlag in N02 (mm) | Q-Links ($m^3$) | Q-Rechts ($m^3$) |
|---|---|---|
| 9,6 | 74 000 | 168 101 |

Tab.1: Abflußmengen

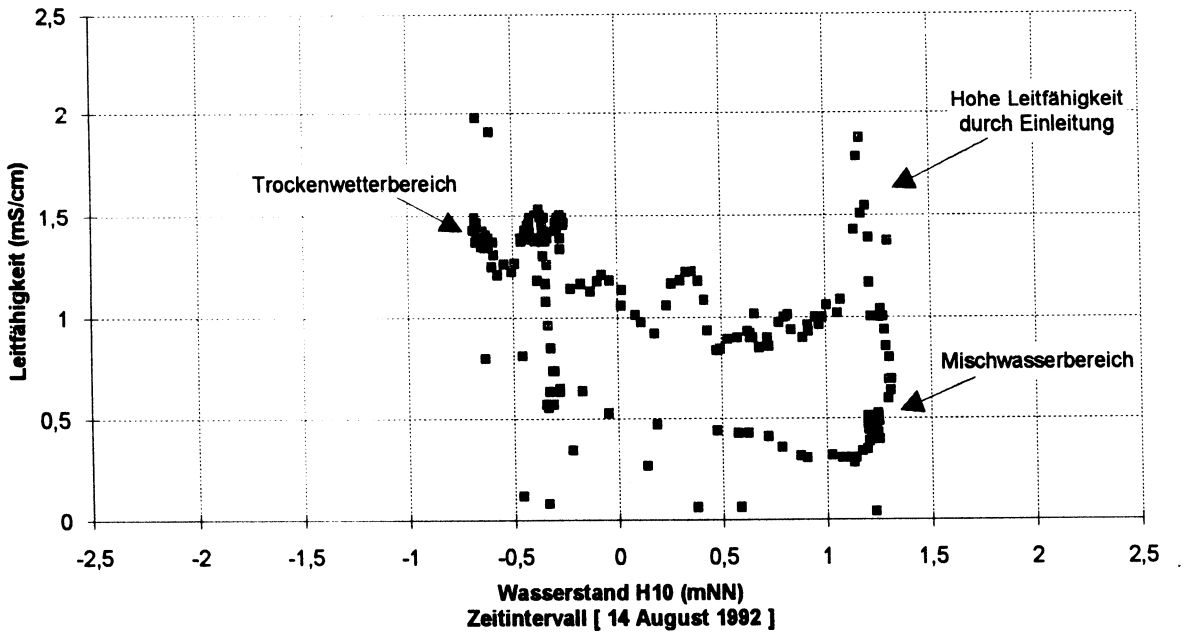
Um 1:20 Uhr trat ein intermittierender Regen ein, der bis ca. 11:00 Uhr dauerte. Um 6:30 Uhr begann der Wasserstand in H10 anzusteigen. Um 8:50 Uhr erreichte er das Niveau +1,20 mNN und beharrte in diesem Bereich bis 13:00 Uhr. Danach wurde der Stauraum HPWL entleert. Mit einer Förderleistung nach Seehausen von 1,1 $m^3/s$ dauerte die Entleerung ca. 6 Stunden. Um ca. 19:00 Uhr war der Trockenwetterzustand weitgehend wieder erstellt. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Förderleistung nach Seehausen auf 500 l/s reduziert.
Um 6:15 Uhr machte sich erst der Regenwasserzufluß im Stauraum Krimpel bemerkbar. Durch die Schneckenregelung wurde aber der Wasserstandanstieg unterdrückt. Um ca. 7:30 Uhr nach Drosselung der Förderungmenge nach HPWL schnellte der Wasserstand in H22 empor, bis er den Wert +1,35 mNN um ca. 8:30 Uhr erreichte. Er hielt dieses Niveau, bis um ca. 10:55 Uhr die Entleerung des Stauraums Krimpel startete. Eine Stunde später war der Trockenwetterzustand im Stauraum Krimpel weitgehend wieder erstellt.

# Der Parameter Leitfähigkeit

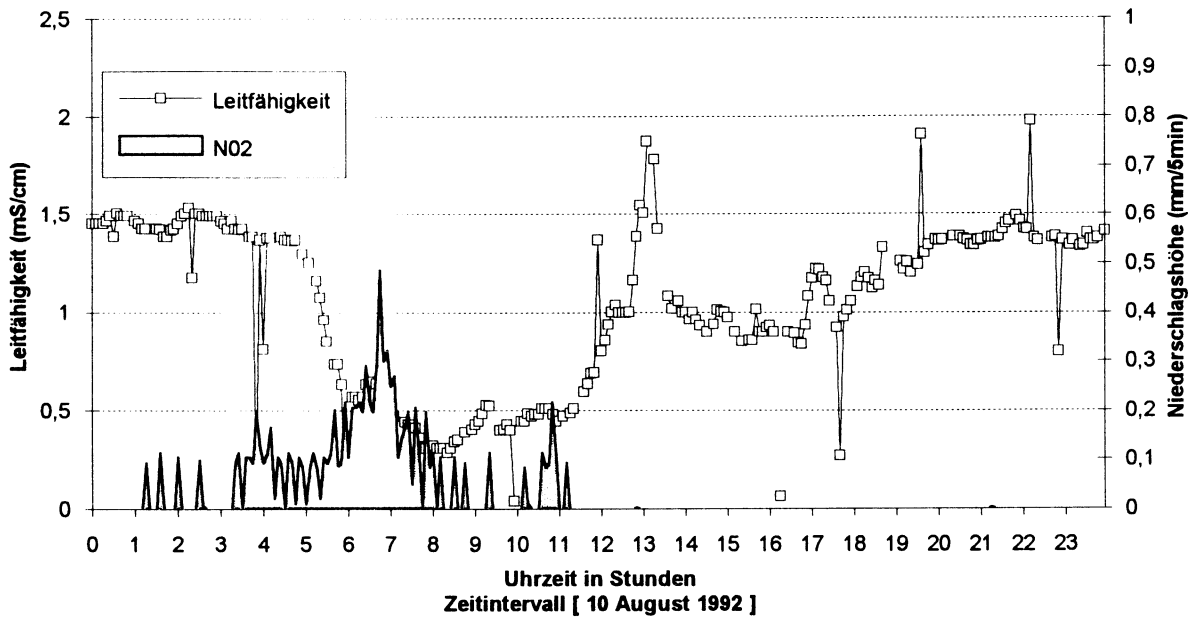
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

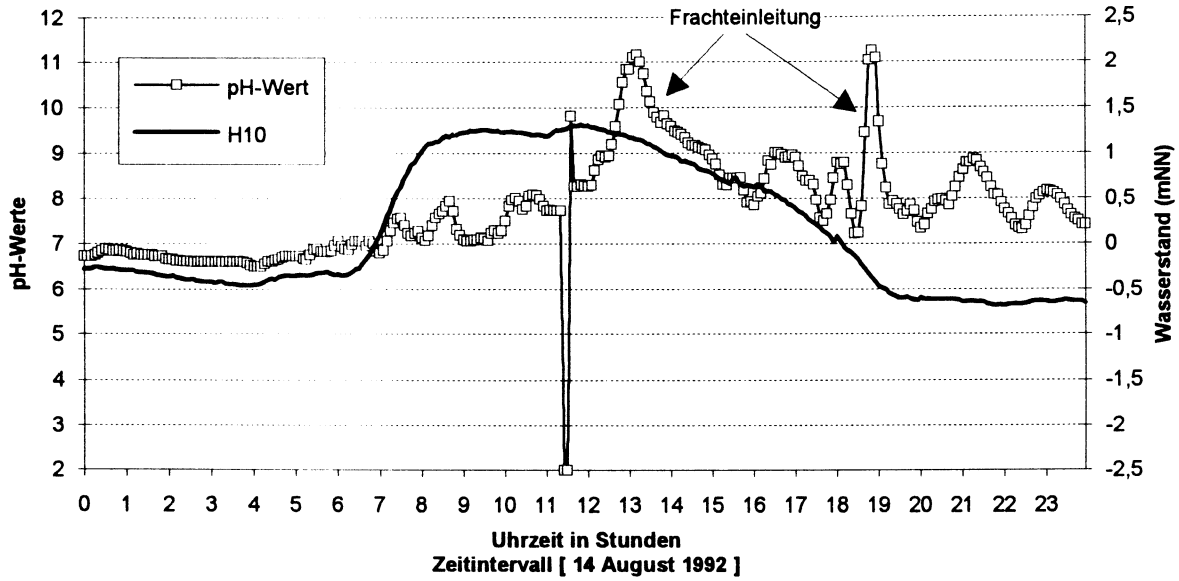


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

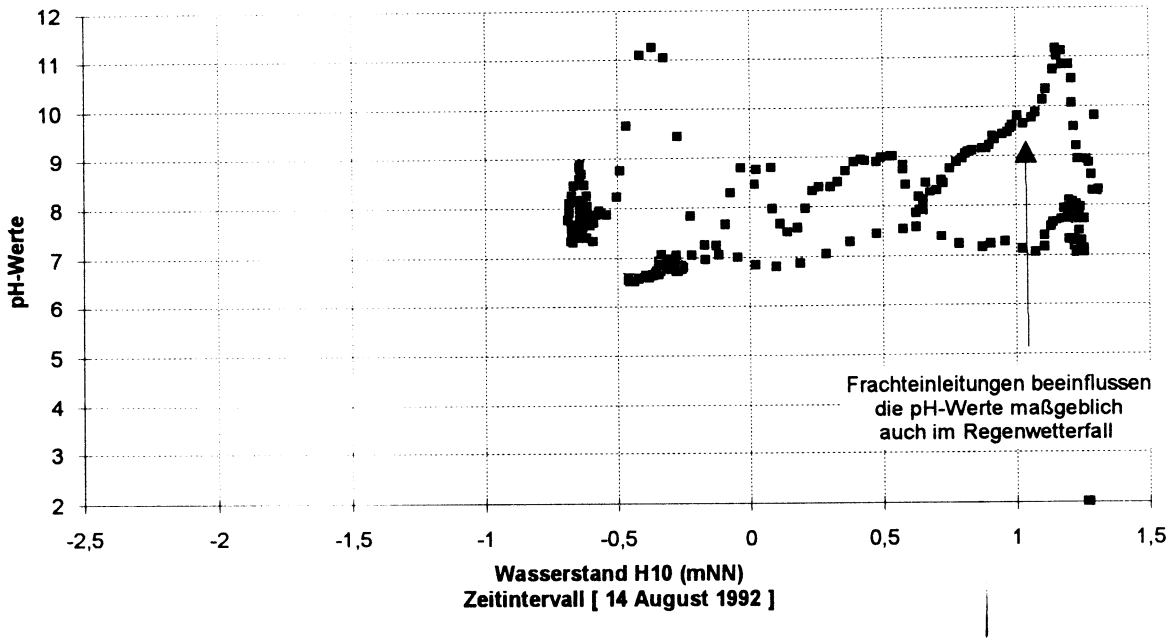


# Der Parameter pH

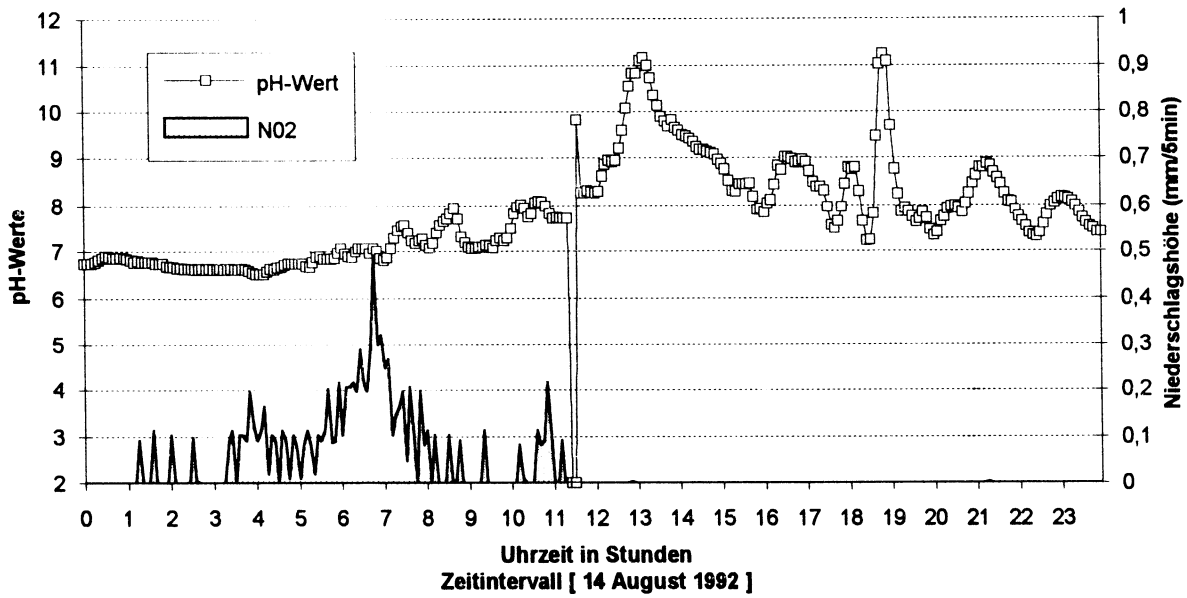
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



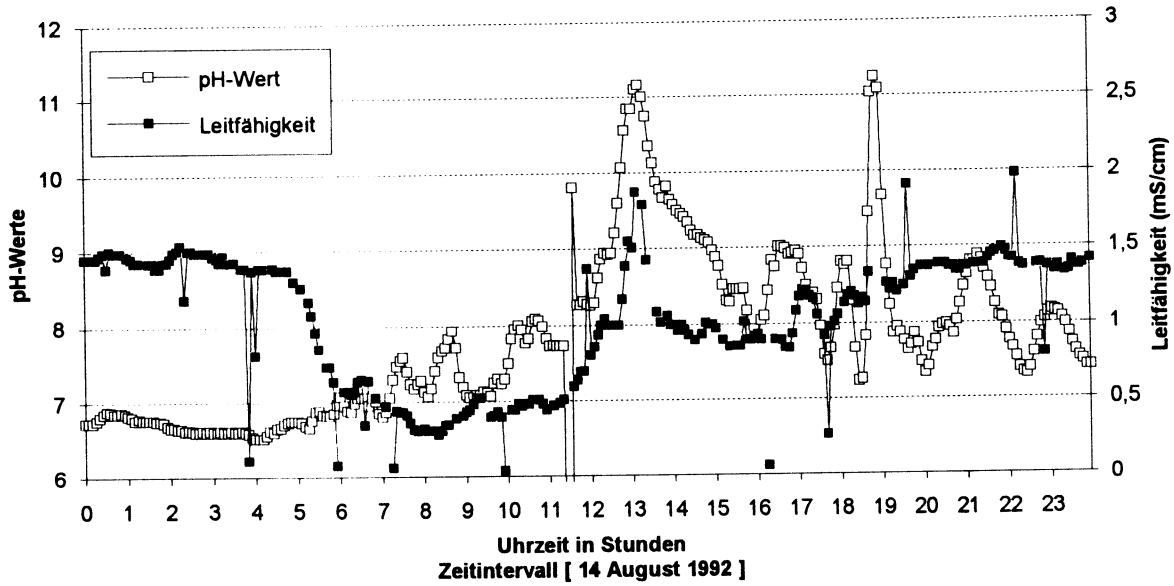
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



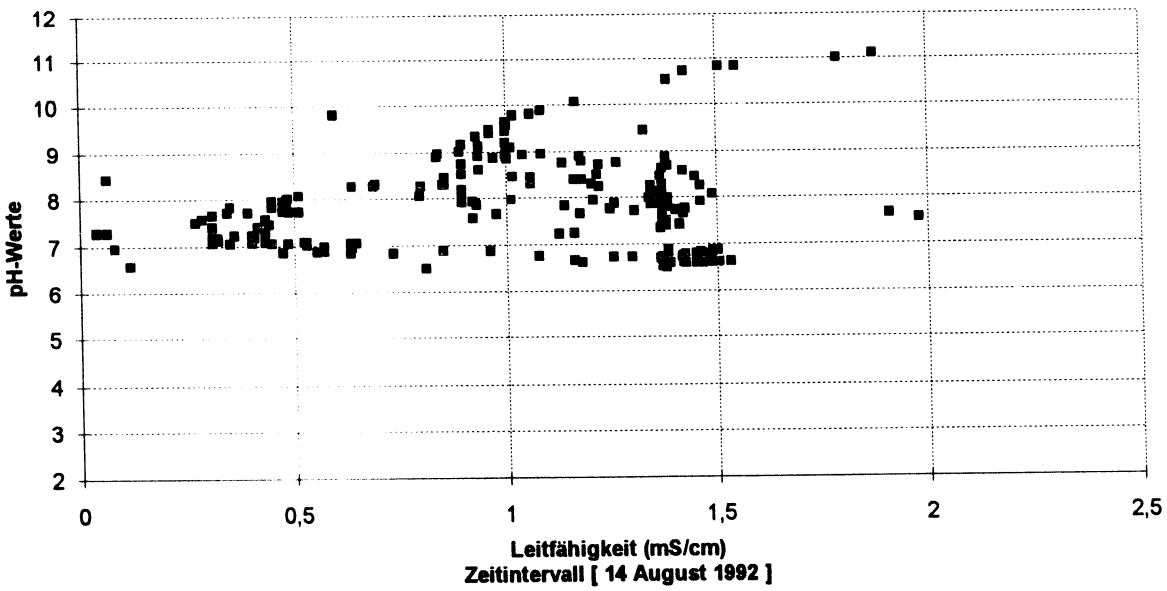

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



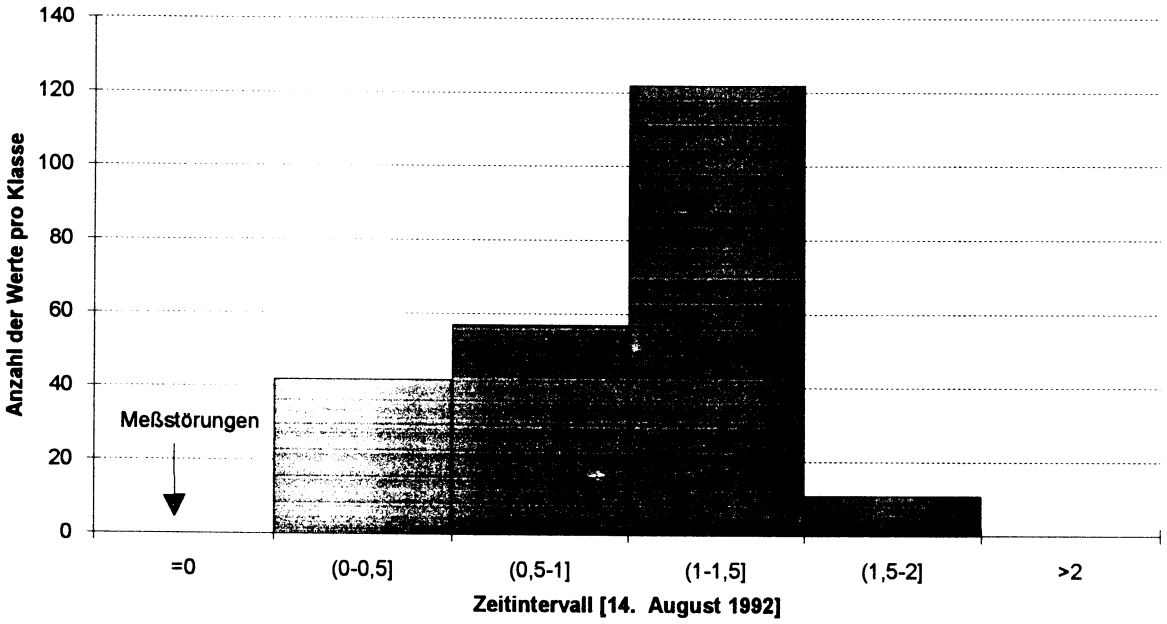

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



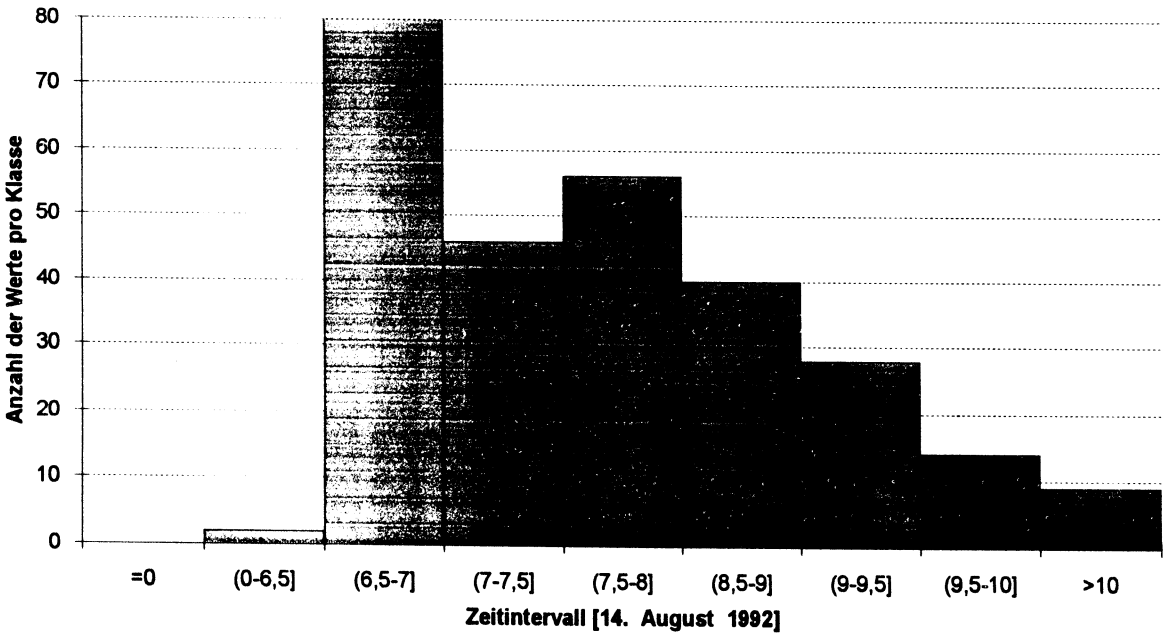
## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

Der pH-Wert blieb bis ca. 8:00 Uhr im leicht saueren Bereich - 6,6 < pH < 7 - . Der Eintritt des Regens hatte dabei keinen spürbaren Einfluß. Nach 8:00 Uhr zeichnete sich infolge von Frachteinleitungen in den Kanal ein Anstieg des pH-Wertes ab, der sich stoßweise entwickelte. Um 11:45 Uhr erreichte der pH-Wert ca. 8. Kurz danach kletterte er unablässig, bis um 13:10 Uhr der Grenzwert pH=11 überschritten wurde. Zu diesem Zeitpunkt war der Wasserstand in H10 hoch ca. 1,17 mNN.
Ab 13:20 Uhr sank der pH-Wert langsam, bis um ca. 16:00 Uhr der Wert pH = 8 wieder unterschritten wurde. Von diesem Zeitpunkt an bis Ende des Tages wies die pH-Ganglinie deutliche Schwankungen auf, deren Maxima mehrmals den Wert pH=9 überschritten.
Während des Regenereignisses und schon bevor der Wasserstand in H10 deutlich anzusteigen begann, fiel die Leitfähigkeit herab - ab ca. 4:50 Uhr -. Um 7:10 Uhr wurde der minimale Wert unter 0,5 mS/cm erreicht. Auf diesem Niveau beharrte die Leitfähigkeit bis zu dem Zeitpunkt, wo sich der große pH-Vorfall ereignete. Parallel zum pH-Wert stieg die Leitfähigkeit an, bis sie den Wert 1,87 mS/cm um 13:10 Uhr erreichte. Sie beharrte jedoch nicht lange auf diesem Niveau. Innerhalb von 30 Minuten sank die Leitfähigkeit zurück auf das Niveau 1 mS/cm -. (Möglicherweise traten Regulationsmechanismen auf, die eine anhaltend hohe Leitfähigkeit im Kanal nicht zuließen). Ab 17:00 Uhr näherte sich die Leitfähigkeit langsam dem normalen Wert für Abwasser - ≈ 1,5 mS/cm -, der um ca. 20:00 Uhr erreicht wurde.

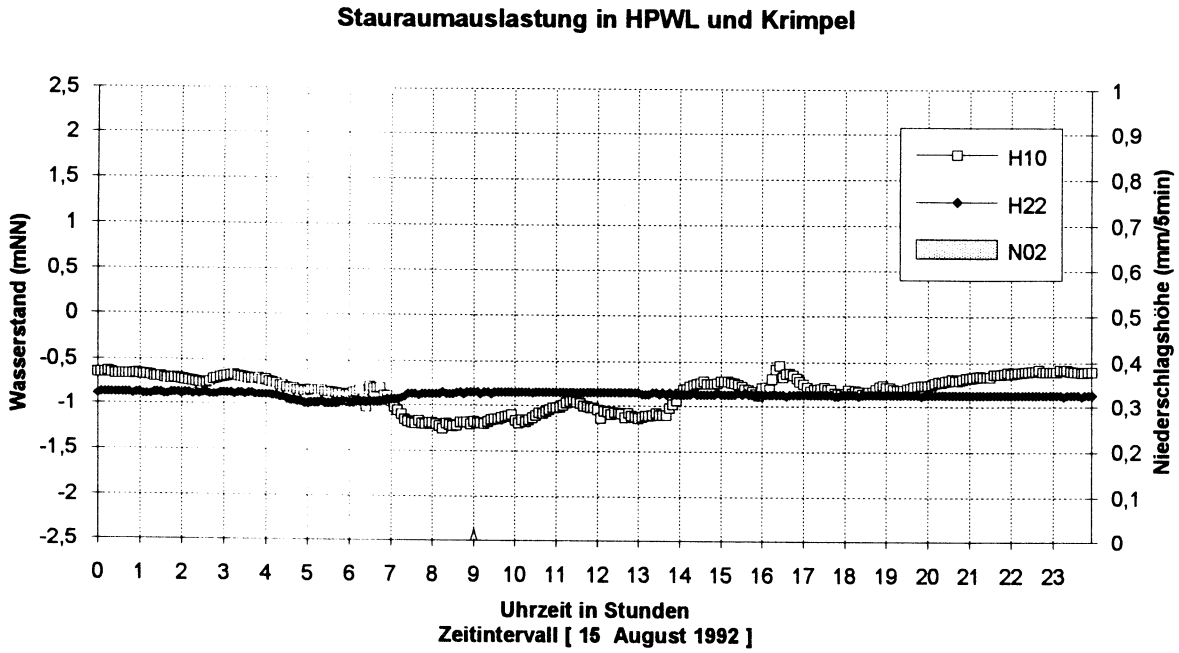
**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

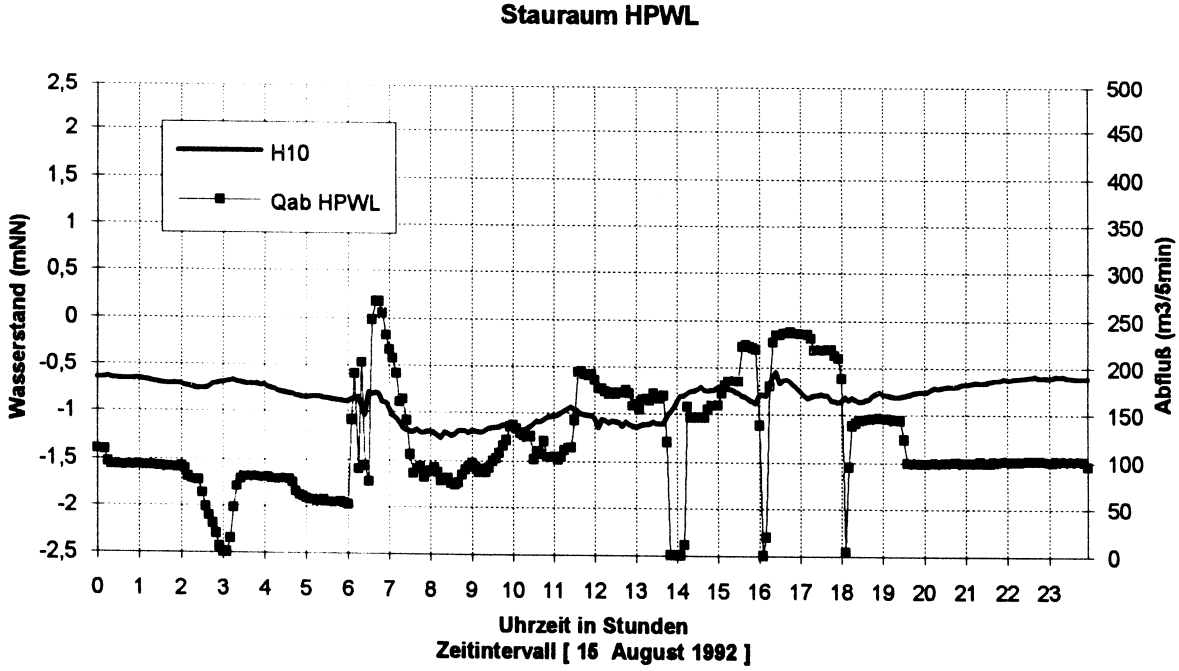


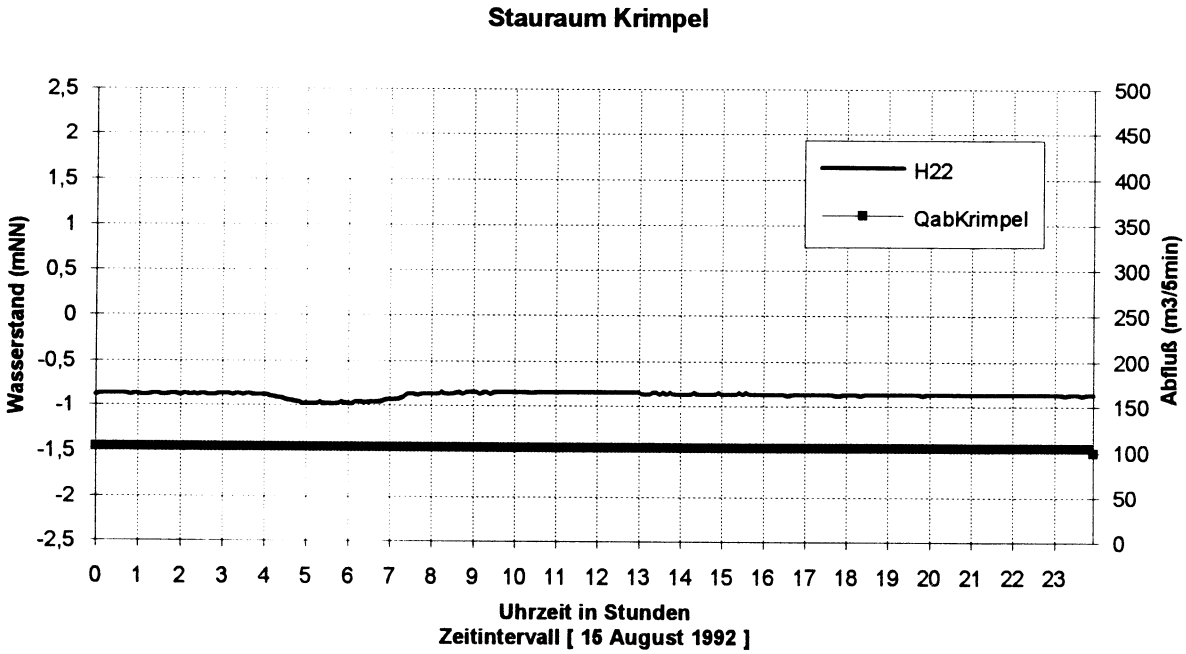

**Verteilung der pH-Werte**



# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






**Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -**

Der 15. August 1992 ist ein Trockenwettertag (vgl. Tab.1 und Tab.2)

| Pegel | gemessener Bereich (mNN) | Mittelwert (mNN) |
|---|---|---|
| H10 | [-0,55 ; -1,27] | -0,85 |
| H22 | [-0,99 ; -0,85] | -0,88 |

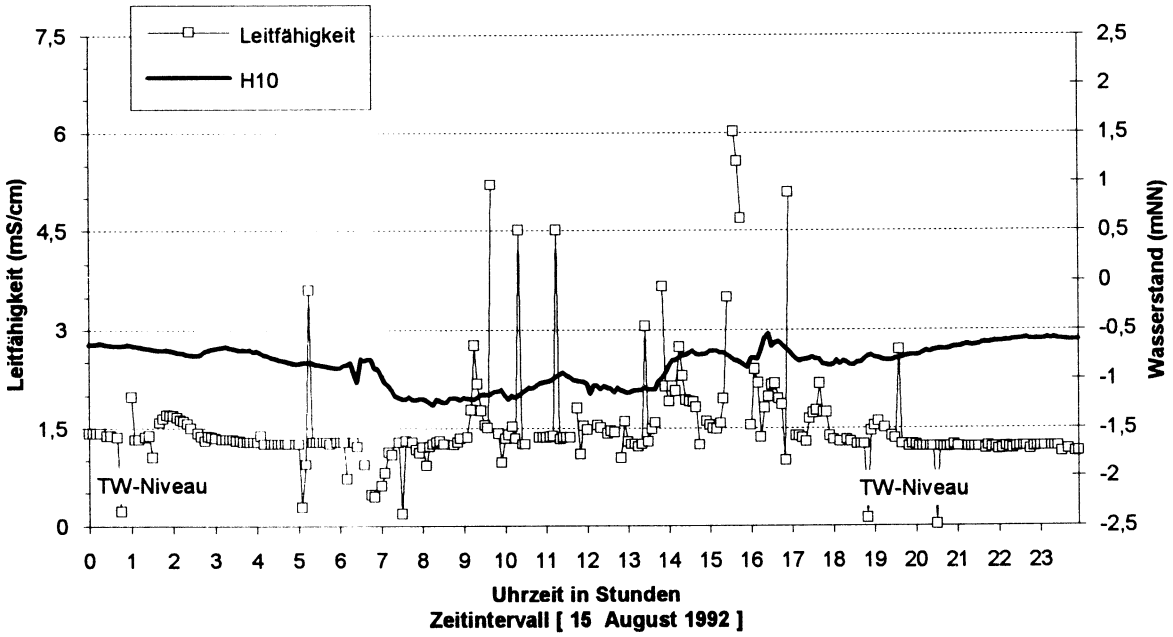
Tab.1: Wasserstände

| | |
|---|---|
| Bremen-Linkes-Weserufer → Seehausen | 34 668 m³ |
| Bremen-Rechtes-Weserufer → Seehausen | 73 068 m³. |

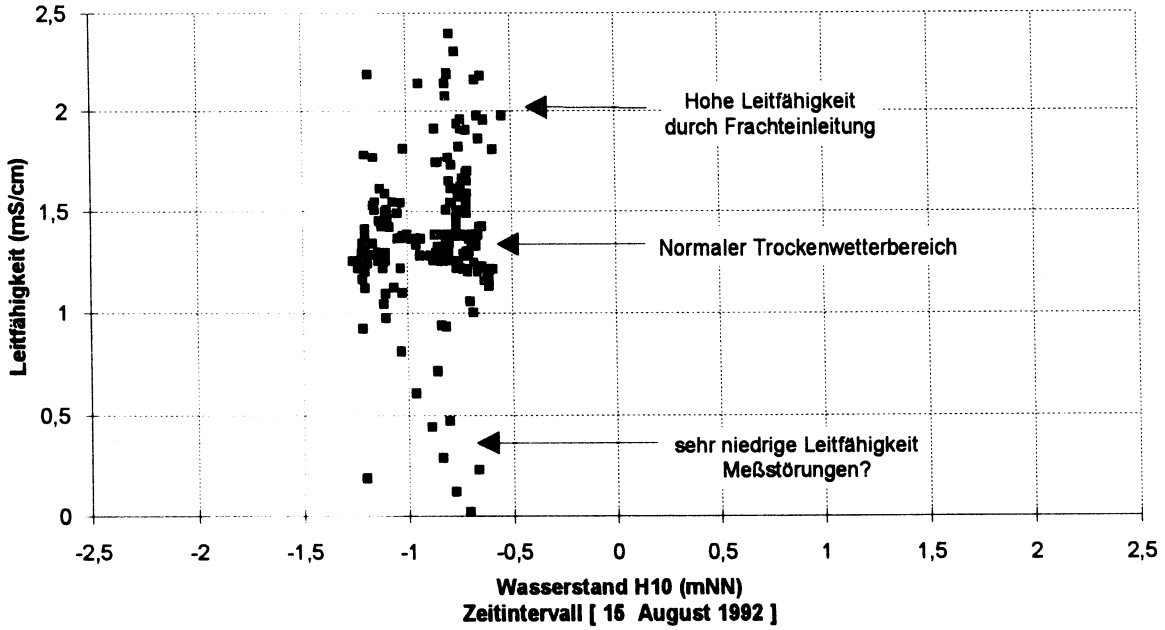
Tab.2: Tagesabflüsse

# Der Parameter Leitfähigkeit

**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

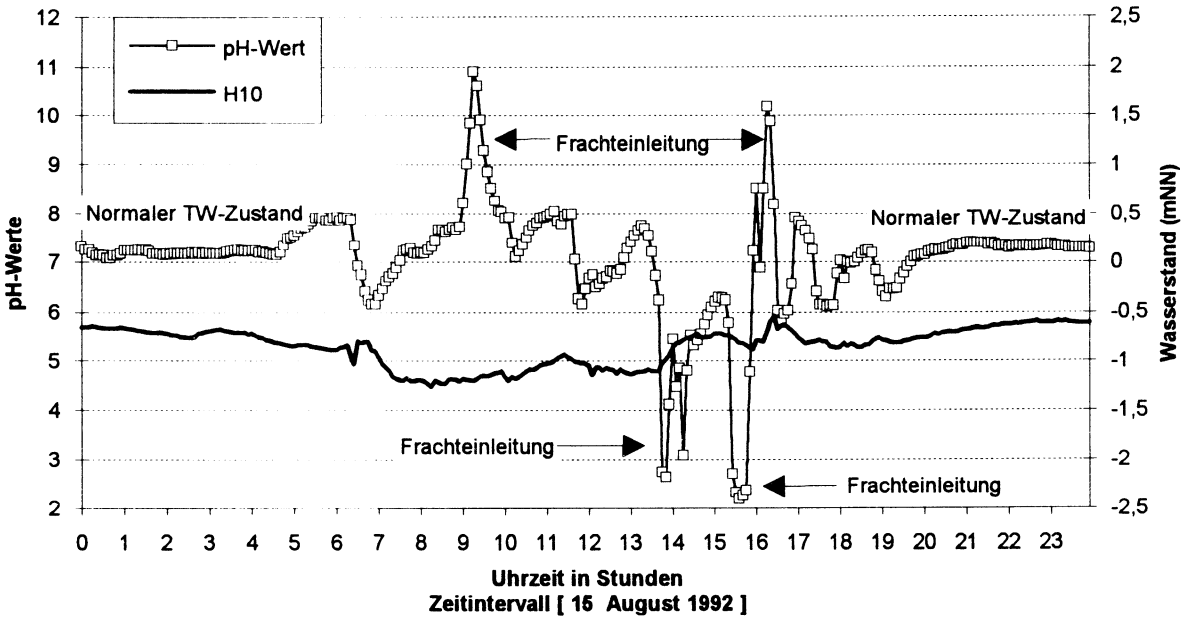



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

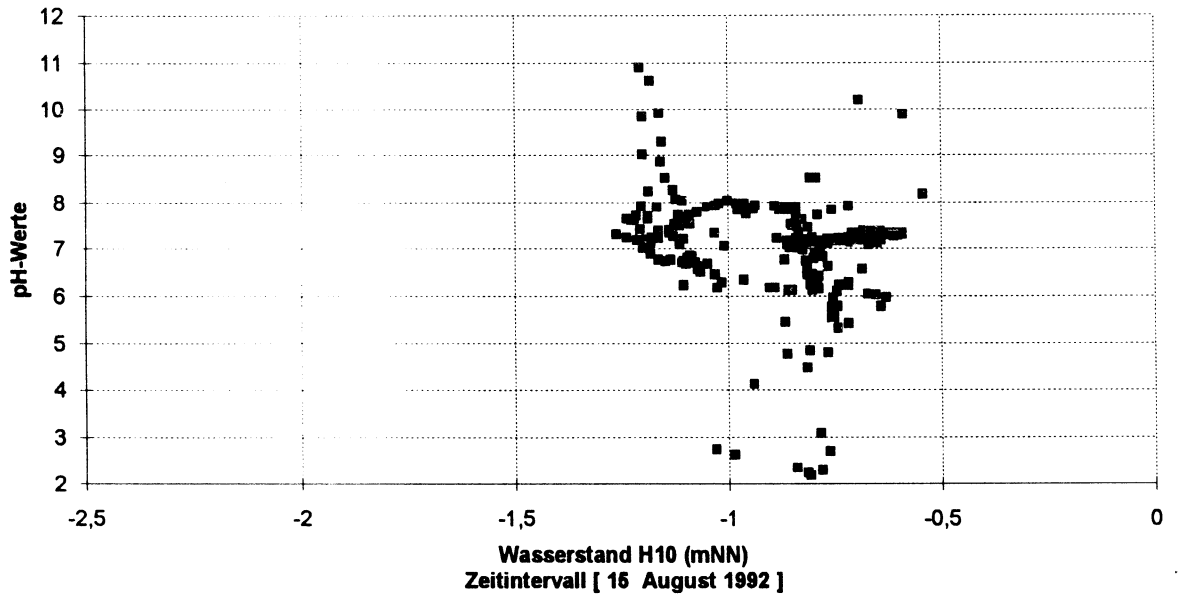


# Der Parameter pH

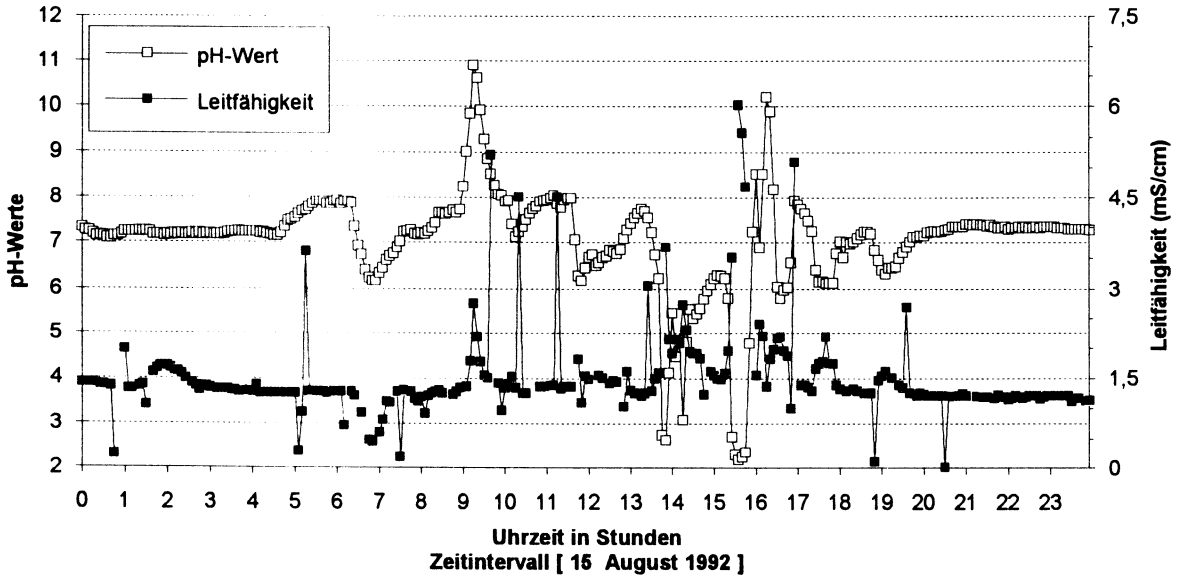
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



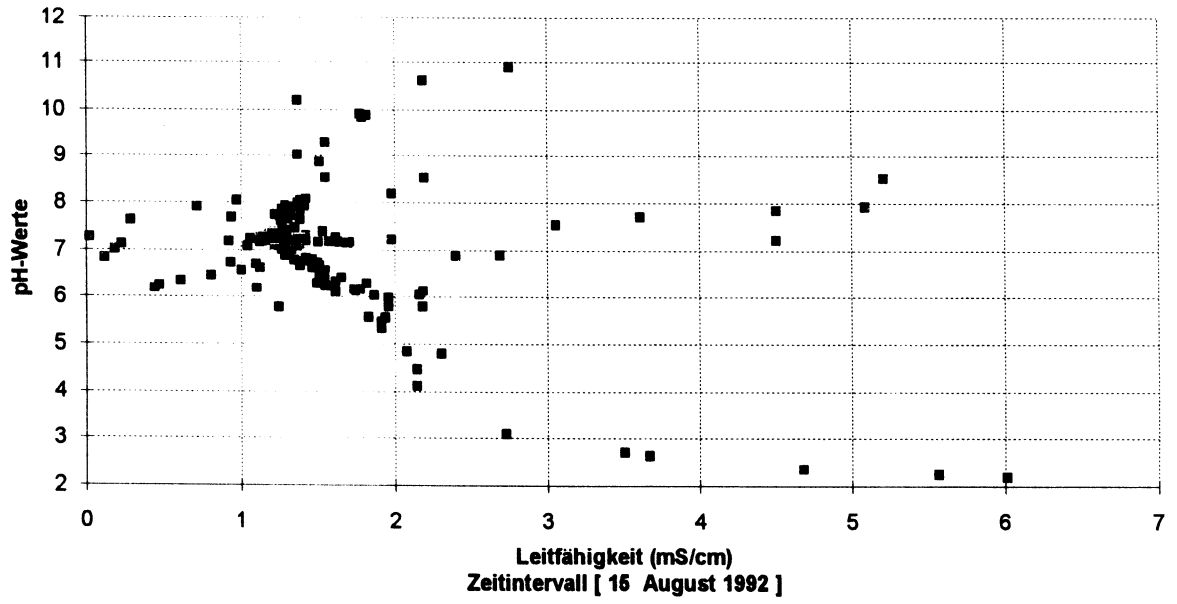

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



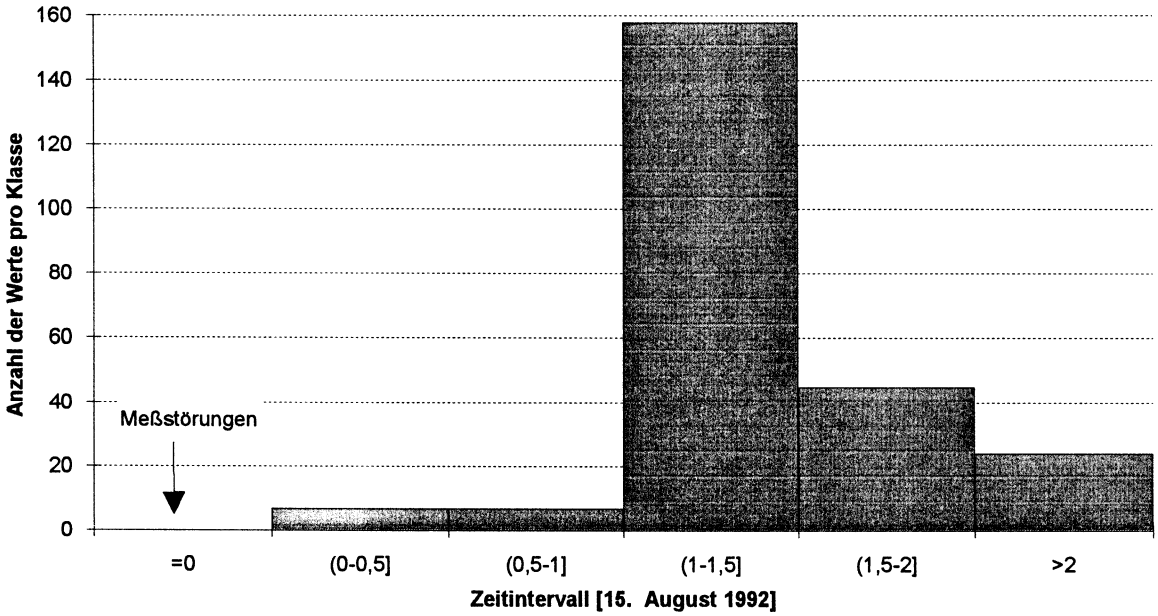

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



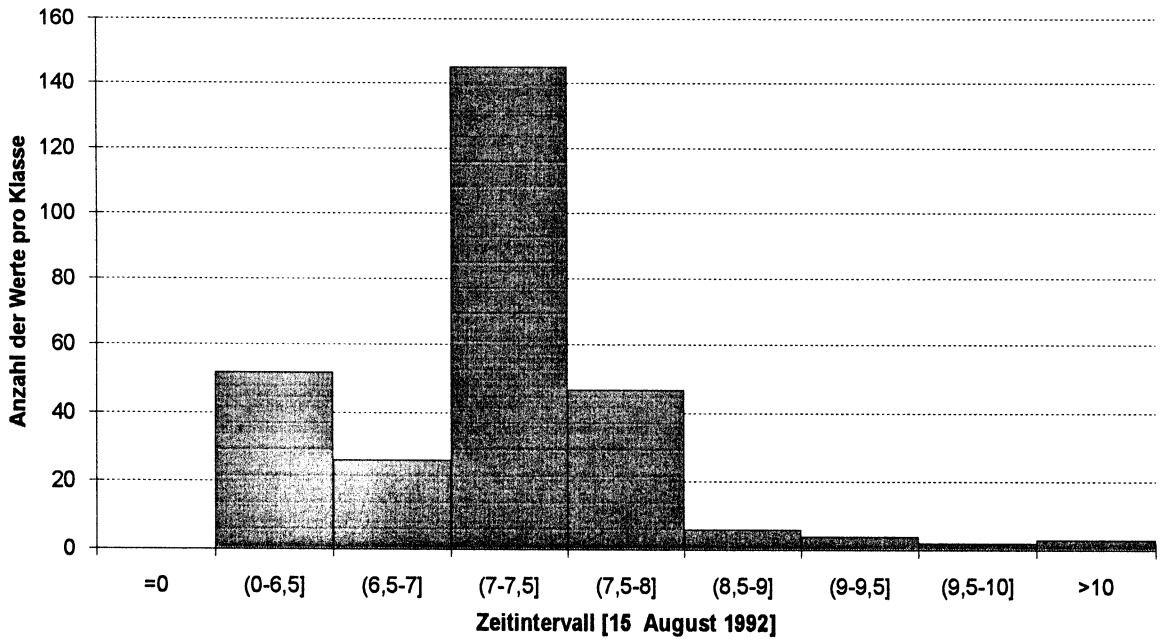
**Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -**

Bis ca. 5:00 Uhr lag sowohl der pH als auch die Leitfähigkeit im normalen Trockenwetterbereich - pH≈7,2, Leitfähigkeit≈1,3 mS/cm -. Nur einmal zwischen 1:40 und 2:40 Uhr wurden erhöhte Leitfähigkeitswerte gemessen - Maximum von ca. 1,70 mS/cm um 1:55 Uhr -. Währenddessen blieben die pH-Werte unberührt.
Ab 5:00 Uhr begann eine Reihe von Frachteinleitungen in den Kanal, die große pH-Schwankungen verursachten. Im Laufe des Tages wurden Extremwerte sowohl im stark saueren Bereich - pH<3, um [13:50-14:00 Uhr] und [15:30-15:50 Uhr] - als auch im stark basischen Bereich - pH>10, um [11:20-11:30 Uhr] und 16:20 Uhr - registriert. Nach ca. 20:00 Uhr kehrte der pH-Wert zum normalen Trockenwetterbereich zurück - pH≈7,2 -.
Parallel zu diesen pH-Schwankungen wurde vergrößerte Änderungen der Leitfähigkeit beobachtet, die oft schnell ausgeglichen wurden. Daher zeigte die Leitfähigkeitsganglinie einen viel unruhigeren Verlauf als die pH-Ganglinie. Ab 20:00 Uhr normalisierte sich die Situation - Leitfähigkeit ≈1,2 mS/cm -.

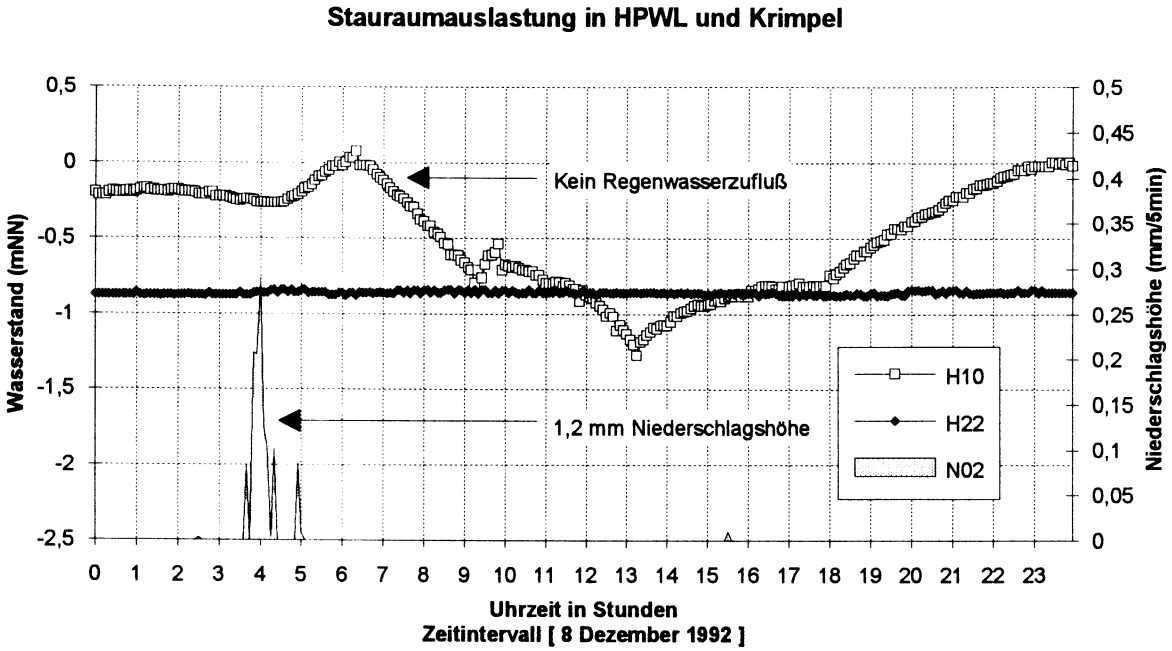
**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

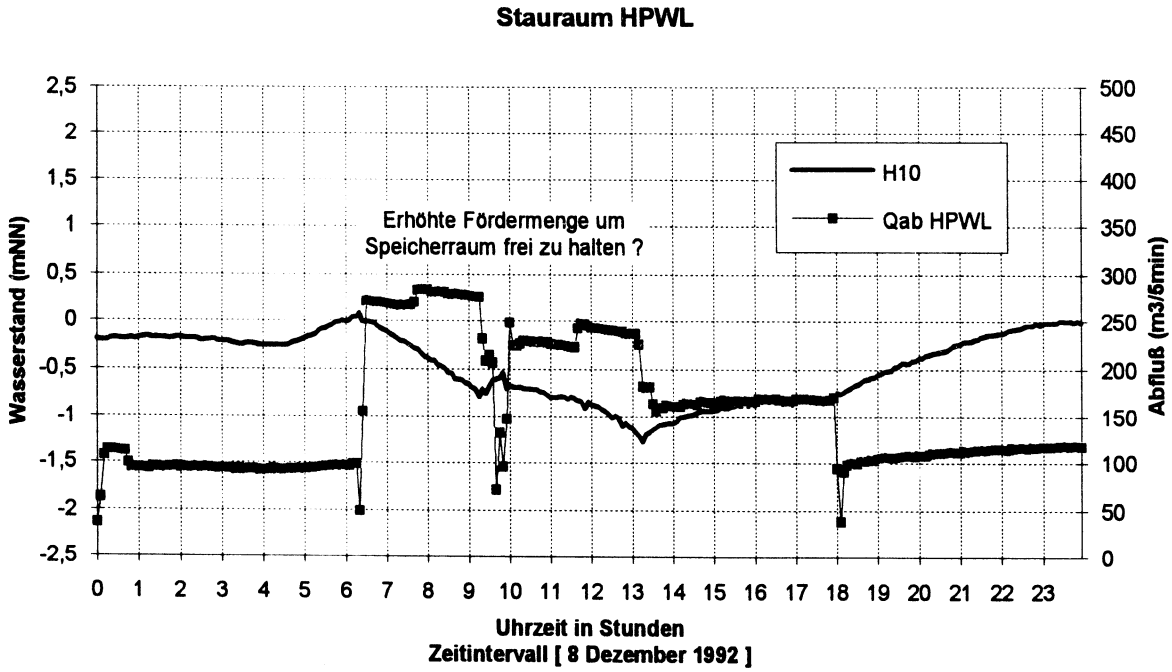


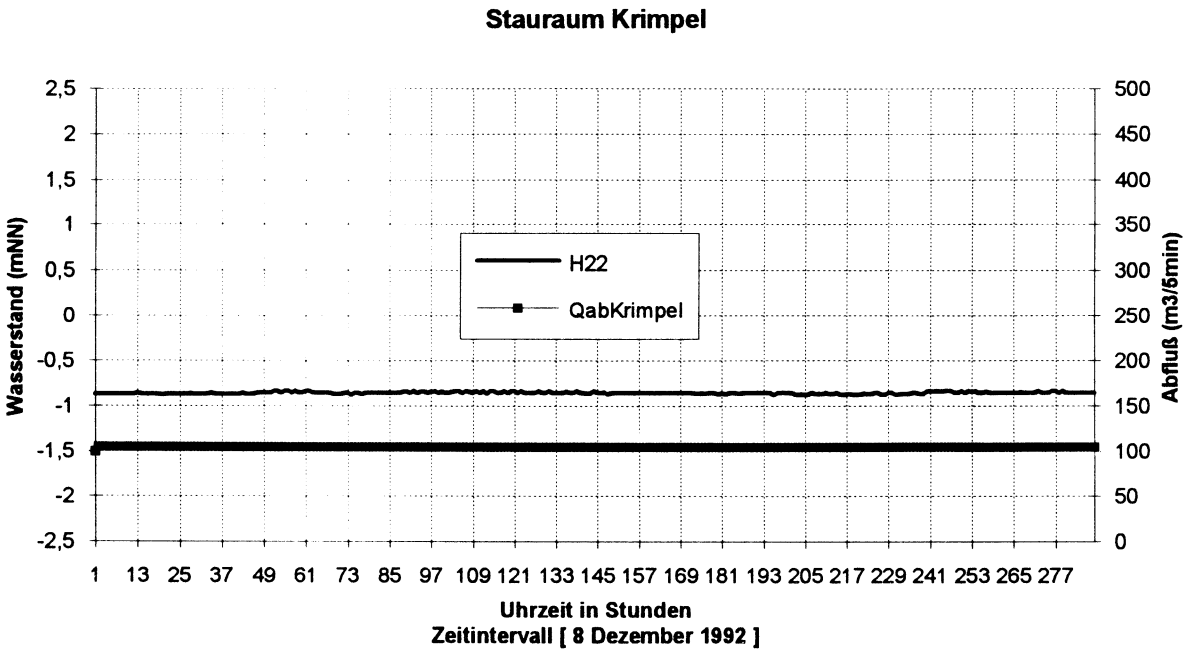

**Verteilung der pH-Werte**



# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufes - mengenmäßige Betrachtungsweise -

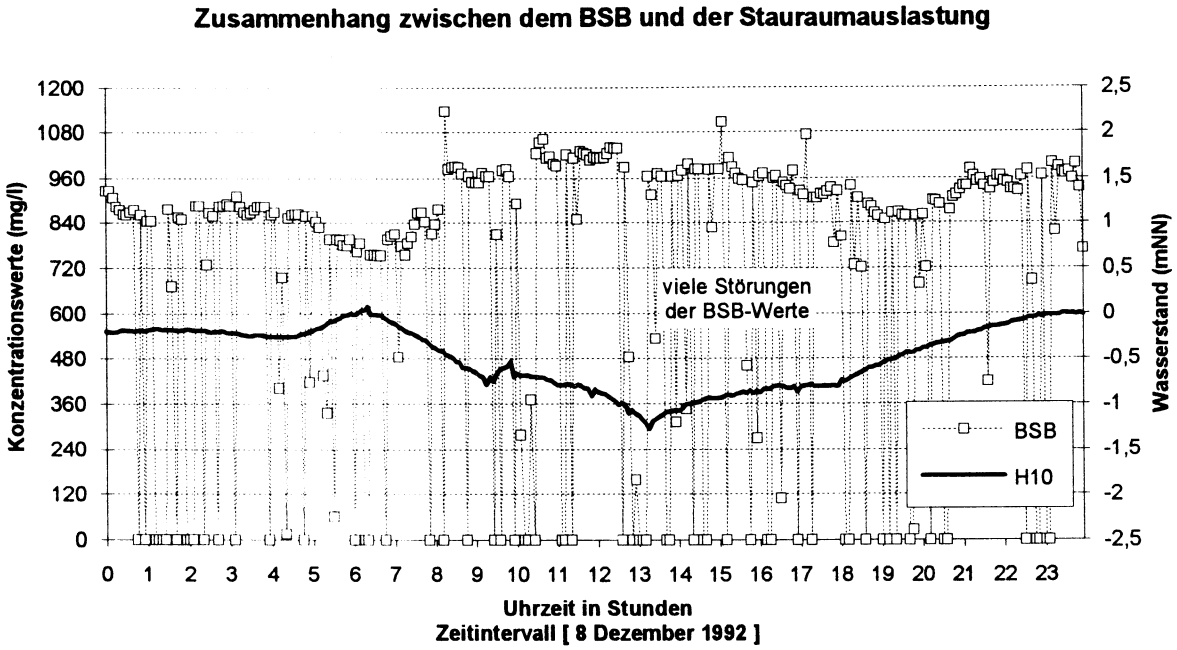
Der 8. Dezember war ein Regenwettertag .

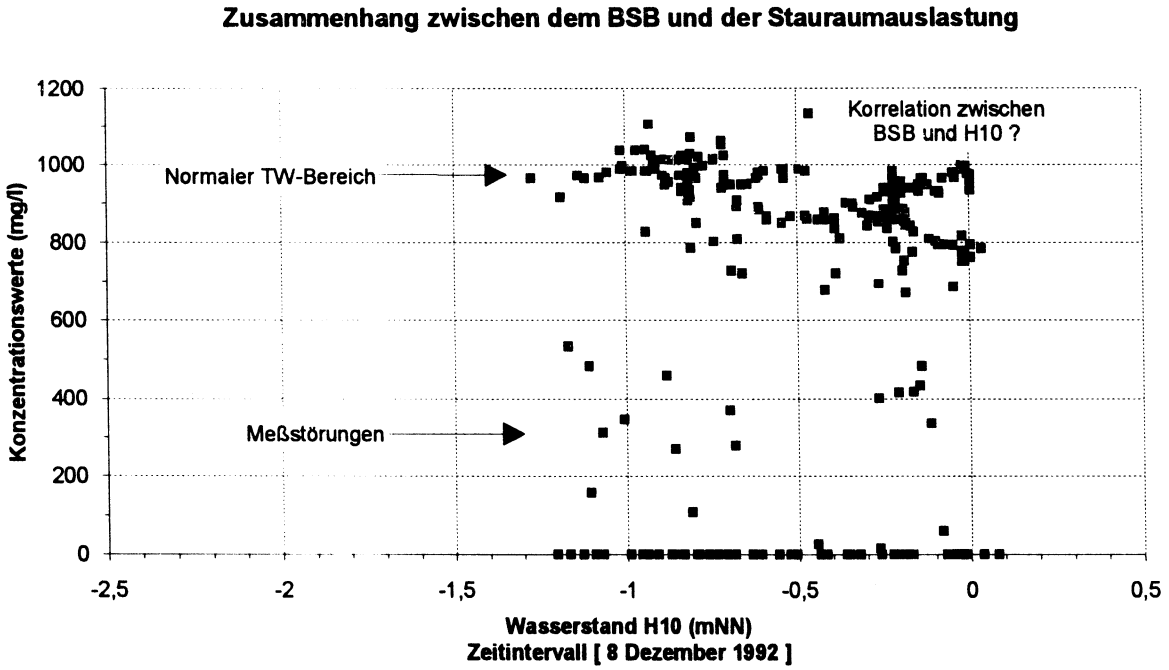
| Tagesniederschlag in N02 (mm) | Q-Links ($m^3$) | Q-Rechts ($m^3$) |
|---|---|---|
| 1,2 | 44 530 | 84 475 |

Tab.1: Abflußmengen

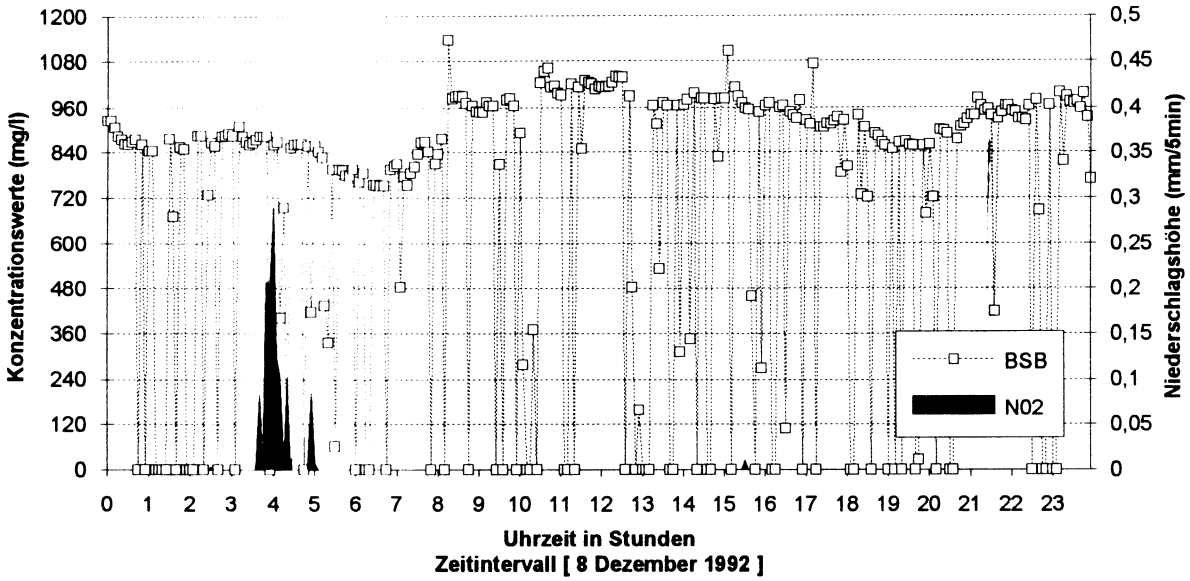
Zwischen ca. 3:30 und 5:00 Uhr trat ein Regenereignis ein. Der Regenwasserzufluß in den Kanal war offensichtlich sehr gering (vgl. Tab.1). Nach Auftreten des Regens erhöhte der Machinist vorsichtshalber die Förderleistung nach Seehausen, um zusätzlichen Speicherraum frei zu halten. Der Wasserstand in H10 erreichte den Tiefpunkt -1,28 mNN um 13:20 Uhr. Zu dem Zeitpunkt wurde die Förderleistung nach Seehausen auf ca. 533 l/s reduziert. Um 18:00 Uhr erfolgte eine weitere Reduzierung der Förderleistung auf ca. 330 l/s. Dieser Zustand blieb unverändert bis Ende des Tages.
Der Wasserstand in H22 blieb den ganzen Tag auf normalem Trockenwetterniveau um -0,86 mNN.

# Der BSB-Parameter



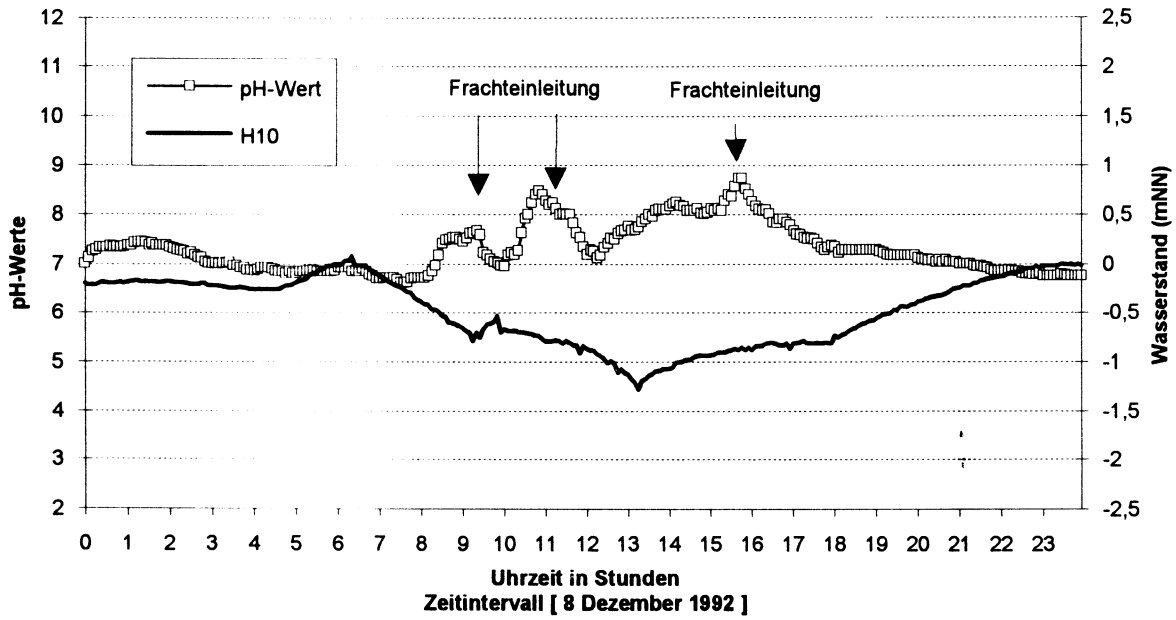



**Zusammenhang zwischen dem BSB und dem Niederschlag**

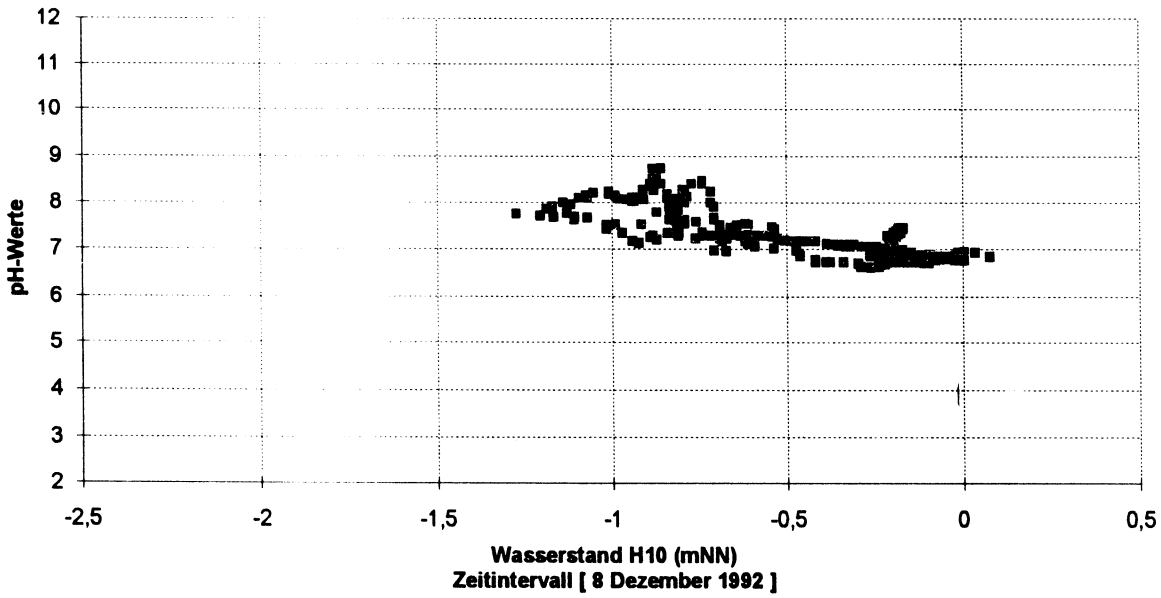


# Der Parameter pH

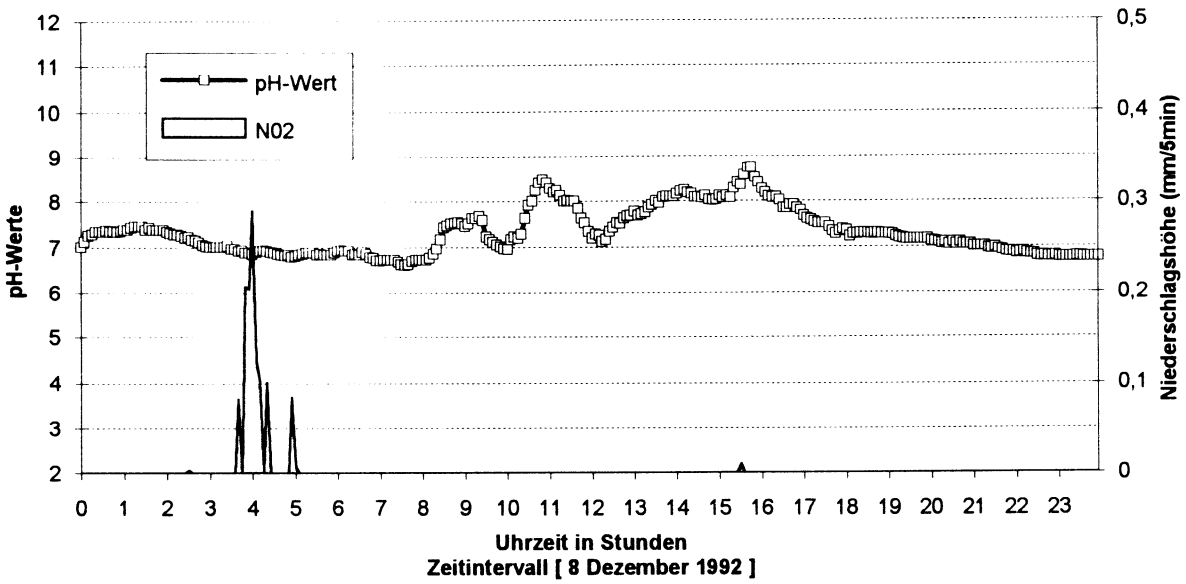
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



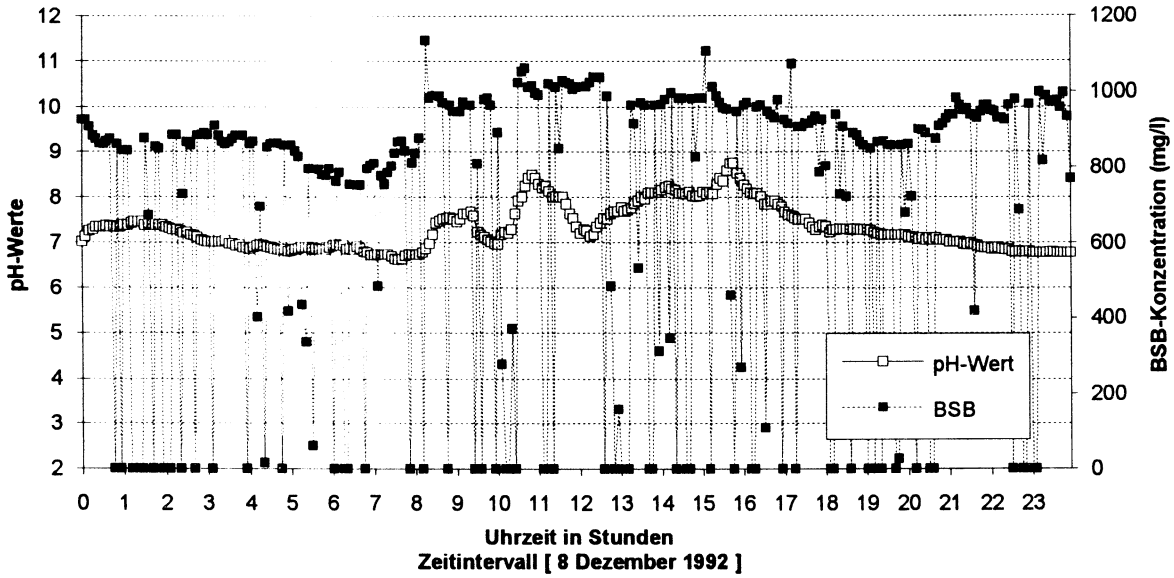

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



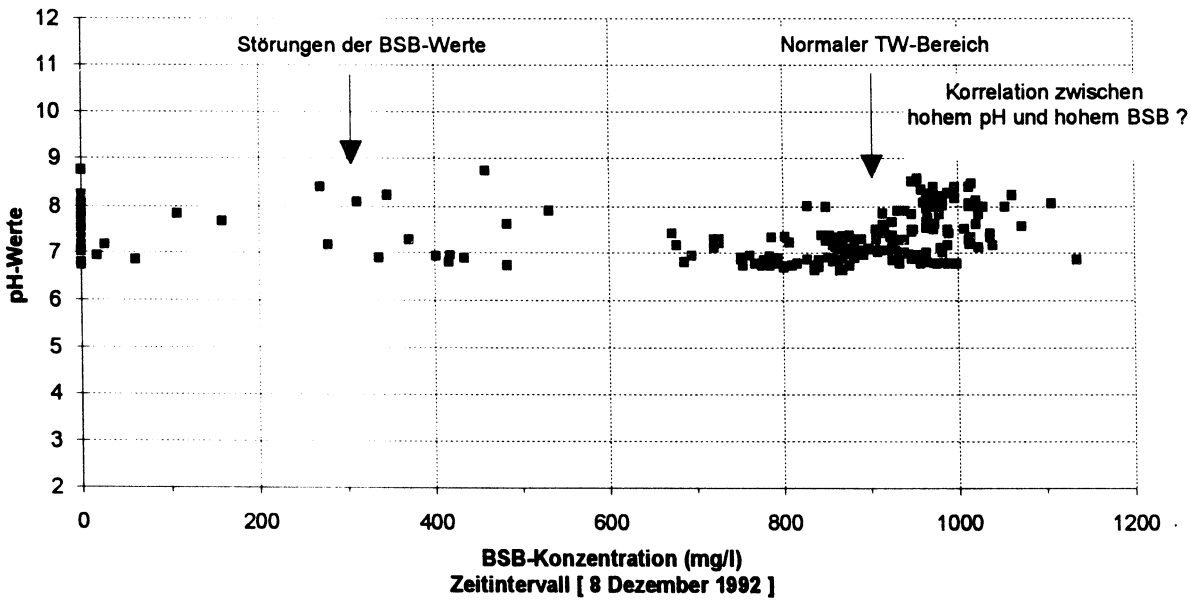
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**




**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



**Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -**

| $\mu/\sigma$ (mg/l) | Min/Max (mg/l) |
|---|---|
| 857 / 140 | 750 < BSB < 1 000 |

Tab.1 : BSB-Parameter

| $\mu/\sigma$ (-) | Min/Max (-) |
|---|---|
| 7,3 / 0,49 | 6,6 < pH < 8,7 |

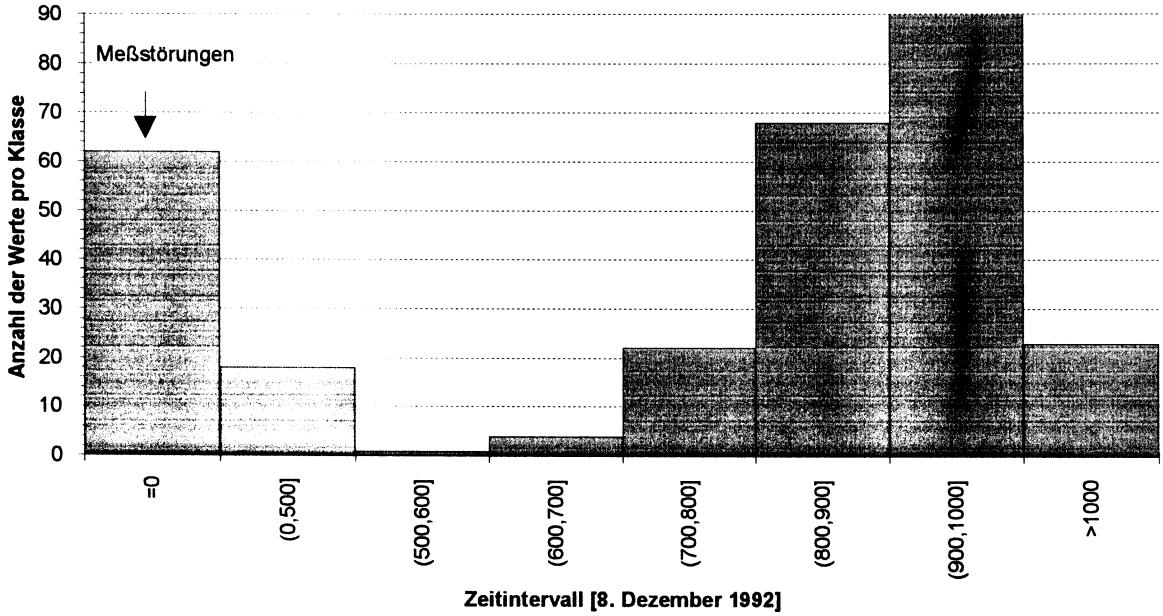
Tab.2 : pH

Zwischen 8:00 und 18:00 Uhr wurde der pH-Wert drei Male stoßweise in den leicht basischen Bereich - 7,5< pH < 9 - gebracht.

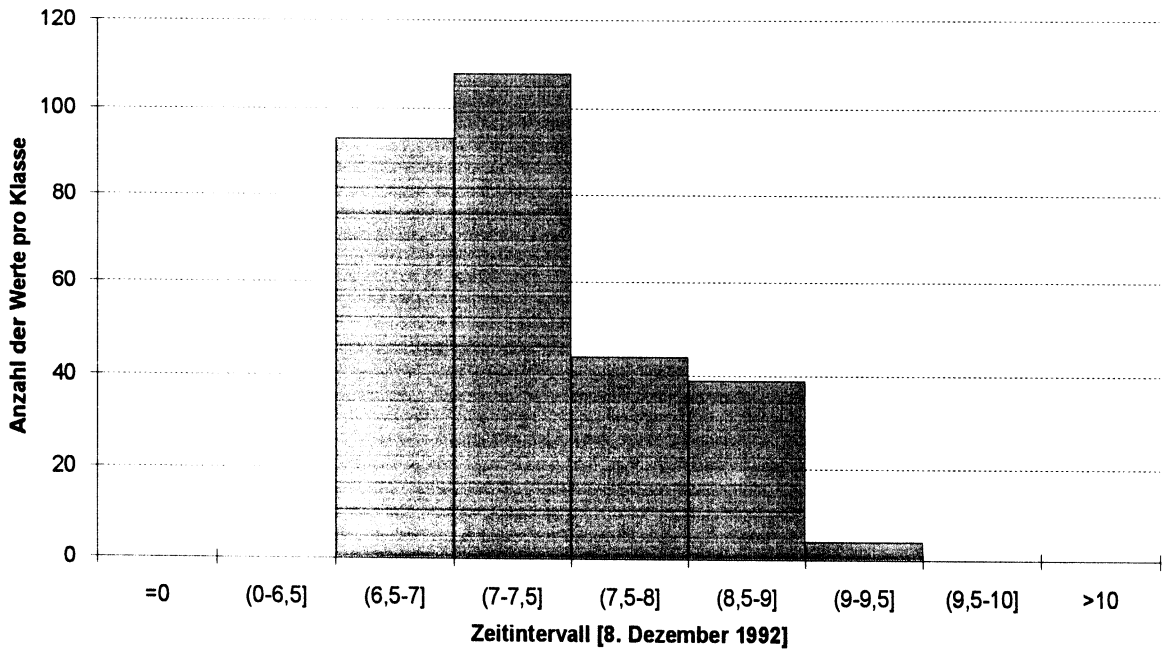
Anmerkungen:

- Vielleicht gibt es einen leichten Zusammenhang zwischen dem Wasserstand in H10 und dem BSB. Steigt der Wasserstand im Trockenwetter, fällt der BSB leicht. Solches Phenomen könnte durch Ablagerung bzw. Resuspension der im Abwasser enthaltenen Stoffe entstehen.
- Es scheint auch, einen gewissen Zusammenhang zwischen dem pH und dem BSB zu geben, indem die Abwässer mit hohem pH-Wert - Zeichen für Frachteinleitung - gleichzeitig einen hohen BSB zeigen .

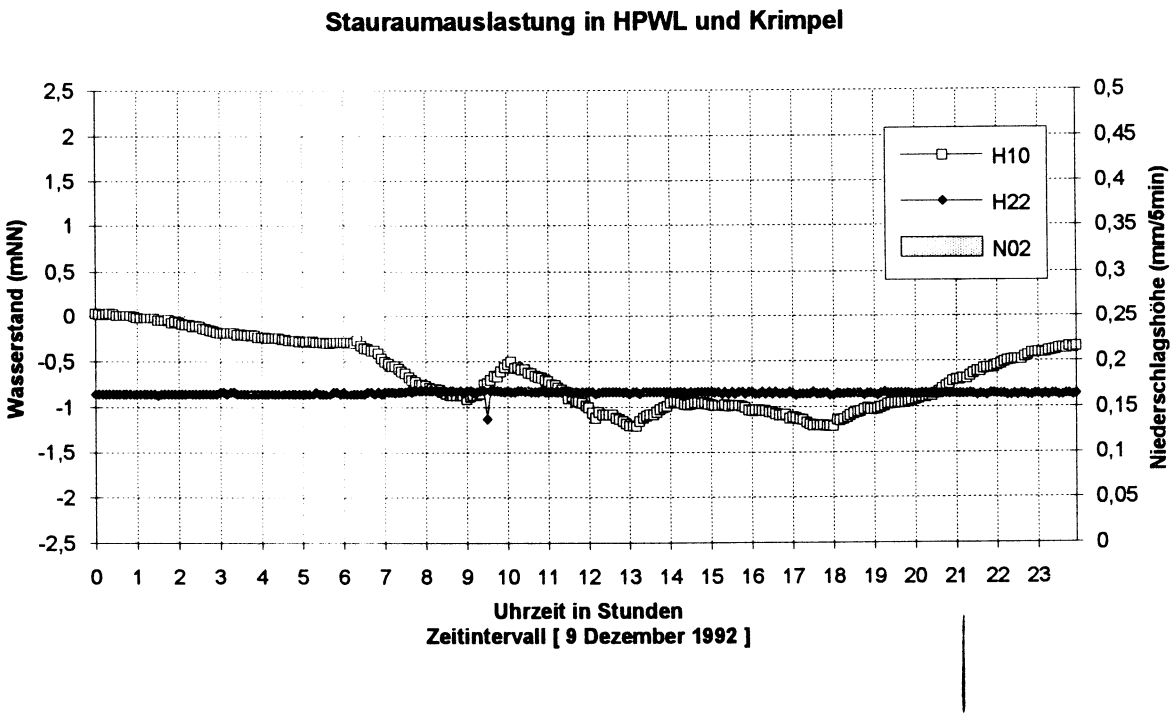
**Verteilung der BSB-Werte**

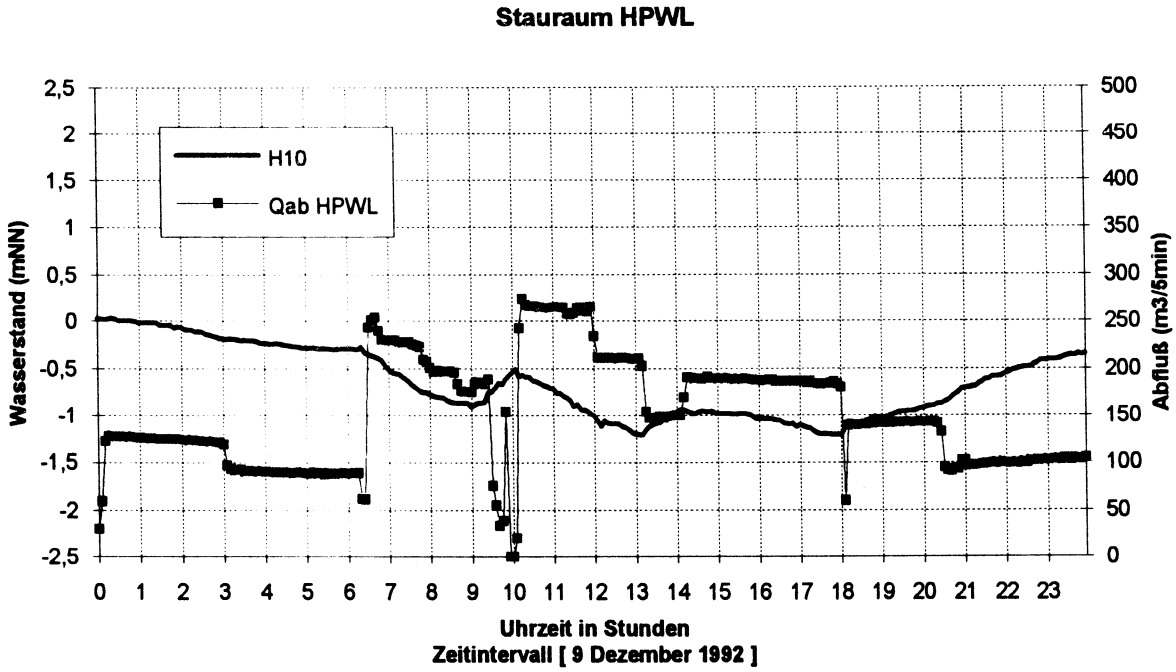


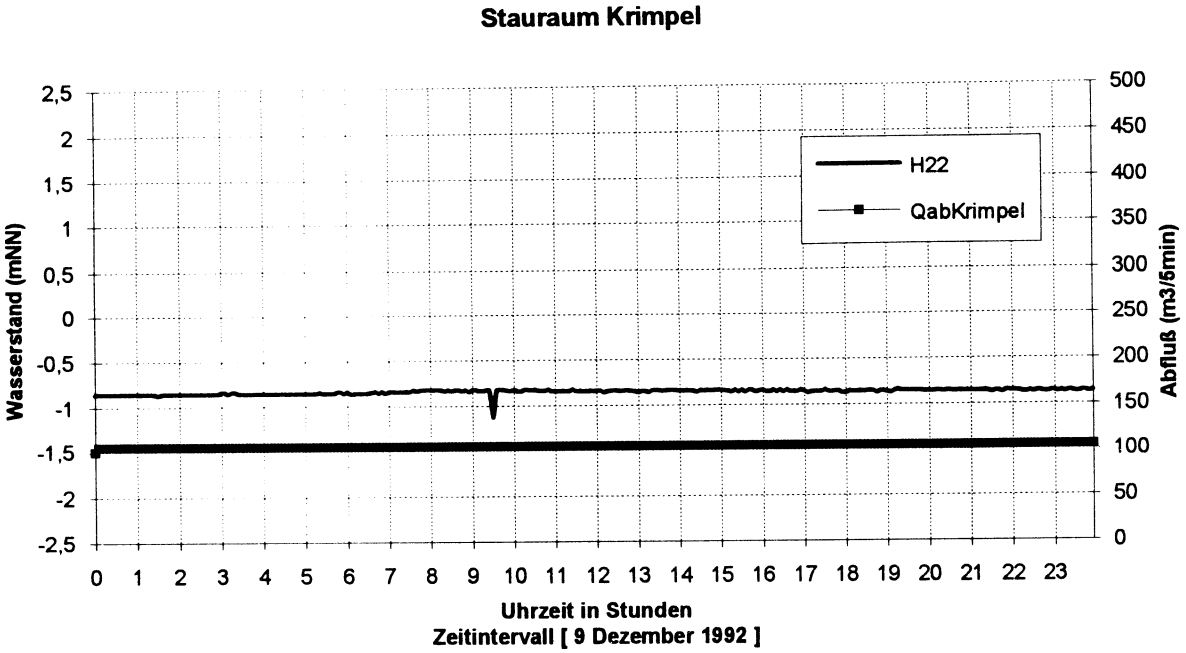

**Verteilung der pH-Werte**



# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -

Der 9. Dezember 1992 war ein Trockenwettertag (vgl. Tab.1 und Tab.2).

| Pegel | gemessener Bereich (mNN) | Mittelwert (mNN) |
|---|---|---|
| H10 | [ -1,20 ; 0,00] | -0,66 |
| H22 | ≈ -0,90 | ≈ -0,90 |

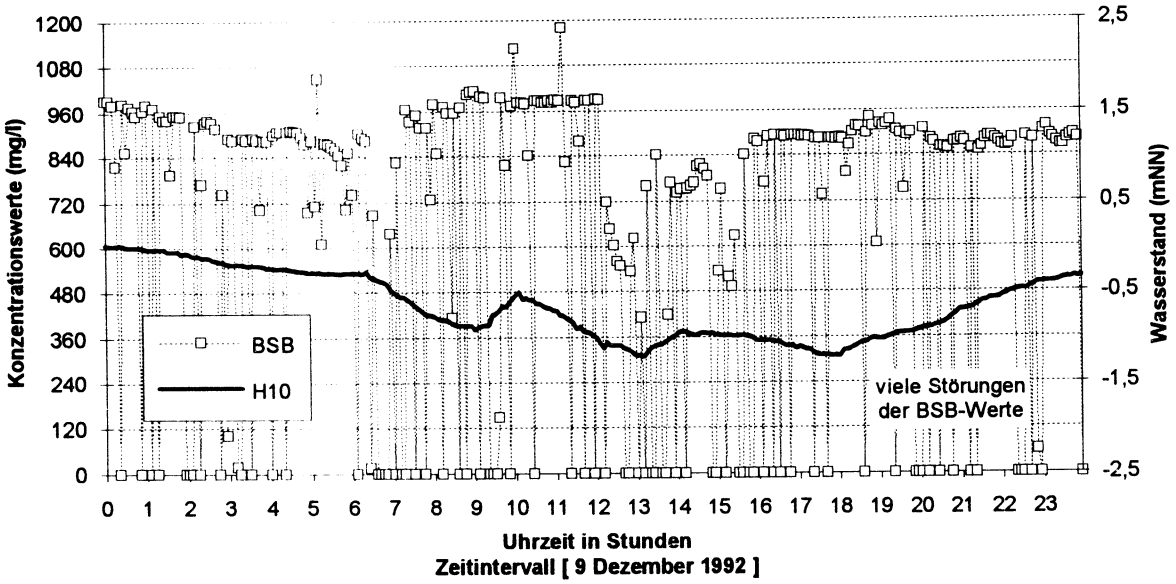
Tab.1: Wasserstände

| | |
|---|---|
| Bremen-Linkes-Weserufer → Seehausen | 43 568 m3 |
| Bremen-Rechtes-Weserufer → Seehausen | 74 150 m3 |

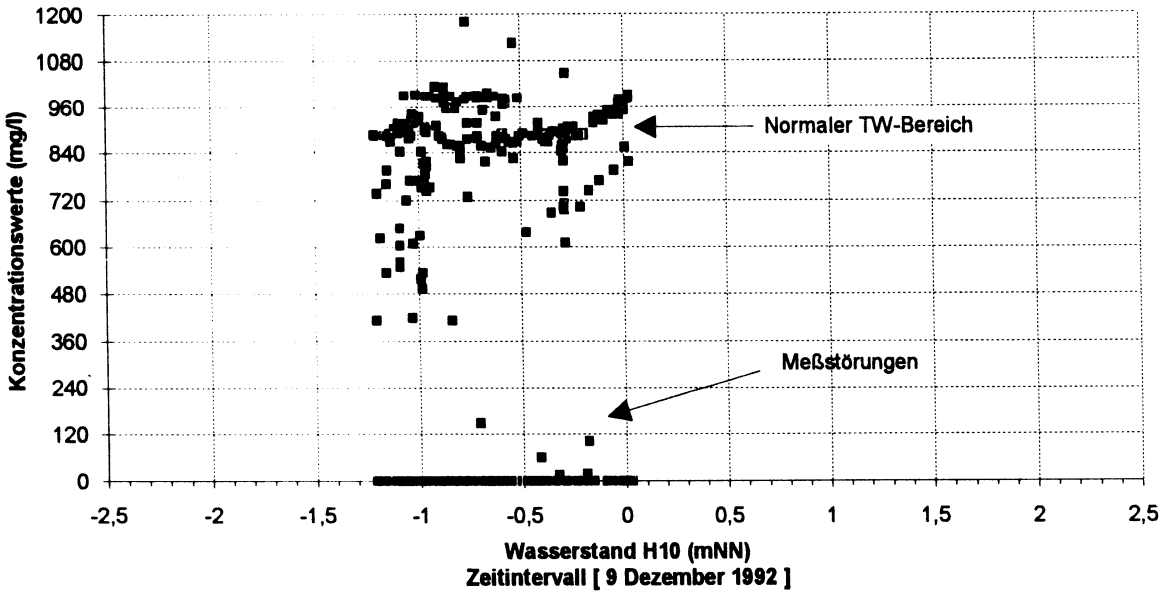
Tab.2: Tagesabflüsse

# Der BSB-Parameter

**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

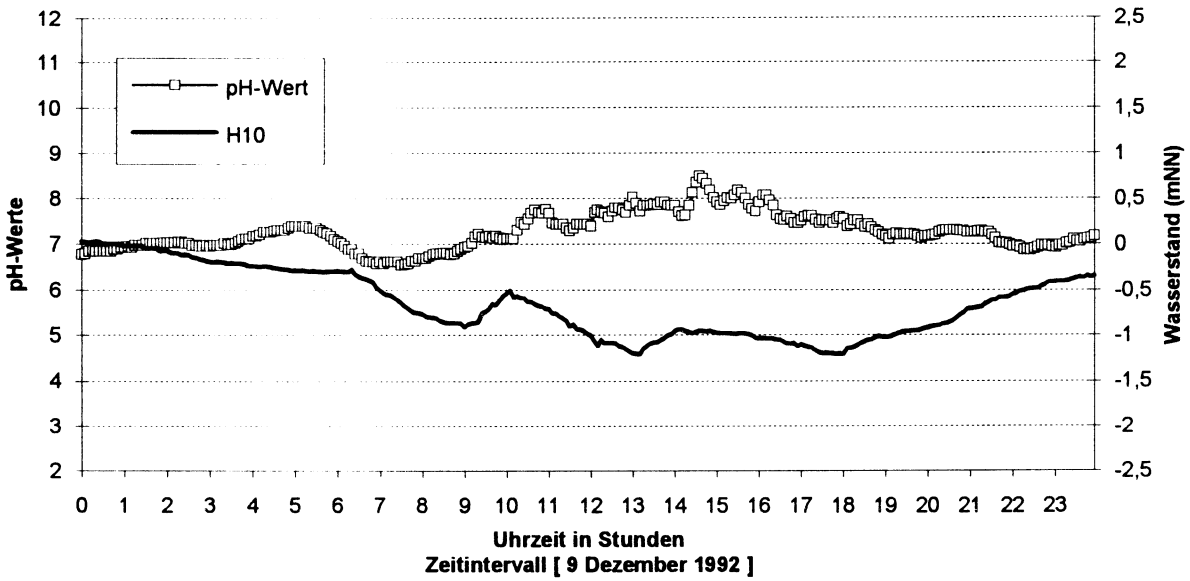



**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

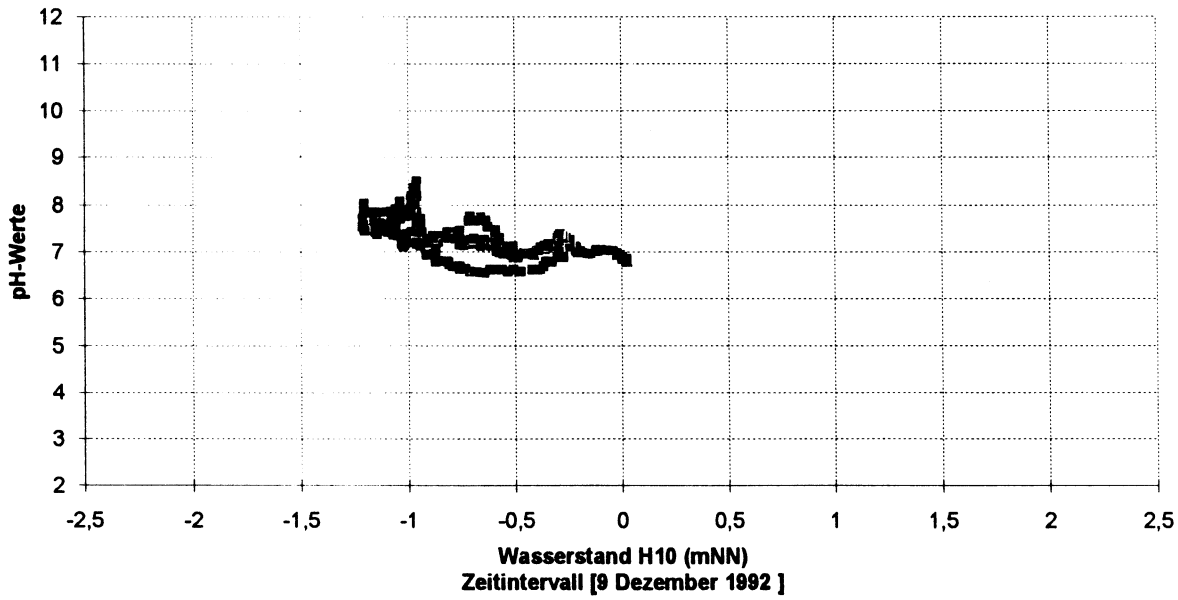


# Der Parameter pH

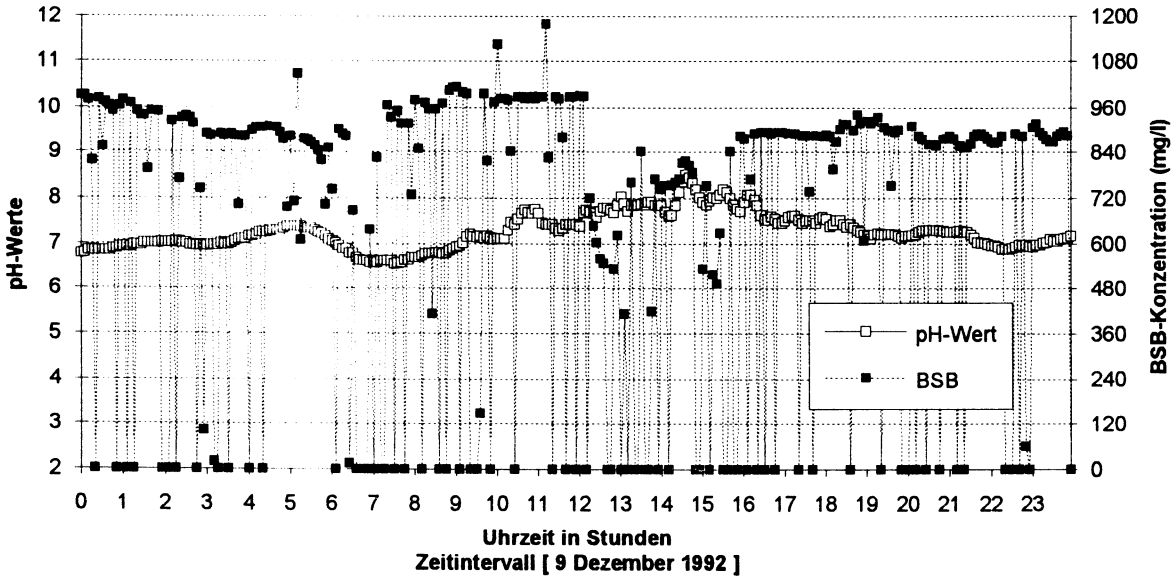
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



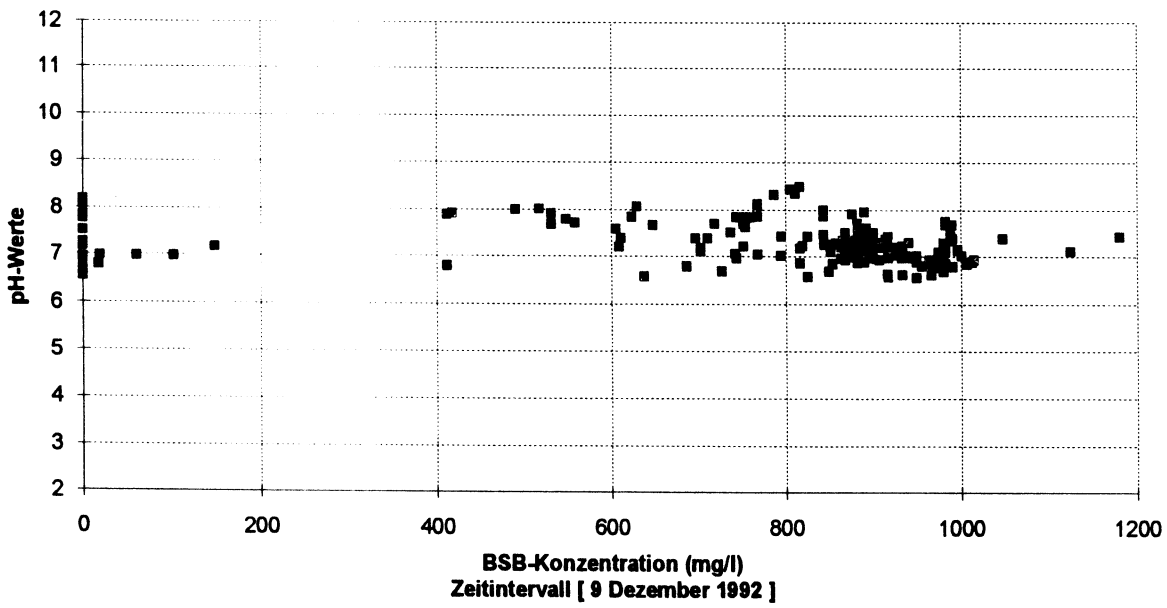

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**




**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

| μ/σ (mg/l) | Min/Max (mg/l) |
|---|---|
| 848 / 140 | 490 < BSB < 1 180 |

Tab.1 : BSB-Parameter

| μ/σ (-) | Min/Max (-) |
|---|---|
| 7,3 / 0,4 | 6,5 < pH < 8,5 |

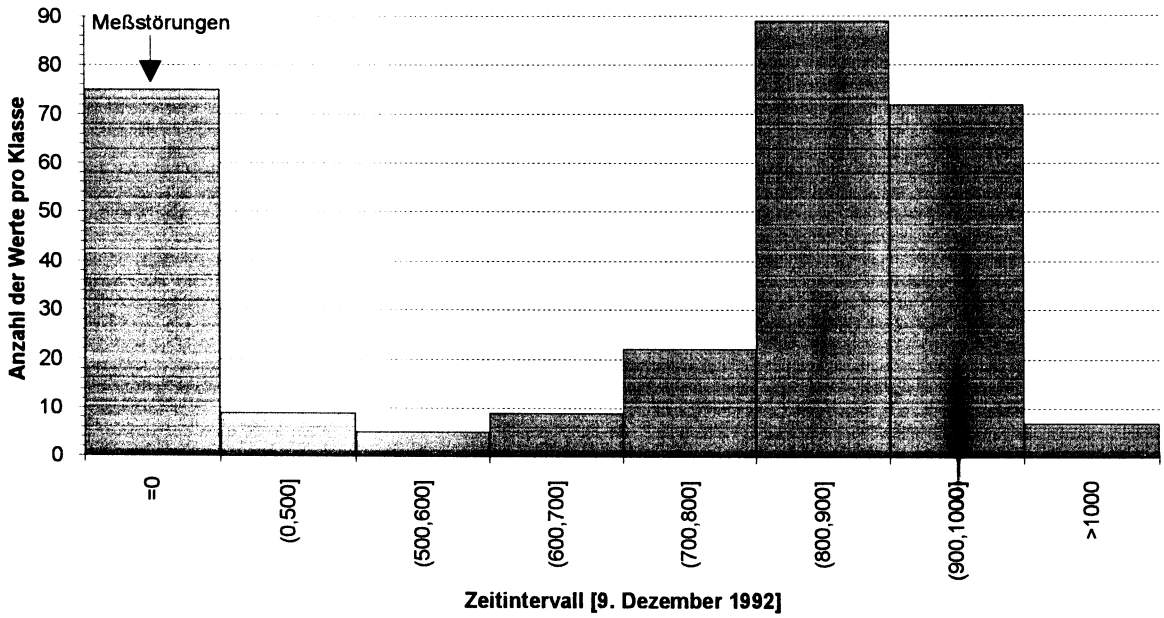
Tab.2 : pH

Der BSB lag meistens im Bereich zwischen 800 mg/l und 900 mg/l, ohne daß ein signifikanter Tagesverlauf erkennbar wurde. Stoßweise wurden deutlich niedrigere Werte gemessen - um ca. 13:00 Uhr und um ca. 15:00 Uhr -, die entweder auf Einleitungen oder auf Meßstörungen zurückzuführen sind.

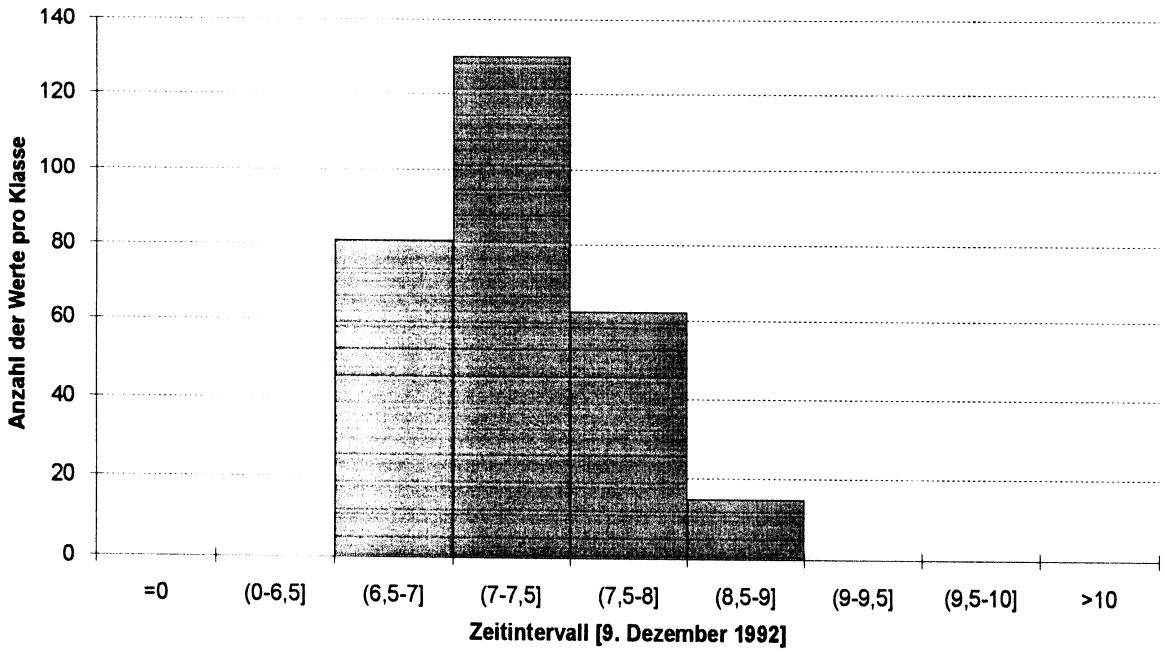
Anmerkung:

- Für diesen Trockenwerttertag ergibt sich kein ausgeprägter Zusammenhang zwischen dem pH und dem BSB.

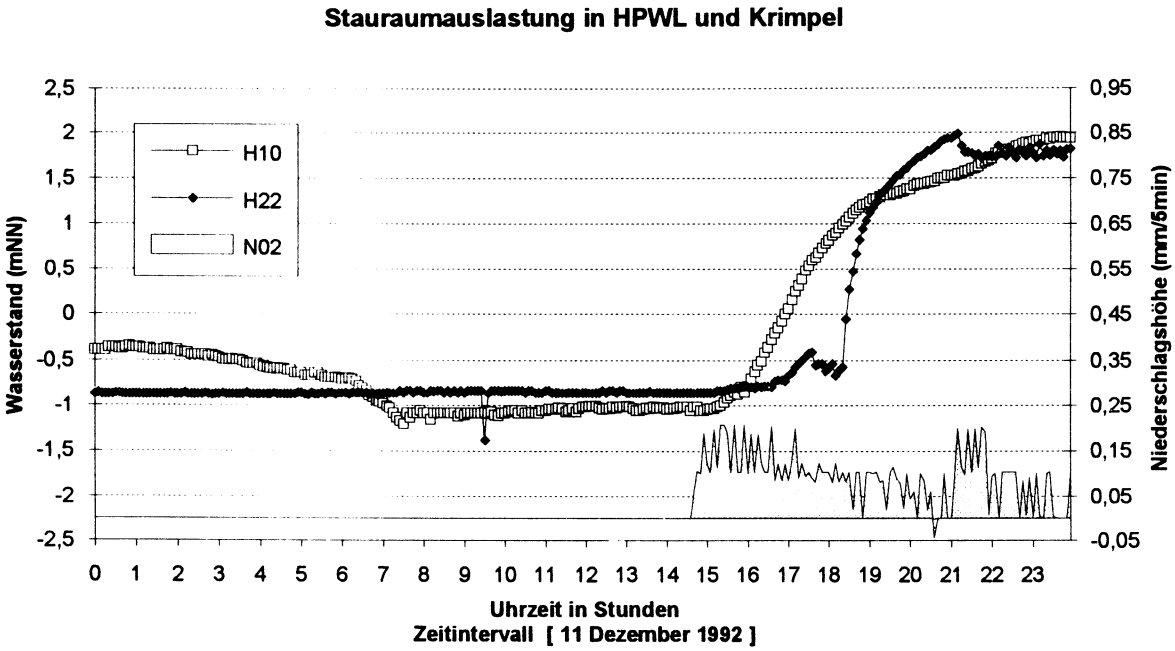
**Verteilung der BSB-Werte**

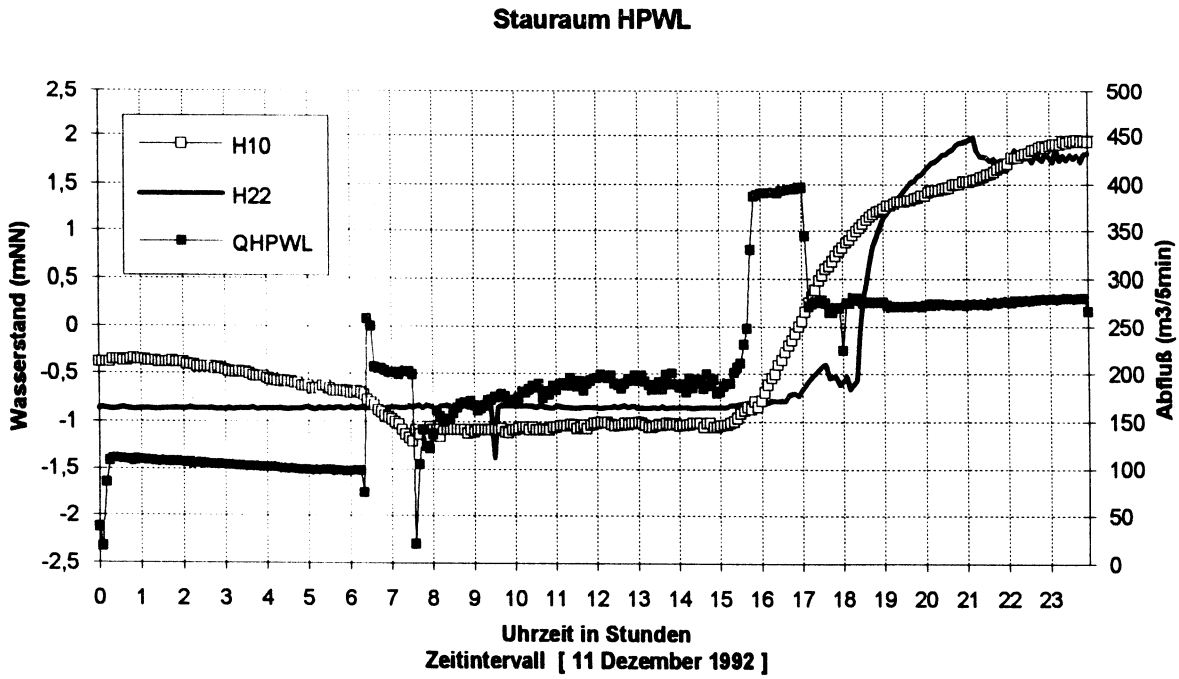



**Verteilung der pH-Werte**

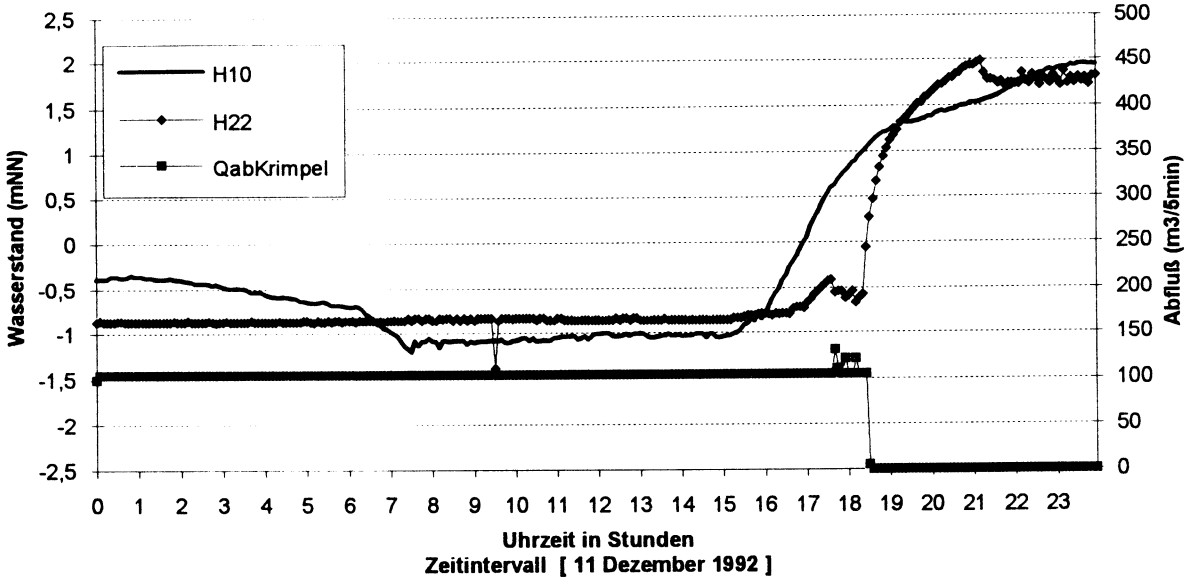


# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge



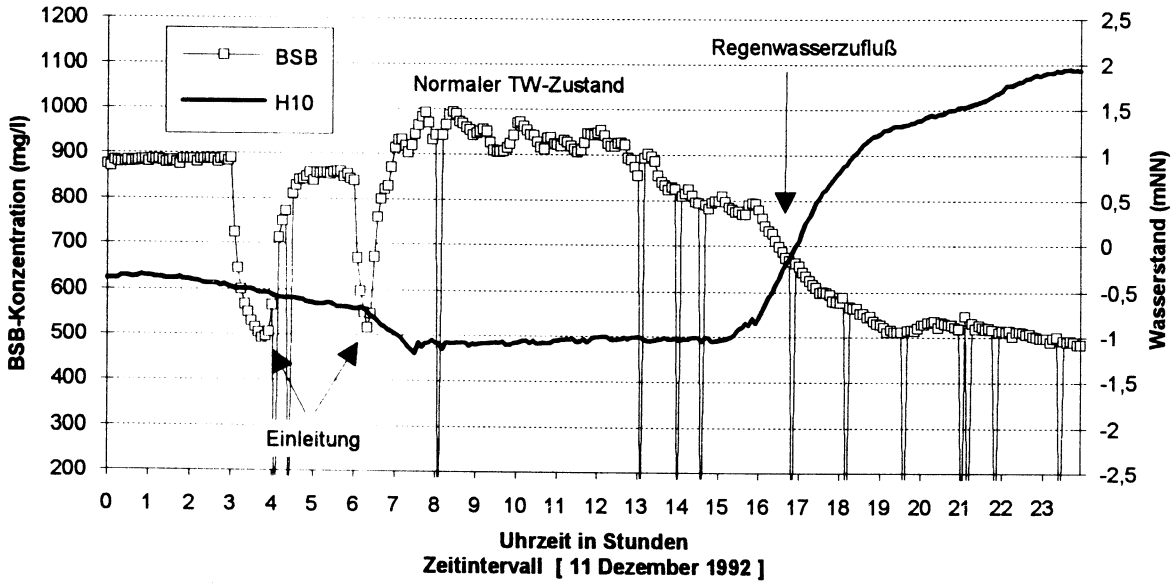



**Stauraum Krimpel**

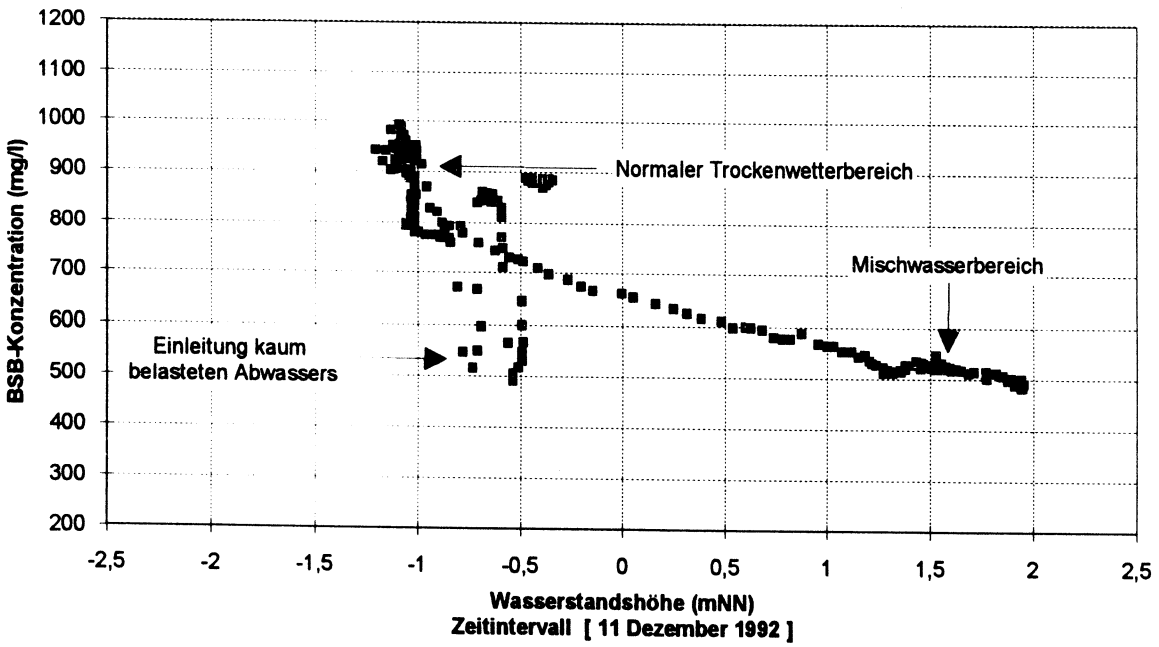


# Der BSB-Parameter

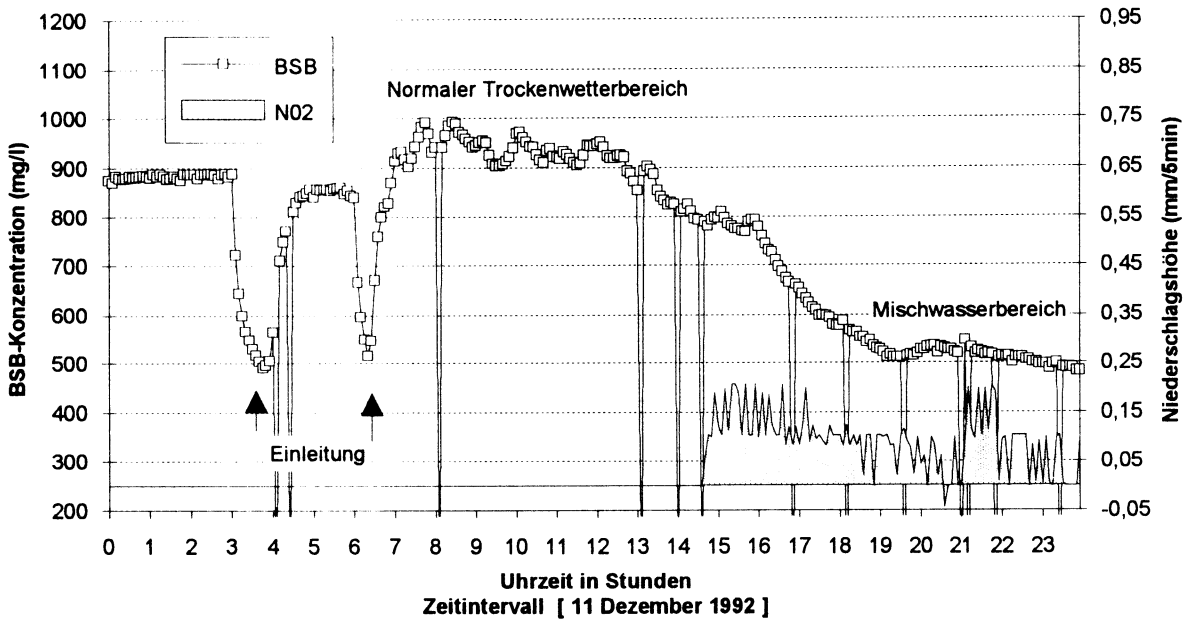
**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

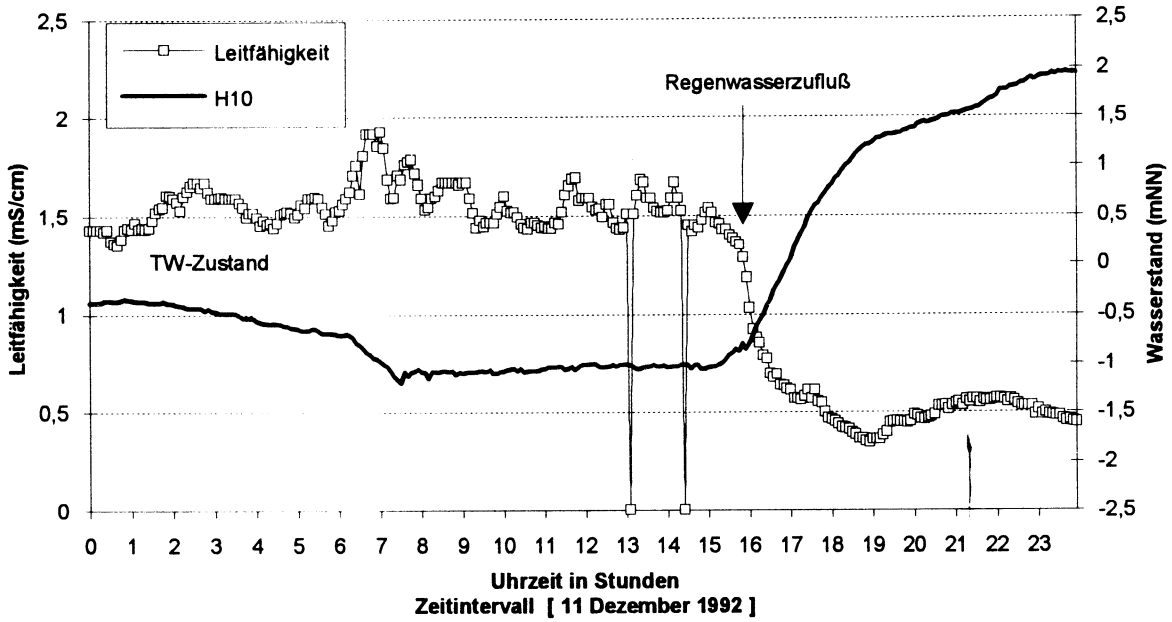


**Zusammenhang zwischen dem BSB und dem Niederschlag**

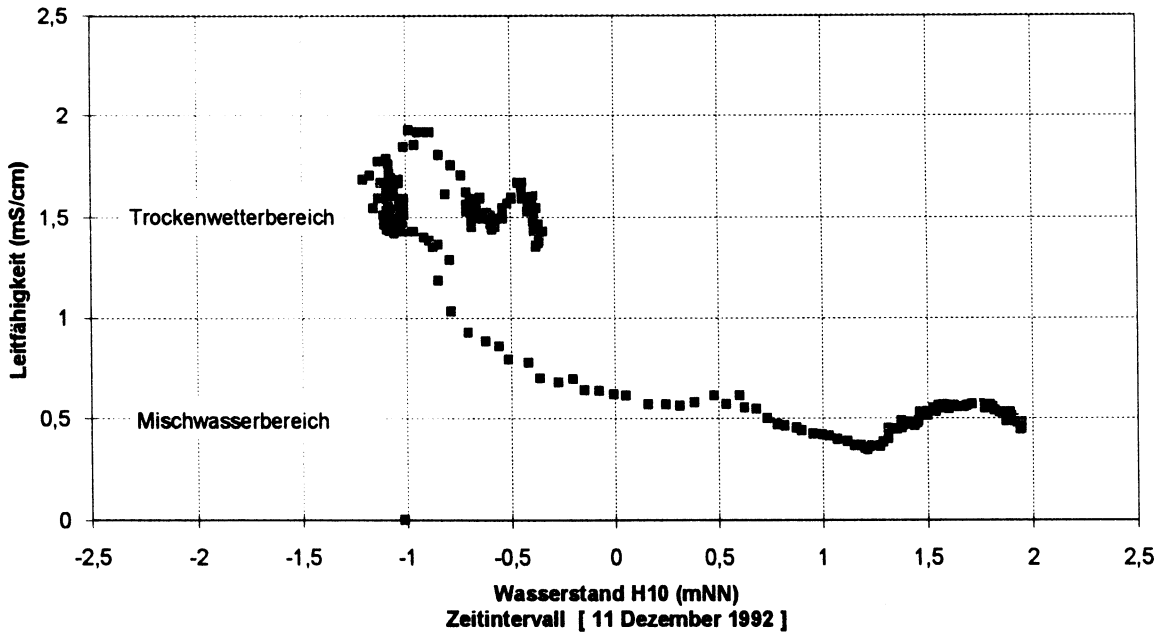


# Der Parameter Leitfähigkeit

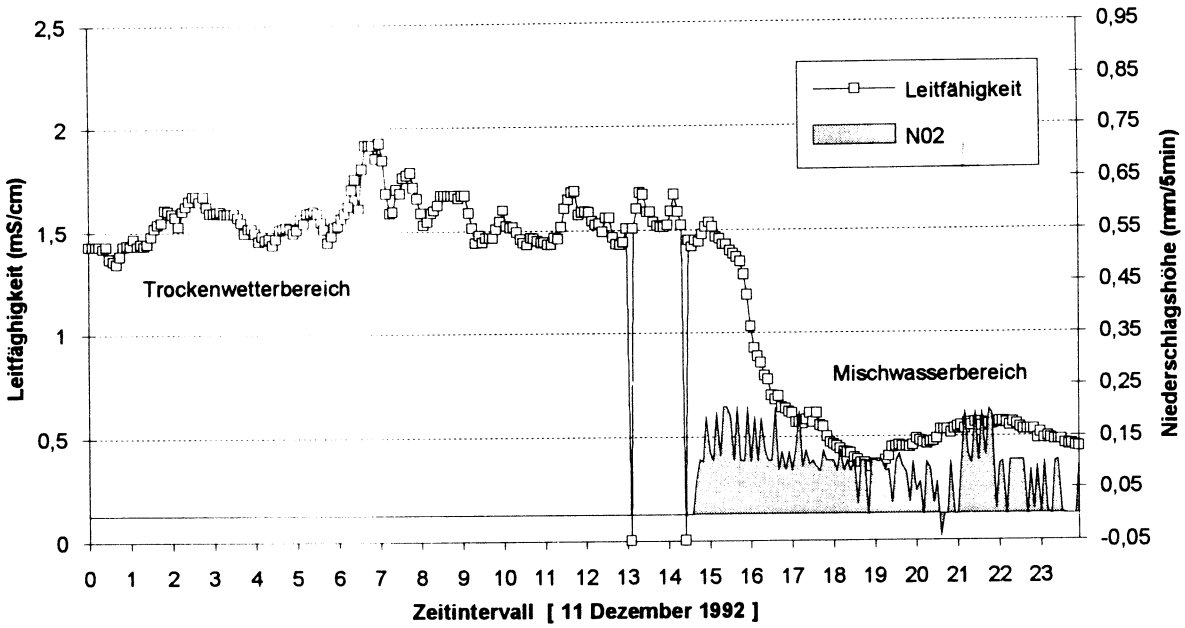
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

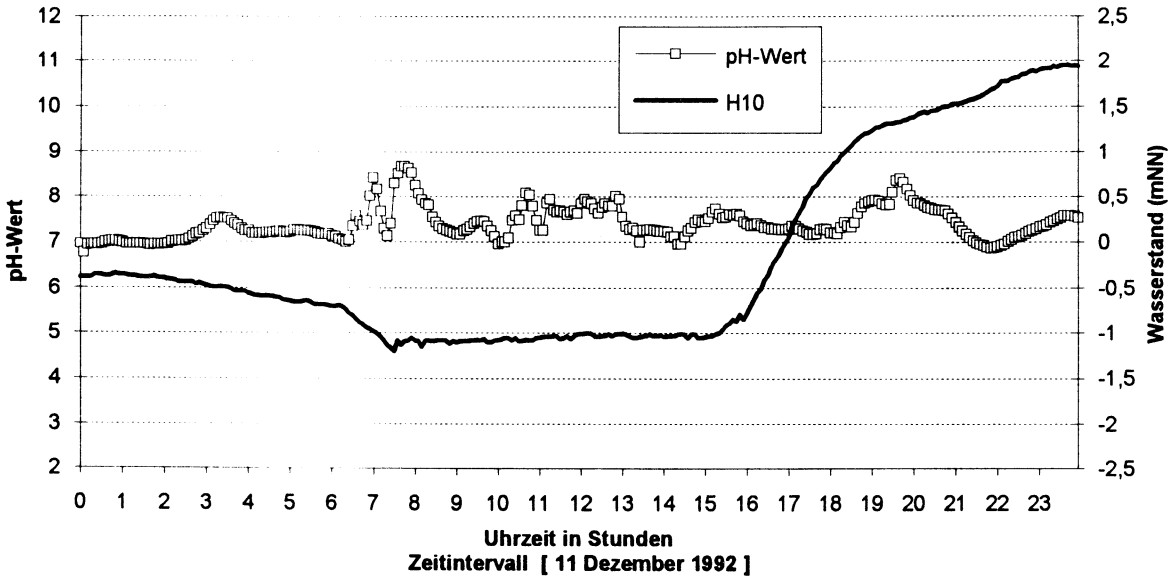


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

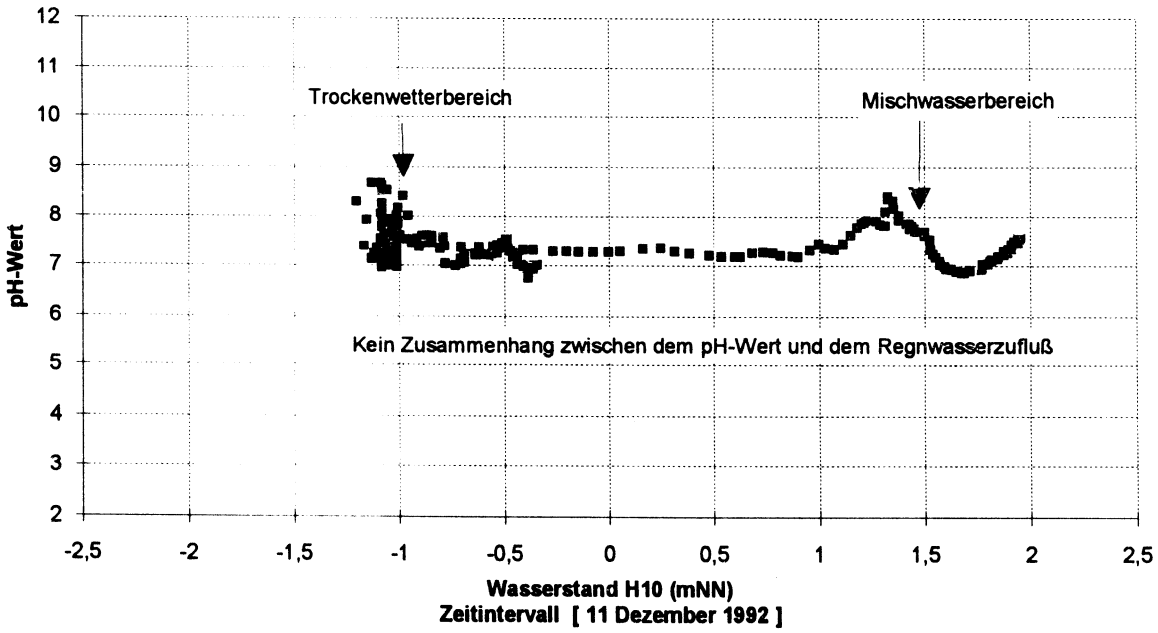


# Der Parameter pH

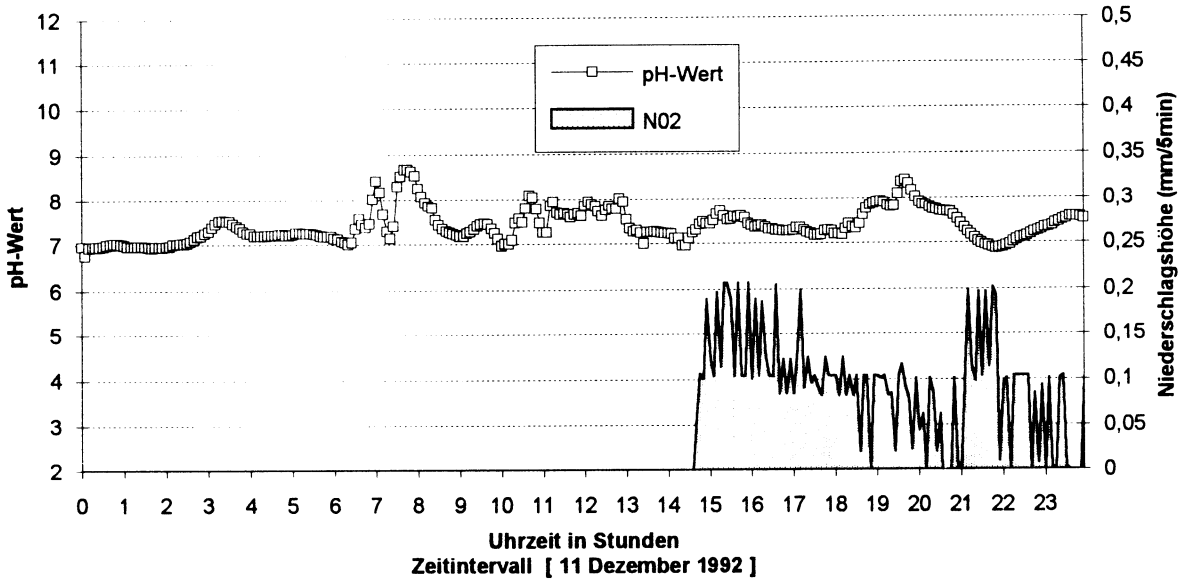
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



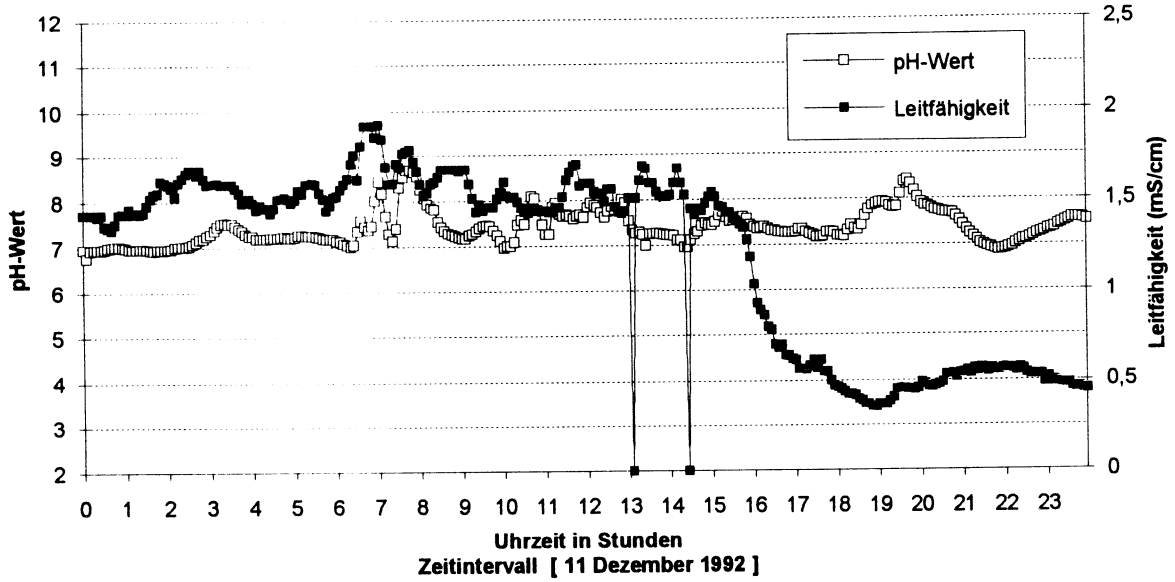

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



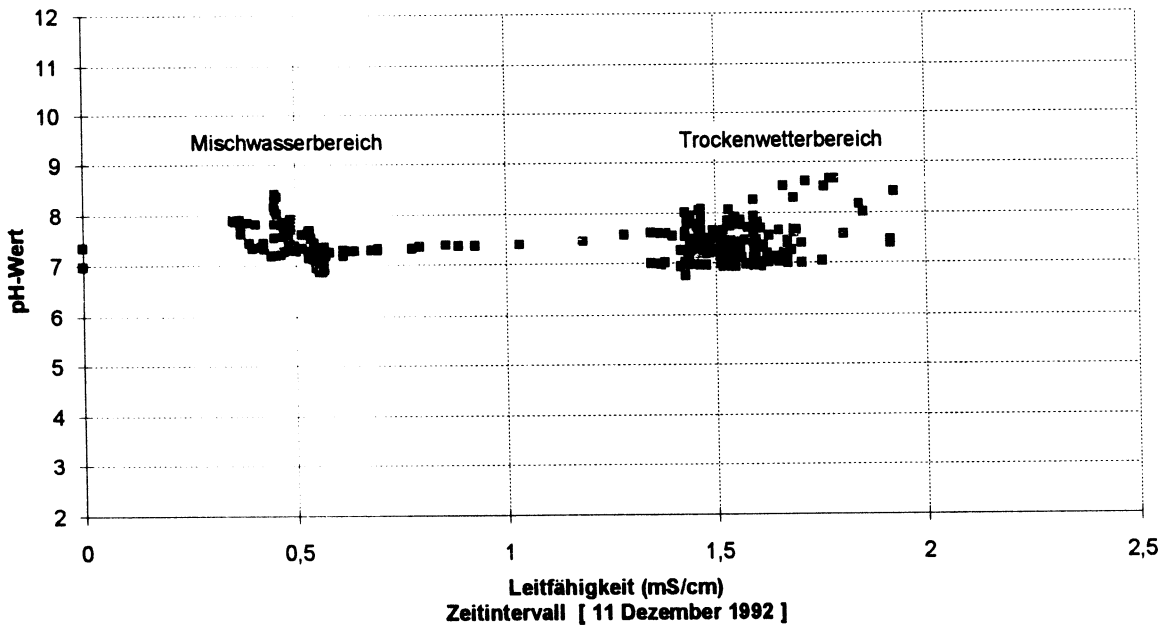
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



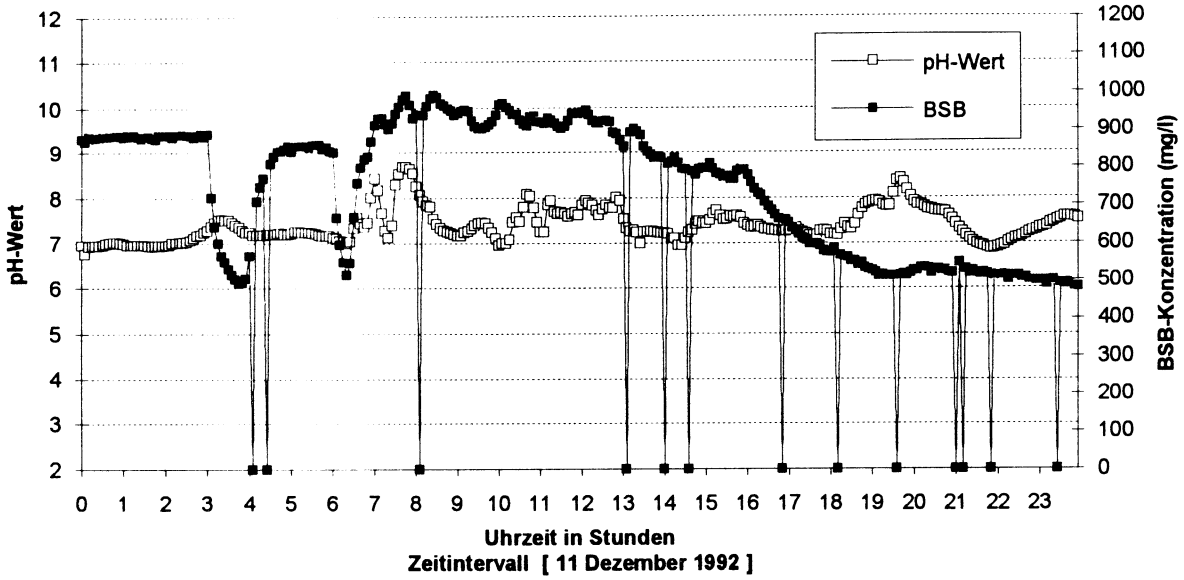
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



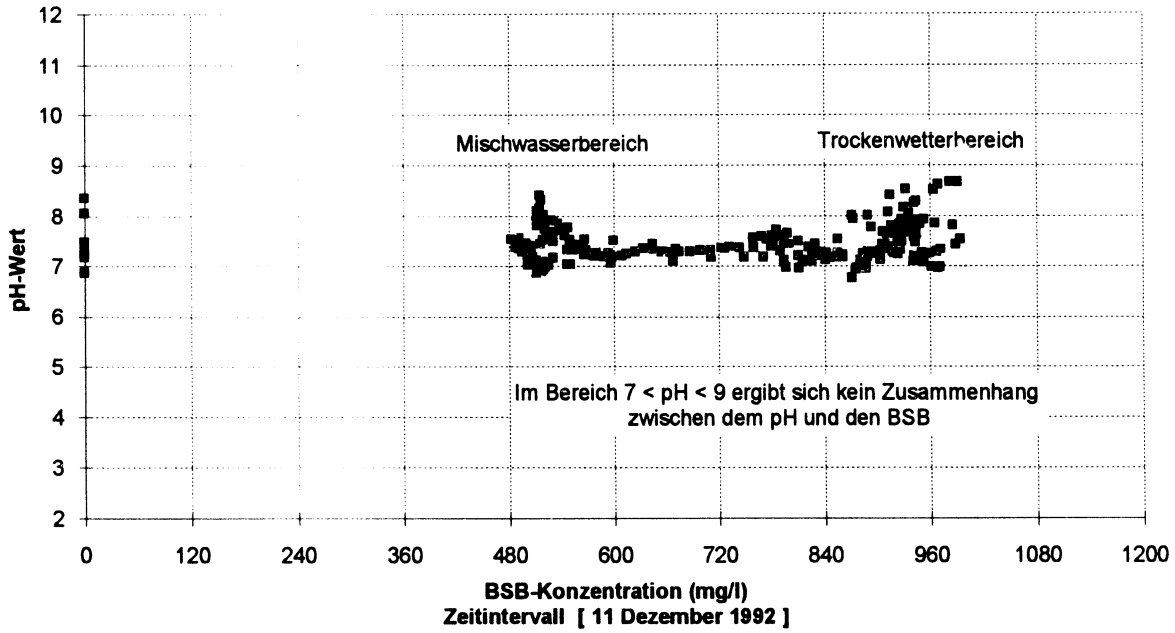

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



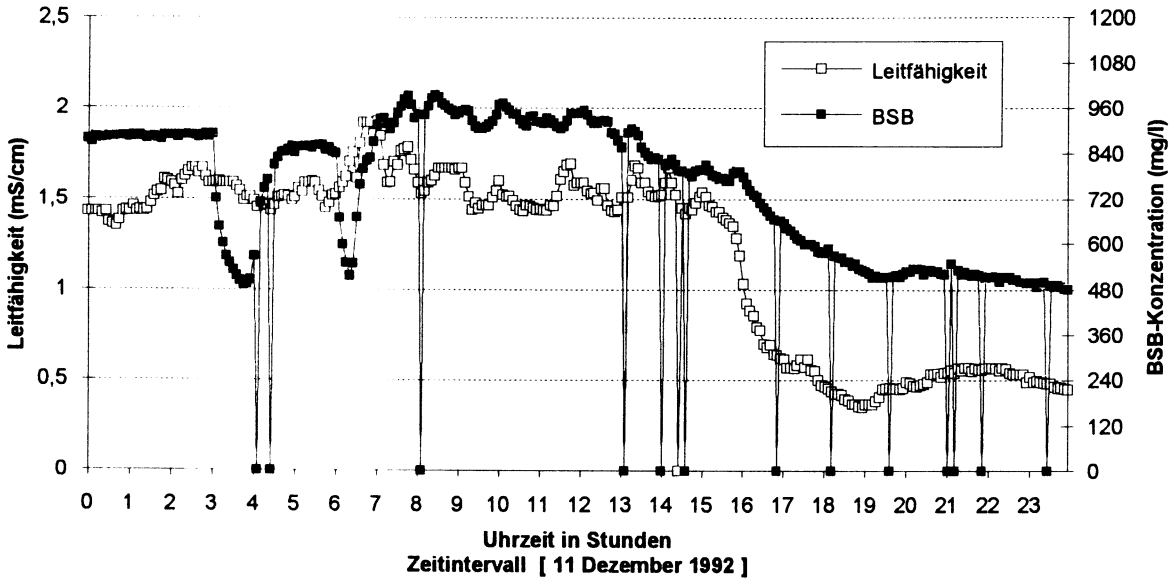
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem BSB**



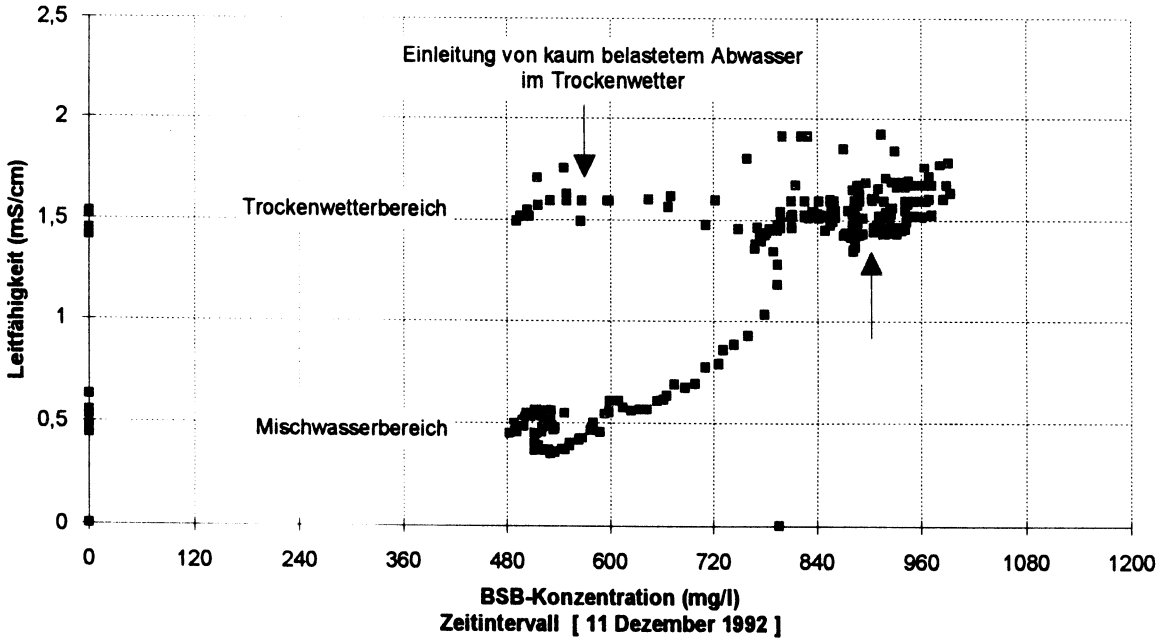

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der BSB-Konzentration**

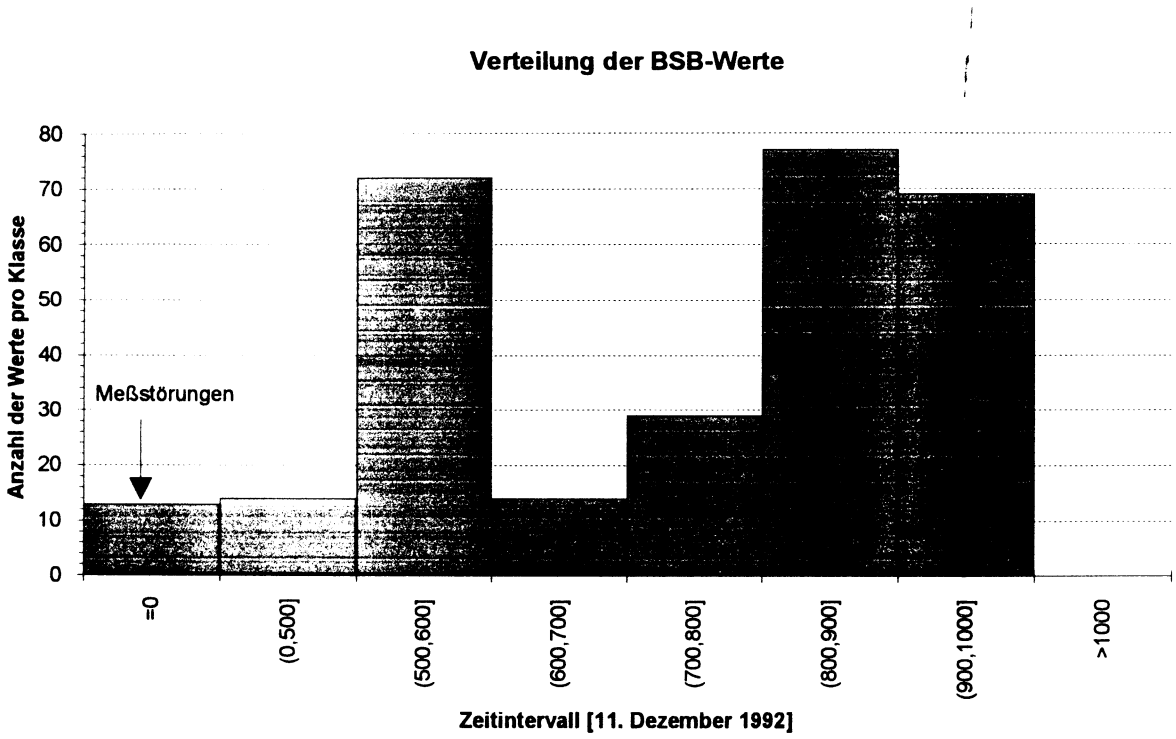


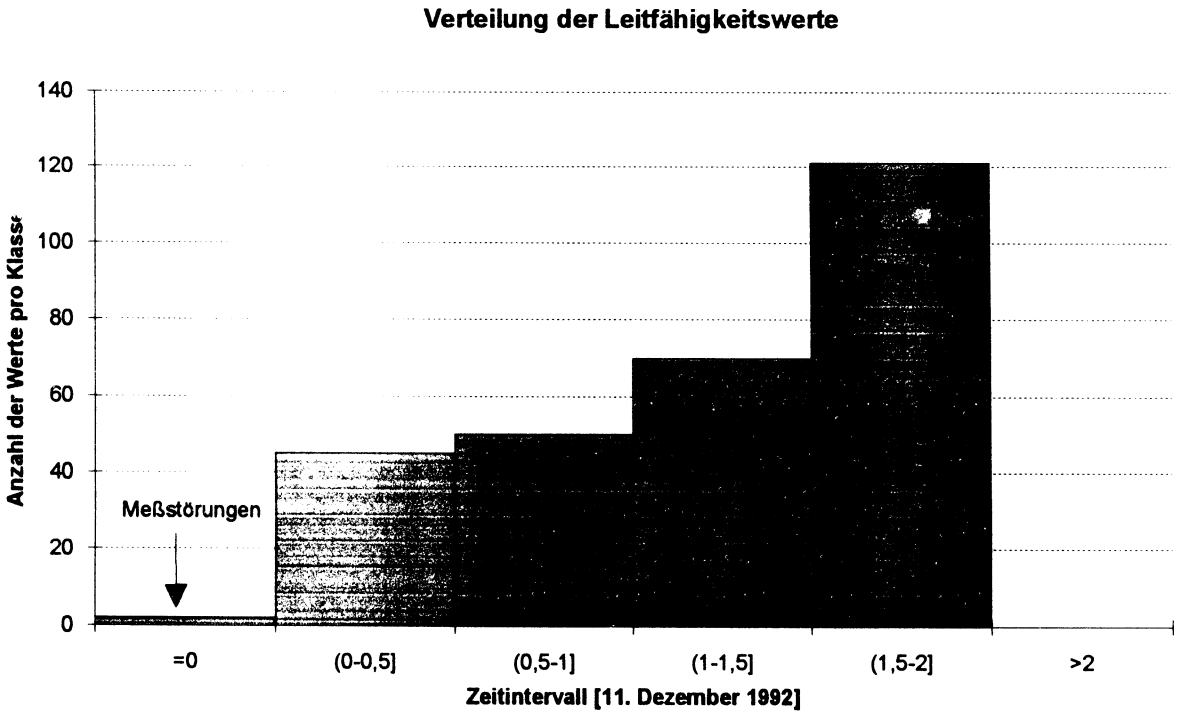
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**

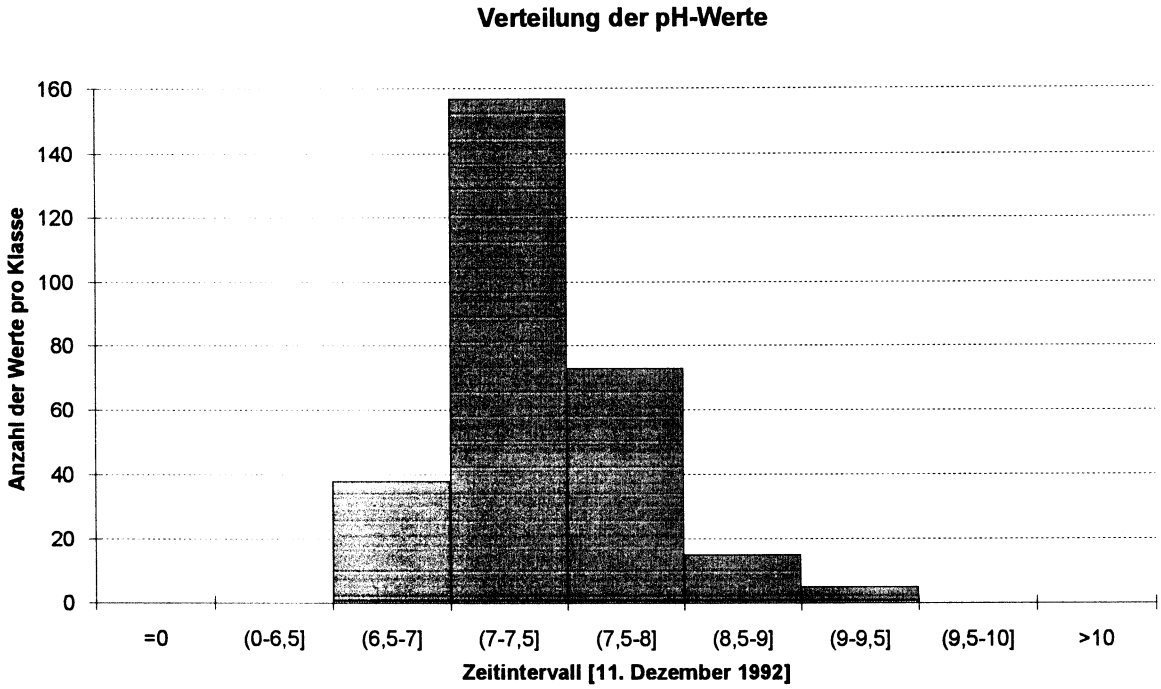



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**



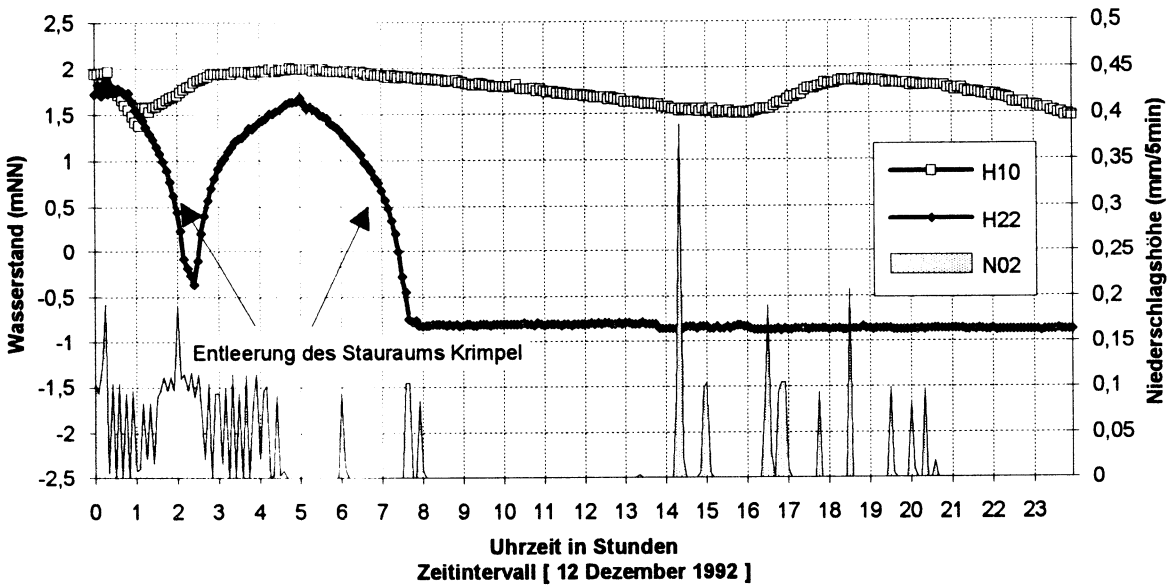

Verteilung der BSB-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Meßstörungen
=0
(0,500]
(500,600]
(600,700]
(700,800]
(800,900]
(900,1000]
>1000
Zeitintervall [11. Dezember 1992]


Verteilung der Leitfähigkeitswerte
Anzahl der Werte pro Klasse
140
120
100
80
60
40
20
0
Meßstörungen
=0
(0-0,5]
(0,5-1]
(1-1,5]
(1,5-2]
>2
Zeitintervall [11. Dezember 1992]

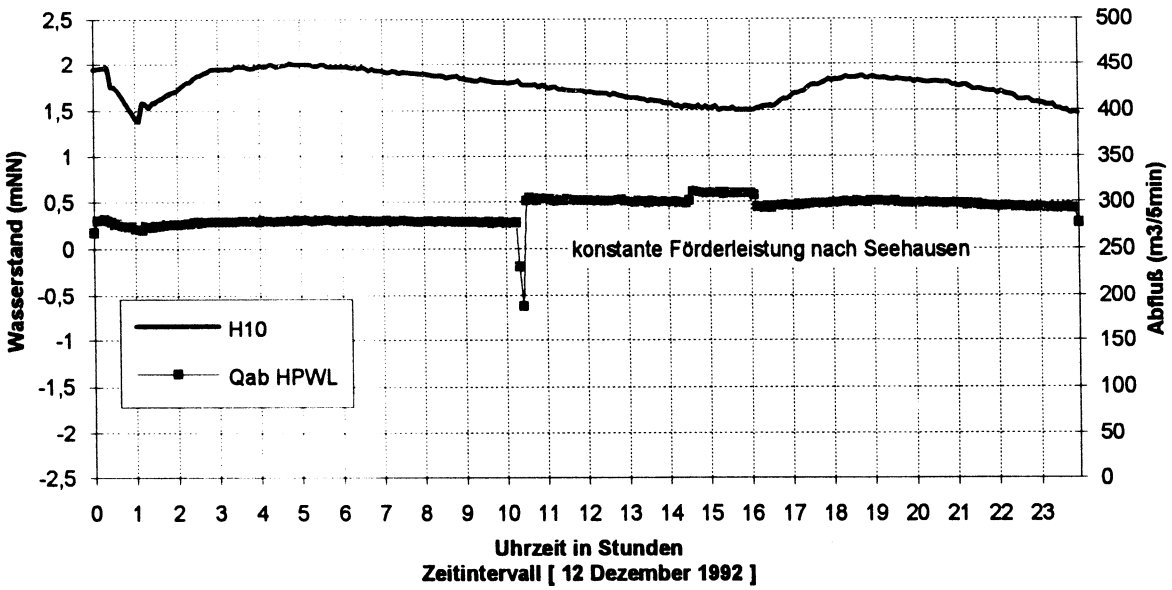

Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
160
140
120
100
80
60
40
20
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [11. Dezember 1992]

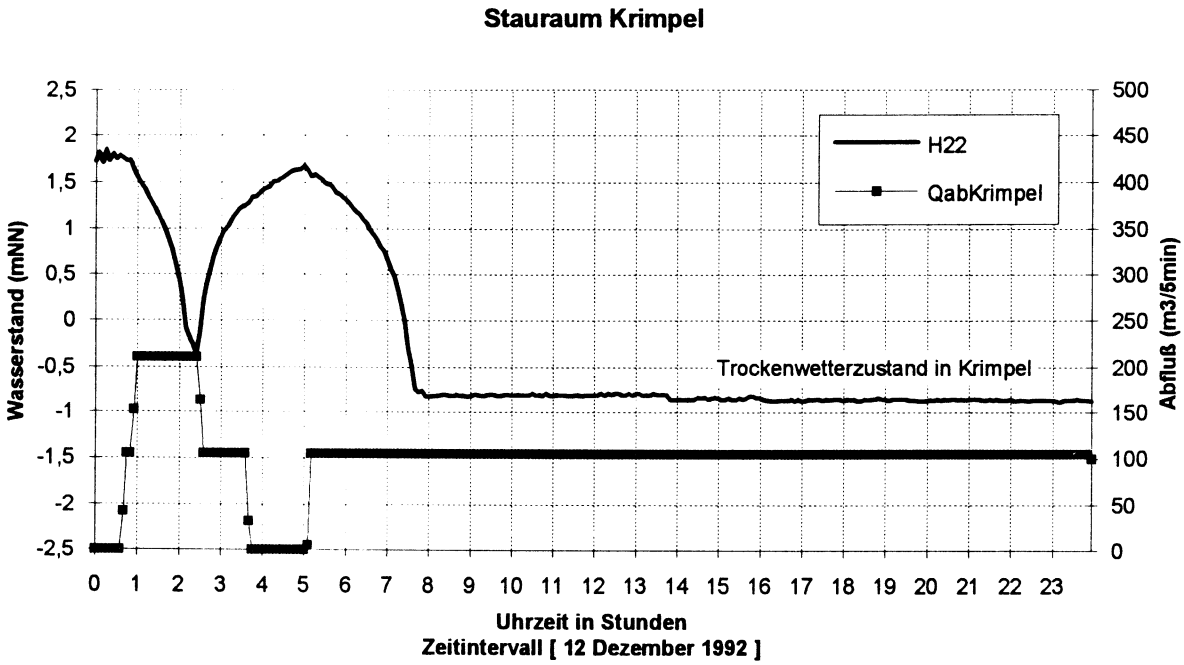
## Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge

**Stauraumauslastung in HPWL und Krimpel**

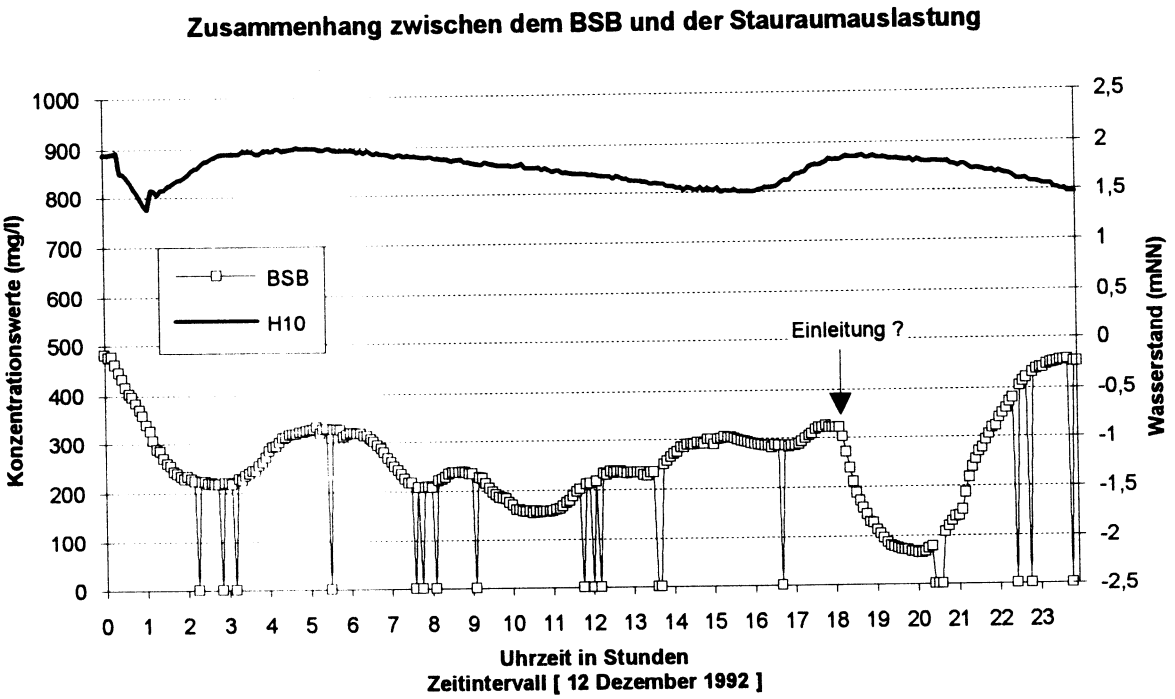


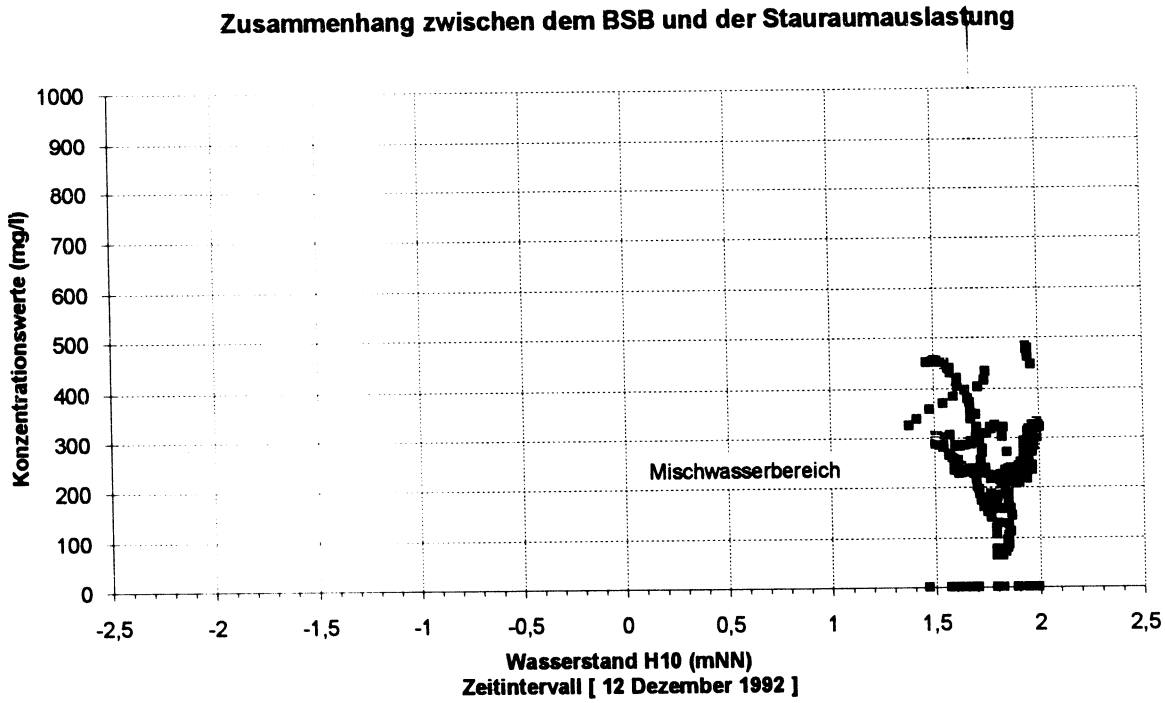

**Stauraum HPWL**



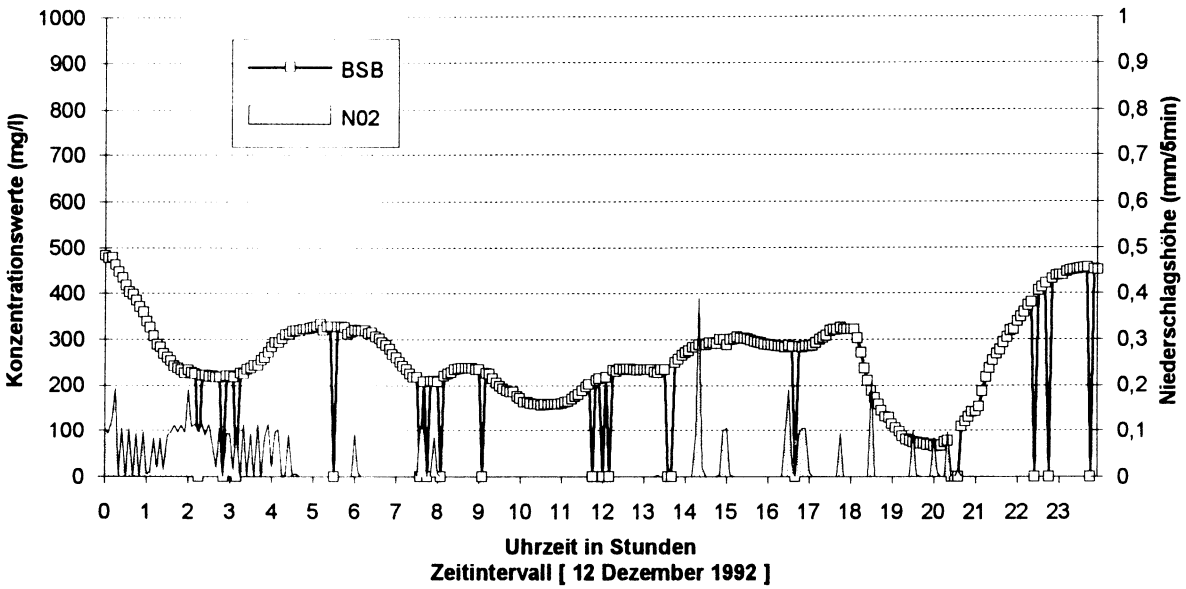

Stauraum Krimpel
Wasserstand (mNN)
Abfluß (m3/6min)
H22
QabKrimpel
Trockenwetterzustand in Krimpel
Uhrzeit in Stunden
Zeitintervall [ 12 Dezember 1992 ]

# Der BSB-Parameter



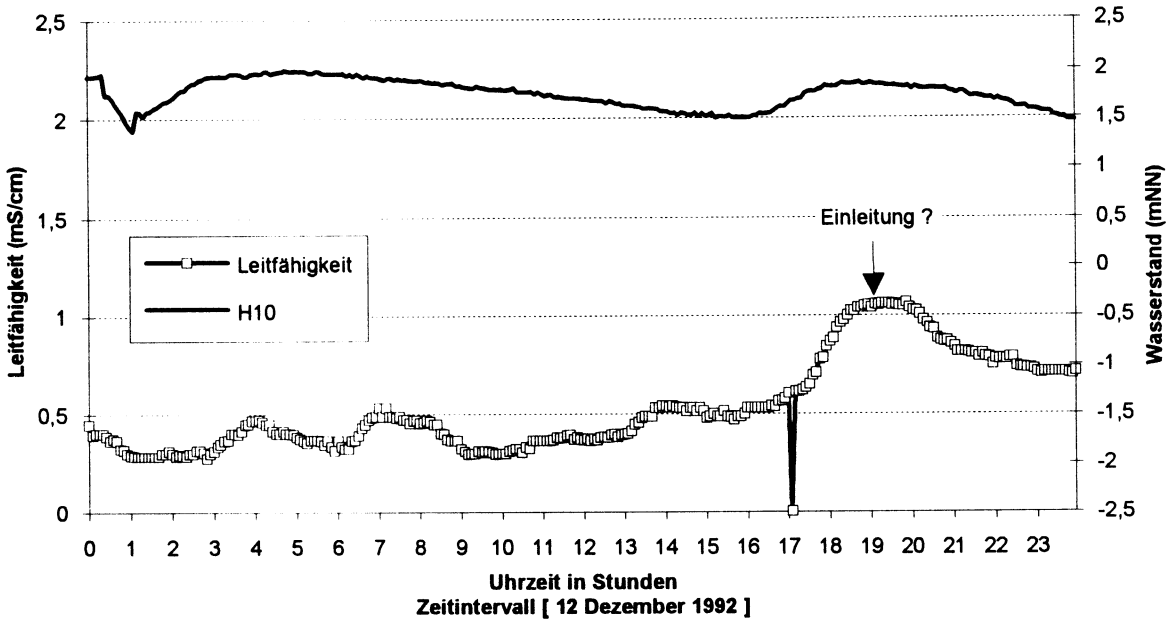



**Zusammenhang zwischen dem BSB und dem Niederschlag**

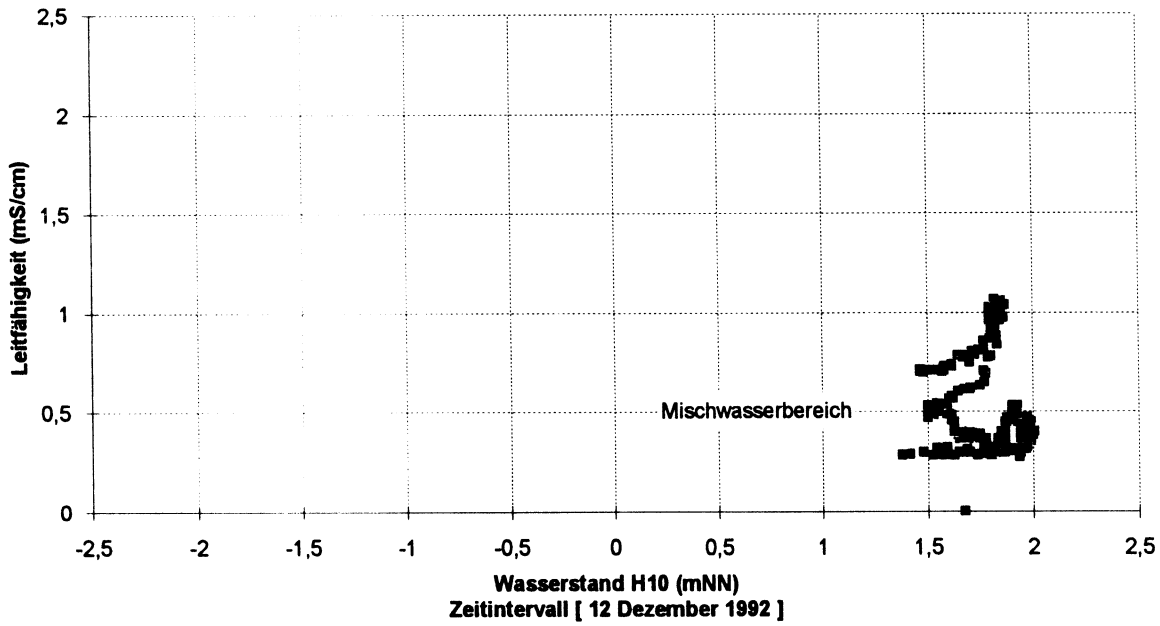


# Der Parameter Leitfähigkeit

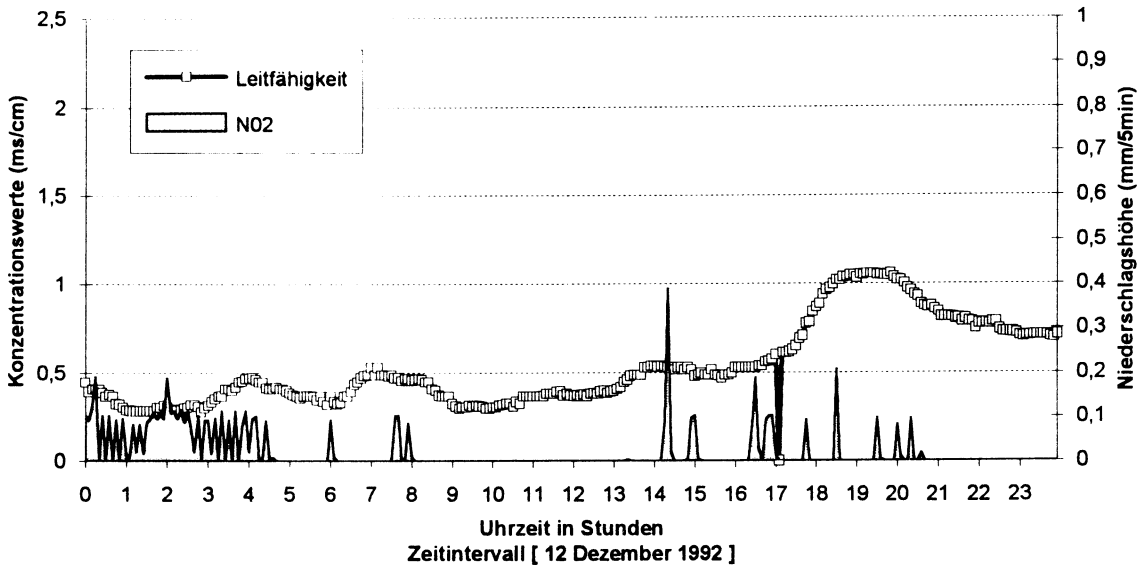
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

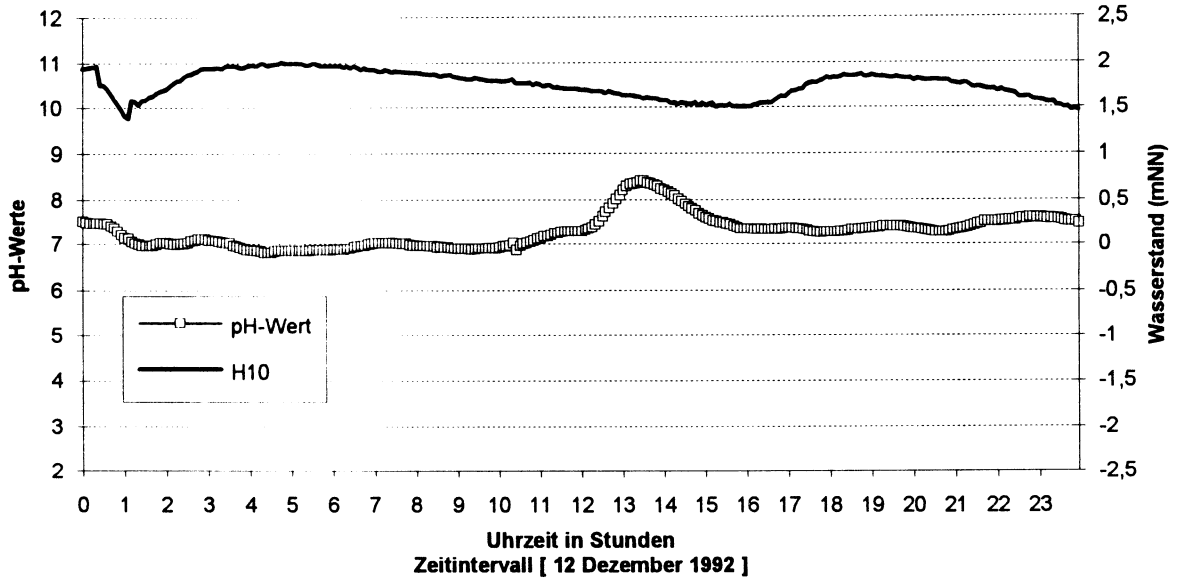


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

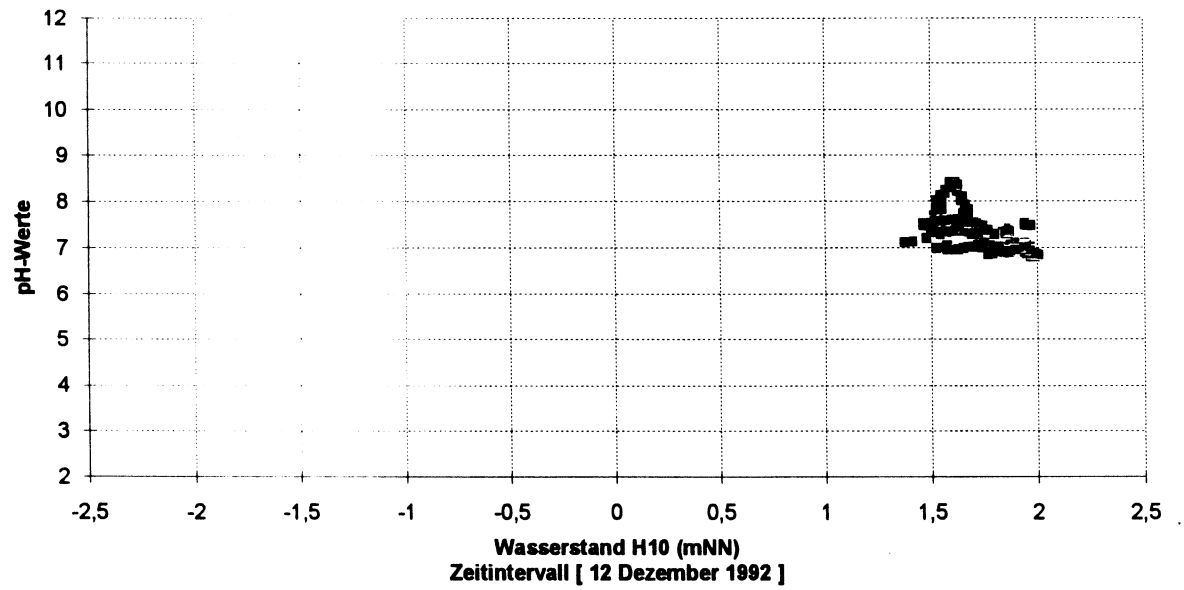


# Der Parameter pH

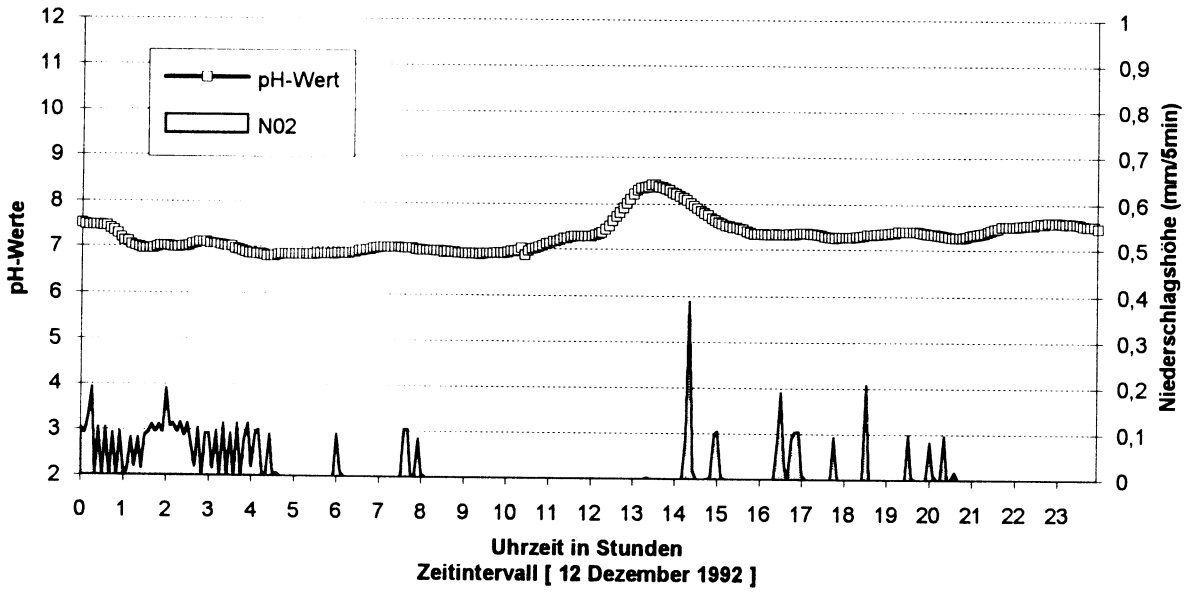
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



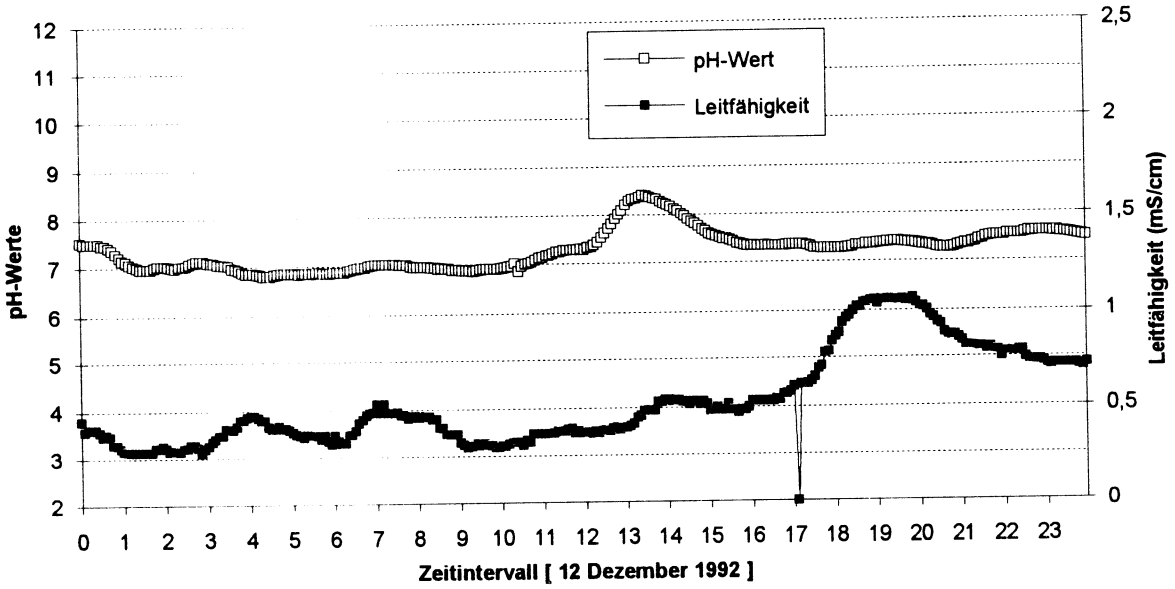

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



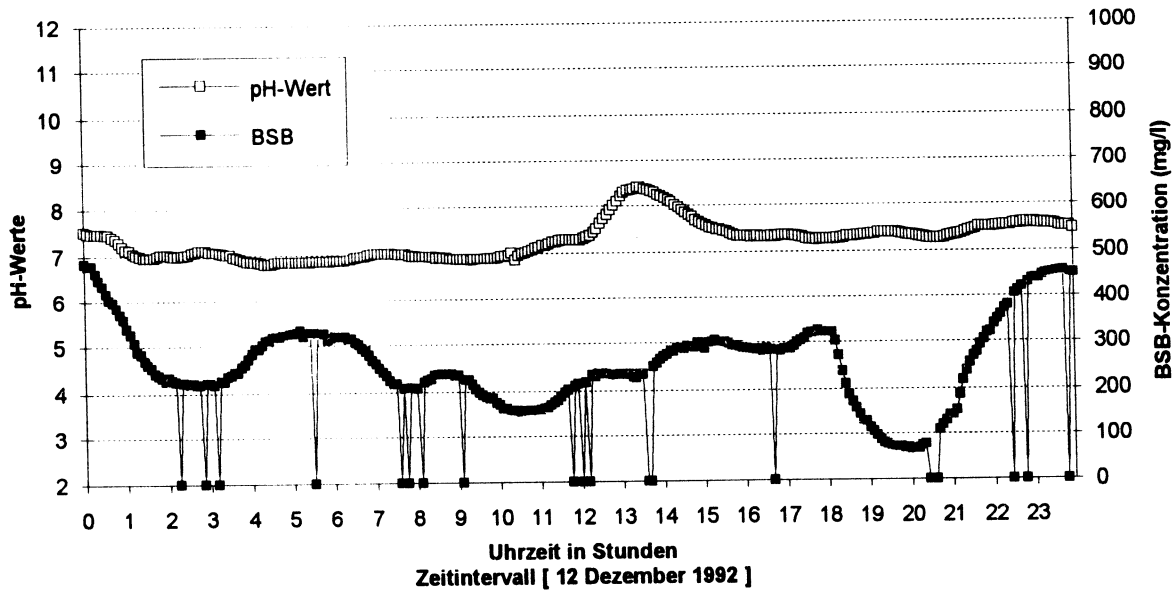
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



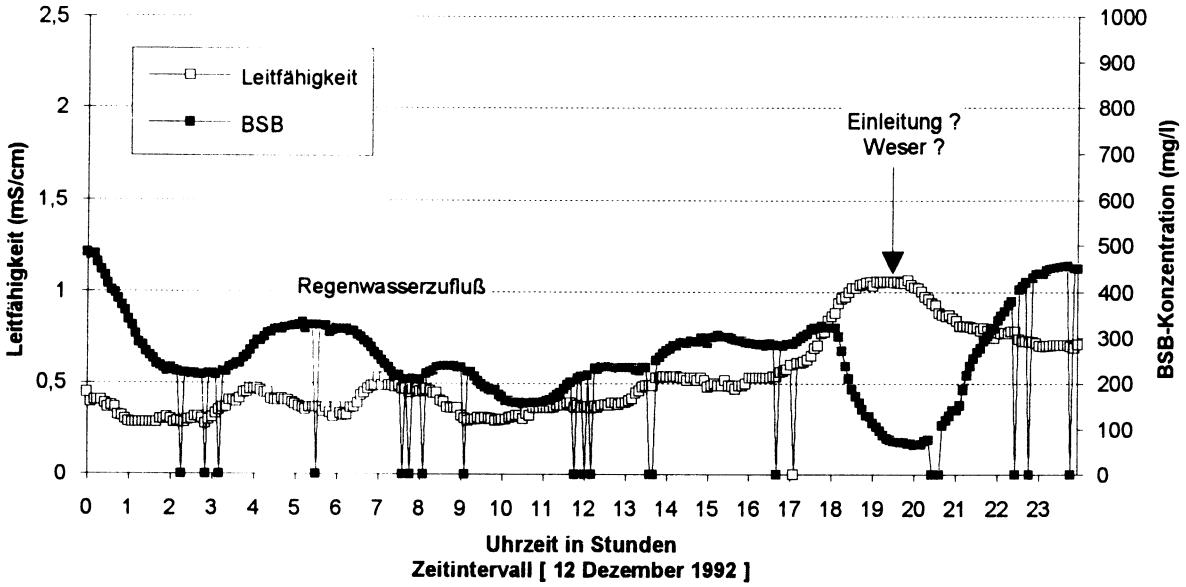
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



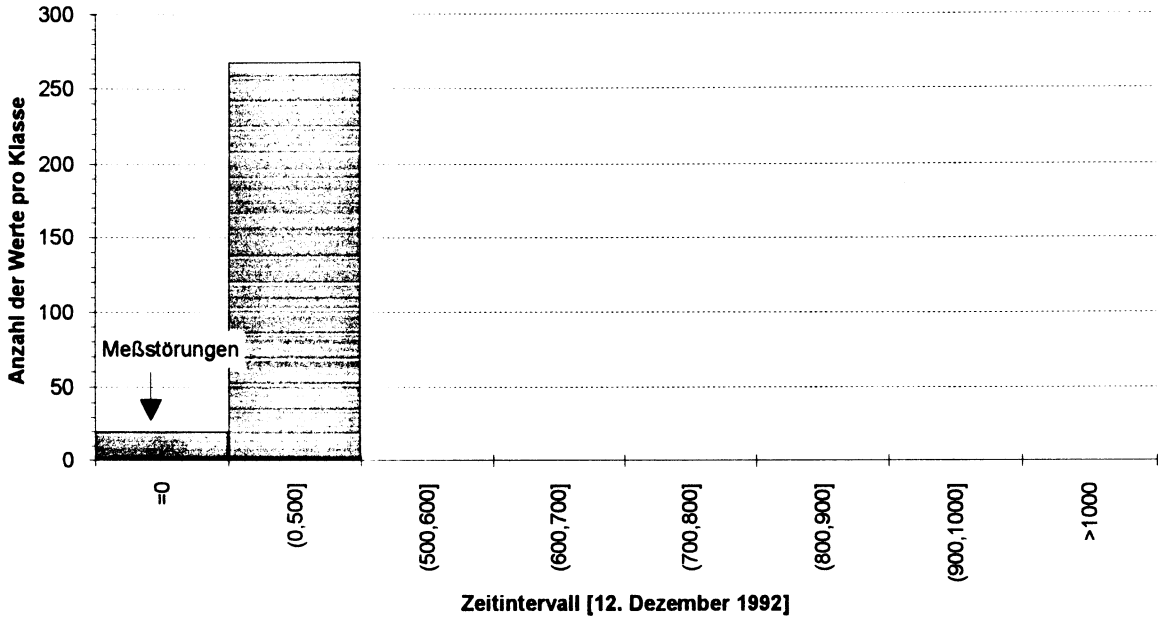

**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



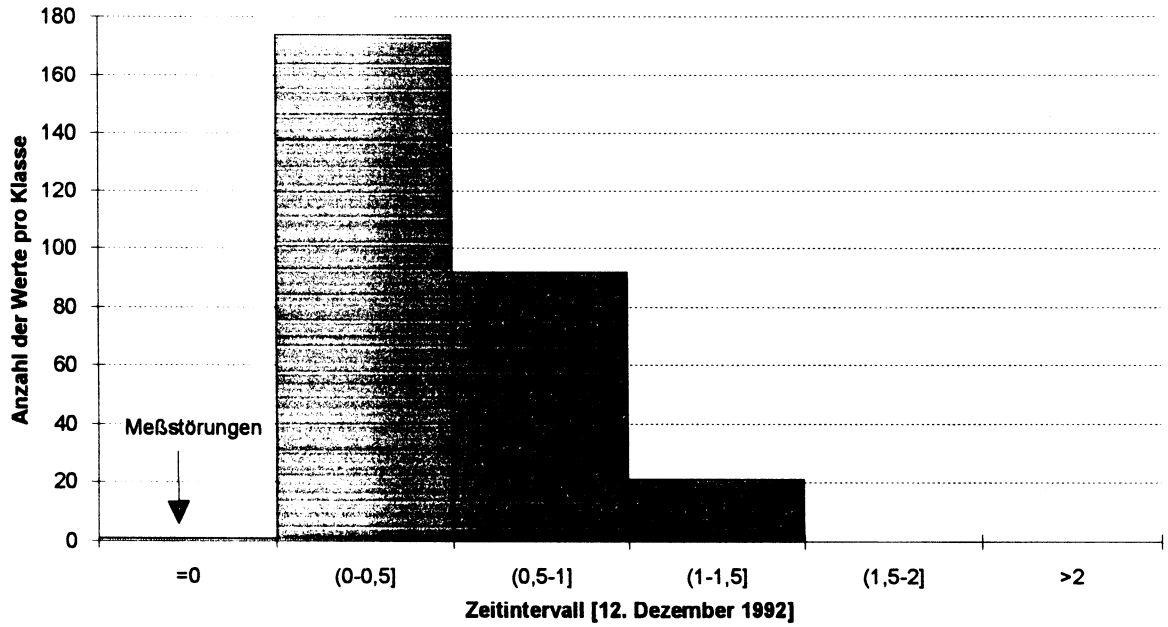
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**

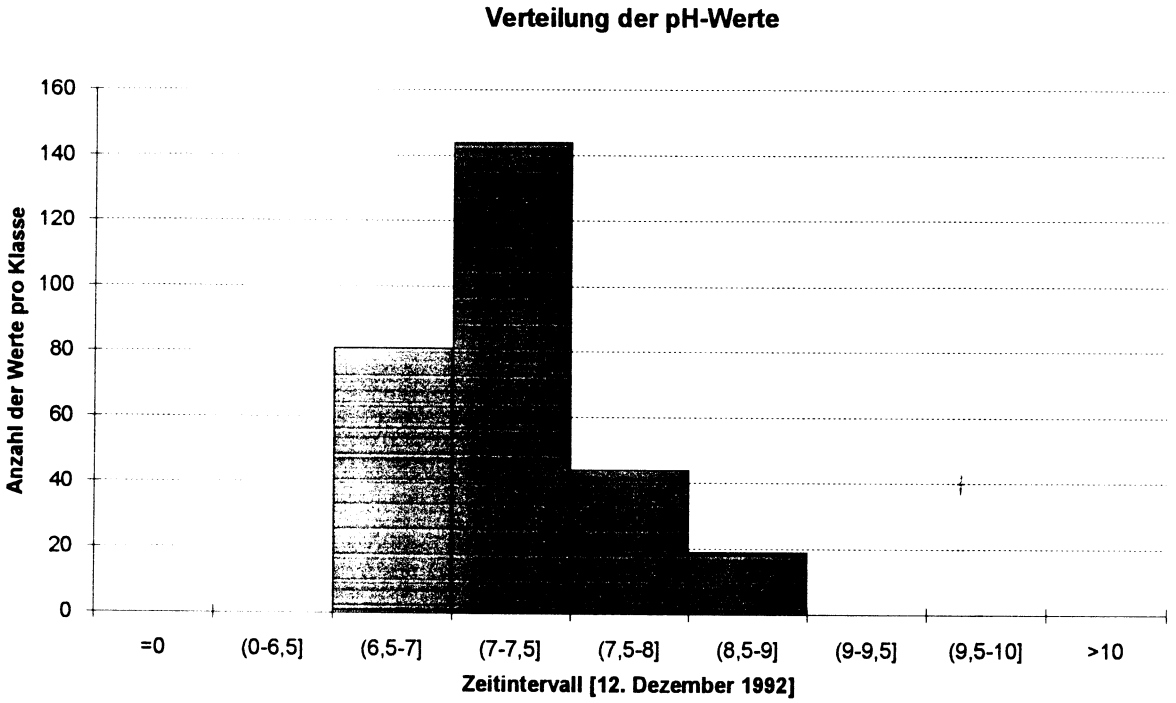


**Verteilung der BSB-Werte**

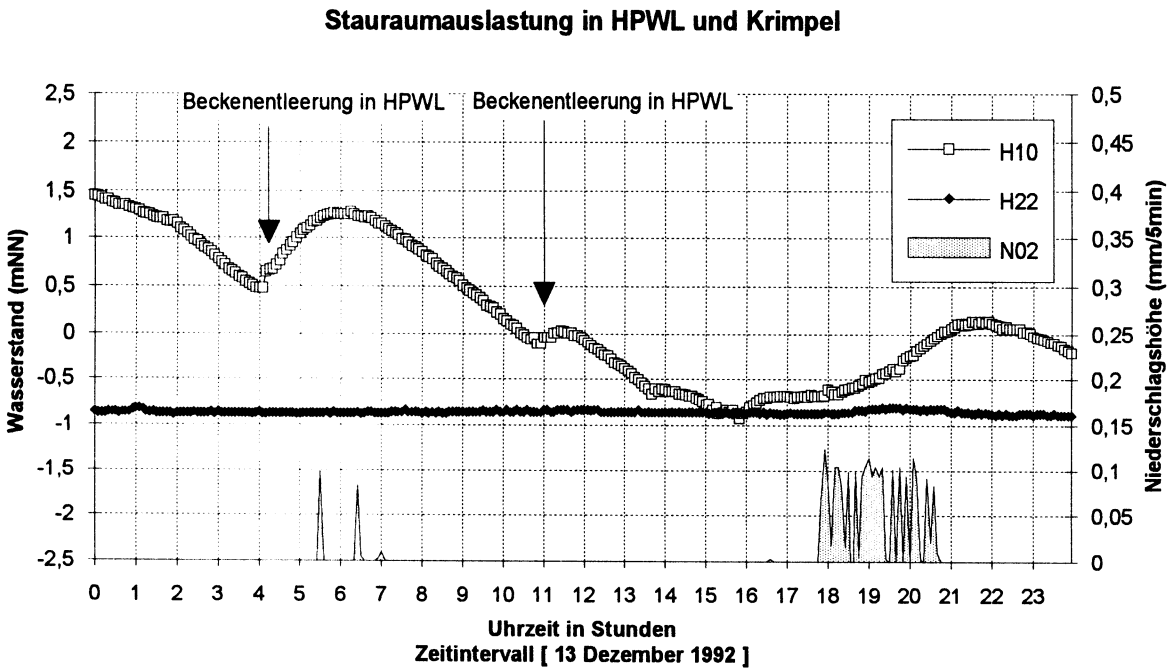


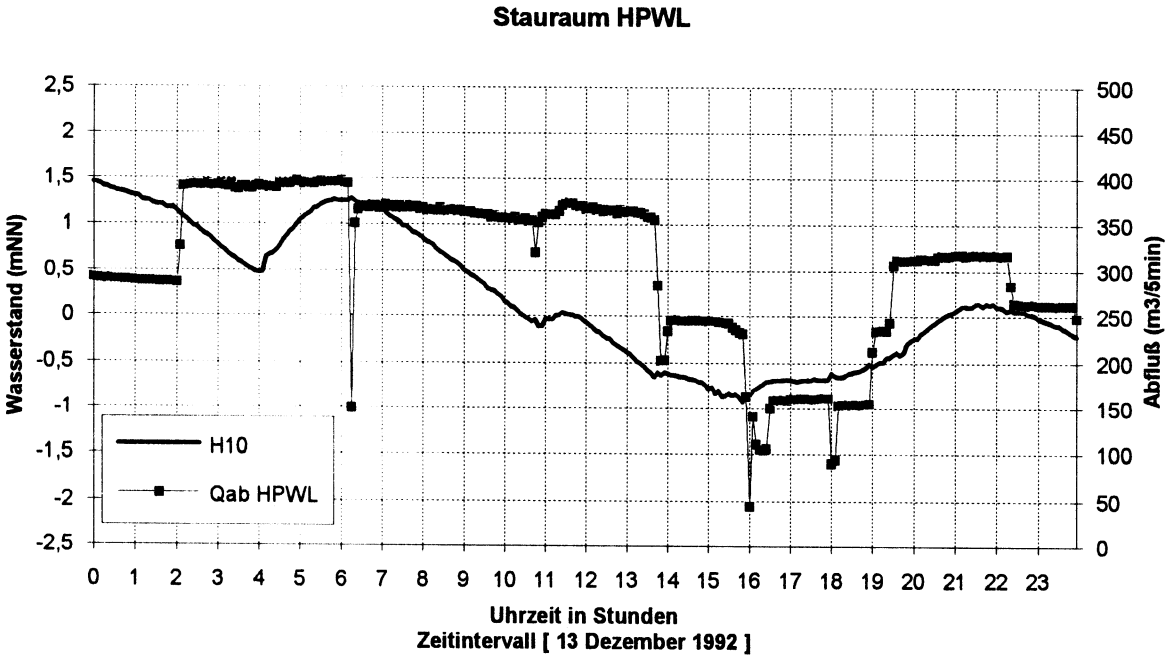

**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

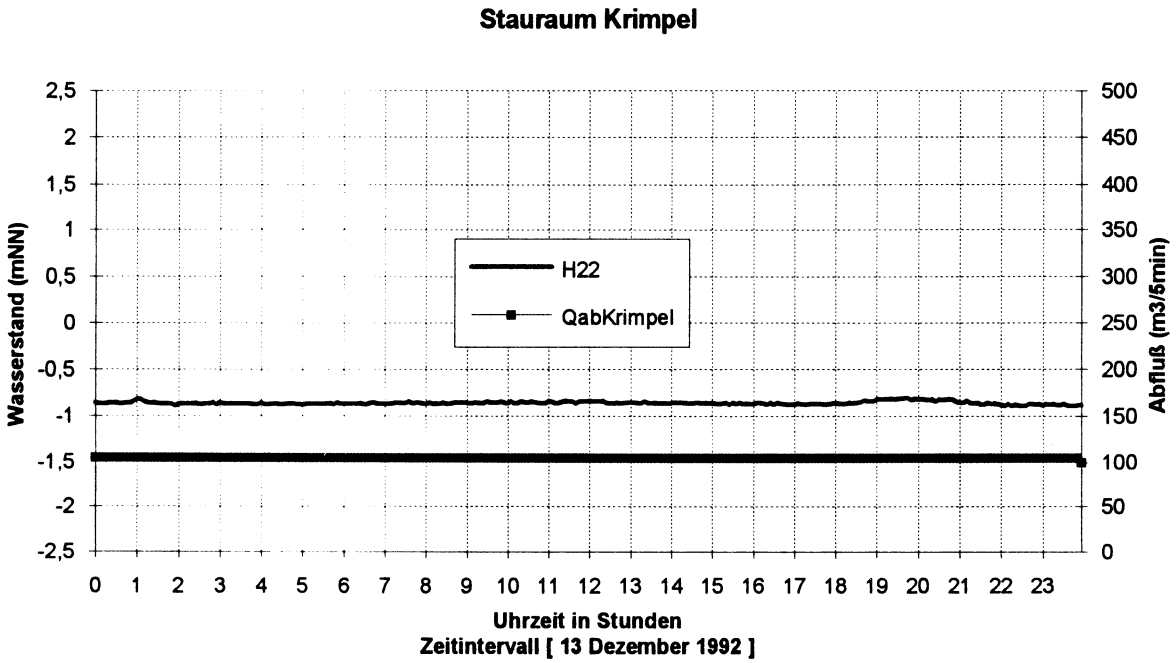



Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
160
140
120
100
80
60
40
20
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [12. Dezember 1992]

# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge

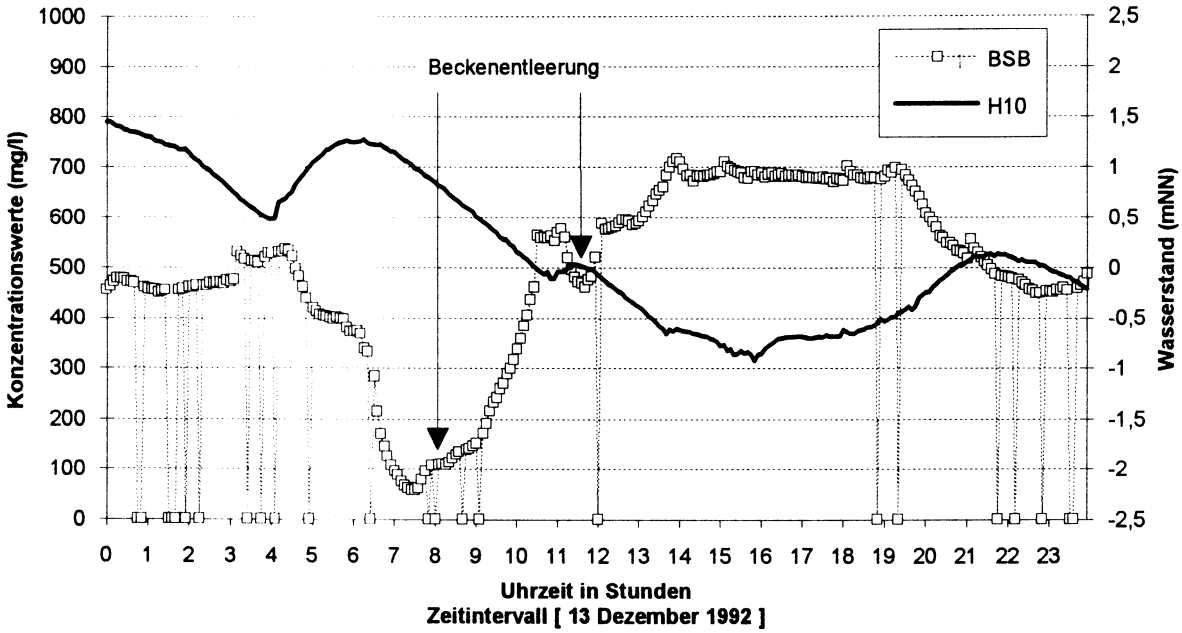


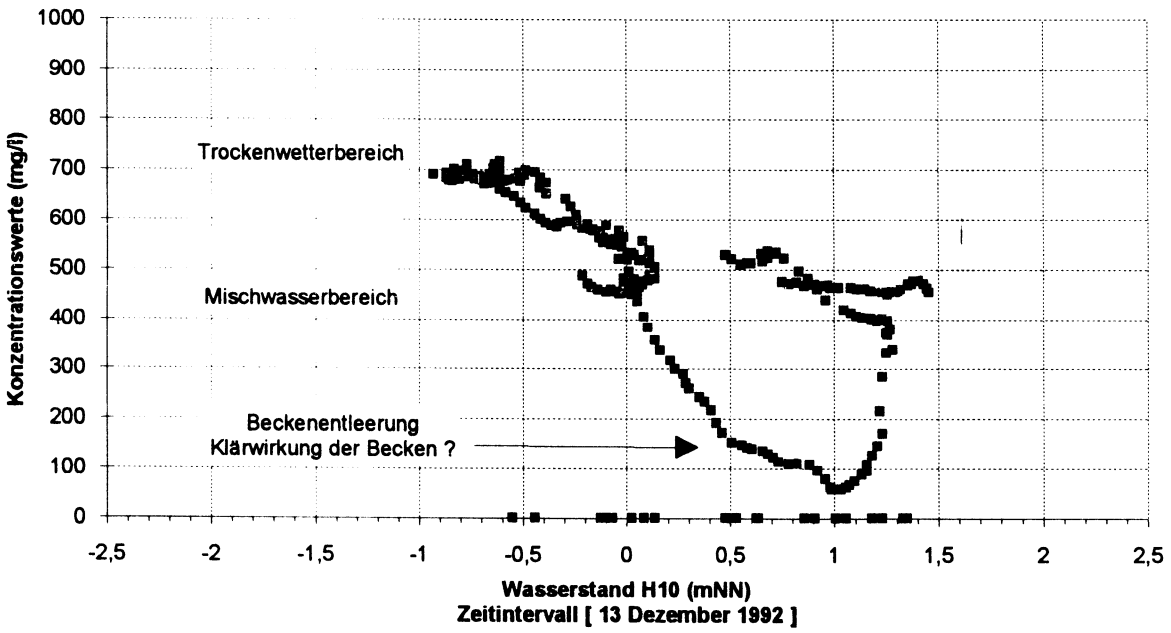

Stauraum Krimpel
Wasserstand (mNN)
Abfluß (m3/5min)
H22
QabKrimpel
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-2
-2,5
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Uhrzeit in Stunden
Zeitintervall [ 13 Dezember 1992 ]

# Der BSB-Parameter

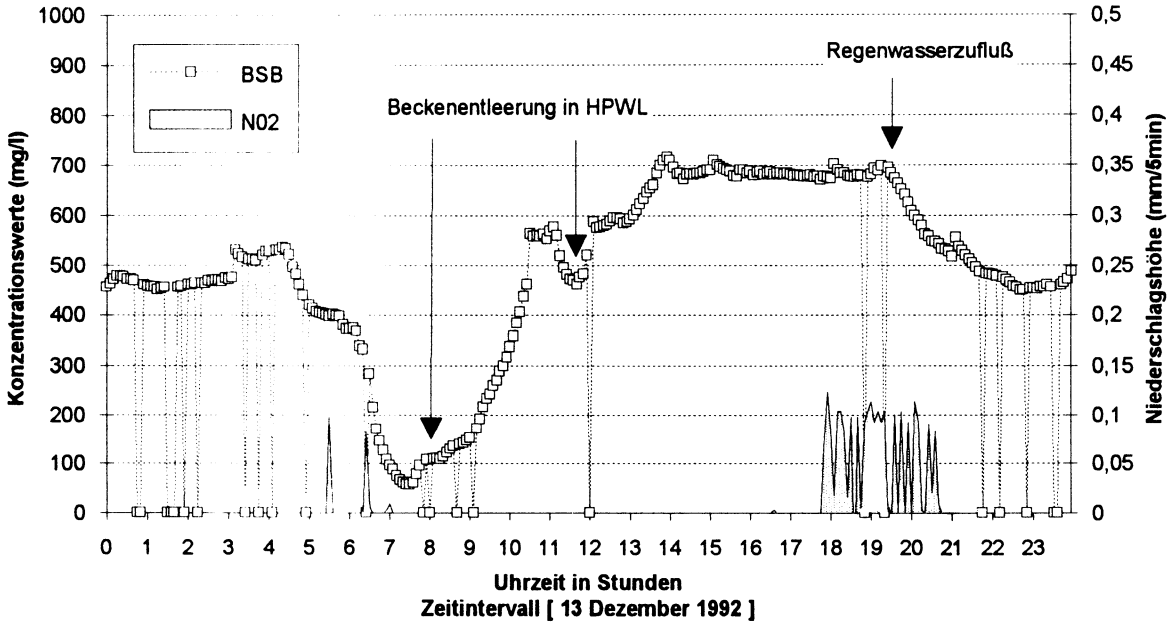
**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

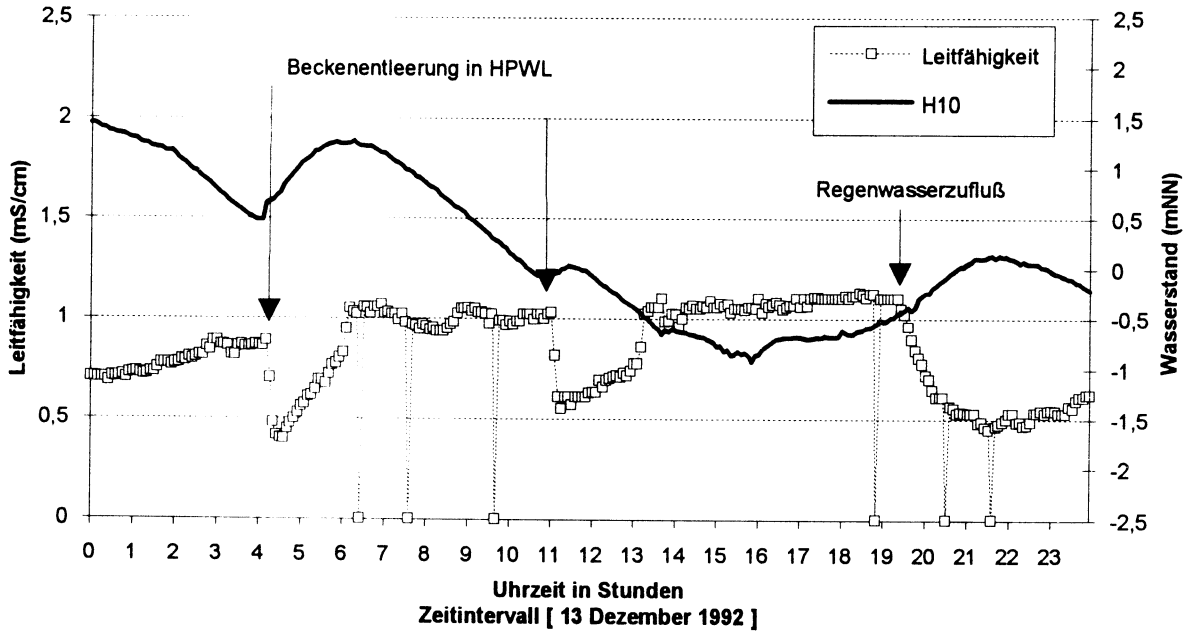


**Zusammenhang zwischen dem BSB und dem Niederschlag**

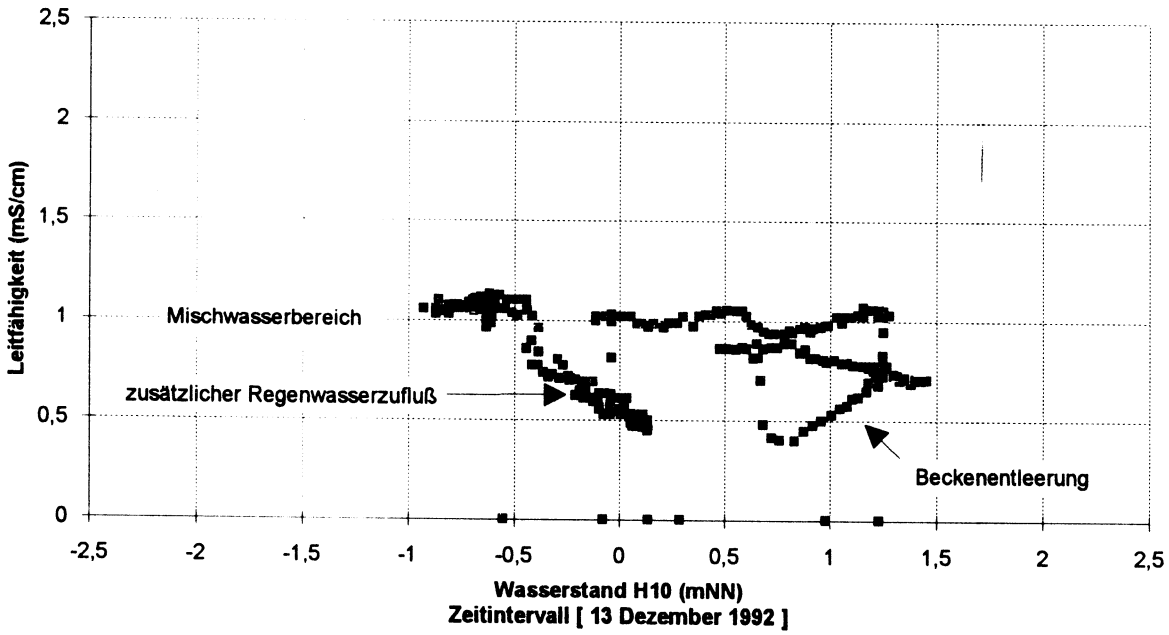


# Der Parameter Leitfähigkeit

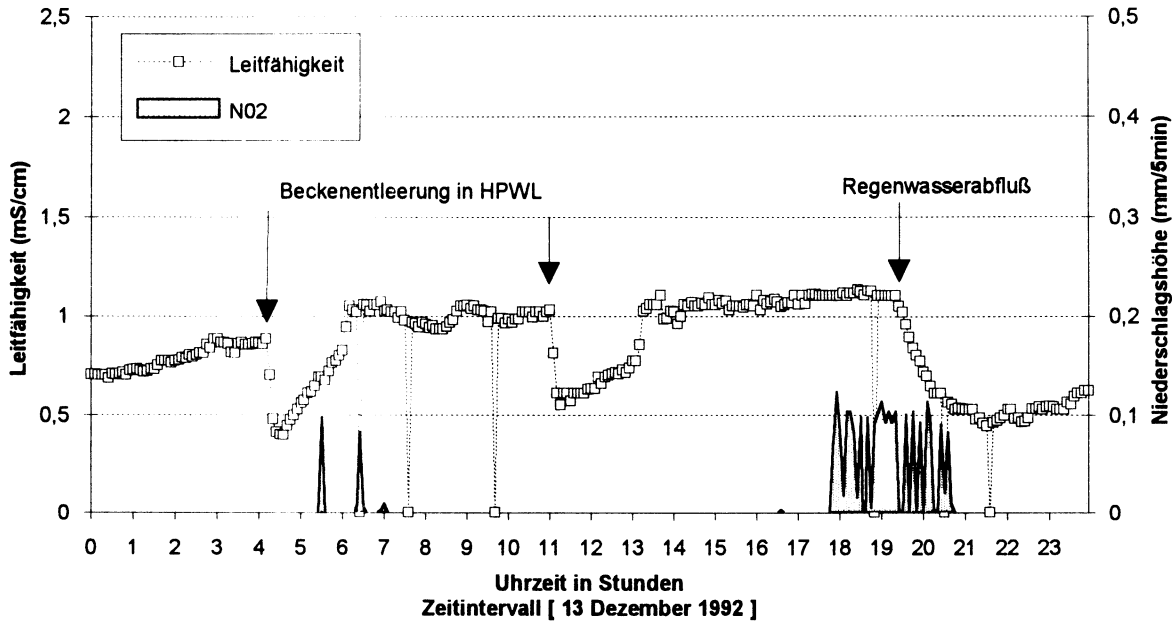
## Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung




## Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung

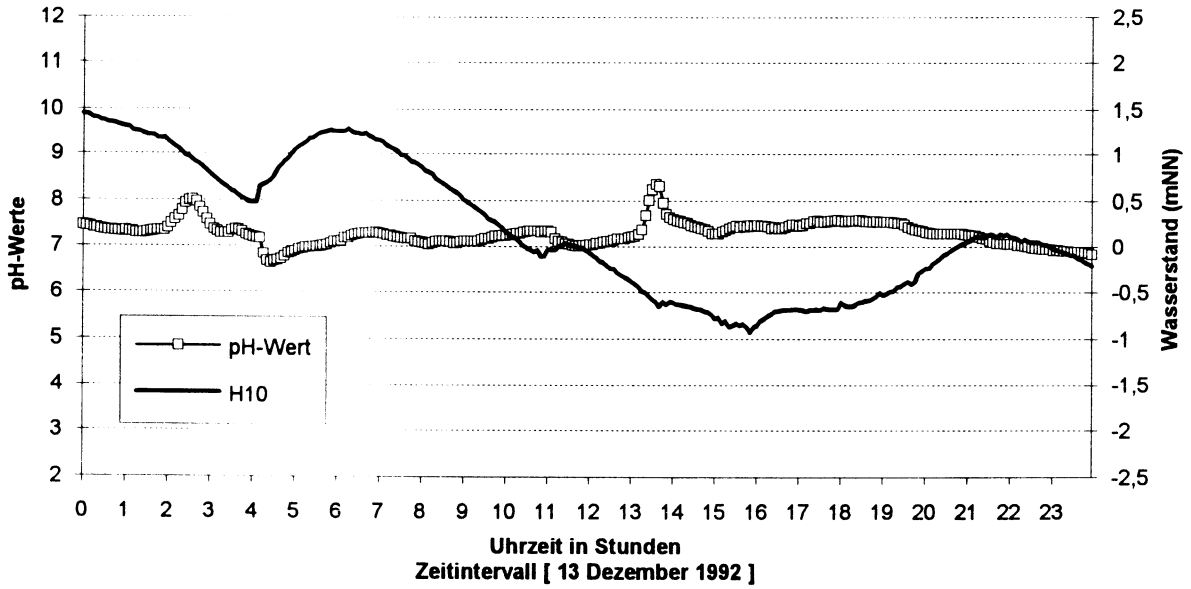


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

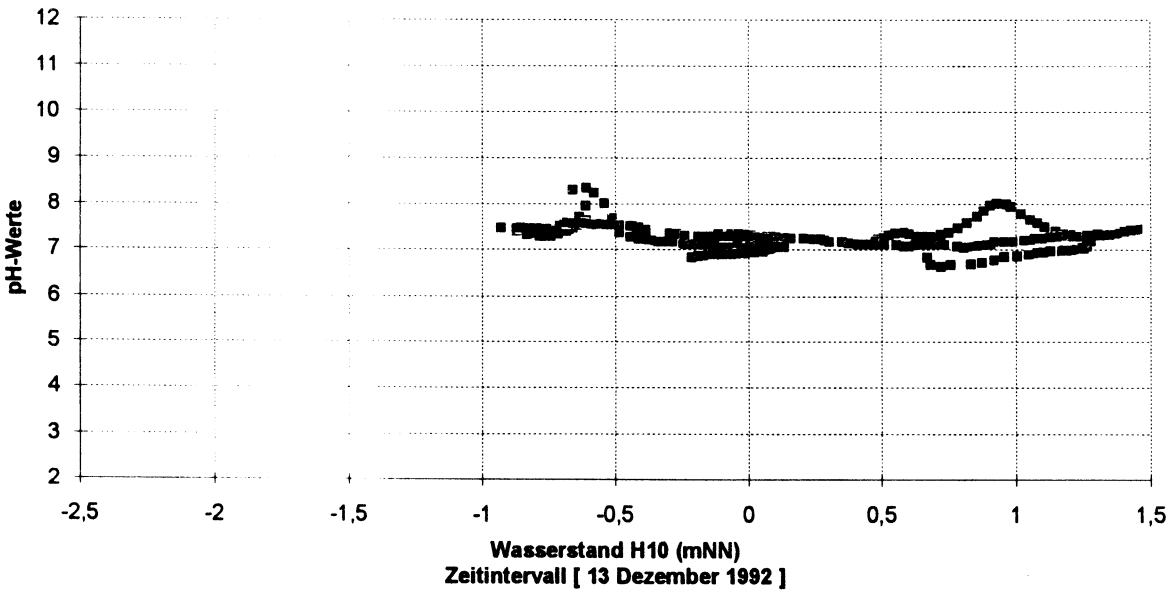


# Der Parameter pH

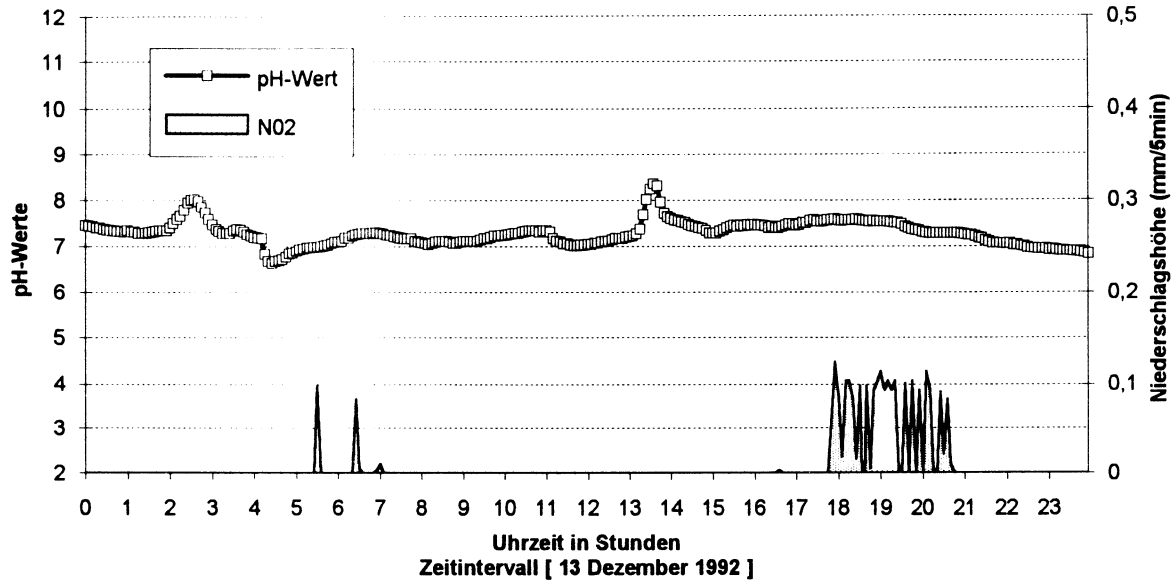
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



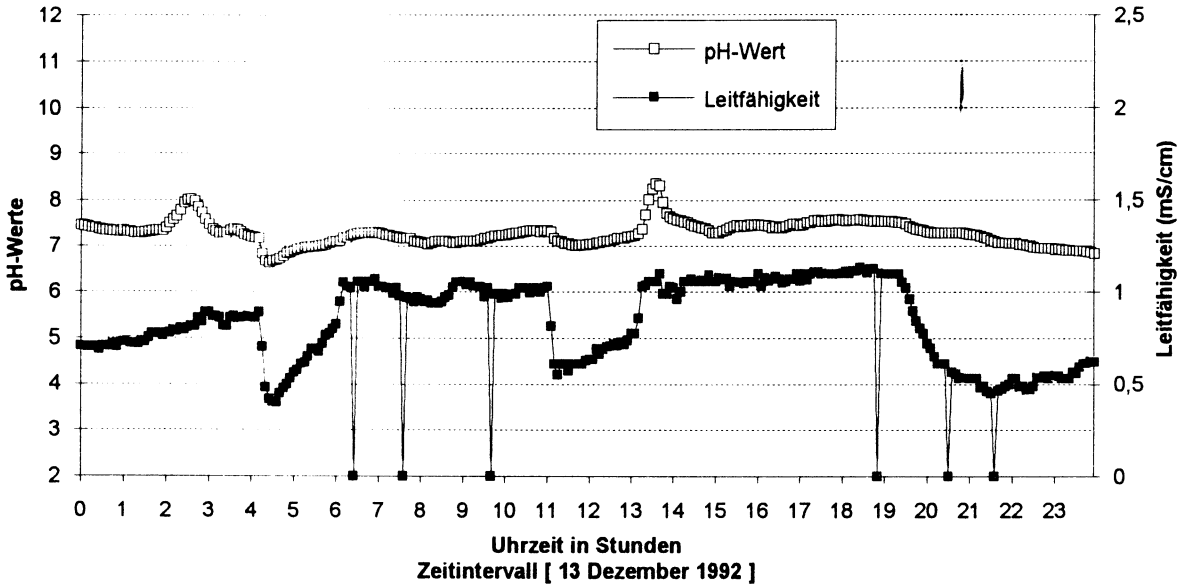

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



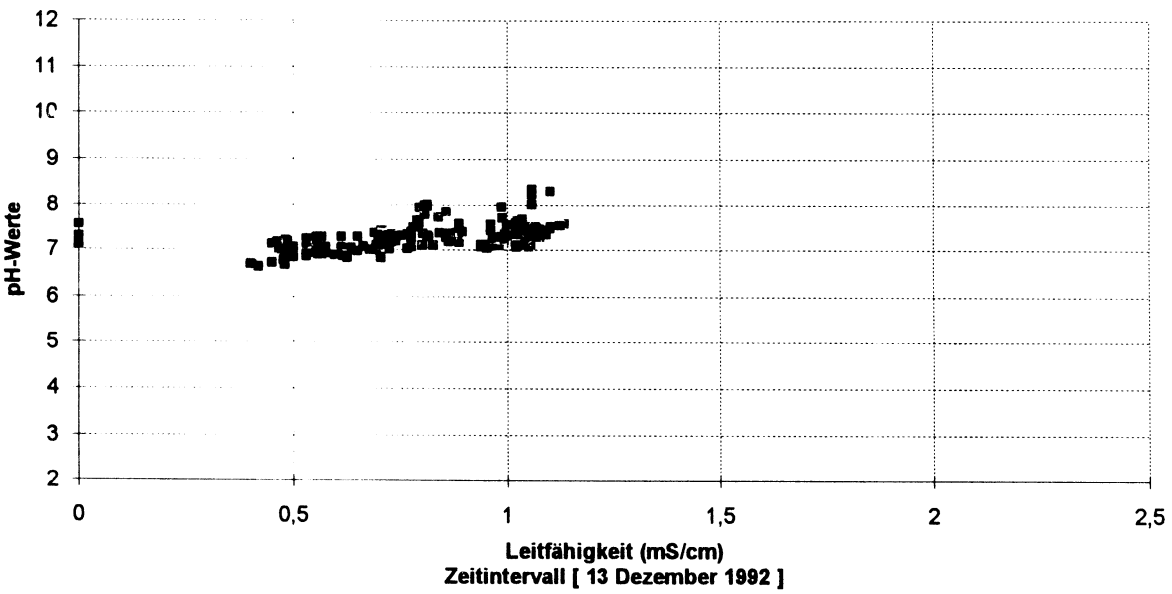
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag**



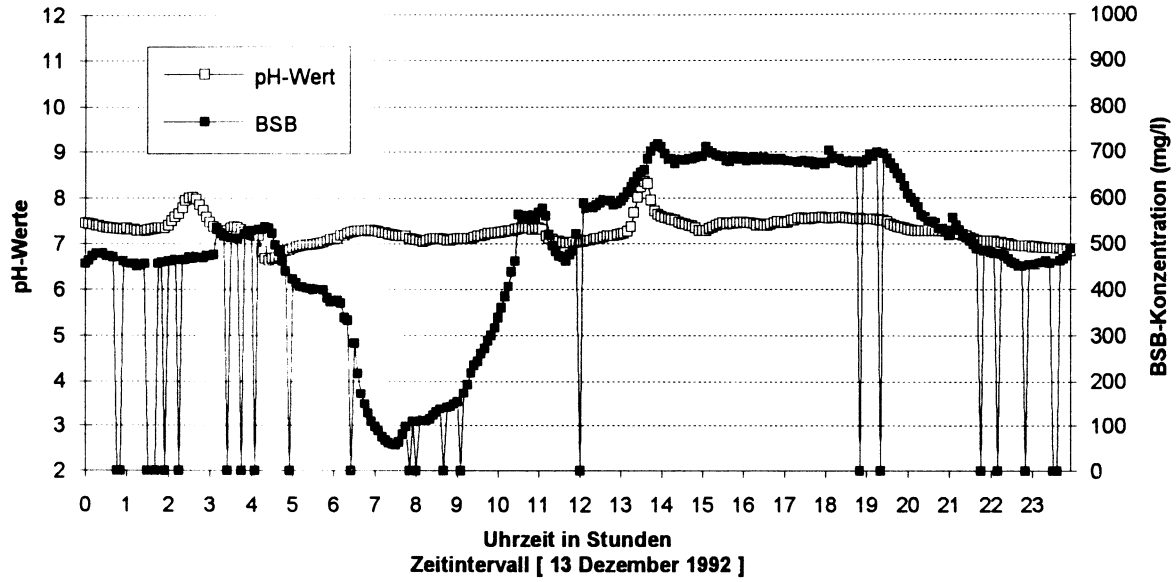
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



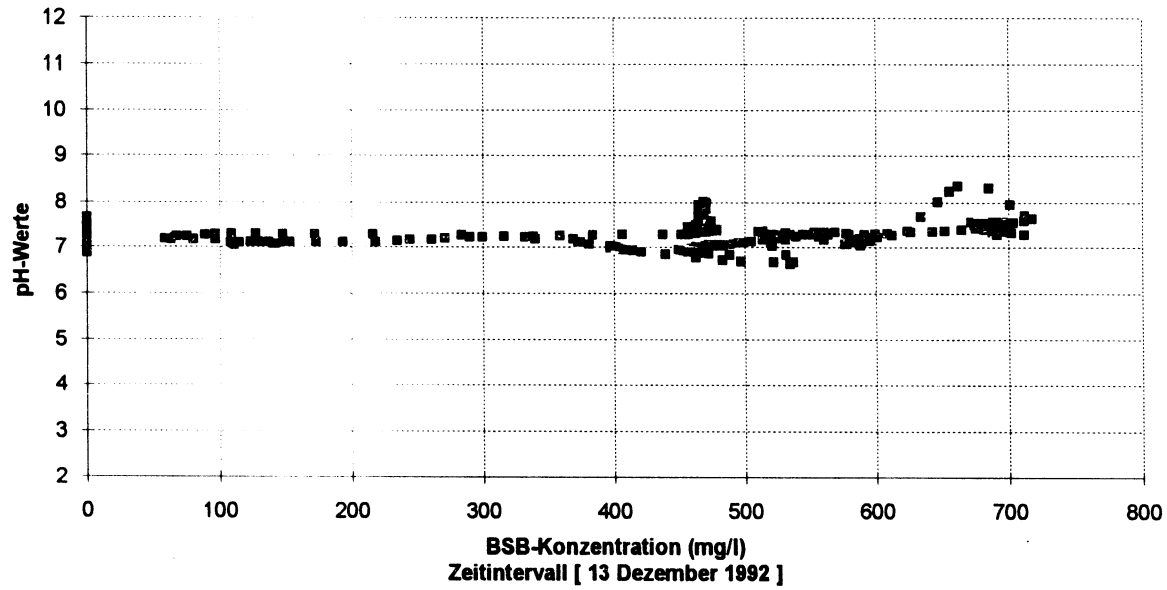

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



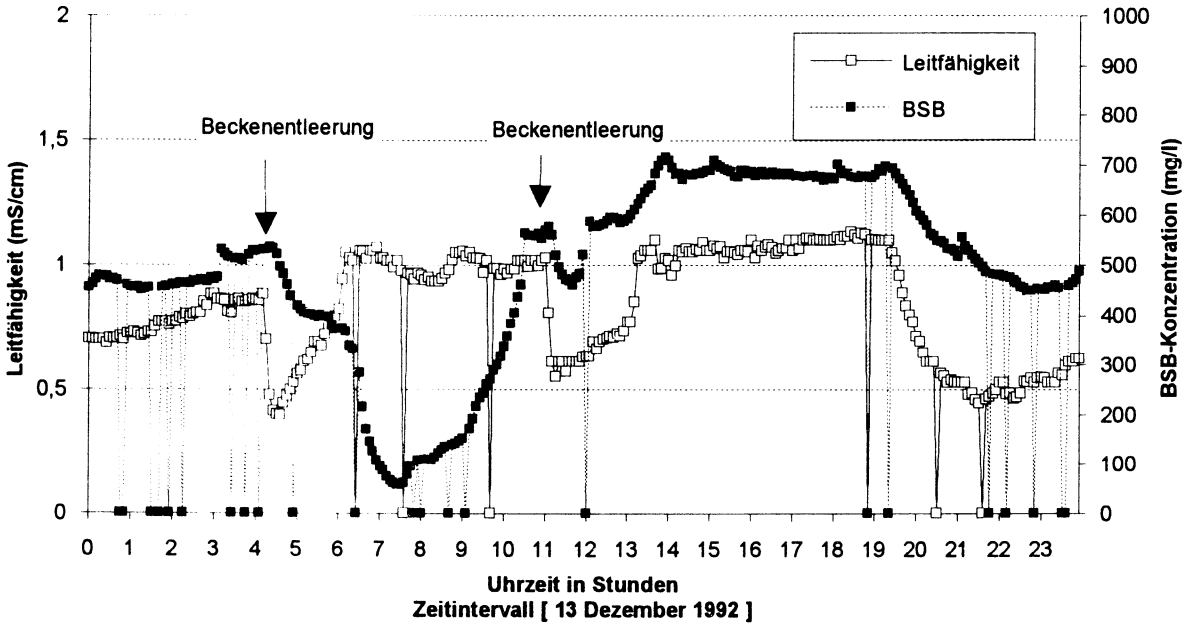
**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



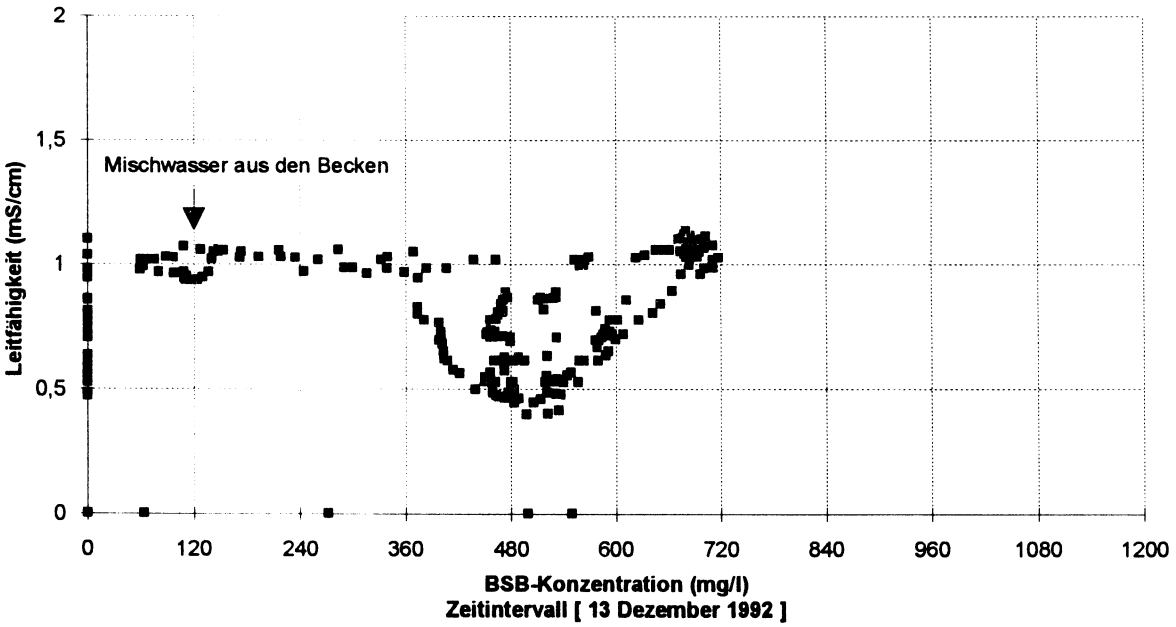

**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



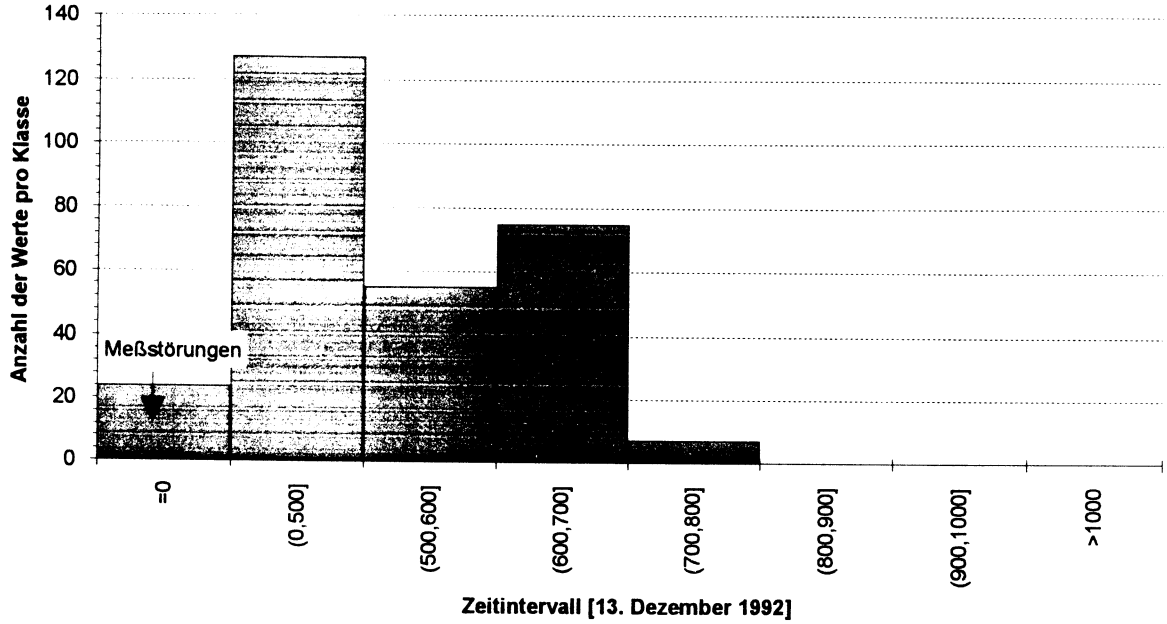
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**



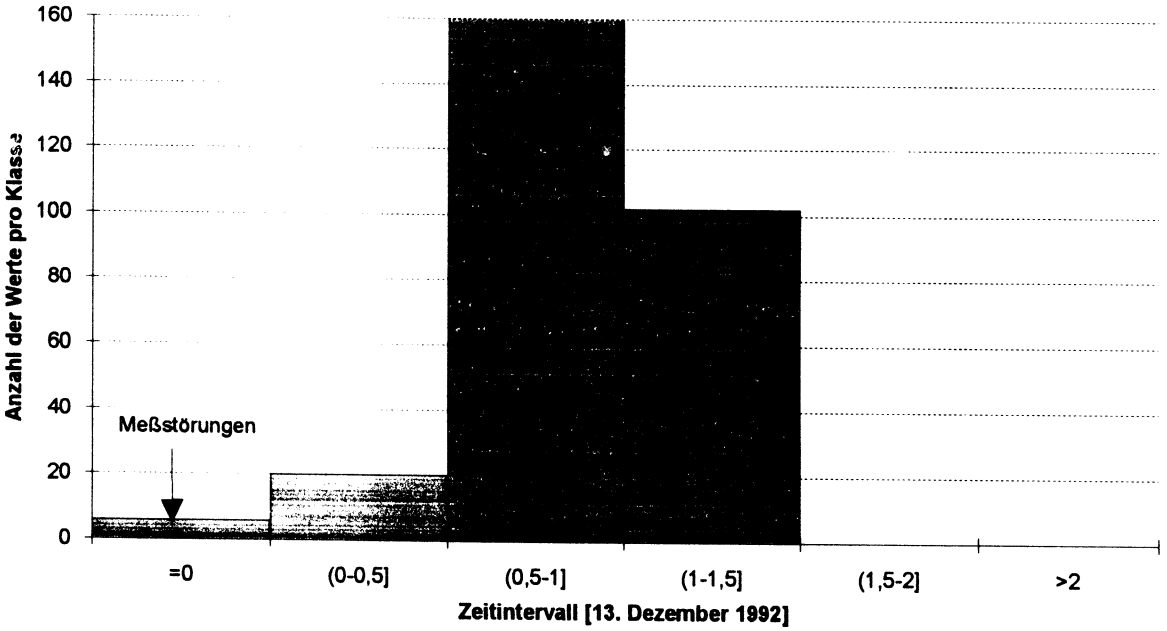

**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**

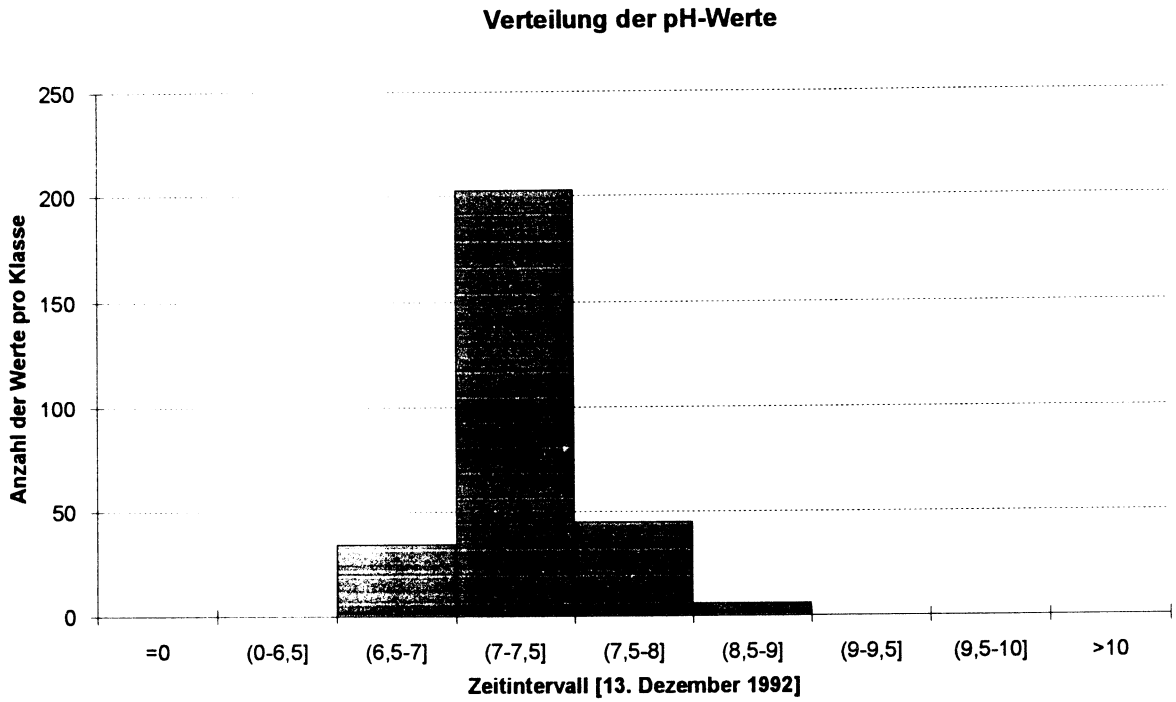


**Verteilung der BSB-Werte**




**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**




Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
250
200
150
100
50
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [13. Dezember 1992]

**Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise - Zeitintervall [11. Dezember - 13. Dezember 1992]**

Am 11. Dezember 1992 um ca. 14:45 Uhr trat ein intermittierendes Regenereignis ein, das sich über die zwei folgenden Tage fortsetzte.

| Datum | Tagesniederschlag in N02 (mm) | Q-Links* ($m^3$) | Q-Rechts** ($m^3$) |
|---|---|---|---|
| 11.12.1992 | 10,5 | 57 366 | 121 280 |
| 12.12.1992 | 6,2 | 83 401 | 207 012 |
| 13.12.1992 | 2,35 | 88 266 | 146 096 |

Tab.1: Abflußmengen

(*) Q-Links :Tagesabfluß aus dem Gebiet Links-der-Weser → Seehausen
(**) Q-Rechts :Tagesabfluß aus dem Gebiet Rechts-der-Weser → Seehausen

Am ersten Tag blieb zunächst der Wasserstand in H10 bis um 15:20 Uhr im Trockenwetterbereich - +0,4 mNN < H10 < -1,20 mNN -. Durch den Regenwasserzufluß stieg er dann unaufhörlich bis um ca. 24:00 Uhr an. Zu diesem Zeitpunkt erreichte er die maximale Höhe von ca. +1,95 mNN . Bis Ende des folgenden Tages beharrte er auf diesem Niveau.
Die Entleerung des Stauraums in HPWL begann am 13. Dezember um ca. 1:00 Uhr. Um 4:00 Uhr startete die Beckenentleerung in mehreren Etappen - [4:00 - 5:00 Uhr] und [11:00 - 21:00 Uhr ] -. Schon Ende des Vormittags lagen die Wasserstandswerte weitgehend im normalen Trockenwetterbereich.

Drei Viertelstunden nach Auftreten des Regenereignisses - 11. Dezember 1992 um ca. 15:30 Uhr - erhöhte der Maschinist die Förderleistung nach Seehausen von ca. 670 l/s auf 1300 l/s. Ca. zwei Stunden später - um ca. 17:15 Uhr - wurde die Pumpenförderung auf 900 l/s zurückgefahren (wegen erhöhter Förderung aus HPW1). Auf dem Niveau beharrte die Förderleistung HPWL → Seehausen fast 33 Stunden - bis am 13. Dezember um 2:00 Uhr -.
Während der Entleerungsphase wurde die Förderleistung nach Seehausen zunächst auf 1 300 l/s erhöht. Um ca. 6:00 Uhr wurde sie auf 1 200 l/s zurückgefahren, bis der Wasserstand in H10 -0,5 mNN unterschritt - 13. Dezember 1992 um 13:35 Uhr -.
Der am Nachmittag des 13. Dezembers gefallene Regen - ca. 2 mm - erzeugte nur wenig Regenwasserabfluß. Der Zustand im Stauraum HPWL wurde dadurch nicht signifikant beeinflußt.

Am 11. Dezember beharrte zunächst der Wasserstand in H22 länger als in H10 auf dem Trockenwetterniveau -≈ 0,90mNN -. Dies ist auf die in Krimpel eingebaute Wasserstandregelung zurückzuführen.
Ab 18:35 Uhr bis zum folgenden Tag um 1:00 Uhr wurde aber die Förderleistung Krimpel → HPWL vollständig eingestellt. Dadurch stieg der Wasserstand in H22 rasch an. Ca. eine Stunde später - um 19:20 Uhr - überholte der Wasserstand in H22 den Wasserstand in H10. Um 21:10 Uhr erreichte der Wasserstand in H22 die maximale Höhe von +1,96 mNN - . Er beharrte auf dem Niveau ≈+1,80 mNN, bis die Entleerung des Stauraums Krimpel in Gang gesetzt wurde - 12. Dezember um ca. 0:45 Uhr -. Der Versuch wurde wegen anhaltenden Regens unterbrochen.
Erst um ca. 5:00 Uhr wurde der Stauraum Krimpel richtig entleert. Drei Stunden später - um 8:00 Uhr - war der Trockenwetterwasserstand in H22 wieder erstellt und beharrte trotz nachfolgender Regenausbrüche.

## Zusammenfassung des Zustandsverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise - Zeitintervall [11. Dezember - 13. Dezember 1992]

### Parameter BSB

Vor Auftreten des Regenereignisses - um 14:45 Uhr - blieb der BSB die meiste Zeit im Trockenwetterbereich - BSB ≈ 900 mg/l -. Zwei Male fiel der BSB wegen Einleitung kaum belasteten Abwassers deutlich (vgl. Tab.2).

| Zeitintervall | BSB-Minimum | Zeitpunkt des Auftretens |
|---|---|---|
| [3:00 - 4:45 Uhr] | 490 mg/l | 3:50 Uhr |
| [6:00 - 7:00 Uhr] | 515 mgl/l | 6:25 Uhr |

Tab.2: Einleitung in den Kanal am 11. Dezember 1992

Zwischen 7:05 und 12:45 Uhr lag der BSB im Bereich 900 mg/l < BSB < 1 000 mg/l, danach im Bereich 800 mg/l < BSB < 900 mg/l.
Als Regenwasser dem Stauraum zuzufließen begann, verringerte sich der BSB. Ca. 11 Stunden später - 12. Dezember 1992 um ca. 2:00 Uhr - erreichte der BSB einen ersten Tiefpunkt bei 220 mg/l. Im Bereich 150 mg/l < BSB < 300 mg/l beharrte er bis 19:00 Uhr. Während dieser Periode war ständig Regenwasser dem Kanal zugeflossen, so daß sich der Wasserstand in H10, trotz relativ hohe Förderleistung nach Seehausen - ≈ 900 l/s - , zwischen +1,5 mNN und +2,0 mNN hielt.
Am 12. Dezember 1992 zwischen 18:00 Uhr und 22:00 Uhr erreignete sich ein letztes Konzentrationstief, dessen Minimum um 20:05 Uhr ca. 65 mg/l betrug. Ab 22:00 Uhr stieg der BSB-Wert wieder ständig.

Am 13. Dezember, als die Entleerung des Stauraums HPWL schon begonnen hatte, erreichte der BSB einen stabilen Zustand bei ca. 500 mg/l.
Nach Beginn der Beckenentleerung verringerte sich die BSB-Konzentration schlagartig. Um ca. 7:30 Uhr wurden äußerst niedrige BSB-Werte gemessen - ≈ 65 mg/l -, die vielleicht auf eine gute Klärwirkung der Becken hinweisen könnten.
Nach Ende der Beckenentleerung erhöhten sich langsam der BSB. Um 14:00 Uhr den Wert erreichte er den Wert 700 mg/l. Nach Auftreten des letzten Regenereignis zwischen 17:50 und 21:00 Uhr ging der BSB zurück auf 500 mg/l.

**Die Leitfähigkeit**

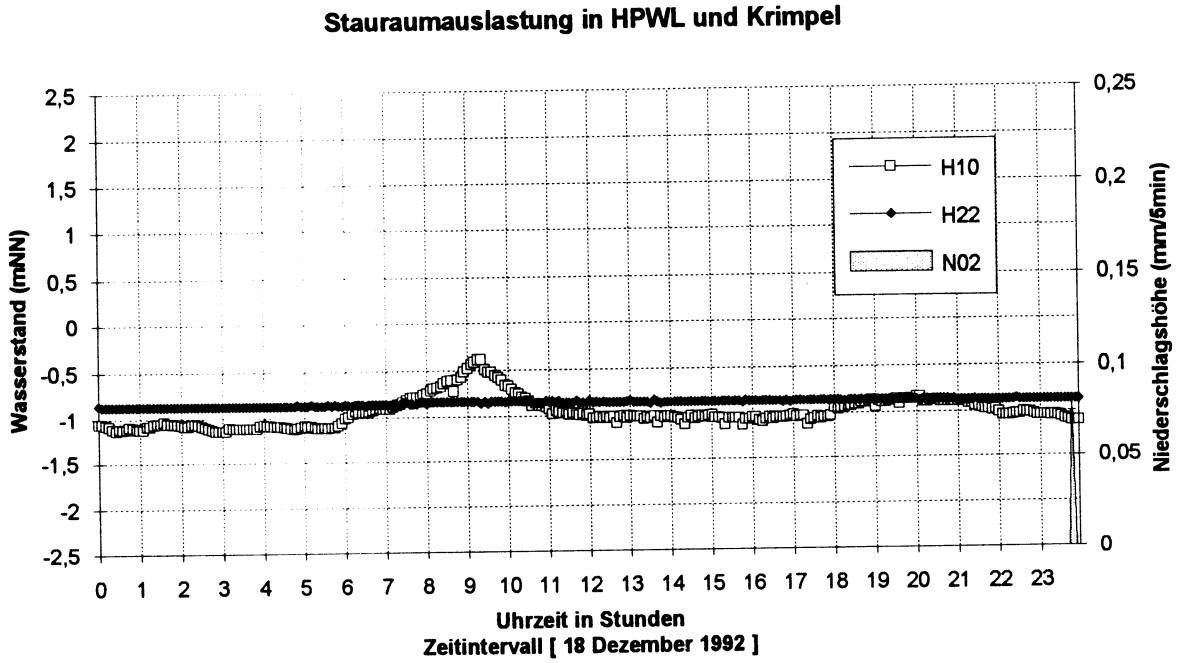
Zunächst blieb die Leitfähigkeit im Trockenwetterbetreich -≈ 1,5 mS/cm -.
Nachdem der Wasserstand in H10 anzusteigen begann - um ca. 15:20 Uhr -, ging die Leitfähigkeit zurück, bis der Wert 0,5 mS/cm - um ca. 17:00 Uhr - erreicht wurde. Dieser Zustand beharrte ungefähr 24 Stunden.
Am 12. Dezember 1992 um 17:00 Uhr, zum gleichen Zeitpunkt als sich die BSB-Konzentration verringerte, stieg die Leitfähigkeit auf 1 mS/cm, um dann wieder leicht zu senken ≈ 0,7 mS/cm.
Gleich nach Beginn der Beckenentleerung - am 13. Dezember um 4:10 Uhr - ging die Leitfähigkeit schlagartig auf 0,4 mS/cm zurück, um dann während der Entleerung allmählich auf 1 mS/cm zurückzukommen. Das gleiche Phenomen wurde am Beginn der zweiten Entleerungsetape - um 11:00 Uhr - beobachtet.
Nach Auftreten eines letzten Regenereignis zwischen 17:50 und 21:00 Uhr ging die Leitfähigkeit auf 0,5 mS/cm zurück.

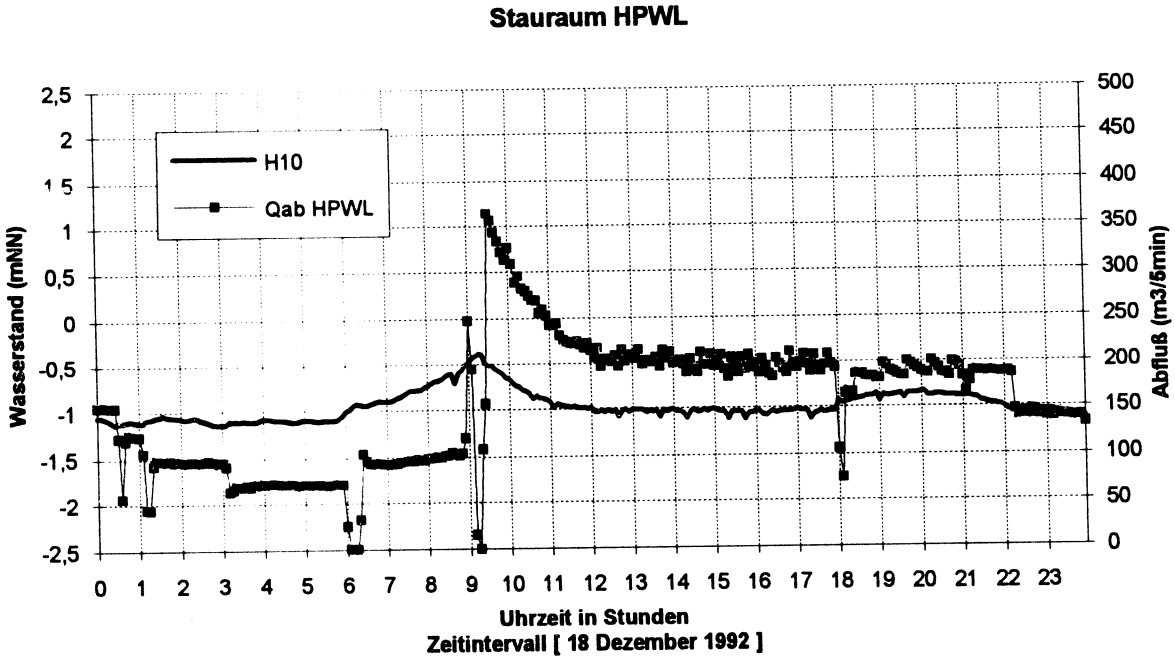
**Der pH-Parameter**

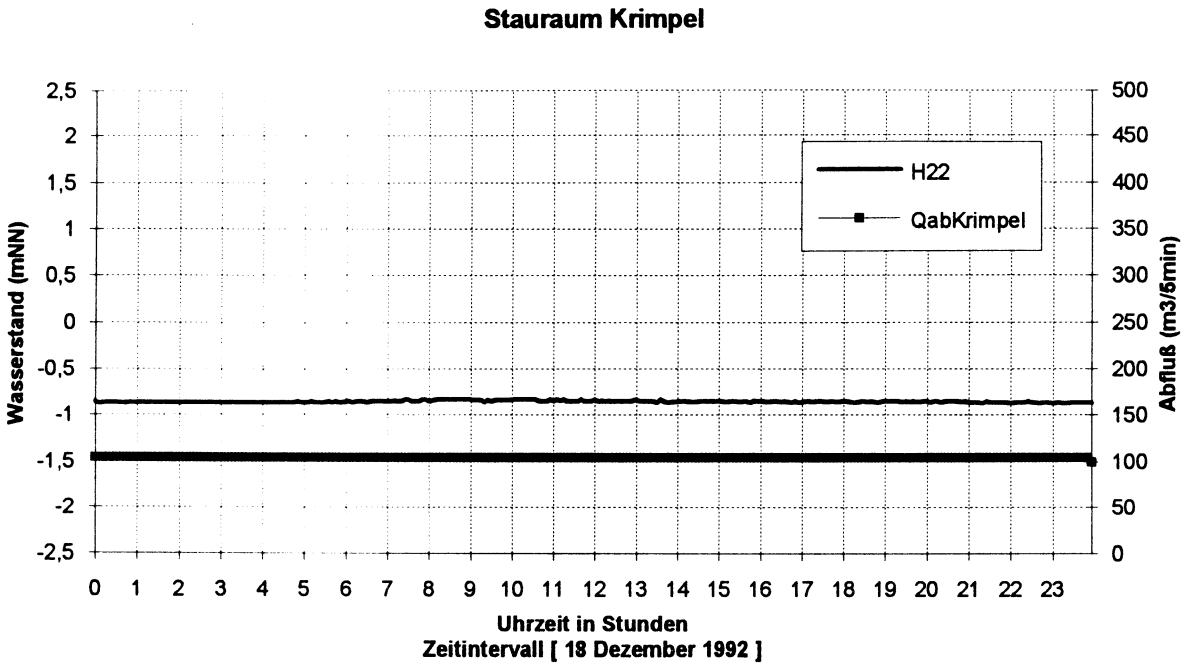
Im Gegensatz zu den beiden ersten Parameter wurde der gemessene pH kaum von den Niederschlagsereignissen beeinflußt.

| Datum | Min/Max | Mittelwert |
|---|---|---|
| 11 Dezember 1992 | 6,8 < pH < 8,7 | 7,40 |
| 12 Dezember 1992 | 6,8 < pH < 8,4 | 7,3 |
| 13 Dezember 1992 | 6,6 < pH < 8,3 | 7,30 |

# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -

Der 18. Dezember 1992 war ein Trockenwettertag (vgl. Tab.1 und Tab.2).

| Pegel | gemessener Bereich (mNN) | Mittelwert (mNN) |
|---|---|---|
| H10 | [-0,39 ; -1,14] | -0,96 |
| H22 | ≈ -0,90 | -0,86 |

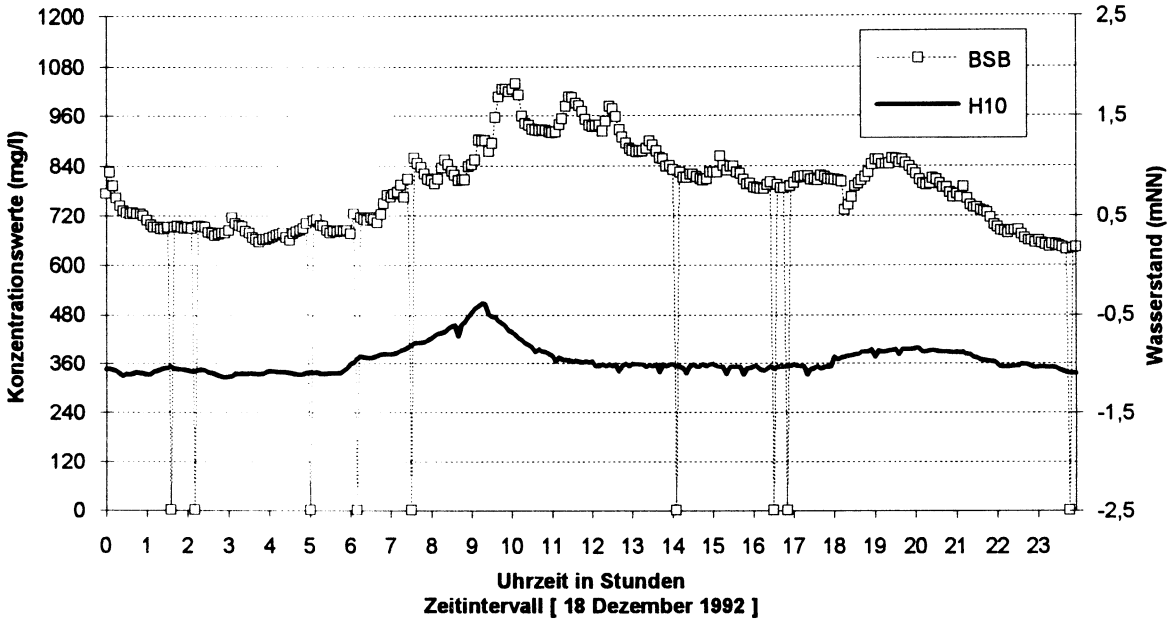
Tab.1: Wasserstände

| | |
|---|---|
| Bremen-Linkes-Weserufer → Seehausen | 45 050 m³ |
| Bremen-Rechtes-Weserufer → Seehausen | 79 908 m³ |

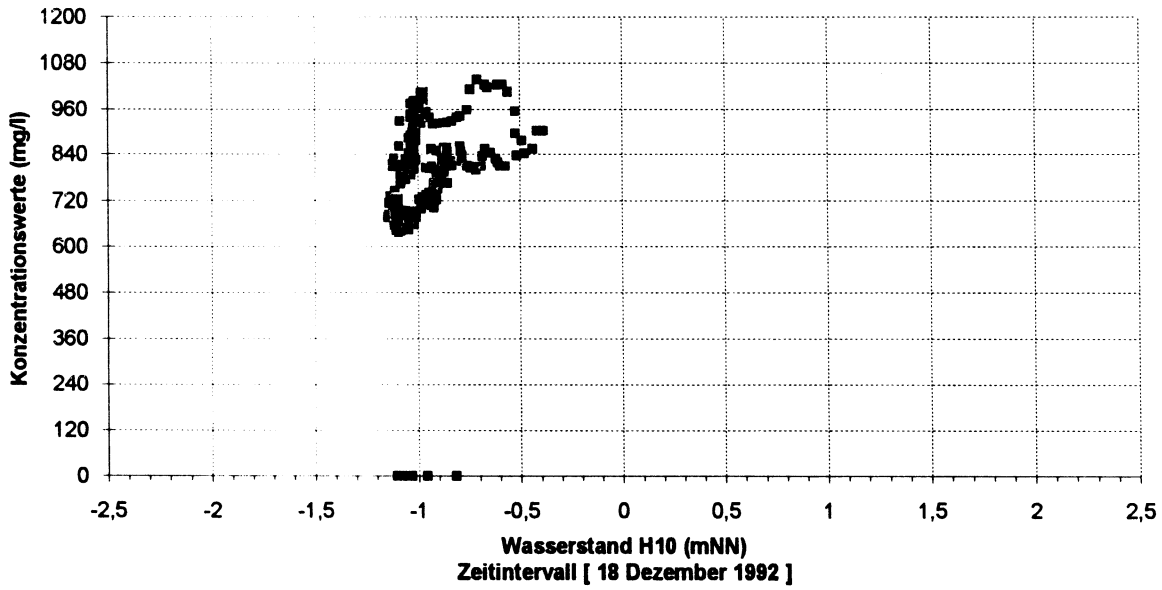
Tab.2: Tagesabflüsse

# Der BSB-Parameter

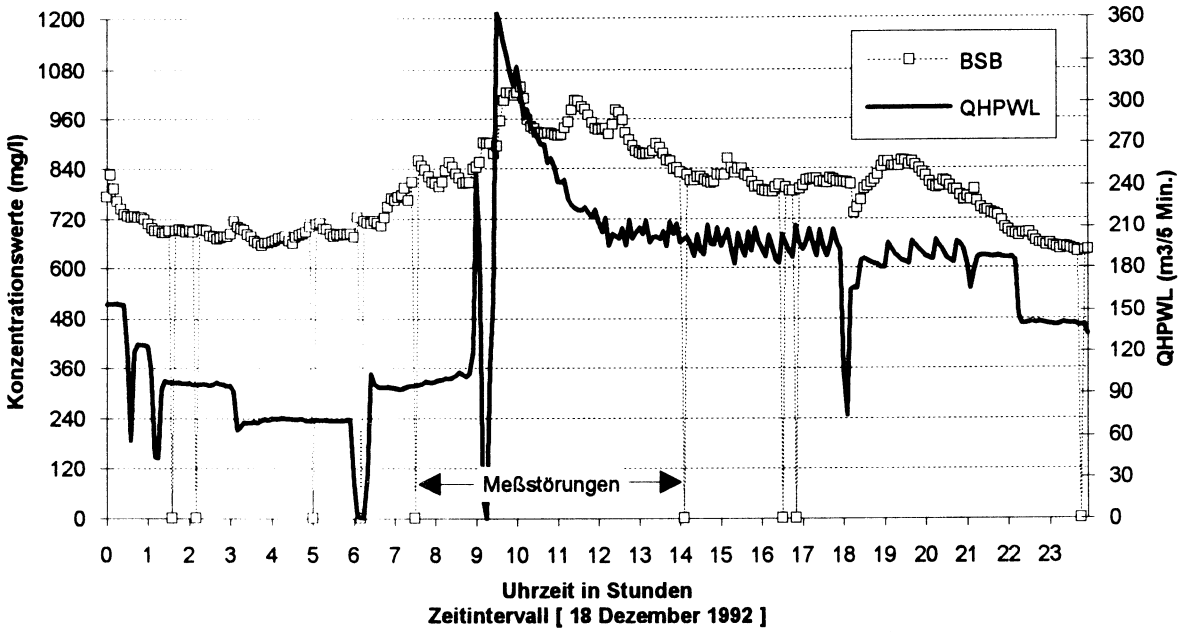
**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**



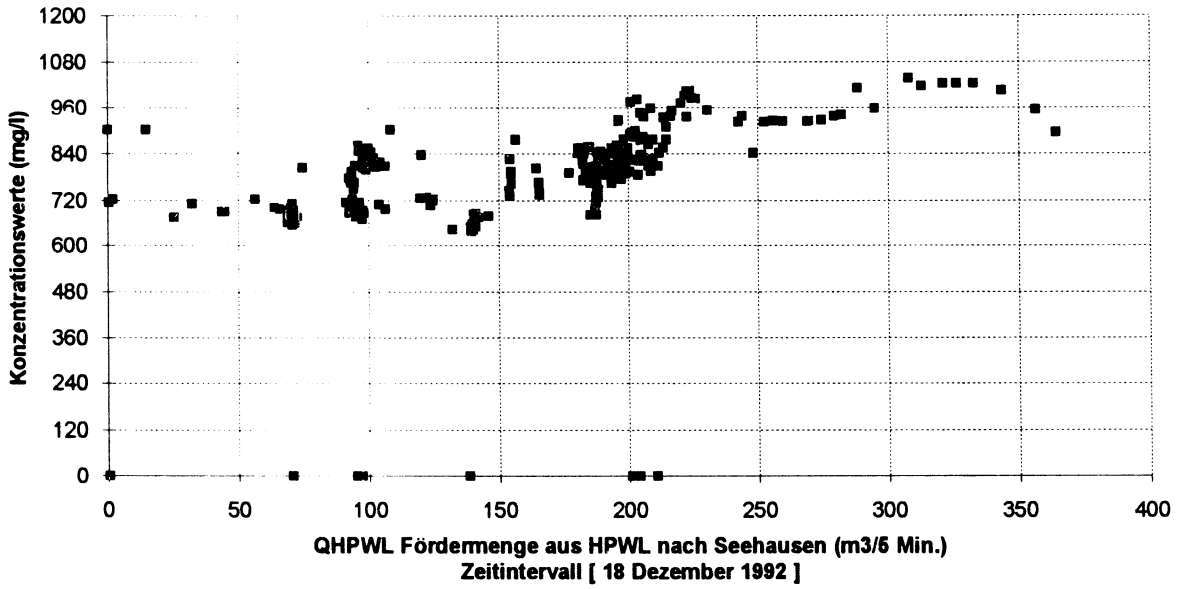

**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**



**Zusammenhang zwischen dem BSB und QHPWL**

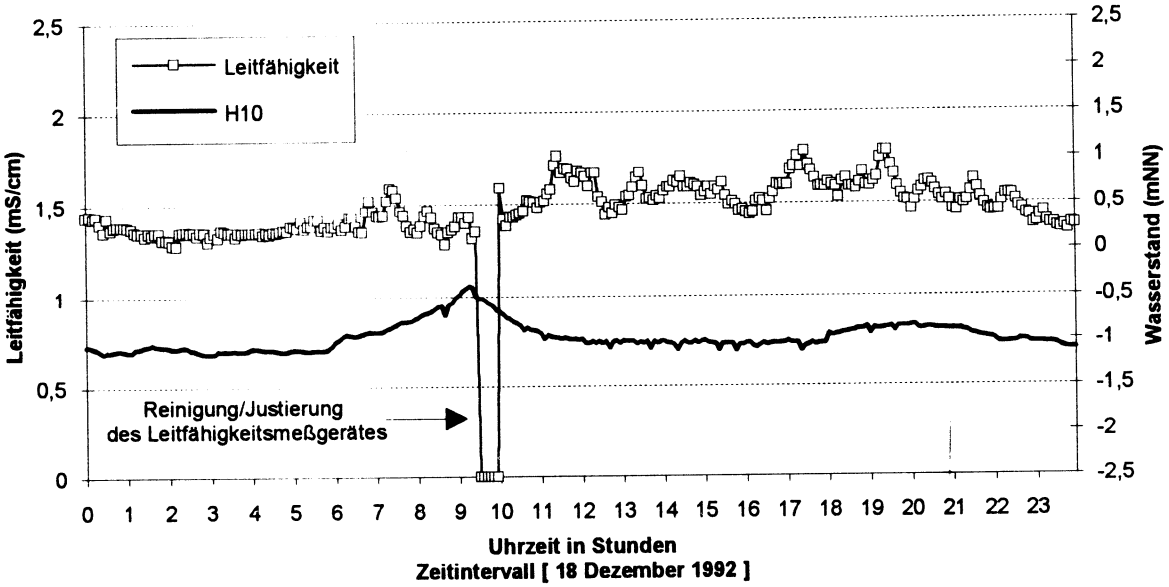



**Zusammenhang zwischen dem BSB und QHPWL**

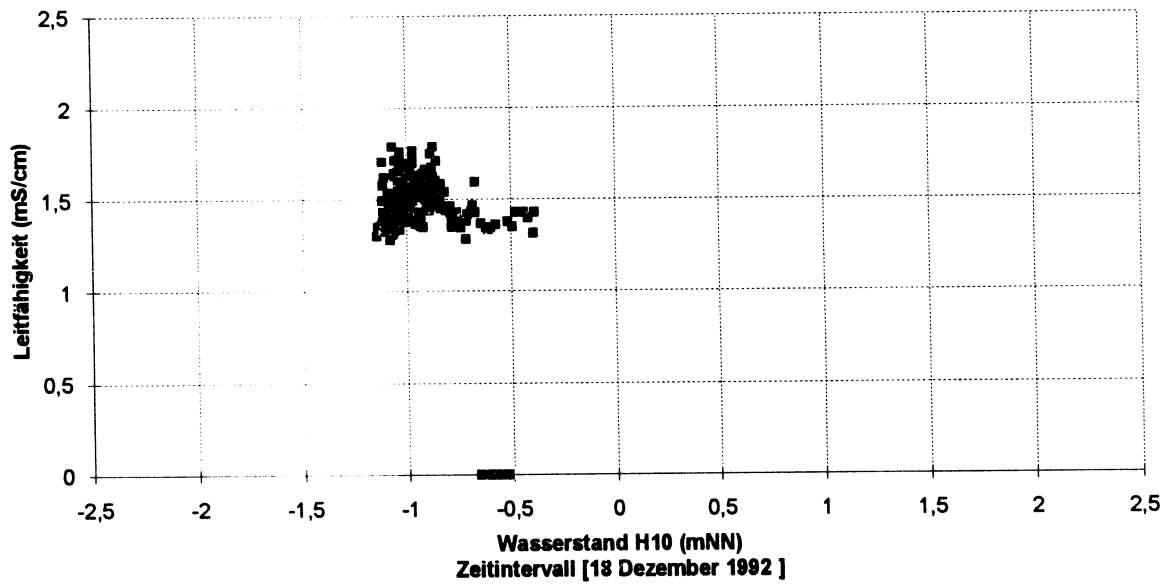


# Der Parameter Leitfähigkeit

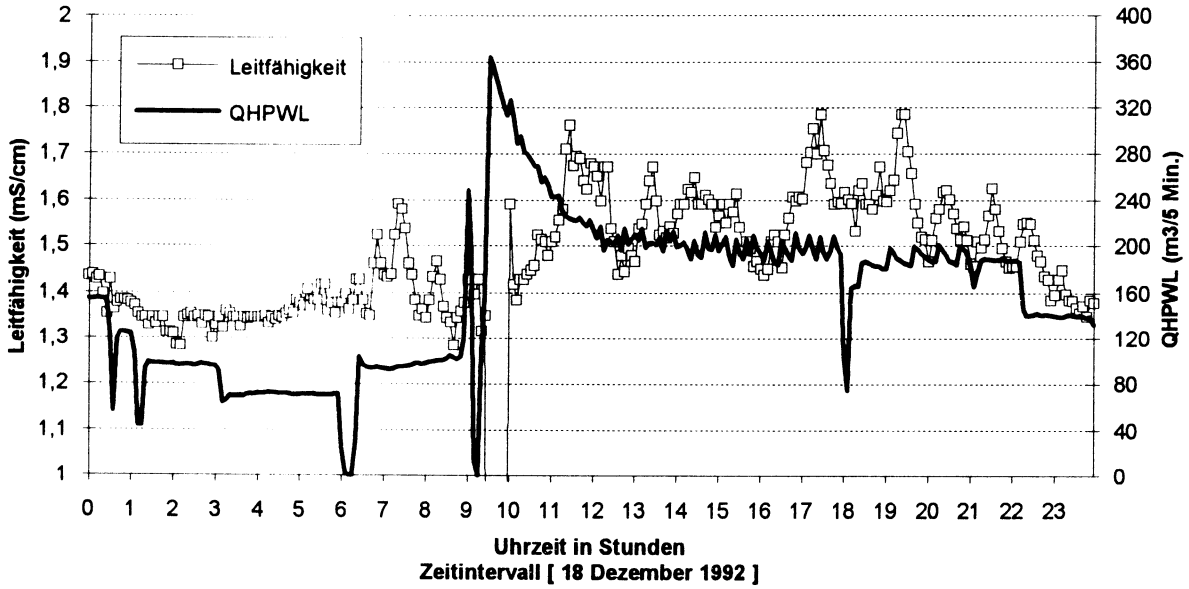
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**



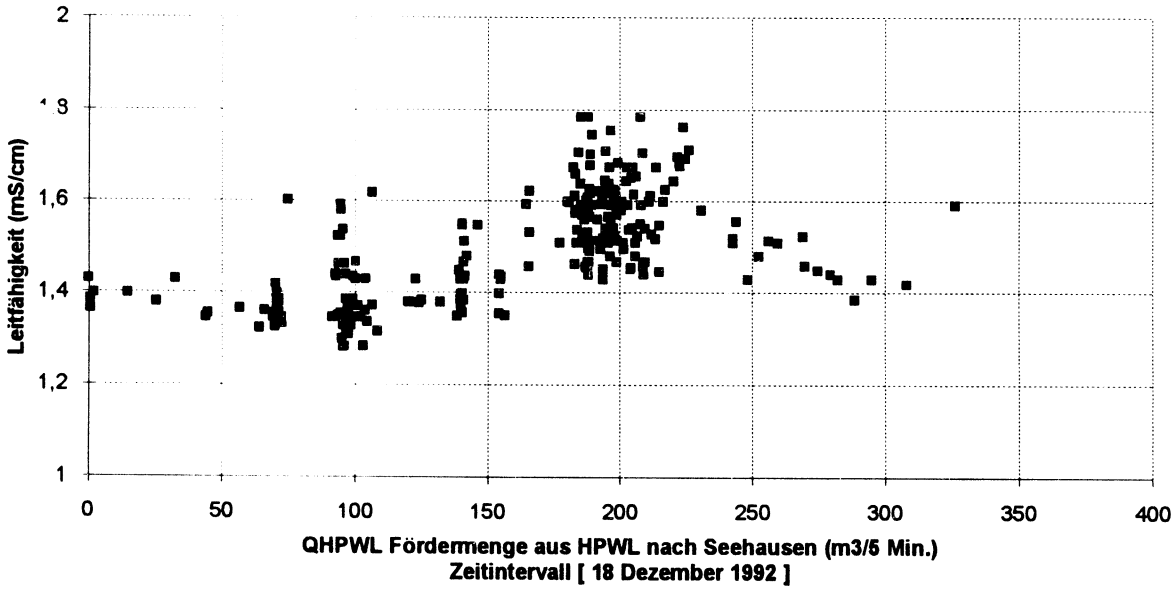

**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und QHPWL**

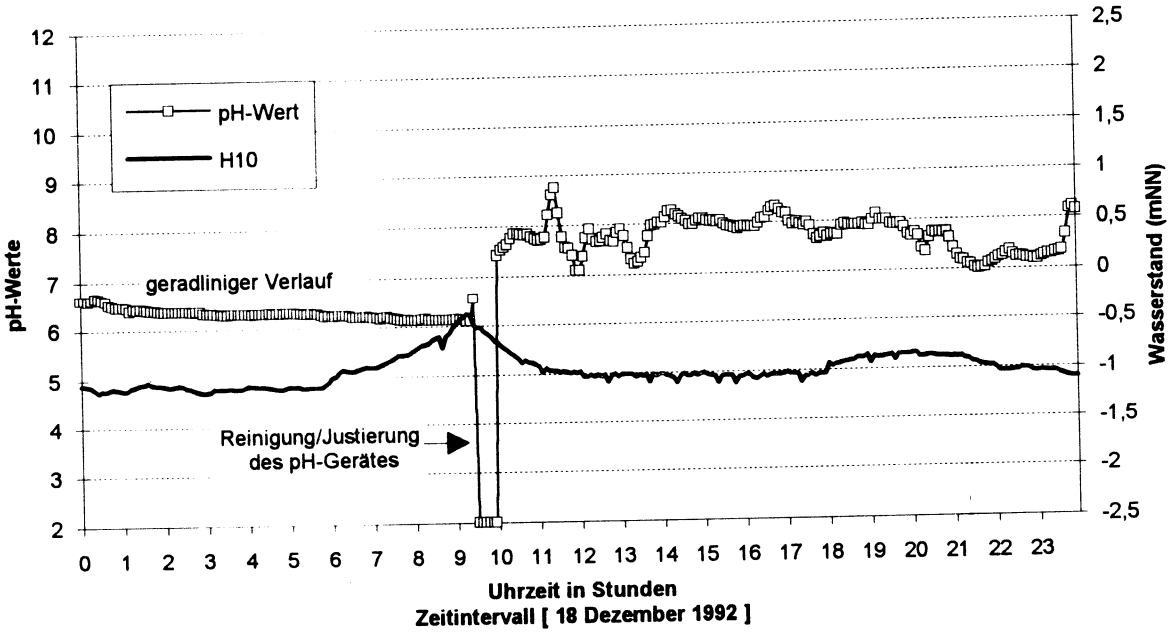



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und QHPWL**

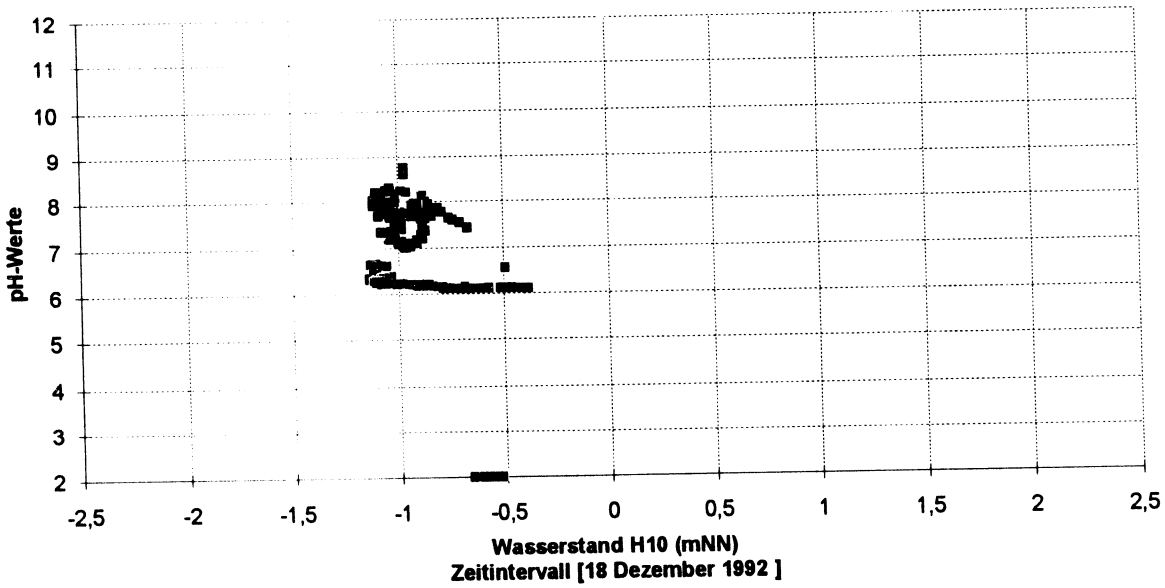


# Der Parameter pH

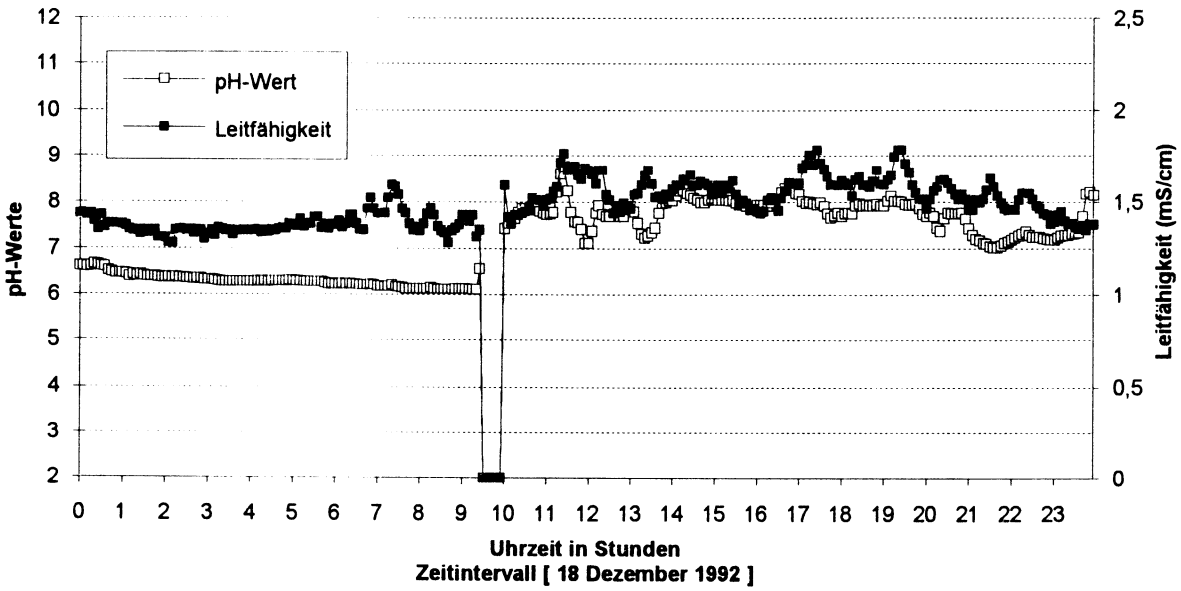
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



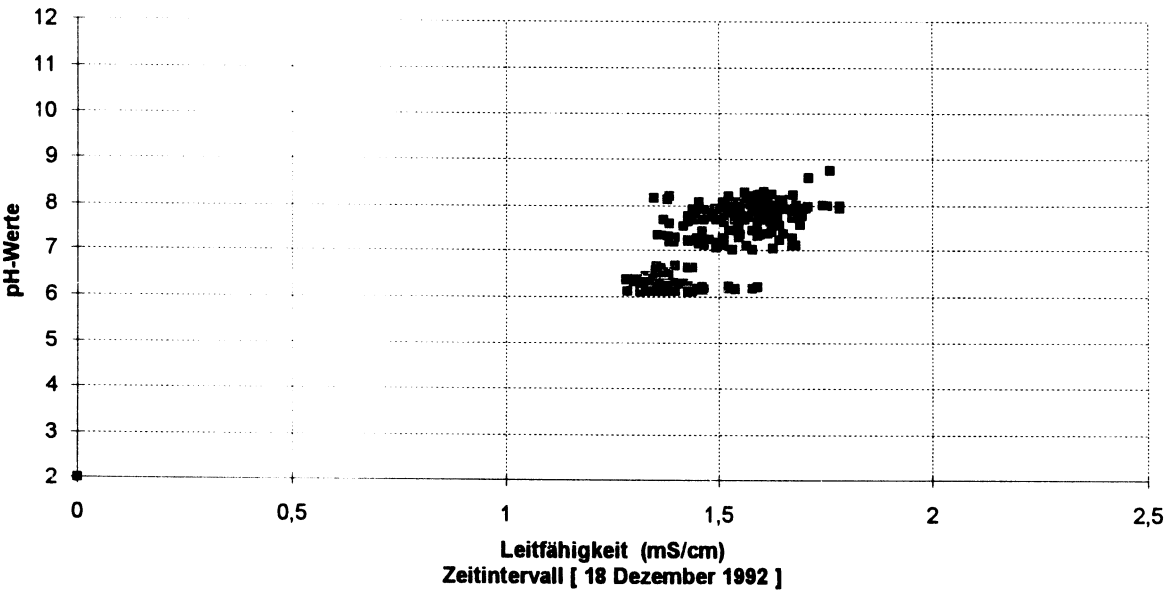

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



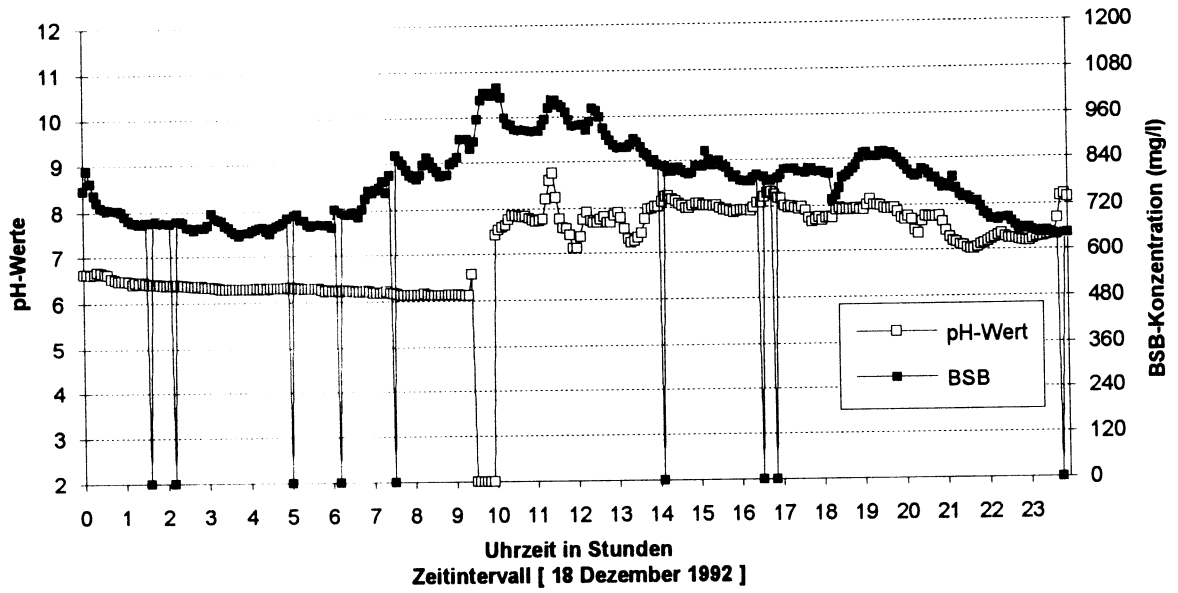
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



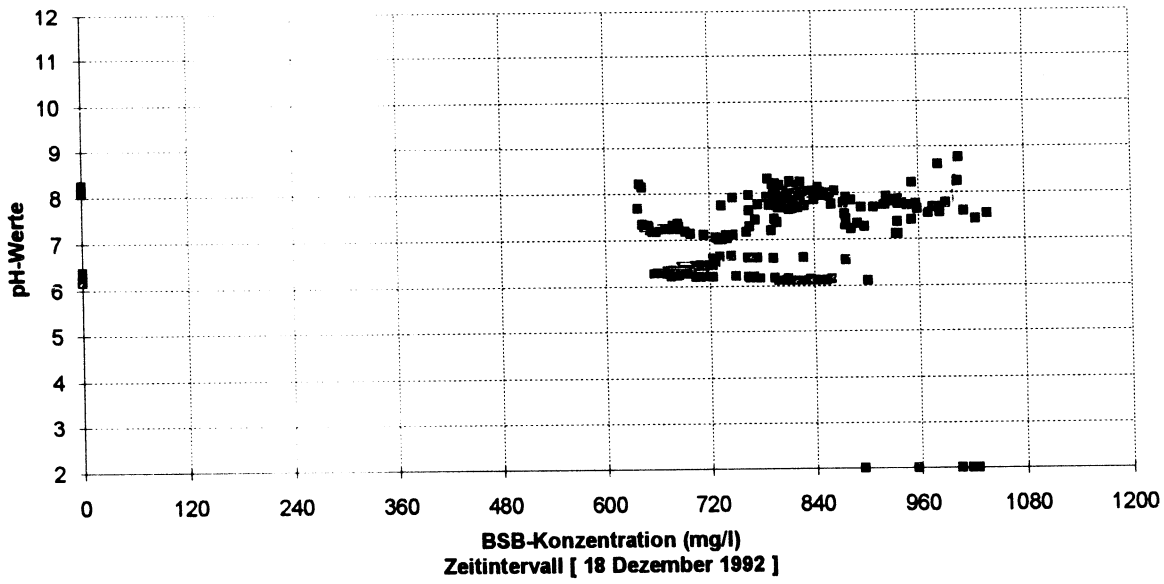

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



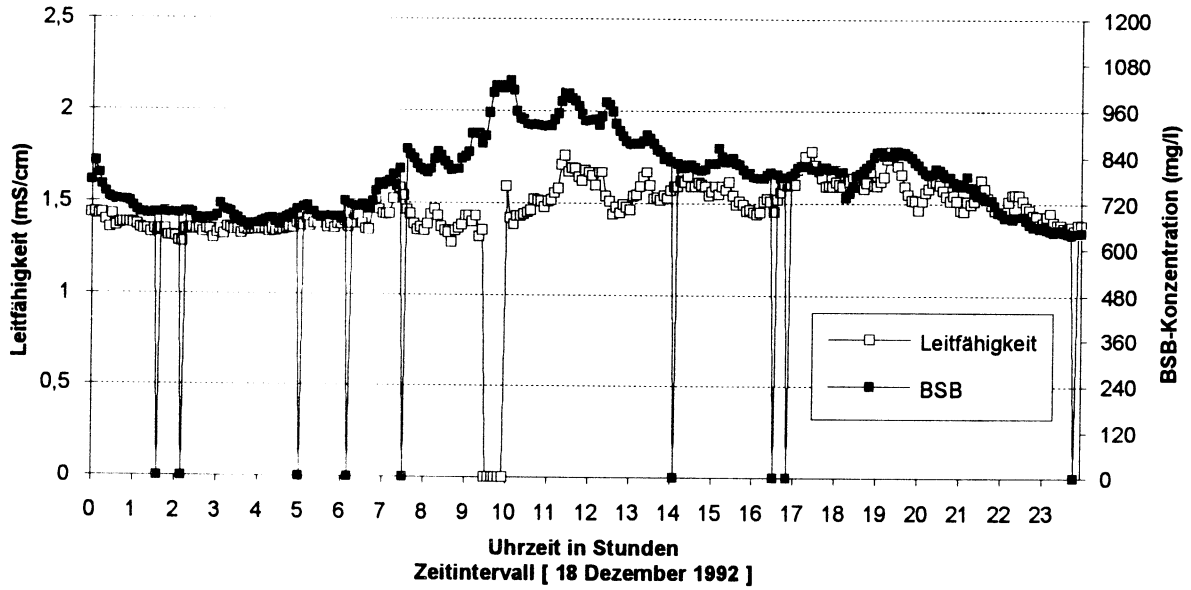
**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



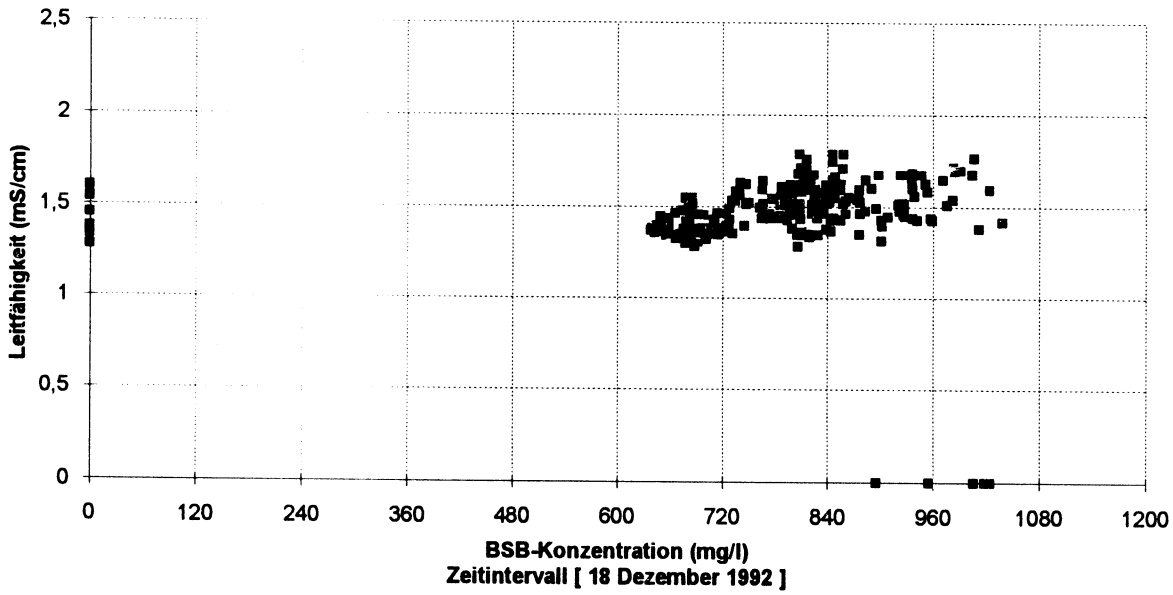

**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**



## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

| μ/σ (mg/l) | Min/Max (mg/l) |
|---|---|
| 765/168 | 637 < BSB < 1037 |

Tab. 1: Der BSB-Parameter

| μ/σ (mS/cm) | Min/Max (mS/cm) |
|---|---|
| 1,45/0,24 | 1,285 < Leitf. < 1,784 |

Tab.2: Die Leitfähigkeit

| μ/σ (-) | Min/Max (-) |
|---|---|
| 7,04/1,06 | 6,104 < pH < 8,763 |

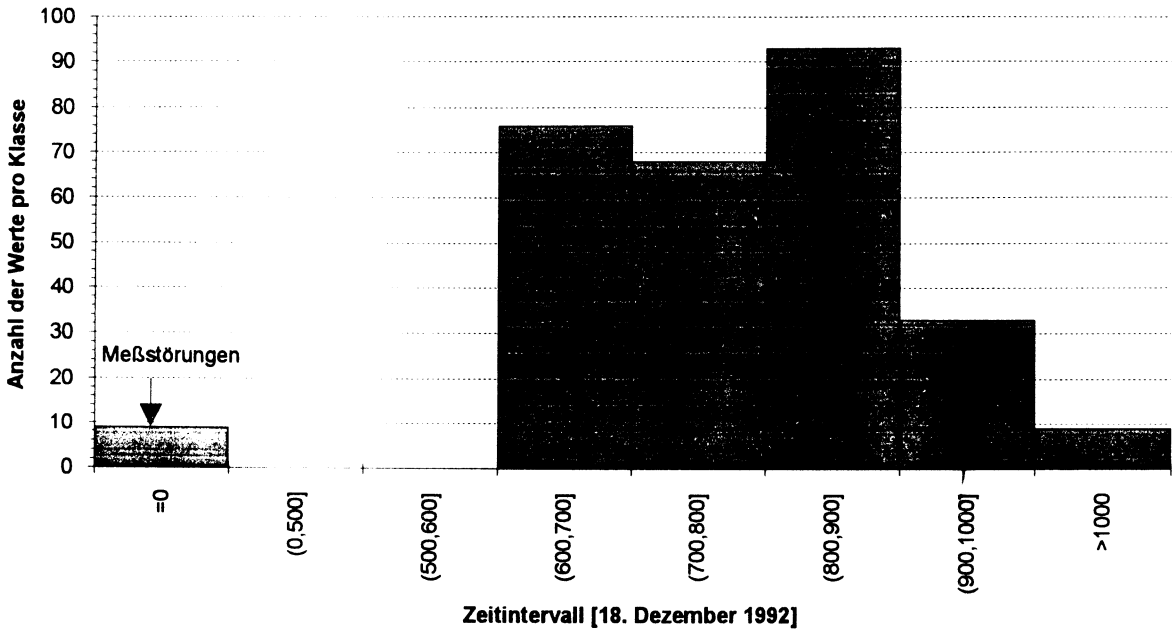
Tab.3: pH-Wert

μ :Tagesmittelwert
σ :Normalabweichung

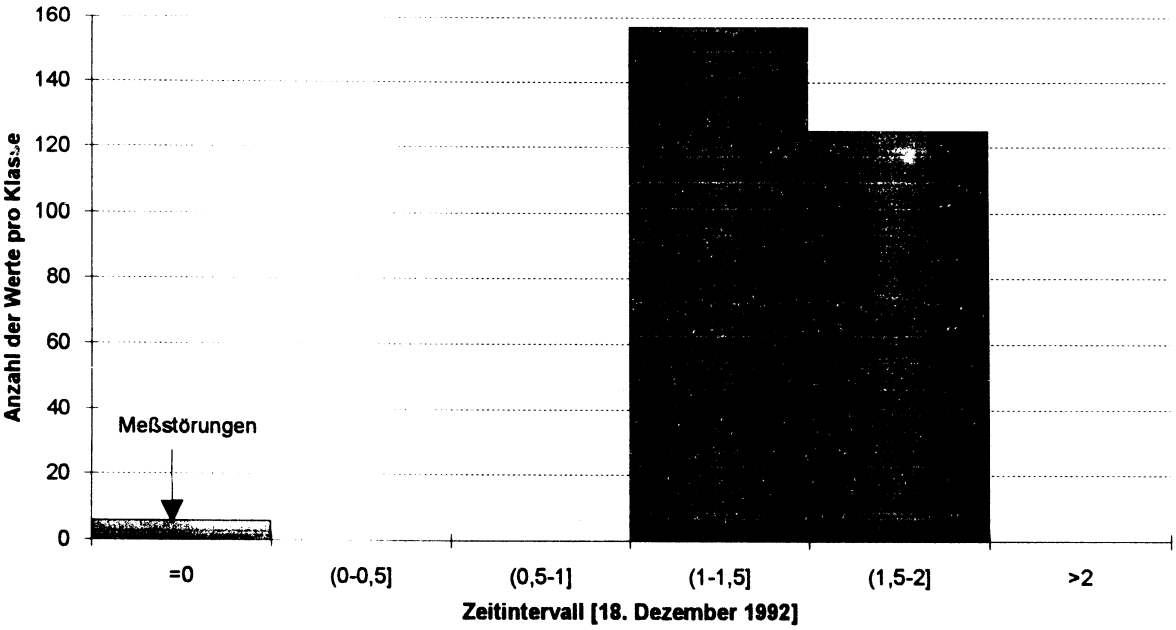
Zwischen 3:00 und 4:00 Uhr lagen die BSB-Werte im unteren Trockenwetterbereich, zwischen 10:00 und 14:00 Uhr im oberen Bereich.
Die gemessenen pH-Werte wiesen einen geradlinigen Verlauf im leicht saueren Bereich zwischen 0:00 und 9:30 Uhr auf. Zwischen 9:35 und 10:00 Uhr wurde das pH-Gerät gereinigt und justiert. Nach 10:00 Uhr stellte sich ein unregelmäßiger Ganglinienverlauf um den Wert pH=8 ein.

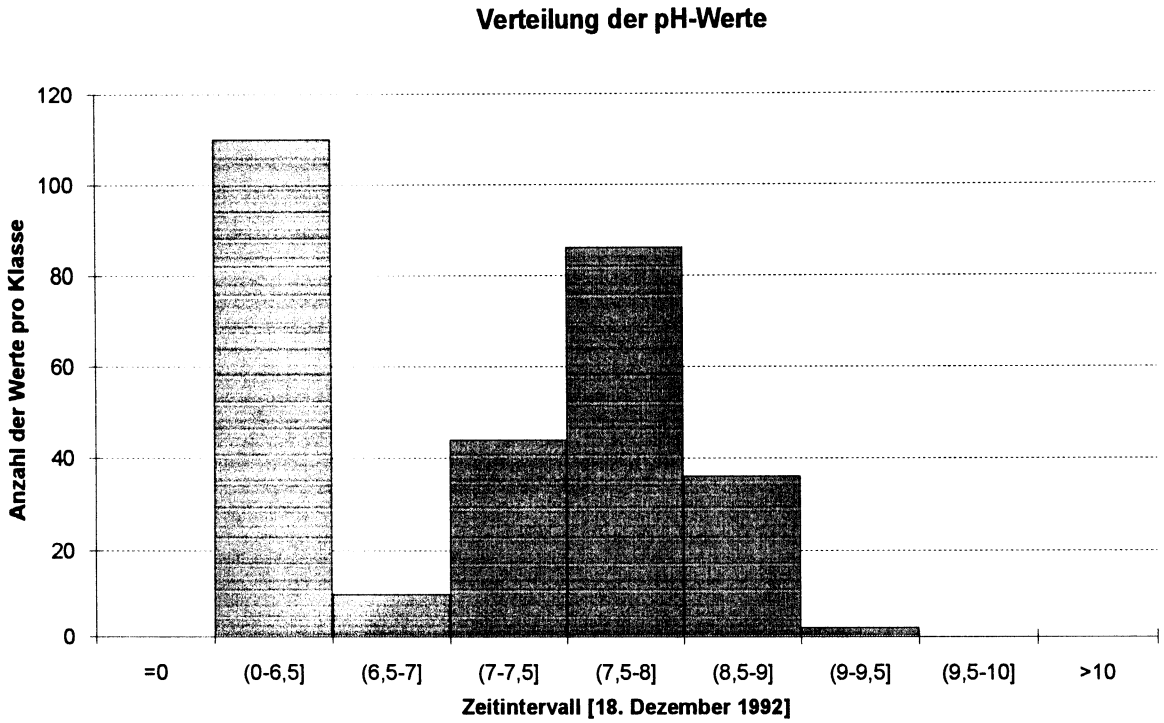
Anmerkungen:
- Ein Zusammenhang zwischen dem BSB der Pumpenförderung QHPWL existiert vielleicht. Dies könnte zum Teil dadurch erkärt werden, daß bedingt durch die Förderleistung Ablagerung bzw. Resuspension von abtransportierten organischen Stoffen stattfindet.
- Eine gute Korrelation scheint im Trockenwetterfall zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB zu bestehen. Dies erklärt warum, die Ganglinie der Leitfähigkeit sonst ähnliche Charakteristika wie diejenige des BSB-Parameters aufweist.
- Die pH-Ganglinie scheint im normalen Trockenwetterfall weitgehend unabhängig von den beiden anderen Ganglinien (BSB und Leitfähigkeit) zu verlaufen.

**Verteilung der BSB-Werte**

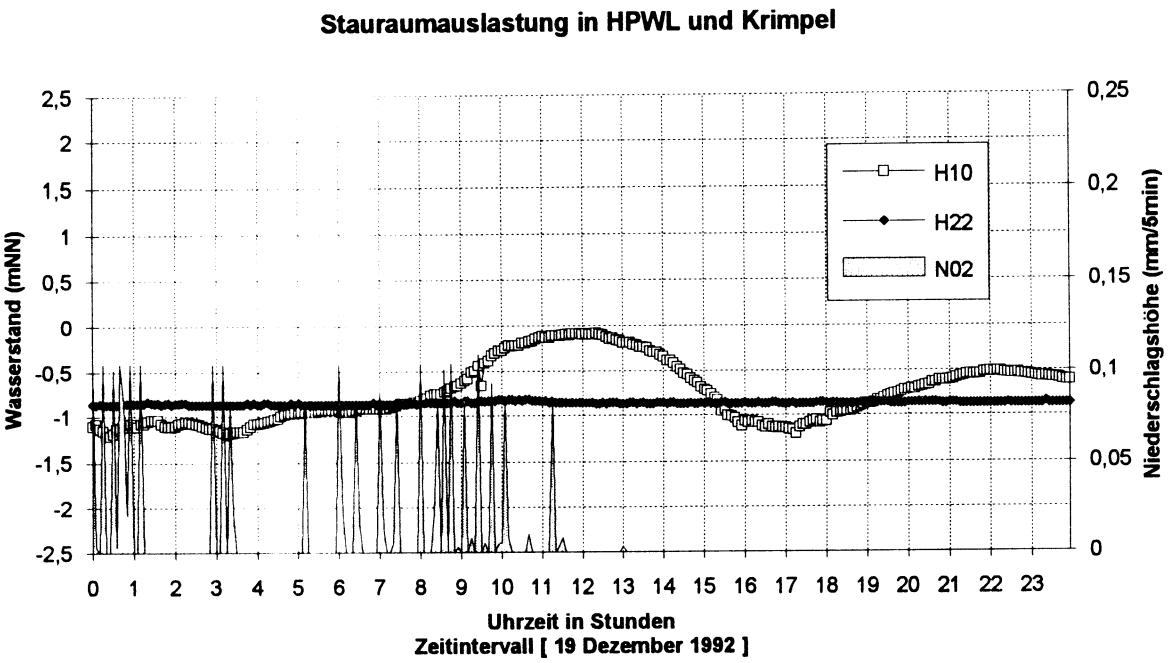


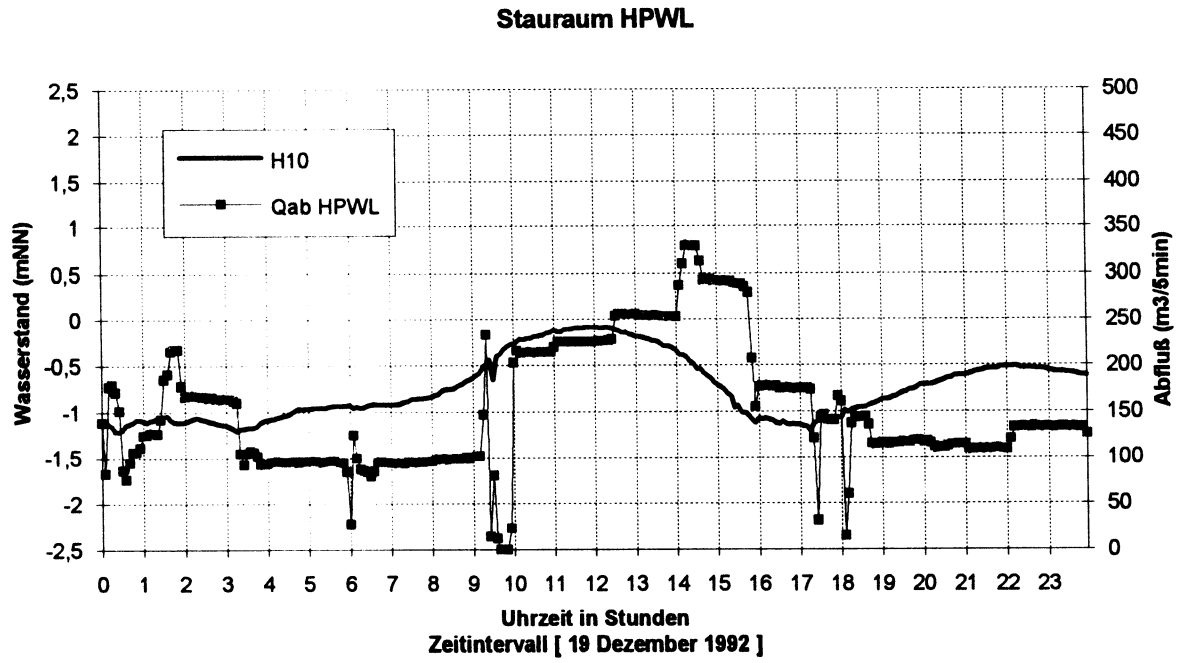

**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

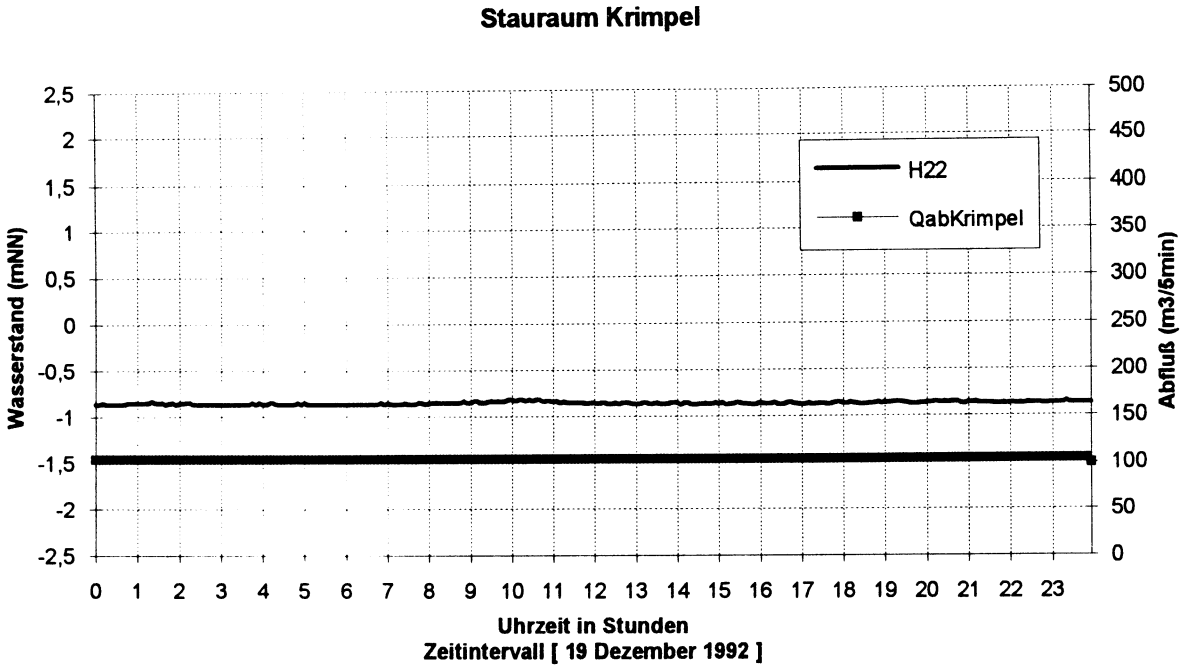



Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
120
100
80
60
40
20
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [18. Dezember 1992]

# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -

Am 19 Dezember tratt ein intermittierendes Regenereignis ein (vgl. Tab.1), das am Ende des vorherigen Tages begonnen hatte.

| Datum | Tagesniederschlag in N02 (mm) | Q-Links* ($m^3$) | Q-Rechts** ($m^3$) |
|---|---|---|---|
| 18.12.1992 | 0,08 | 45 050 | 79 908 |
| 19.12.1992 | 2,46 | 43 991 | 100 882 |
| 20.12.1992 | 3,00 | 55 023 | 113 382 |
| 21.12.92 | 0,00 | 43 861 | 76 988 |

Tab.1: Abflußmengen

Wie man aus Tab.1 und aus Tab. 2 entnehmen kann, ist die abflußwirksame Regenmenge auf dem Gebiet Links-der-Weser gering gewesen.

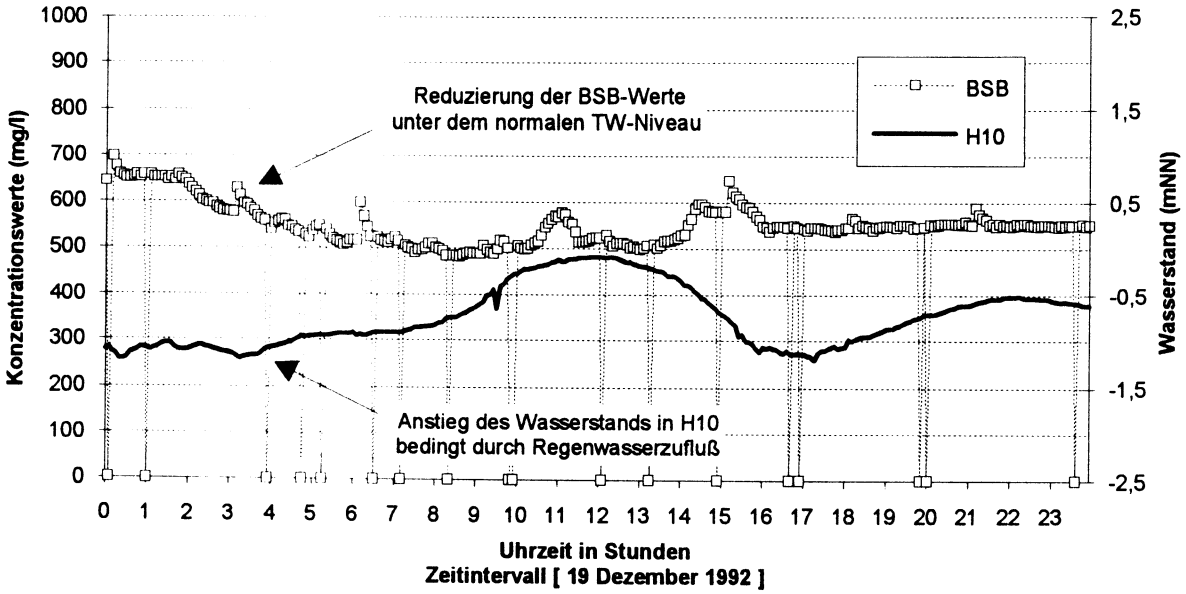
| Pegel | gemessener Bereich (mNN) | Mittelwert (mNN) |
|---|---|---|
| H10 | [-1,21 ; -0,09] | -0,75 |
| H22 | [-0,88 ; -0,82] | -0,86 |

Tab.2: Wasserstände

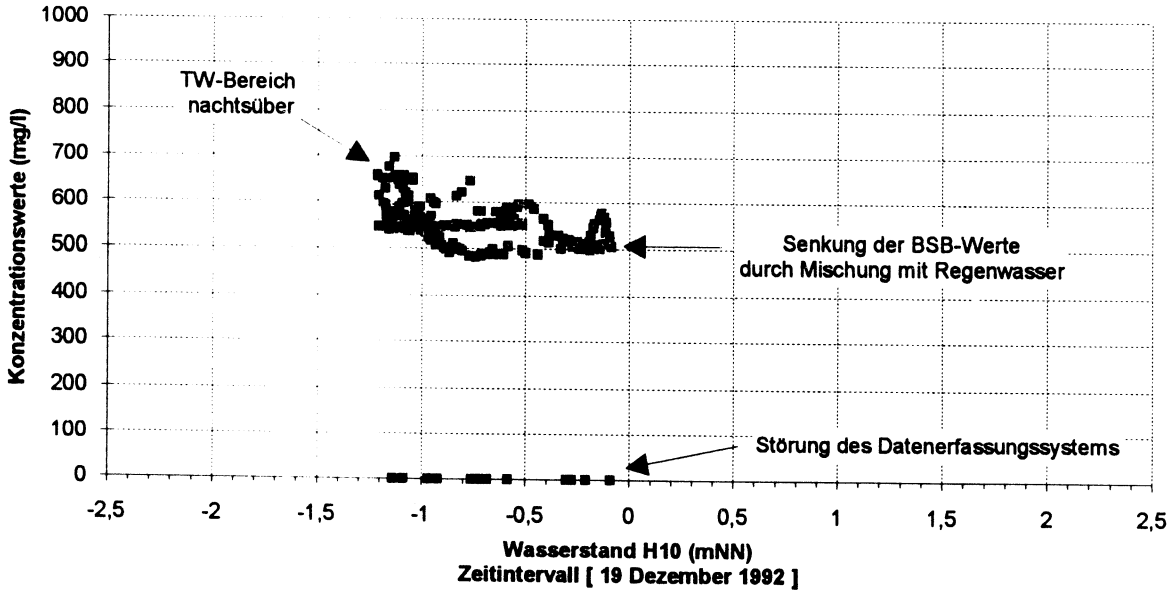
Das Verhalten der Güteparameter zeigt jedoch, daß die ankommenden Regenwassermengen ausreichend gewesen sind, um die gemessenen Gütewerte spürbar zu beeinflußen.

# Der BSB-Parameter

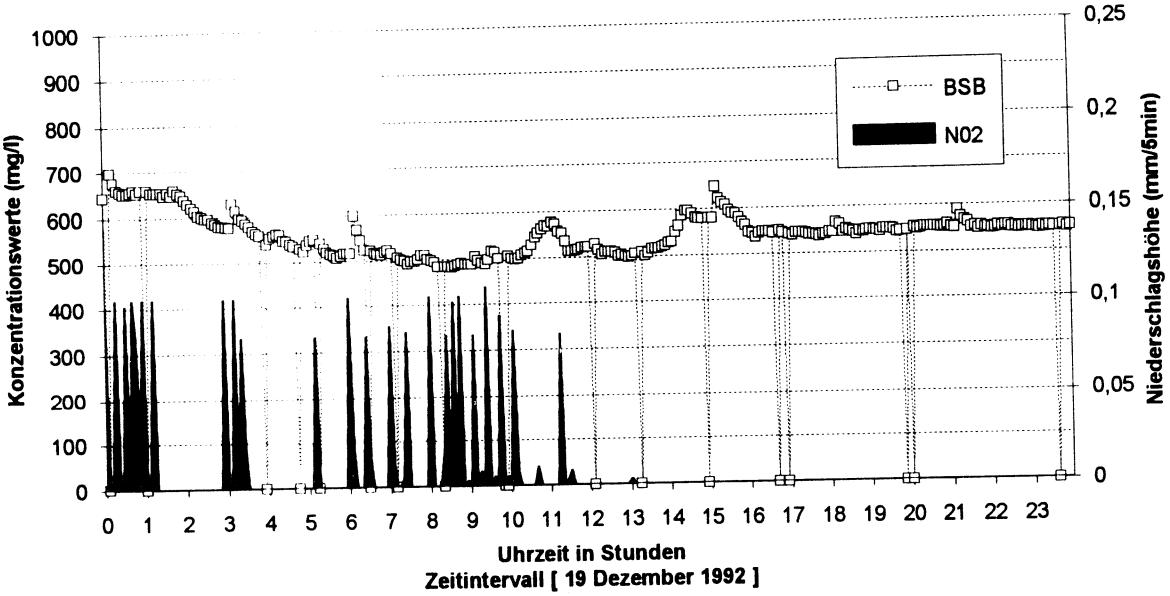
**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

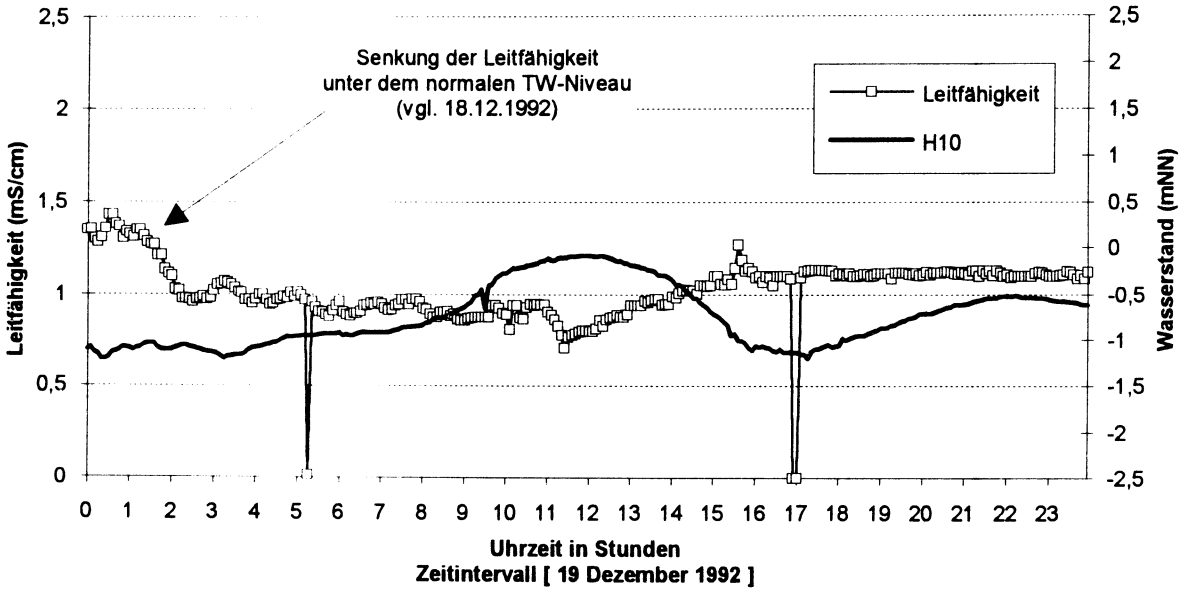


**Zusammenhang zwischen dem BSB und dem Niederschlag**

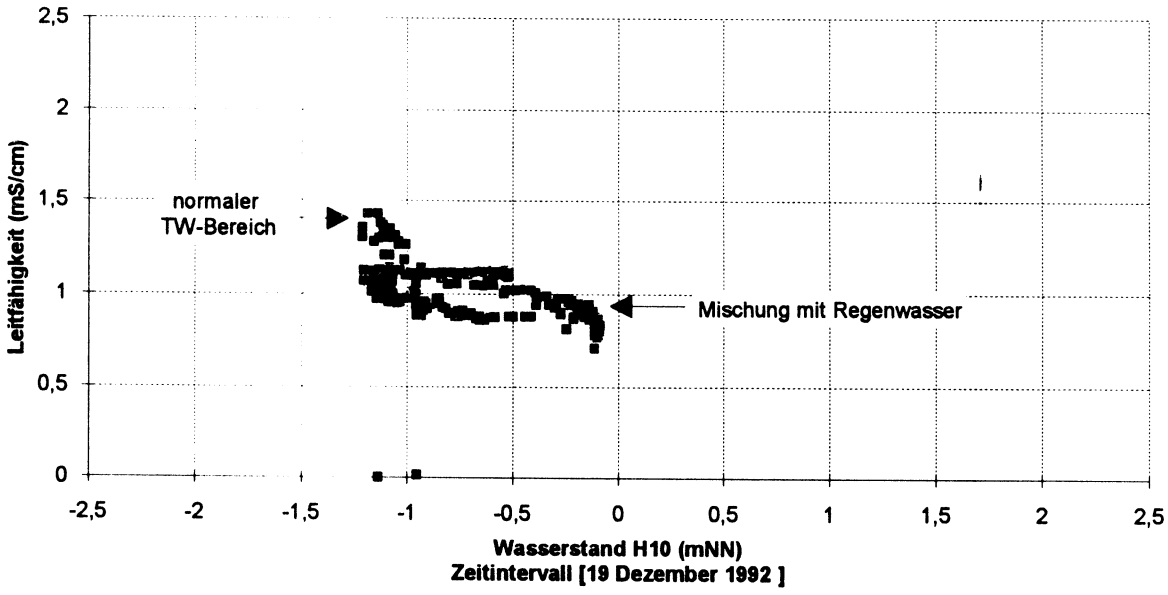


# Der Parameter Leitfähigkeit

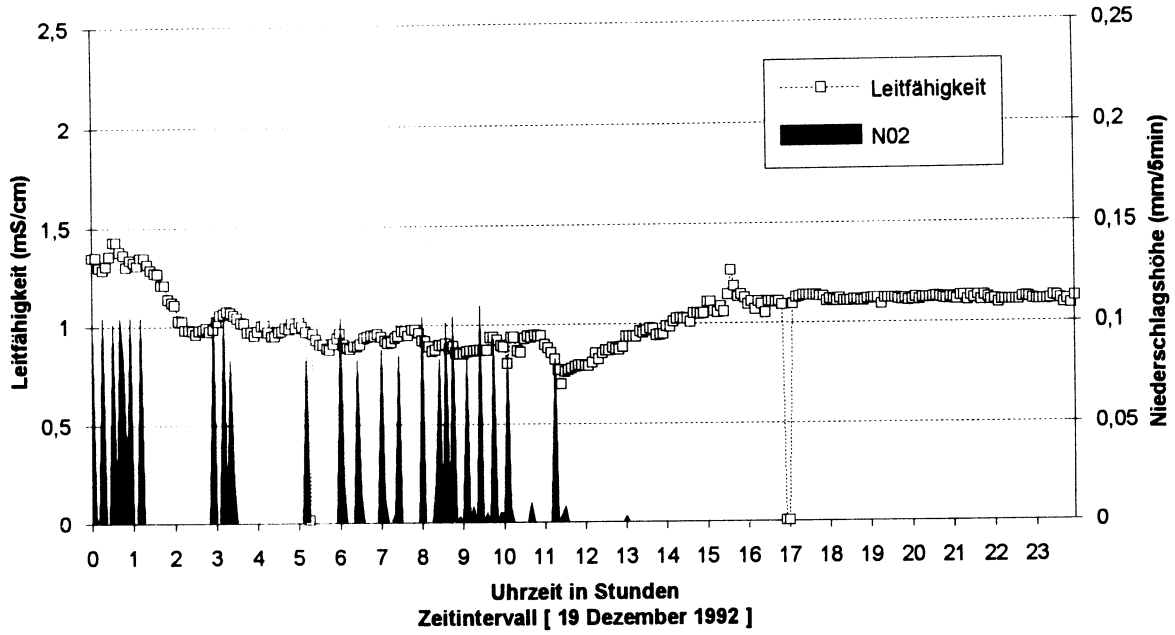
**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

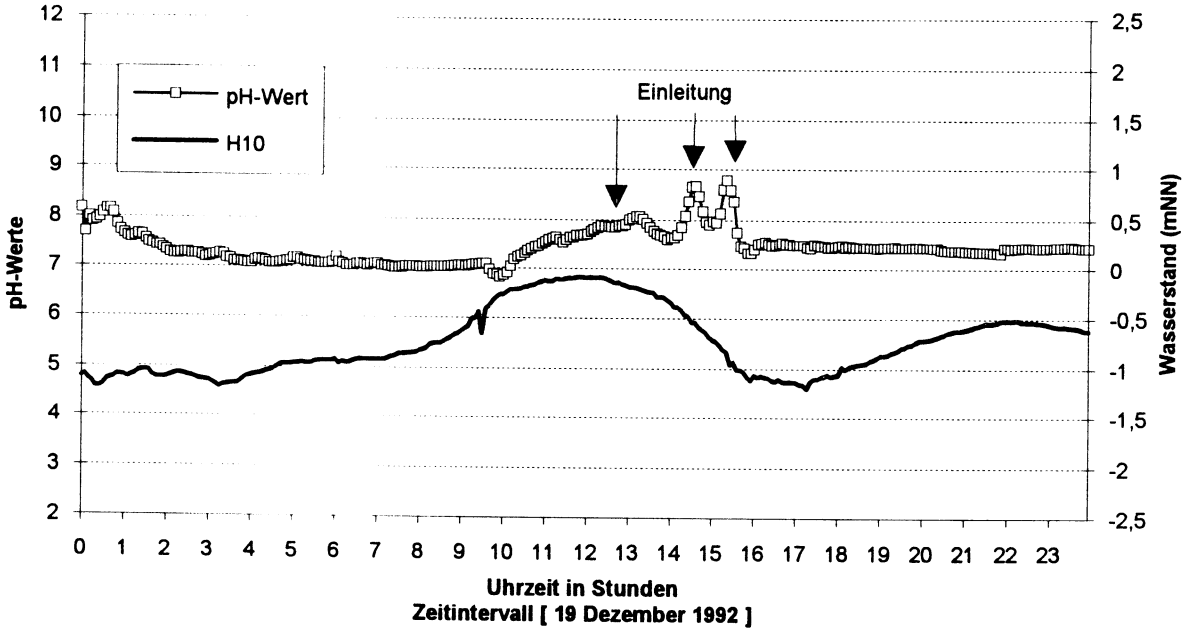


**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem Niederschlag**

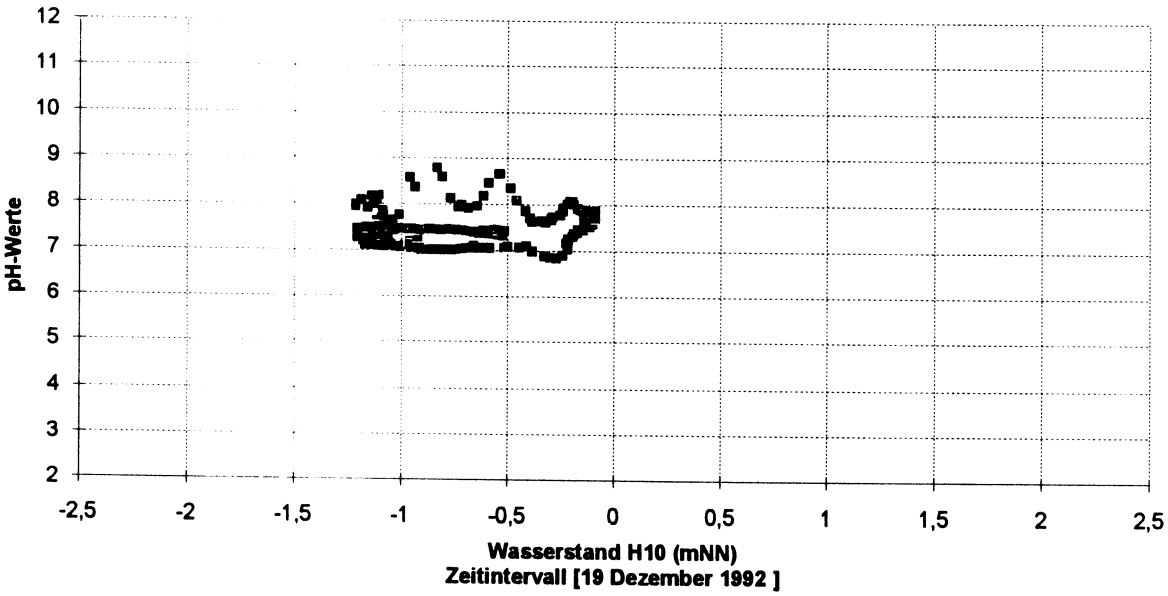


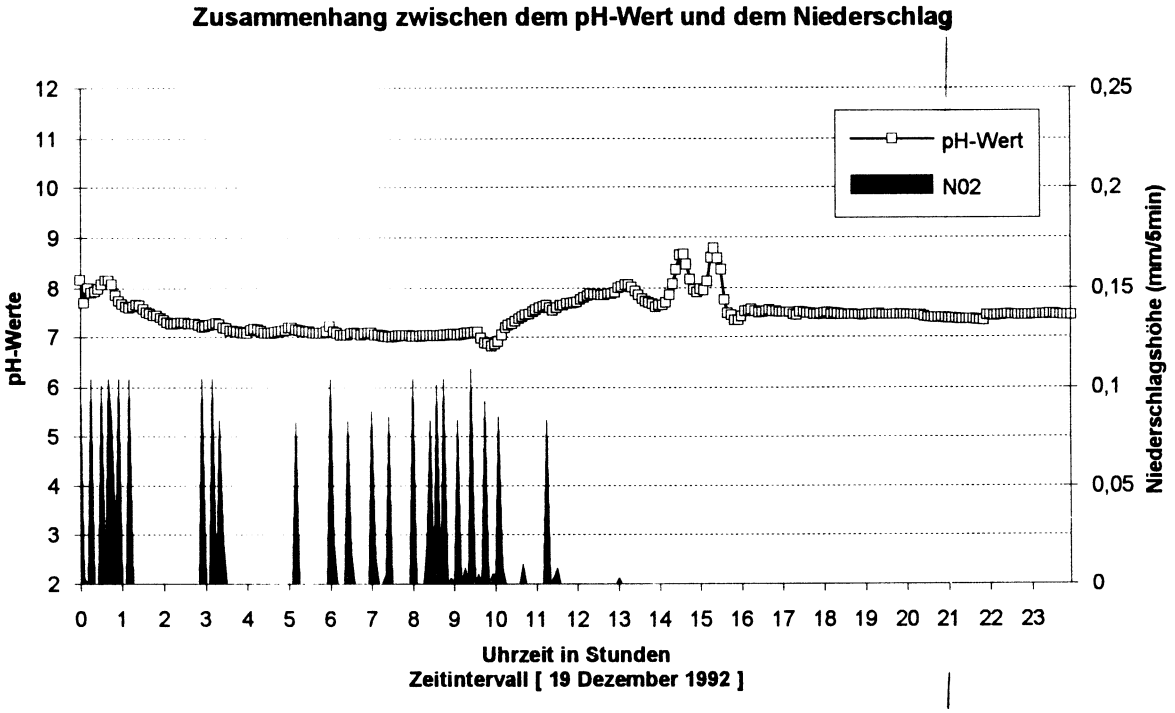
# Der Parameter pH

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**

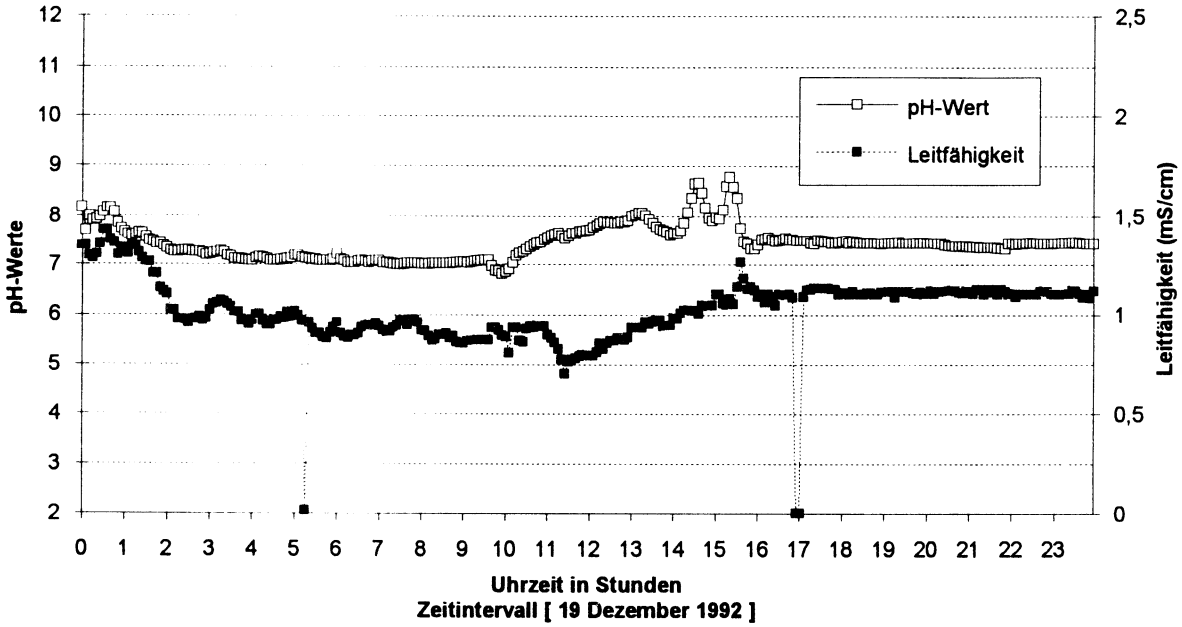



**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**

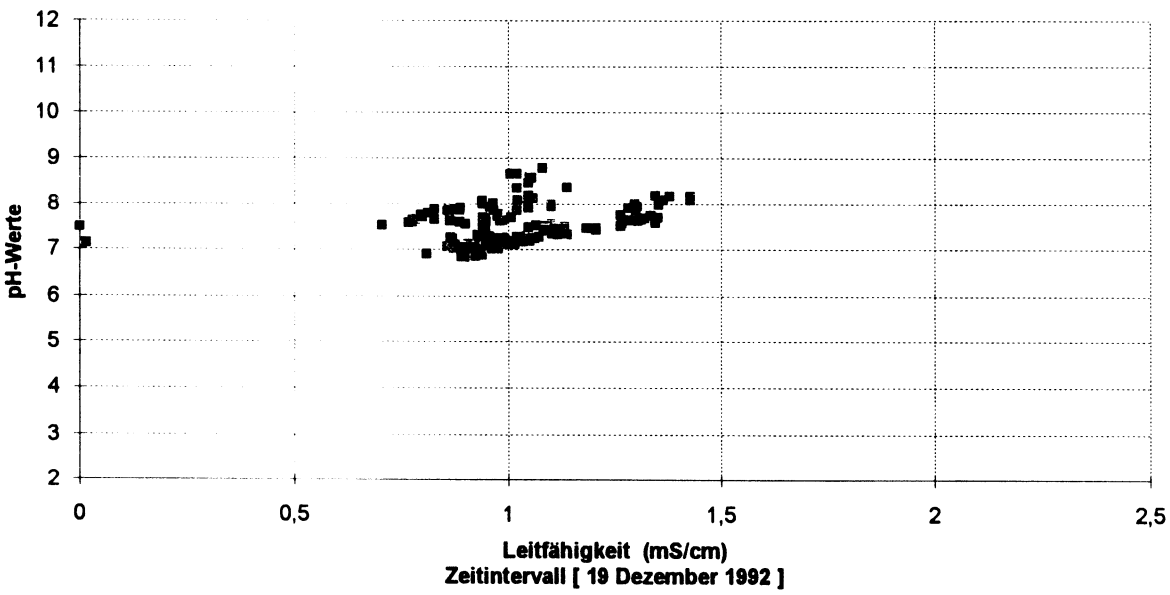



Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Niederschlag
pH-Wert
N02
pH-Werte
Niederschlagshöhe (mm/5min)
Uhrzeit in Stunden
Zeitintervall [ 19 Dezember 1992 ]

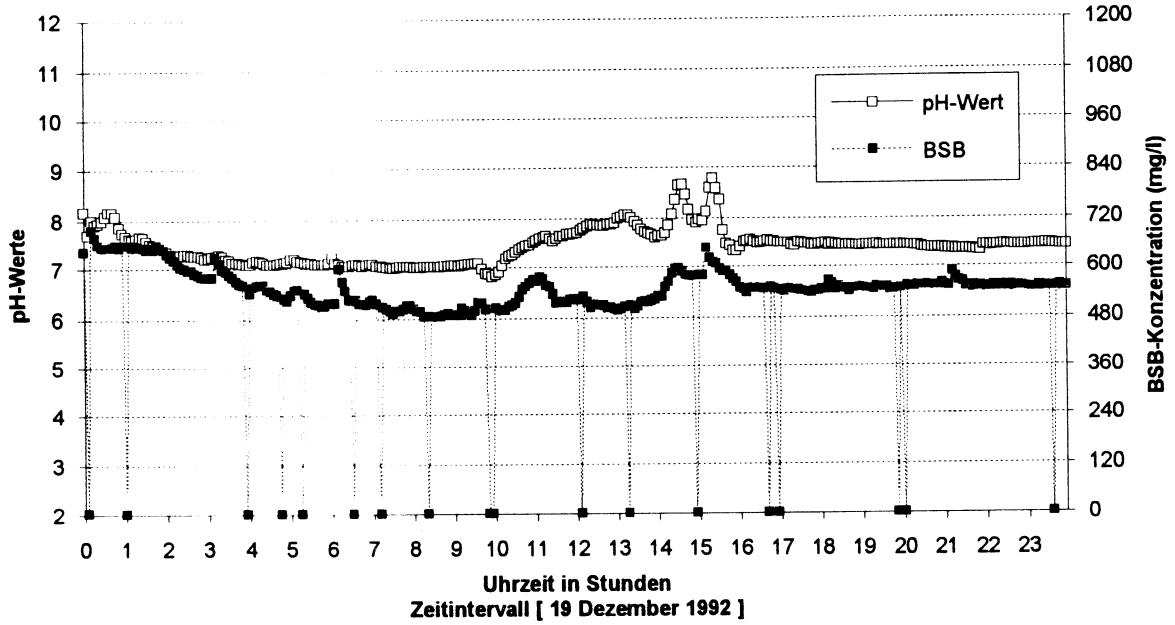
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



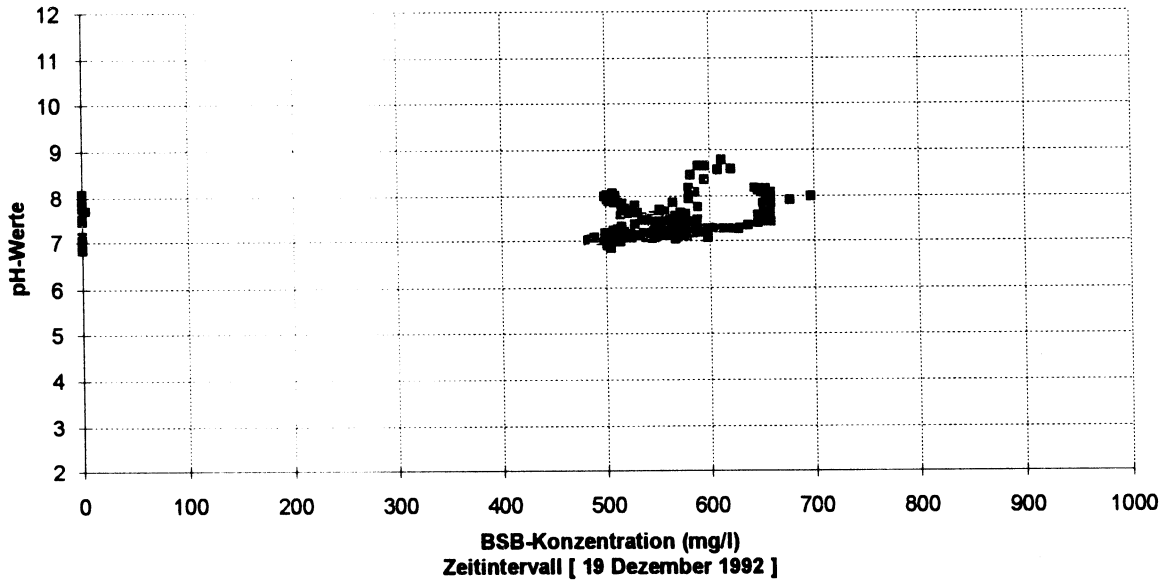

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



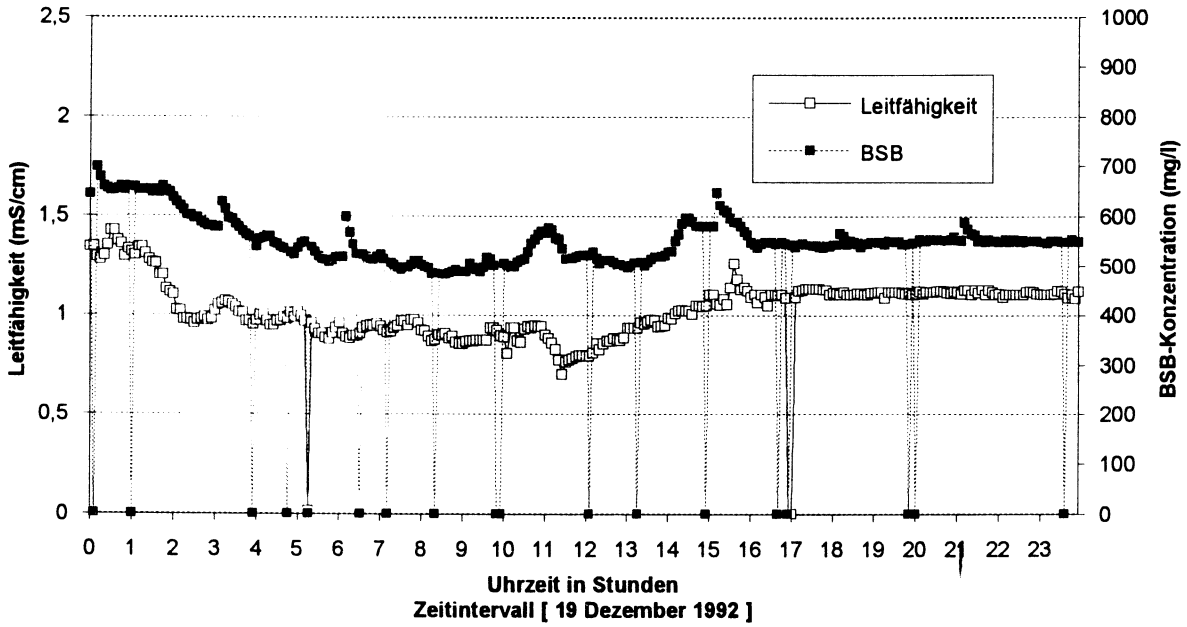
**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



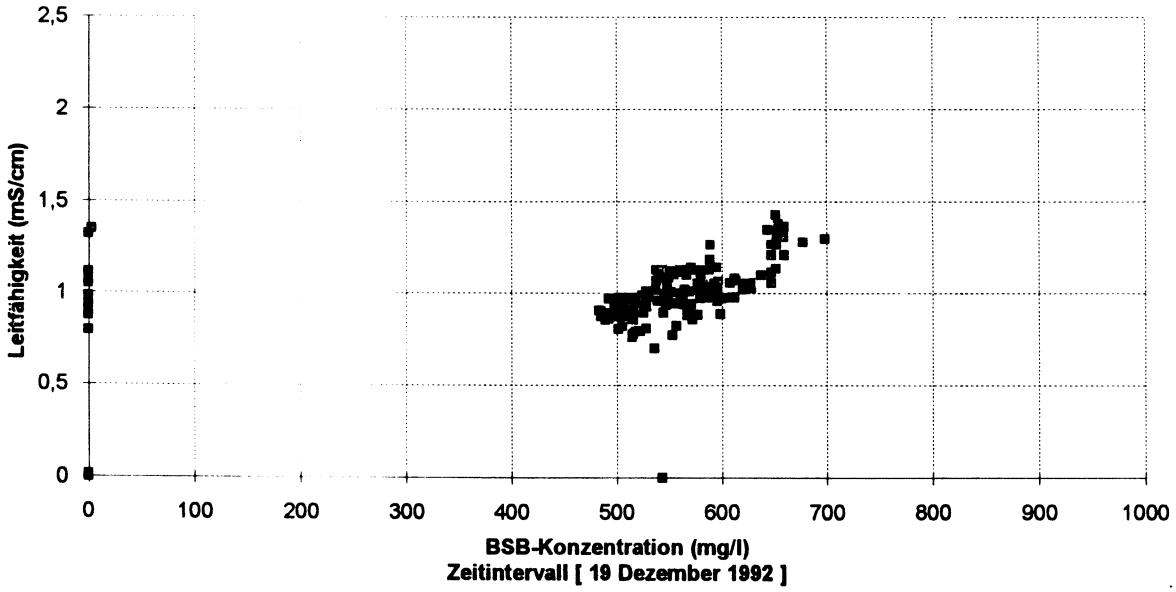

**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**



## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

Nach Eintritt des Regenereignisses sanken erwartungsgemäß die BSB-Werte und die Leitfähigkeitswerte unter dem normalen TW-Niveau. Ende des Tages hatte sich der TW-Zustand immer noch nicht vollständig zurückgestellt (vgl. Tab.1 und Tab.2).

| $\mu/\sigma$ (mg/l) | Min/Max (mg/l) |
|---|---|
| 518 / 140 | 483 < BSB < 697 |

Tab.1 : BSB-Parameter

| $\mu/\sigma$ (mS/cm) | Min/Max (mS/cm) |
|---|---|
| 1,02 / 0,17 | 0,70 < Leitf. < 1,43 |

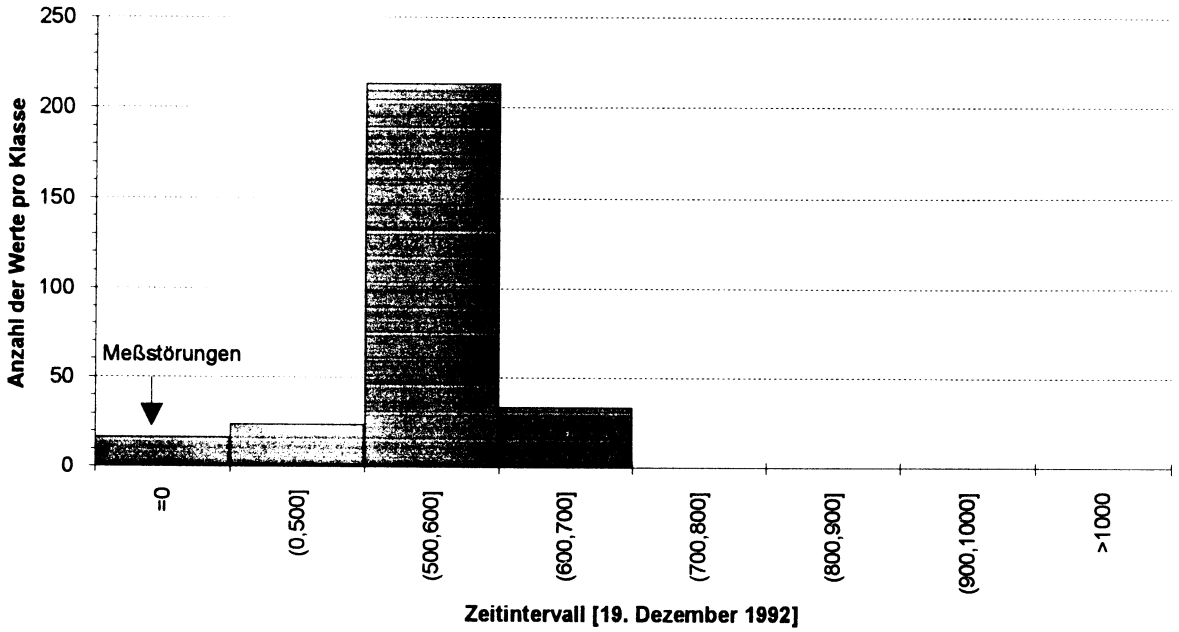
Tab.2 : Leitfähigkeit

Eine ähnliche Senkung der pH-Wert konnte nach Eintritt des Ereignisses beobachtet werden. Jedoch ab 10:00 Uhr wurden wahrscheinlich Frachtmengen in den Kanal eingeleitet, die eine deutliche Erhöhung der pH-Werte bewirkten, so daß der pH-Wert im normalen Trockenwetterbereich weitgehend blieb (vgl. Tab.3).

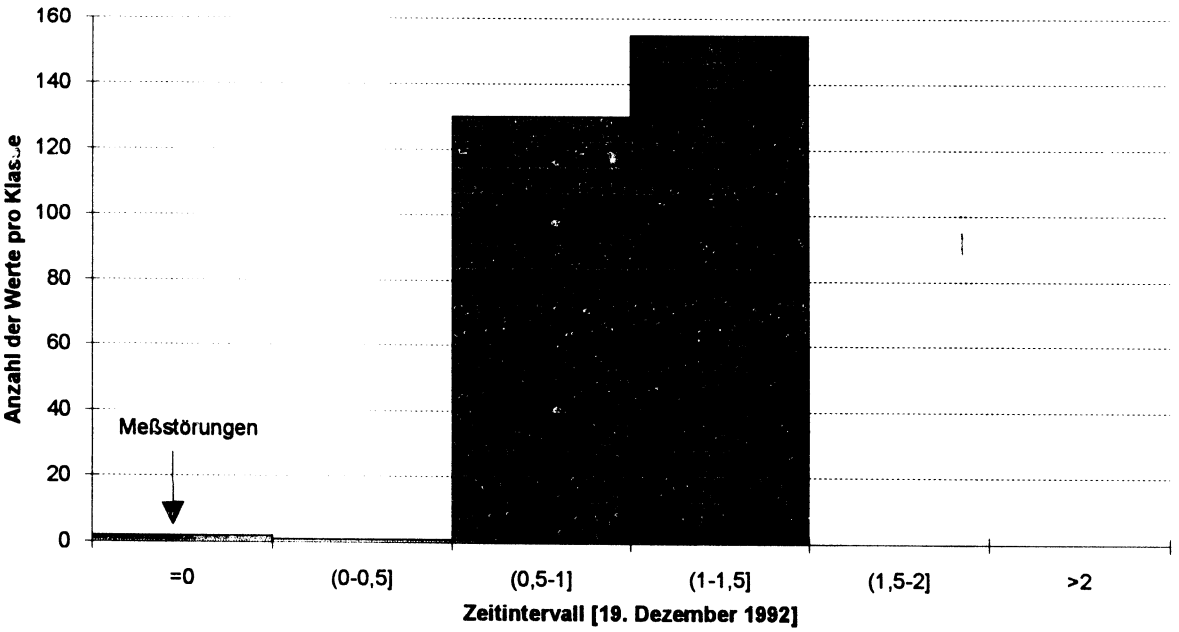
| $\mu/\sigma$ (-) | Min/Max (-) |
|---|---|
| 7,4 / 0,34 | 6,8 < pH < 8,8 |

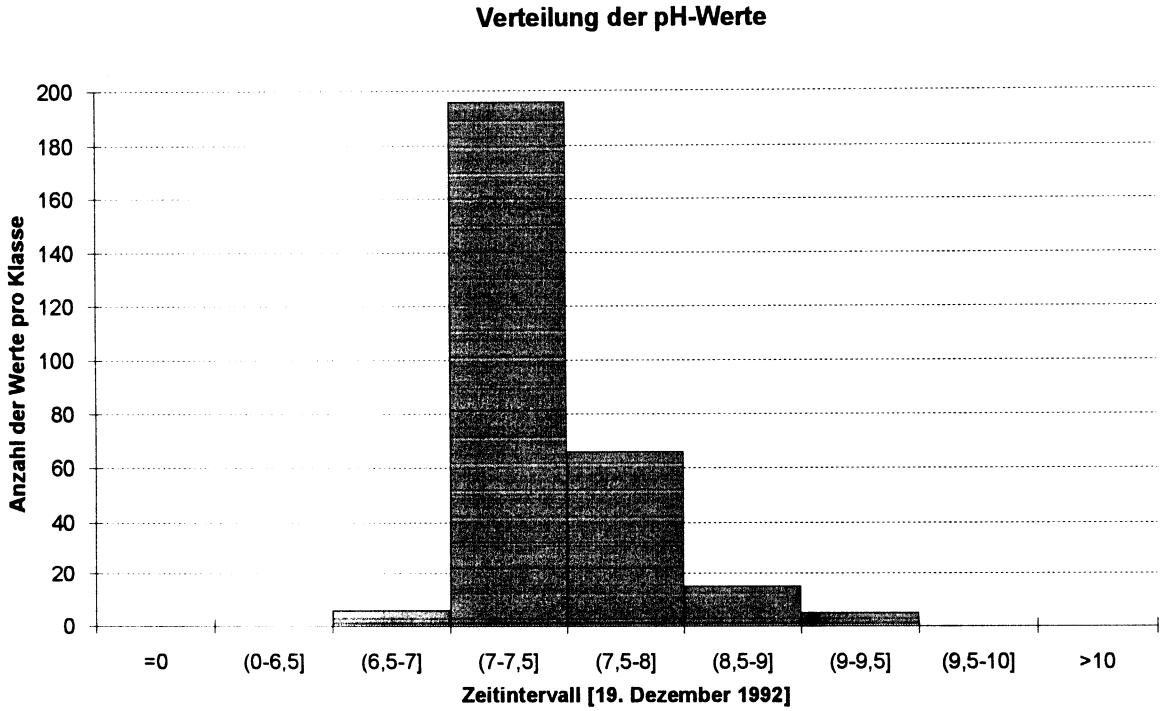
Tab.3 : pH

**Verteilung der BSB-Werte**

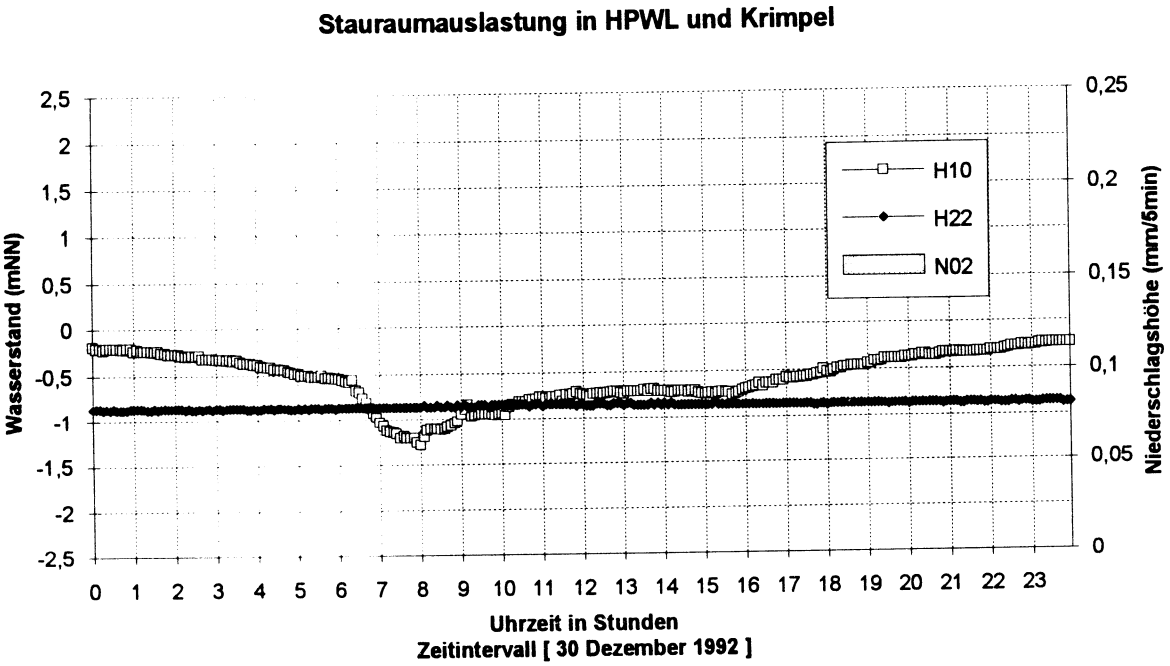


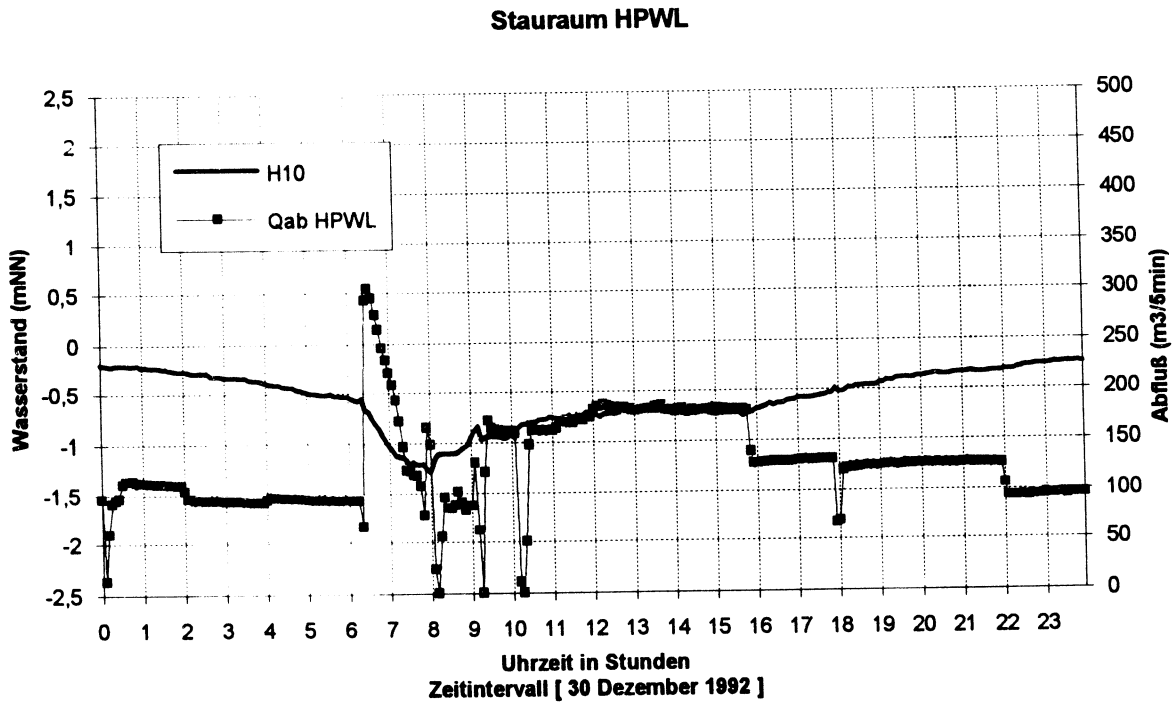

**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**

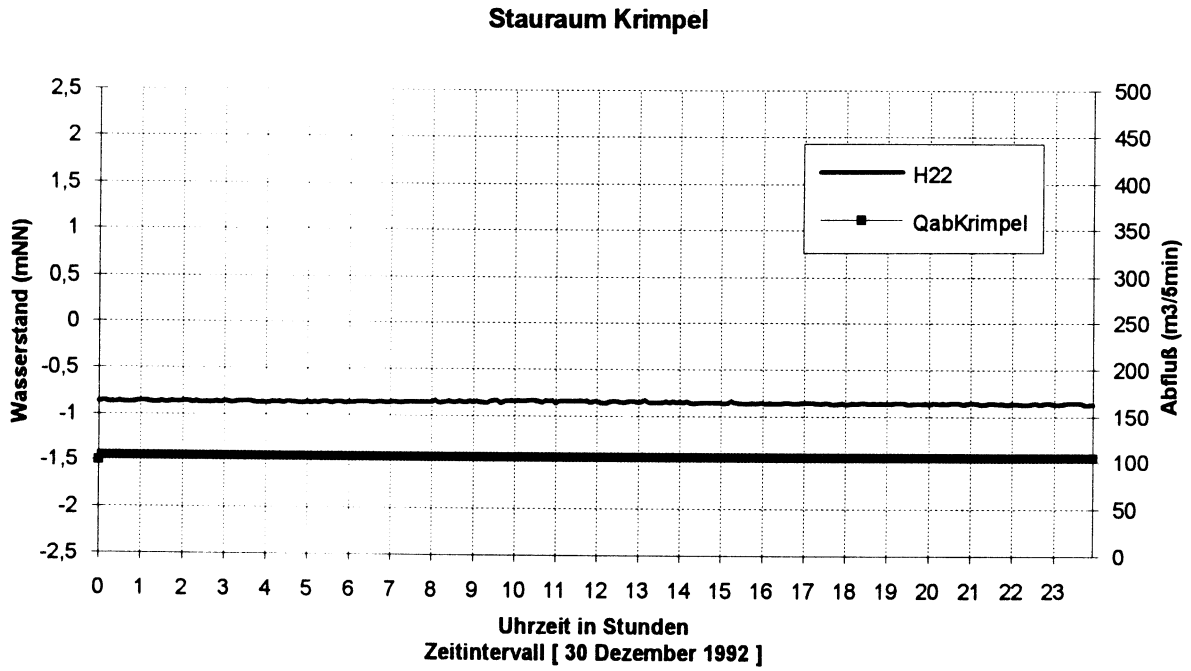



Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [19. Dezember 1992]

# Stauraumauslastung und Pumpenfördermenge






## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - mengenmäßige Betrachtungsweise -

Der 30. Dezember ist ein Trockenwettertag (vgl Tab.1 und Tab.2).

| Pegel | gemessener Bereich (mNN) | Mittelwert (mNN) |
|---|---|---|
| H10 | [-0,57 ; -1,28] | 0,57 |
| H22 | [-0,83 ; -0,88] | -0,86 |

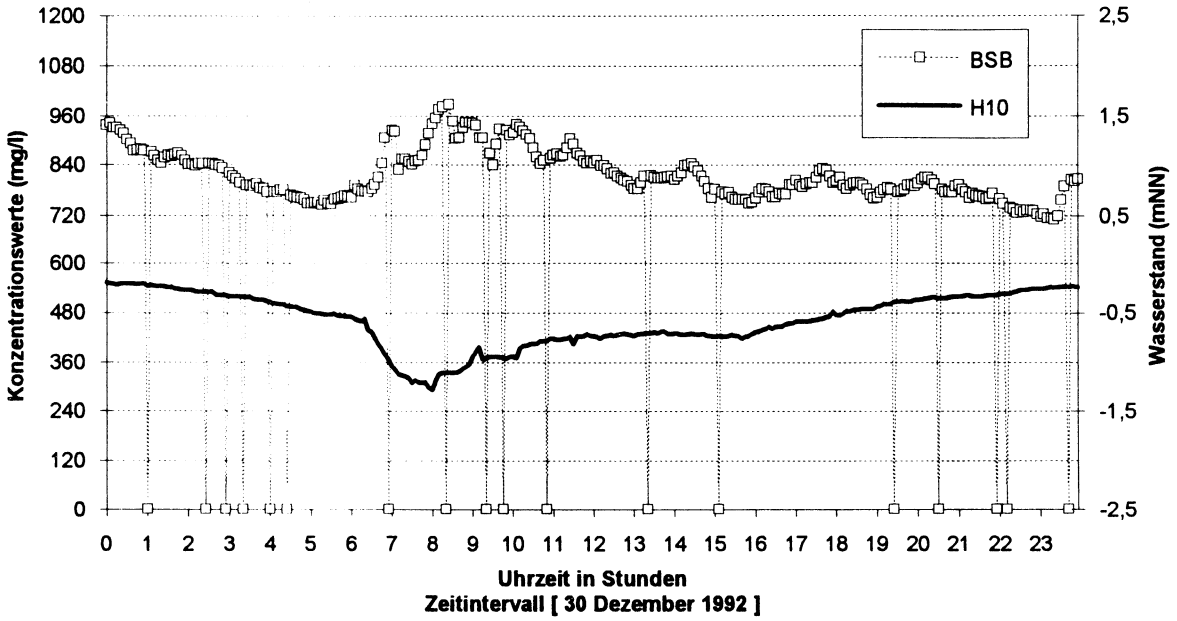
Tab.1: Wasserstände

| | |
|---|---|
| Bremen-Linkes-Weserufer → Seehausen | 37 134 m³ |
| Bremen-Rechtes-Weserufer → Seehausen | 68 906 m³. |

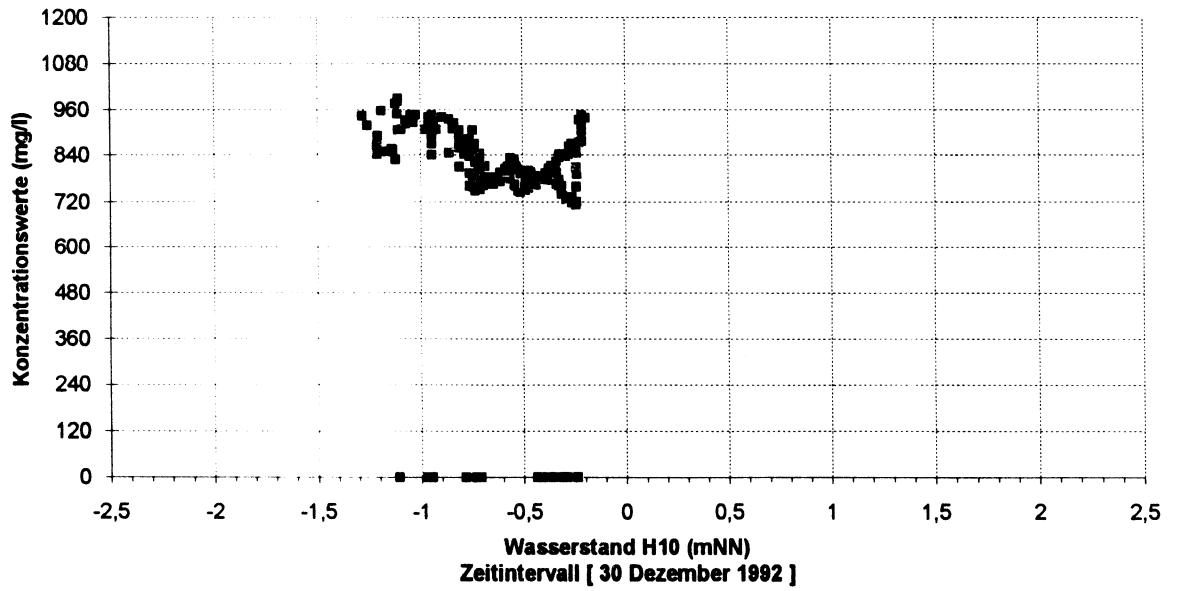
Tab.2: Tagesabflüsse

## Der BSB-Parameter

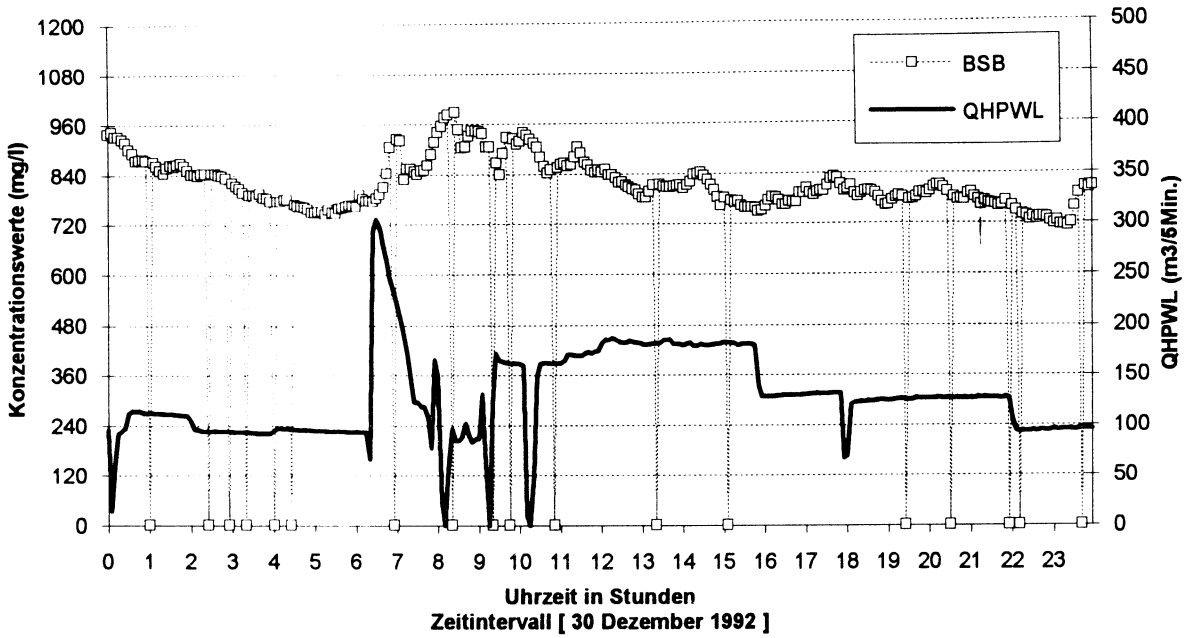
**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**



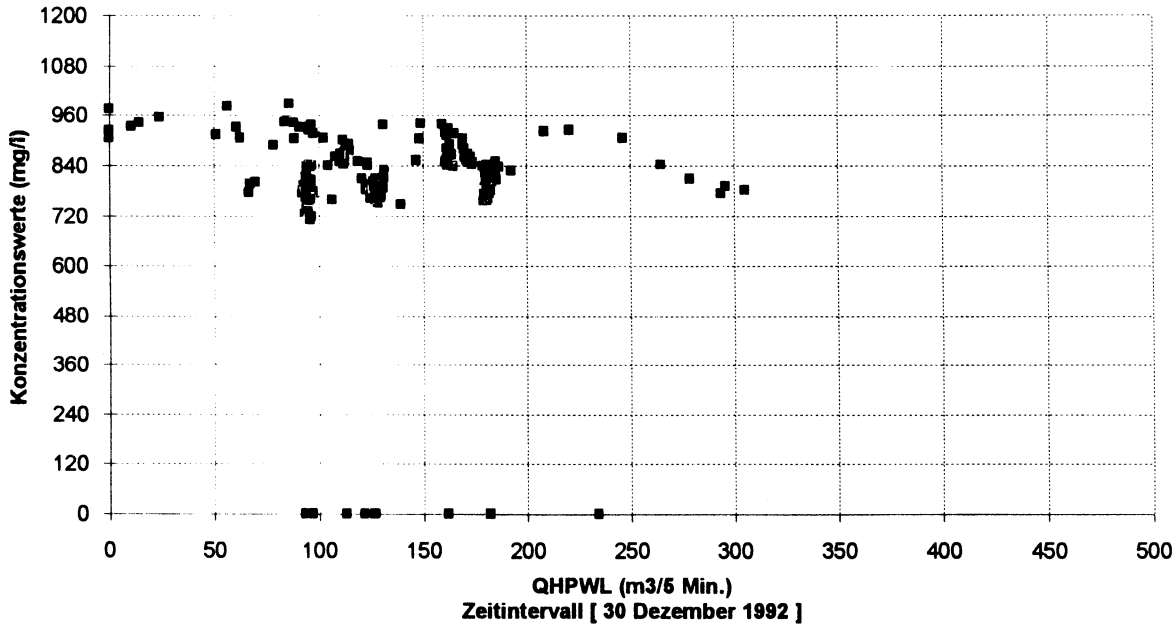

**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**



**Zusammenhang zwischen dem BSB und der Stauraumauslastung**

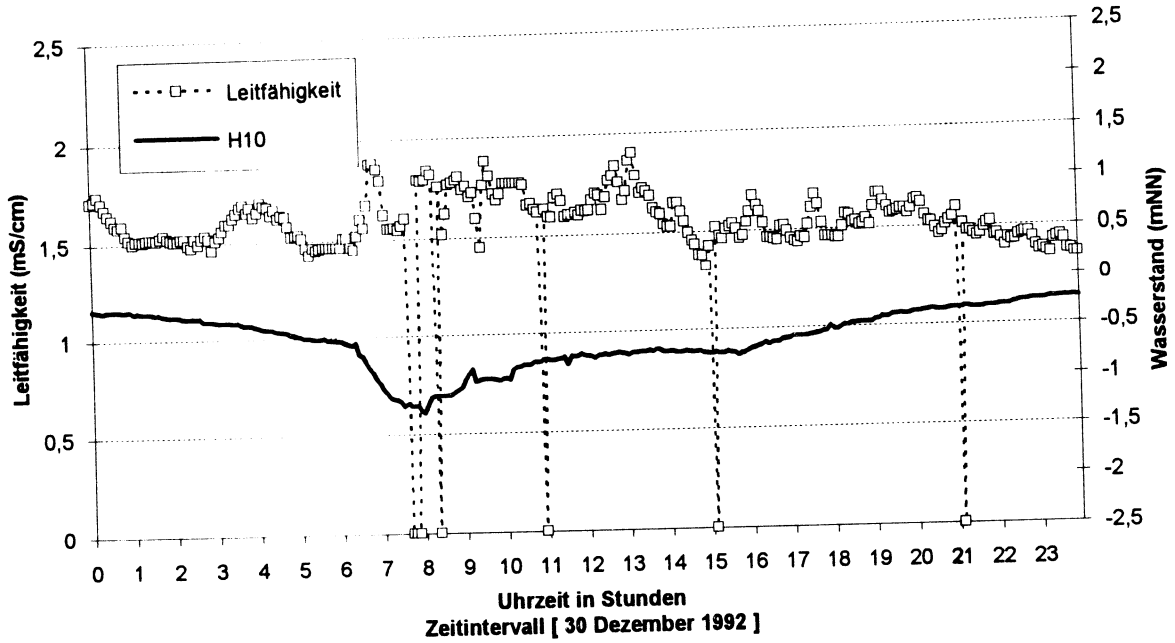



**Zusammenhang zwischen dem BSB und QHPWL**

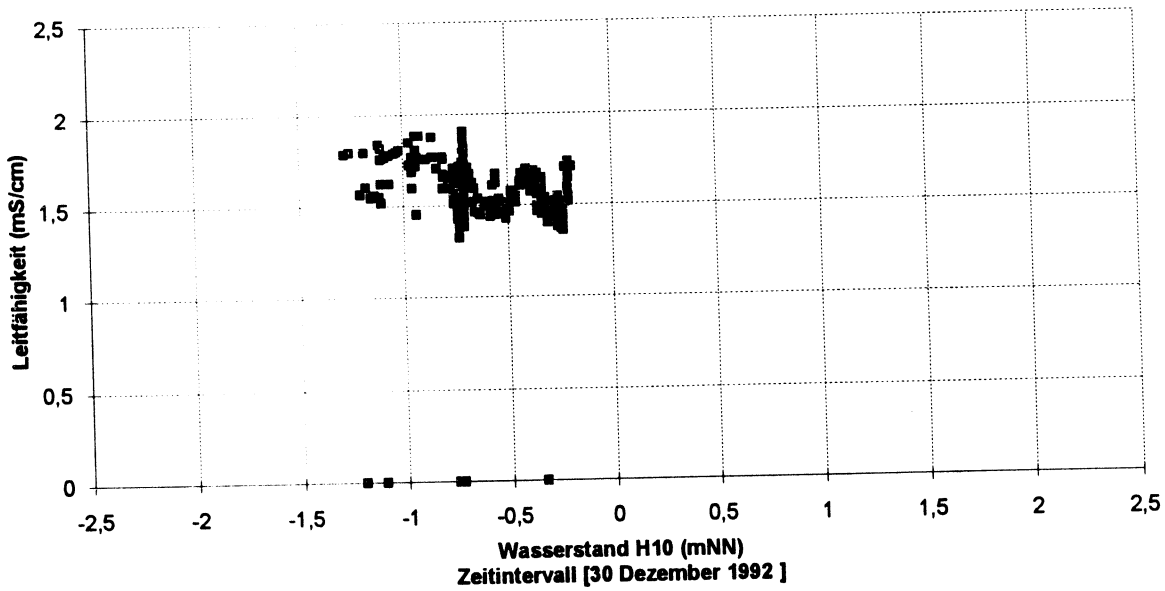


# Der Parameter Leitfähigkeit

**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

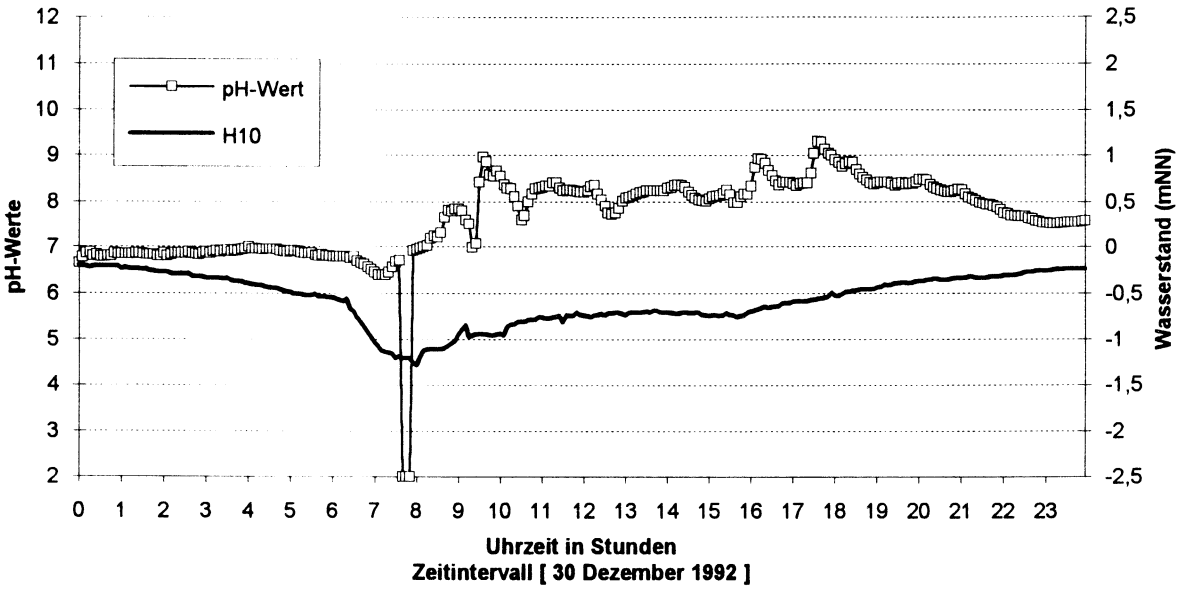



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und der Stauraumauslastung**

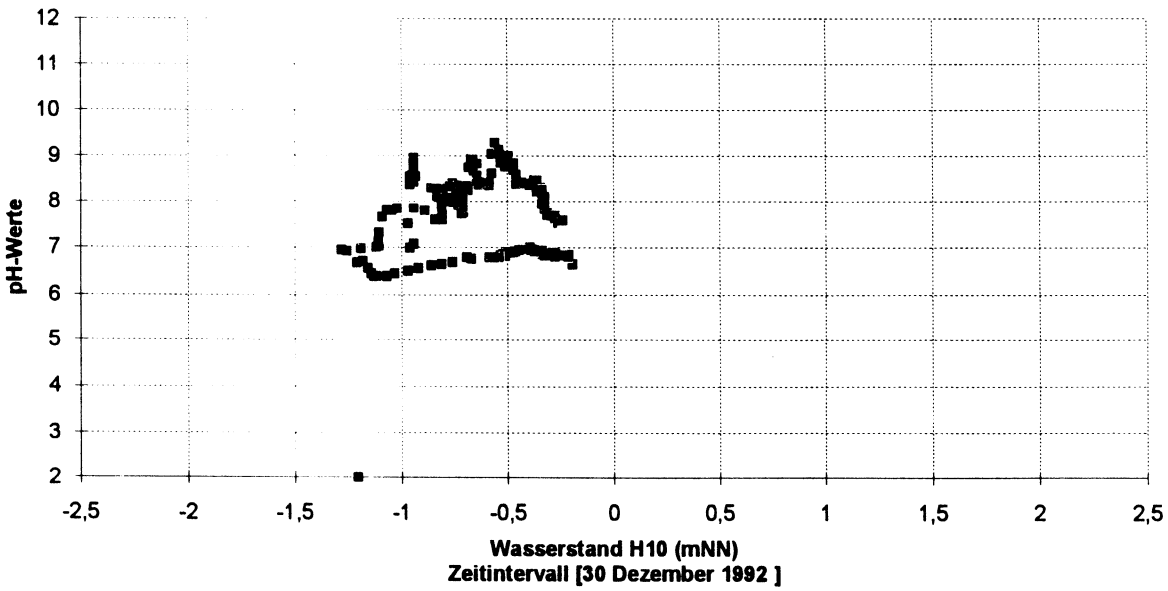


# Der Parameter pH

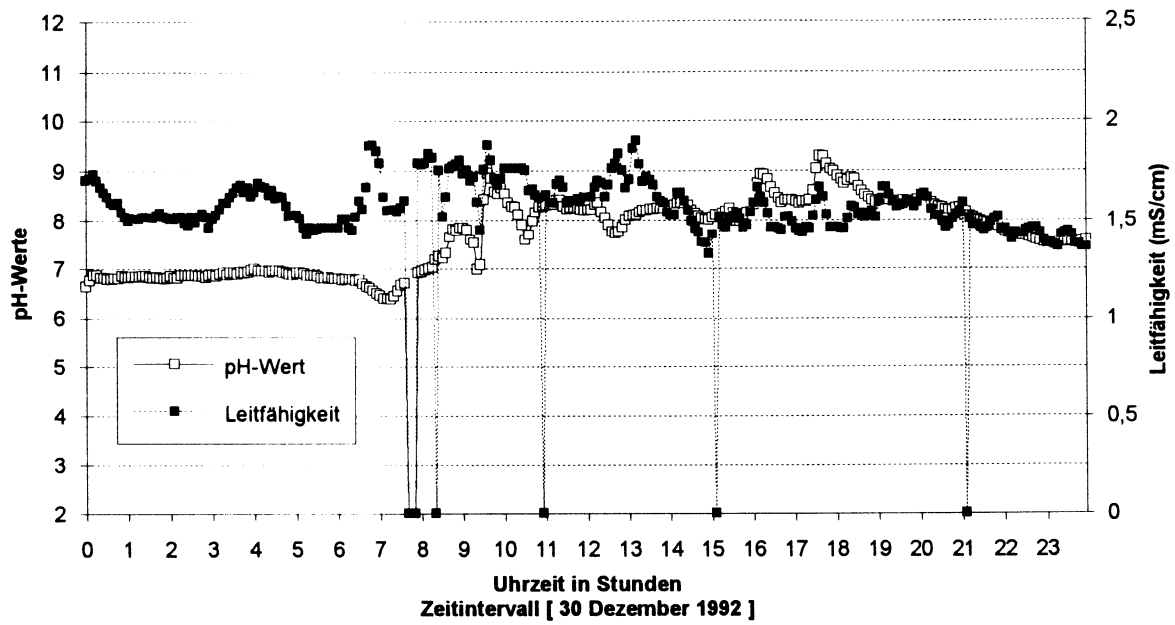
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



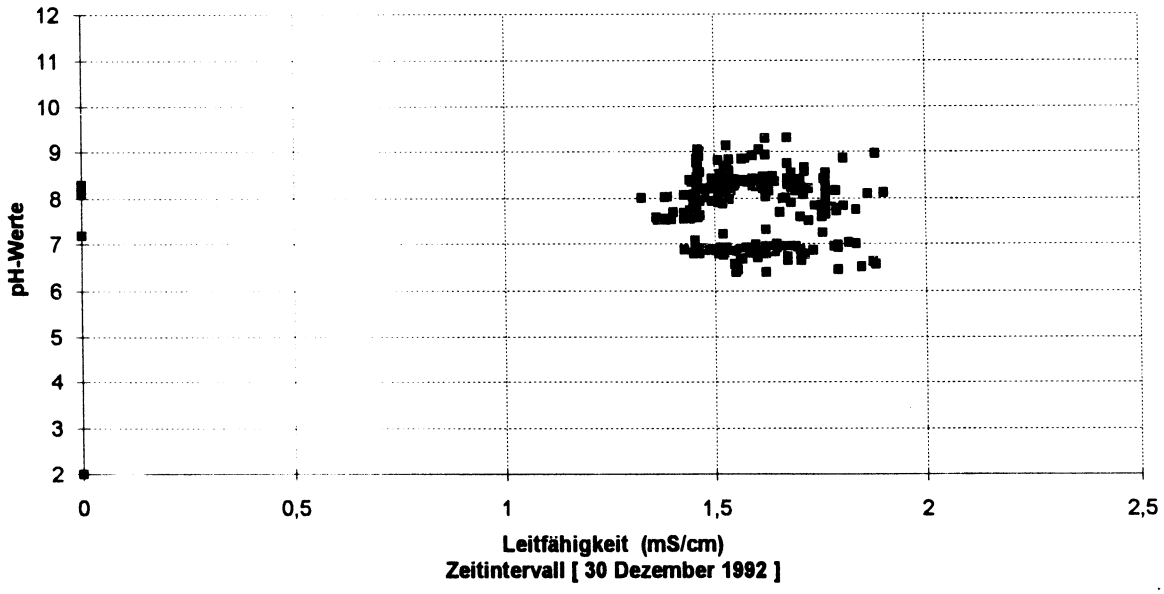

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Stauraumauslastung**



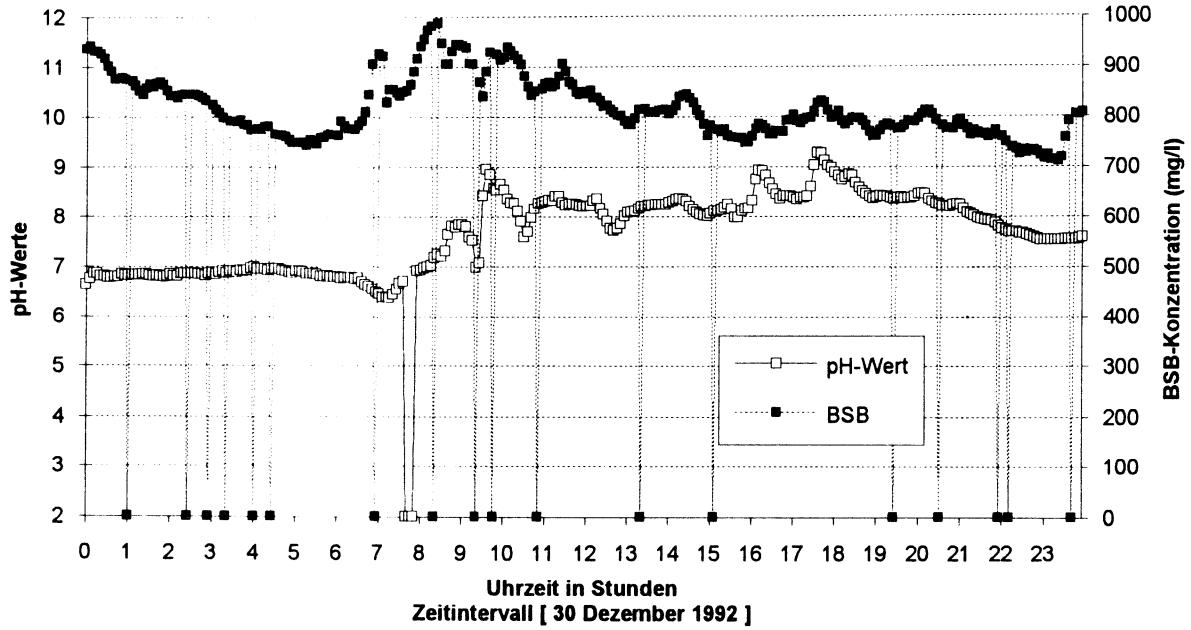
**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



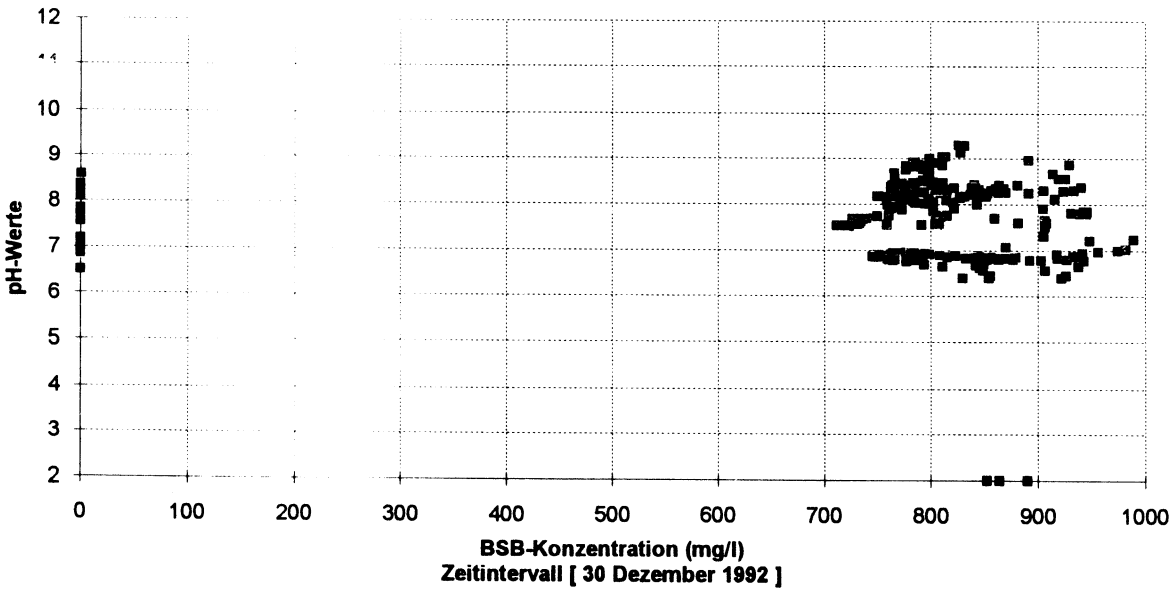

**Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und der Leitfähigkeit**



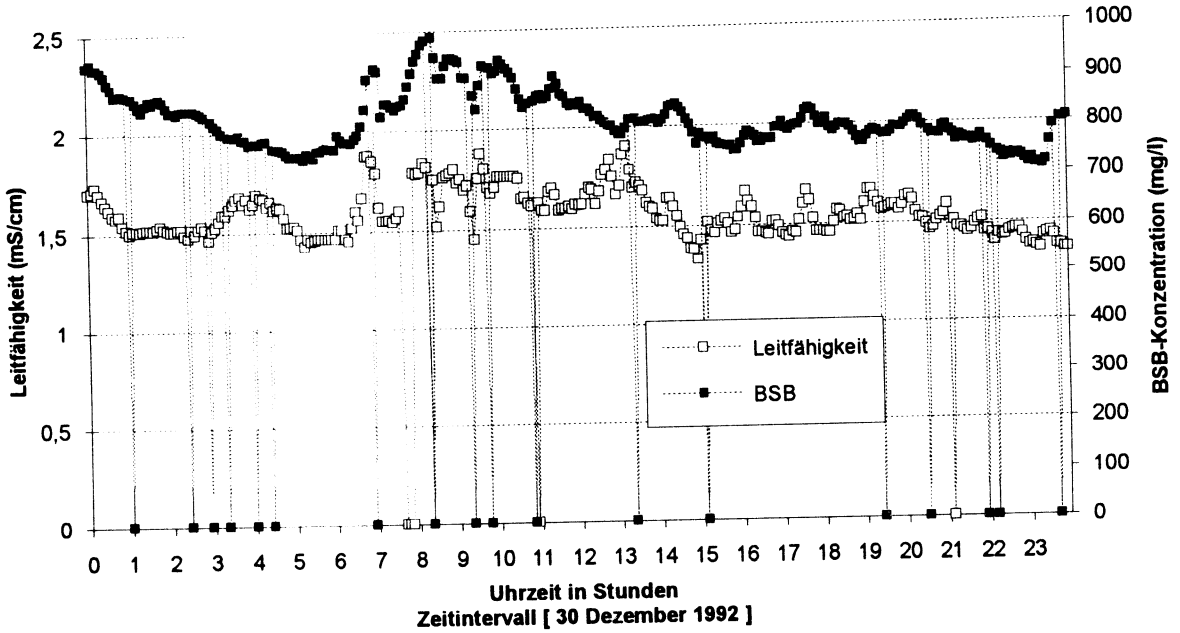
**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



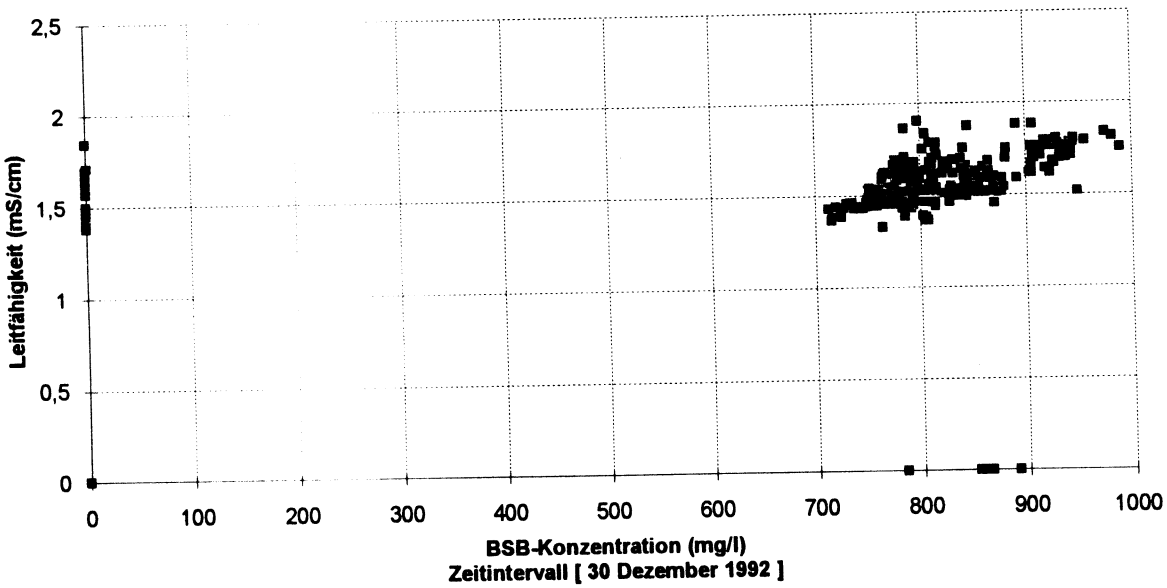

**Zusammenhang zwischen pH-Wert und BSB**



**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**




**Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB**



## Zusammenfassung des Tagesverlaufs - gütemäßige Betrachtungsweise -

| μ/σ (mg/l) | Min/Max (mg/l) |
|---|---|
| 767/206 | 712 < BSB < 989 |

Tab. 1: Der BSB-Parameter

| μ/σ (mS/cm) | Min/Max (mS/cm) |
|---|---|
| 1,54/0,27 | 1,33 < Leitf. < 1,90 |

Tab.2: Die Leitfähigkeit

| μ/σ (-) | Min/Max (-) |
|---|---|
| 7,6/0,93 | 6,4 < pH < 9,3 |

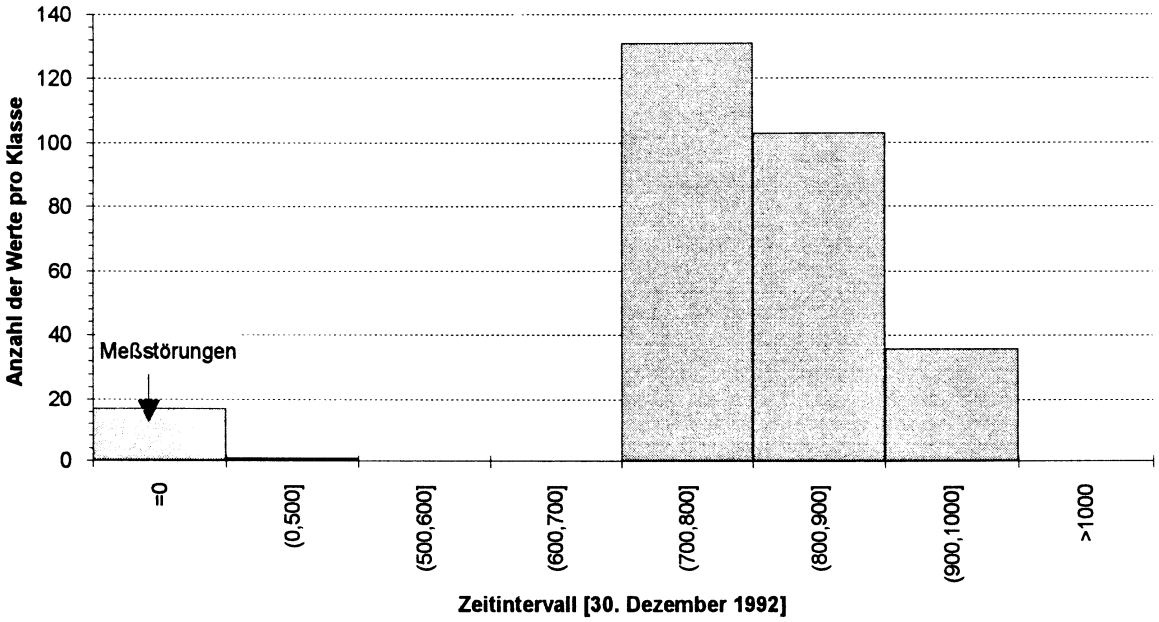
Tab.3: pH-Wert

μ :Tagesmittelwert
σ :Normalabweichung

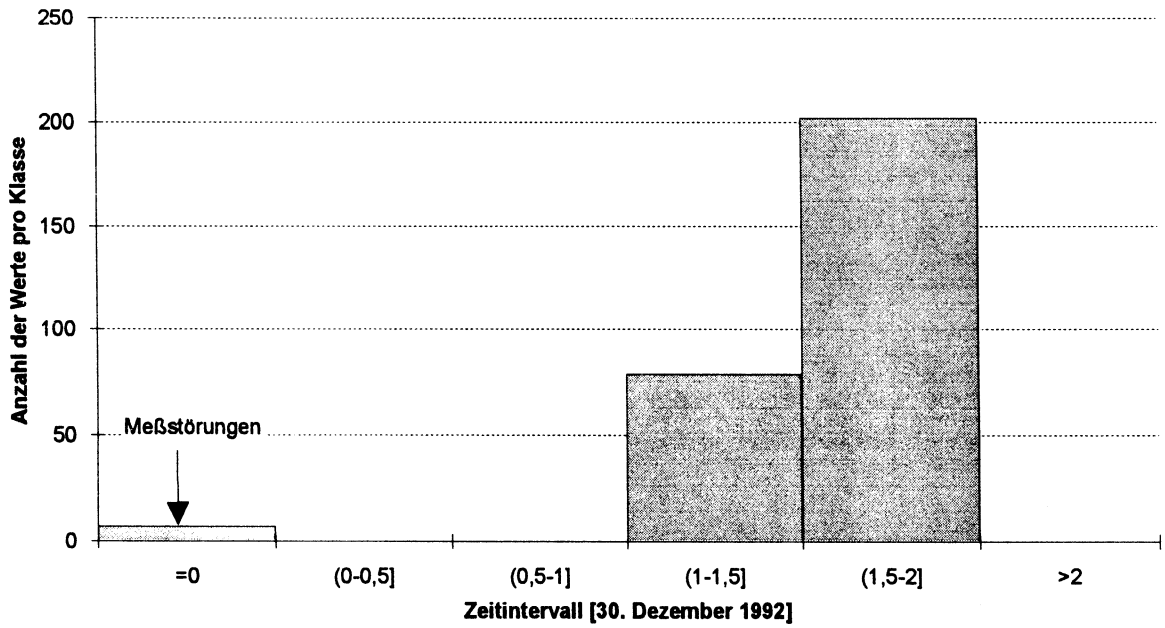
Zwischen 3:00 und 6:00 Uhr lagen die BSB-Werte im unteren Trockenwetterbereich (Minimalwerte) , zwischen 70:00 und 12:00 Uhr im oberen Bereich (Maximalwerte). Zwischen 0:00 und 7:00 Uhr wiesen die pH-Werte einen geradlinigen Verlauf leicht unter dem Grenzwert pH=7 auf. Nach 7:00 Uhr stellte sich ein unregelmäßigerer Verlauf um den Wert pH=8 ein.

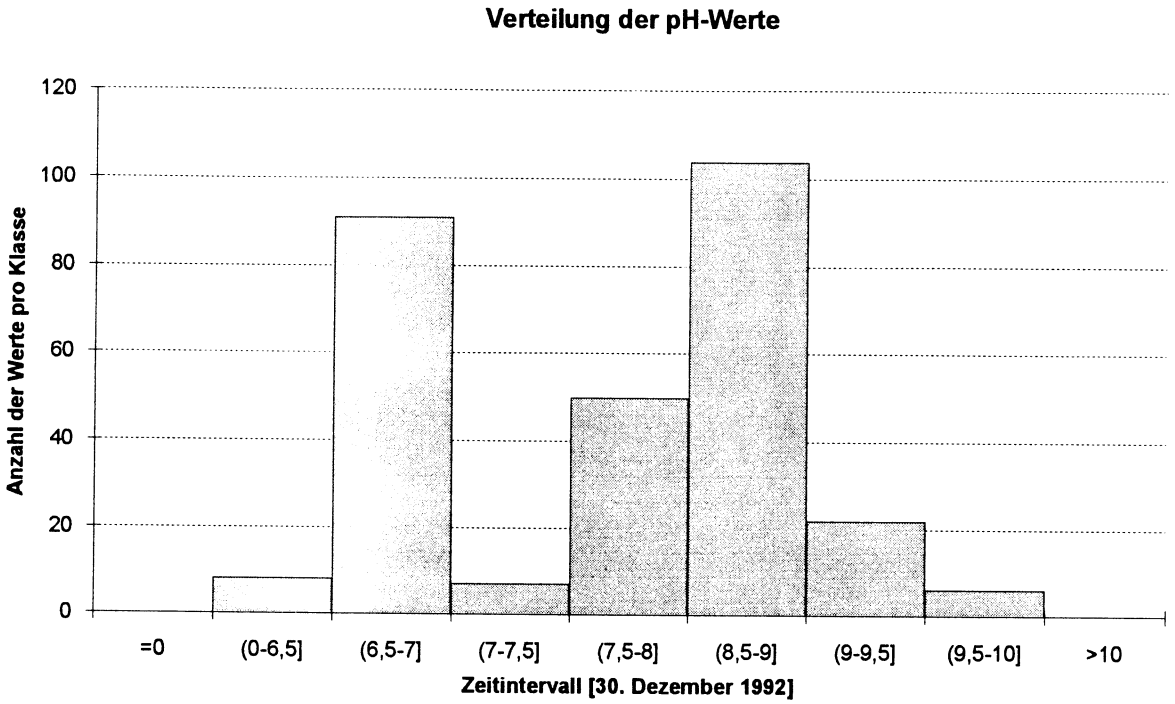
Anmerkungen:
- Eine Korrelation zwischen dem BSB und dem Wasserstand in H10 scheint zu bestehen.
- Eine Korrelation scheint zwischen der Leitfähigkeit und dem BSB zu bestehen.
- Der pH scheint, in keinem straffen Zusammenhang mit beiden anderen Parametern zu stehen.

**Verteilung der BSB-Werte**




**Verteilung der Leitfähigkeitswerte**




Verteilung der pH-Werte
Anzahl der Werte pro Klasse
120
100
80
60
40
20
0
=0
(0-6,5]
(6,5-7]
(7-7,5]
(7,5-8]
(8,5-9]
(9-9,5]
(9,5-10]
>10
Zeitintervall [30. Dezember 1992]

## Allgemeine Schlußfolgerungen über den Zusammenhang zwischen dem pH, der Leitfähigkeit und dem BSB

**Die Leitfähigkeit**

Die Leitfähigkeit des "normalen" Abwassers im Kanal liegt im Bereich [1;2] mS/cm (vgl. Verteilungsfunktionen an den Tagen 18 und 30 Dezember 1992).

- Frachteinleitungen aus Indirekteinleitern können jedoch die Leitfähigkeit kurzfristig deutlich ändern. Am 15. August 1992 sind z.B. nach Einleitungen in den Kanal stoßweise ungewöhnlich hohe bzw. niedrige Leitfähigkeitswerte gemessen worden. Jedoch dauerten die Wertschwankungen nur kurz. Die große Mehrheit der gemessenen Werte lag im "normalen" Trockenwetterbereich .
- Regenwasserzufluß in den Kanal bewirkt eine deutliche Verschiebung der Leitfähigkeitswerte in den unteren Bereich (vgl. 10 August, 11-12 Dezember 1992). Am 12. Dezember, wo ca. 50% der gesamten Tagesabflußmenge aus Regenwasser bestand, lagen die meisten Leitfähigkeitswerte im Bereich [0;1] mS/cm.
- Die Beckenentleerung bewirkt auch eine Verringerung der Leitfähigkeitswerte bis in den Bereich um 0,5 mS/cm.

**Der BSB**

Im Trockenwetterfall liegt der BSB im Bereich [700-1 000] mg/l. Im Regenwetterfall, wenn der Regenwasserzufluß eine signifikante Auslastung des Stauraums verursacht, verschiebt sich der BSB in den Bereich [0-500] mg/l.
Der BSB zeigt meistens einen ähnlichen Tagesverlauf wie die Leitfähigkeit, so daß eine relativ gute Korrelation zwischen beiden Parameter besteht (vgl. 18., 19., 30. Dezember 1992). Dies gilt sowohl für Trockenwetter und Regenwettertage.
Dieses "normale" Verhältnis kann jedoch erheblich gestört werden, wenn Einleitungen eintreten oder wenn die Becken entleert werden. Im folgenden sind Beispiele für "gestörte" Verhältnisse aufgeführt:

- Am 11. Dezember 1992 trat bedingt durch Indirekteinleitungen zwei Male eine deutliche Reduzierung der BSB-Werte von ca. 900 mg/l auf 500 mg/l, ohne daß die Leitfähigkeit aus dem normalen TW-Bereich - ca. 1,5 mS/cm - ausfiel.
- Am 12. Dezember 1992 blieb der Wasserstand in H10 infolge eines ständigen Regenwasserzuflusses den ganzen Tag auf einem relativ hohen Niveau. Dementsprechend wurden niedrige Werte für den BSB - um ca. 200mg/l - und für die Leitfähigkeit - um ca. 0,5 mS/cm - gemessen. Kurz nach 18:00 Uhr verringerten sich die gemessenen BSB-Werte deutlich - bis unter 70 mg/l -, während die Leitfähigkeit auf einen Wert von ca. 1 mS/cm stieg.

- Am 13. Dezember 1992 wirkte sich die Beckenentleerung ähnlich wie der Regenwasserzufluß auf den Gütezustand des Abwassers dh. Leitfähigkeit und BSB fielen herunter. Die gemessenen BSB-Minimalwerte - <100 mg/l - wurden jedoch deutlich niedriger als während des Regenwasserzuflusses - vielleich bedingt durch die Klärwirkung der Rückhaltebecken. Zudem näherte sich die Leitfähigkeit dem ursprünglichen Zustand schneller als der BSB. Dies könnte entweder durch (chemische) Ausgleichsprozesse im Abwasser verursacht werden oder durch Verzögerungseigenschaften des BSB-Meßgerätes.

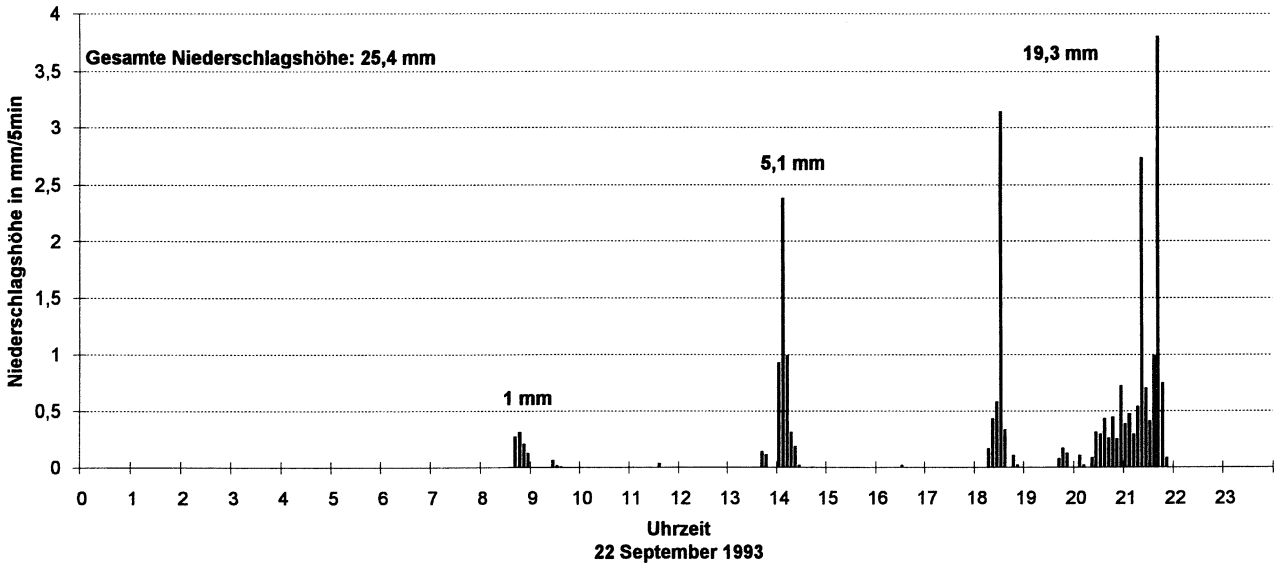
**Der Parameter pH**

Offensichtlich ist der pH wesentlich mehr von den indirekten Einleitungen als vom Regenwasserzufluß beeinflußt. Die Einleitungen erfolgen fast jeden Wochentag. Man kann gut beobachten, wie der pH-Wert nachtsüber im leicht saueren Bereich einen regelmäßigen Verlauf zeigt. Zwischen 6:00 und 10:00 Uhr beginnt der Verlauf sich viel unregelmäßiger zu gestalten. Schwankungen auftreten und die gemessenen pH-Wert liegen im Bereich zwischen 8 und 9 (vgl. 8, 9, 11, 12, 18, 19, 30 Dezember 1992). Abends ab ca. 21:00 Uhr tritt eine nächtliche Ruhepause ein. Am 13. Dezember - Sonntag - war die Streuung der pH-Werte um den Modalwert 7,25 deutlich kleiner als in den oben genannten Wochentagen. Möglicherweise wird weniger in den Kanal eingeleitet.

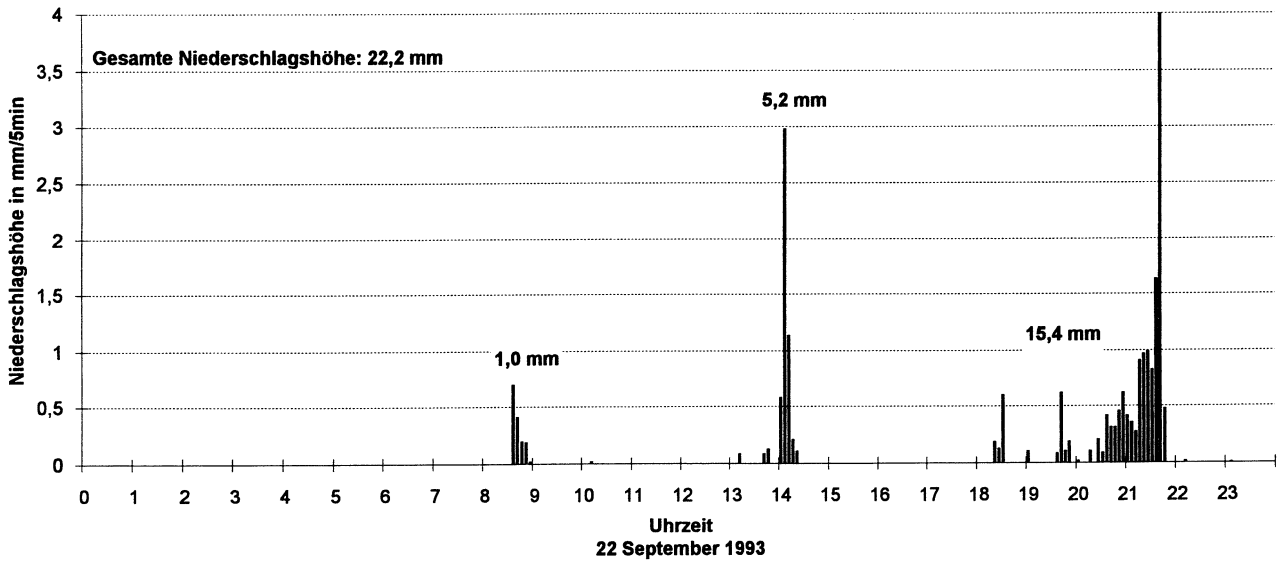
An manchen Tagen haben die im Pumpensumpf gemessenen pH-Werte den Grenzwert 10 (vgl. 15 August 1992) und sogar 11 (vgl. 10, 14 August 1992) überschritten:

- Der 14. August 1992 ist besonders interessant, weil sich der pH-Vorfall während eines Regens ereignete. Kurz nach Anstieg des Wasserstands in H10, infolge des Regenwasserzuflusses, wurden Stoffe in den Kanal eingeleitet, die trotz der relativ hohen Stauraumauslastung - Wasserstand in H10 - +1,20 mNN - pH-Werte über 10 und sogar 11 herbeibrachten.
- Am 15 August ließen die indirekten Einleitungen den pH-Wert sowohl in den stark basischen (>10) als auch in den stark saueren Bereich (<3) hinübergleiten.

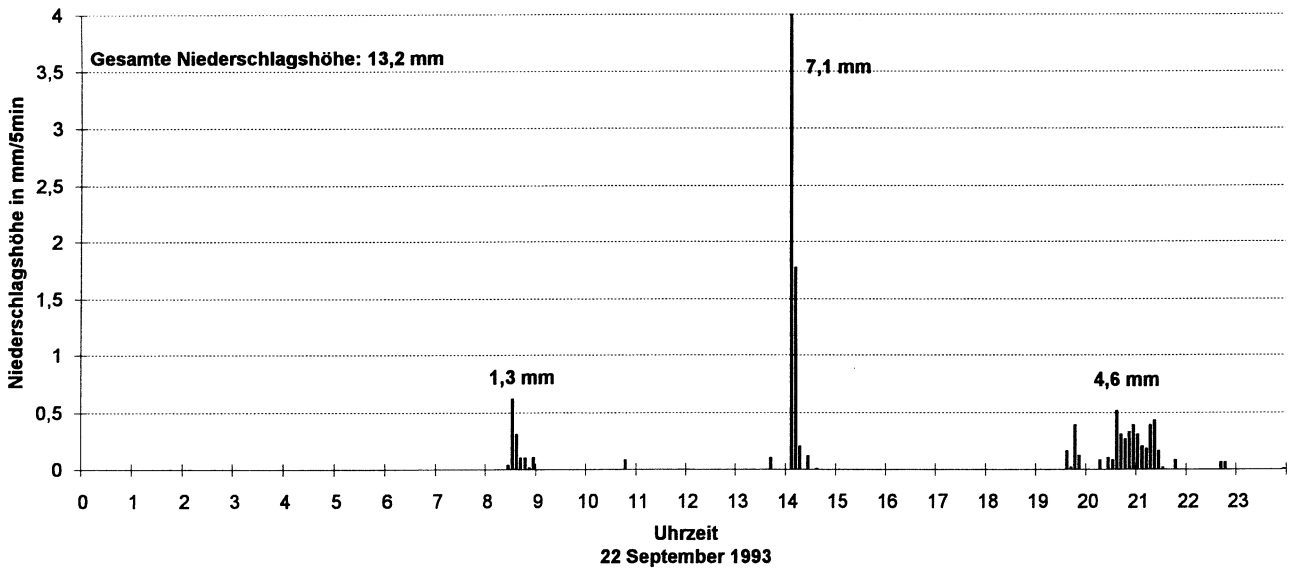
## Regenschreiber N01



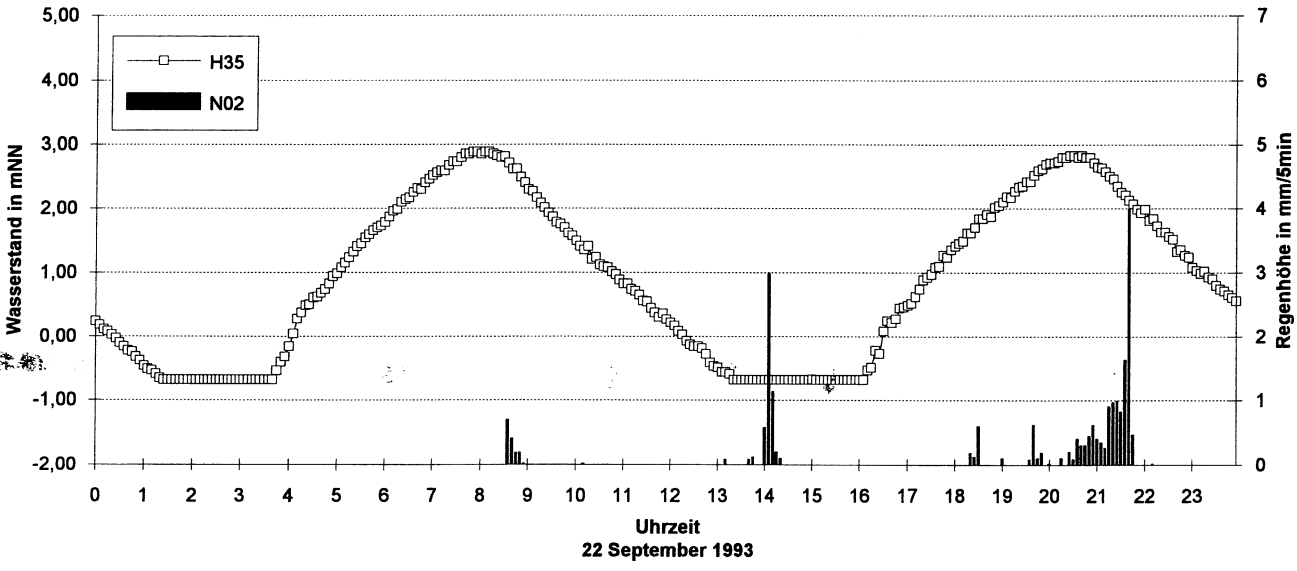

## Regenschreiber N02



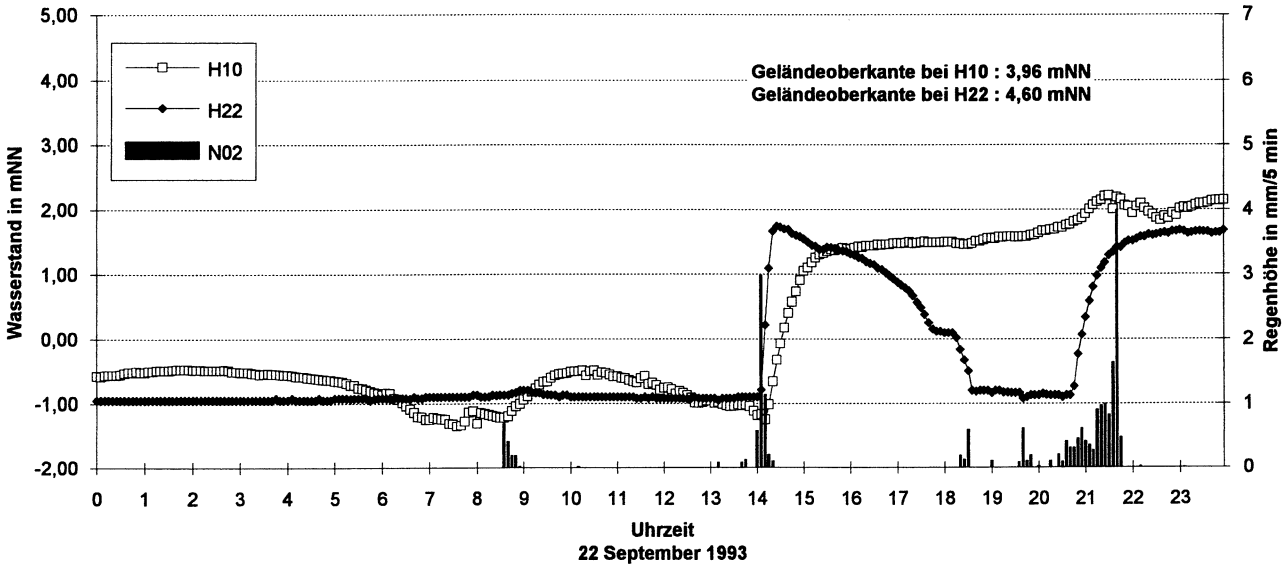
## Regenschreiber N03



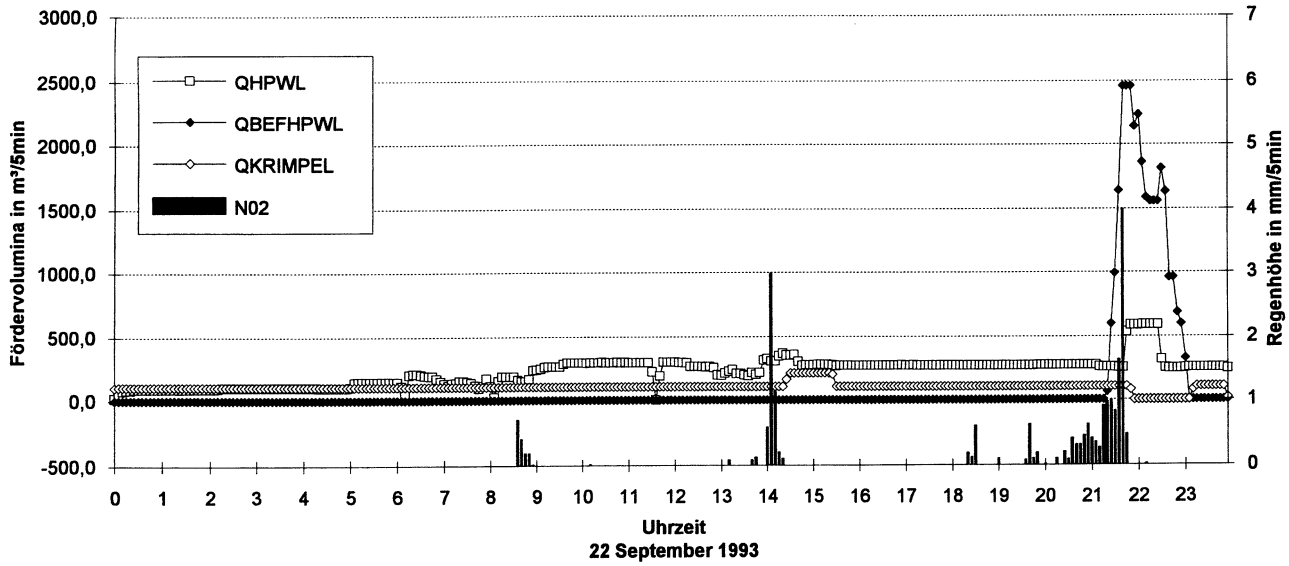

## Wasserstand der Weser



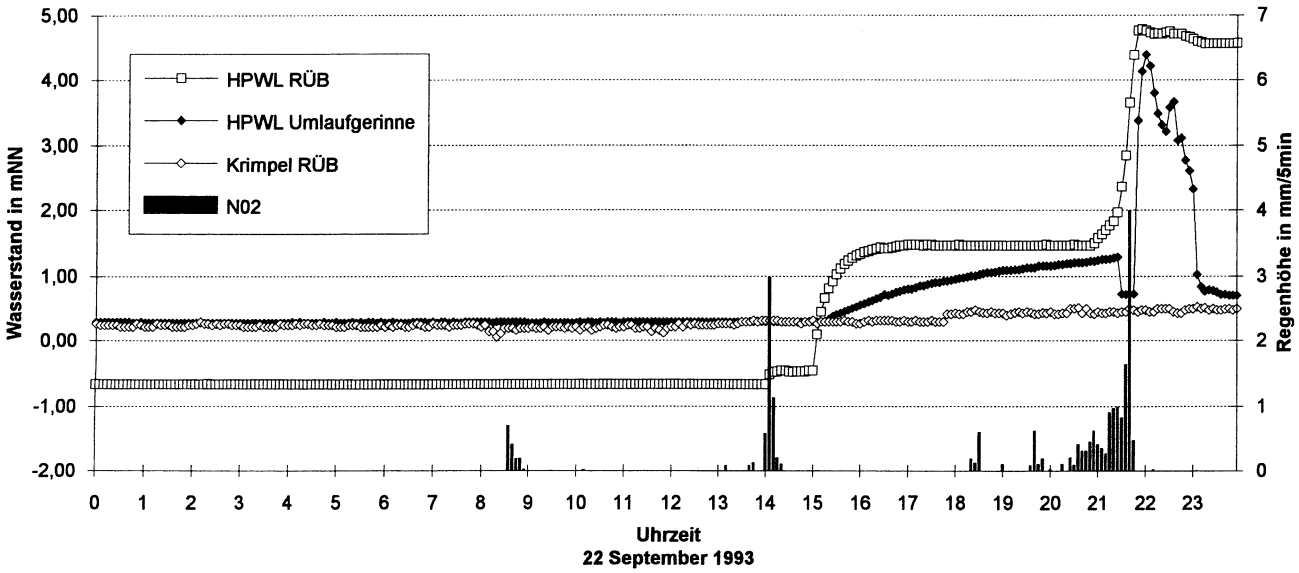
## Stauraumauslastung



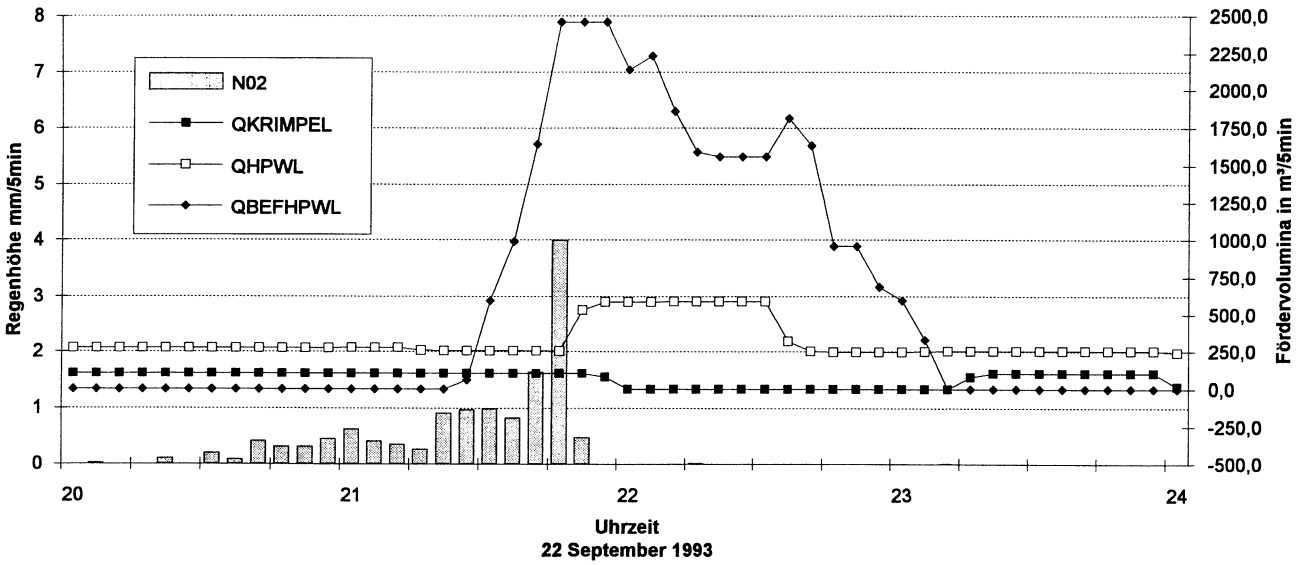

## Steuerungsstrategie



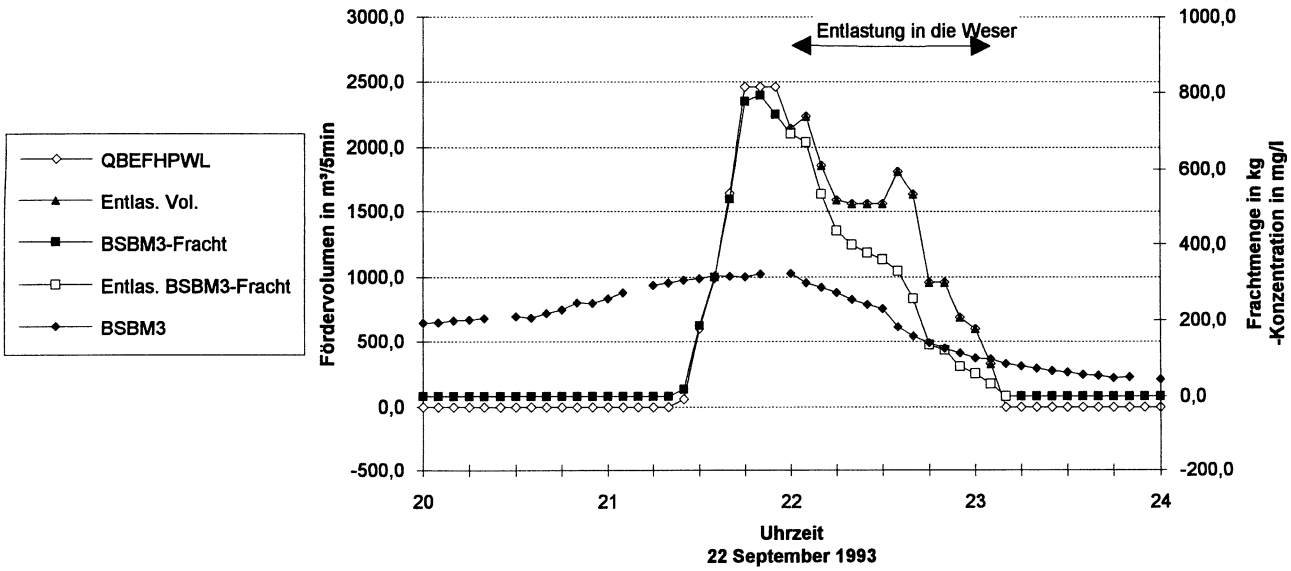
## Zustand der Regenüberlaufbecken



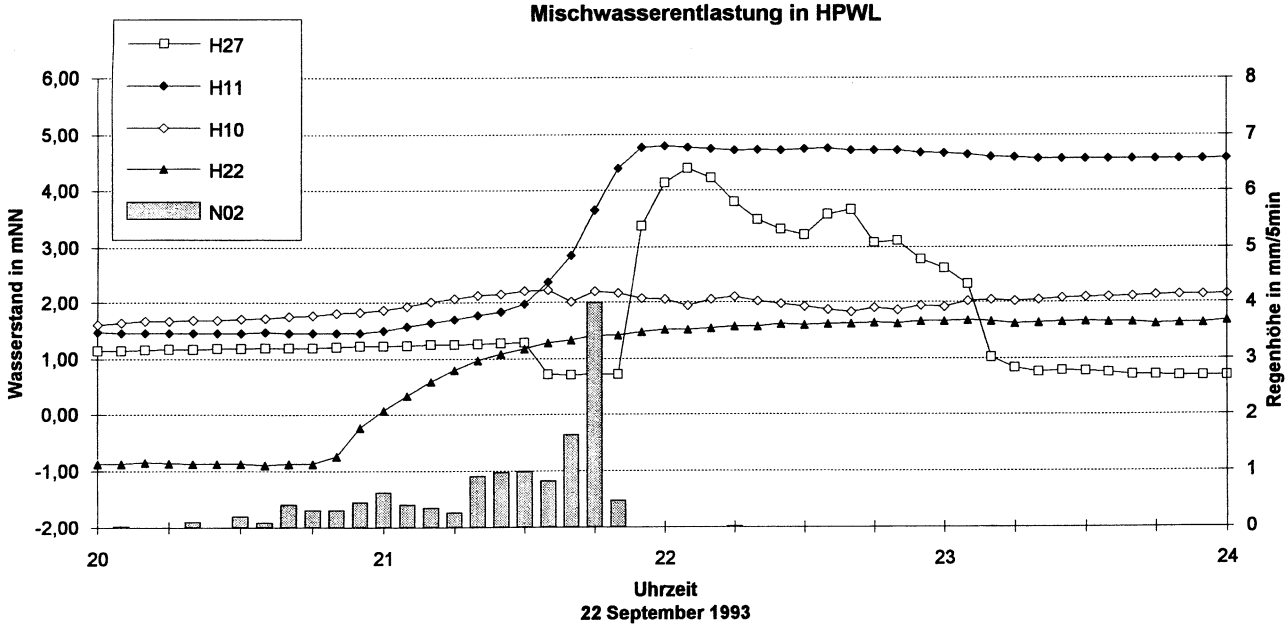

## Entlastung; die Fördermengen



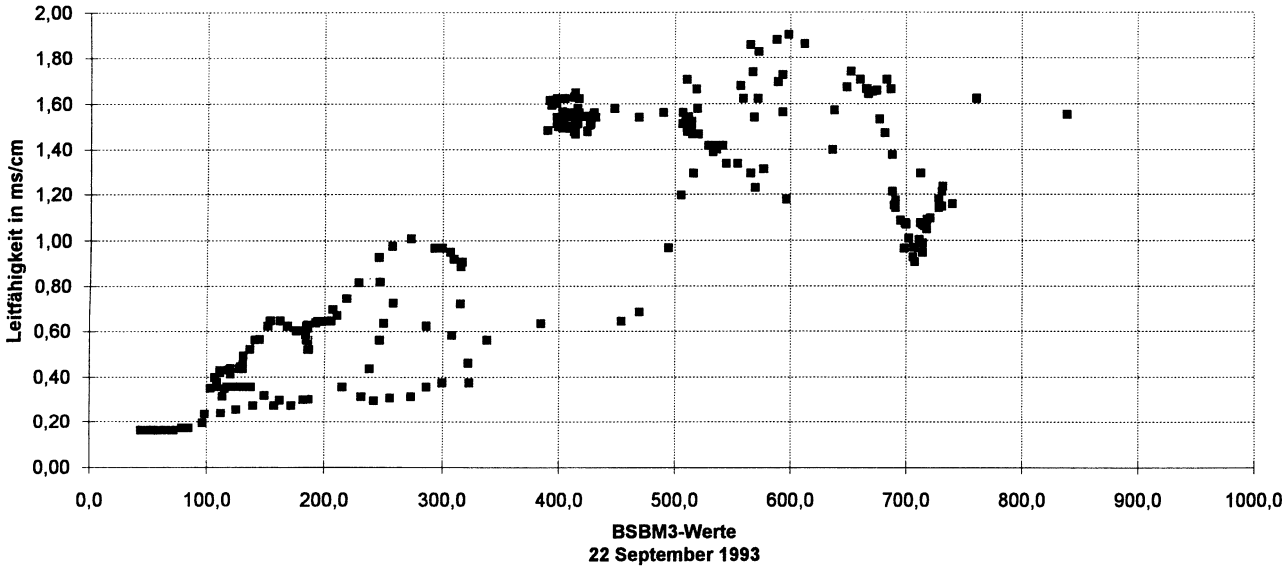
## Vergleich zwischen Entlastungs-Volumen und -Menge



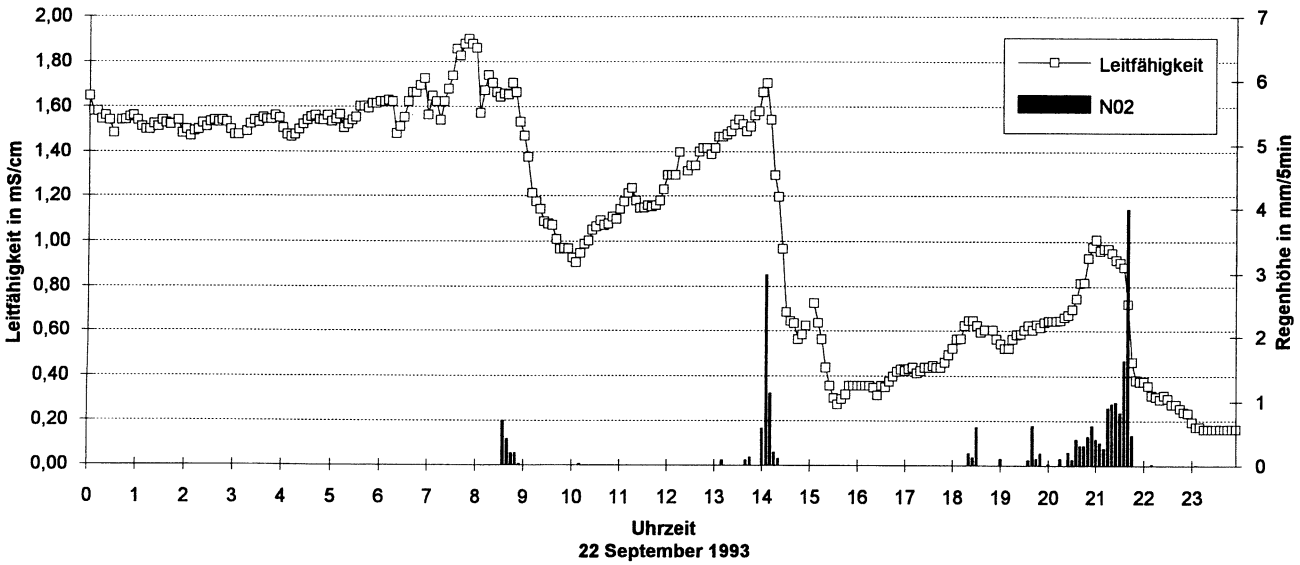

## Mischwasserentlastung in HPWL



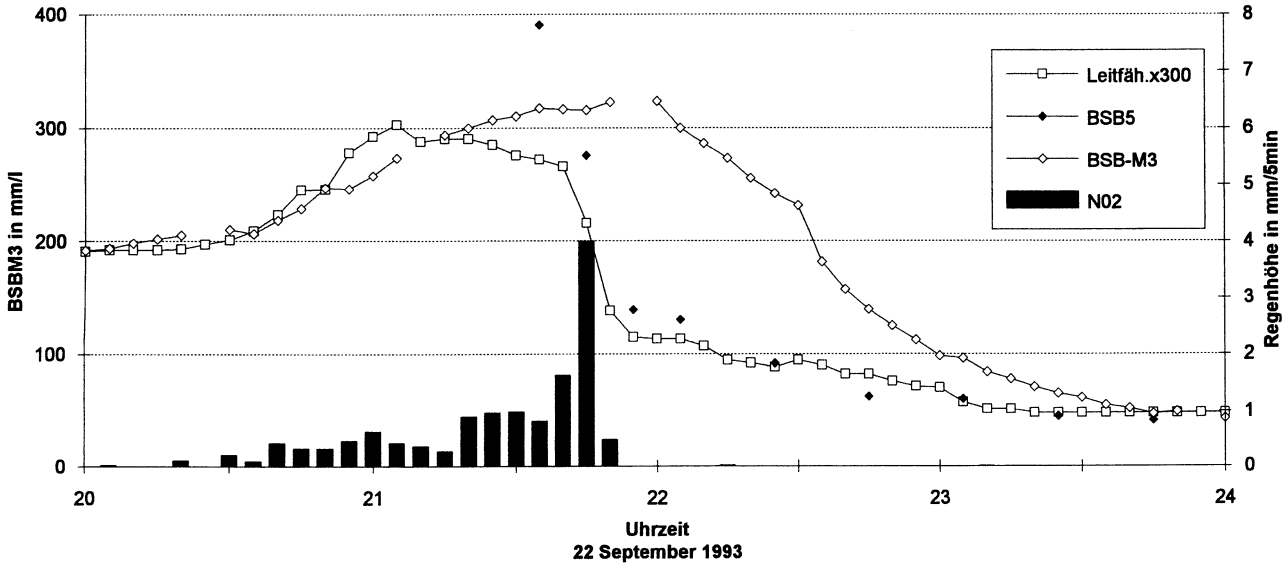
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



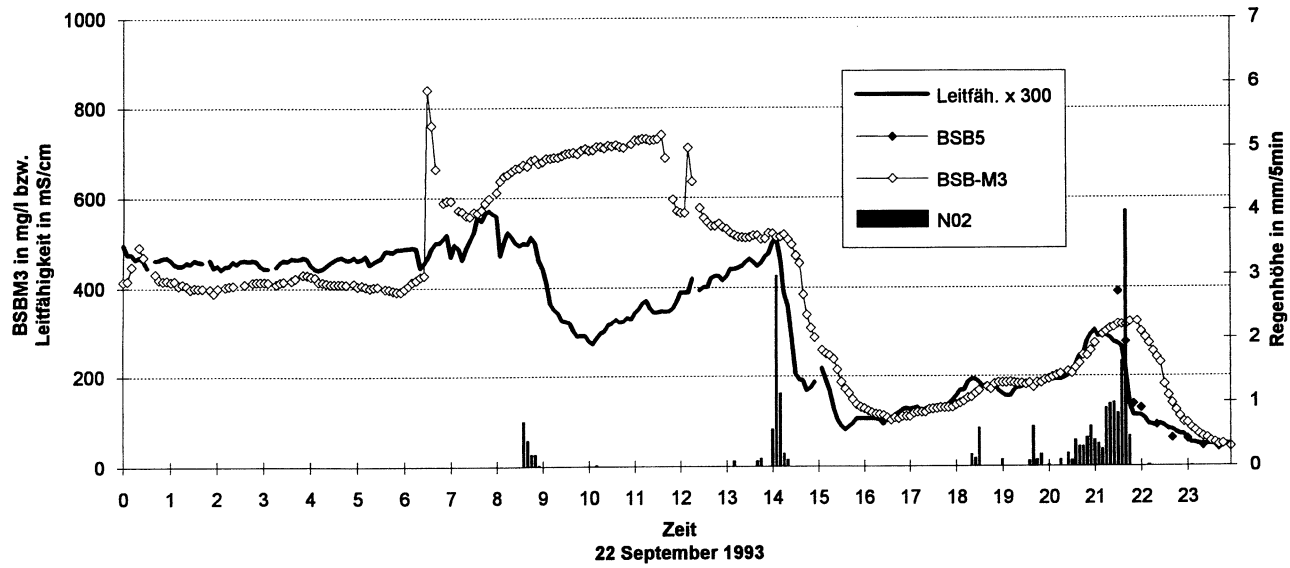

## Verlauf der Leitfähigkeit



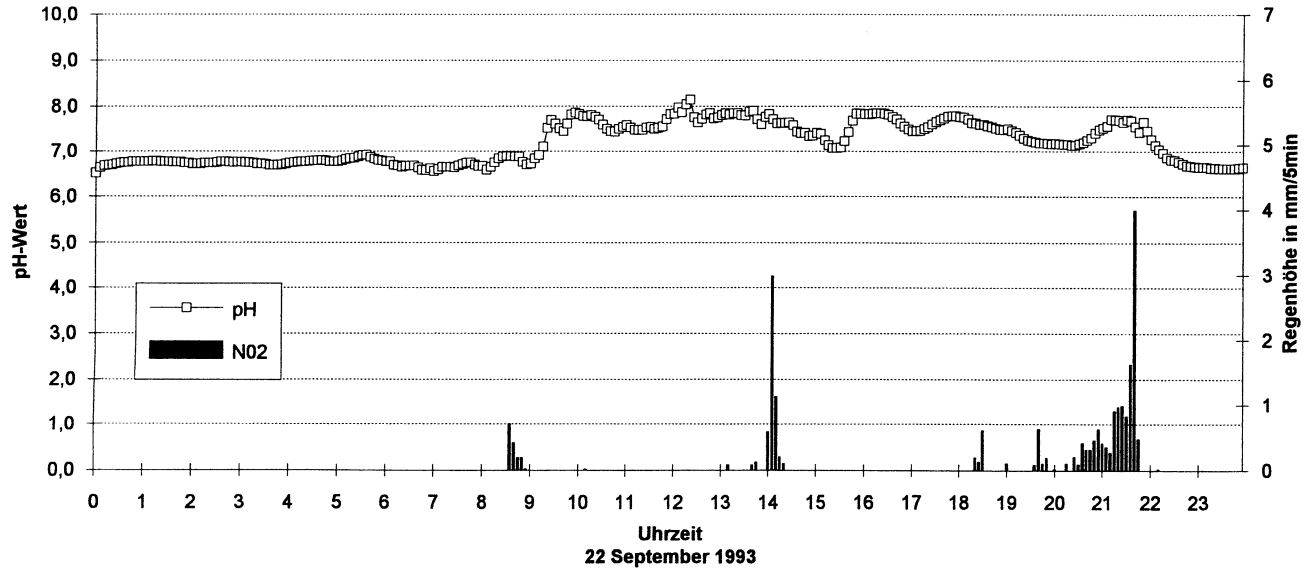
**Verlauf der gemessenen BSB5 und BSBM3-Werte**




**Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte**

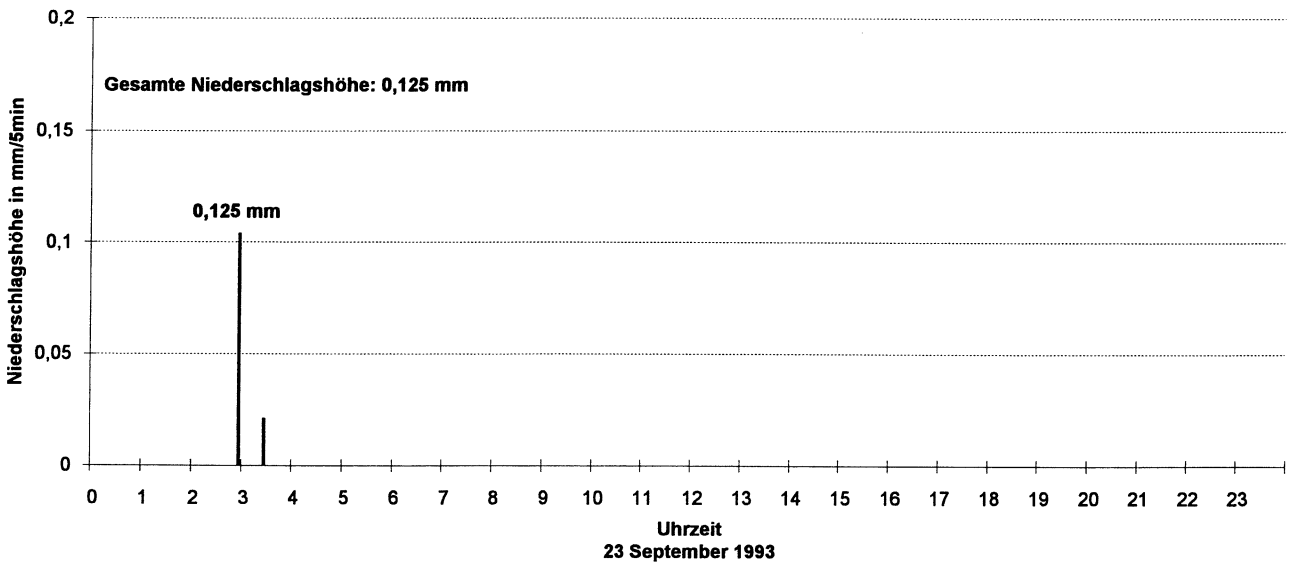


## Verlauf der pH-Werte



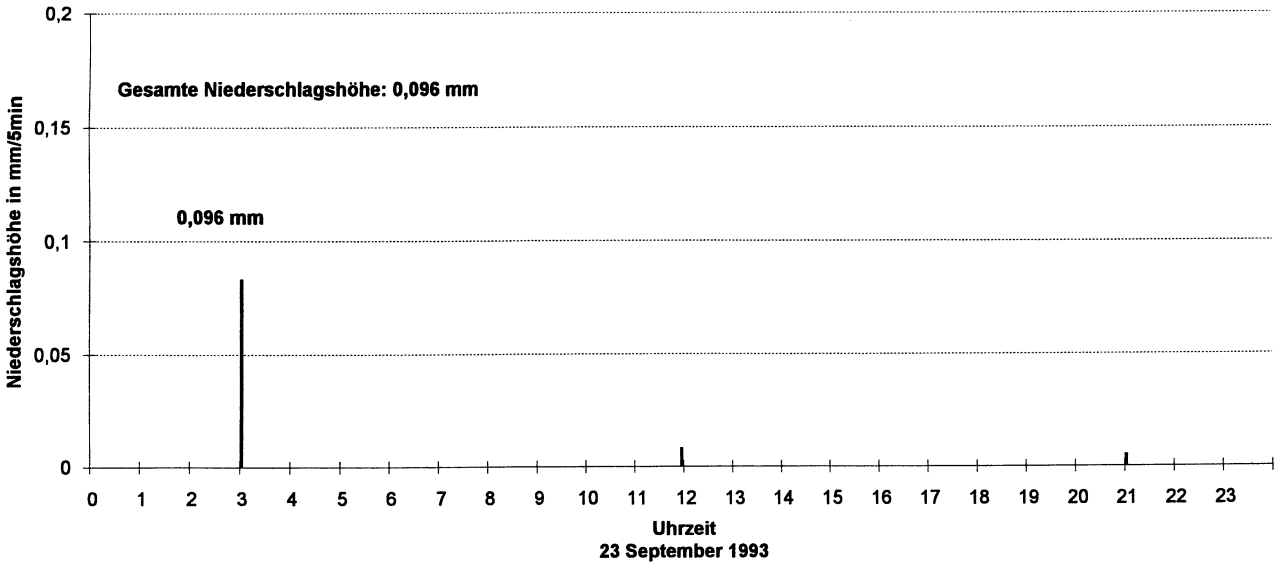

[M230993.XLW]REGENSCHREIBERNO1.XLC

## Regenschreiber N01



[M230993.XLW]REGENSCHREIBERNO2.XLC

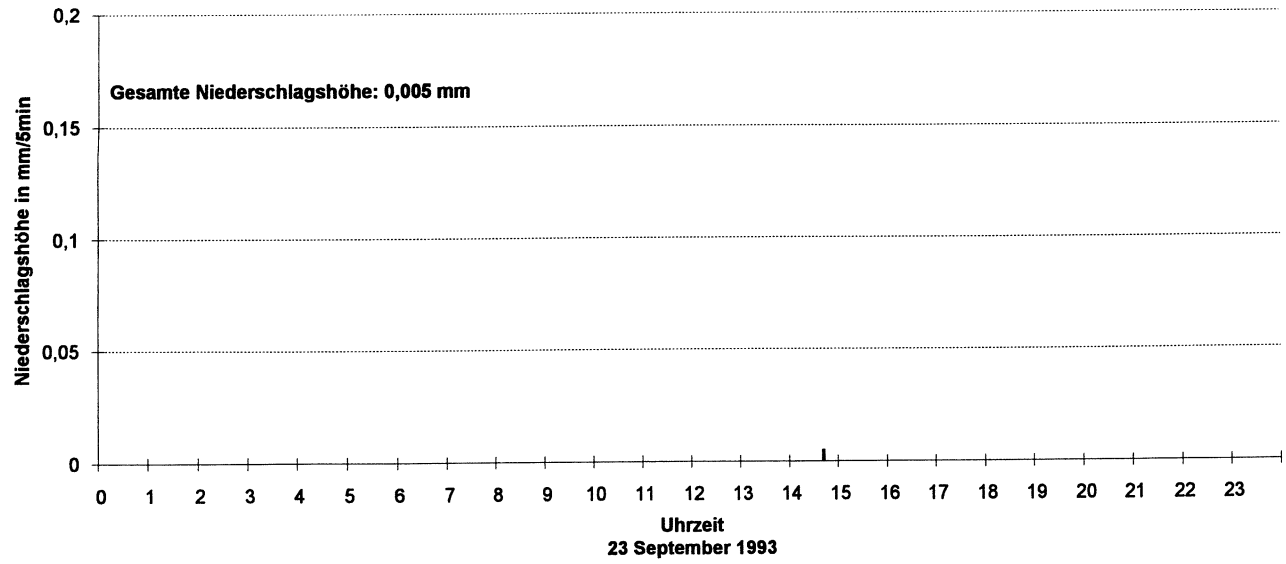
## Regenschreiber N02



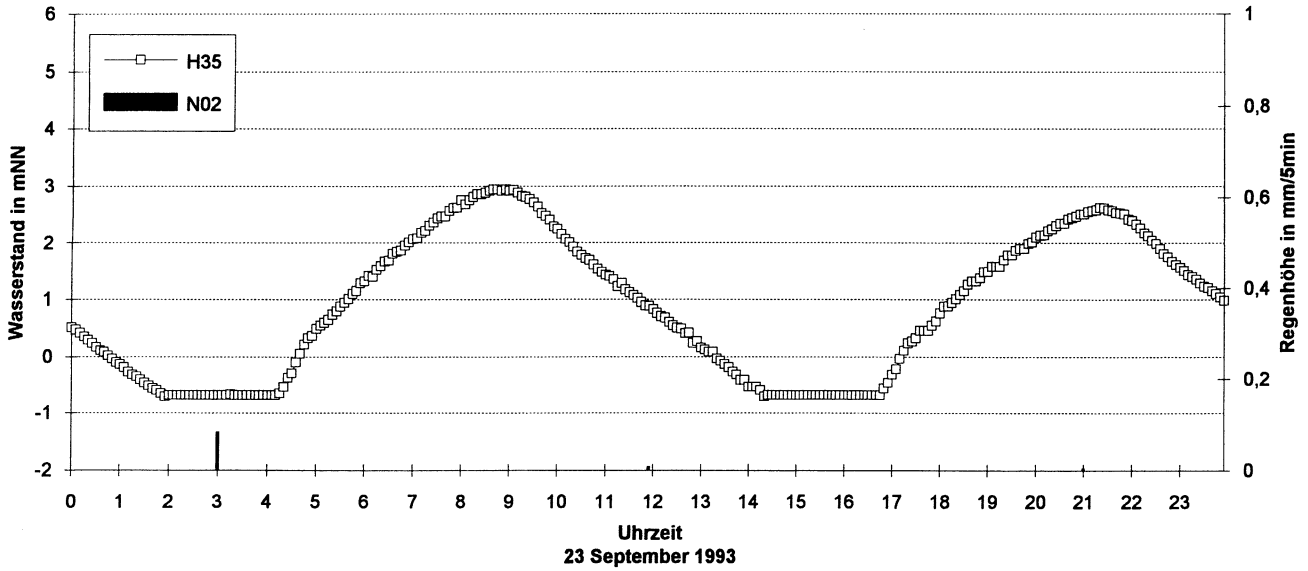



[M230993.XLW]REGENSCHREIBERNO3.XLC

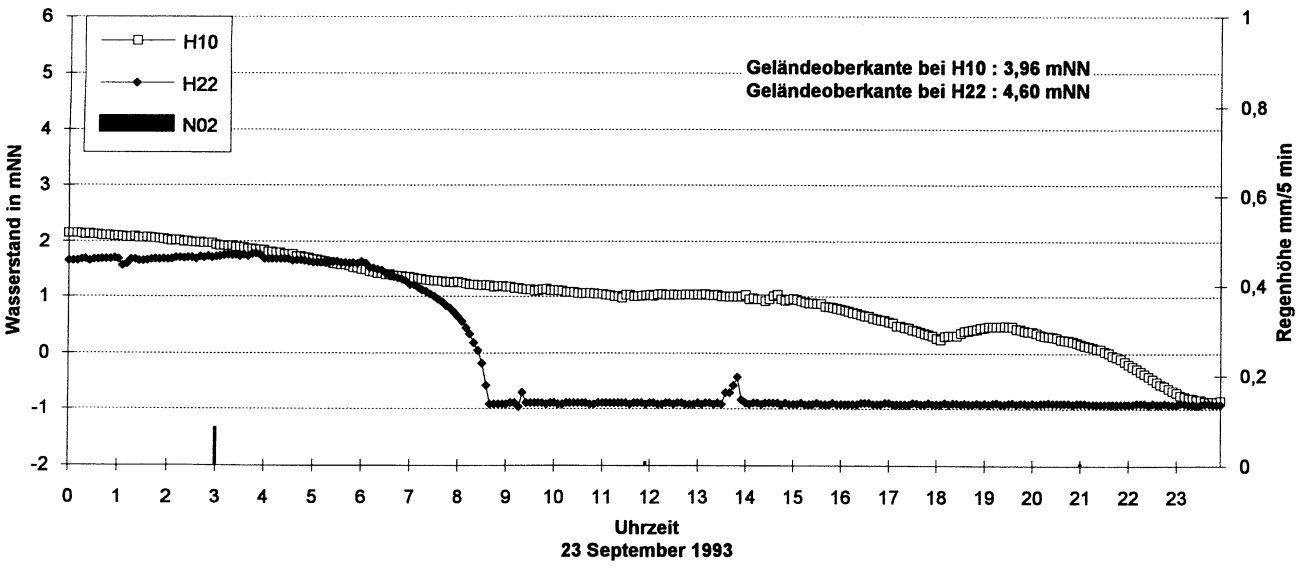
## Regenschreiber N03



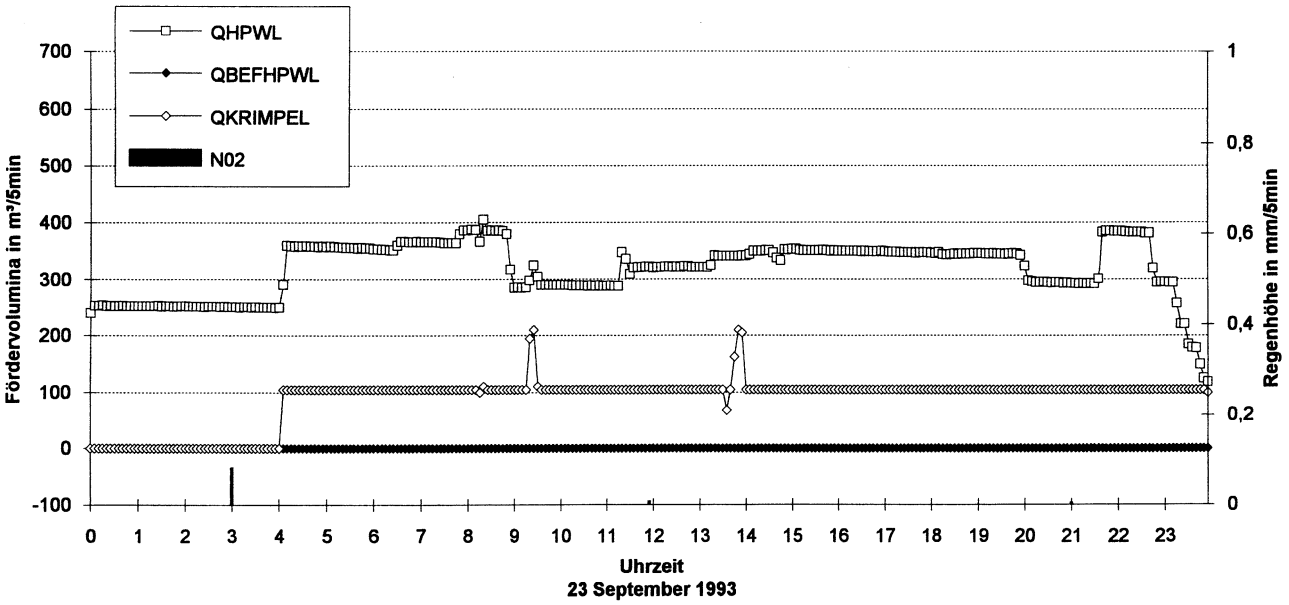
## Wasserstand der Weser



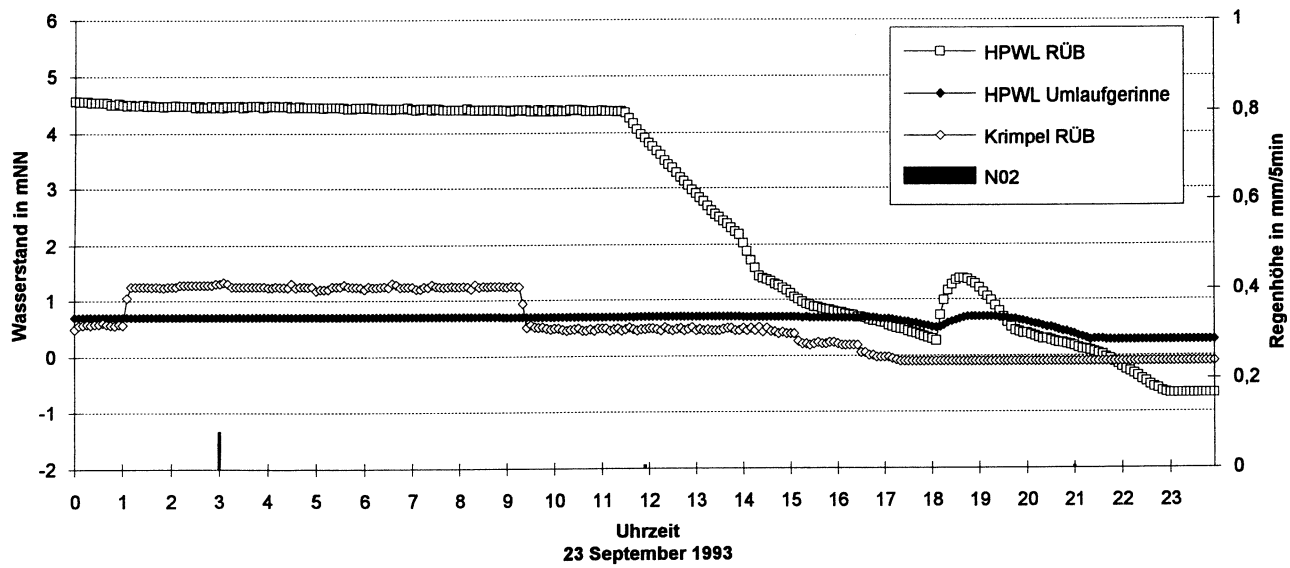

## Stauraumauslastung



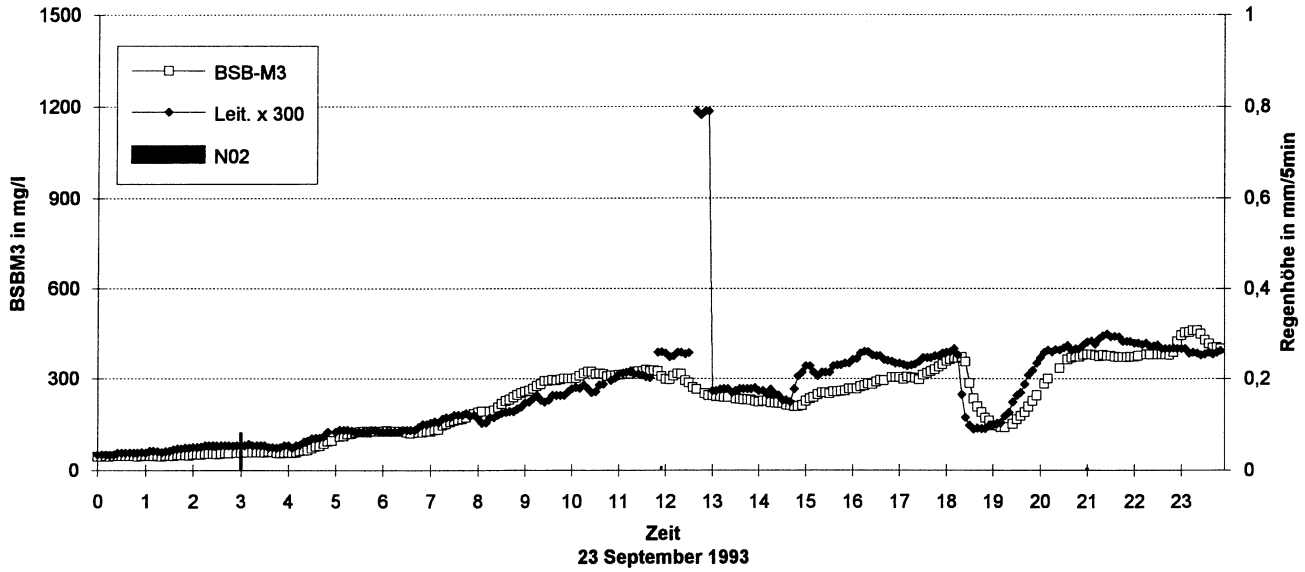
## Steuerungsstrategie



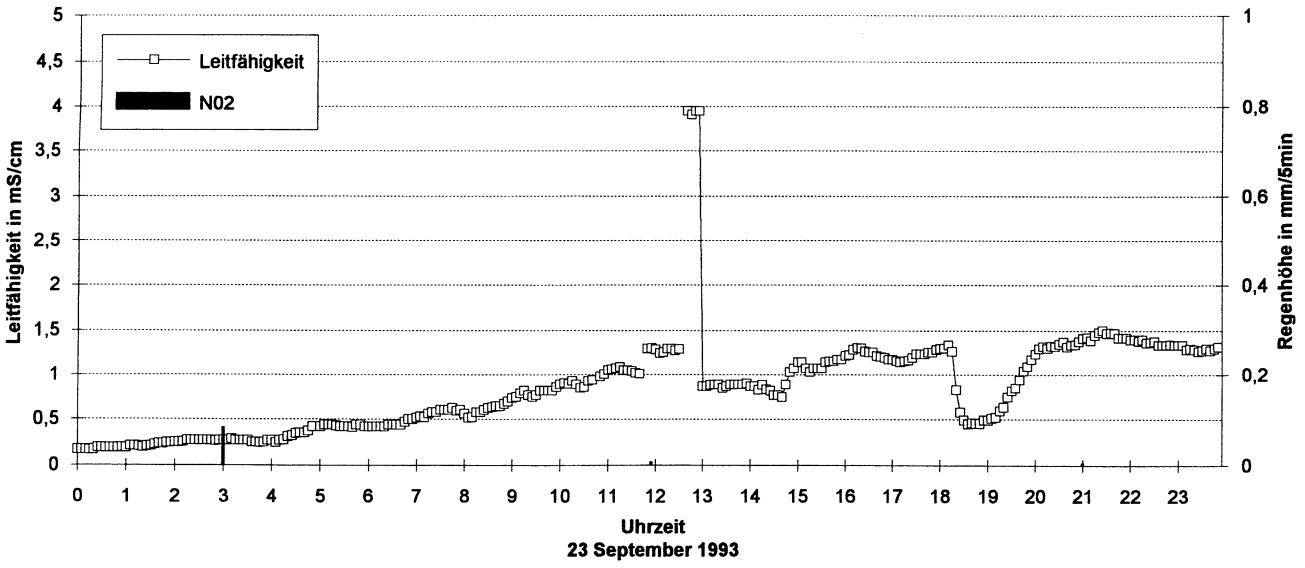

## Zustand der Regenüberlaufbecken



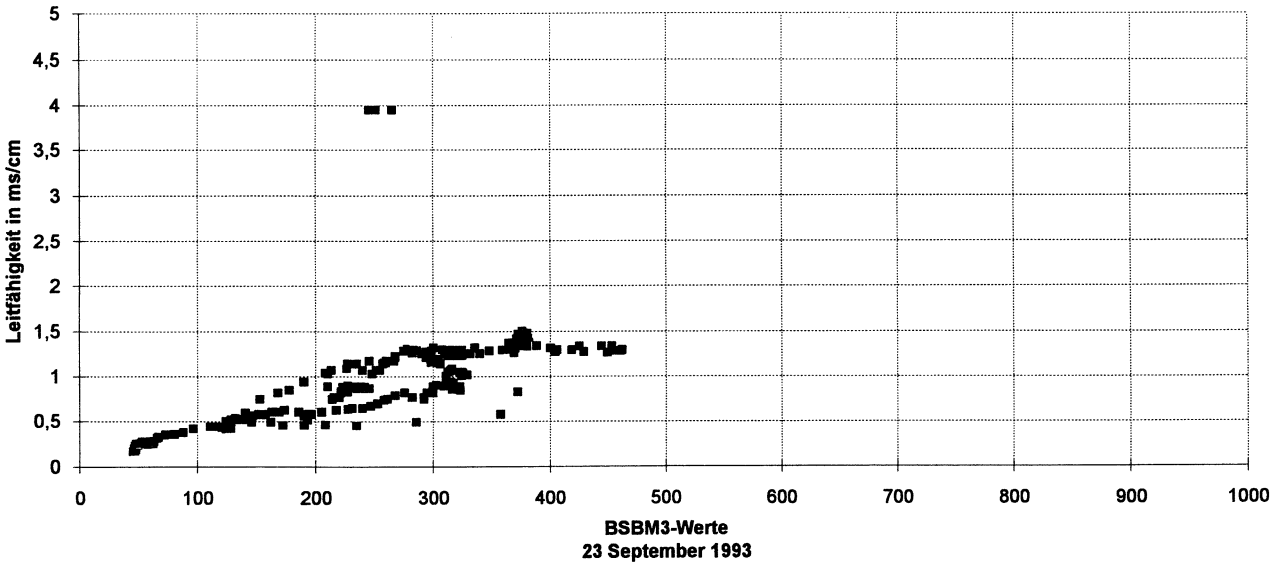
## Verlauf der gemessenen BSBM3-Werte



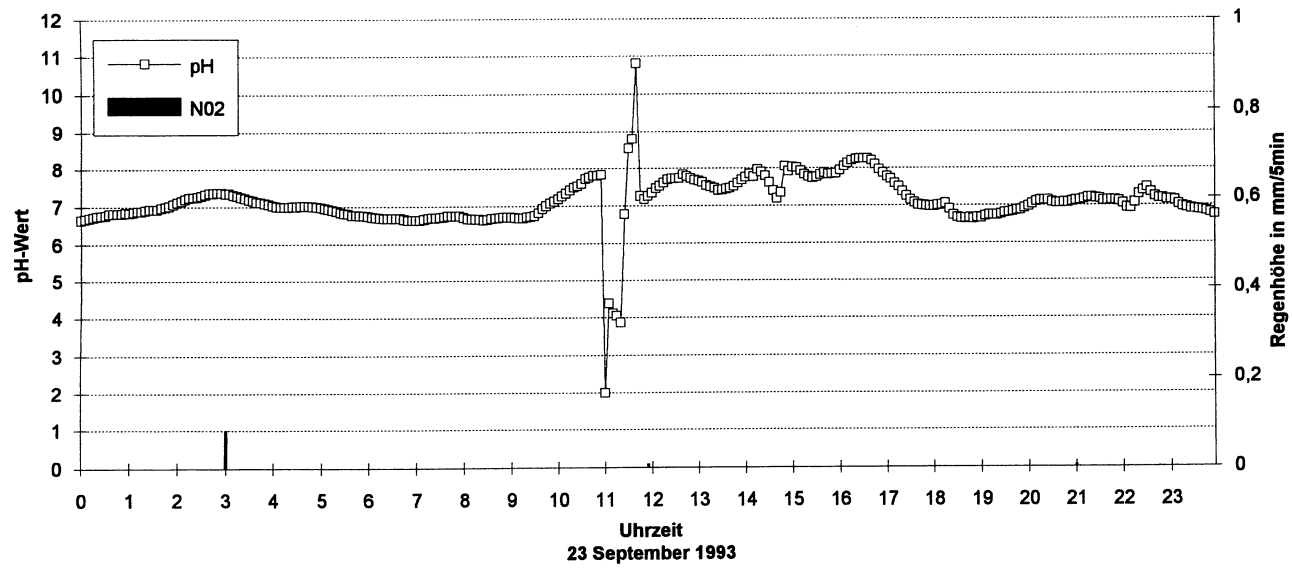

## Verlauf der Leitfähigkeit



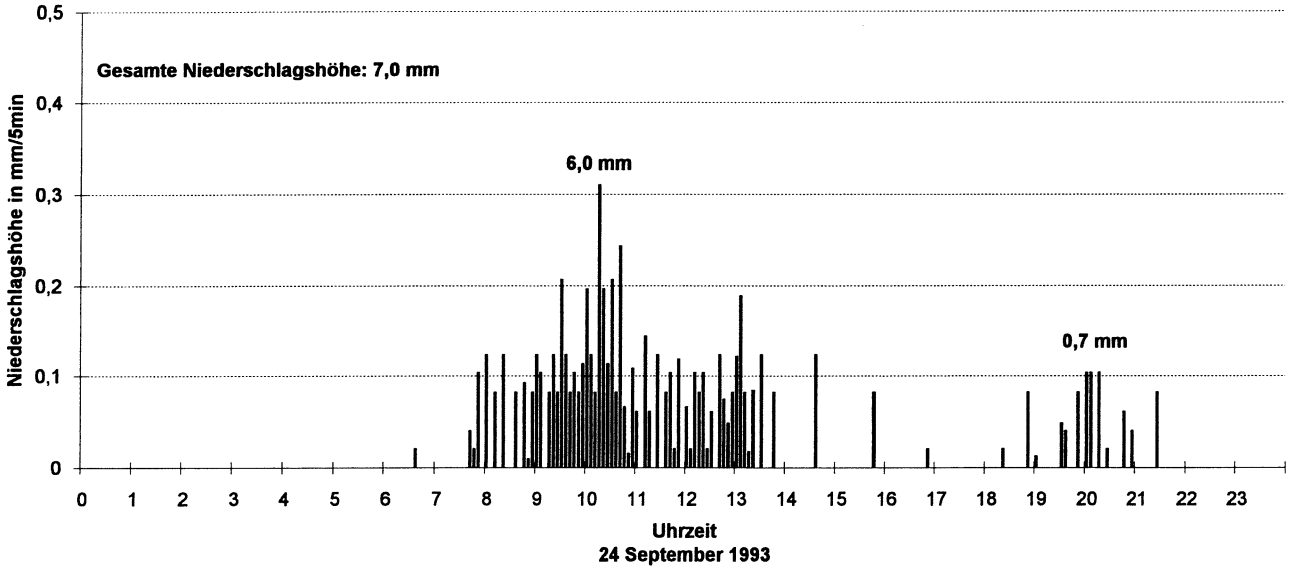
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



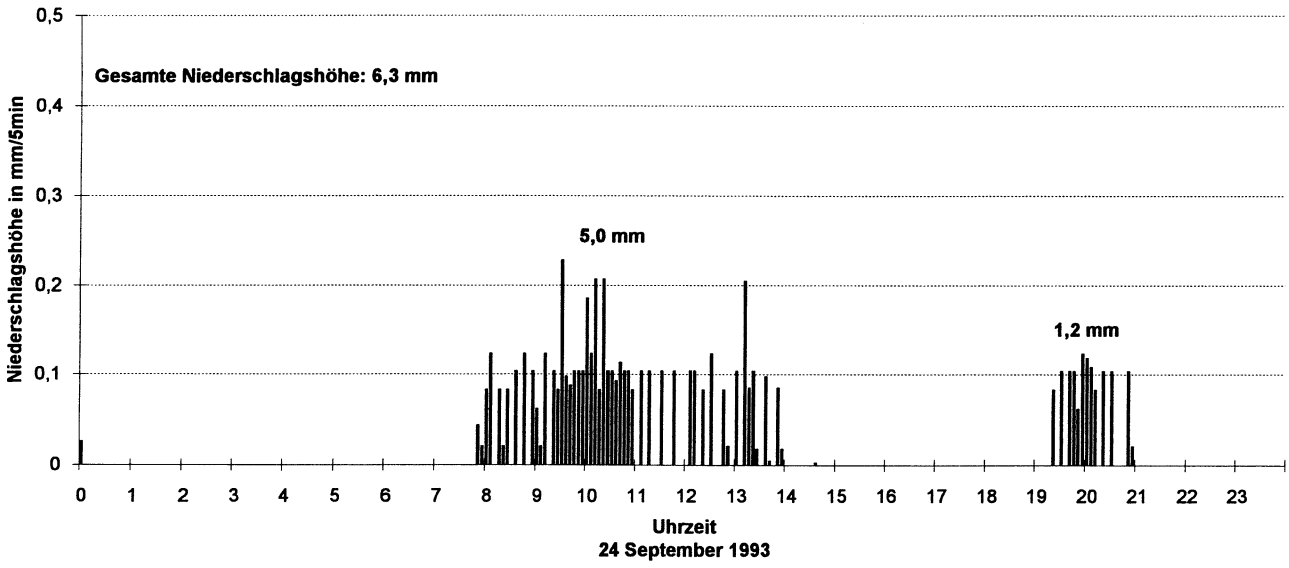

## Verlauf der pH-Werte



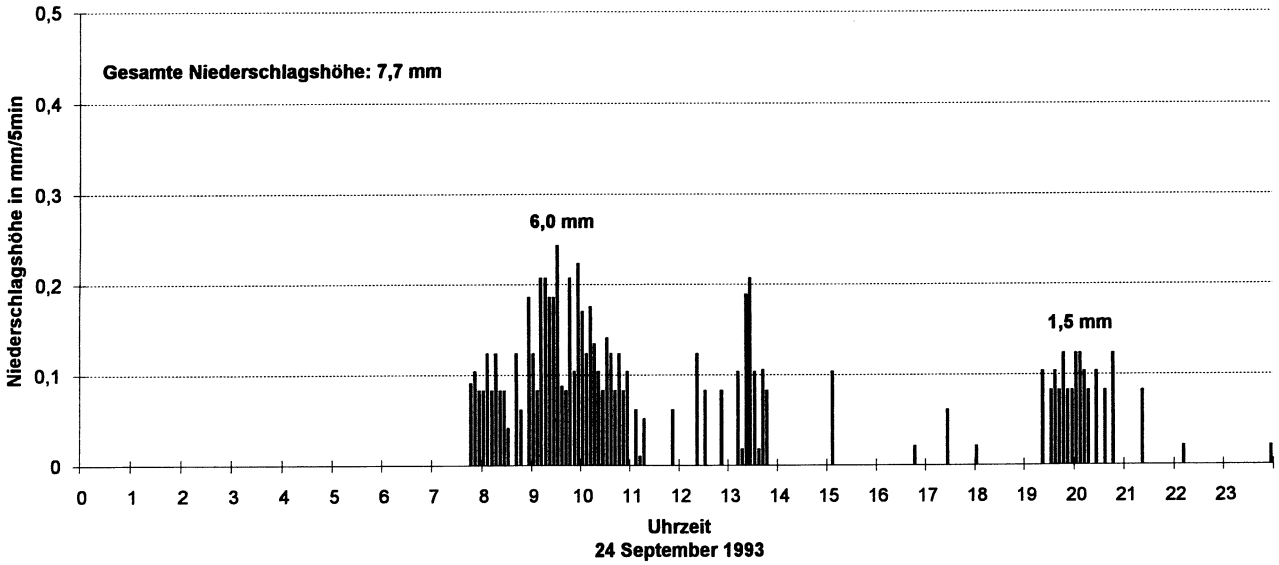
## Regenschreiber N01



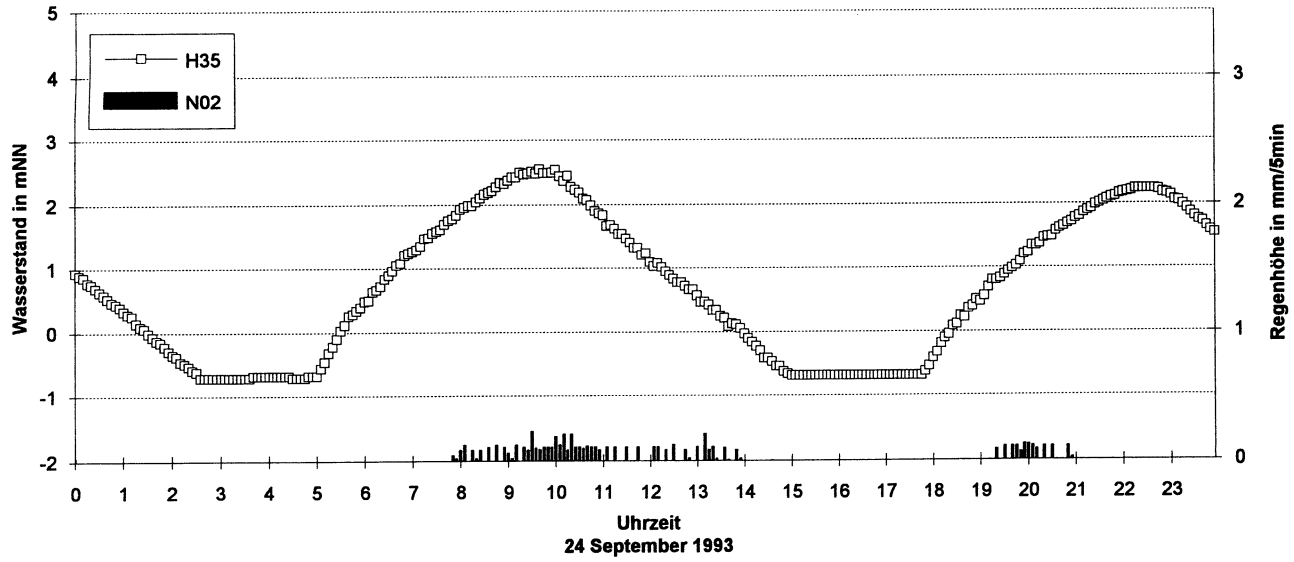

## Regenschreiber N02



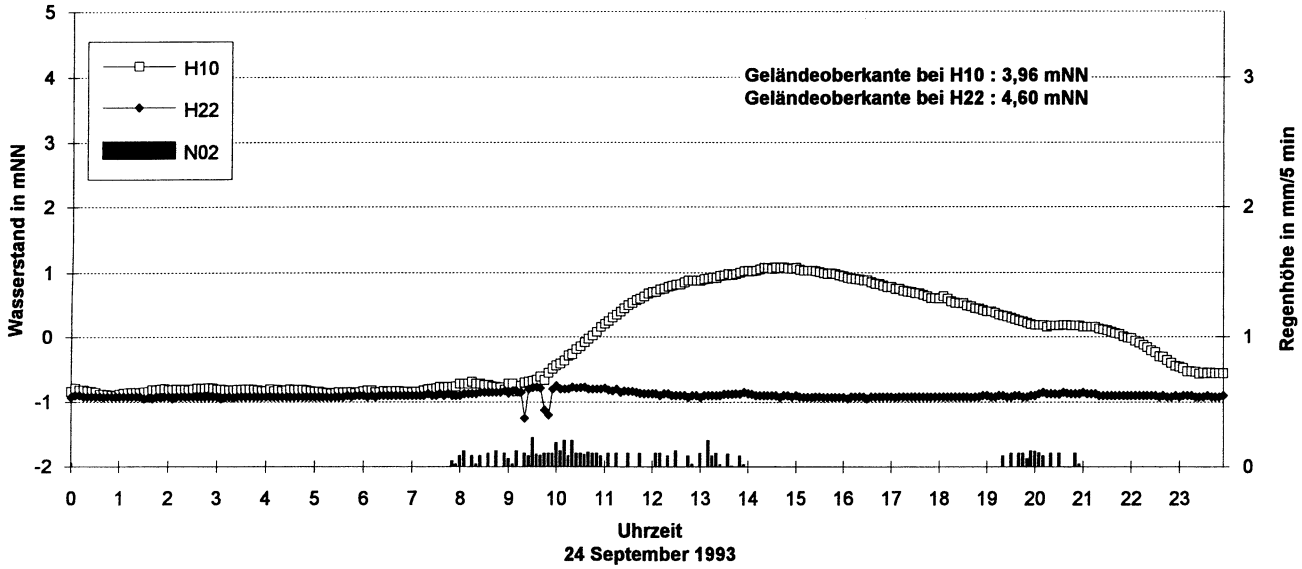
## Regenschreiber N03



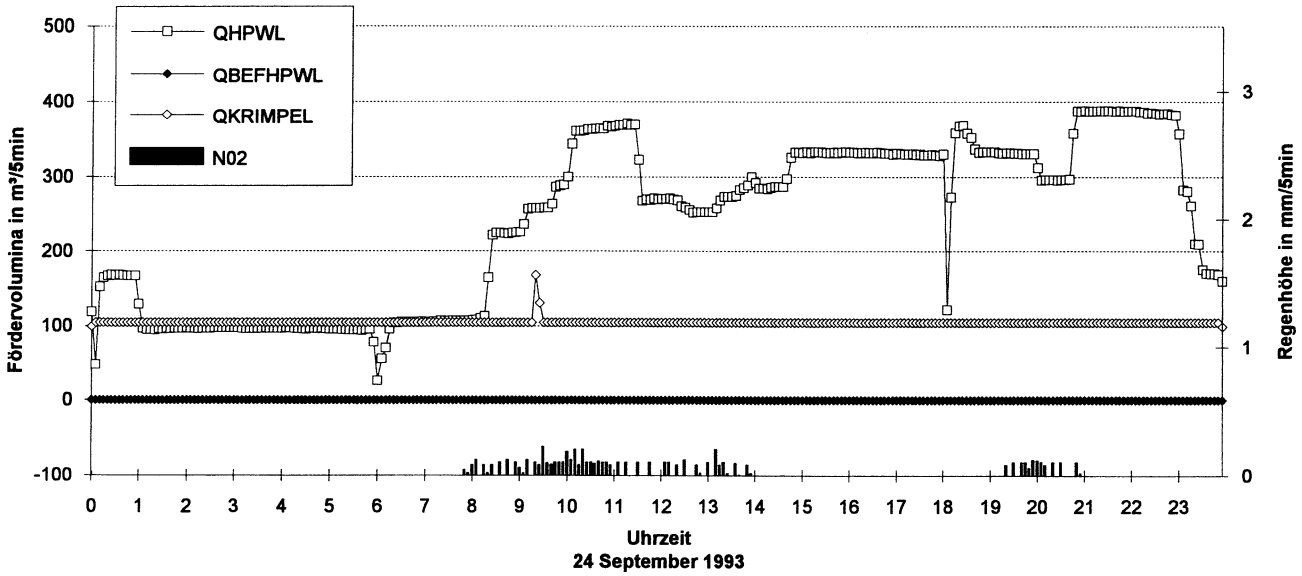

## Wasserstand der Weser



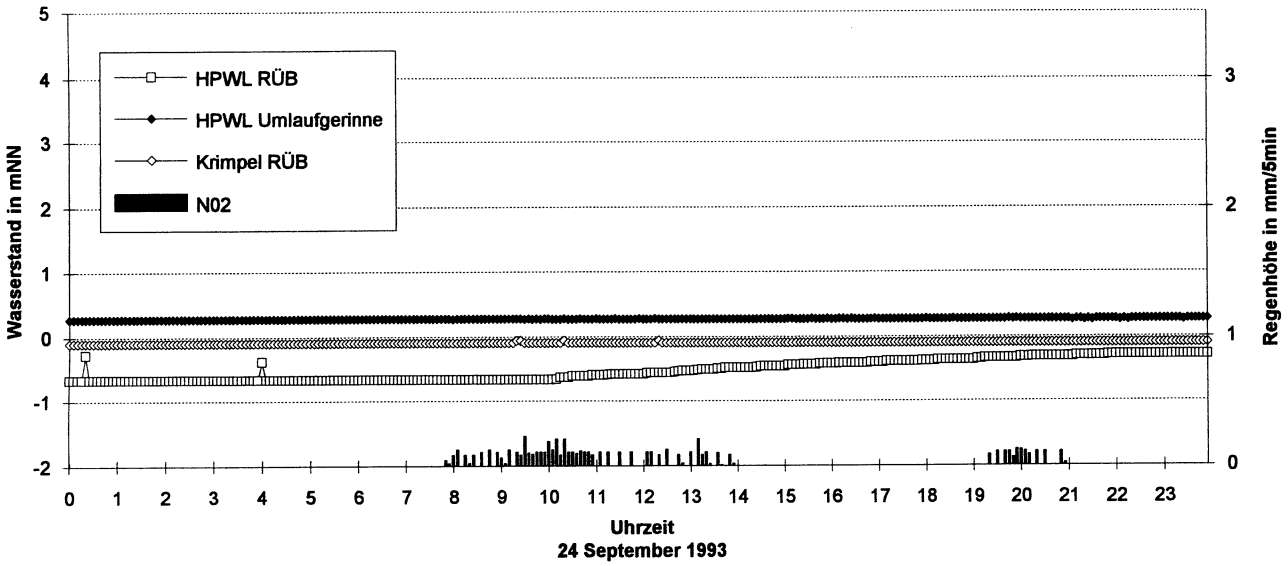
## Stauraumauslastung



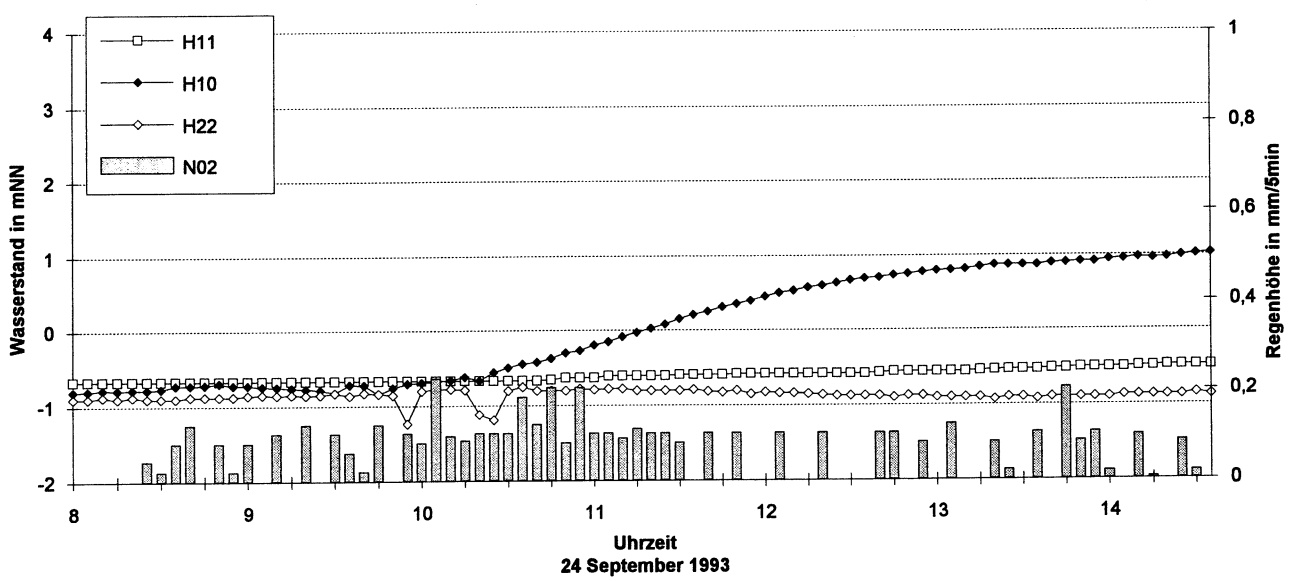

## Steuerungsstrategie

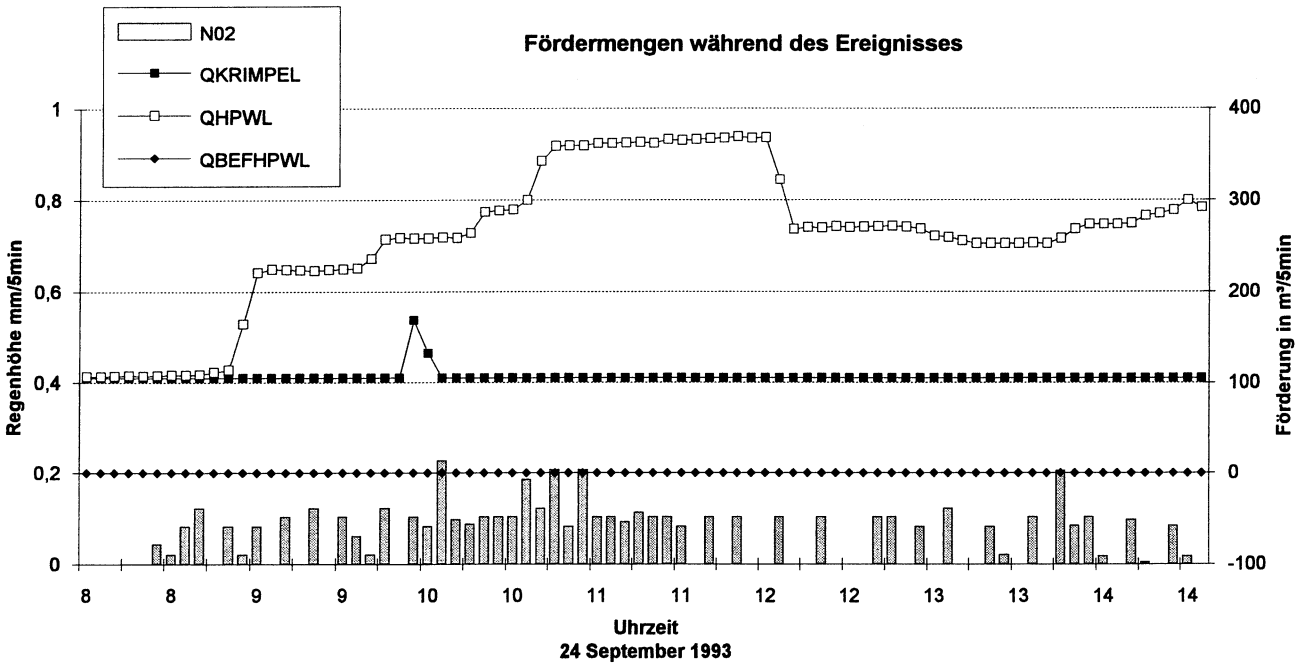


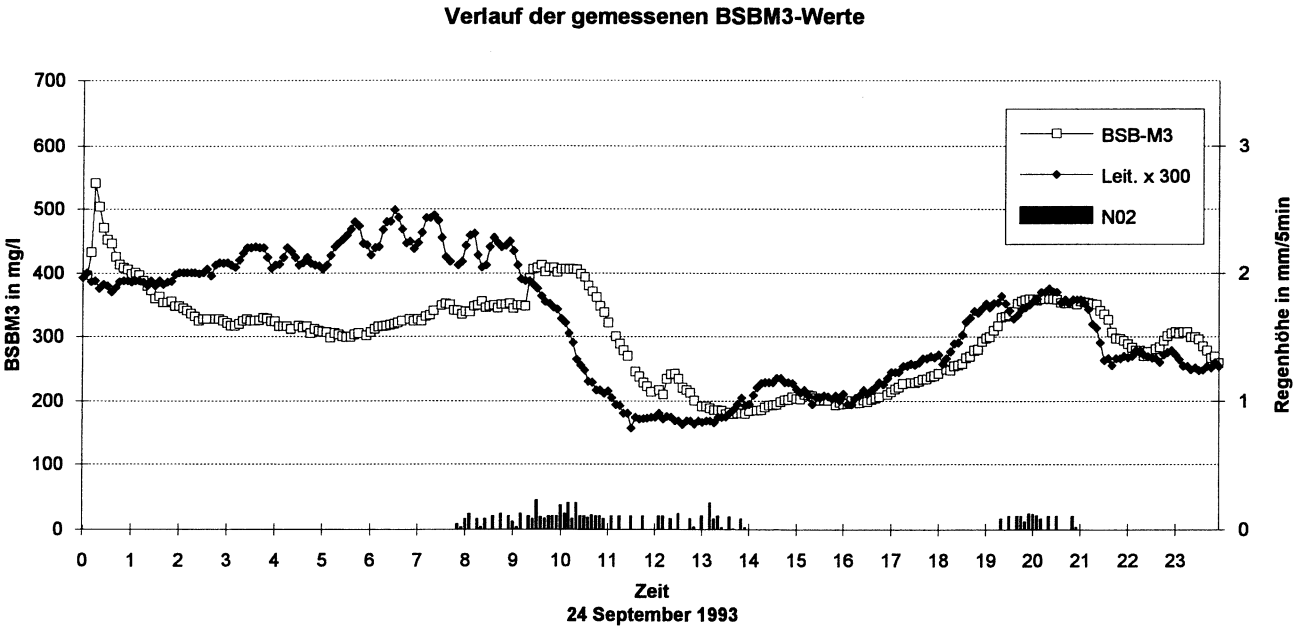
## Zustand der Regenüberlaufbecken



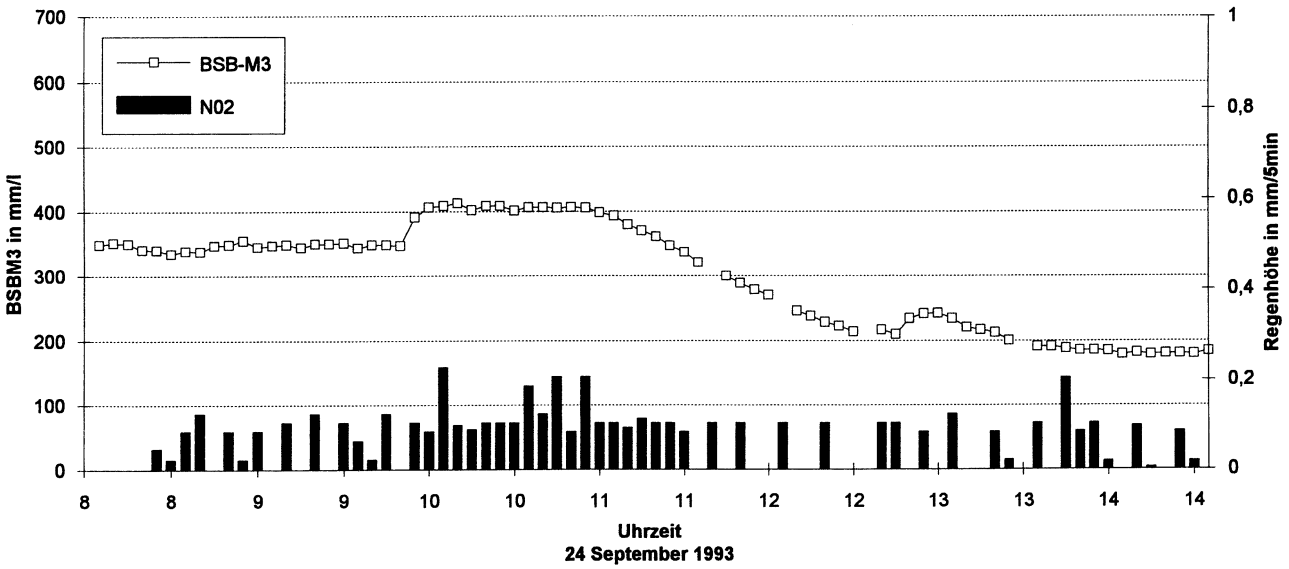

## Wasserstände während des Ereignisses



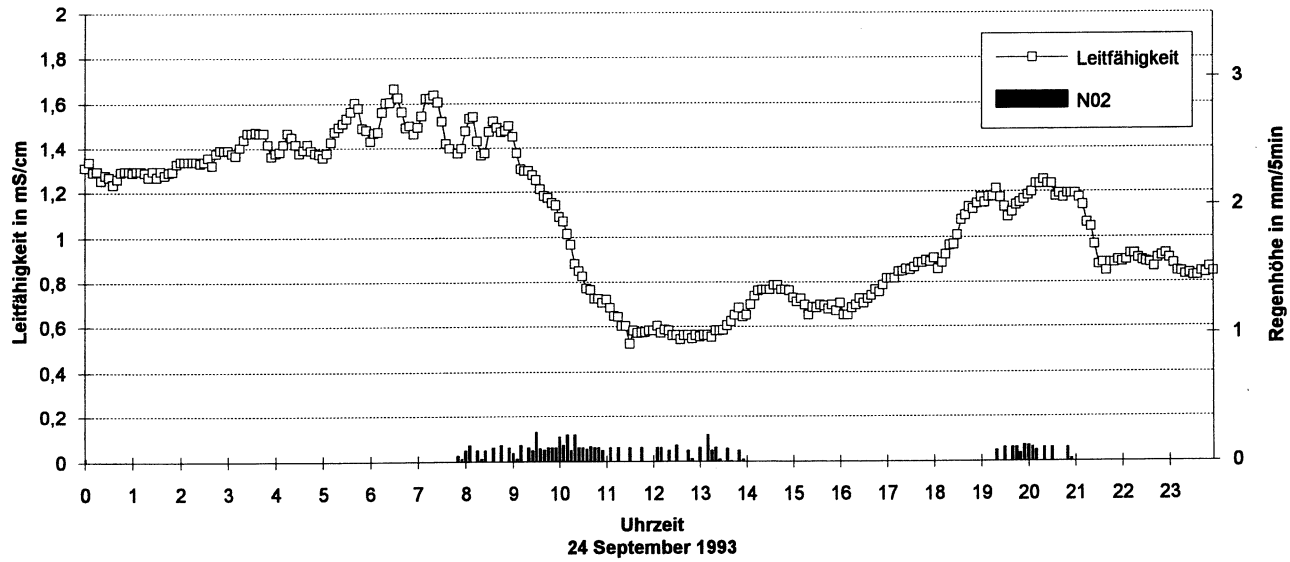

Fördermengen während des Ereignisses
N02
QKRIMPEL
QHPWL
QBEFHPWL
Regenhöhe mm/5min
Förderung in m³/5min
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
400
300
200
100
0
-100
8
8
9
9
10
10
11
11
12
12
13
13
14
14
Uhrzeit
24 September 1993


Verlauf der gemessenen BSBM3-Werte
BSB-M3
Leit. x 300
N02
BSBM3 in mg/l
Regenhöhe in mm/5min
700
600
500
400
300
200
100
0
3
2
1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Zeit
24 September 1993

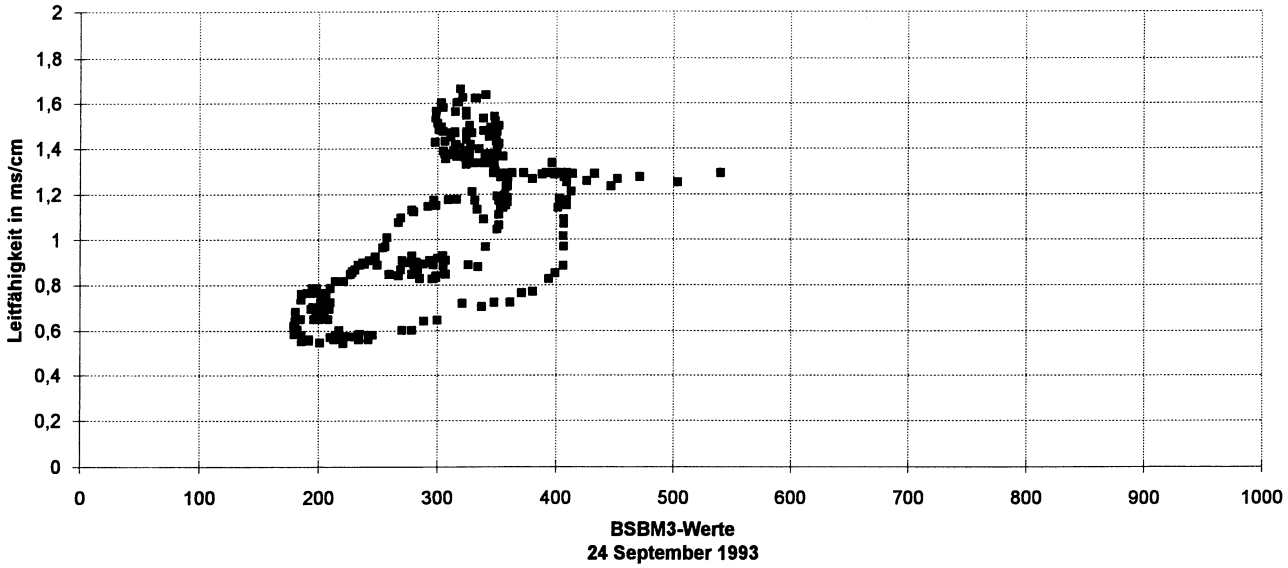
## Verlauf der gemessenen BSB5- und BSBM3-Werte



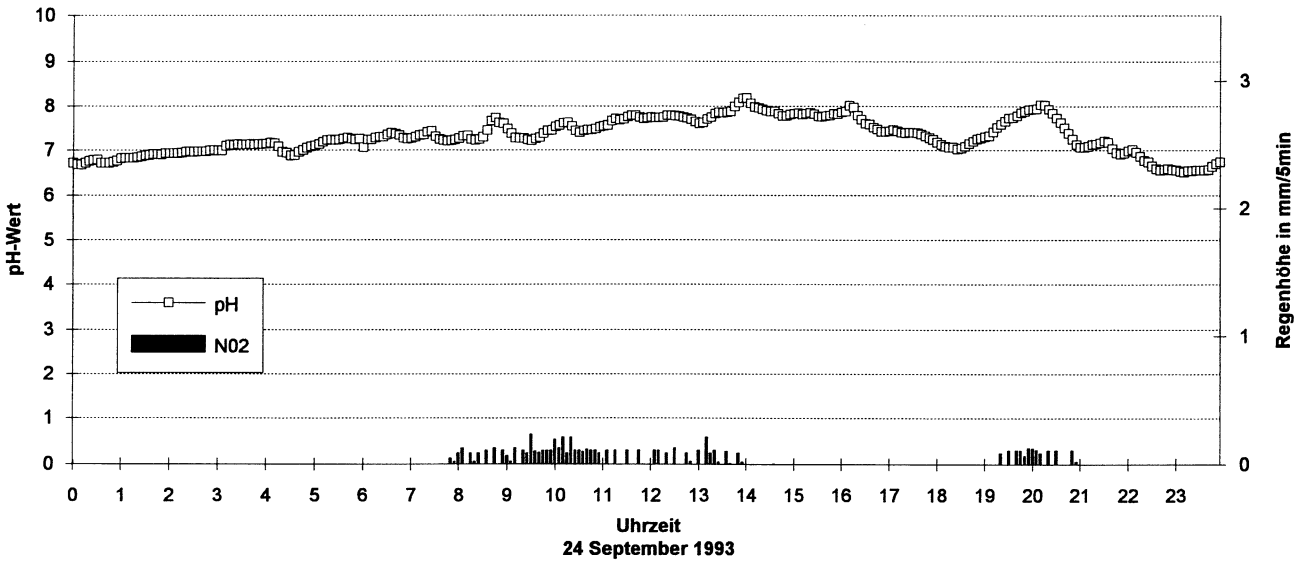

## Verlauf der Leitfähigkeit



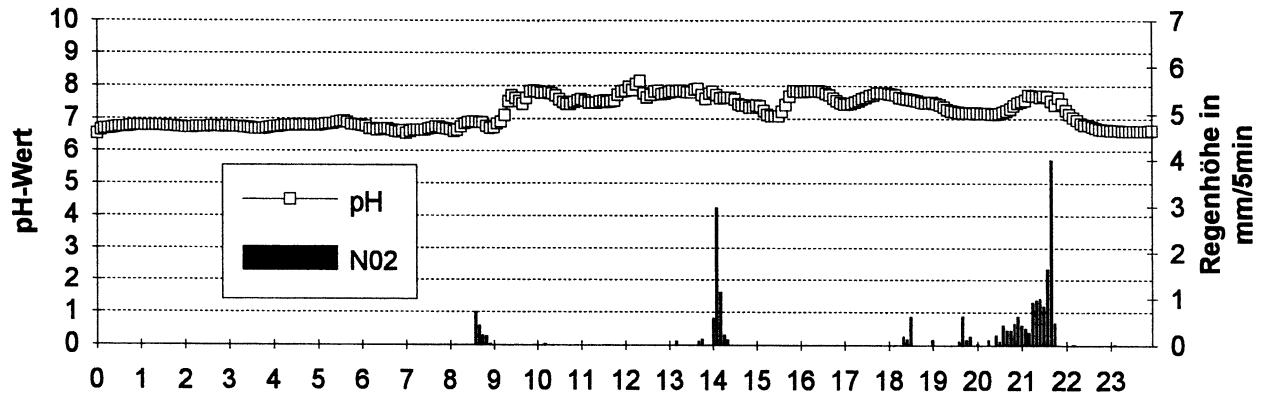
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit




## Verlauf der pH-Werte

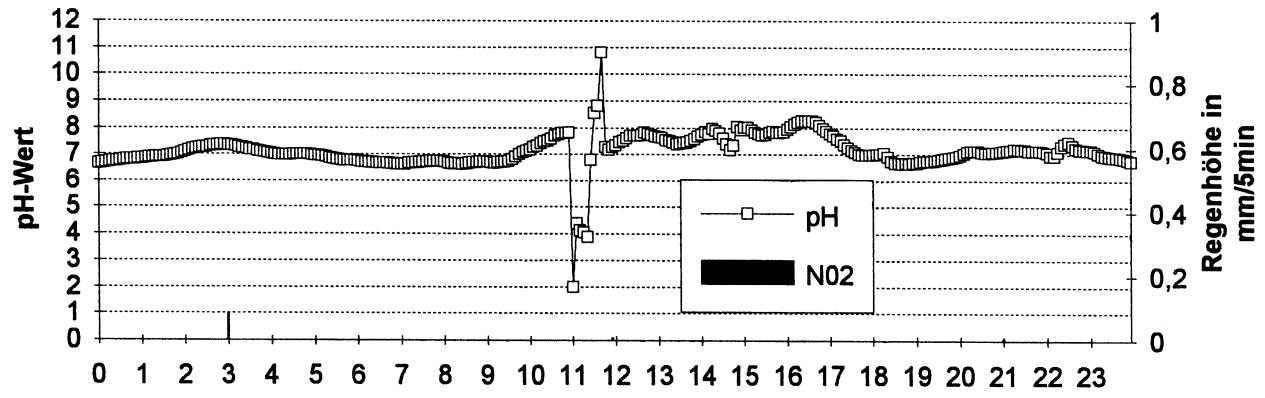


## Verlauf der pH-Werte



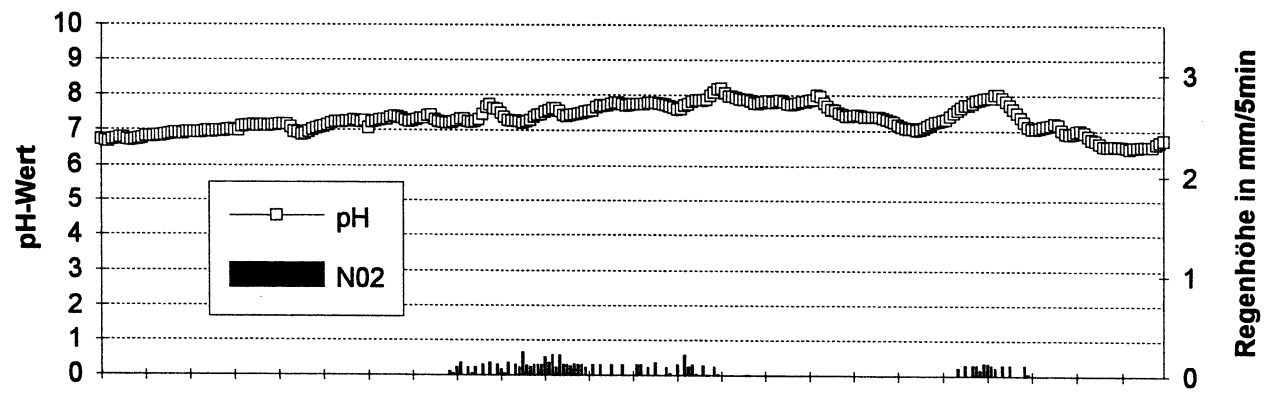

**22 September 1993**

## Verlauf der pH-Werte



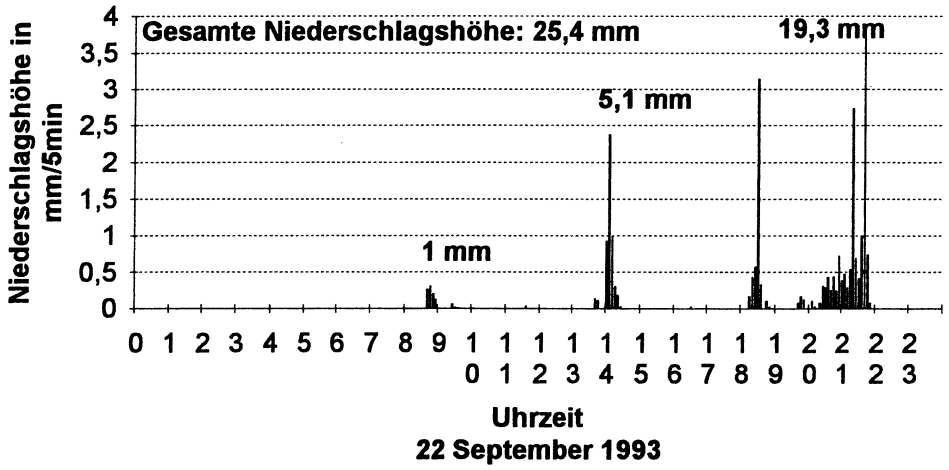

**23 September 1993**

## Verlauf der pH-Werte

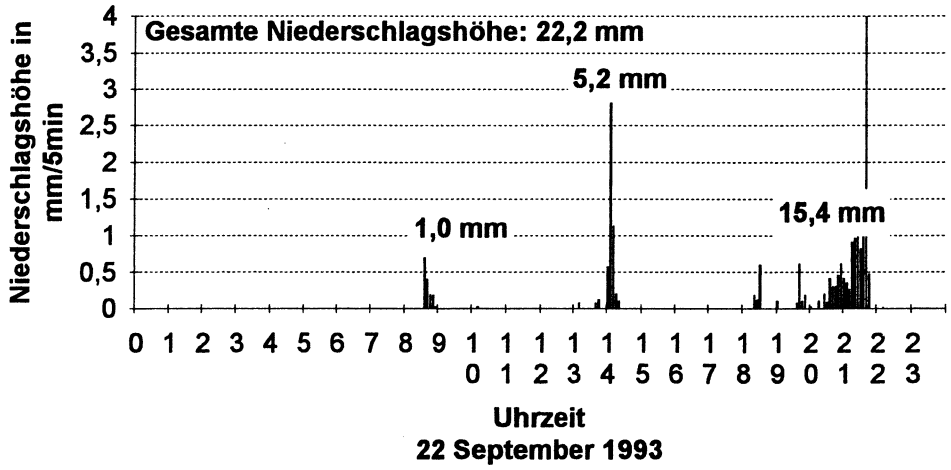



**24 September 1993**

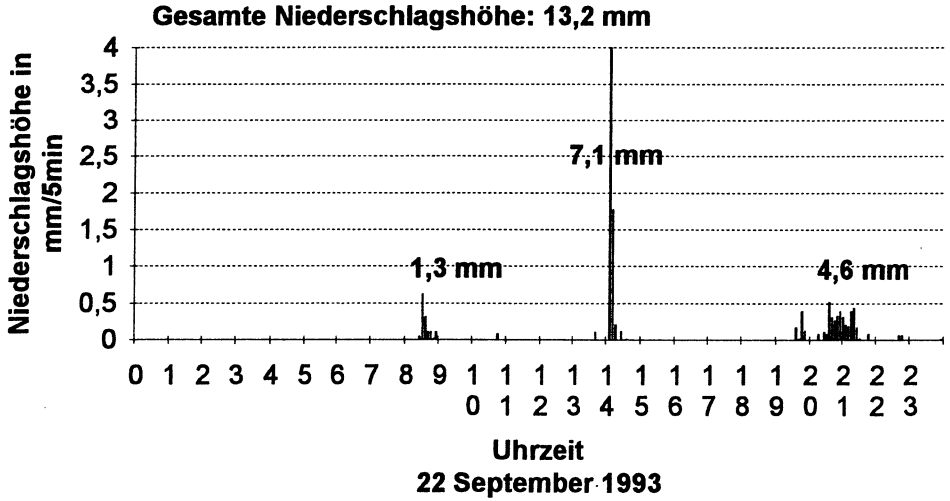
## Regenschreiber N01



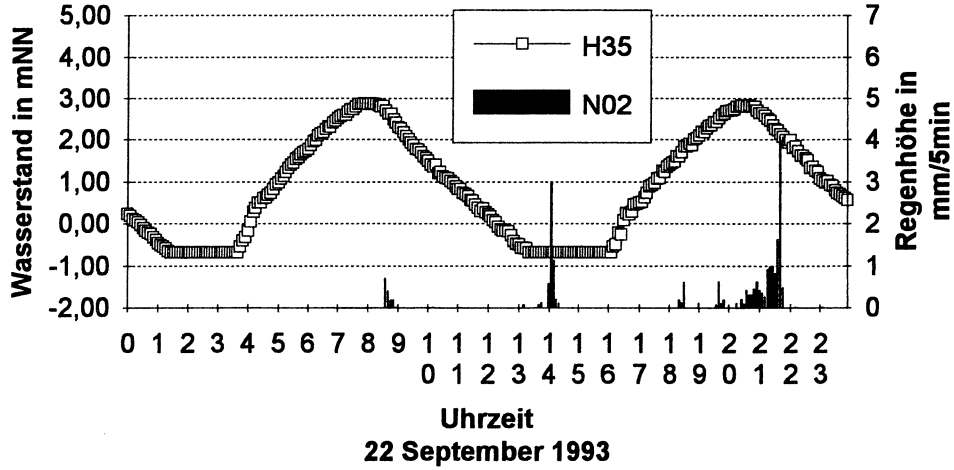

## Regenschreiber N02



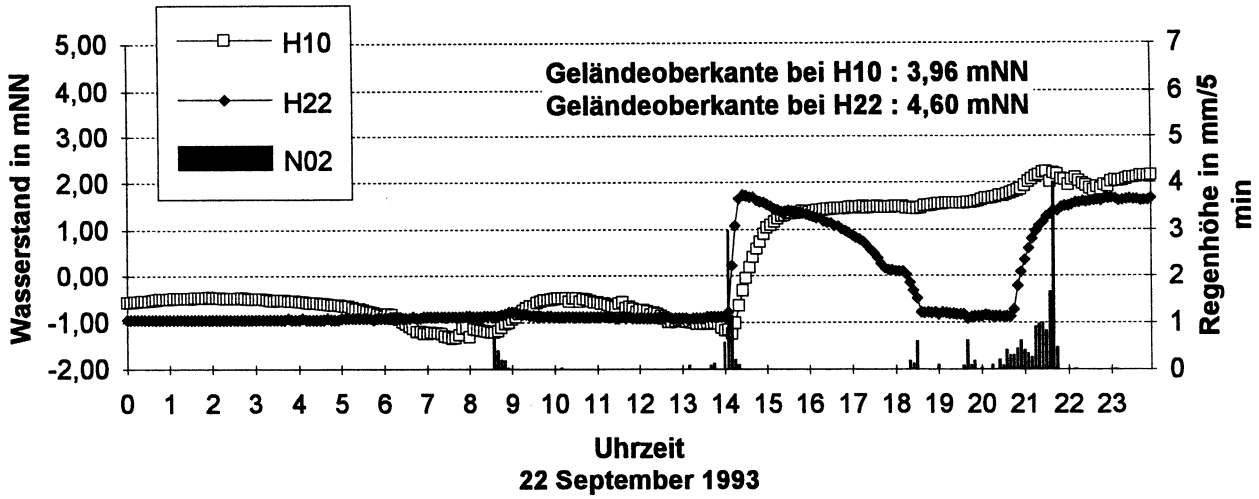

## Regenschreiber N03



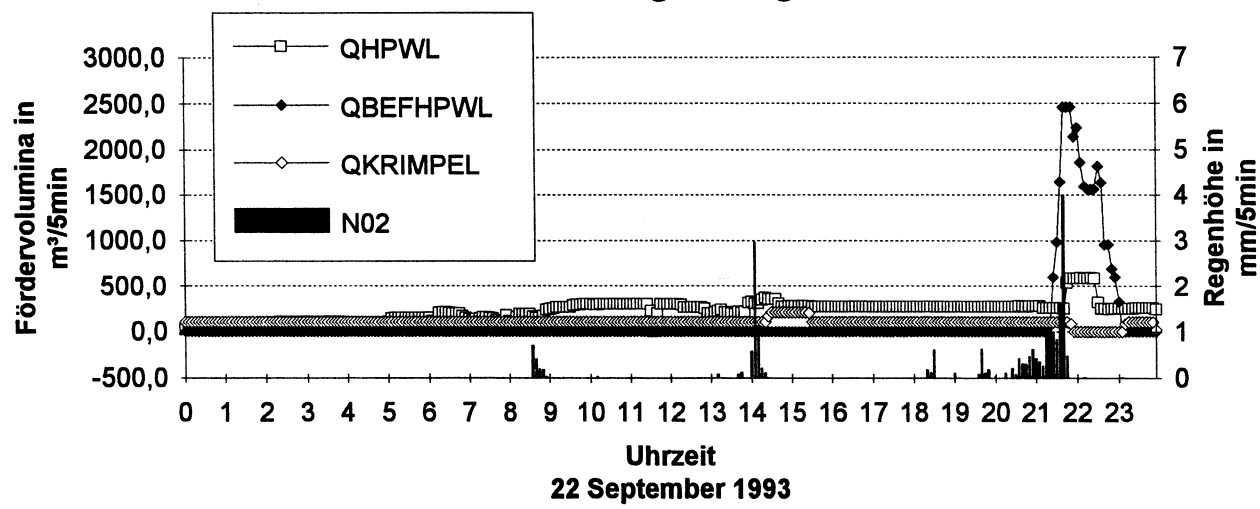

## Wasserstand der Weser



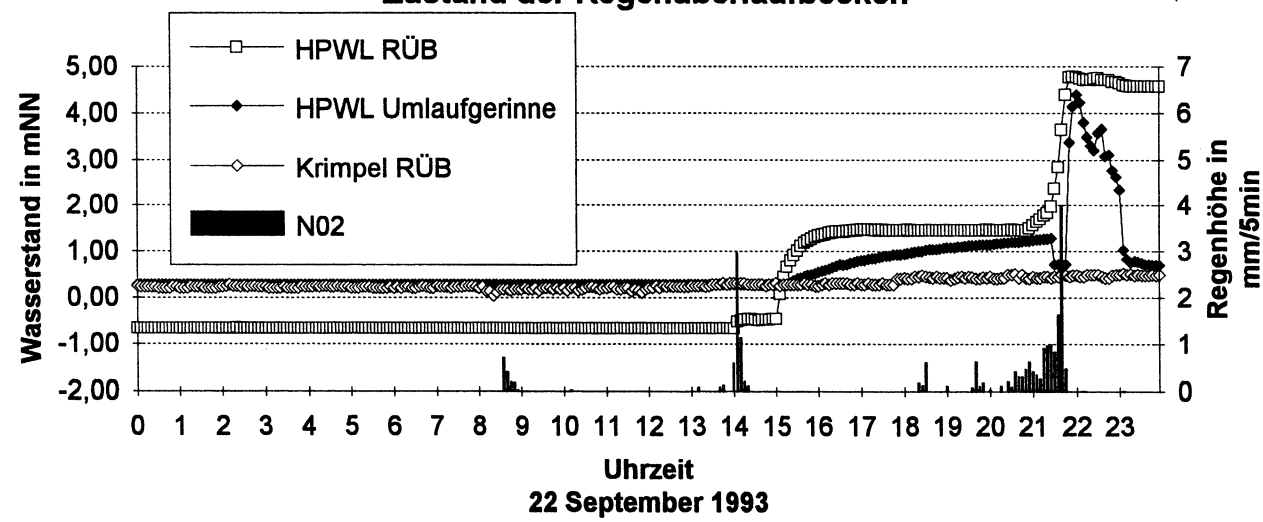
## Stauraumauslastung



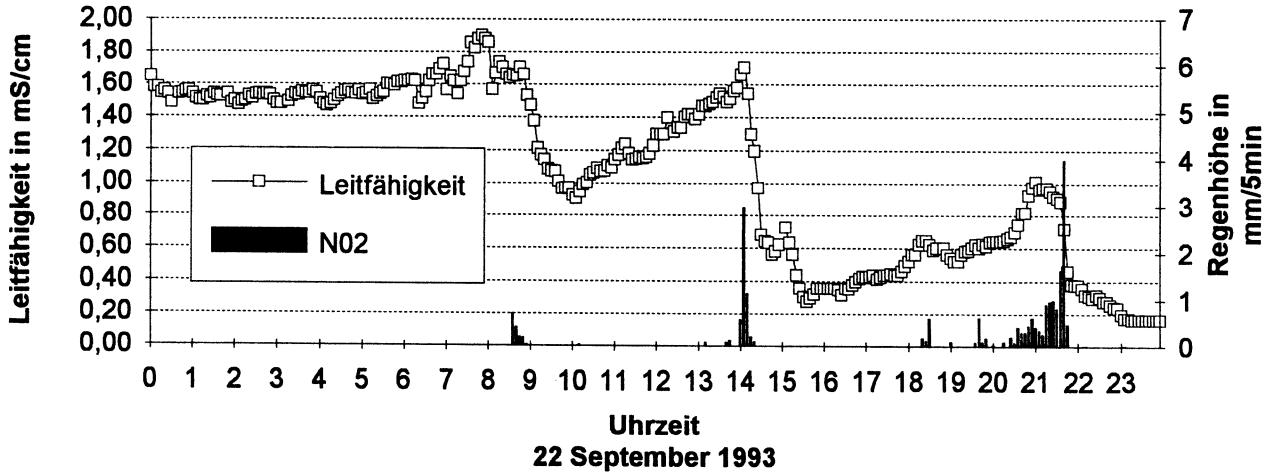

## Steuerungsstrategie



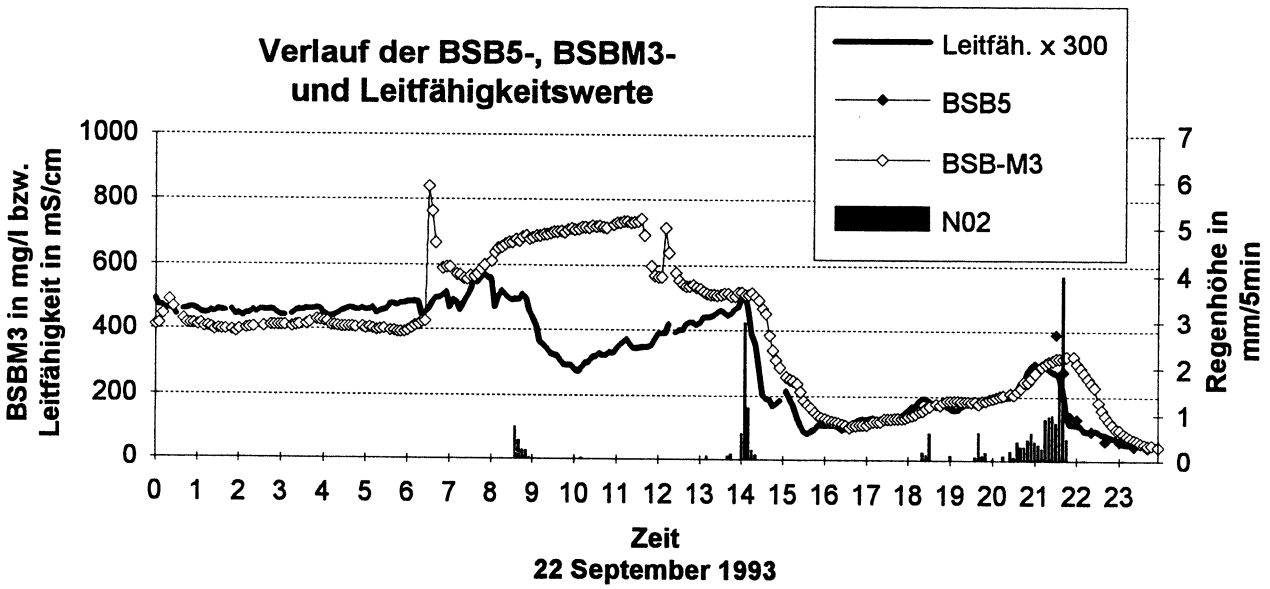

## Zustand der Regenüberlaufbecken



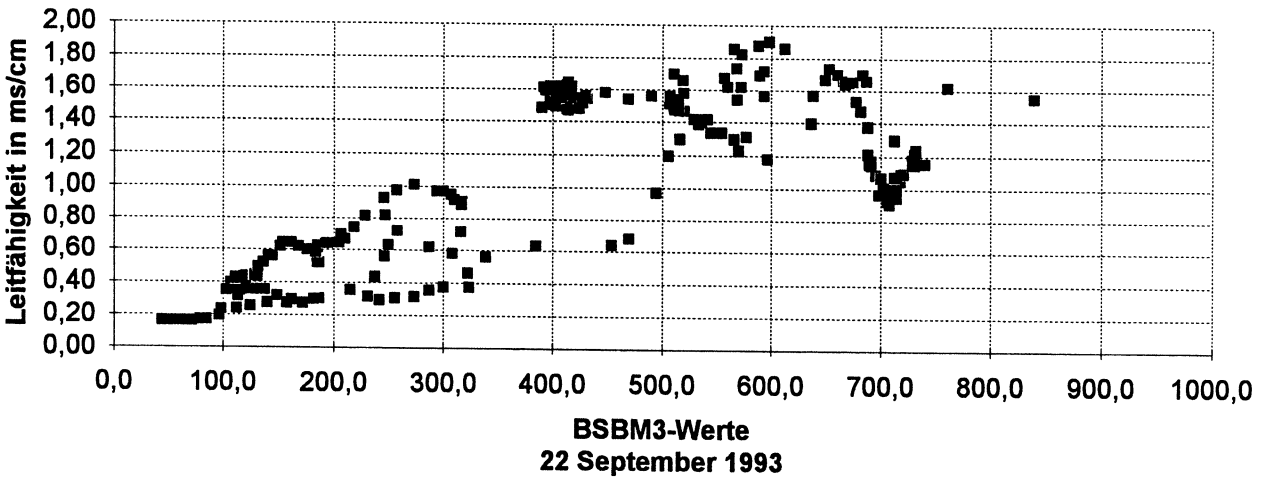
## Verlauf der Leitfähigkeit



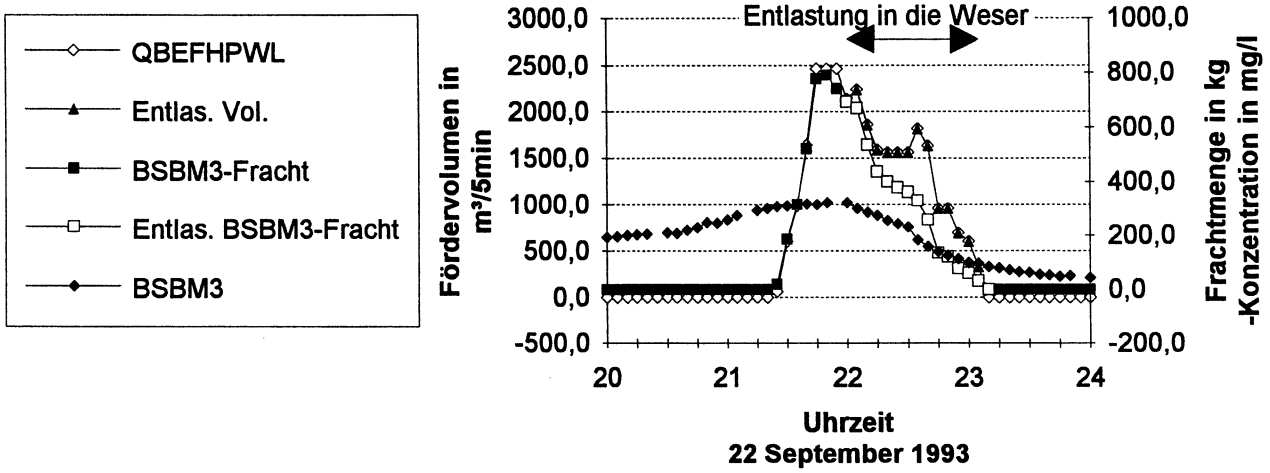

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



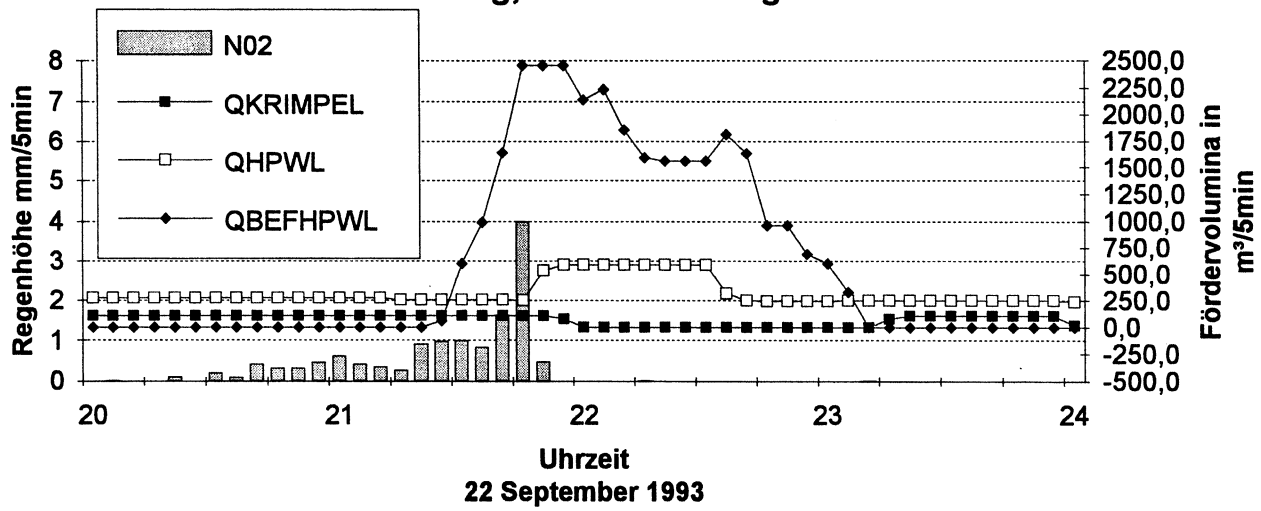

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



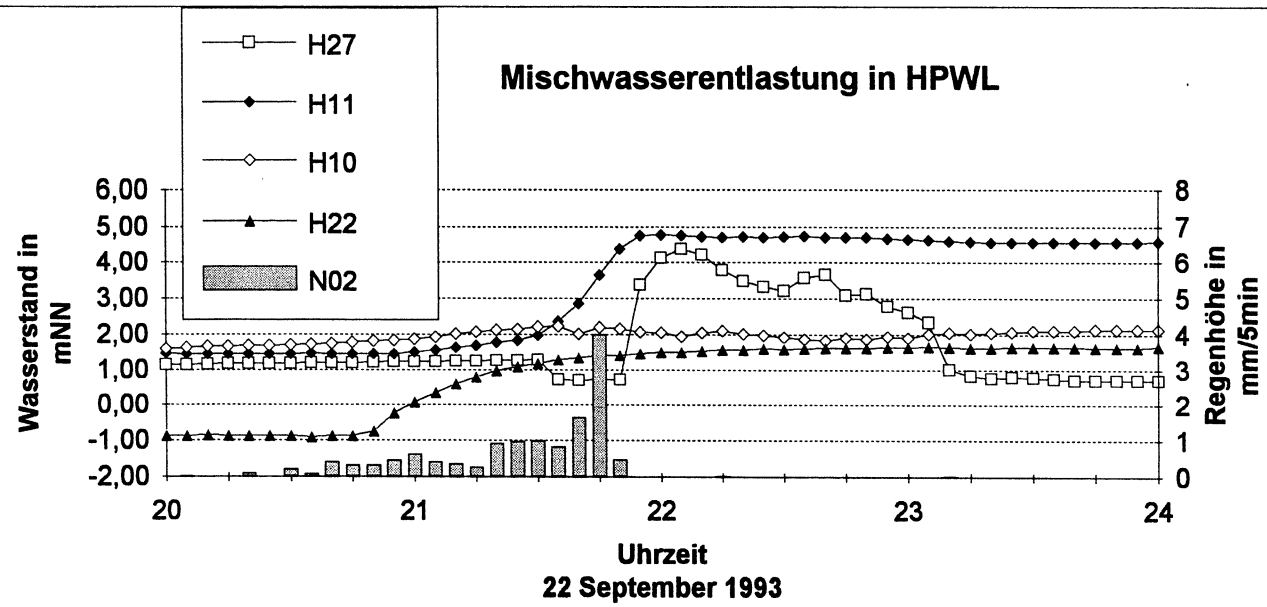
## Vergleich zwischen Entlastungs-Volumen und -Menge



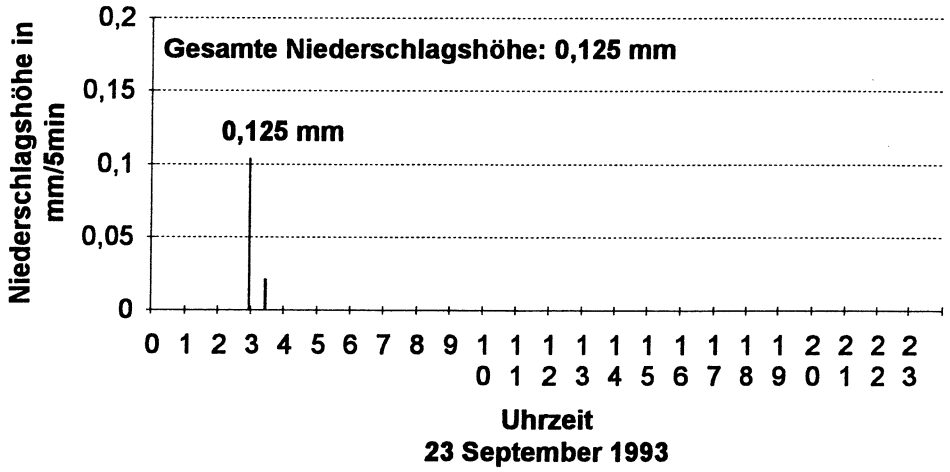

## Entlastung; die Fördermengen



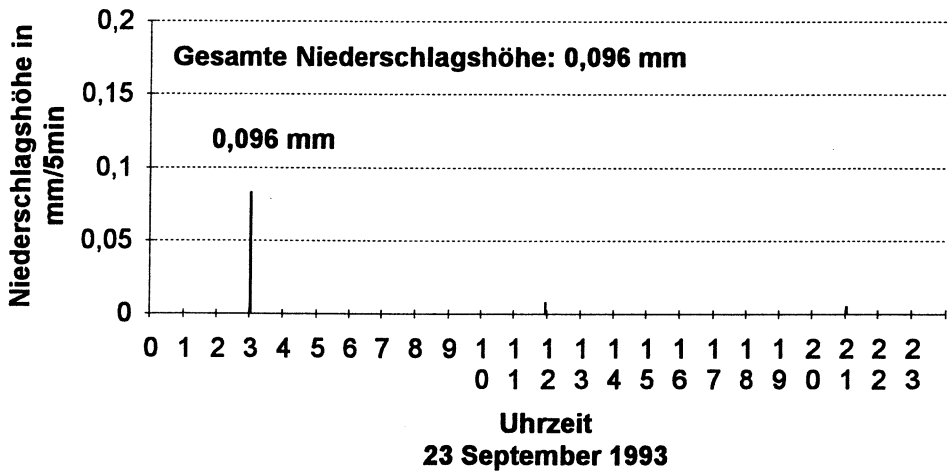

## Mischwasserentlastung in HPWL



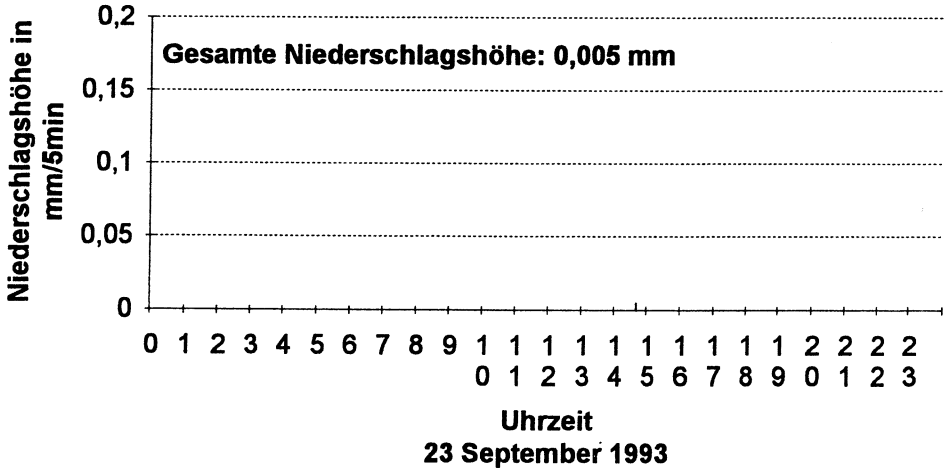
## Regenschreiber N01



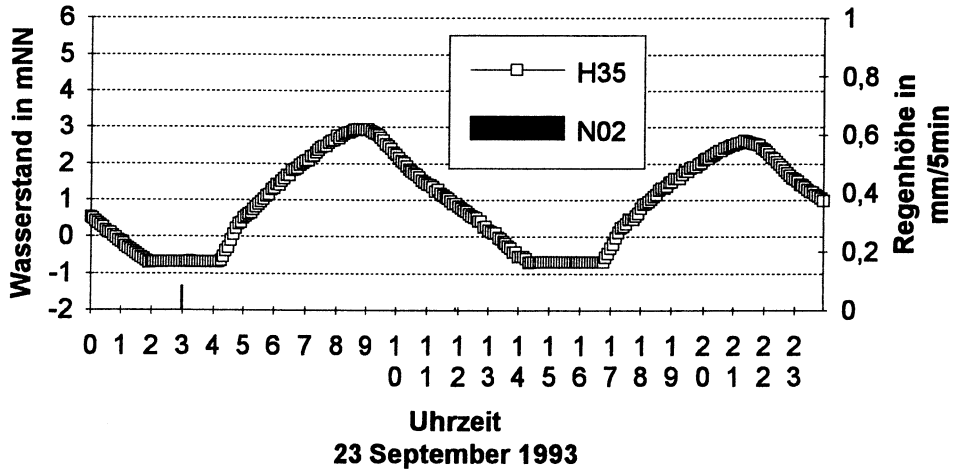

## Regenschreiber N02

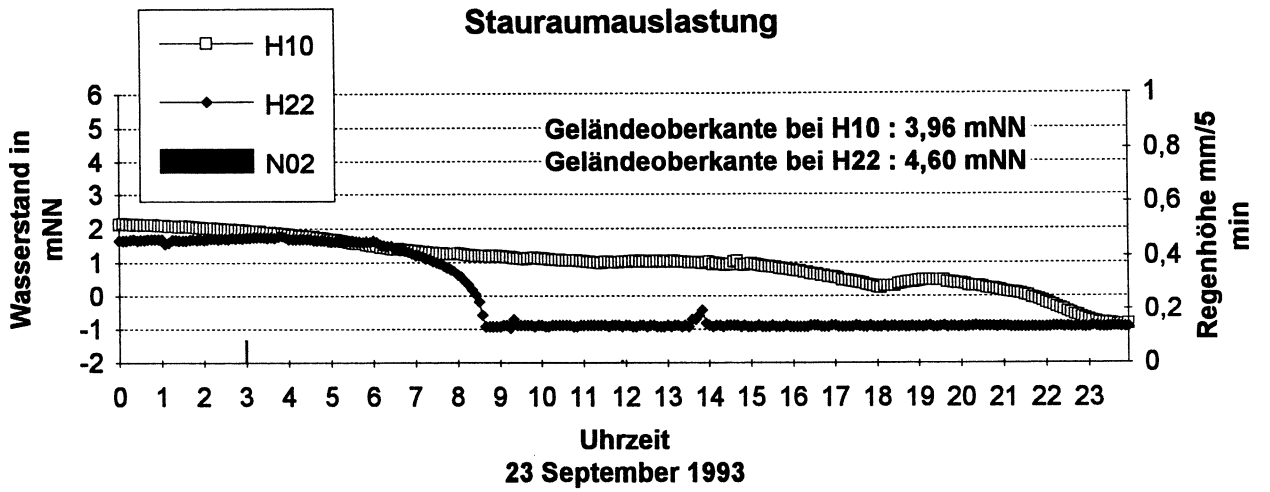


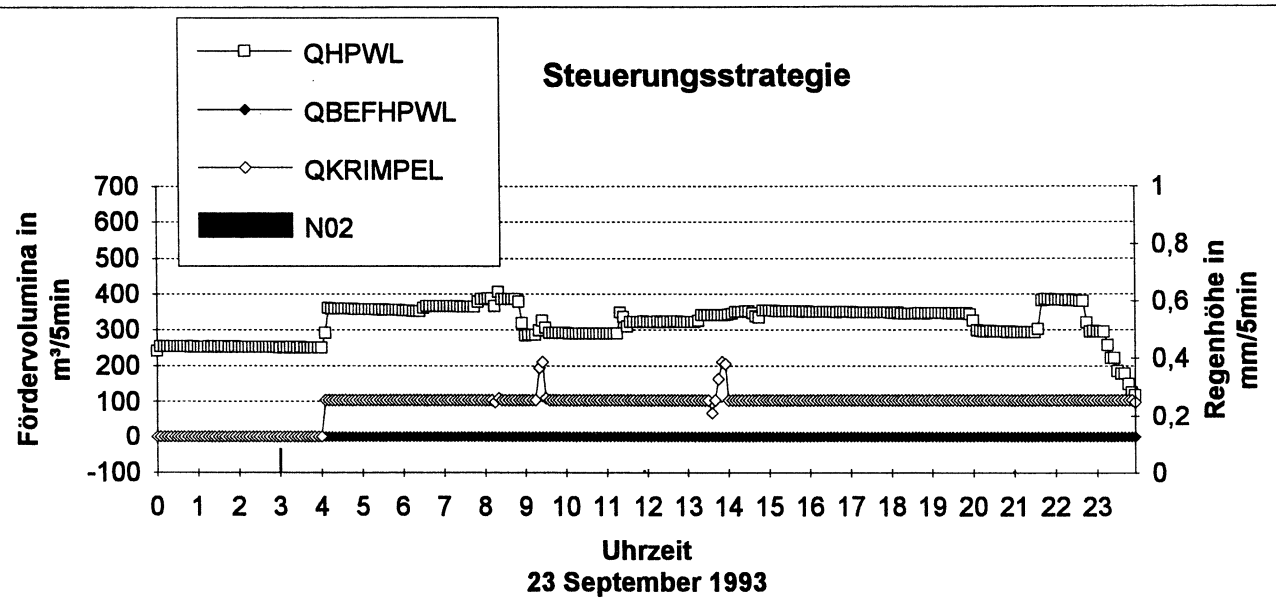

## Regenschreiber N03

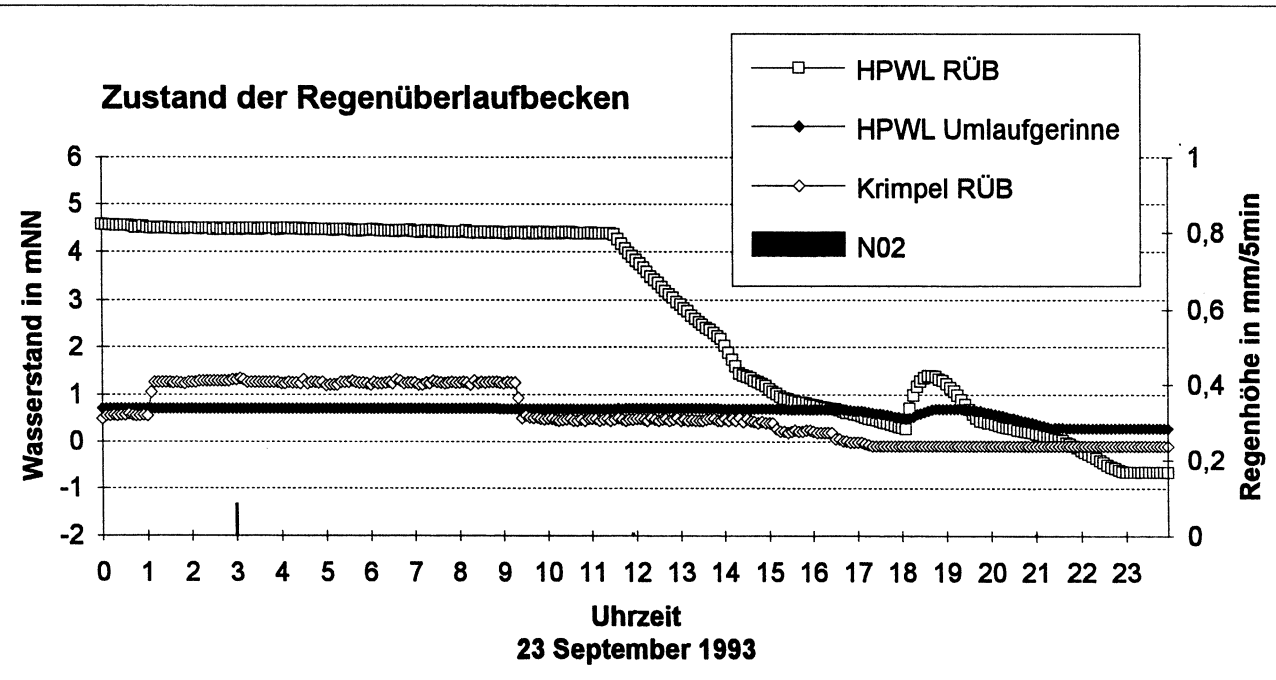



## Wasserstand der Weser

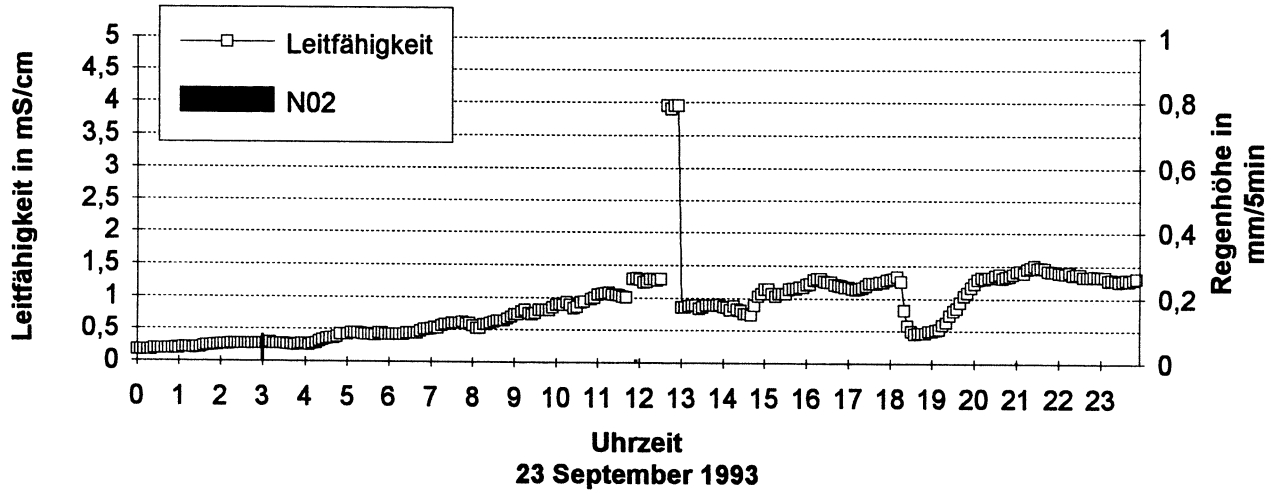



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe mm/5 min
Uhrzeit
23 September 1993

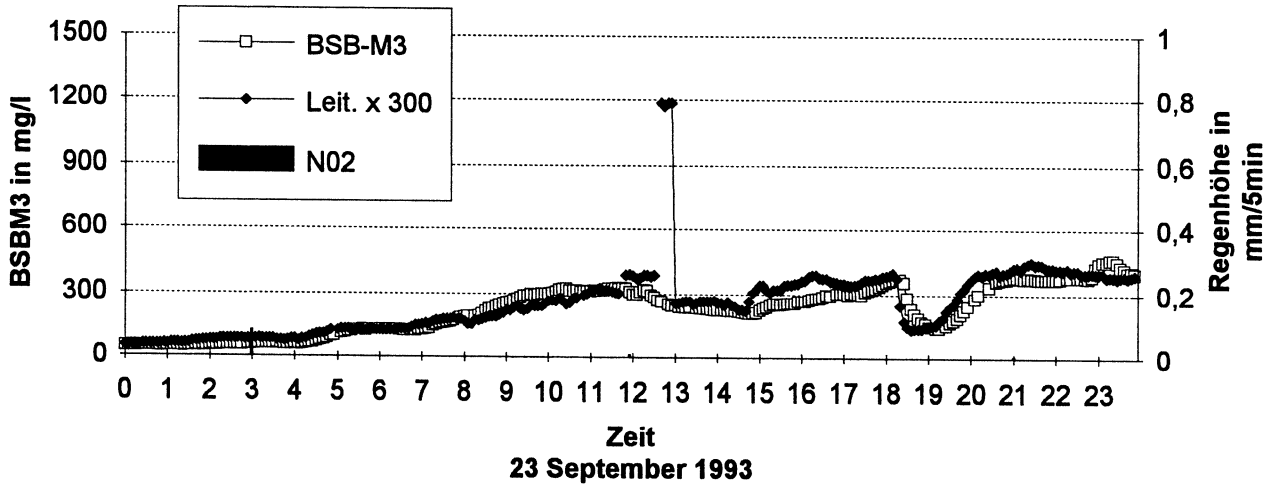

Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
23 September 1993


Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
23 September 1993

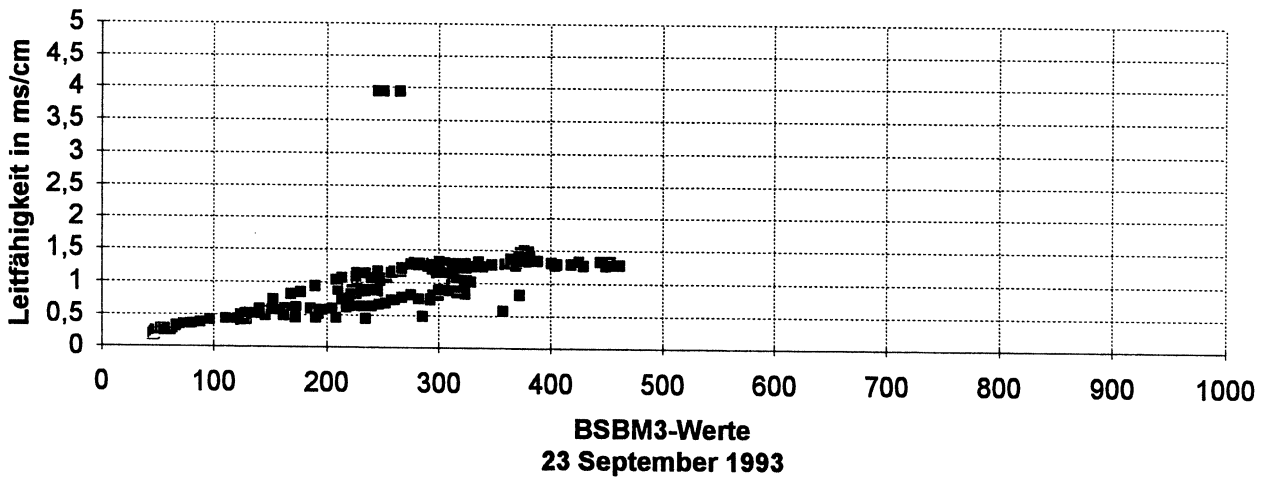
## Verlauf der Leitfähigkeit



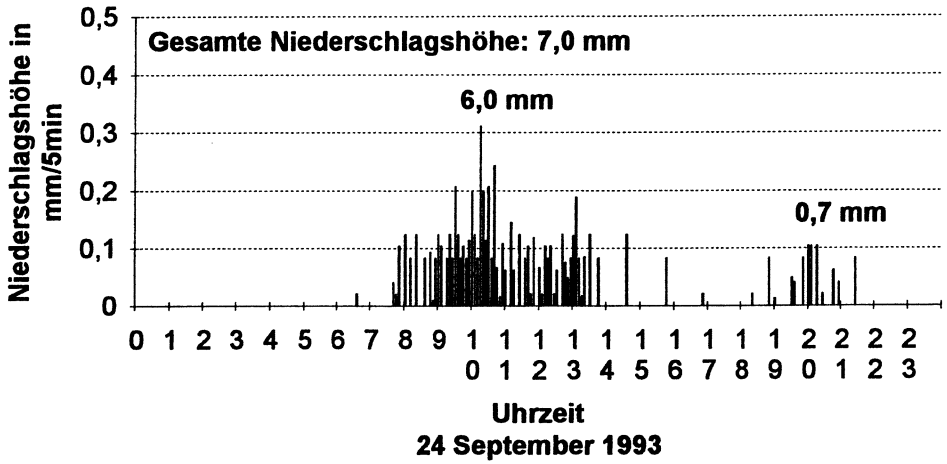

## Verlauf der gemessenen BSBM3-Werte



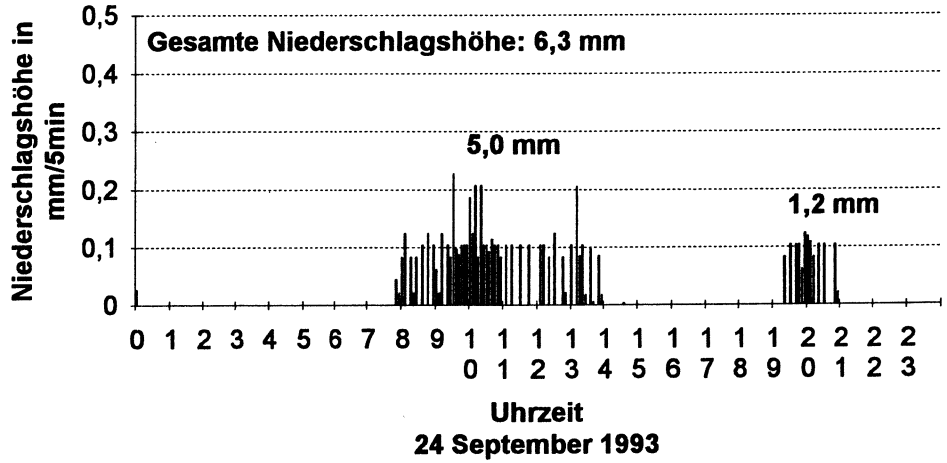

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



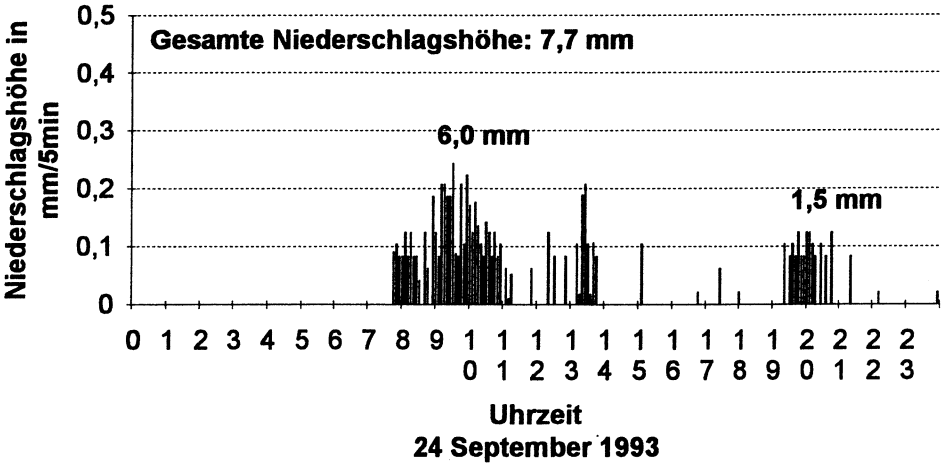
## Regenschreiber N01



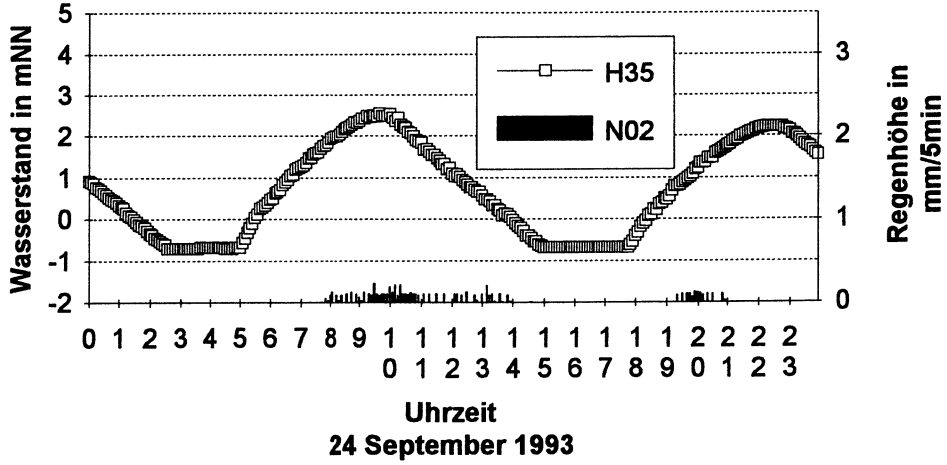

## Regenschreiber N02

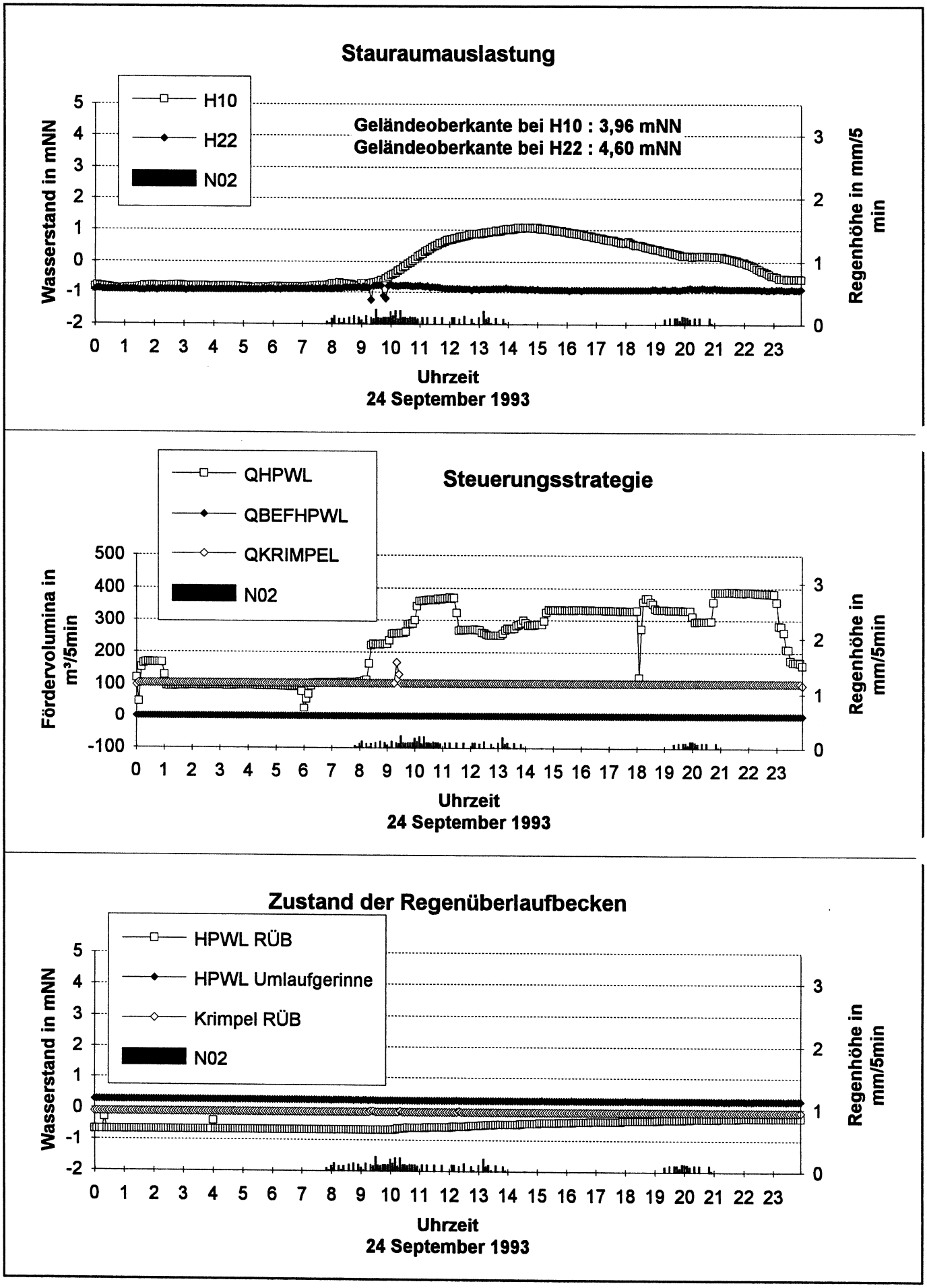



## Regenschreiber N03

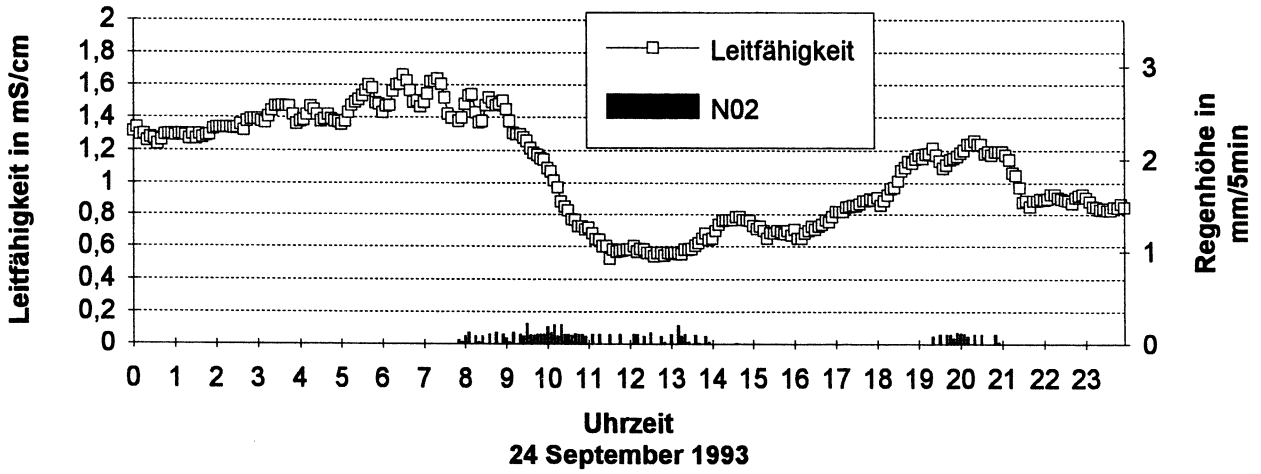



## Wasserstand der Weser

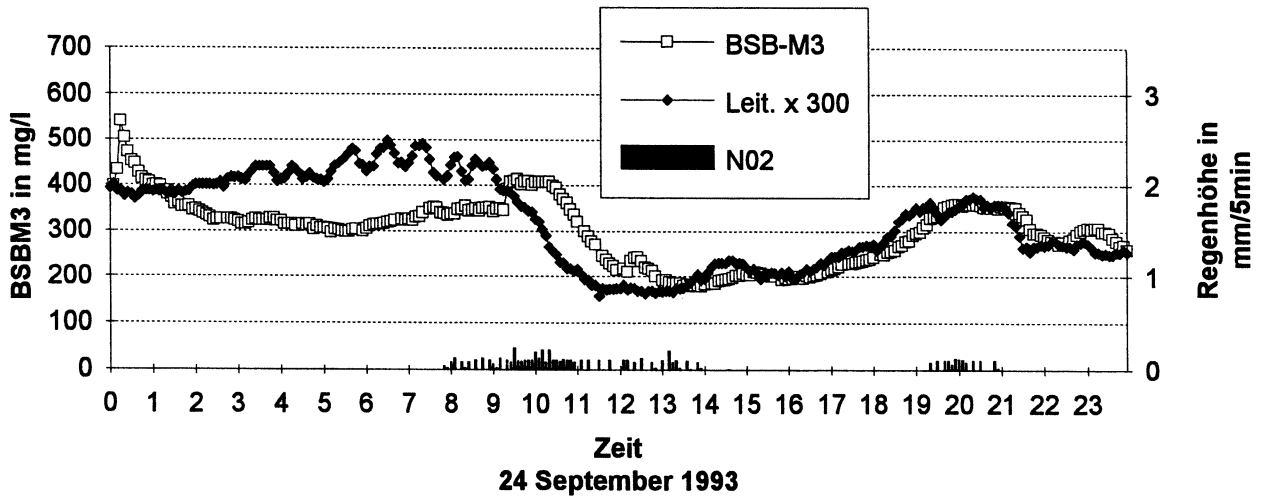



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5 min
Uhrzeit
24 September 1993
Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
24 September 1993
Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
24 September 1993

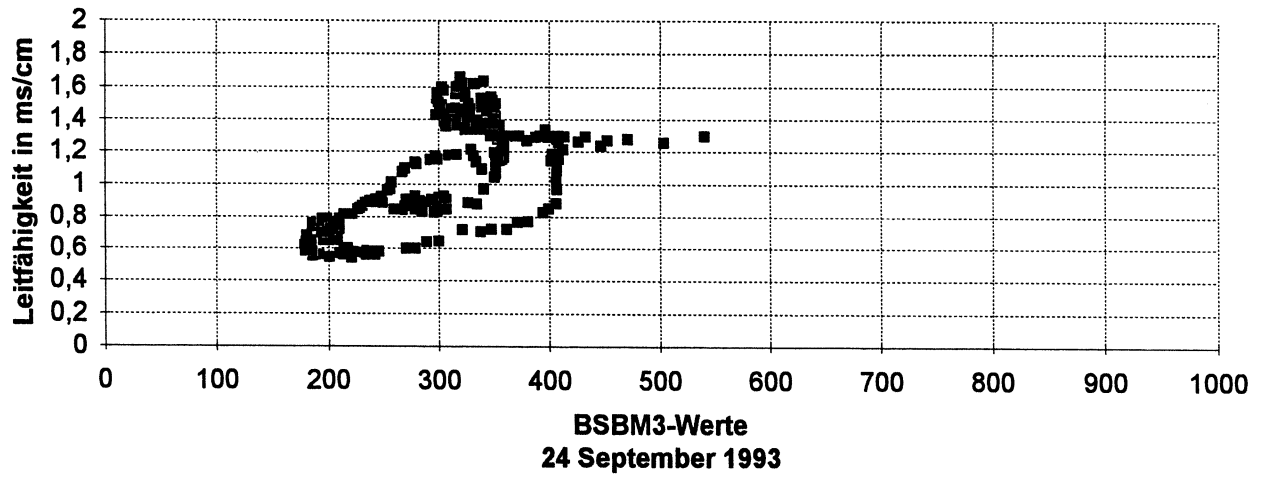
## Verlauf der Leitfähigkeit



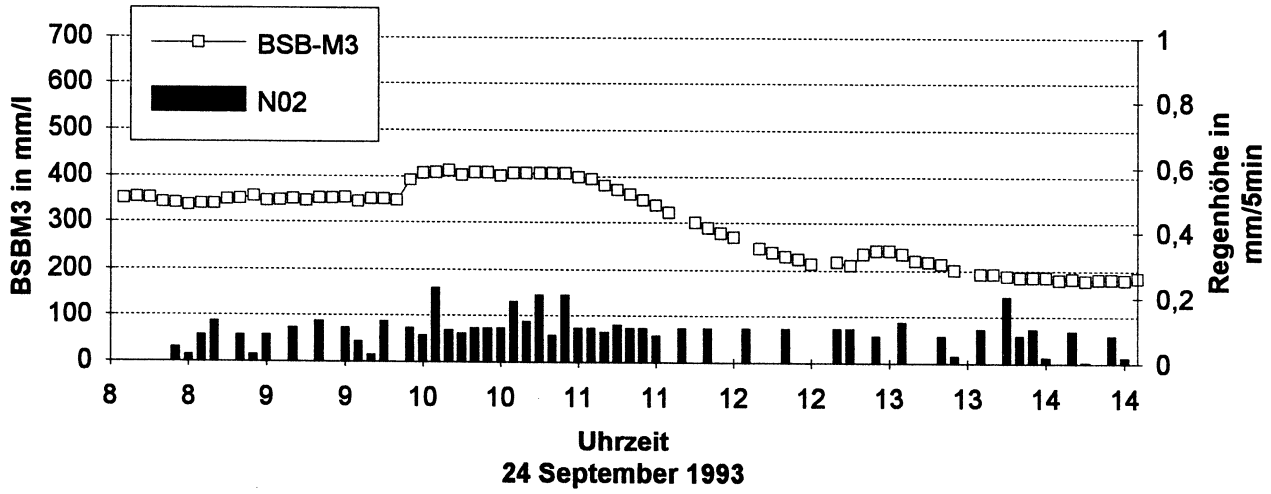

## Verlauf der gemessenen BSBM3-Werte



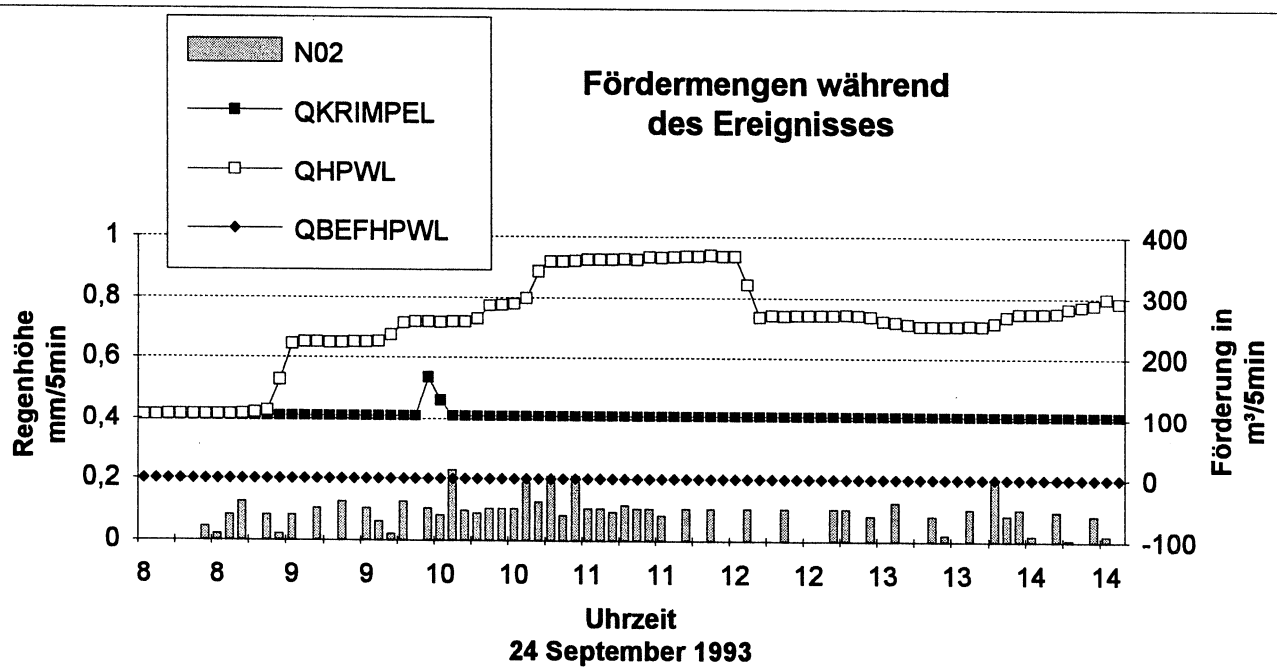

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



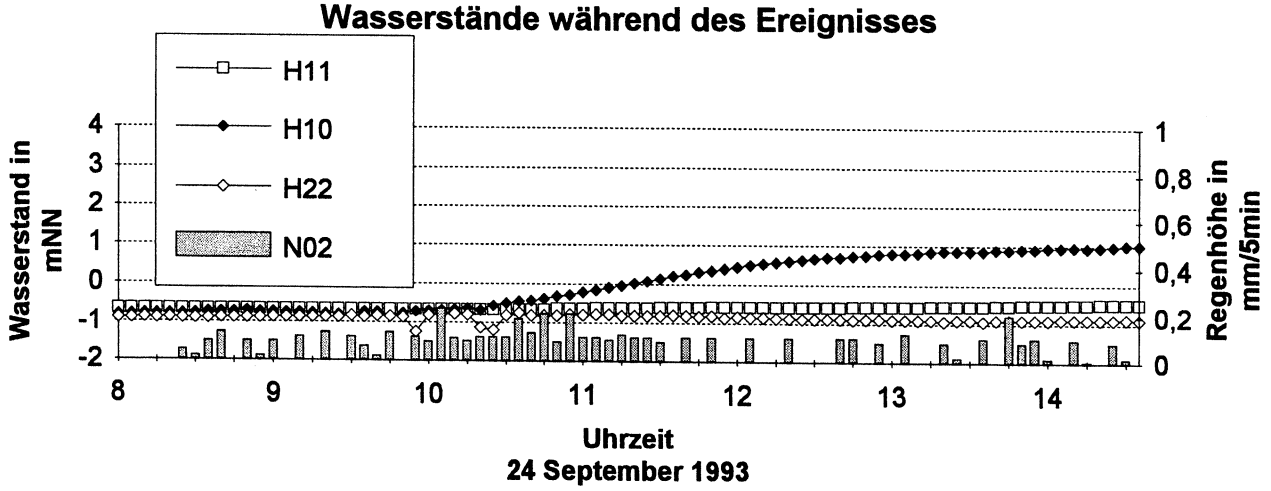
## Verlauf der gemessenen BSB5- und BSBM3-Werte



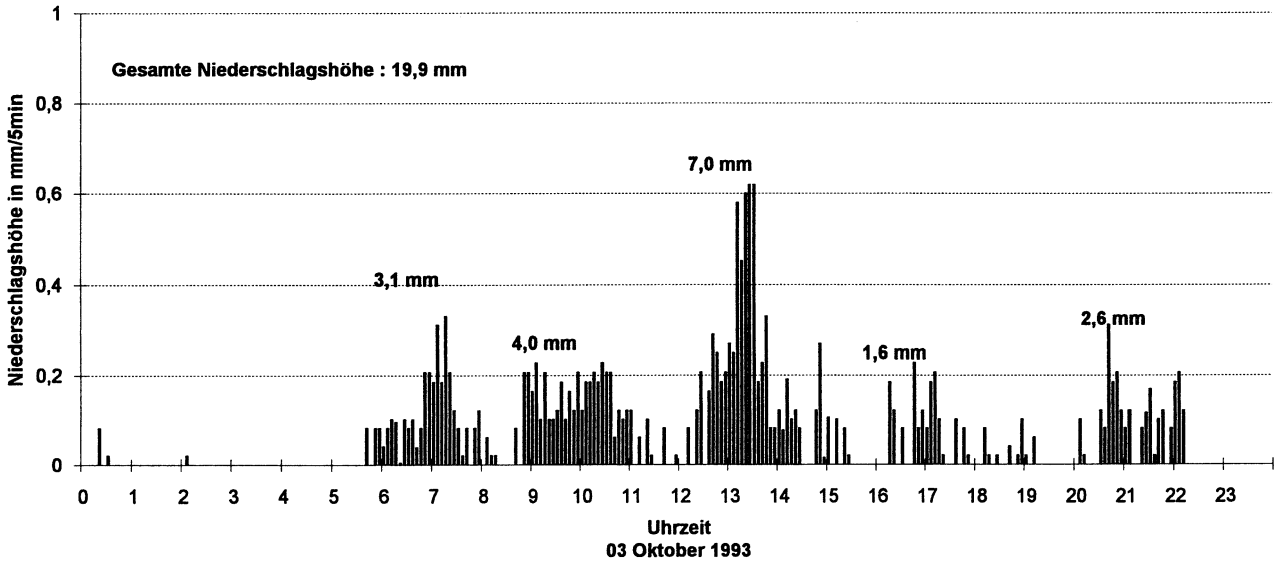

## Fördermengen während des Ereignisses



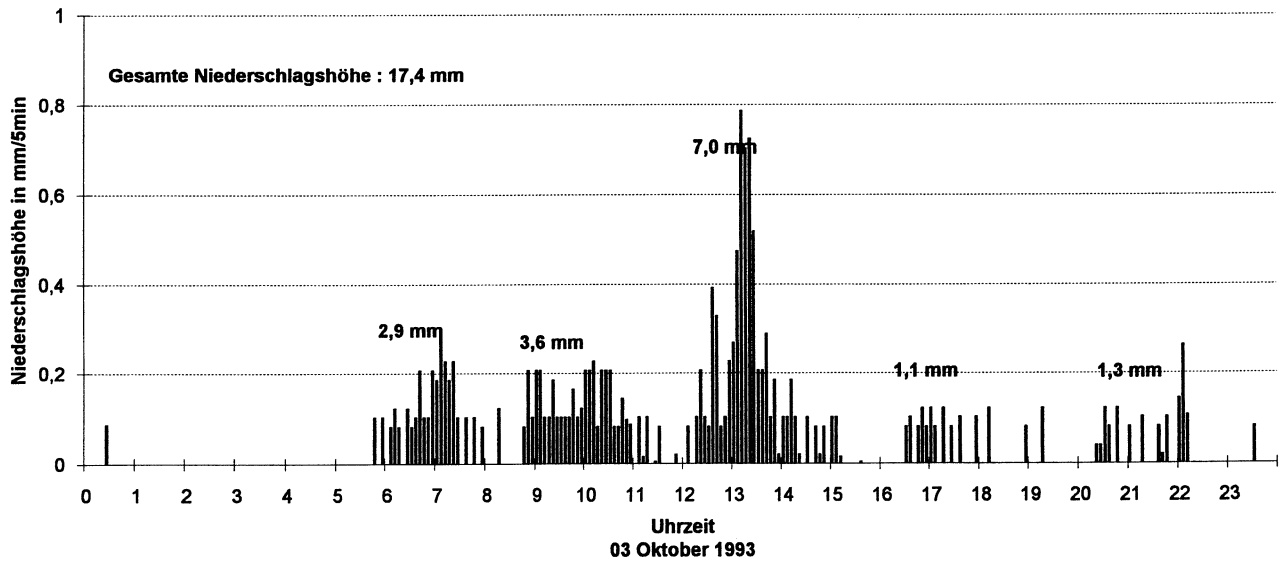

## Wasserstände während des Ereignisses



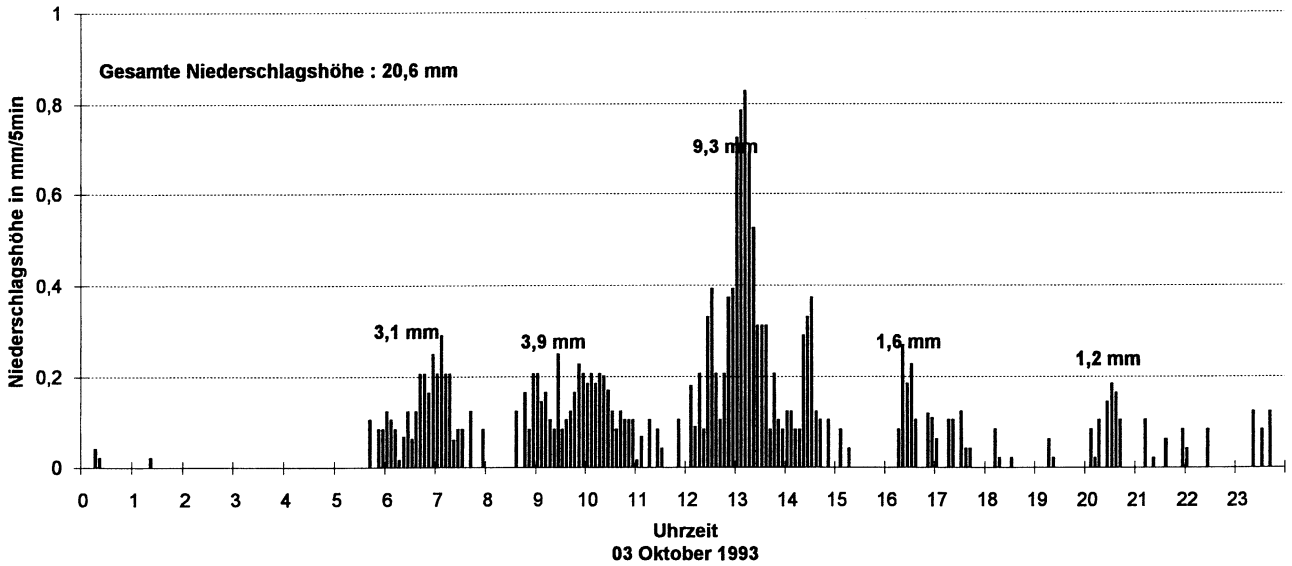
## Regenschreiber N01



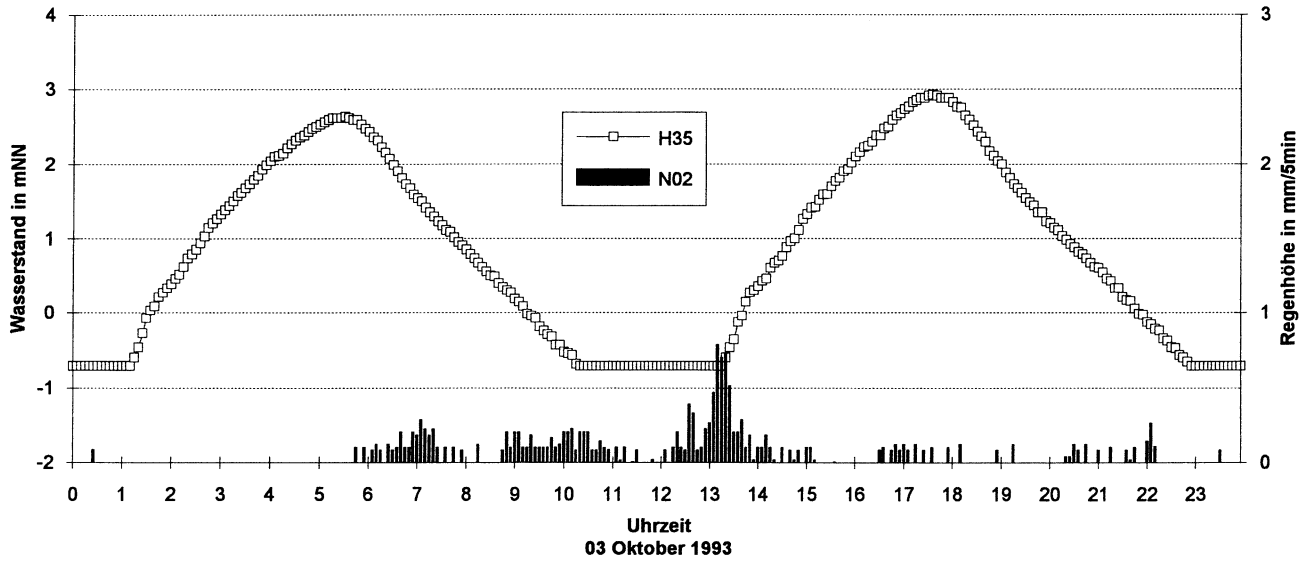

## Regenschreiber N02



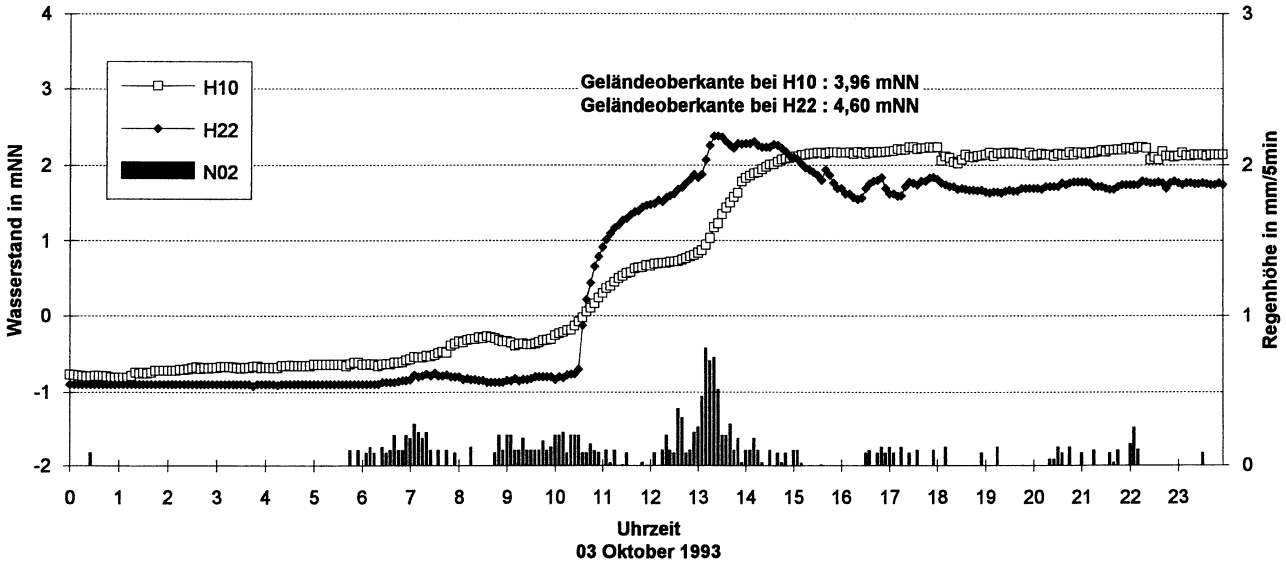
## Regenschreiber N03



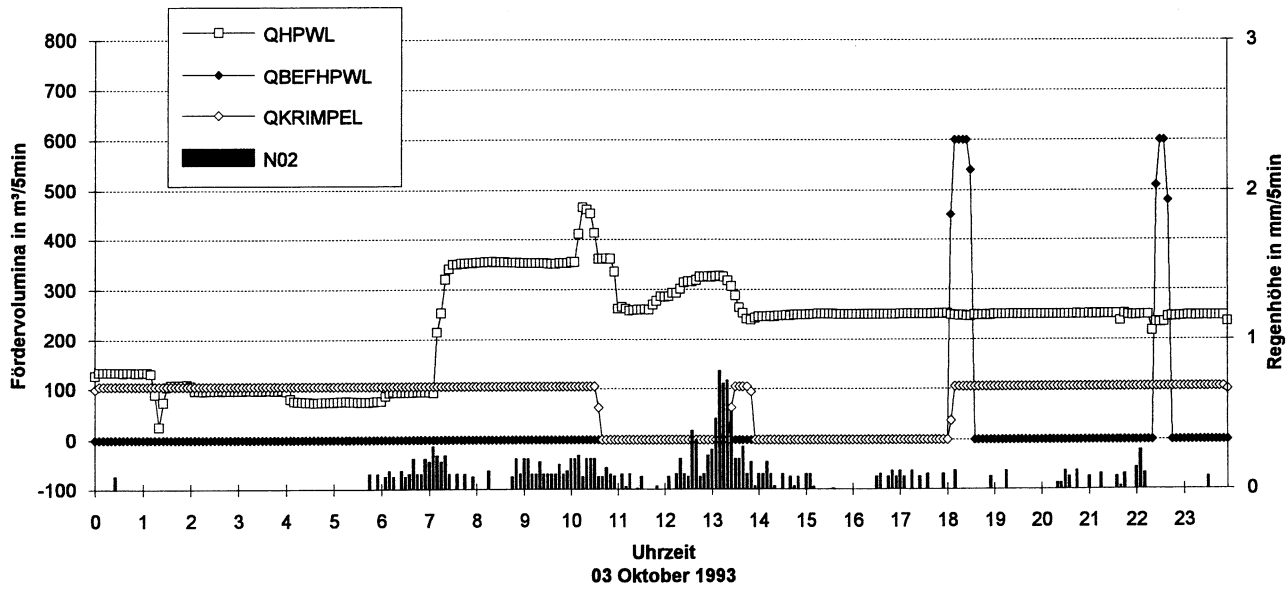

## Wasserstand der Weser



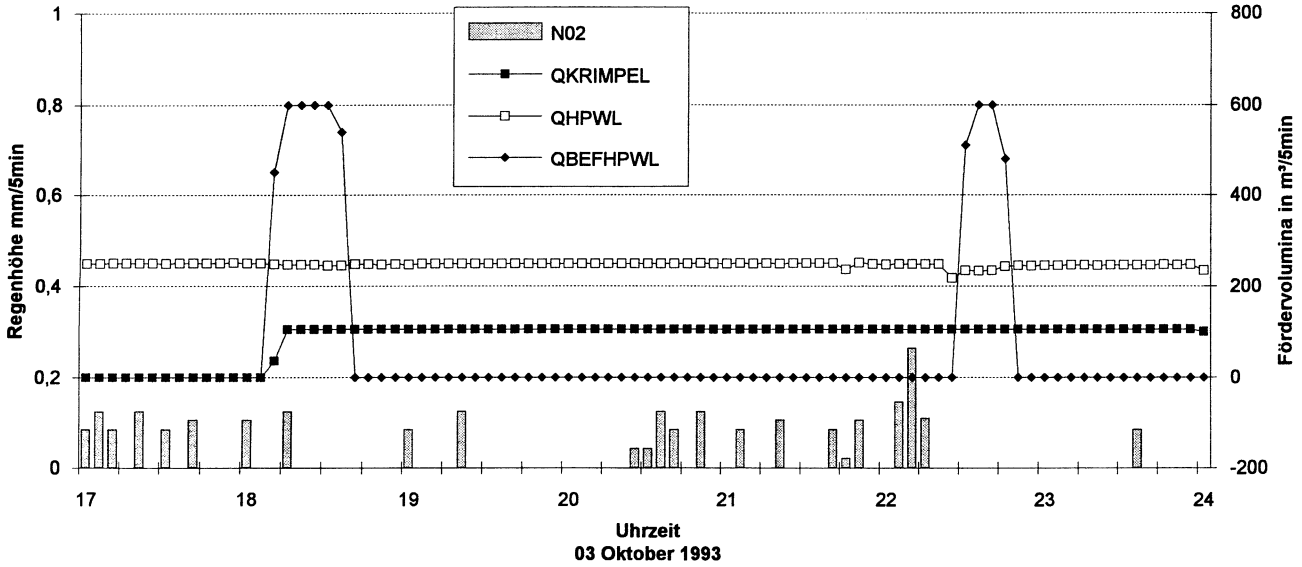
## Stauraumauslastung



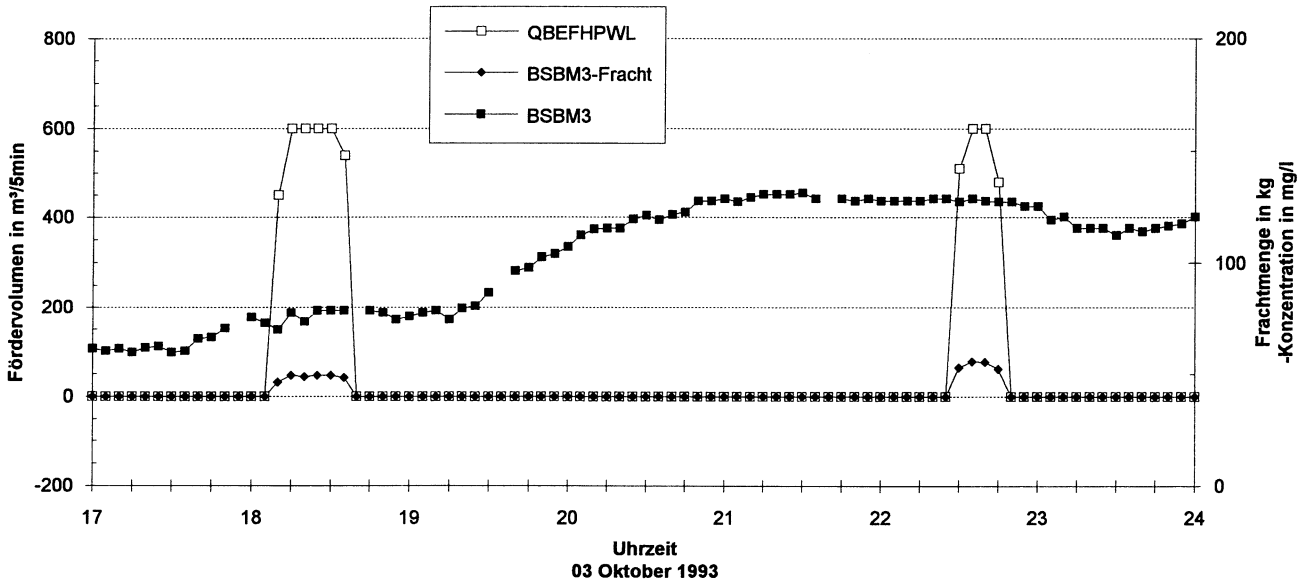

## Steuerungsstrategie



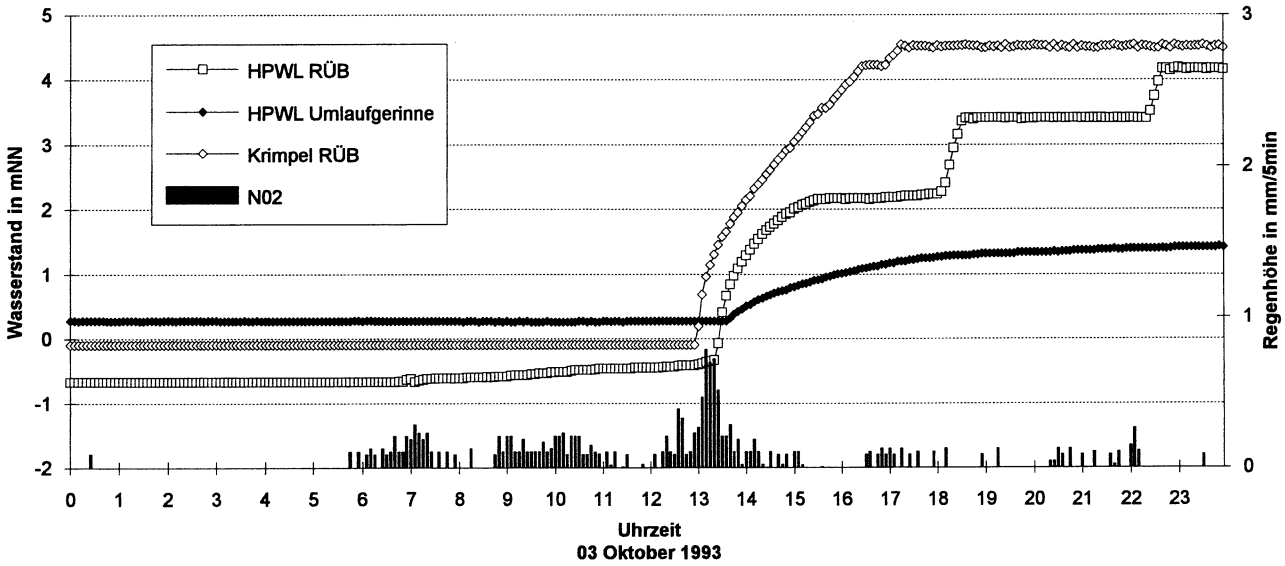
**Steuerungsstrategie zwischen 17:00 und 21:00 Uhr**



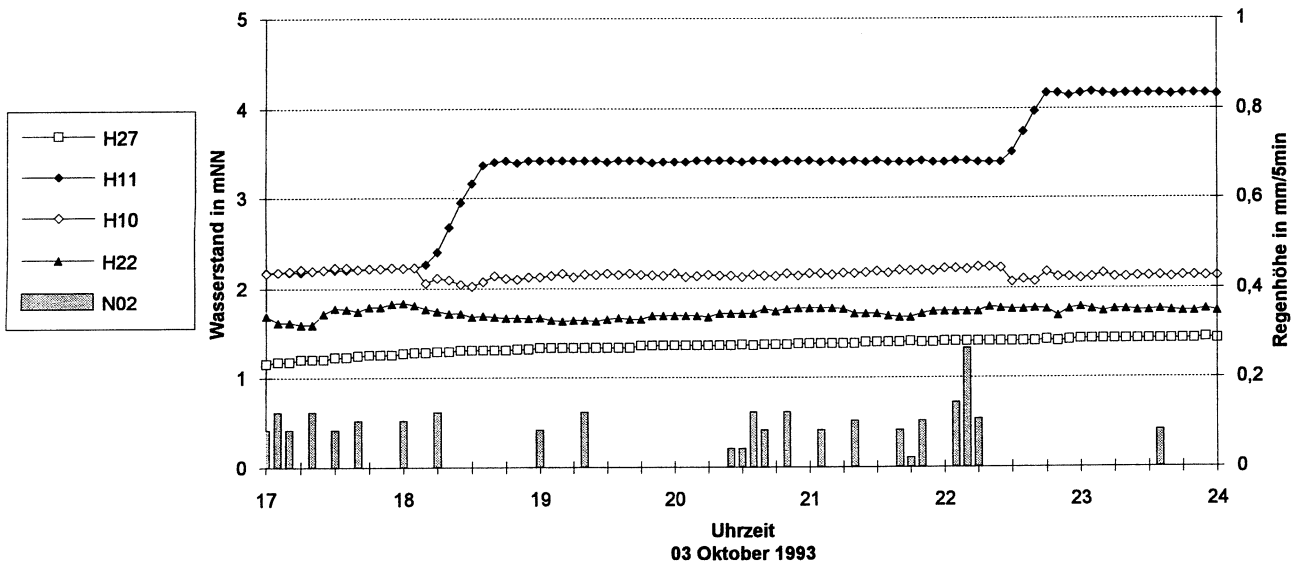

**Vergleich zwischen Volumina und Frachtmengen**



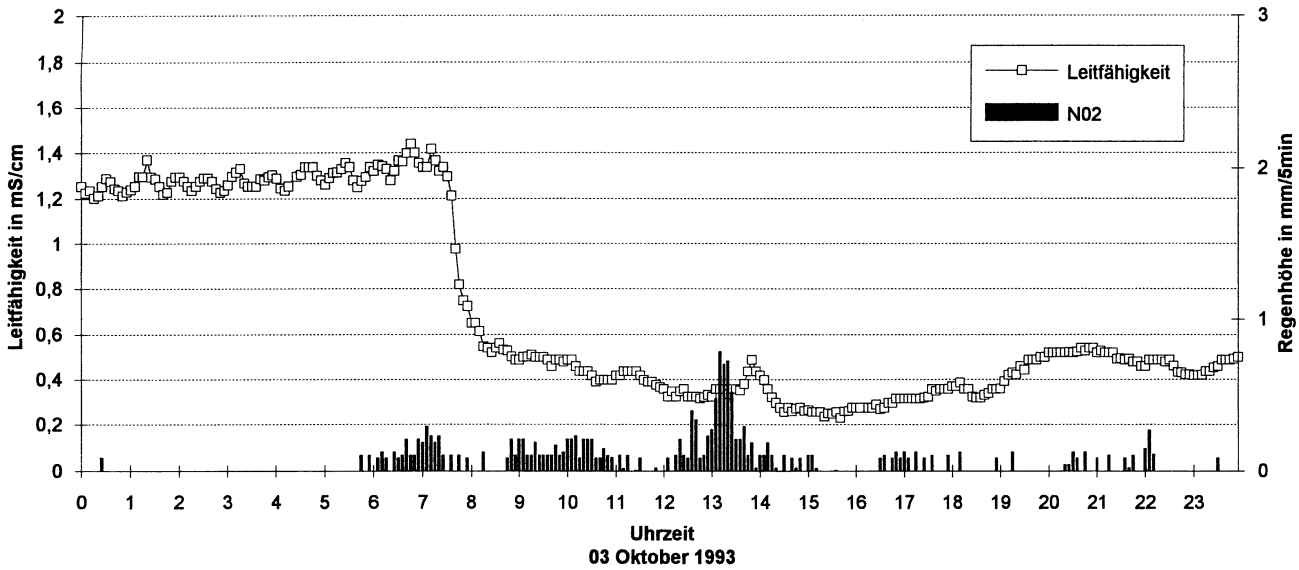
## Zustand der Regenüberlaufbecken



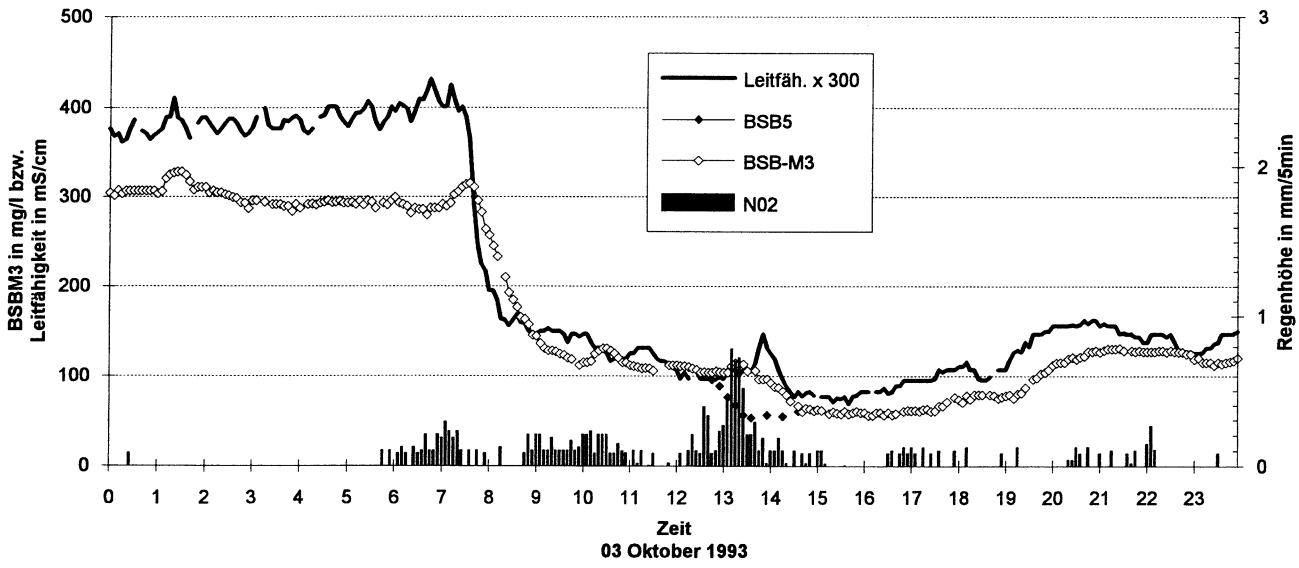

## Wasserstände zwischen 17:00 und 24:00 Uhr

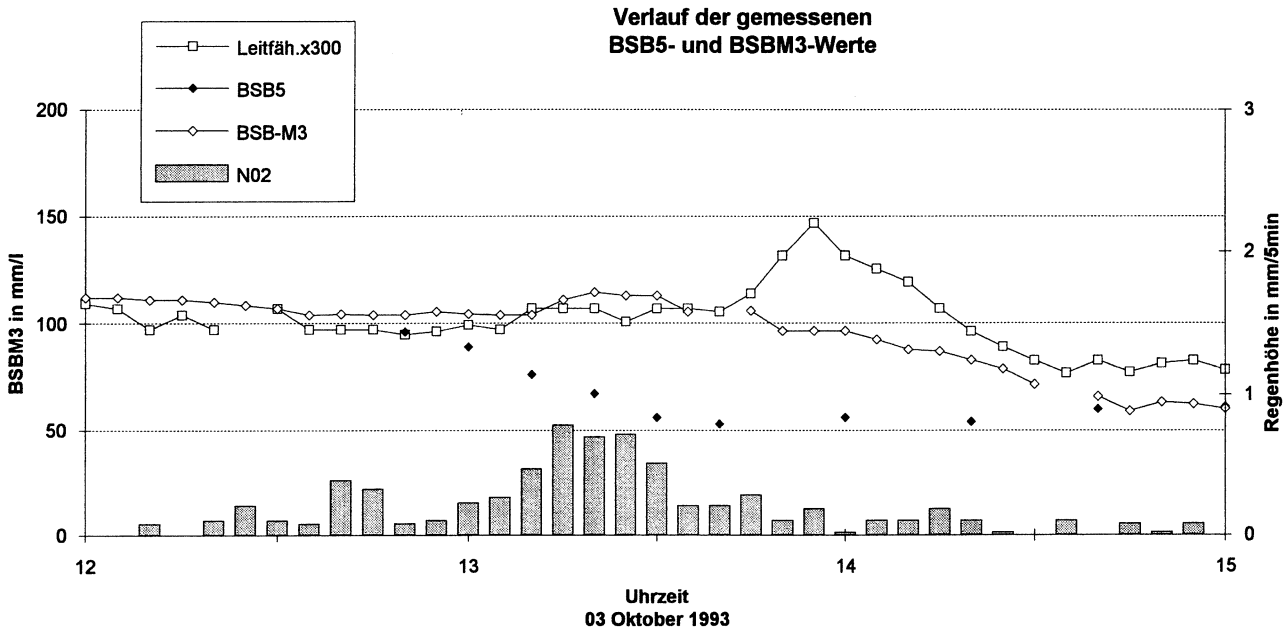


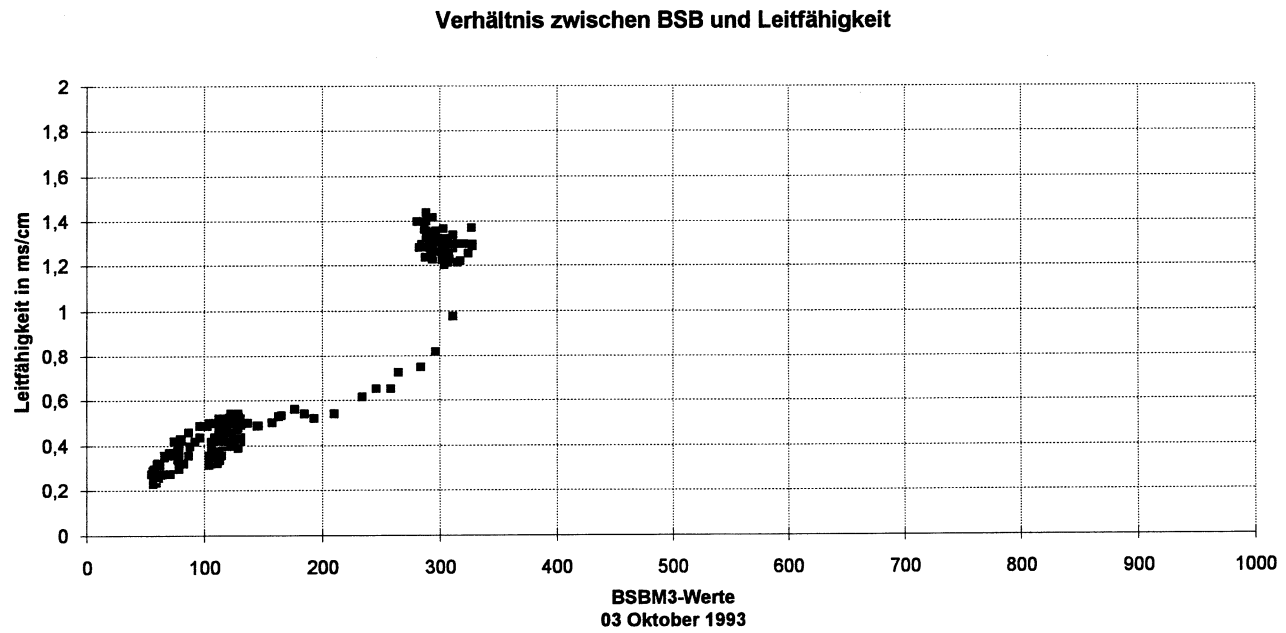
## Verlauf der Leitfähigkeit



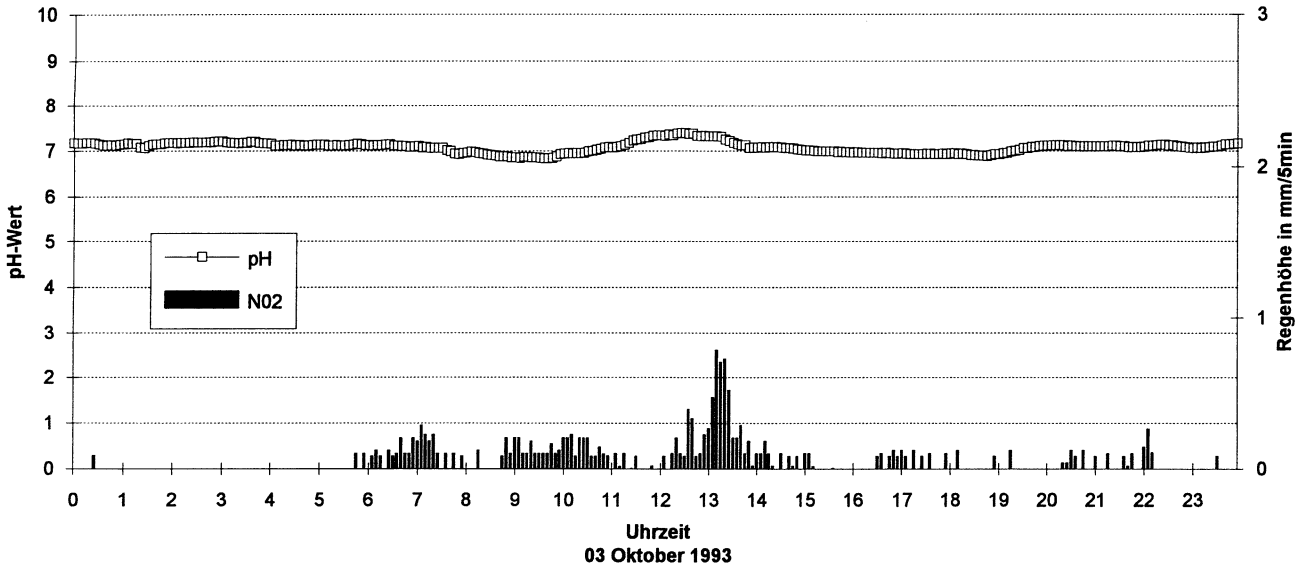

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



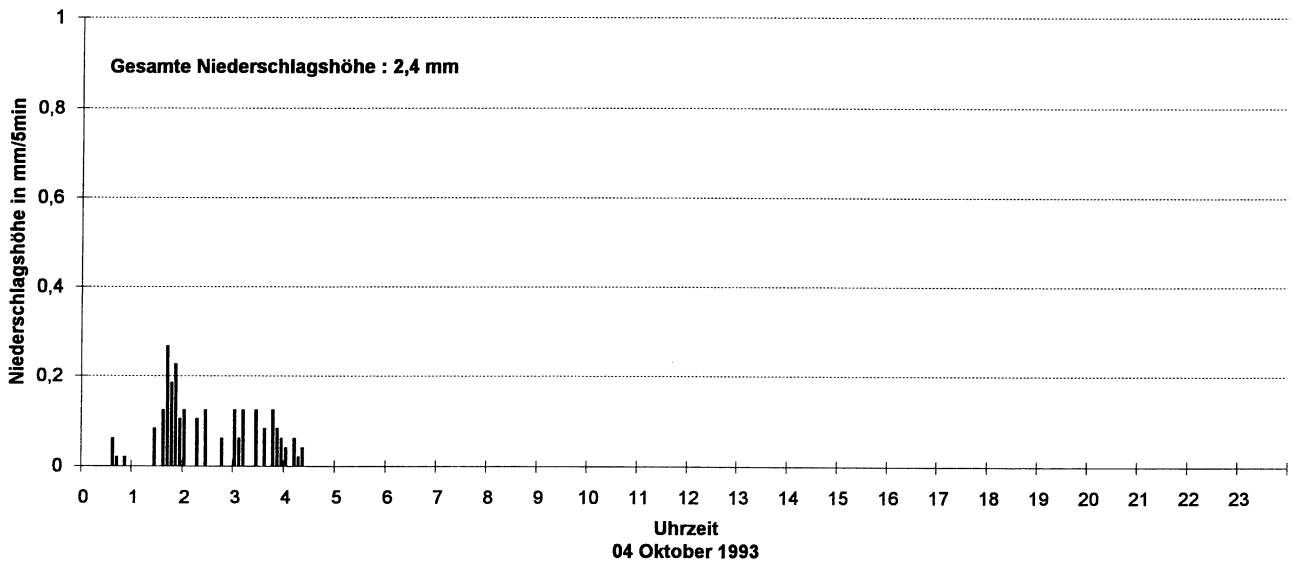

Verlauf der gemessenen
BSB5- und BSBM3-Werte
Leitfäh.x300
BSB5
BSB-M3
N02
BSBM3 in mm/l
Regenhöhe in mm/5min
200
150
100
50
0
3
2
1
0
12
13
14
15
Uhrzeit
03 Oktober 1993


Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit
Leitfähigkeit in ms/cm
2
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
BSBM3-Werte
03 Oktober 1993

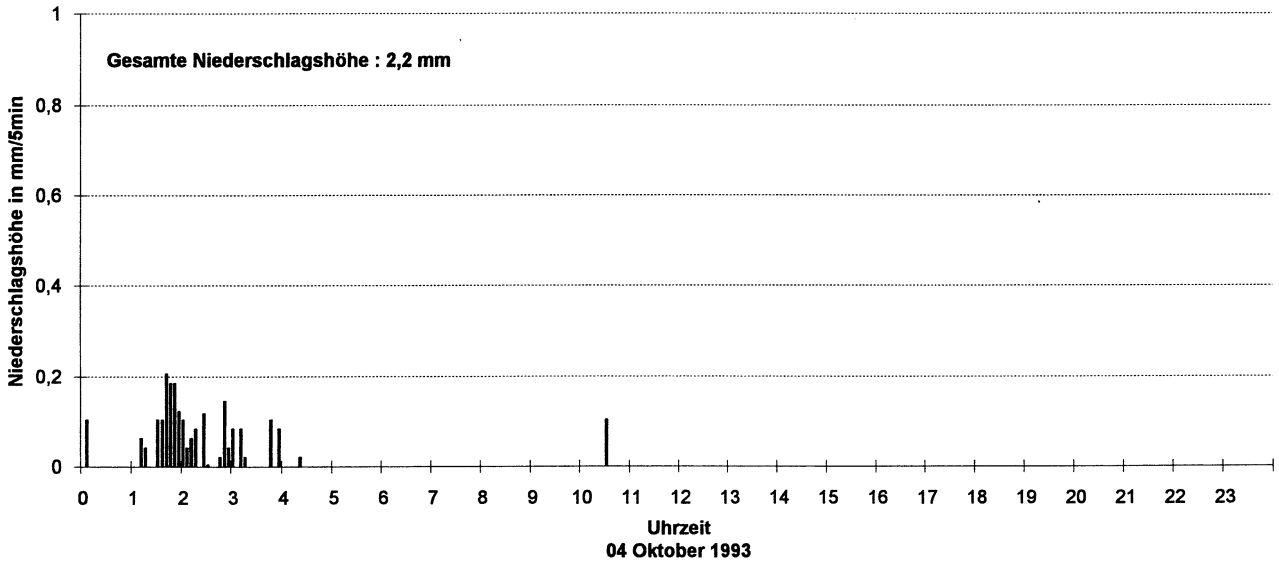
## Verlauf der pH-Werte



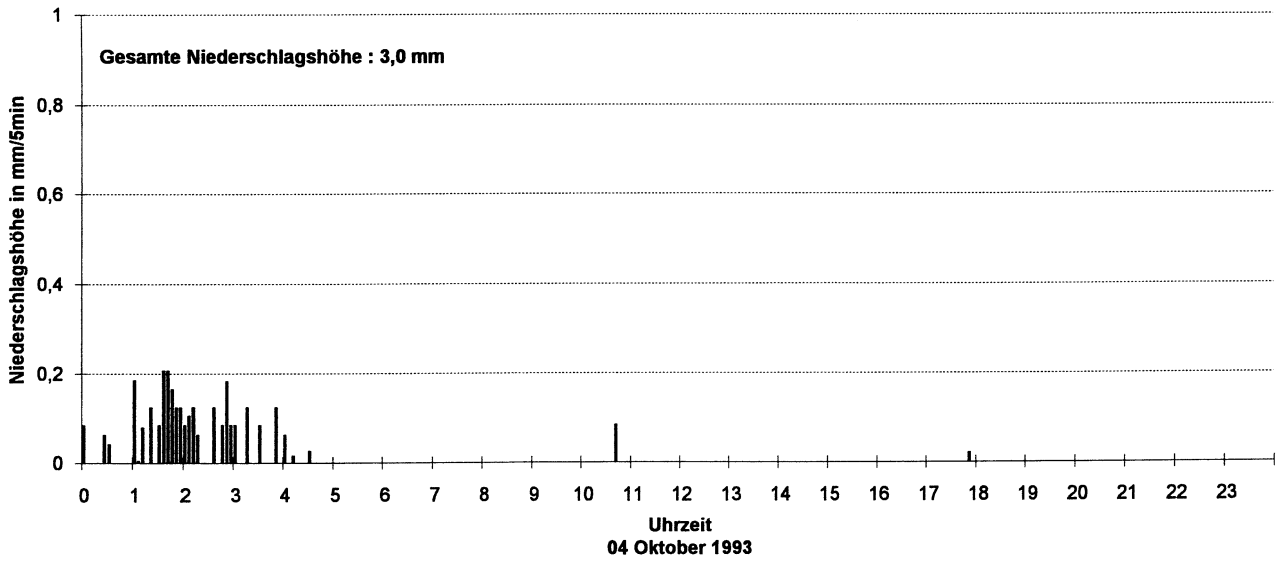

## Regenschreiber N01



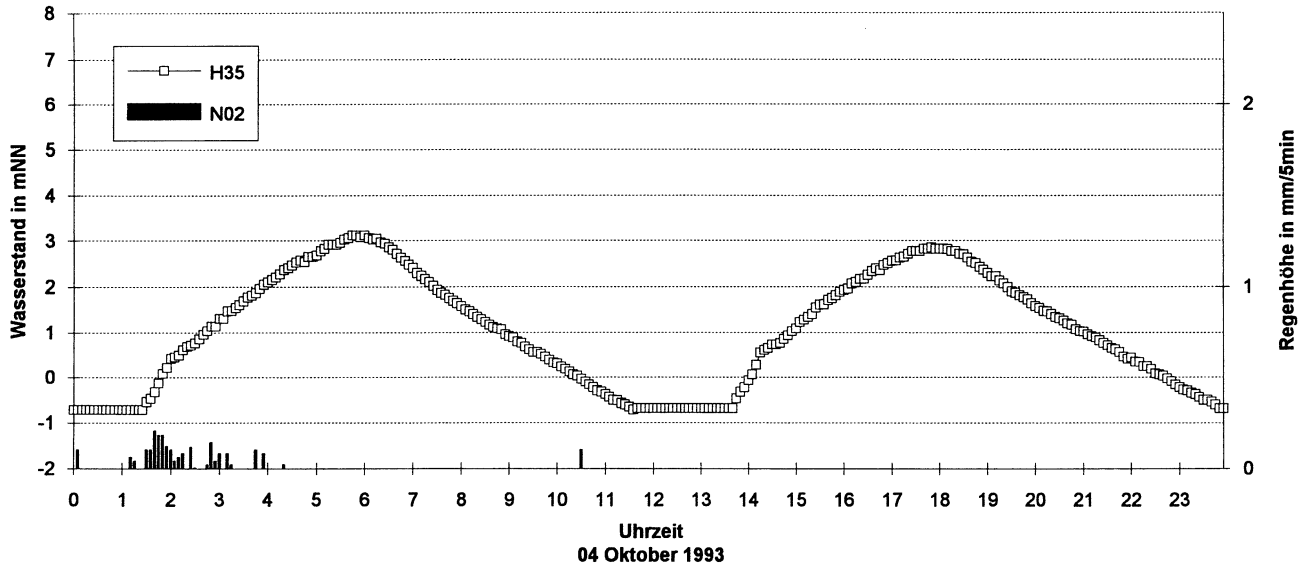
## Regenschreiber N02



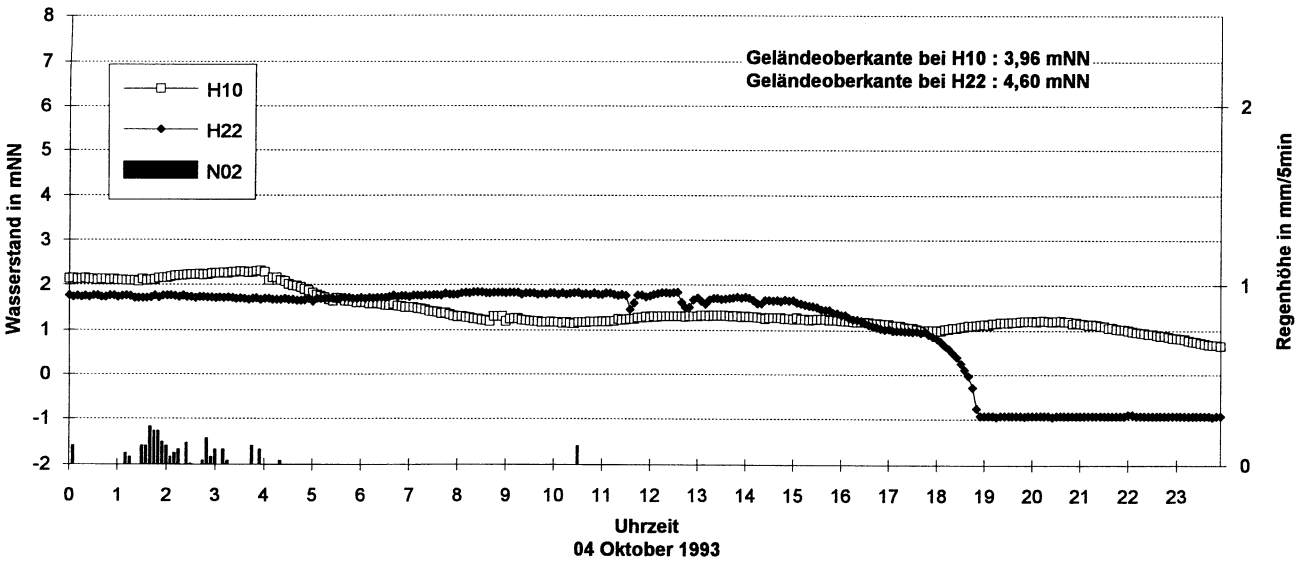

## Regenschreiber N03

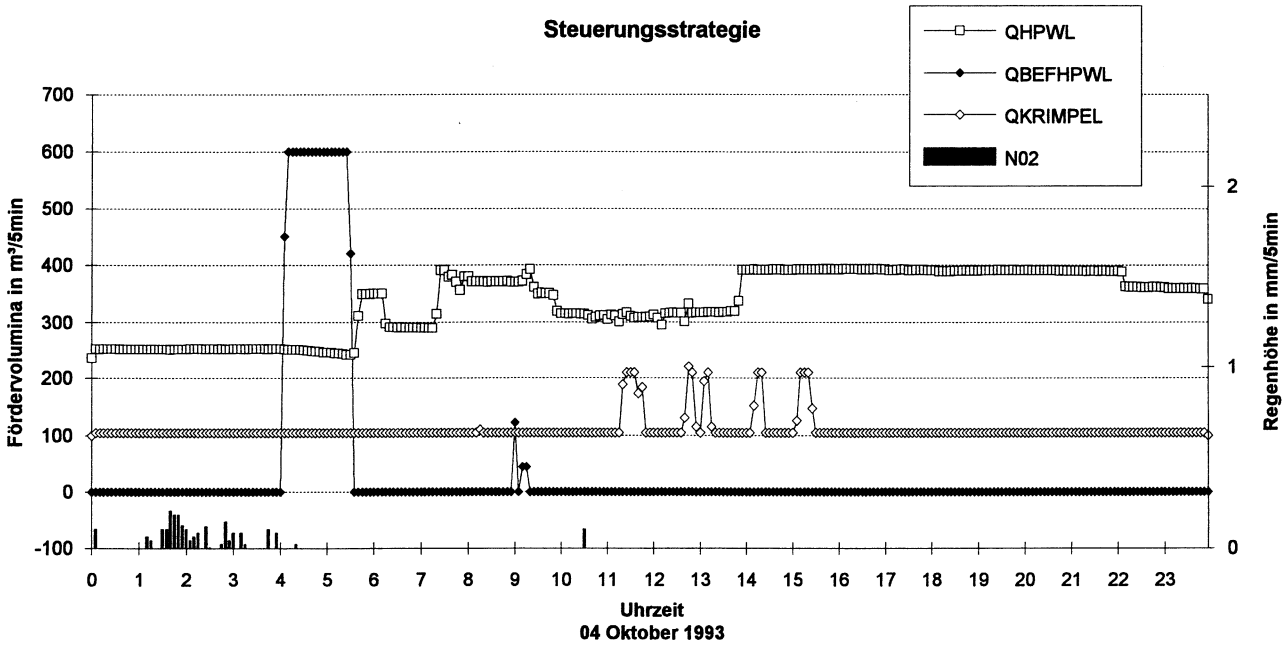


## Wasserstand der Weser

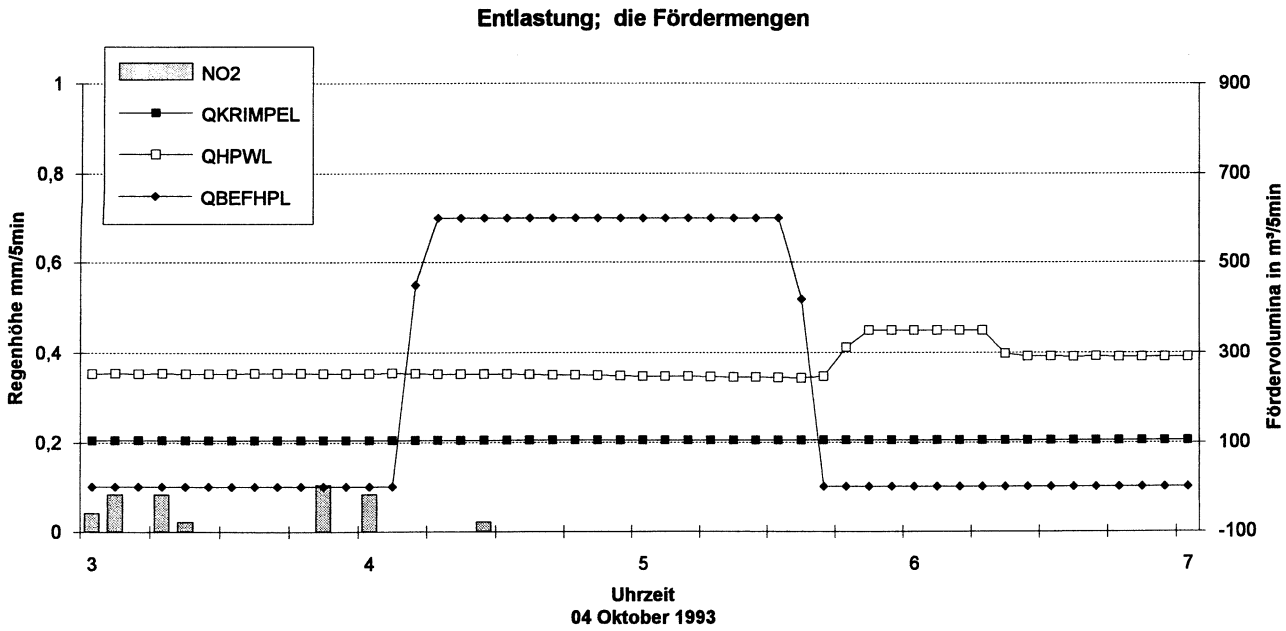


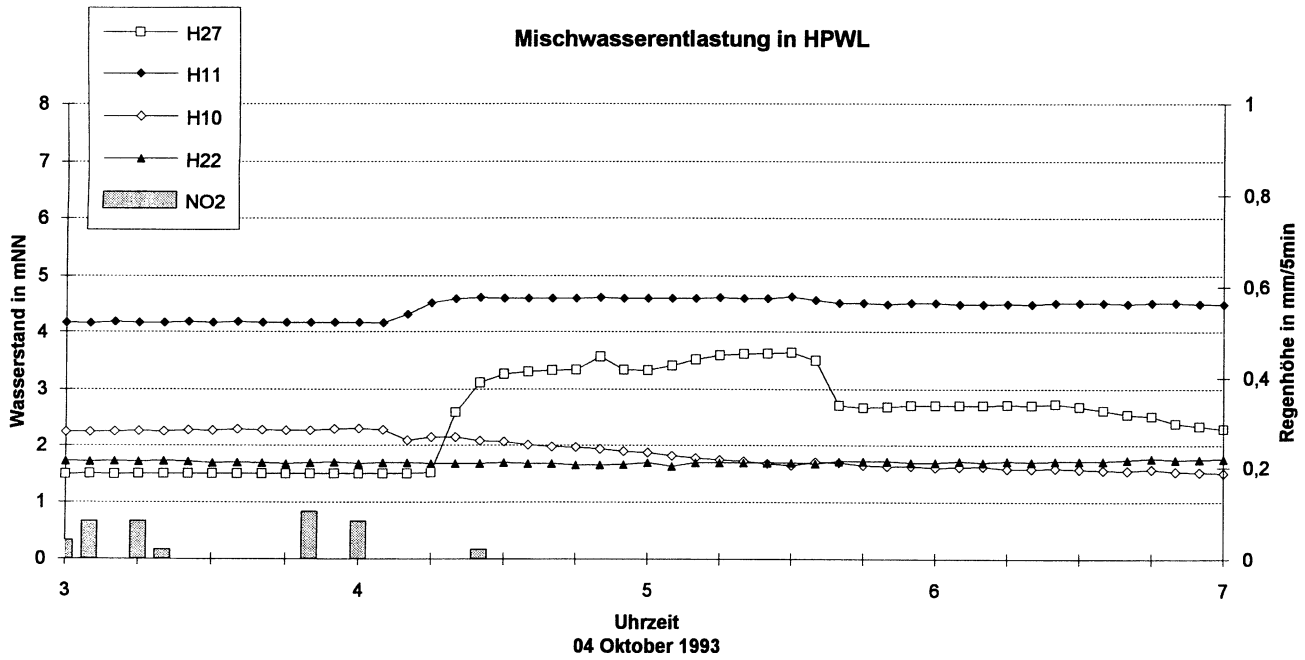

## Stauraumauslastung





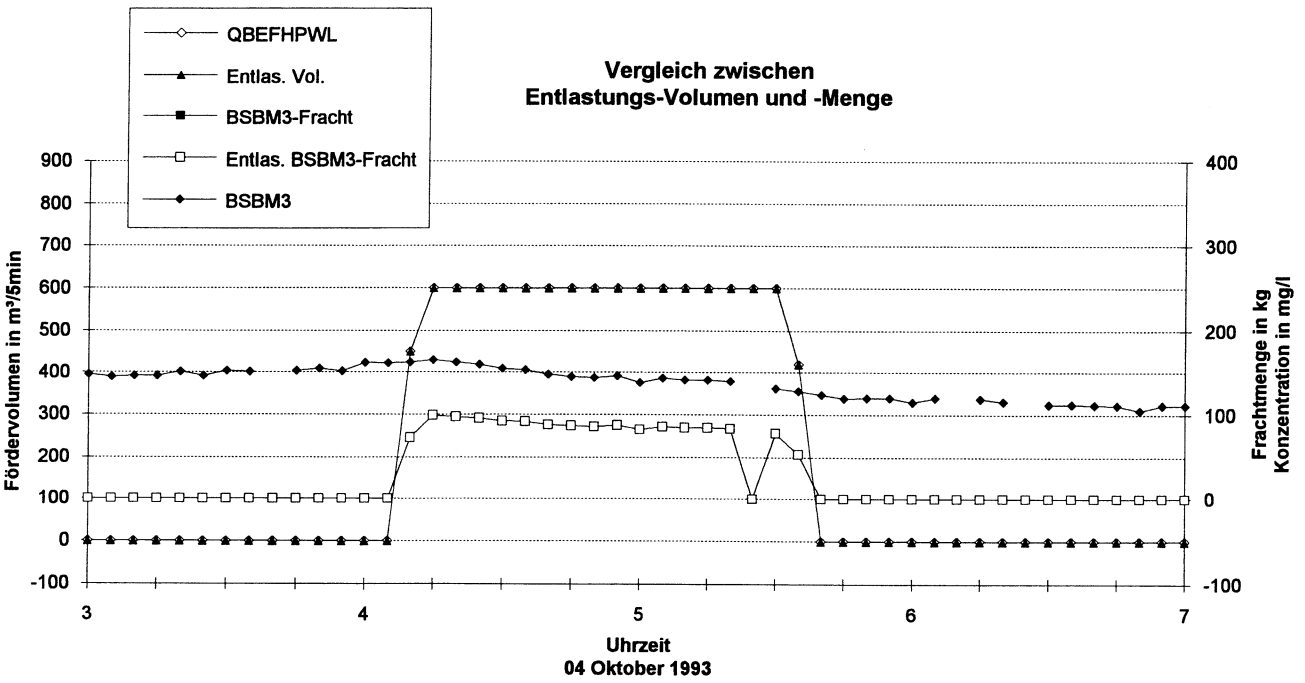

[M041093.XLW]STRATEGIE_Q_3_7.XLC

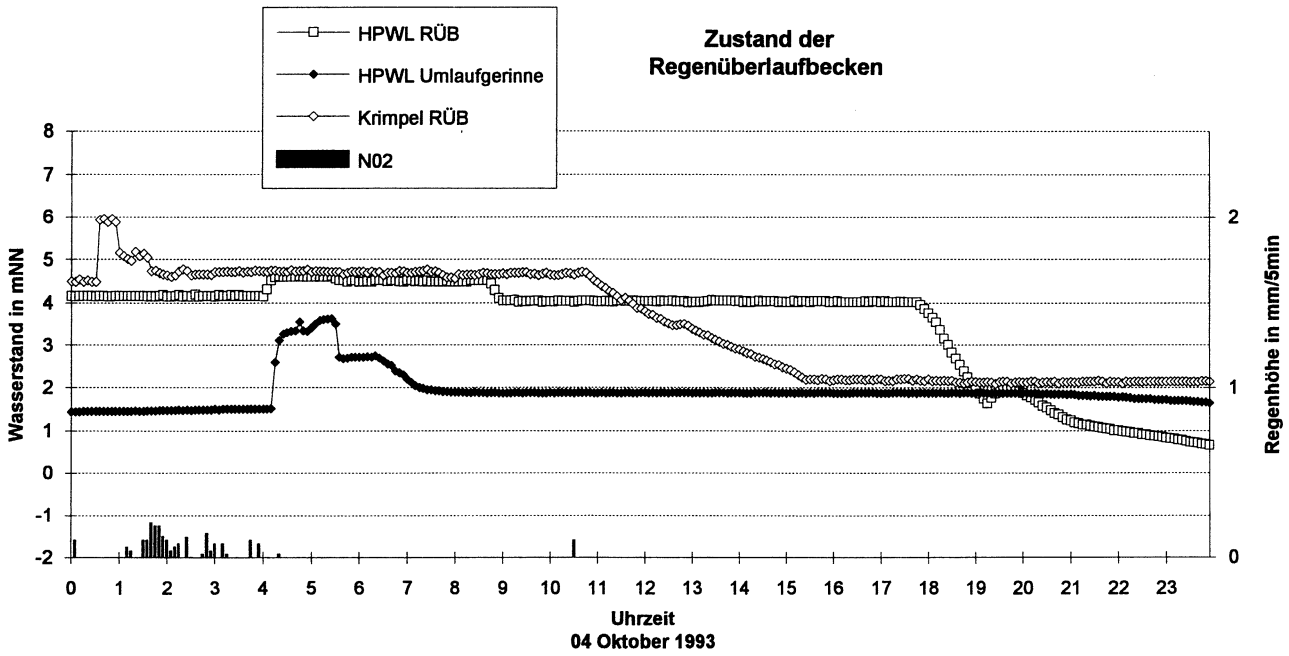


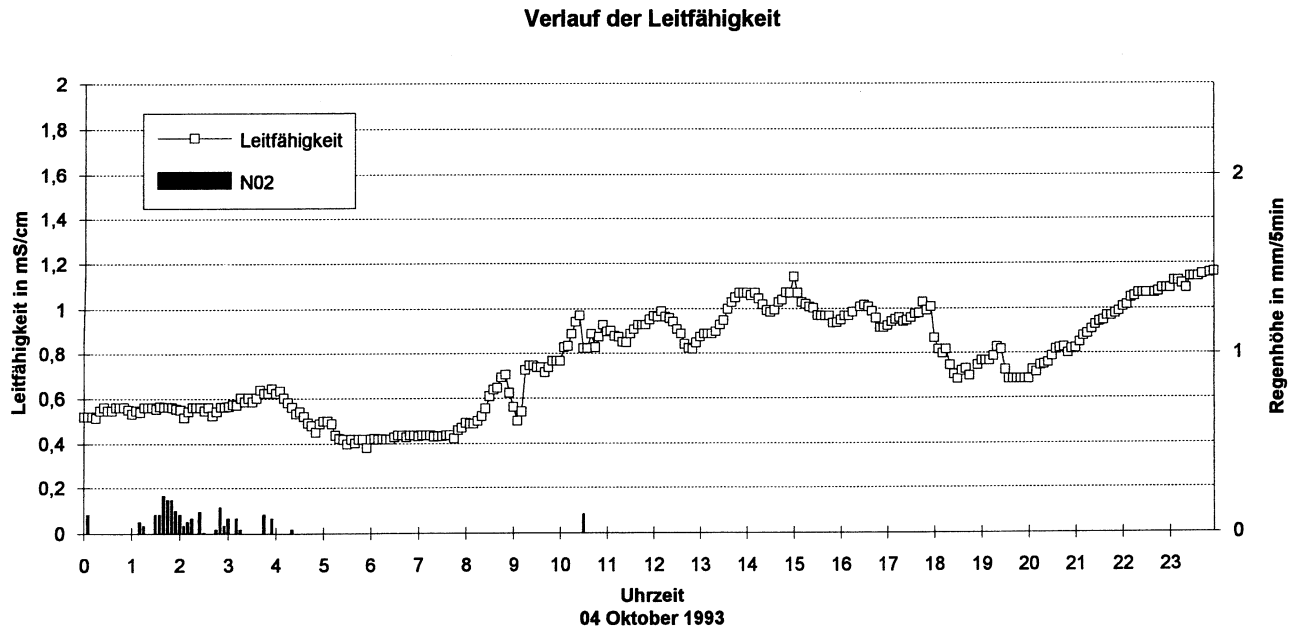

Mischwasserentlastung in HPWL
H27
H11
H10
H22
NO2
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
04 Oktober 1993



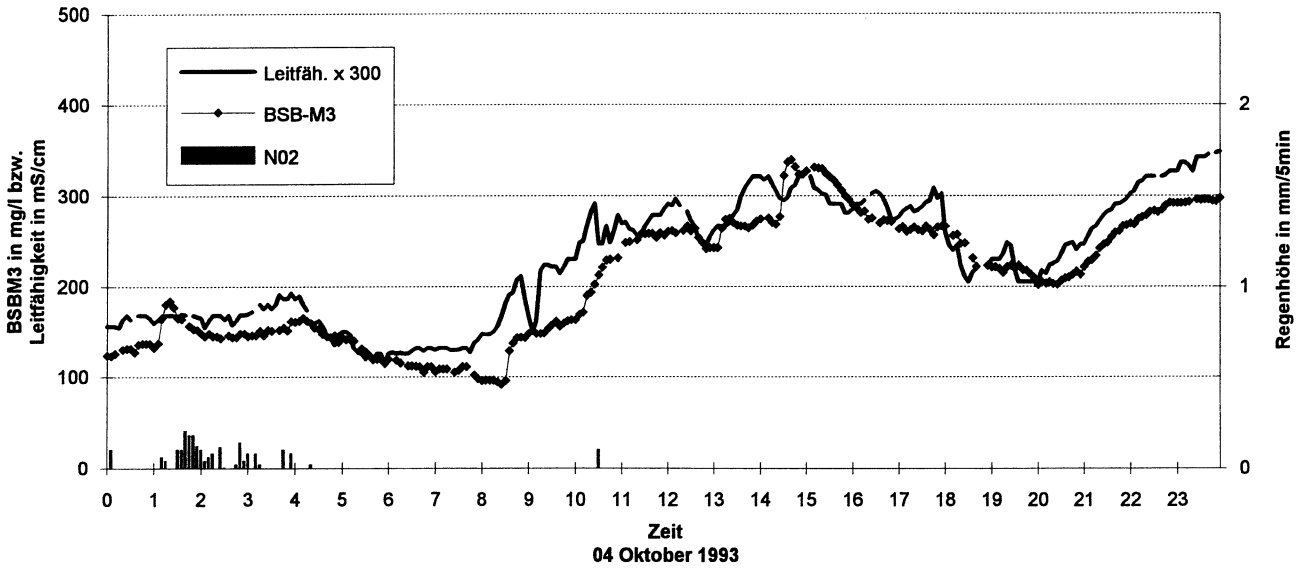



Vergleich zwischen
Entlastungs-Volumen und -Menge
QBEFHPWL
Entlas. Vol.
BSBM3-Fracht
Entlas. BSBM3-Fracht
BSBM3
Fördervolumen in m³/5min
Frachtmenge in kg
Konzentration in mg/l
Uhrzeit
04 Oktober 1993

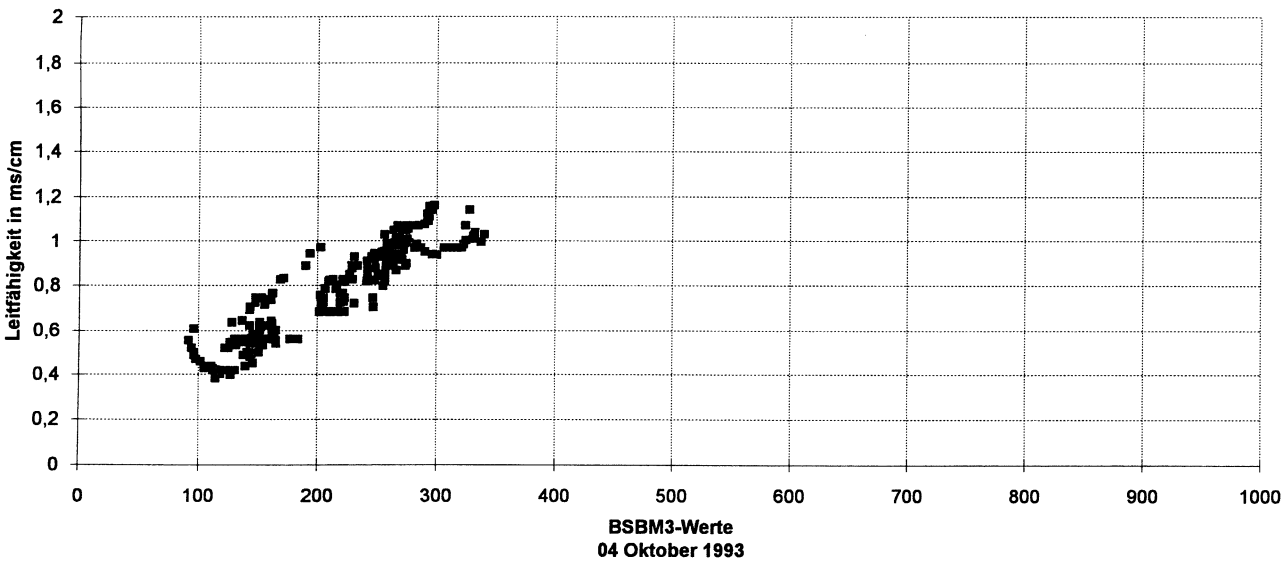

Zustand der
Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
04 Oktober 1993


Verlauf der Leitfähigkeit
Leitfähigkeit
N02
Leitfähigkeit in mS/cm
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
04 Oktober 1993

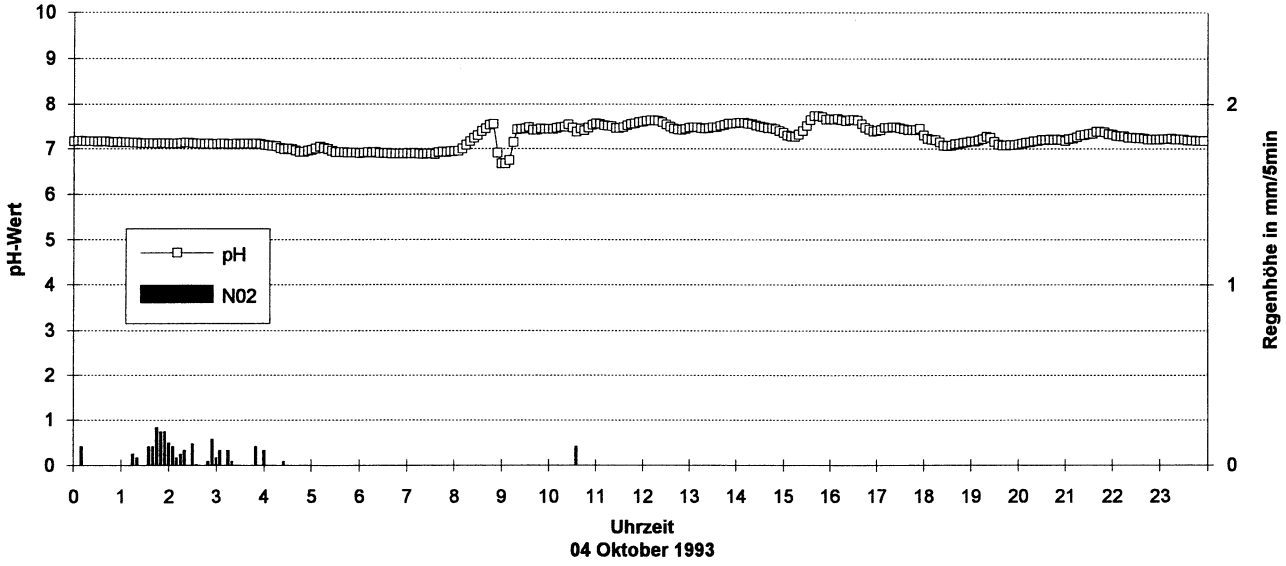
**Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte**

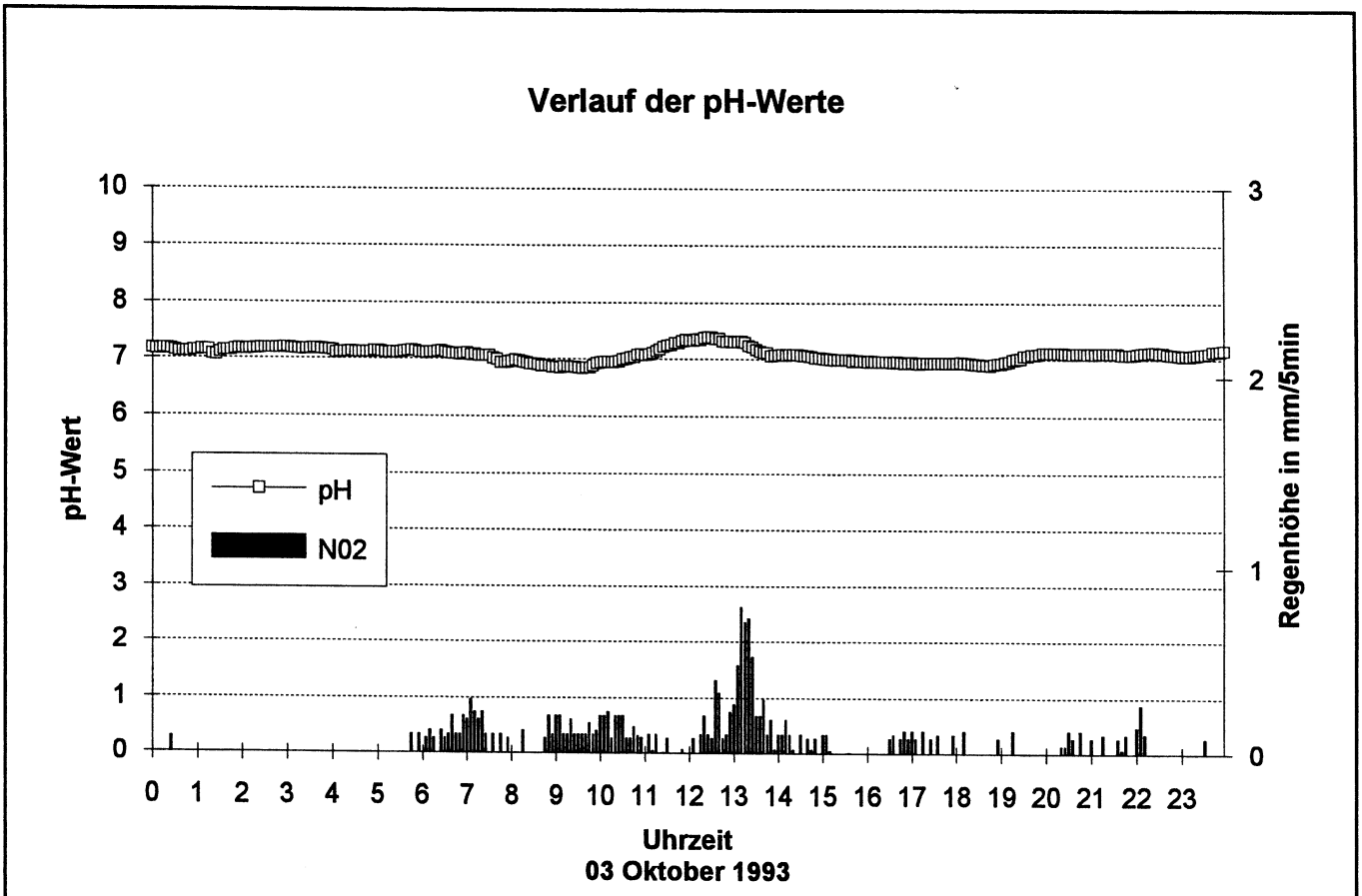


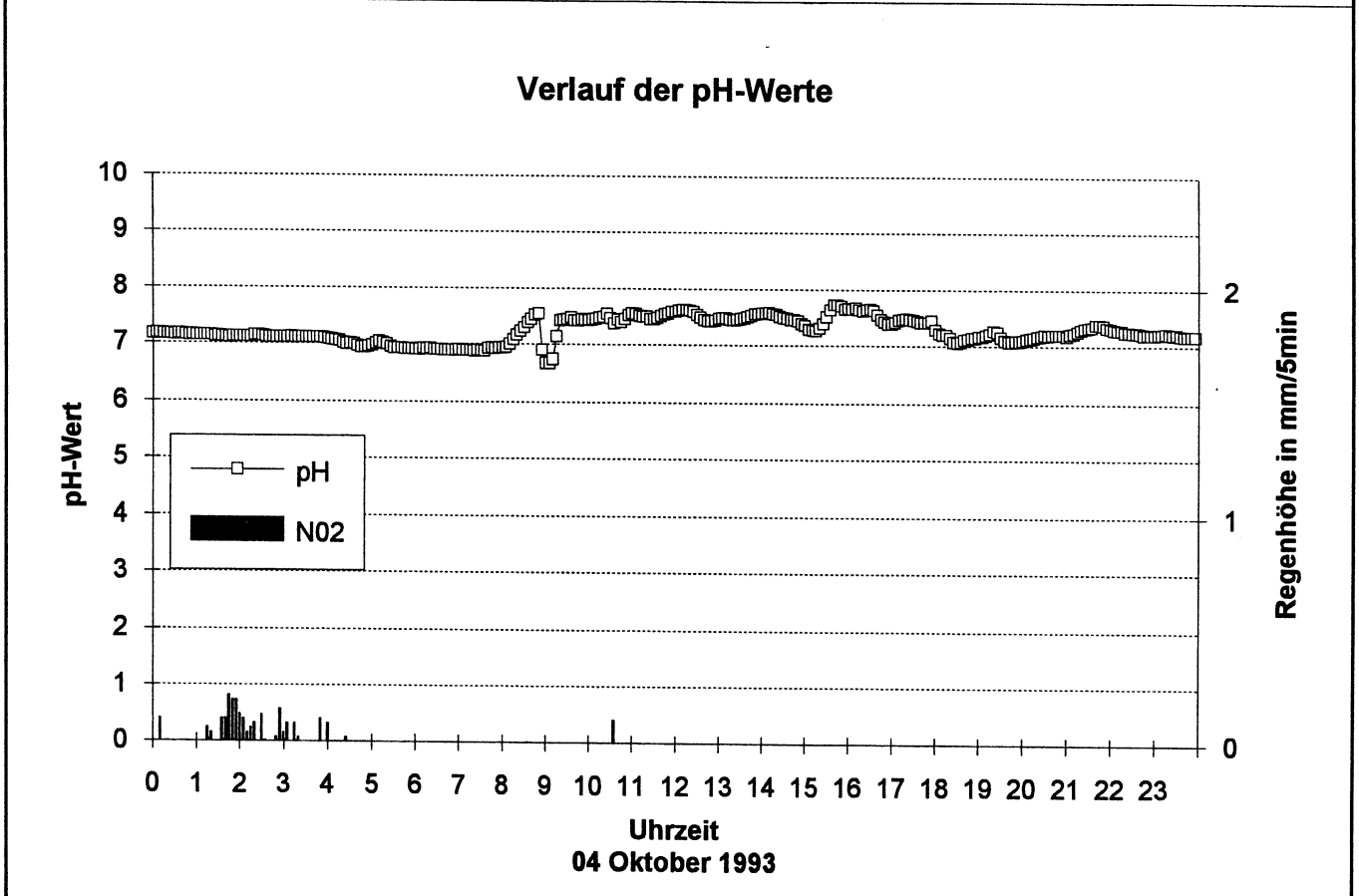

**Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit**



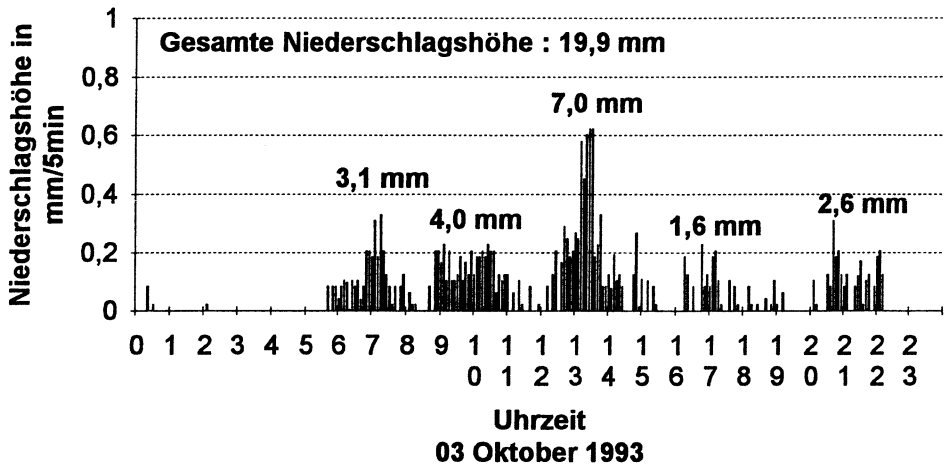
## Verlauf der pH-Werte



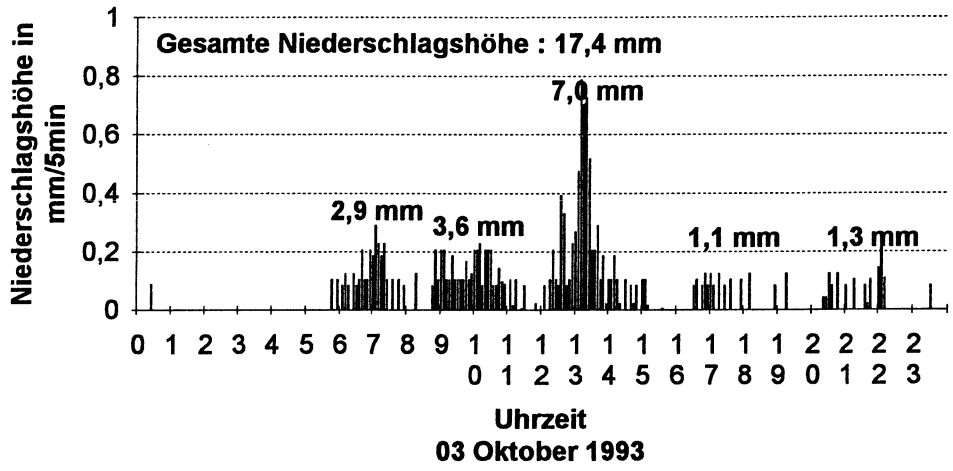

Verlauf der pH-Werte
pH-Wert
Regenhöhe in mm/5min
pH
N02
Uhrzeit
03 Oktober 1993


Verlauf der pH-Werte
pH-Wert
Regenhöhe in mm/5min
pH
N02
Uhrzeit
04 Oktober 1993

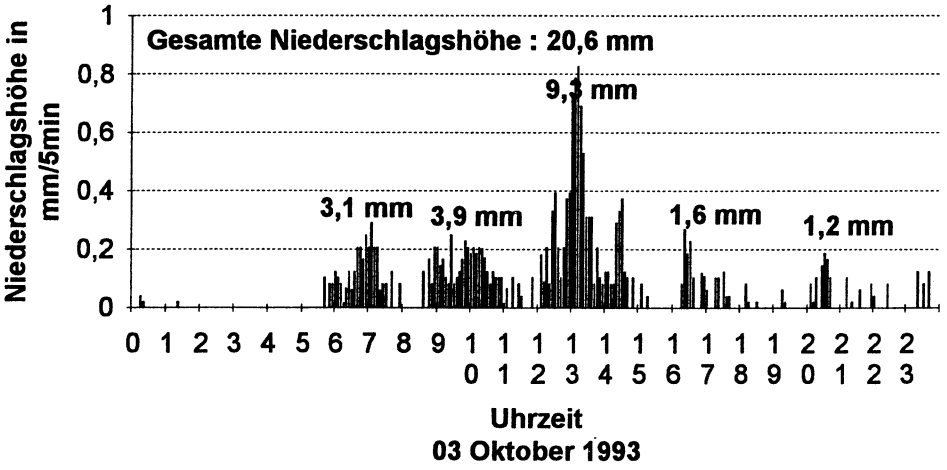
## Regenschreiber N01



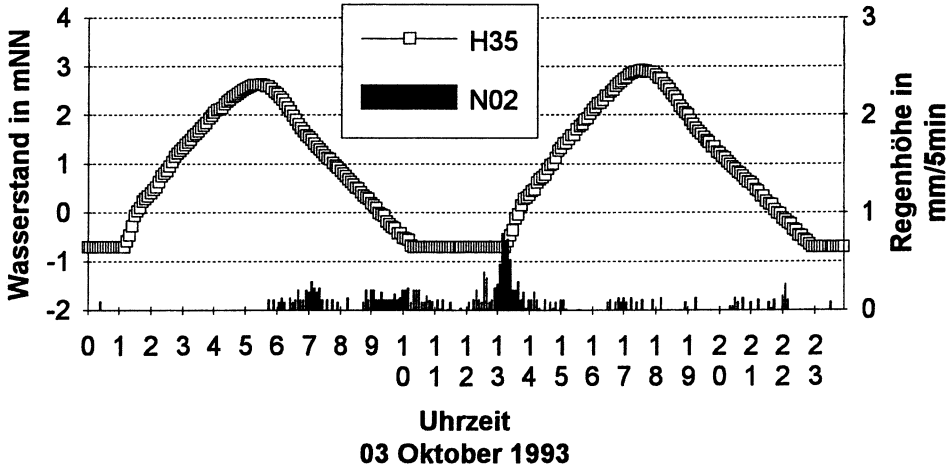

## Regenschreiber N02

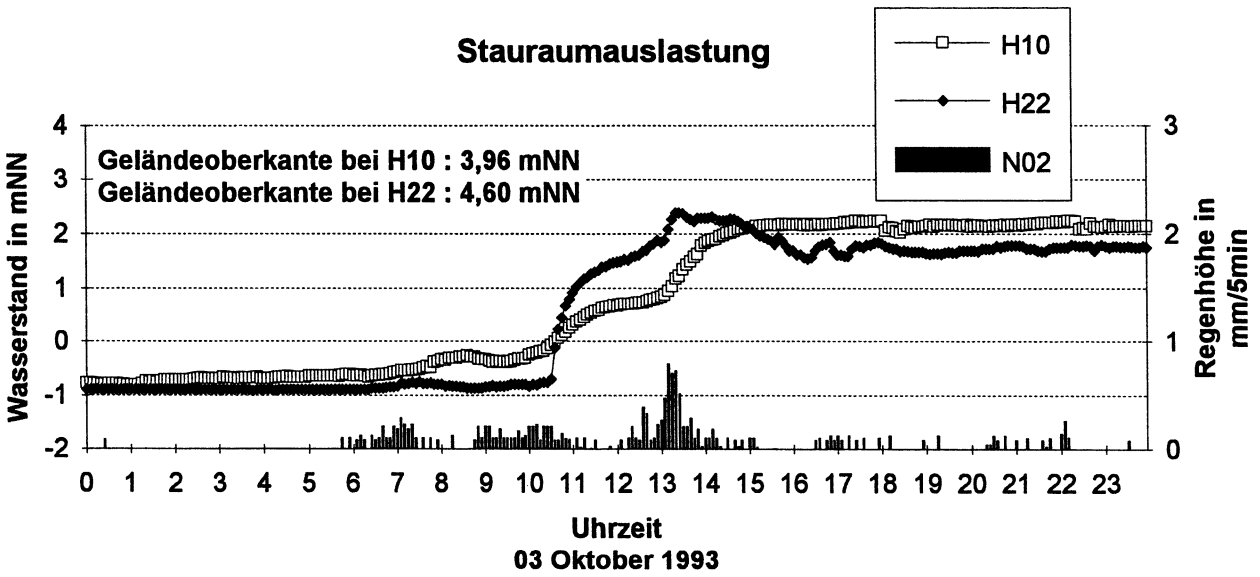


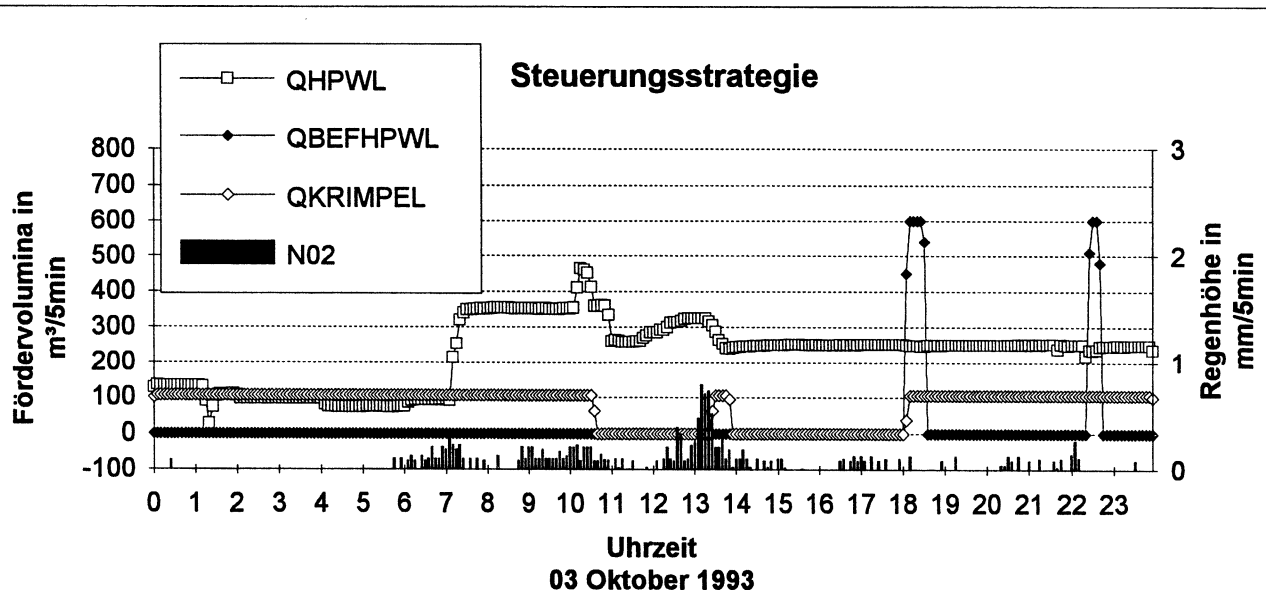

## Regenschreiber N03

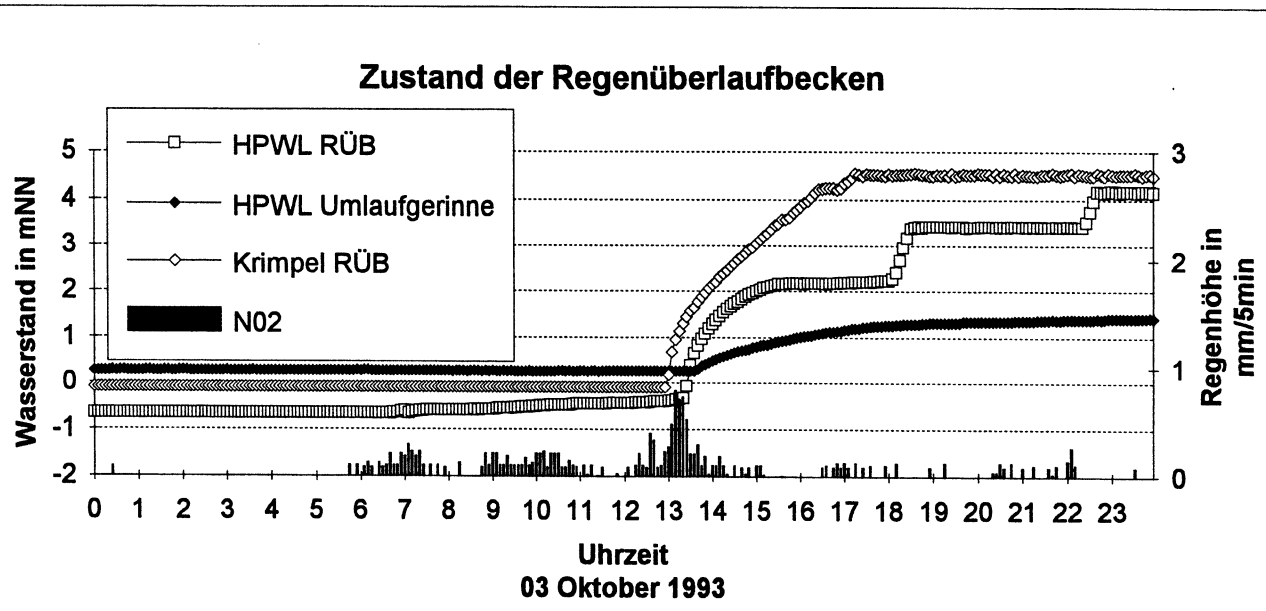



## Wasserstand der Weser

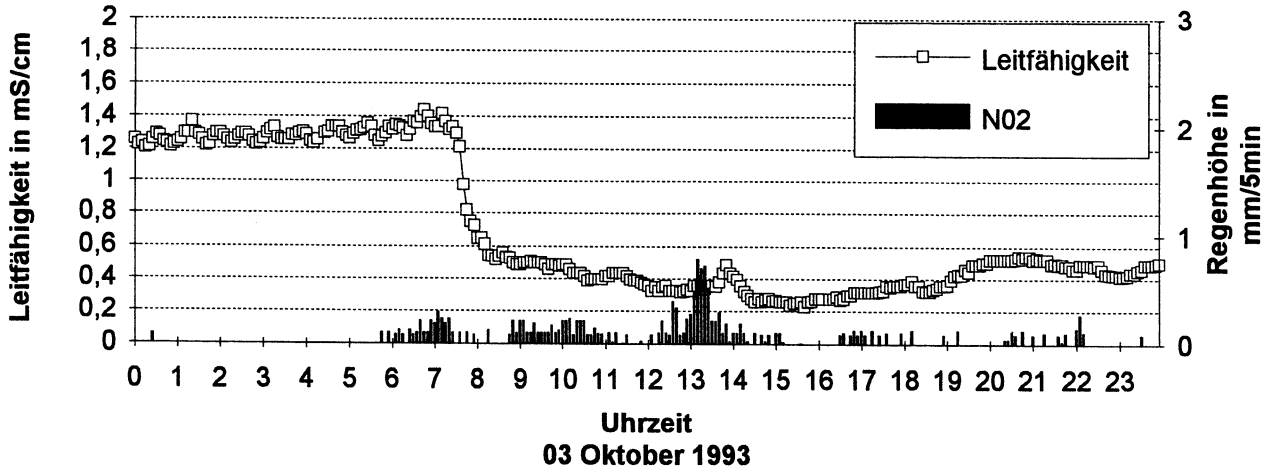



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
03 Oktober 1993

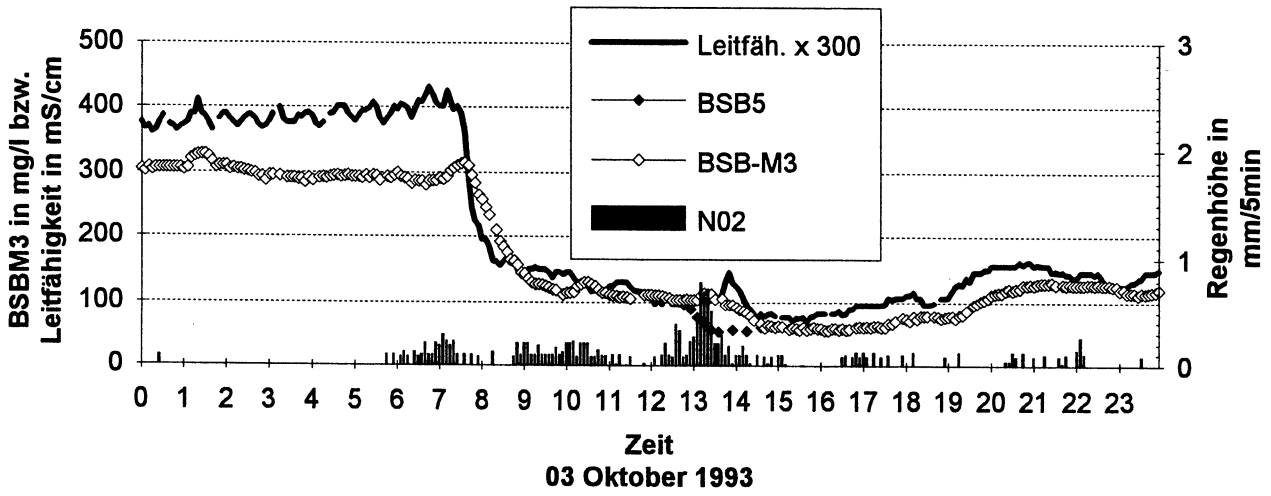

Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
03 Oktober 1993


Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
03 Oktober 1993

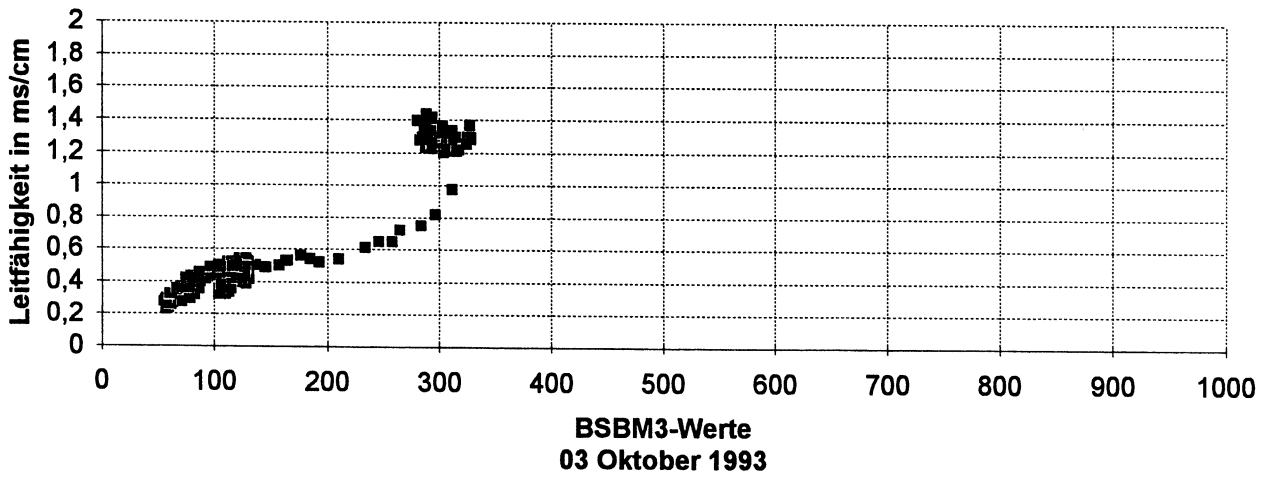
## Verlauf der Leitfähigkeit

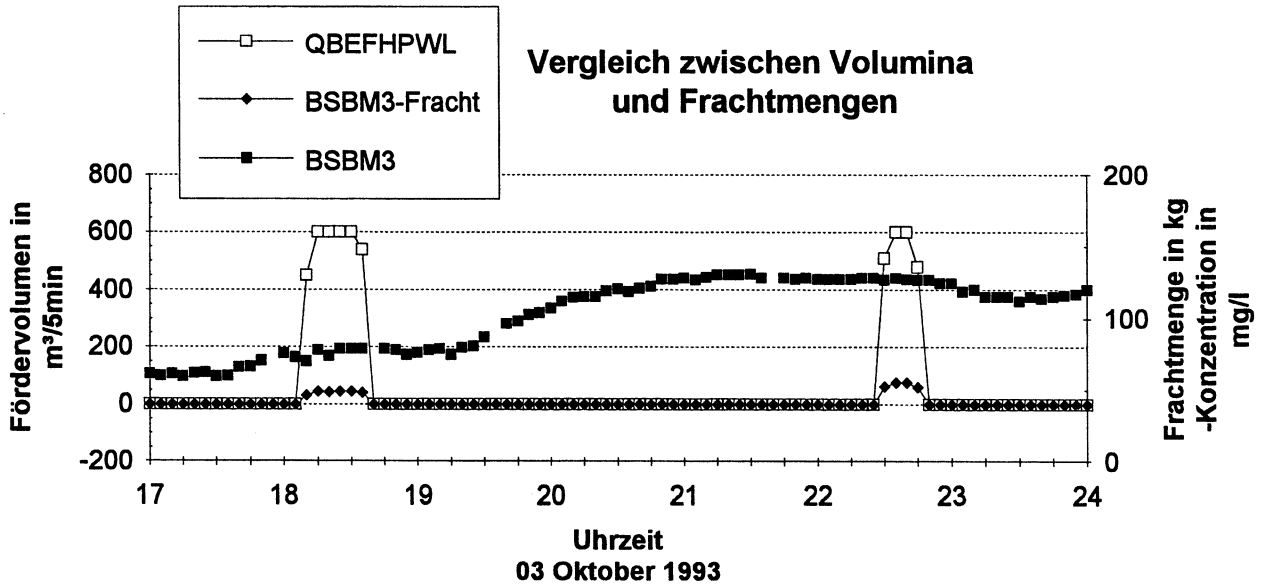


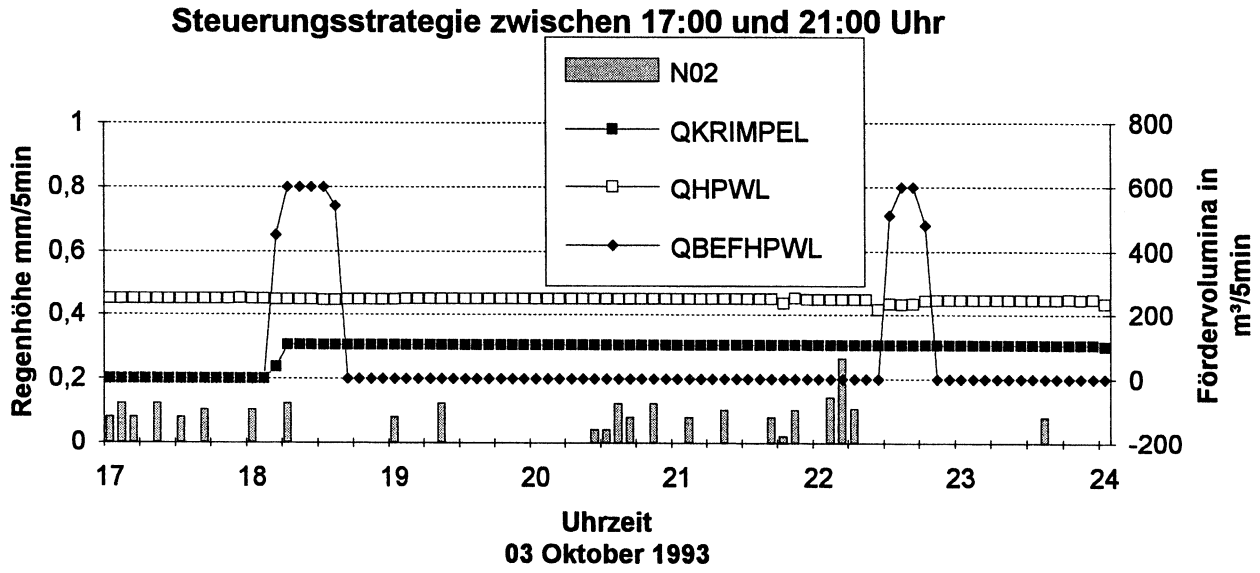

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte

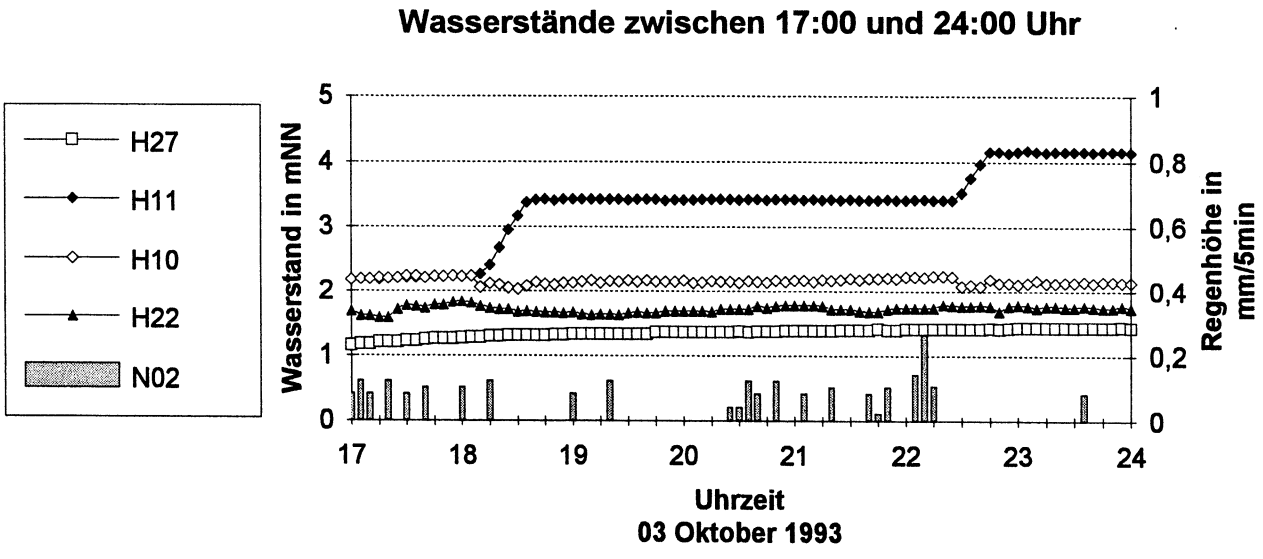



## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit

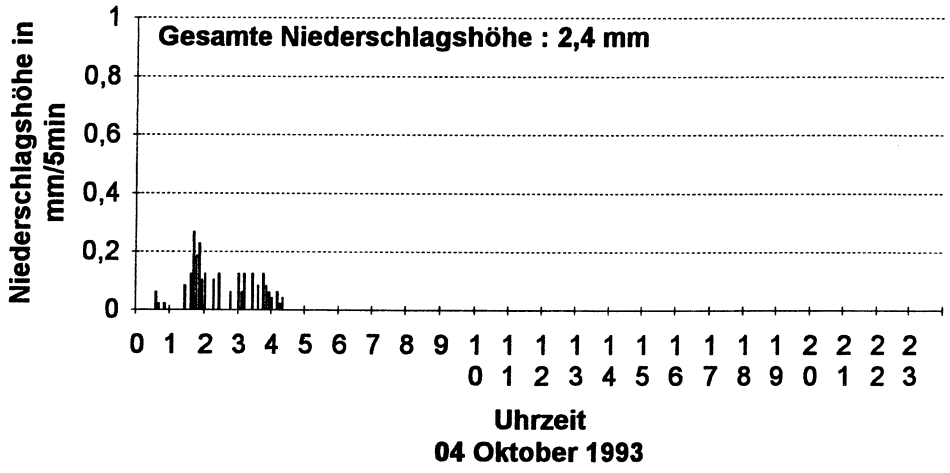



QBEFHPWL
BSBM3-Fracht
BSBM3
Vergleich zwischen Volumina und Frachtmengen
Fördervolumen in m³/5min
Frachtmenge in kg -Konzentration in mg/l
800
600
400
200
0
-200
200
100
0
17
18
19
20
21
22
23
24
Uhrzeit
03 Oktober 1993

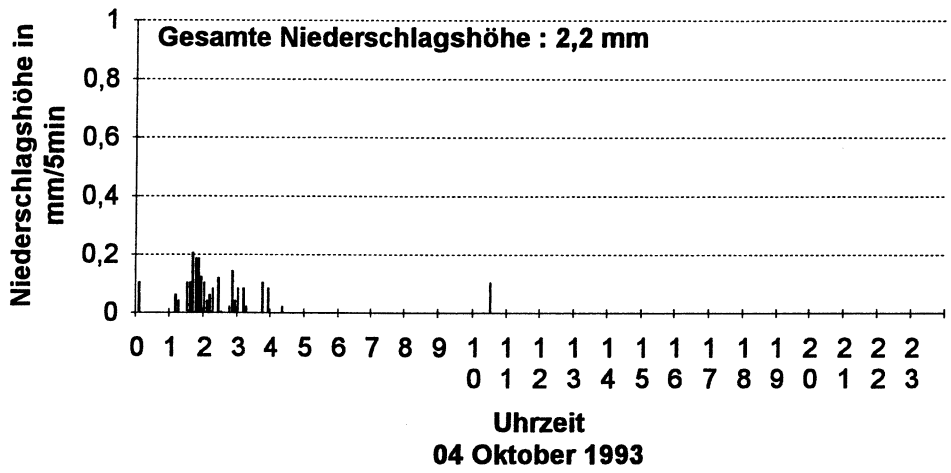

Steuerungsstrategie zwischen 17:00 und 21:00 Uhr
N02
QKRIMPEL
QHPWL
QBEFHPWL
Regenhöhe mm/5min
Fördervolumina in m³/5min
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
800
600
400
200
0
-200
17
18
19
20
21
22
23
24
Uhrzeit
03 Oktober 1993


Wasserstände zwischen 17:00 und 24:00 Uhr
H27
H11
H10
H22
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
5
4
3
2
1
0
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
17
18
19
20
21
22
23
24
Uhrzeit
03 Oktober 1993

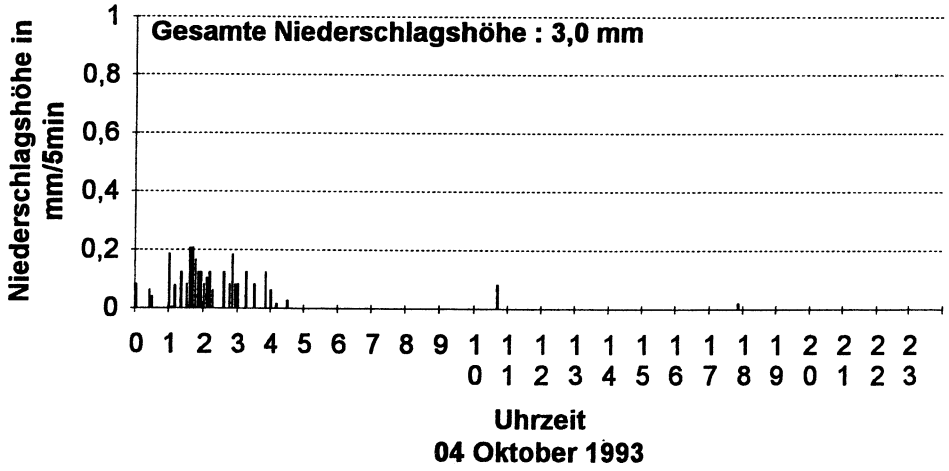
## Regenschreiber N01



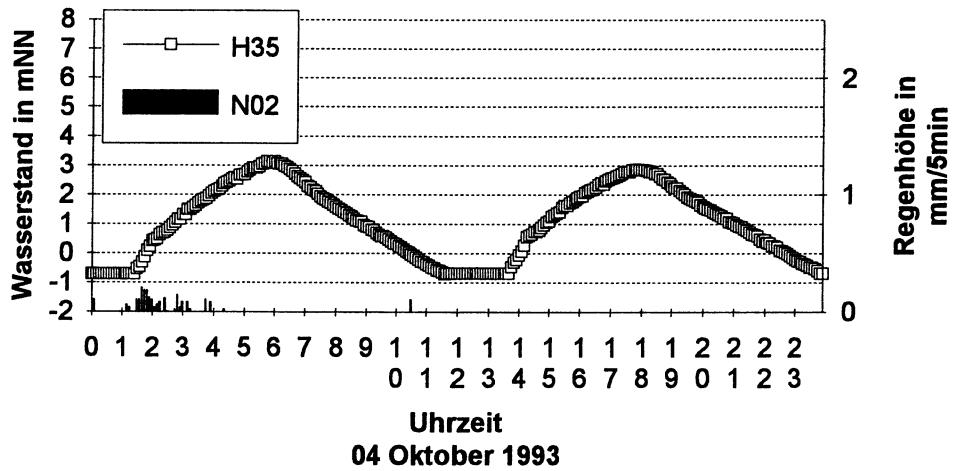

## Regenschreiber N02



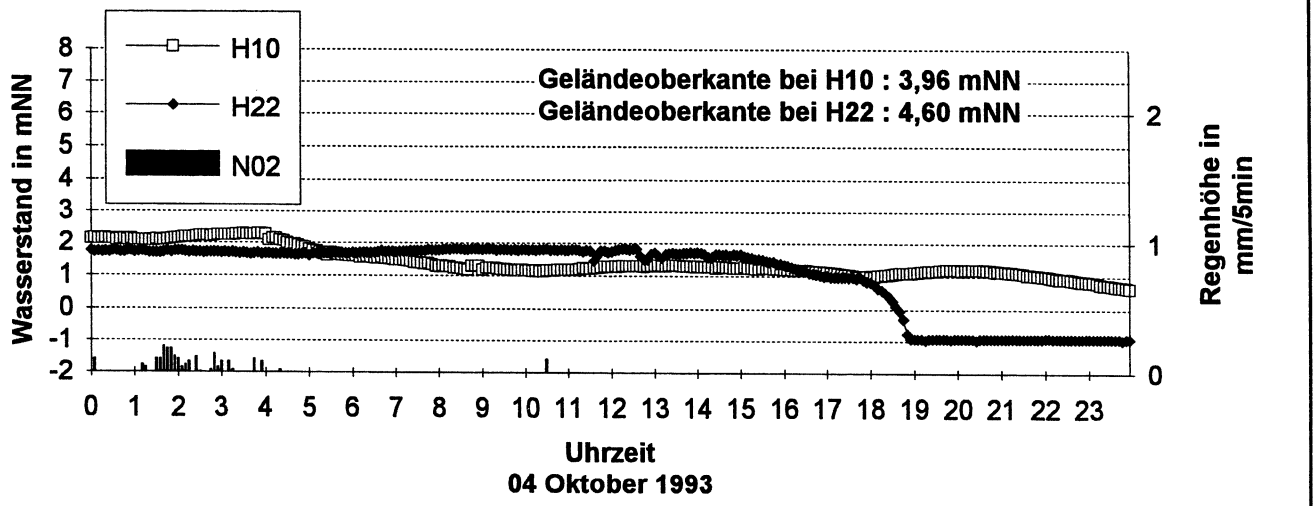

## Regenschreiber N03



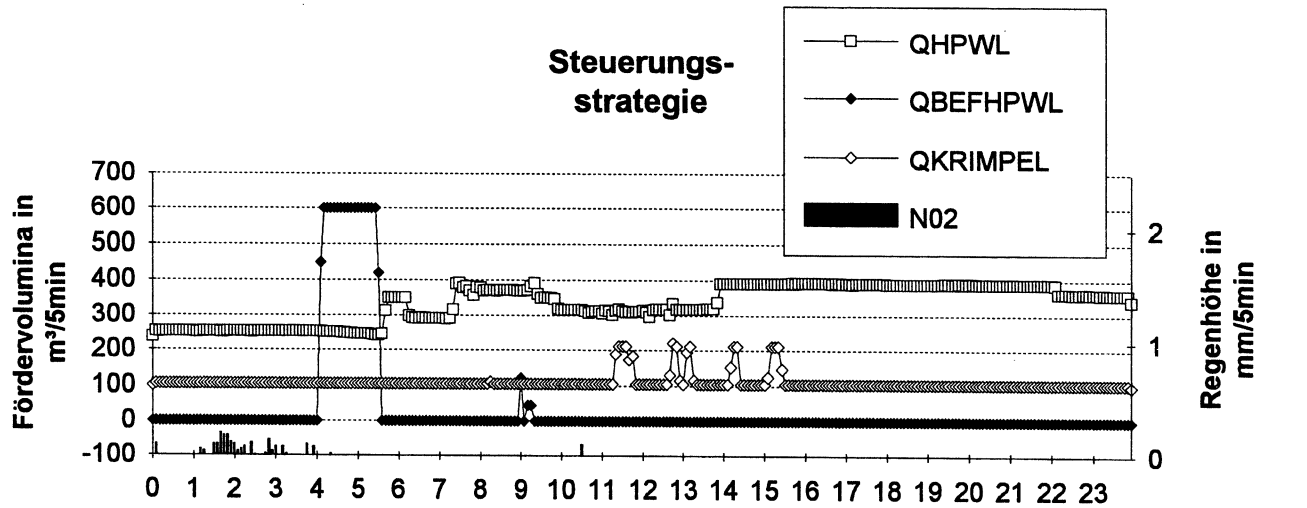

## Wasserstand der Weser



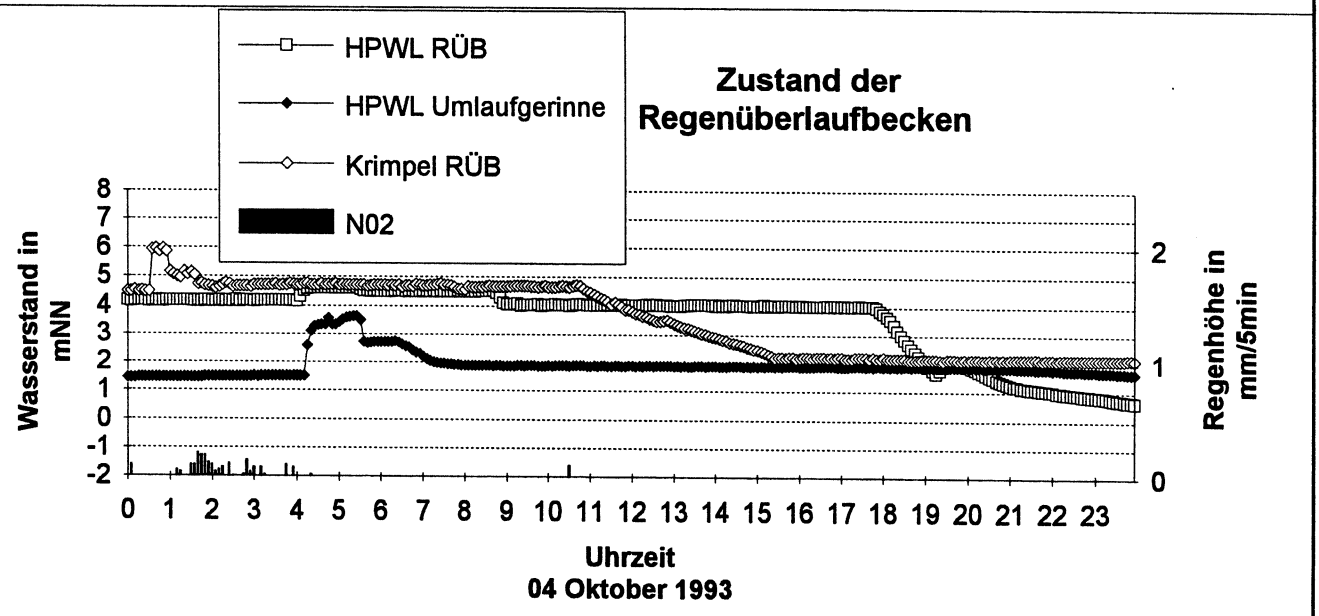
## Stauraumauslastung



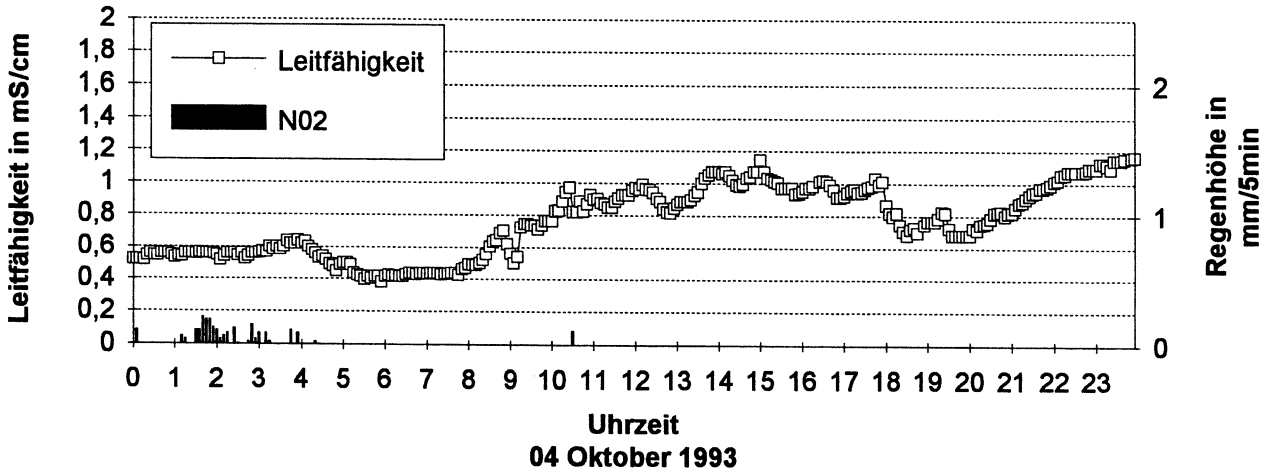

## Steuerungs-strategie



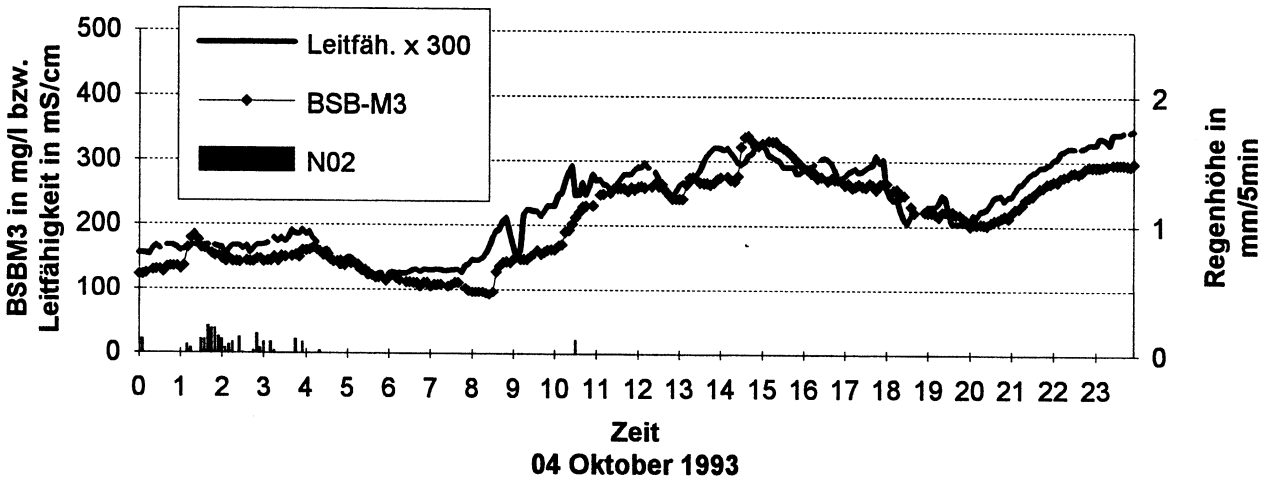

## Zustand der Regenüberlaufbecken



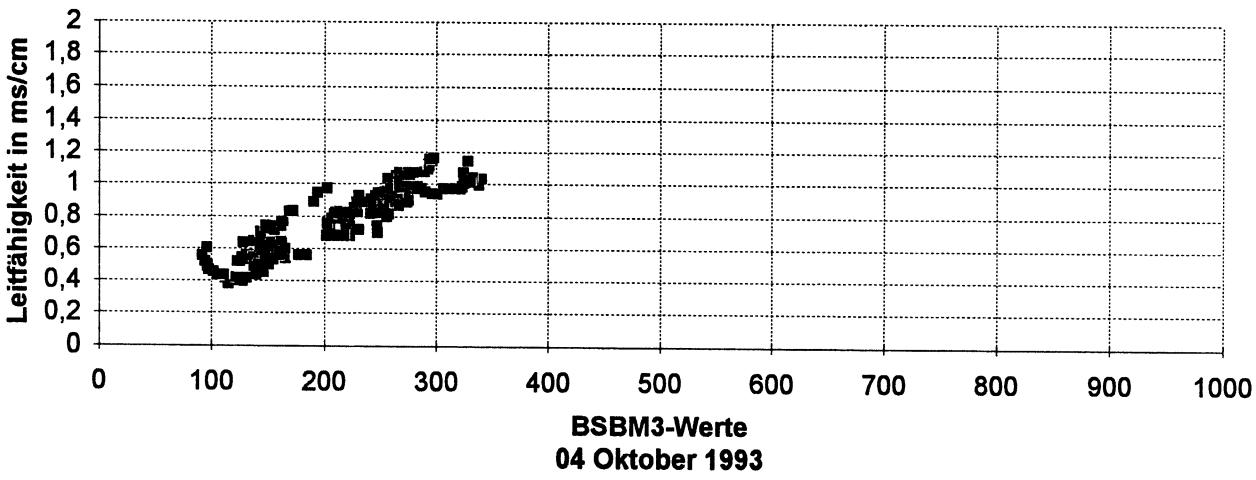
## Verlauf der Leitfähigkeit



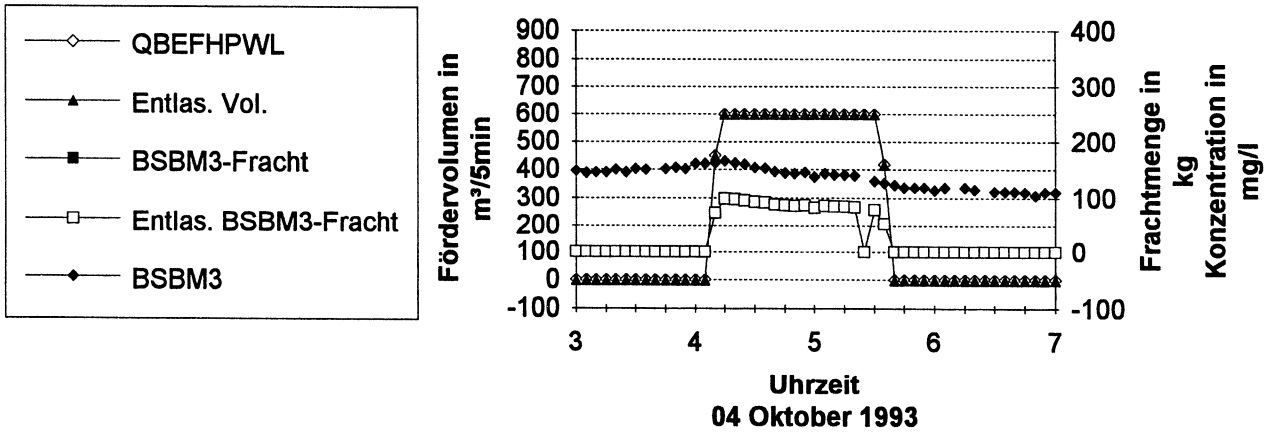

## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



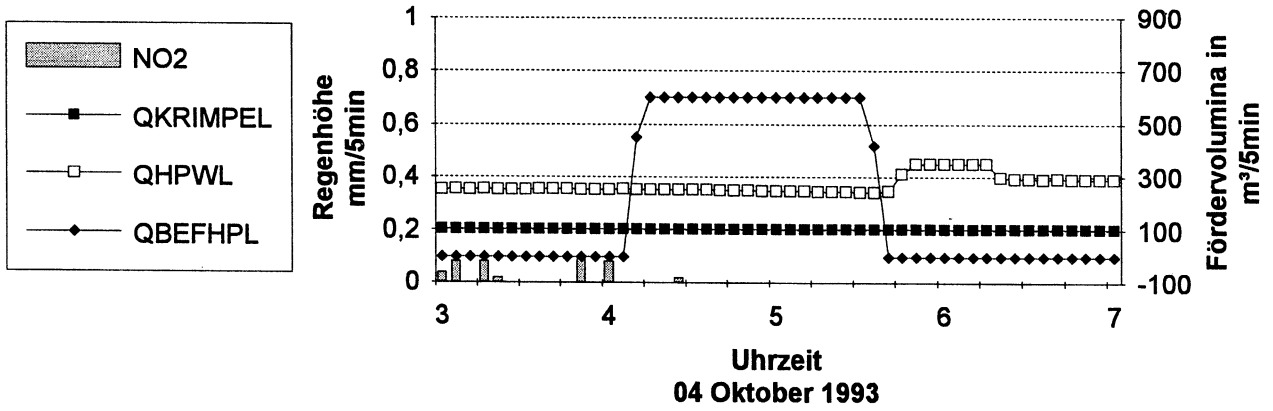

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



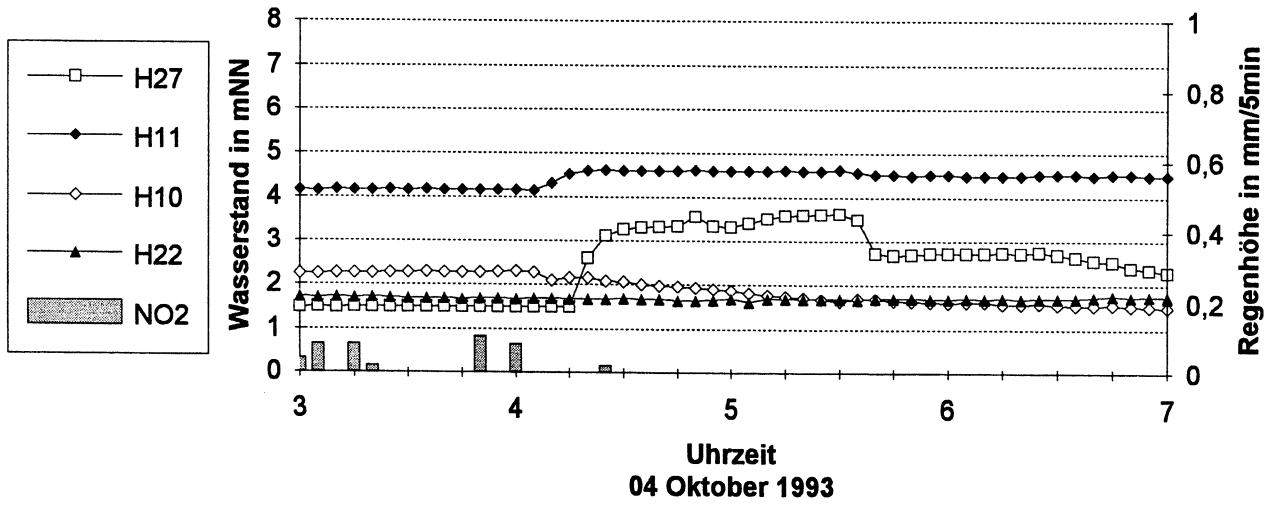
## Vergleich zwischen Entlastungs-Volumen und -Menge



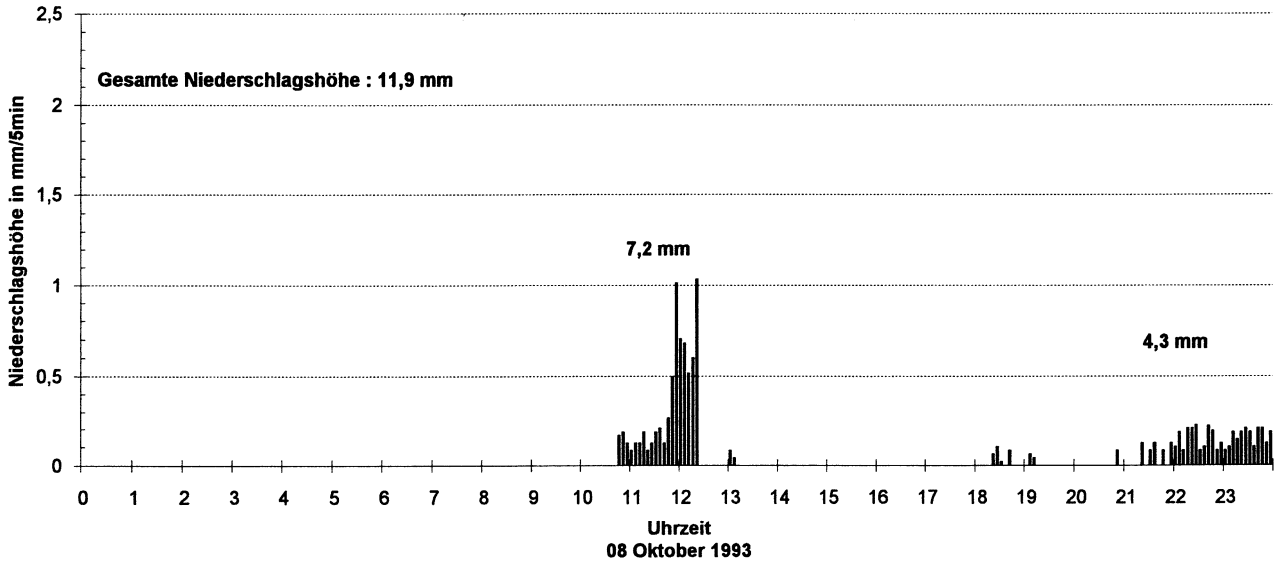

## Entlastung; die Fördermengen



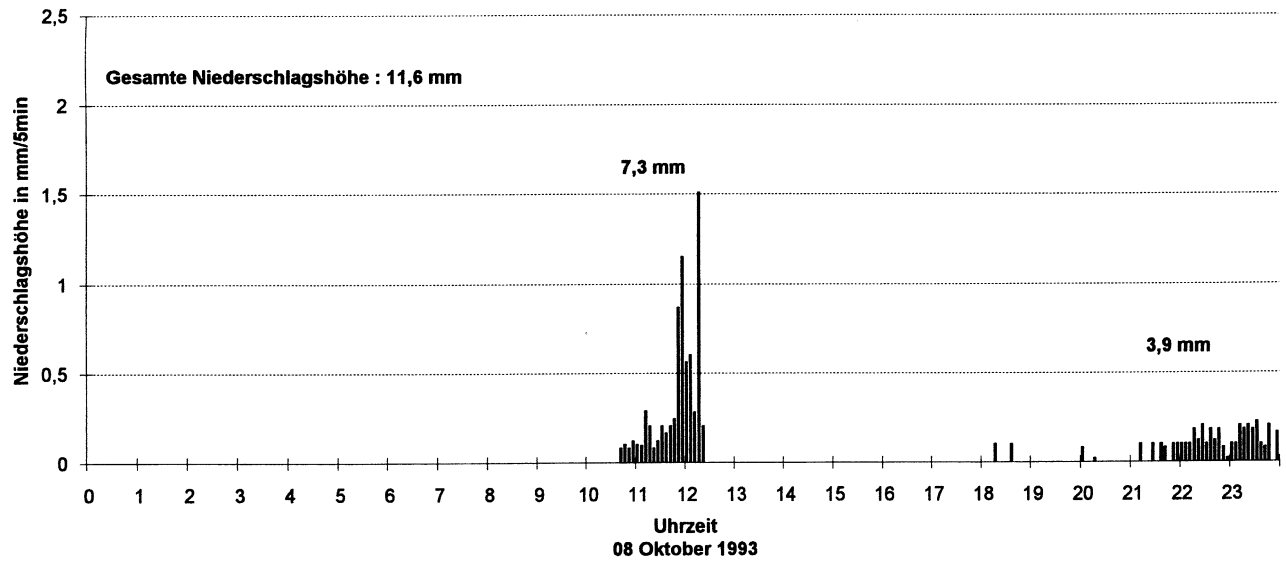

## Mischwasserentlastung in HPWL



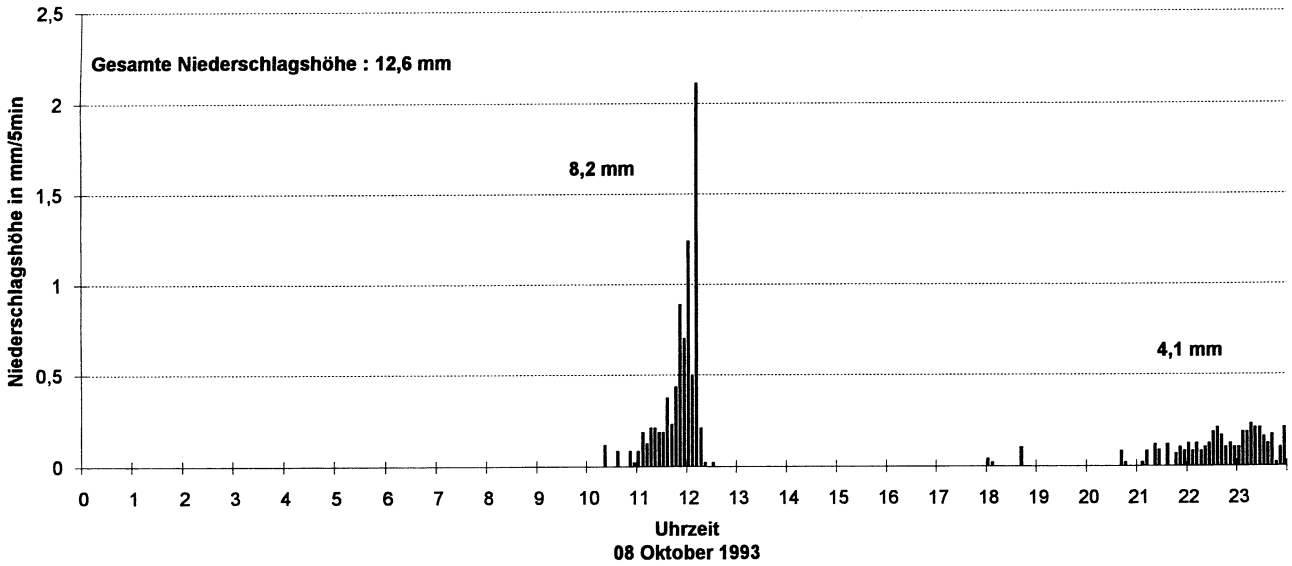
## Regenschreiber N01



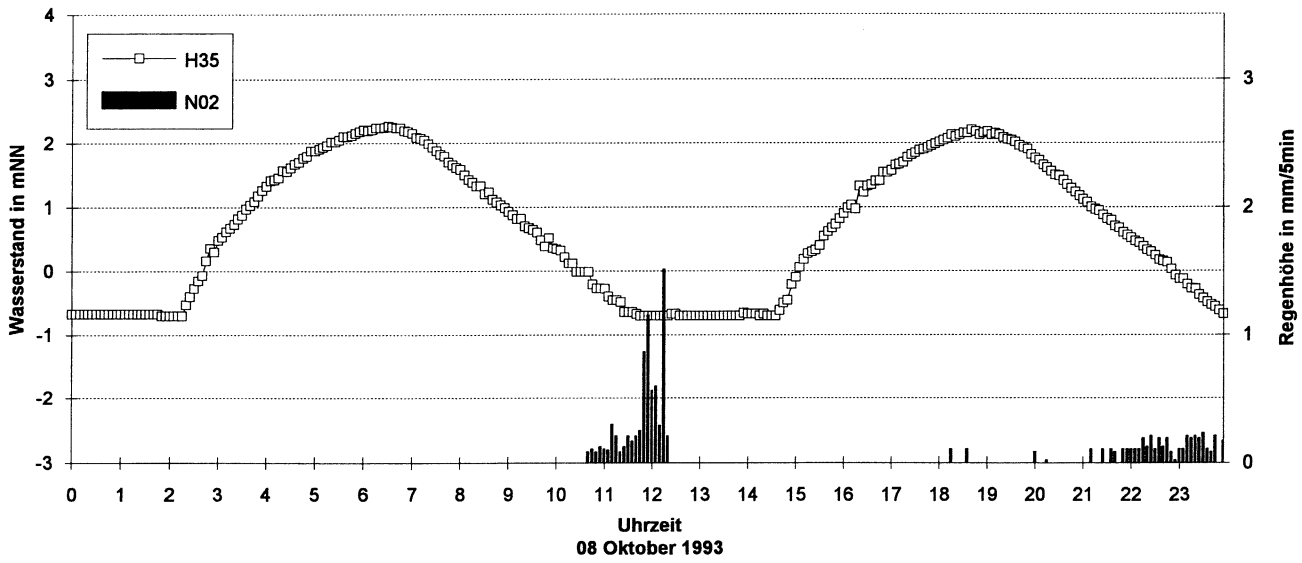

## Regenschreiber N02



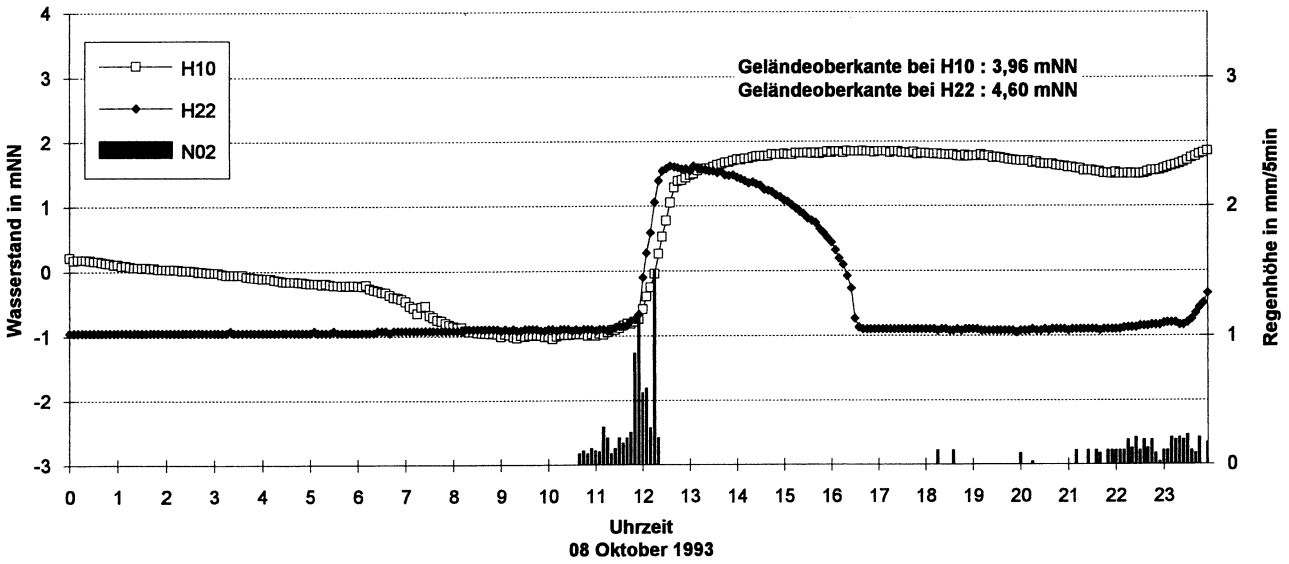
## Regenschreiber N03



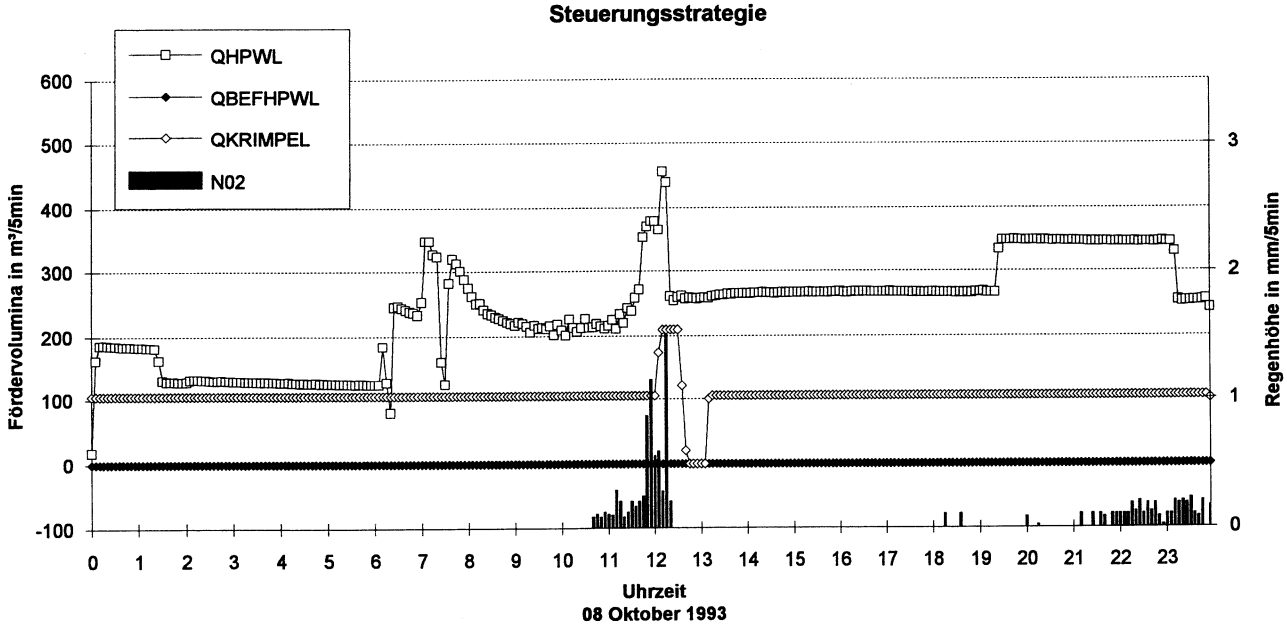

## Wasserstand der Weser



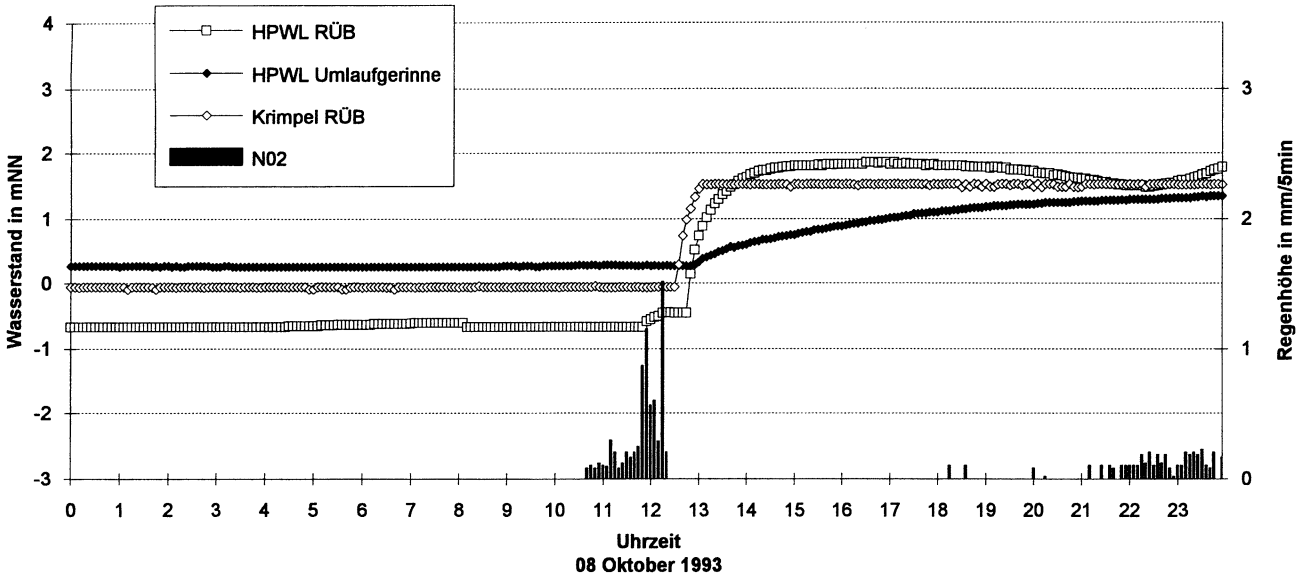
## Stauraumauslastung



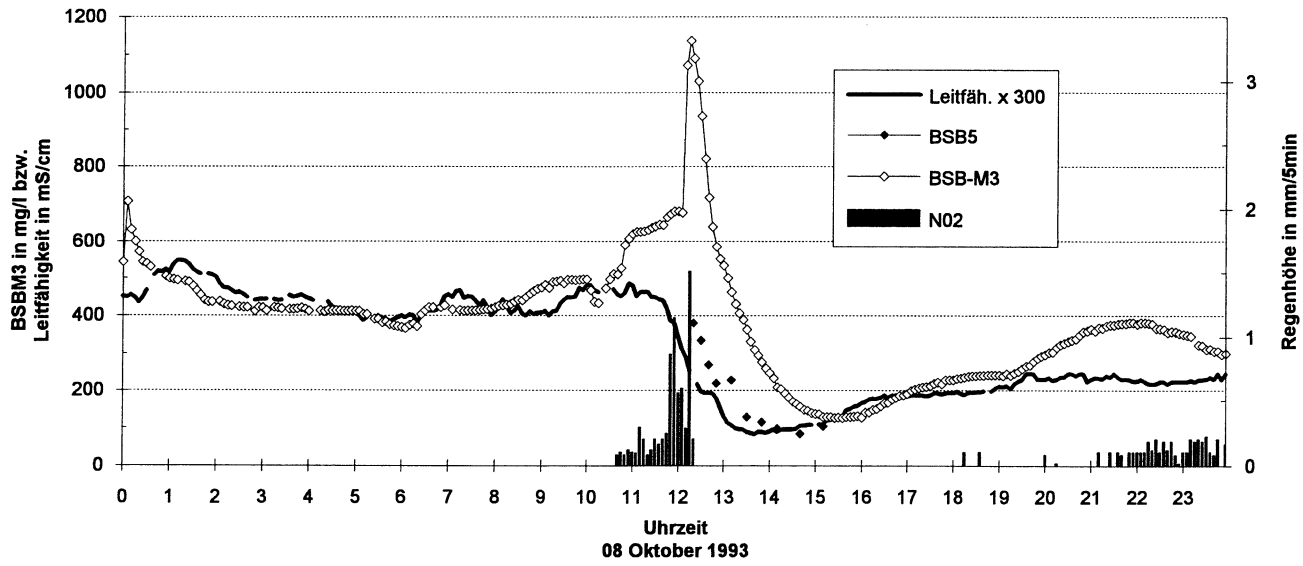

## Steuerungsstrategie



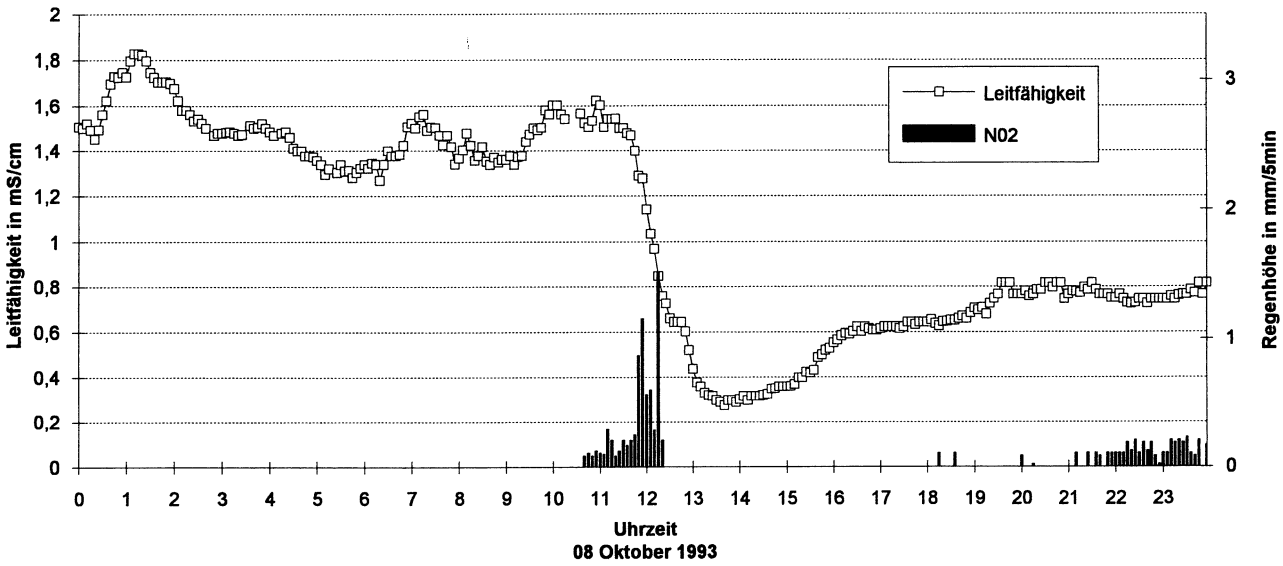
## Zustand der Regenüberlaufbecken



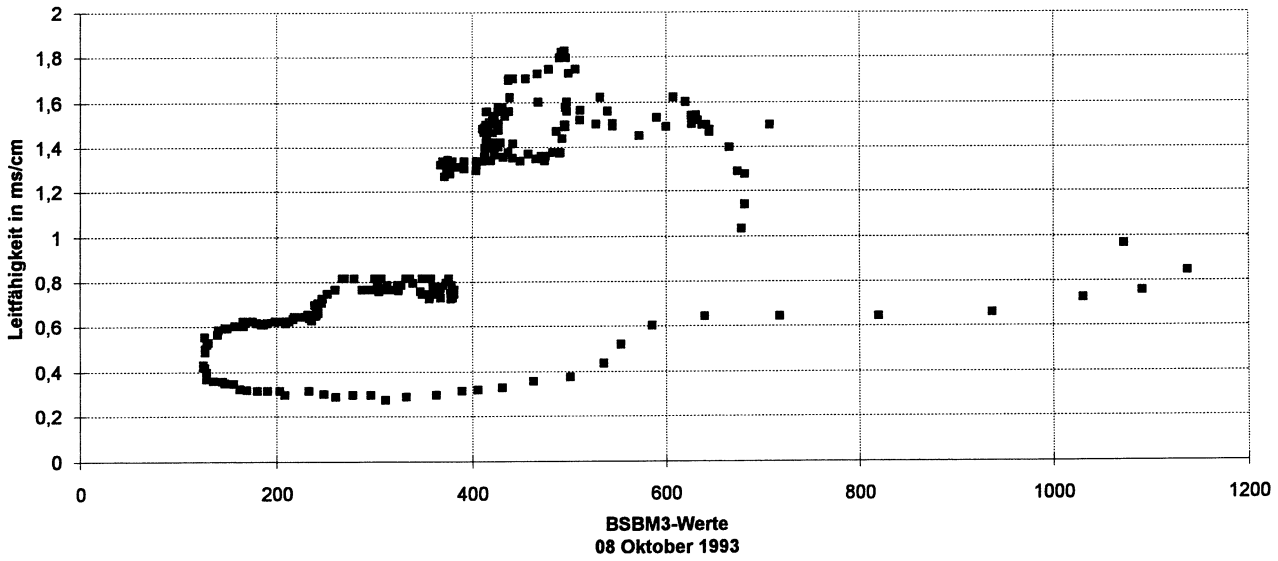

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



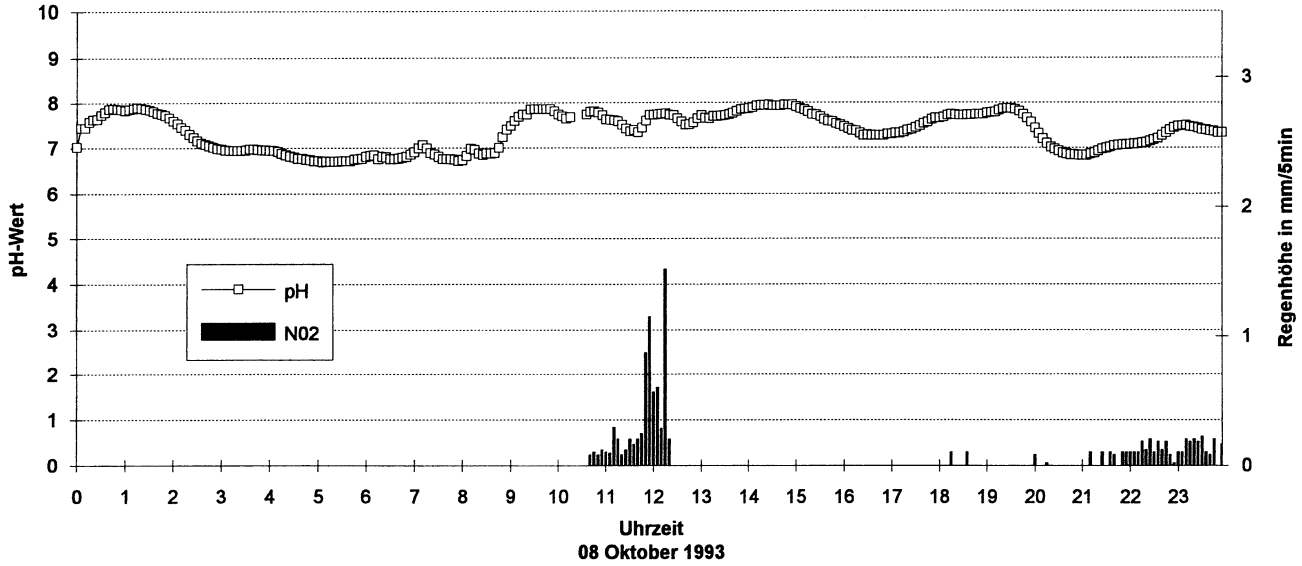
## Verlauf der Leitfähigkeit



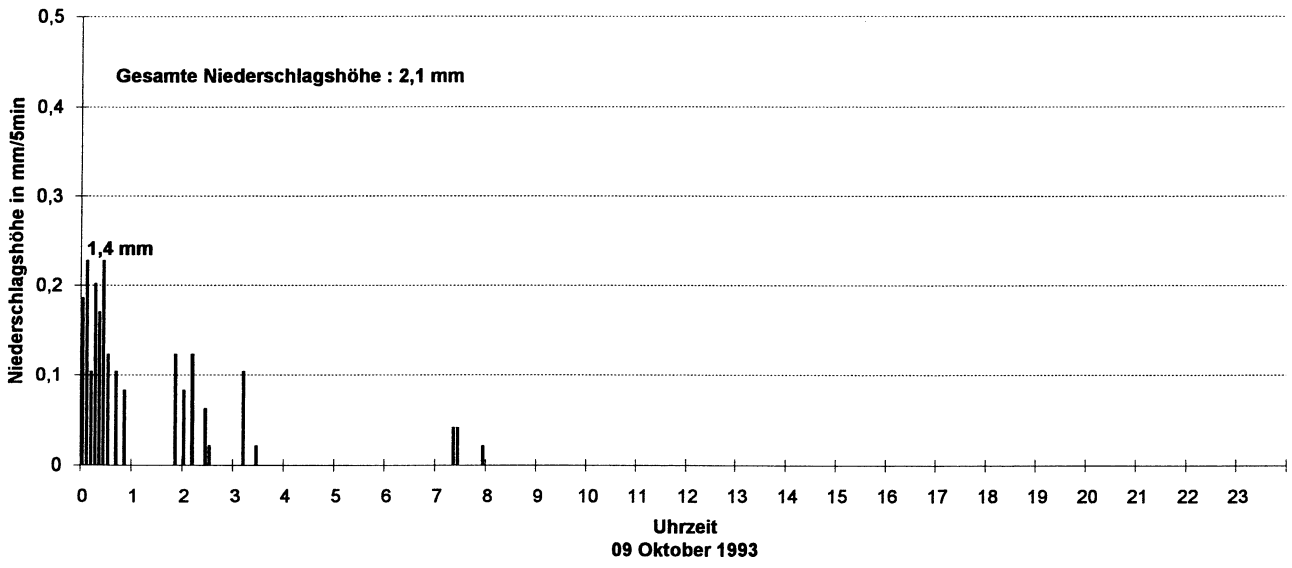

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



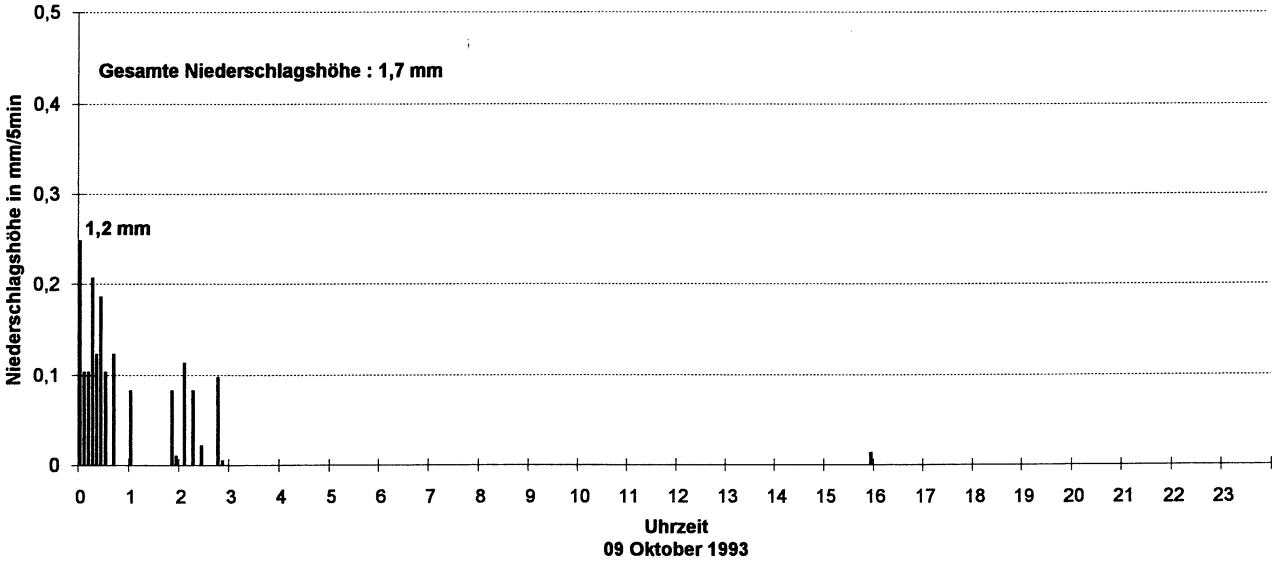
## Verlauf der pH-Werte



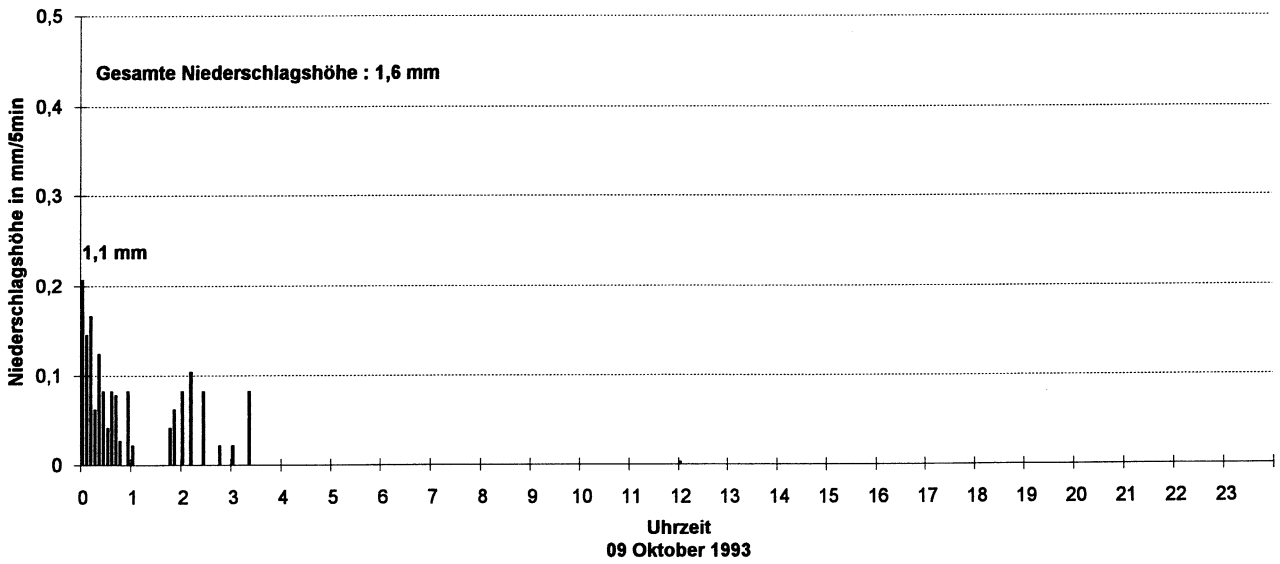

## Regenschreiber N01



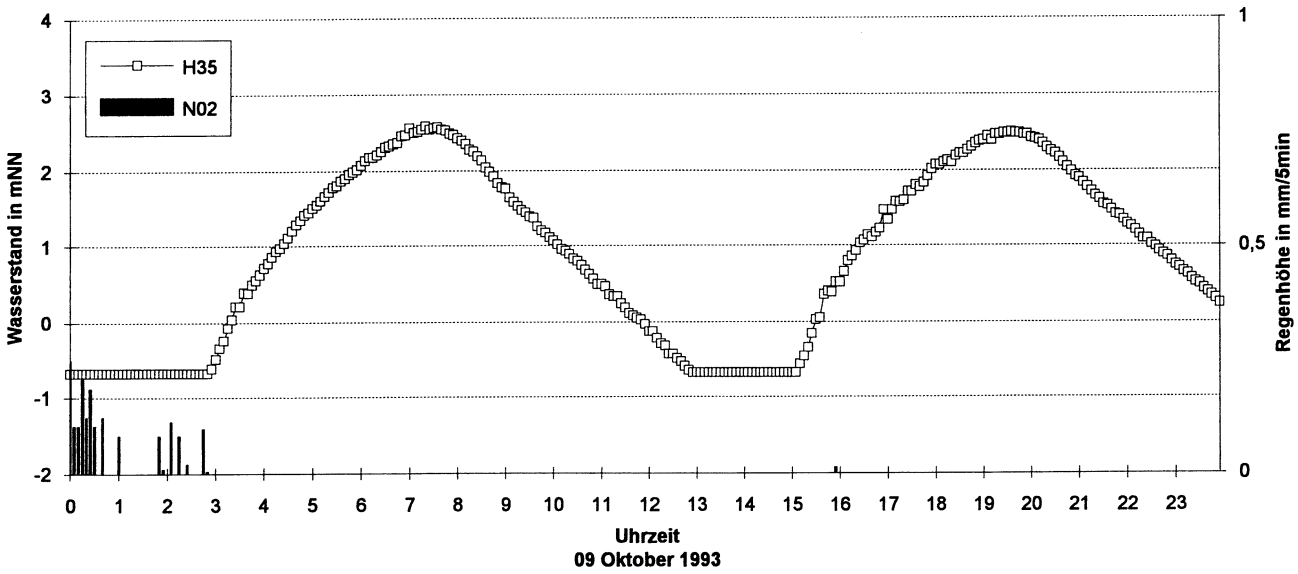
## Regenschreiber N02



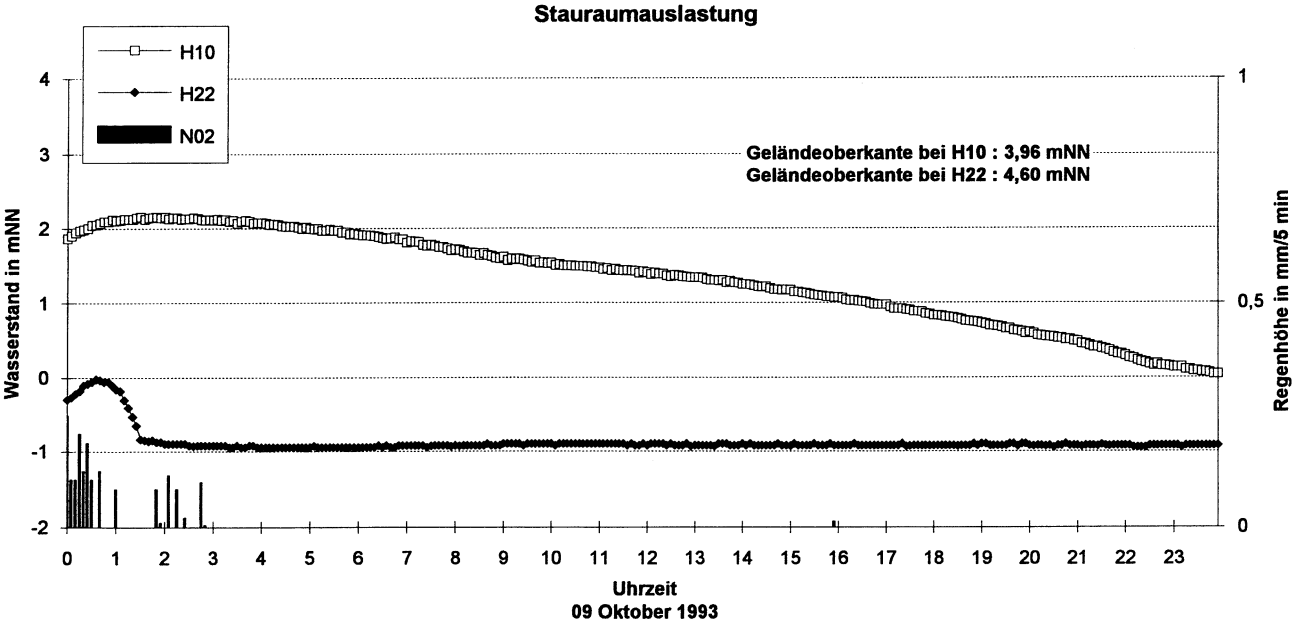

## Regenschreiber N03



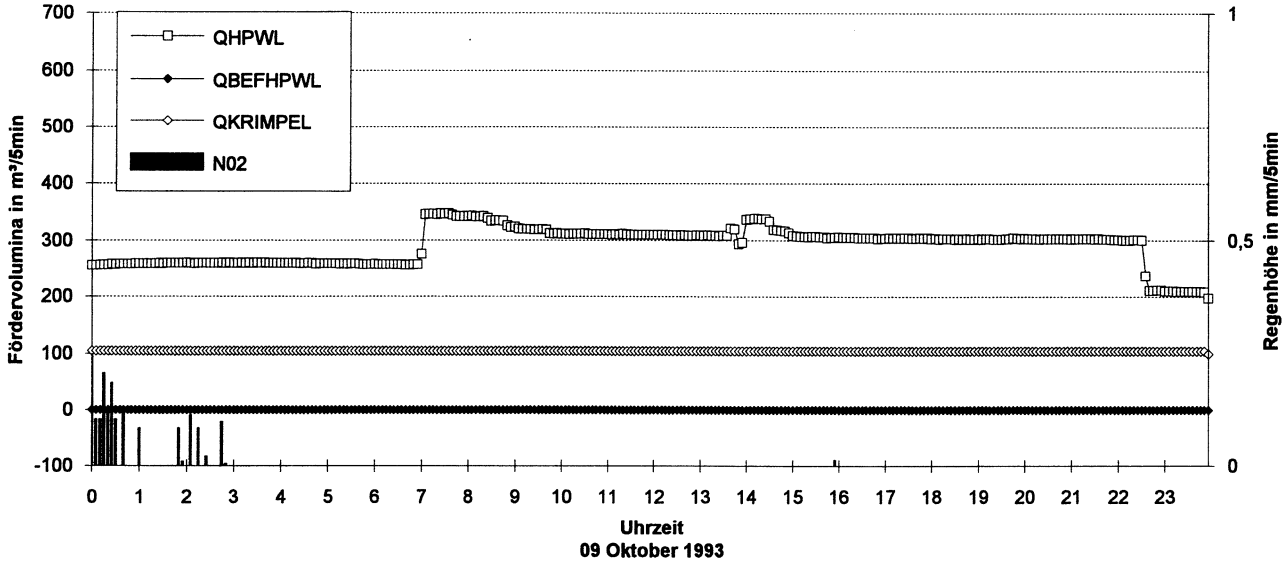
## Wasserstand der Weser



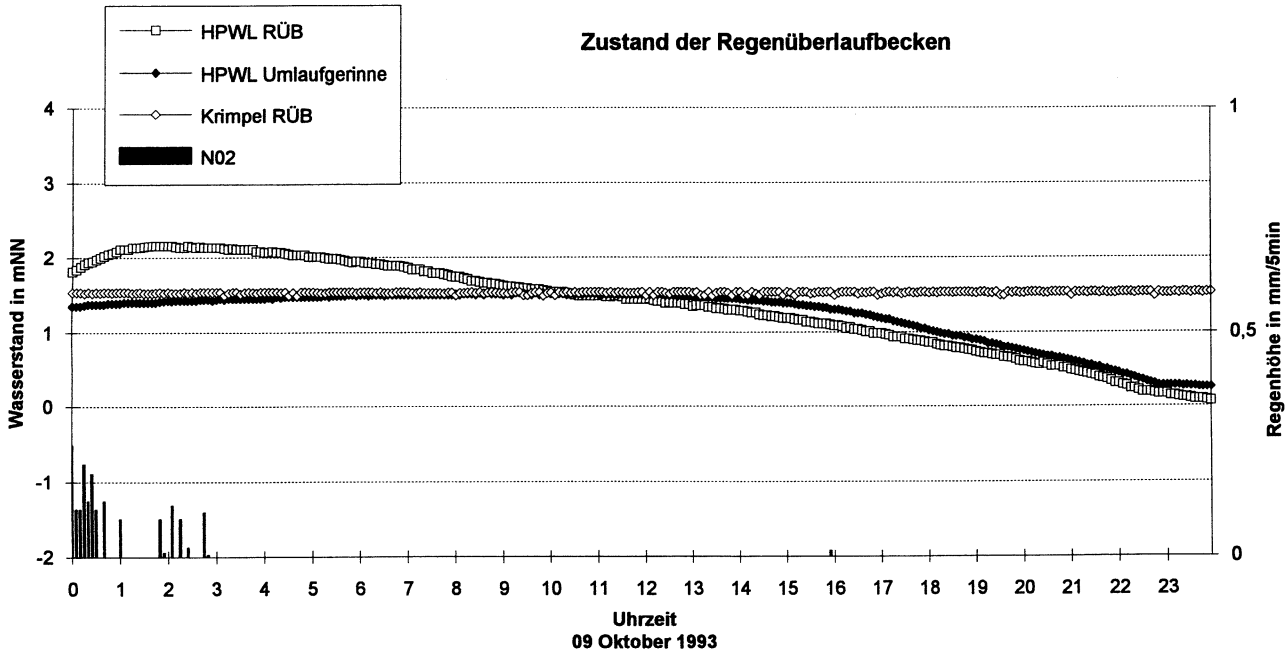

## Stauraumauslastung



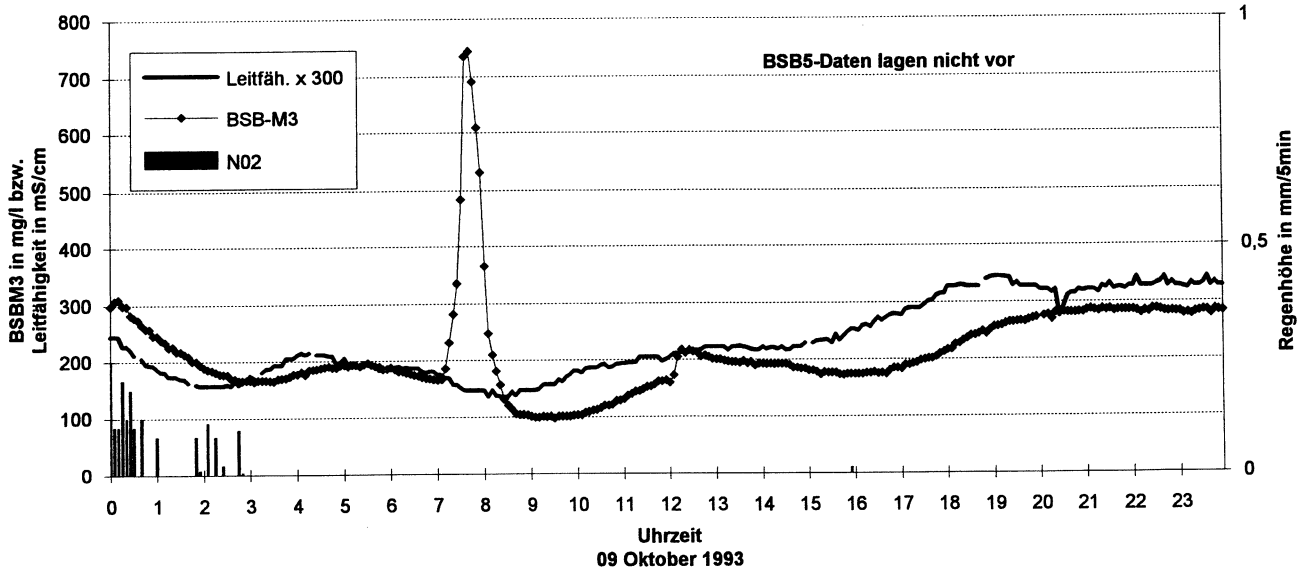
## Steuerungsstrategie



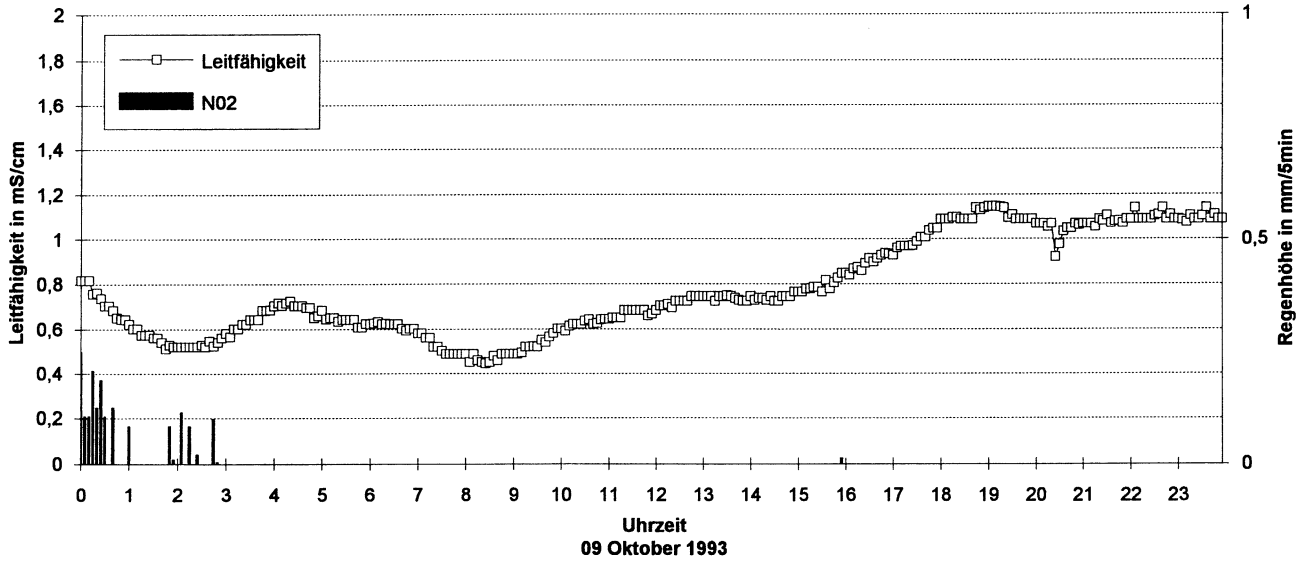

## Zustand der Regenüberlaufbecken



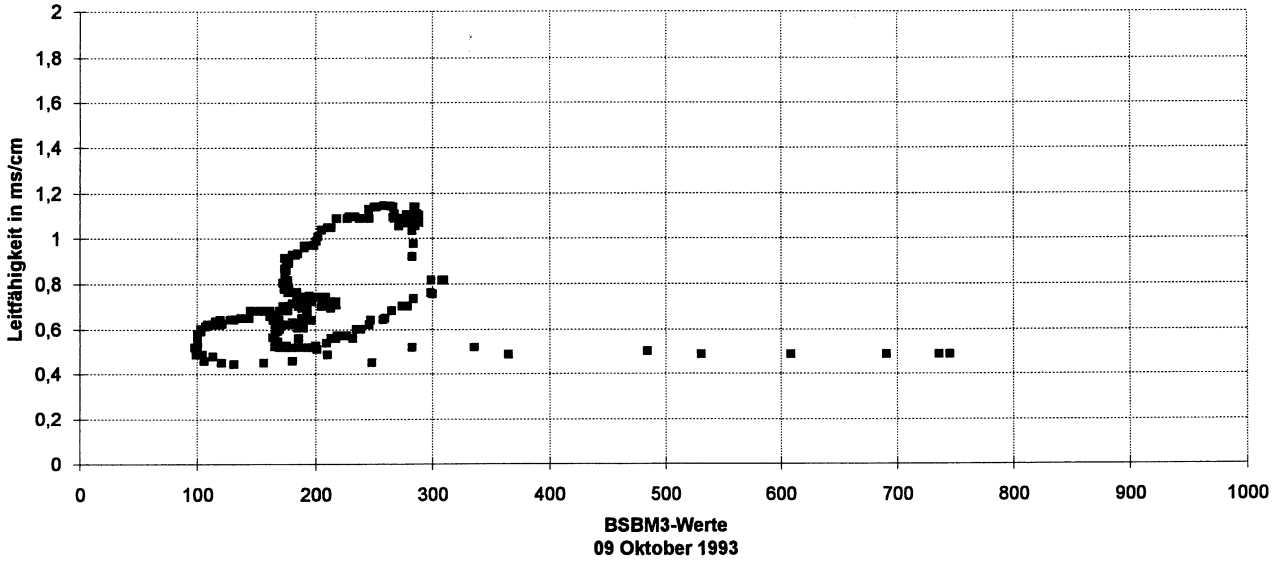
## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



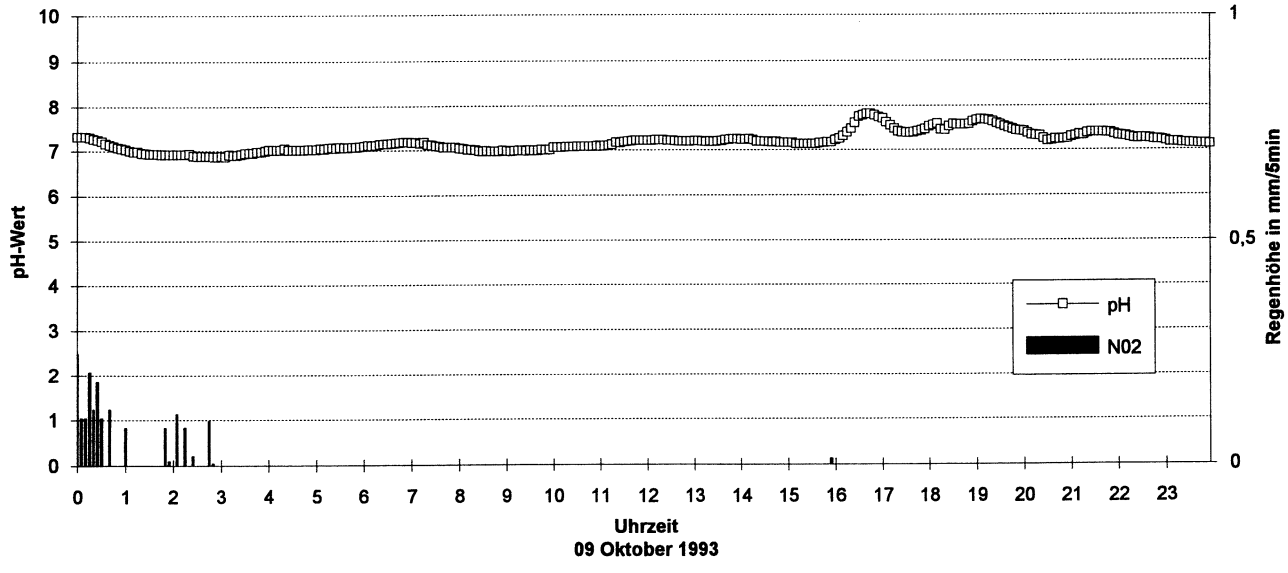

## Verlauf der Leitfähigkeit

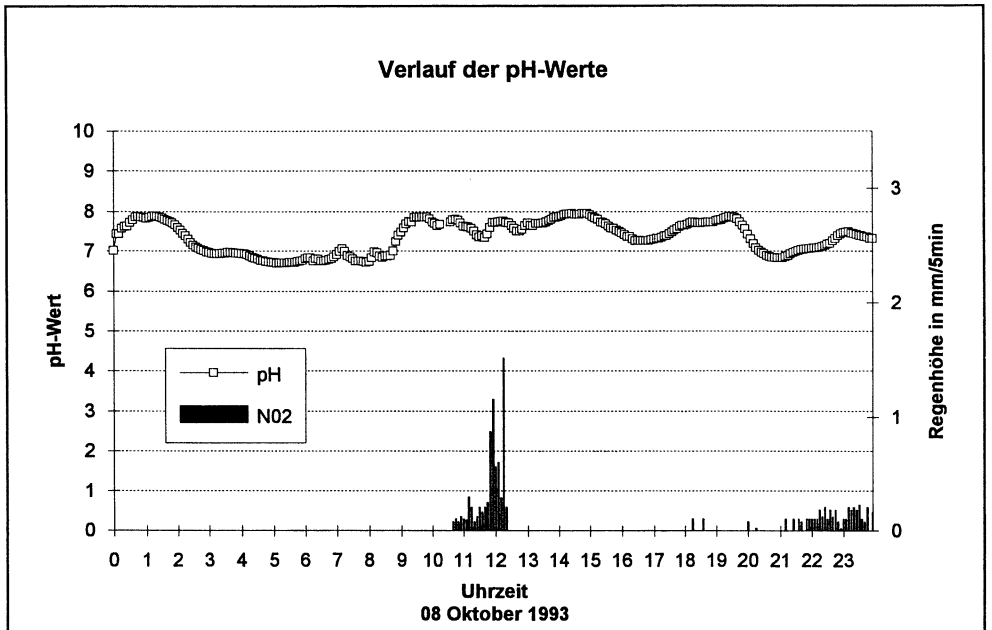


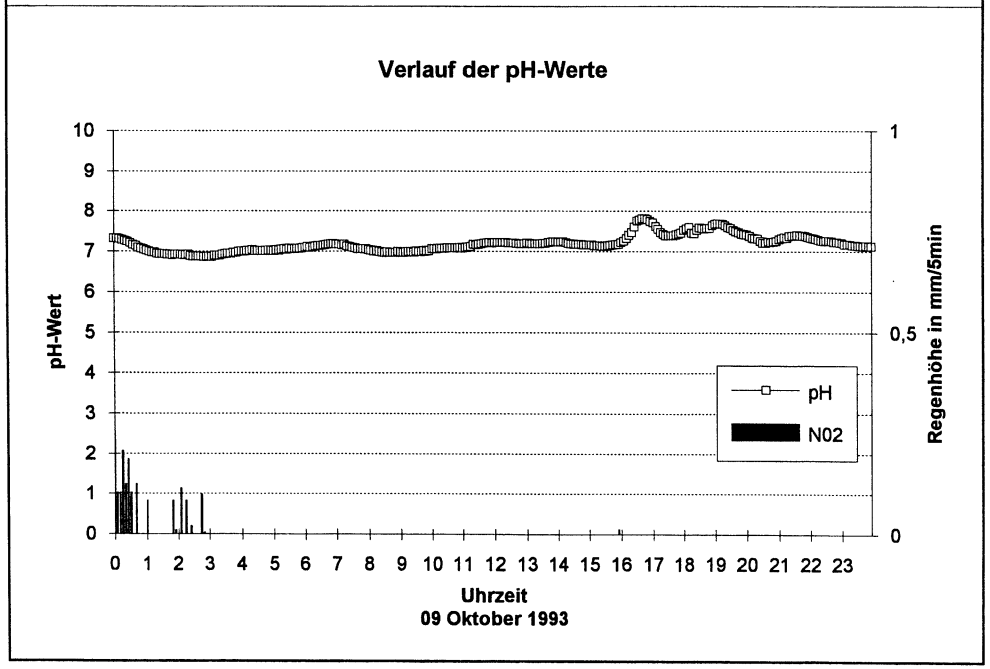
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



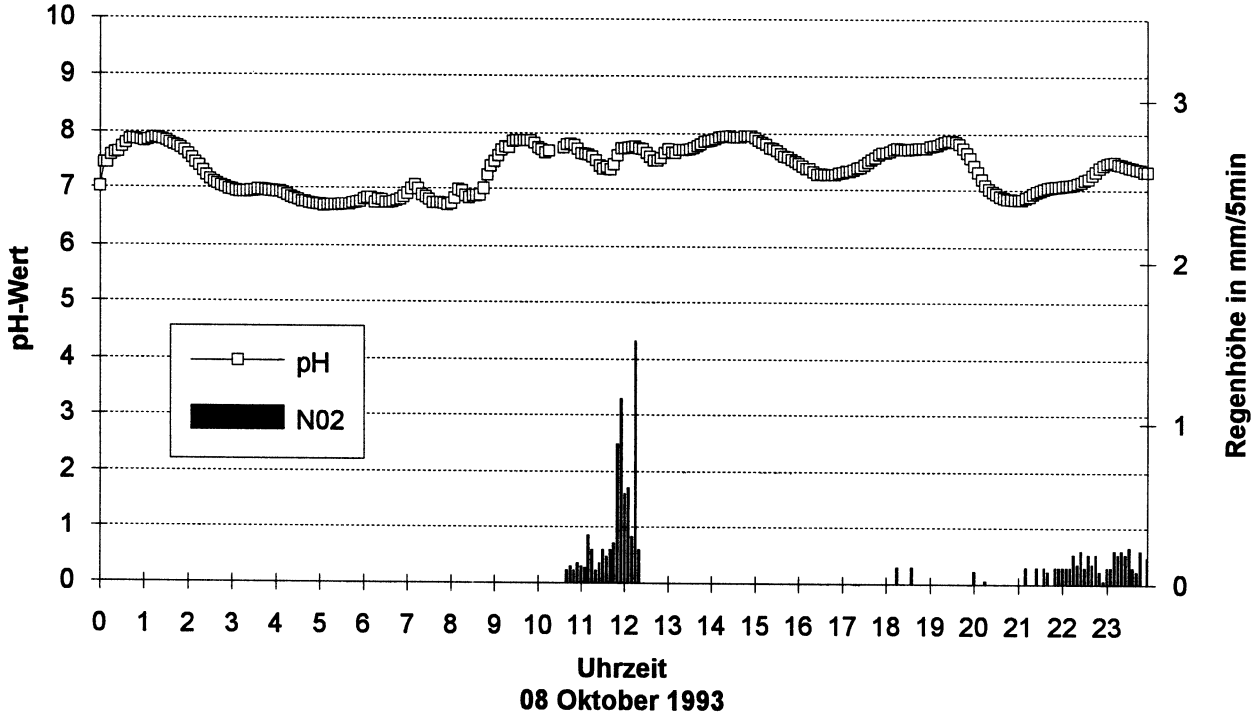

## Verlauf der pH-Werte



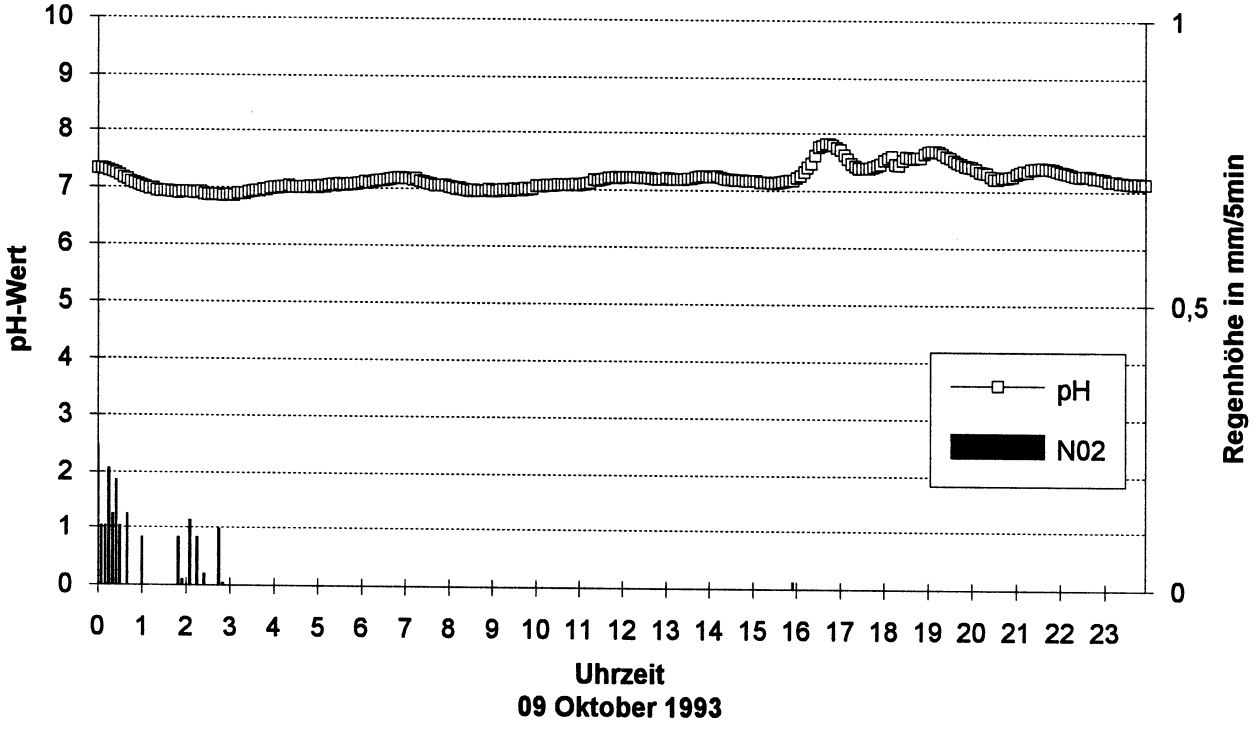

Verlauf der pH-Werte
pH-Wert
Regenhöhe in mm/5min
pH
N02
Uhrzeit
08 Oktober 1993


Verlauf der pH-Werte
pH-Wert
Regenhöhe in mm/5min
pH
N02
Uhrzeit
09 Oktober 1993

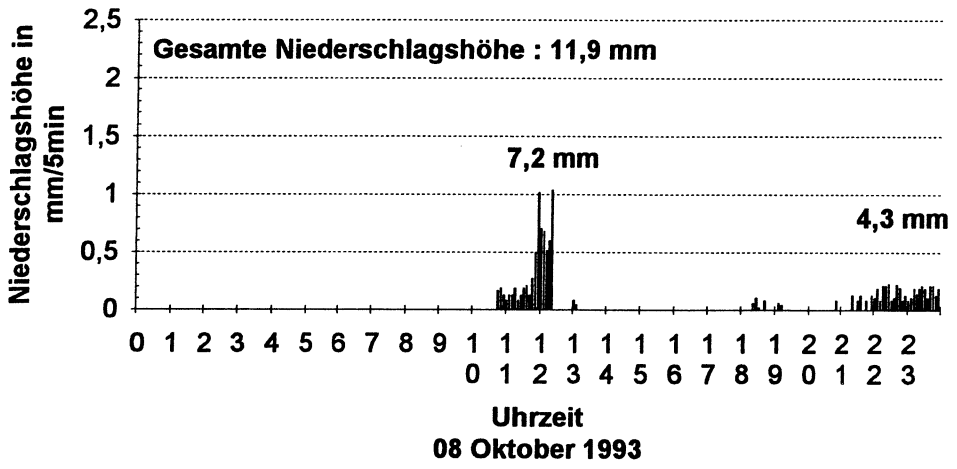
## Verlauf der pH-Werte



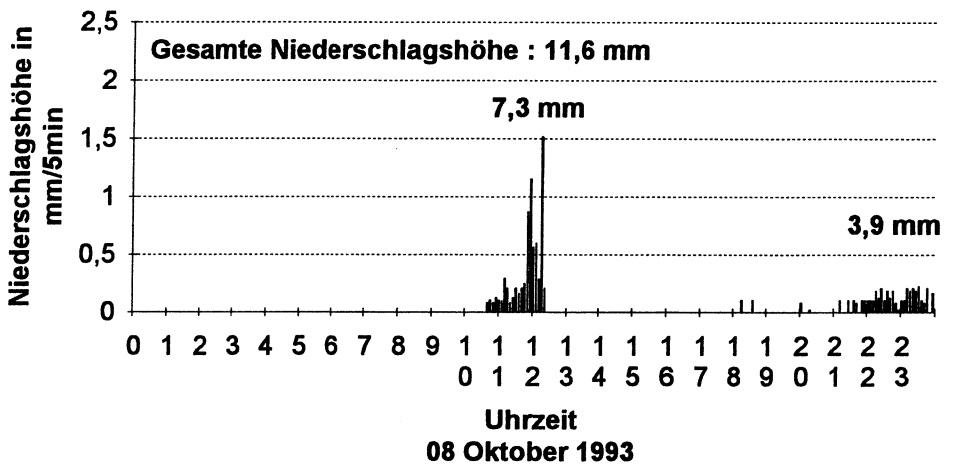

## Verlauf der pH-Werte



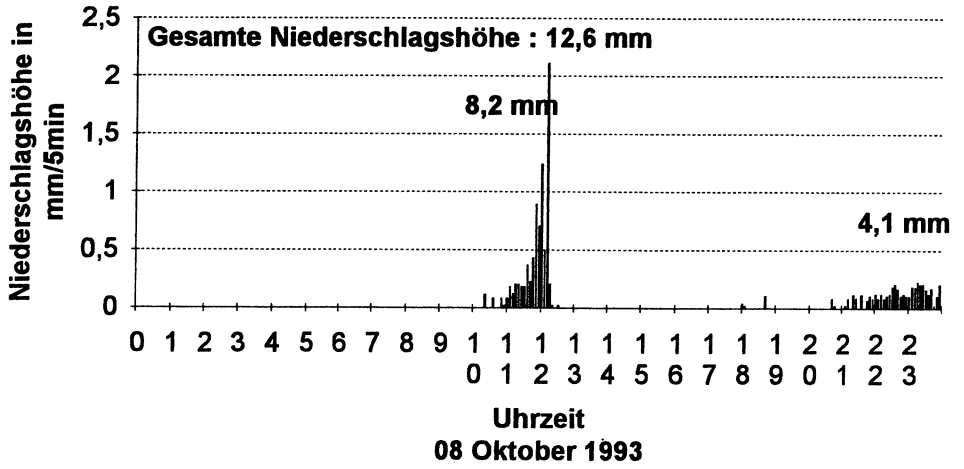
## Regenschreiber N01



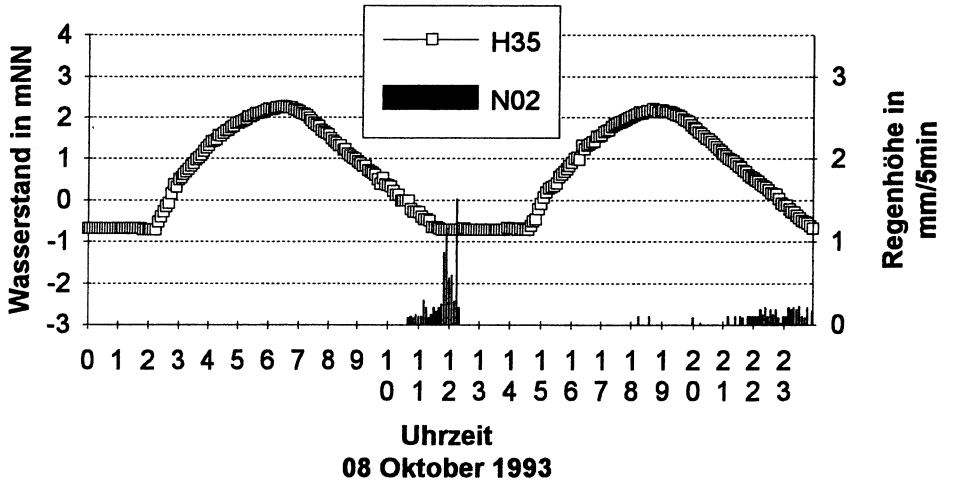

## Regenschreiber N02

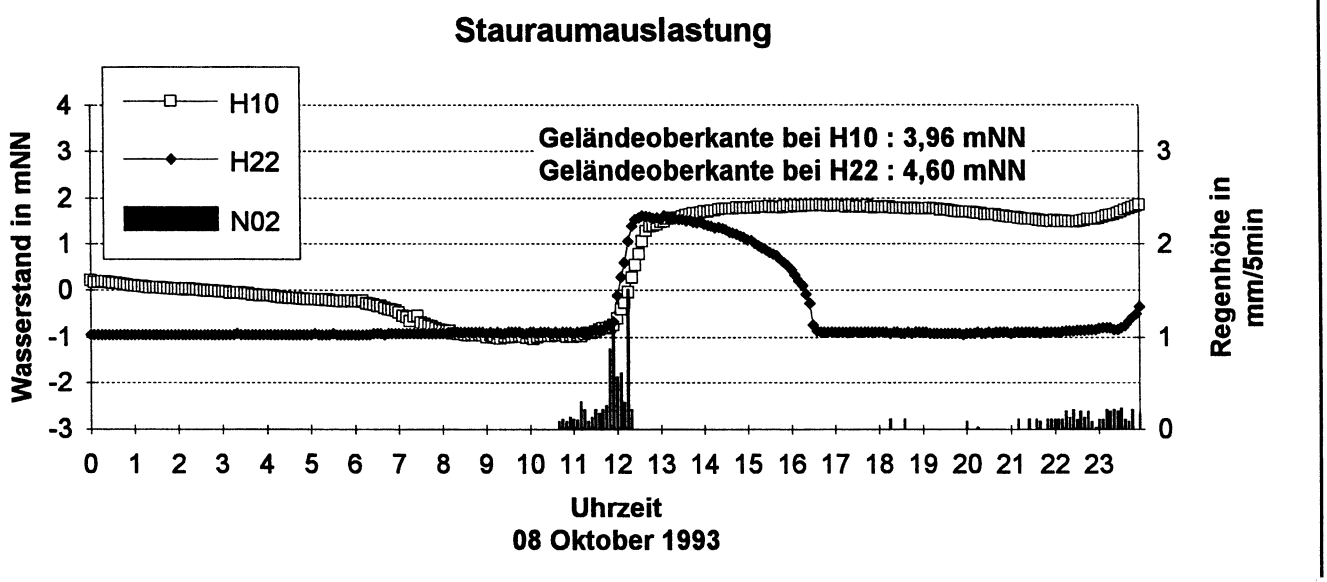


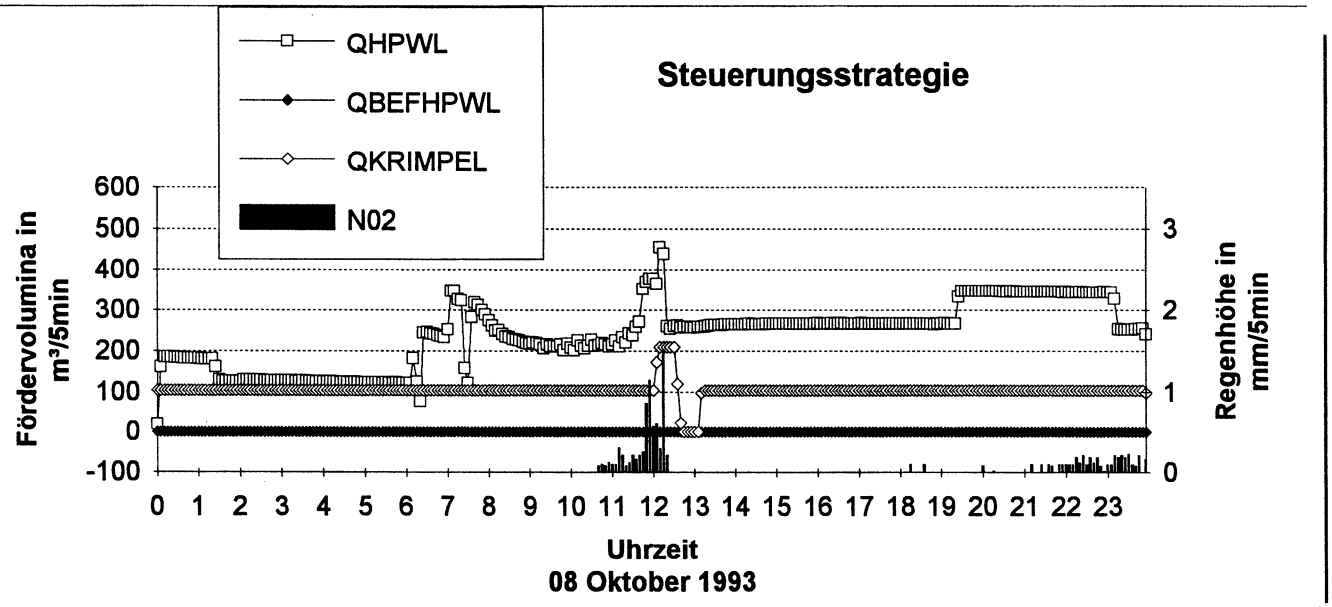

## Regenschreiber N03

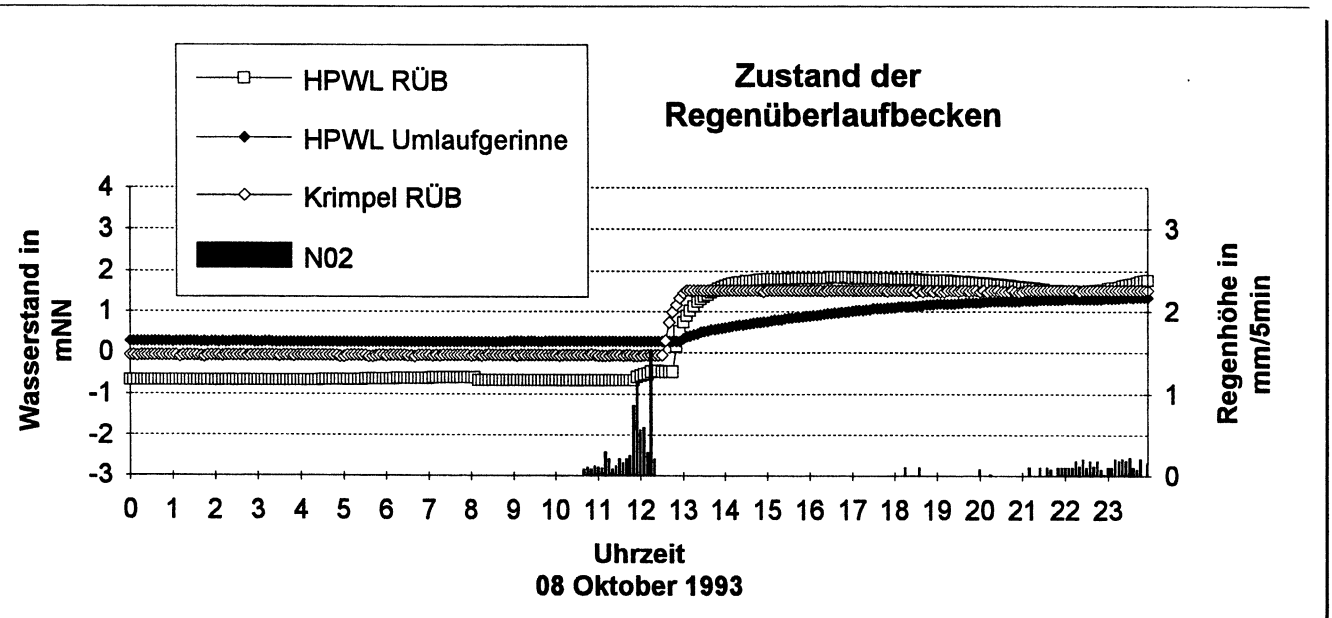



## Wasserstand der Weser

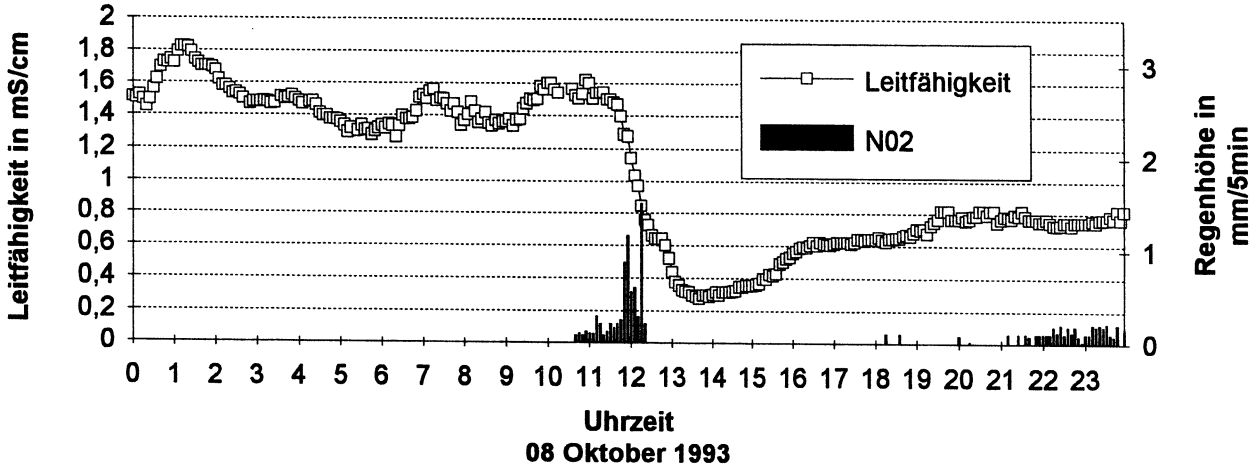



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
08 Oktober 1993

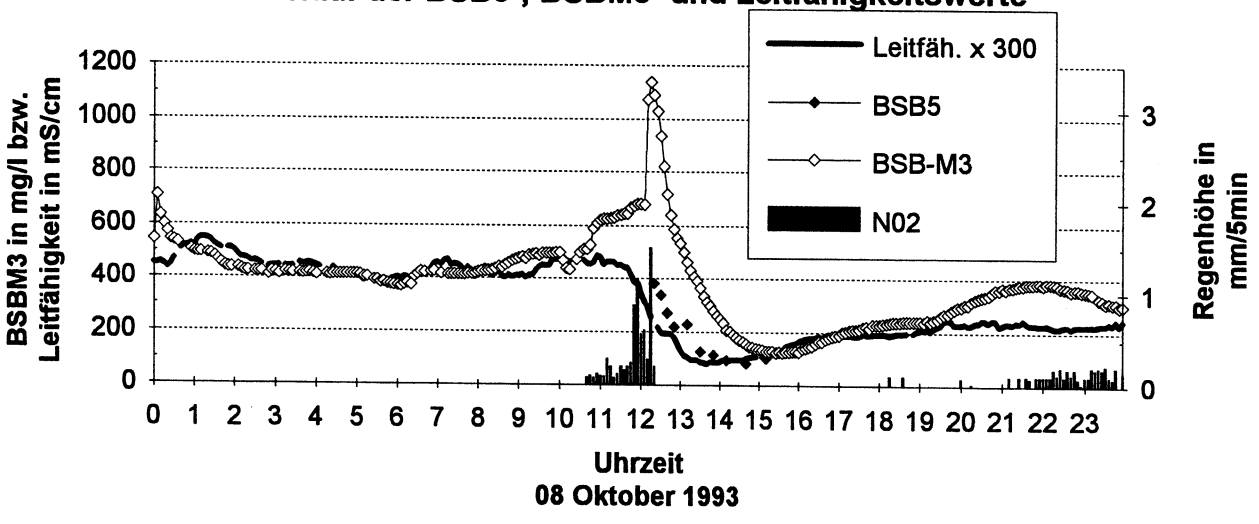

Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
08 Oktober 1993


Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
08 Oktober 1993

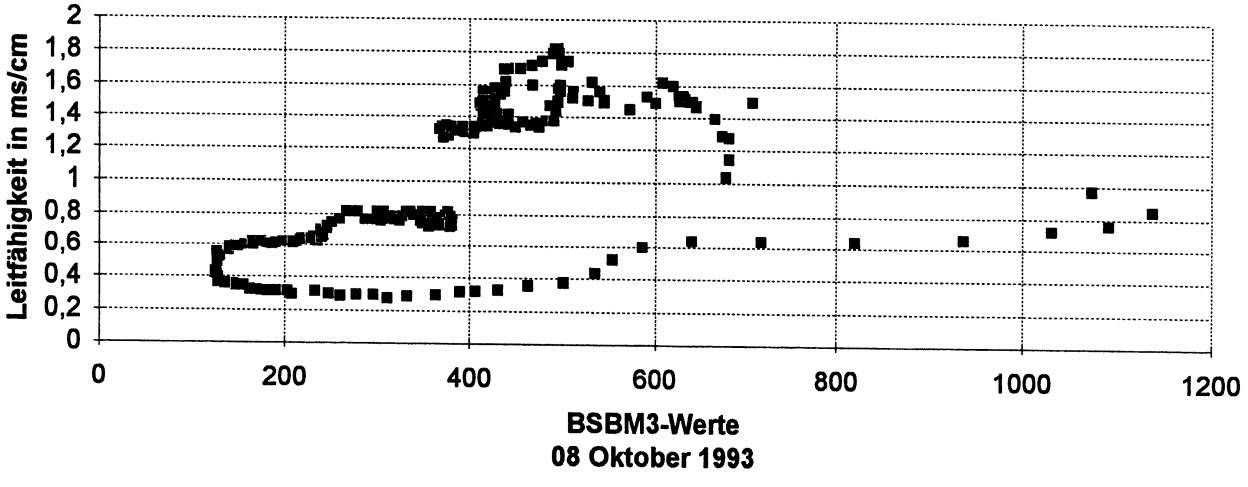
## Verlauf der Leitfähigkeit



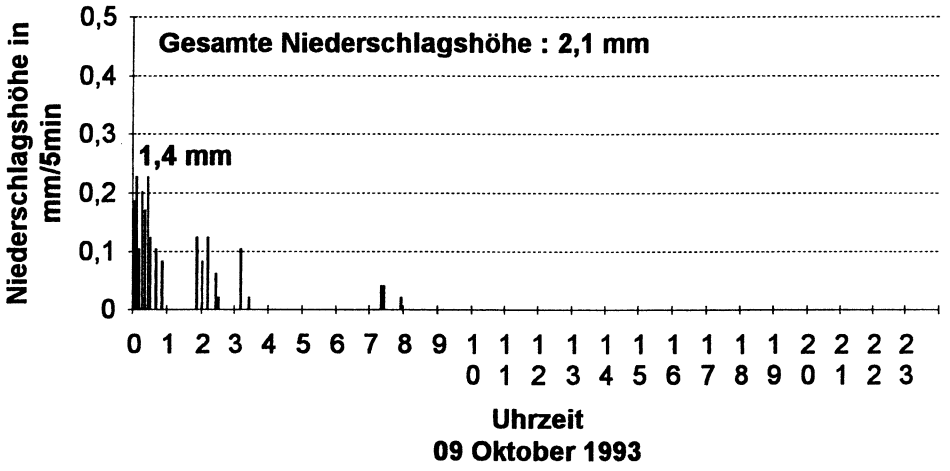

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



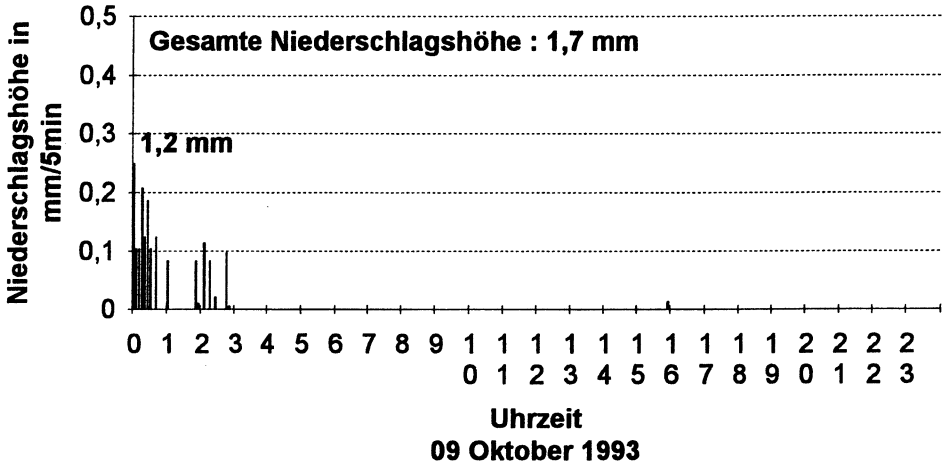

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



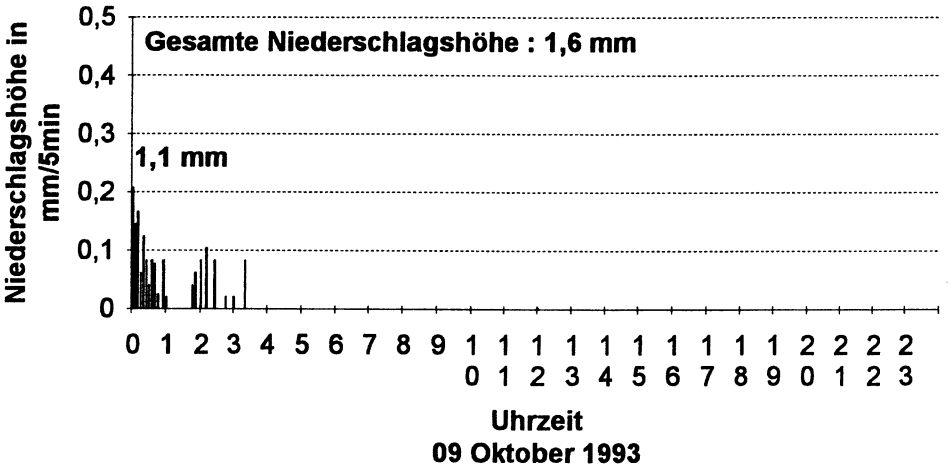
## Regenschreiber N01



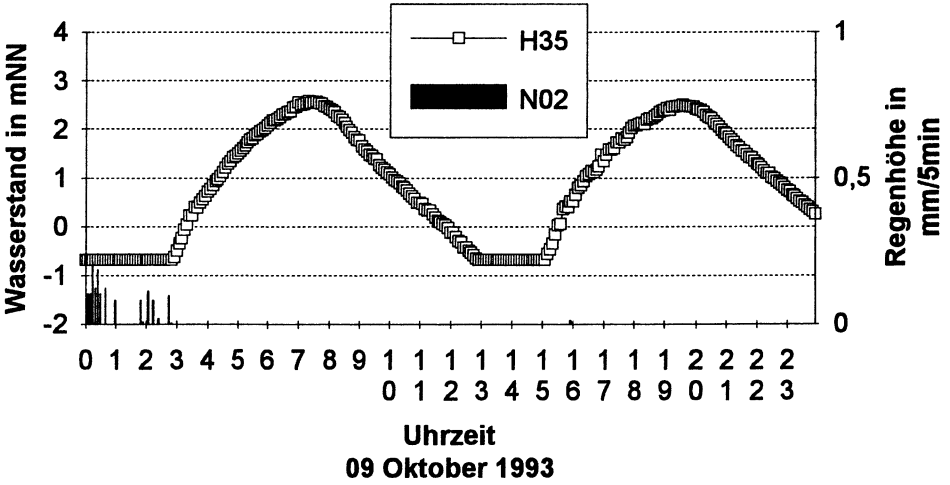

## Regenschreiber N02

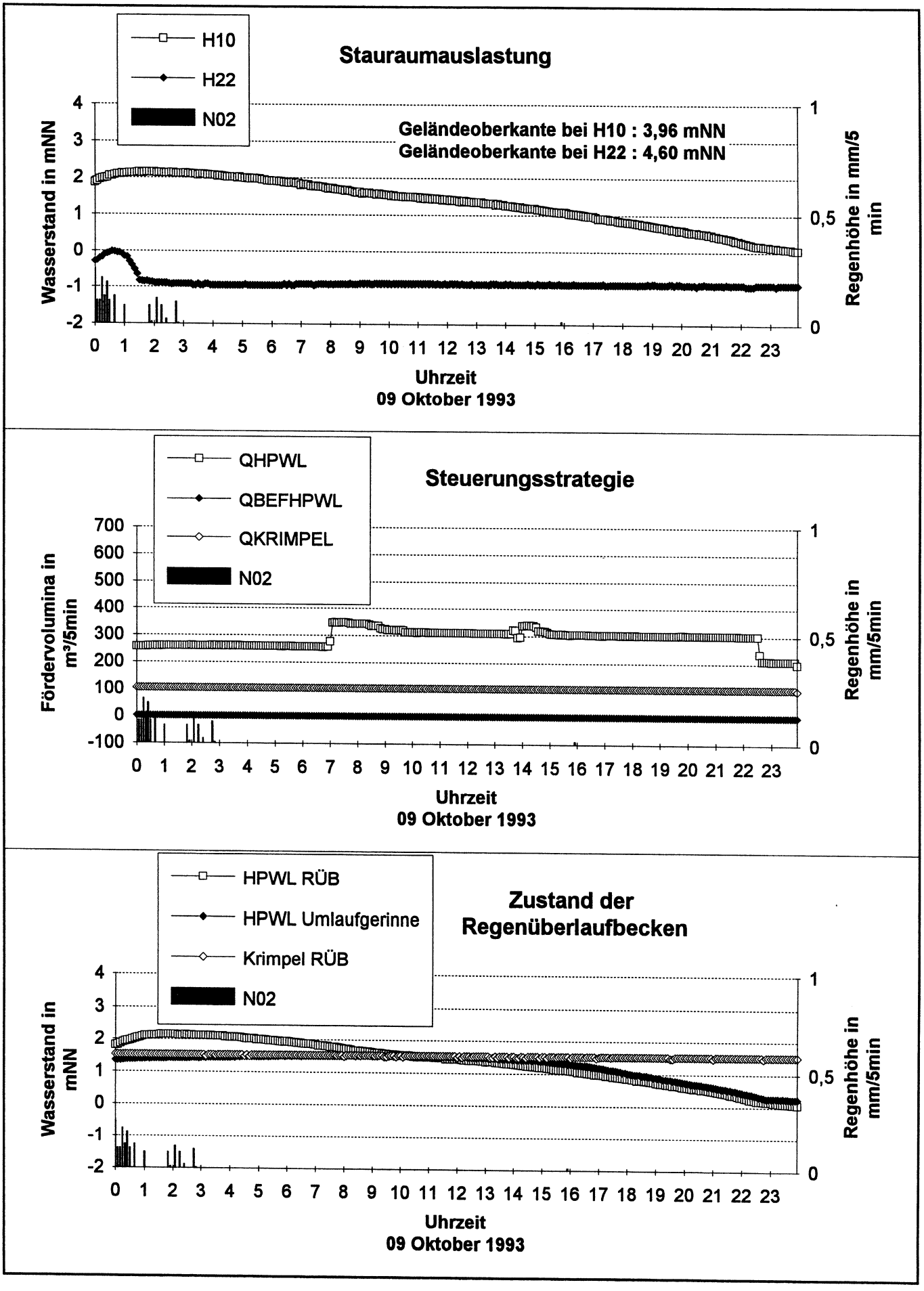



## Regenschreiber N03

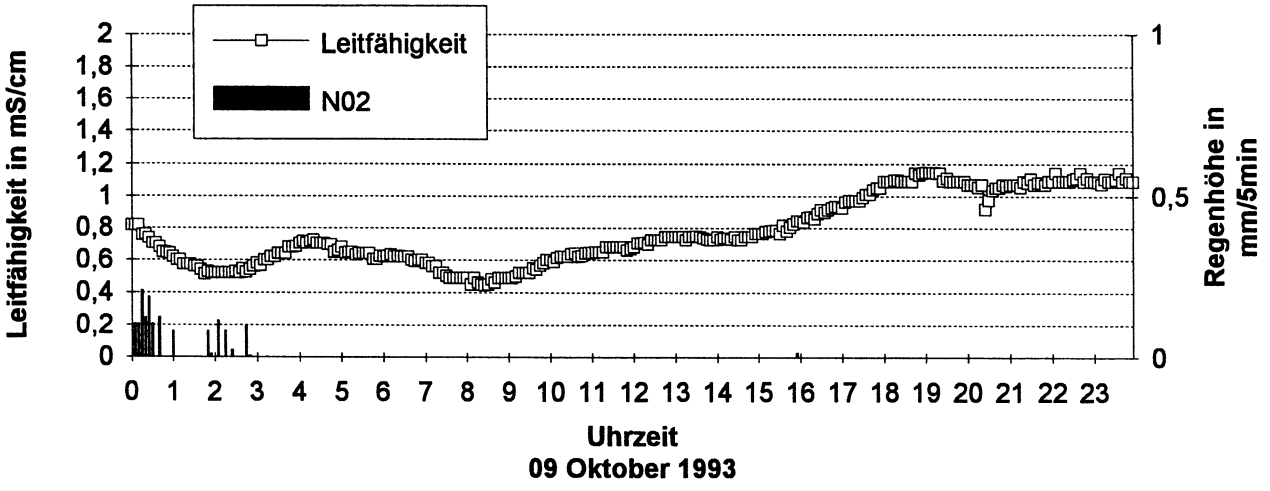



## Wasserstand der Weser

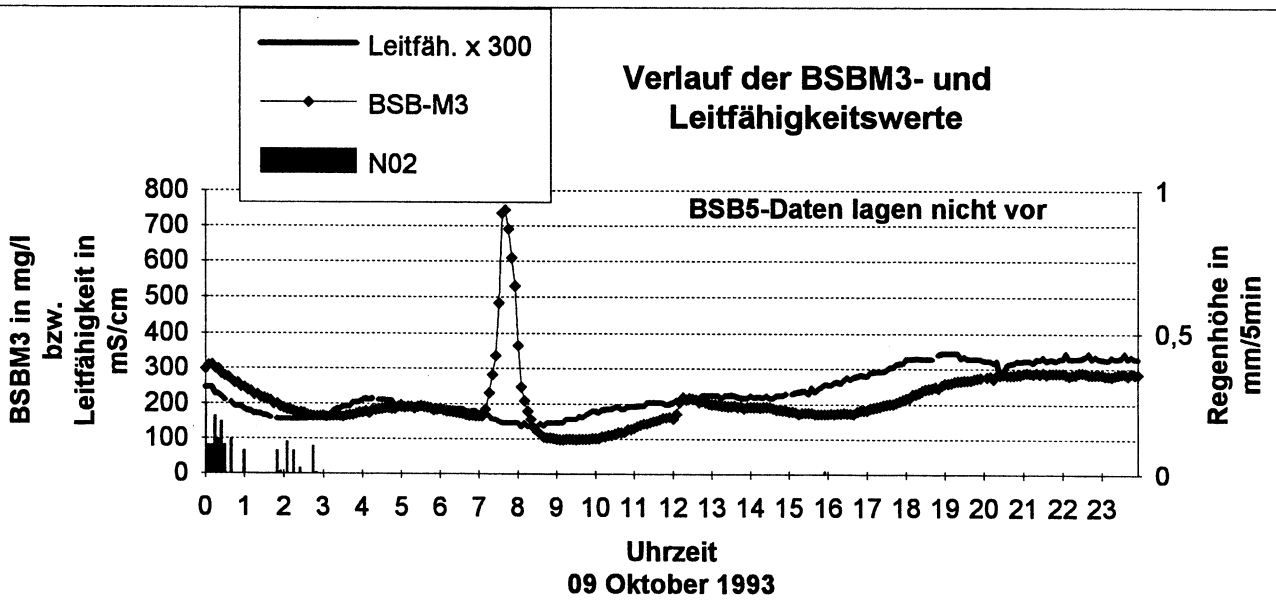



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5 min
Uhrzeit
09 Oktober 1993
Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
09 Oktober 1993
Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
09 Oktober 1993

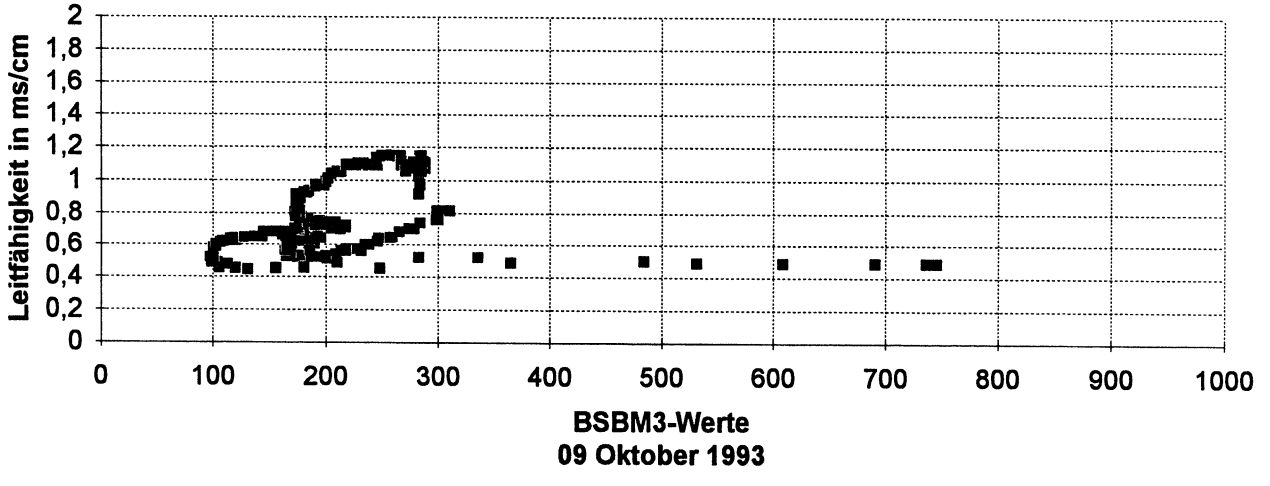
## Verlauf der Leitfähigkeit



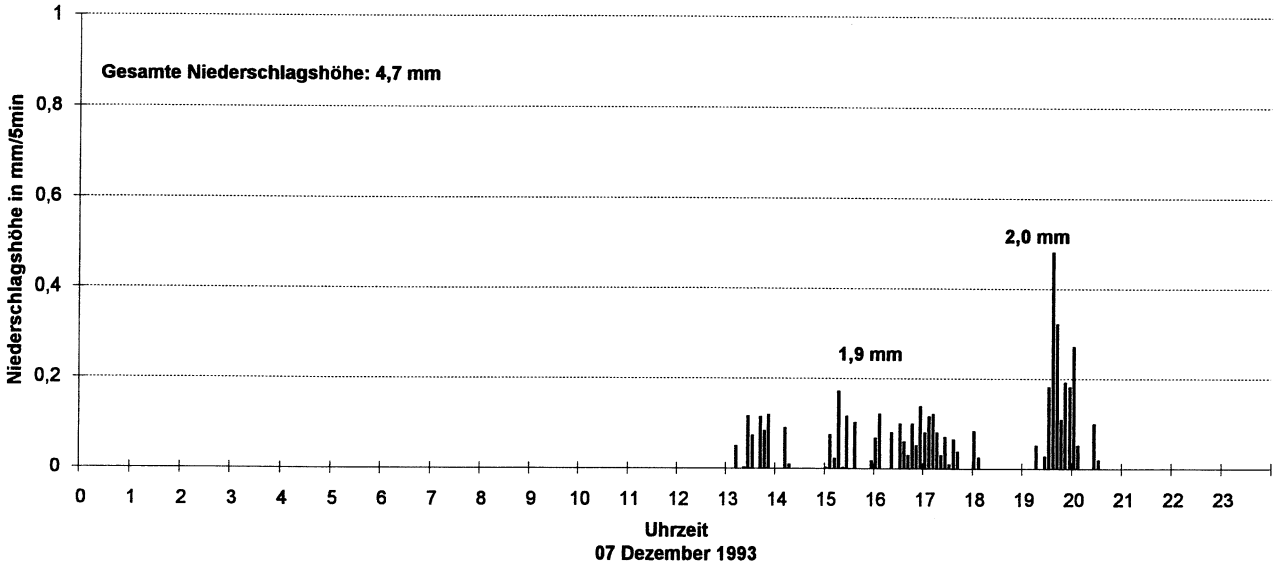

## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



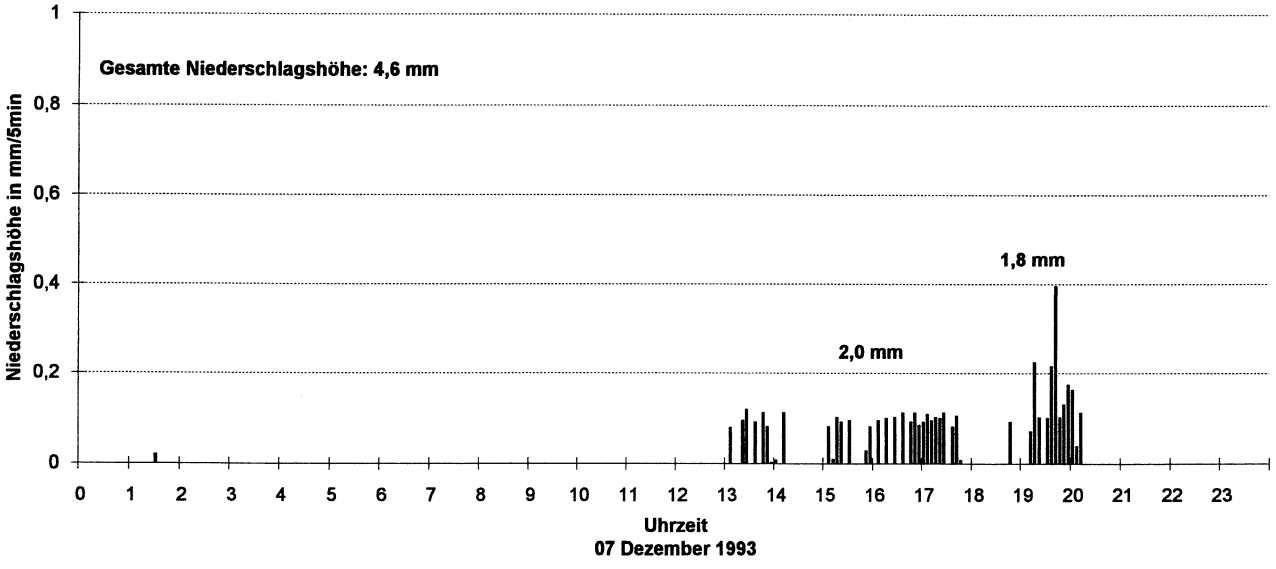

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



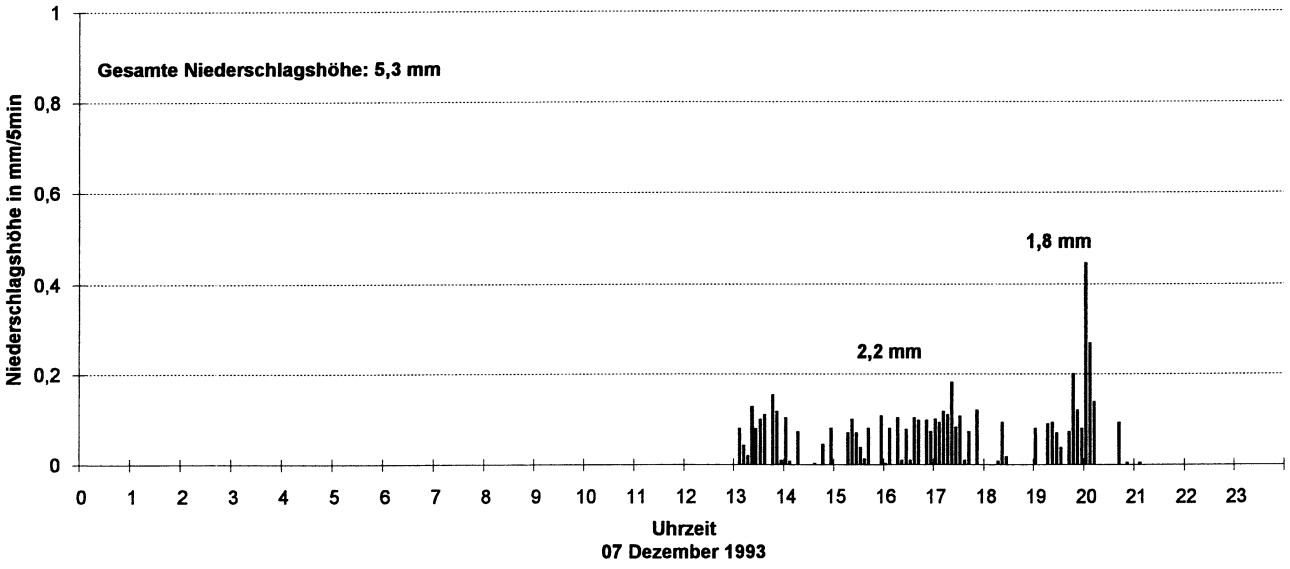
## Regenschreiber N01



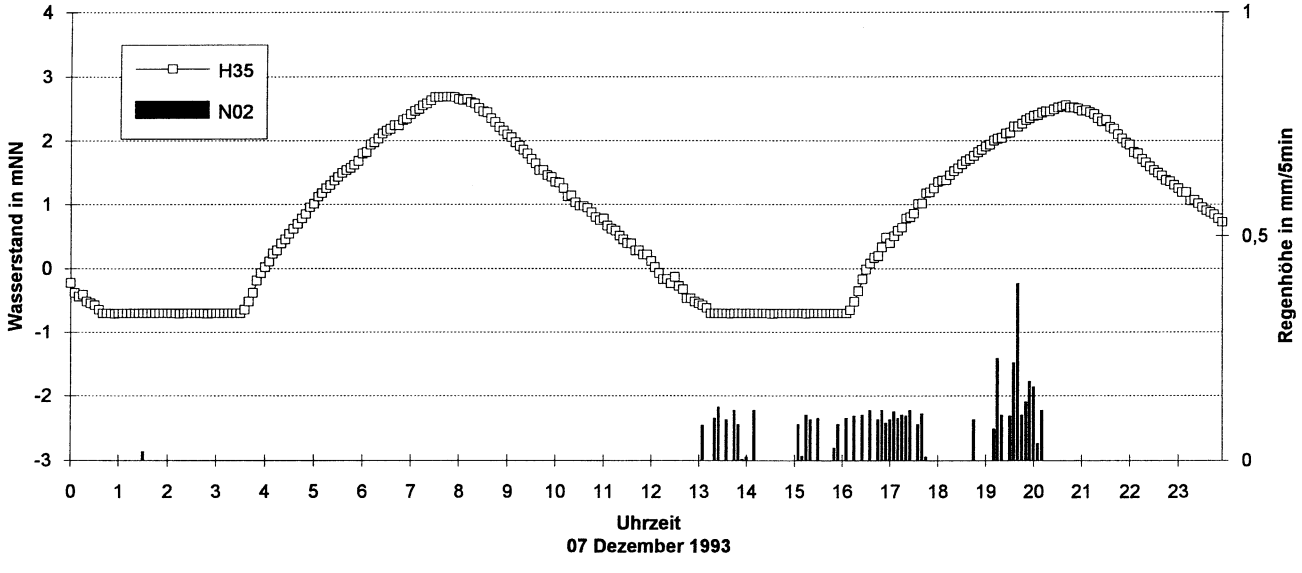

## Regenschreiber N02



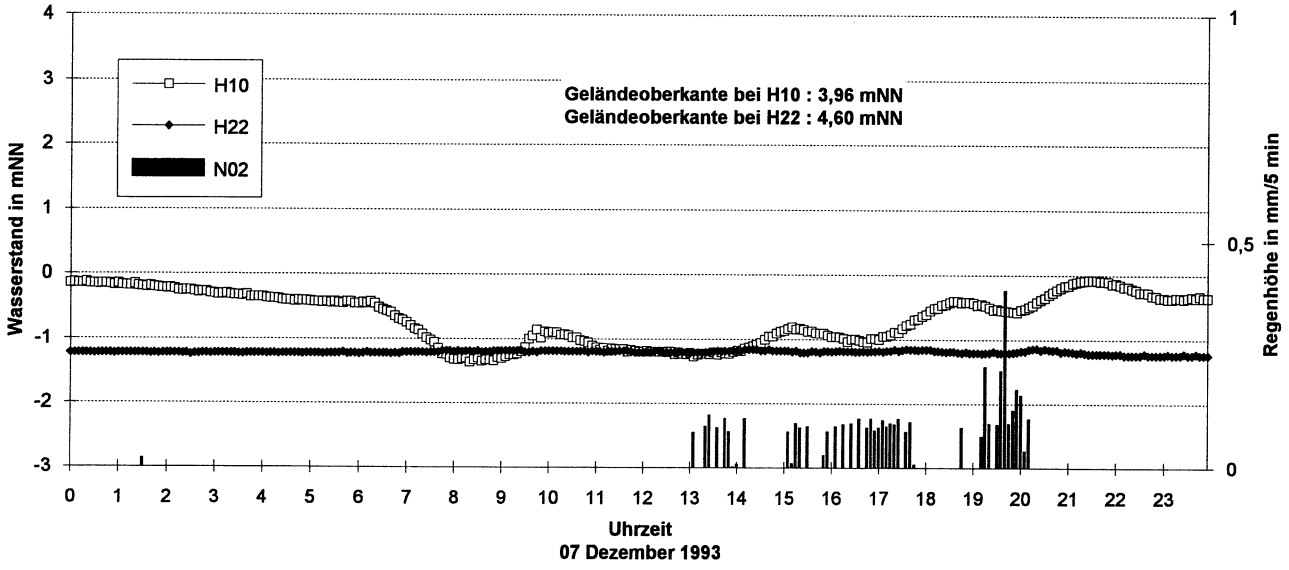
## Regenschreiber N03



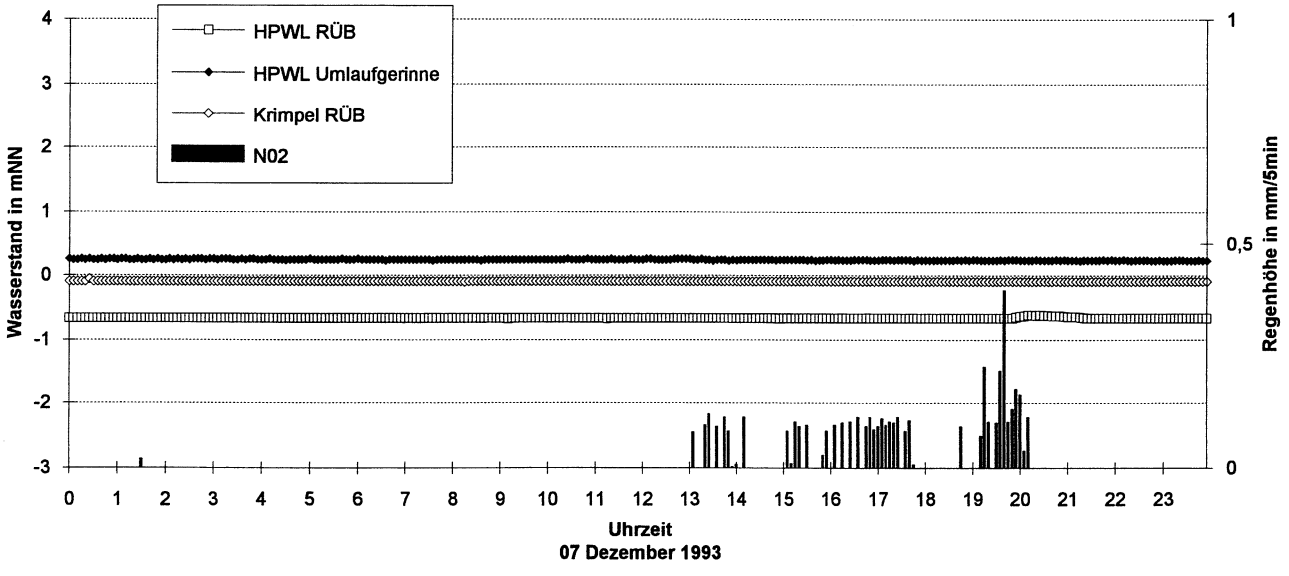

## Wasserstand der Weser



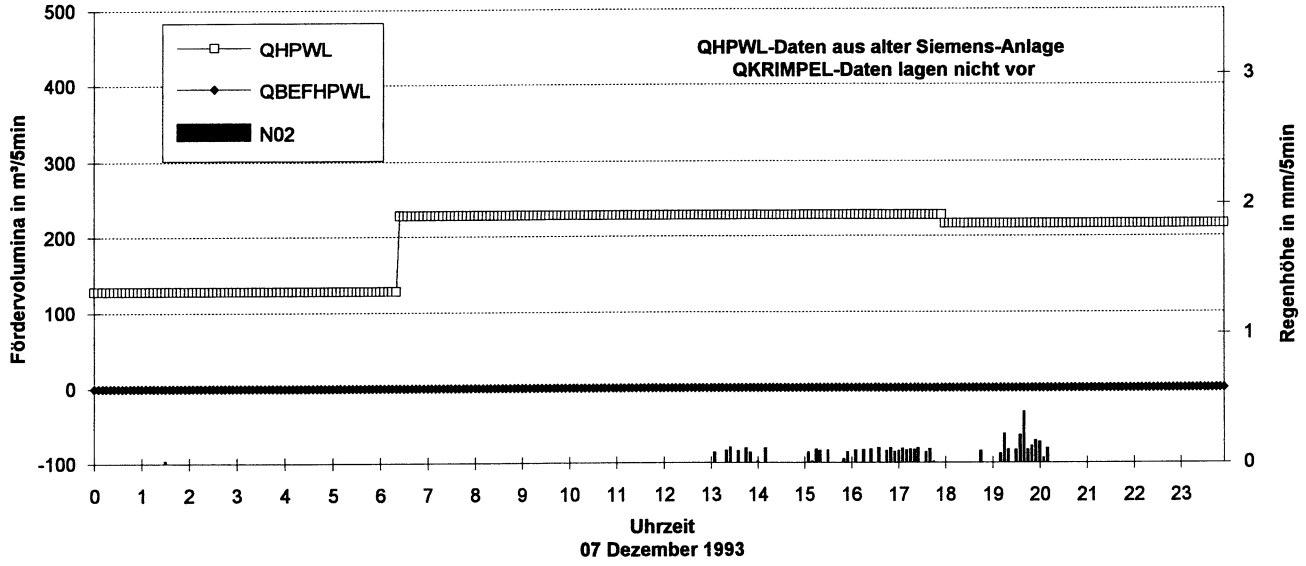
## Stauraumauslastung



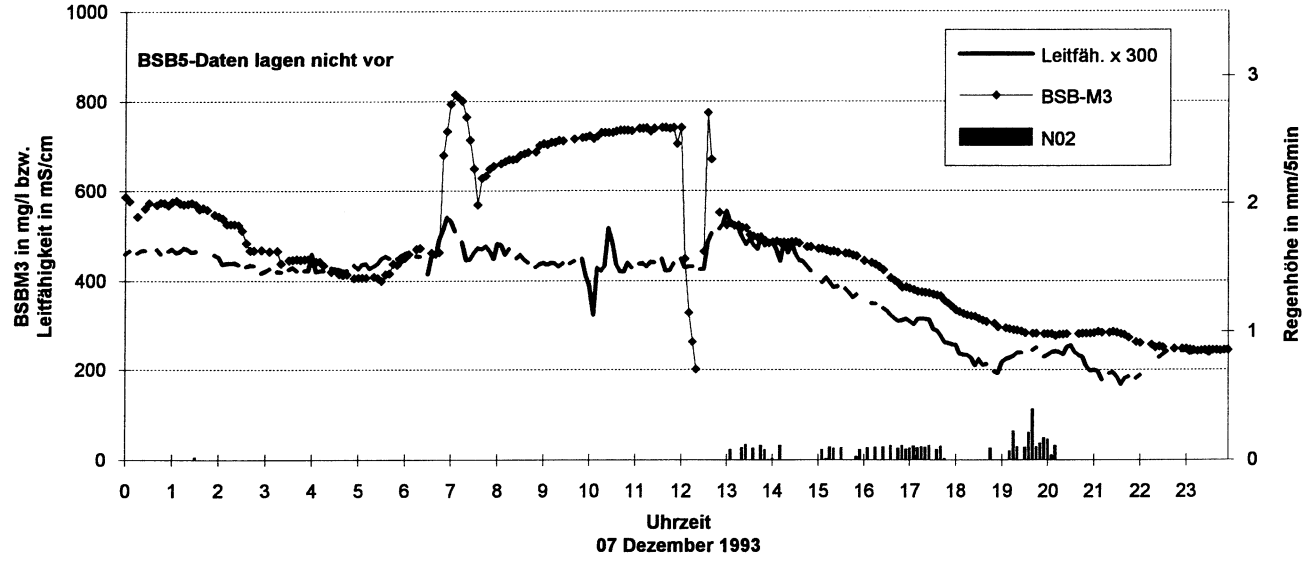

## Zustand der Regenüberlaufbecken



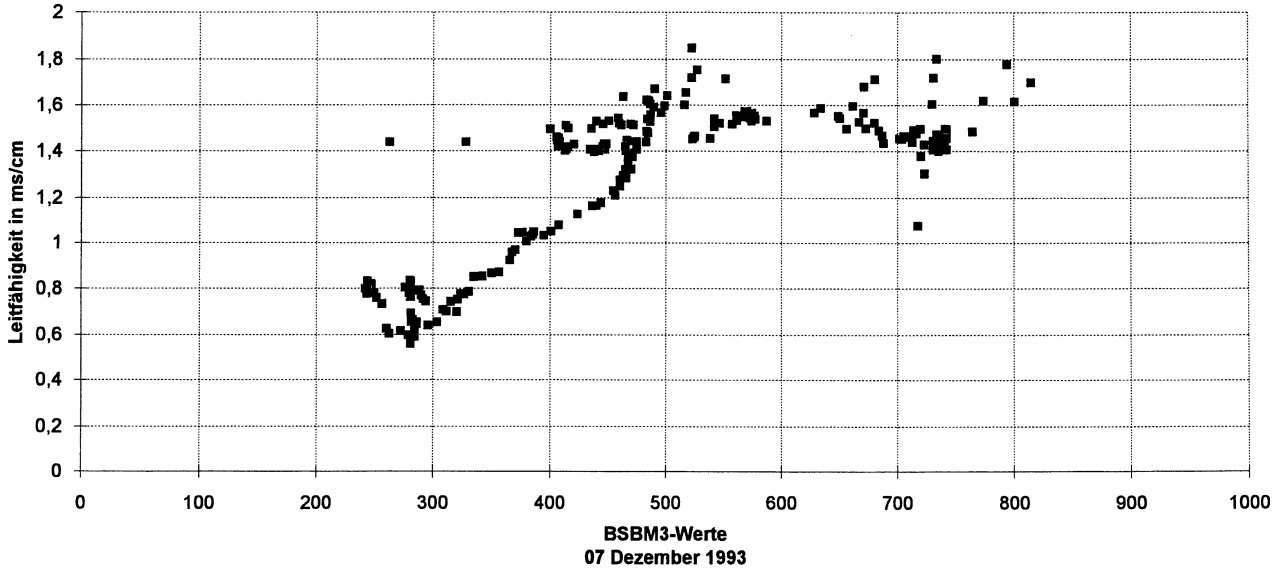
## Steuerungsstrategie



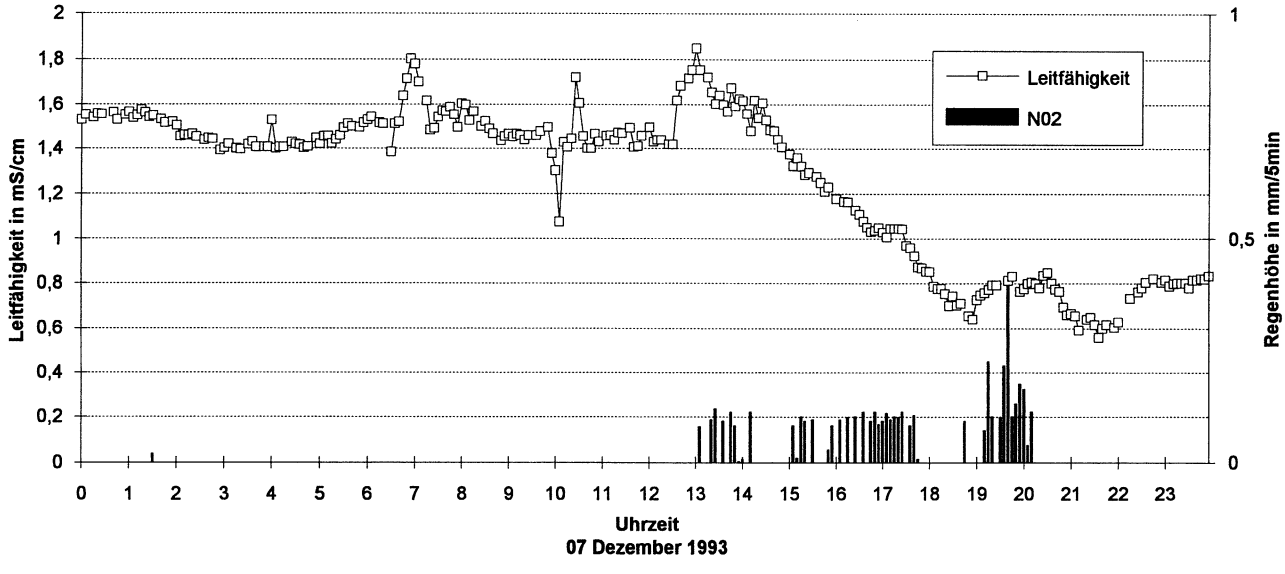

## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



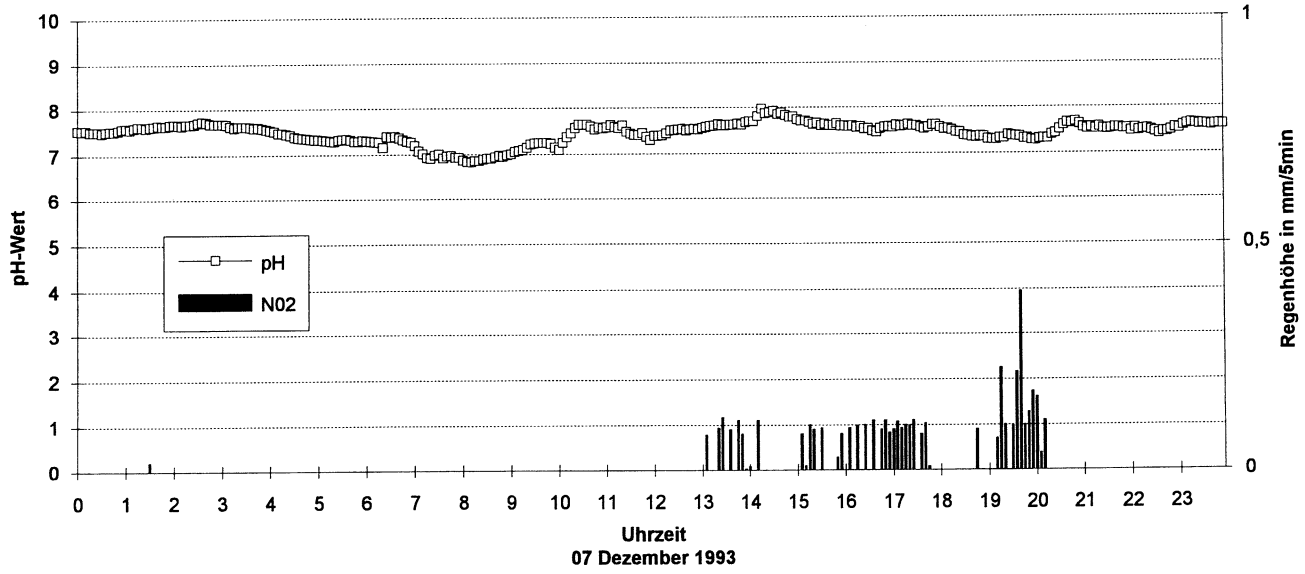
**Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit**



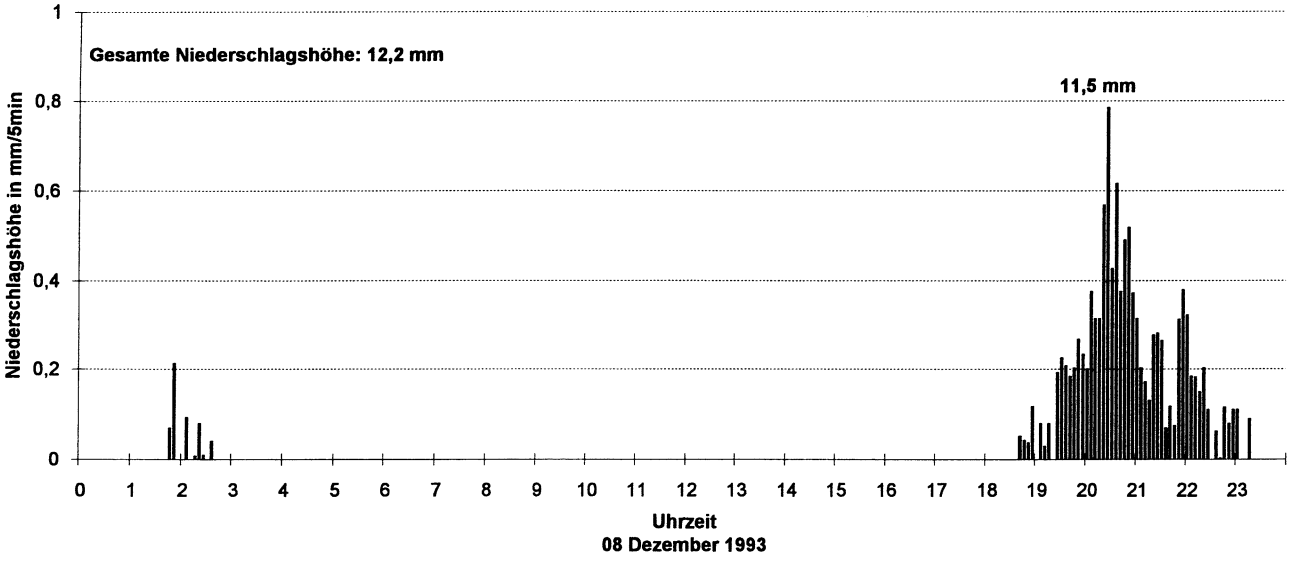

**Verlauf der Leitfähigkeit**



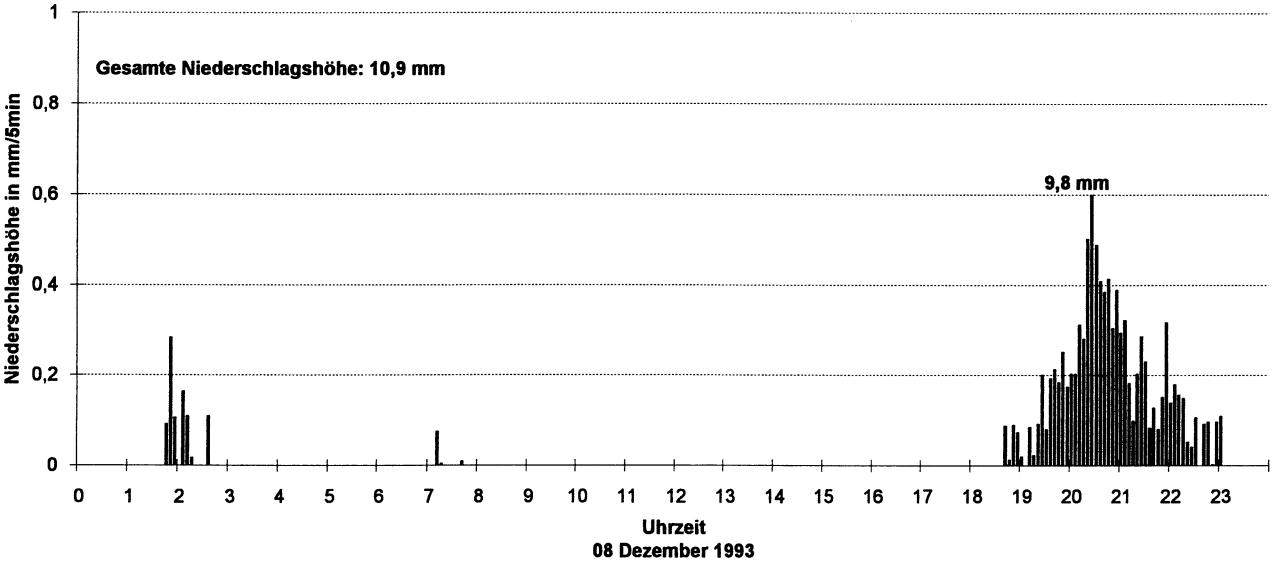
## Verlauf der pH-Werte



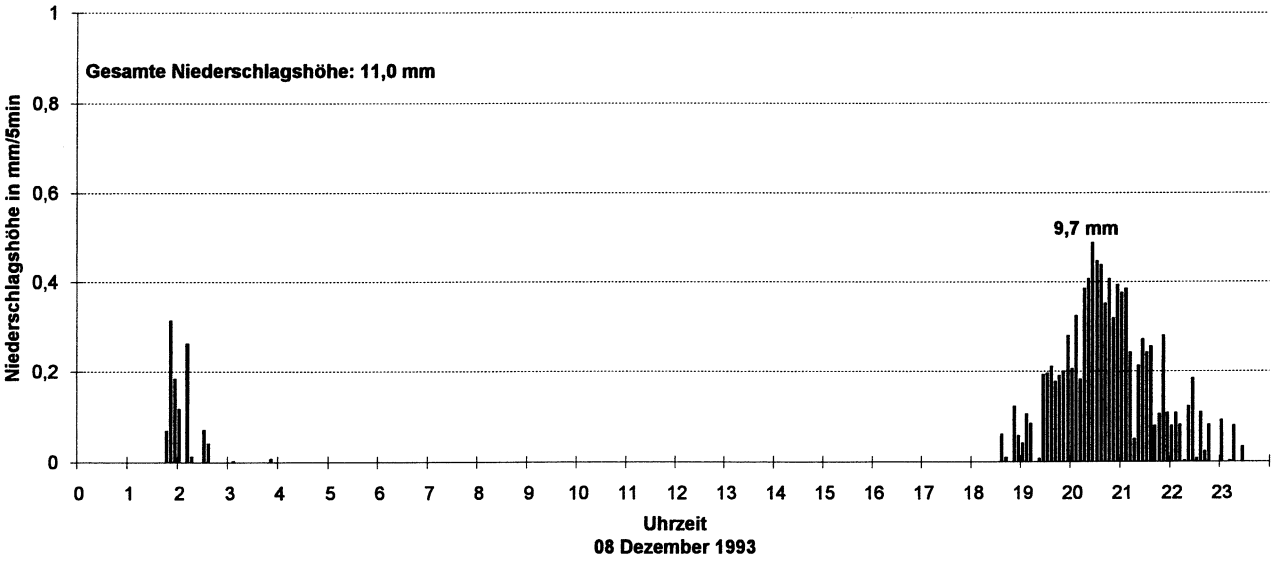

## Regenschreiber N01



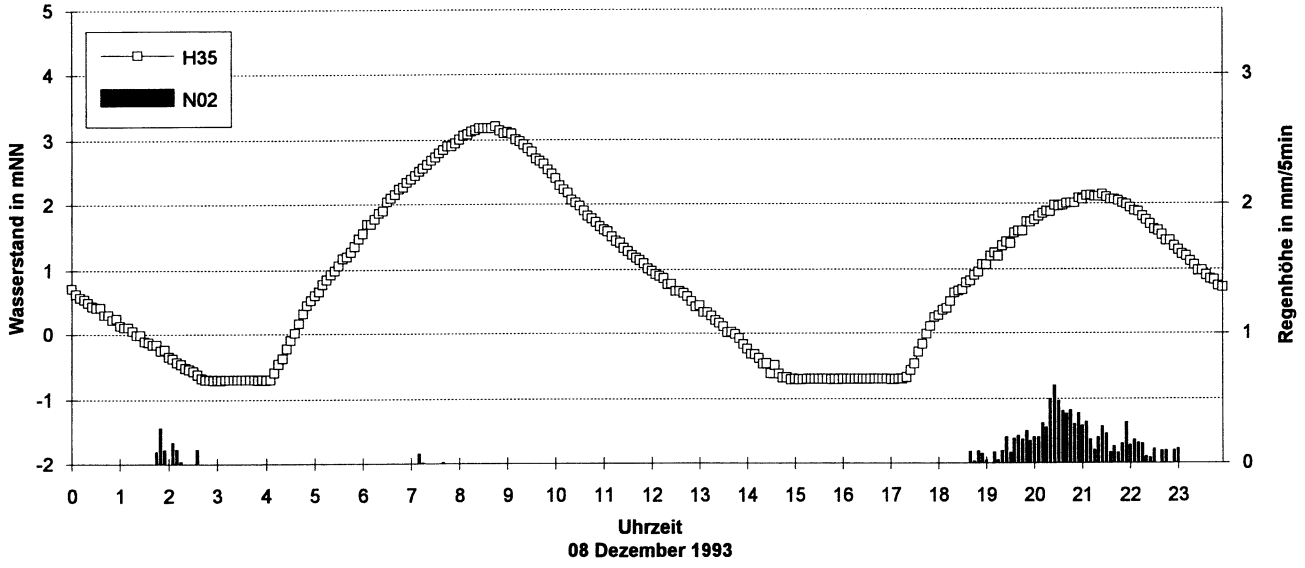
## Regenschreiber N02



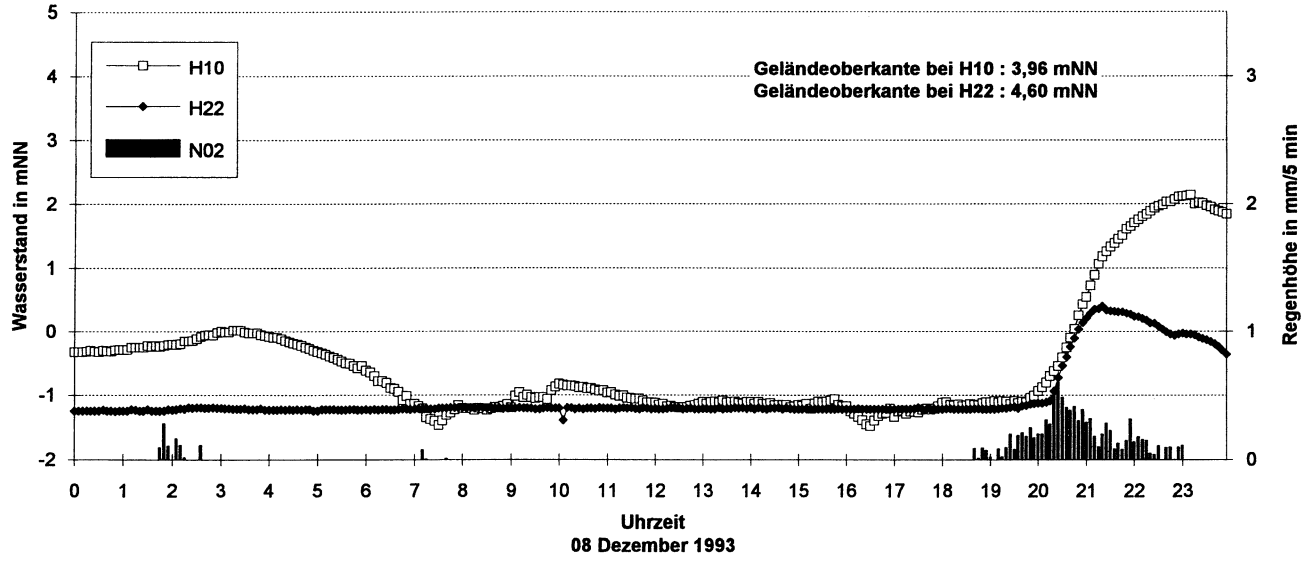

## Regenschreiber N03



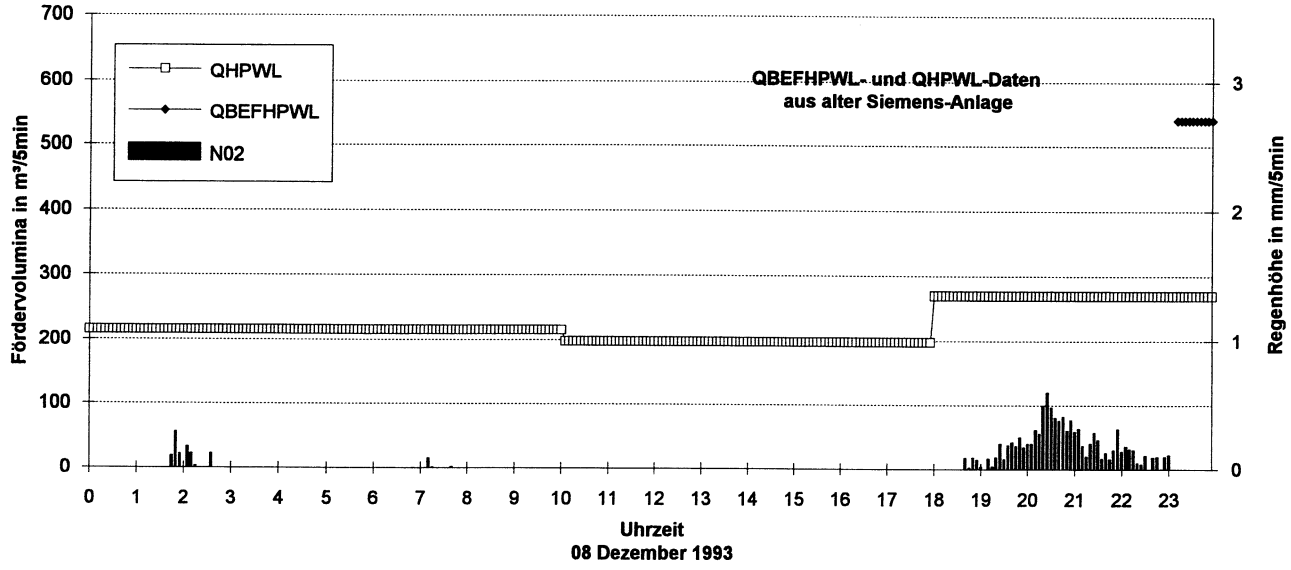
## Wasserstand der Weser



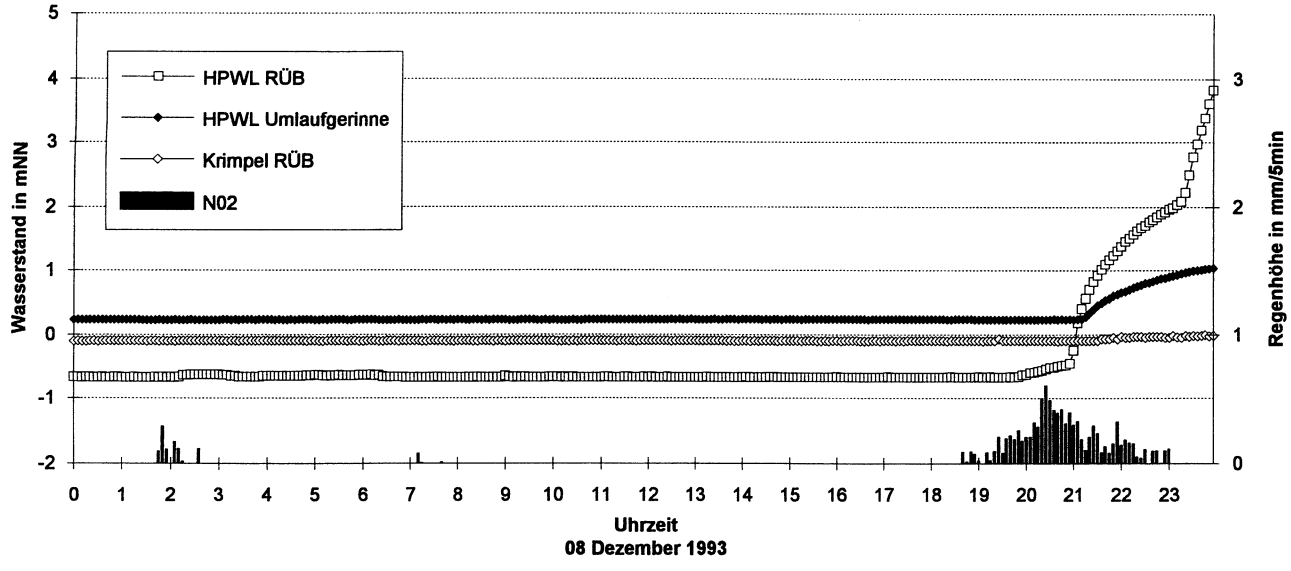

## Stauraumauslastung



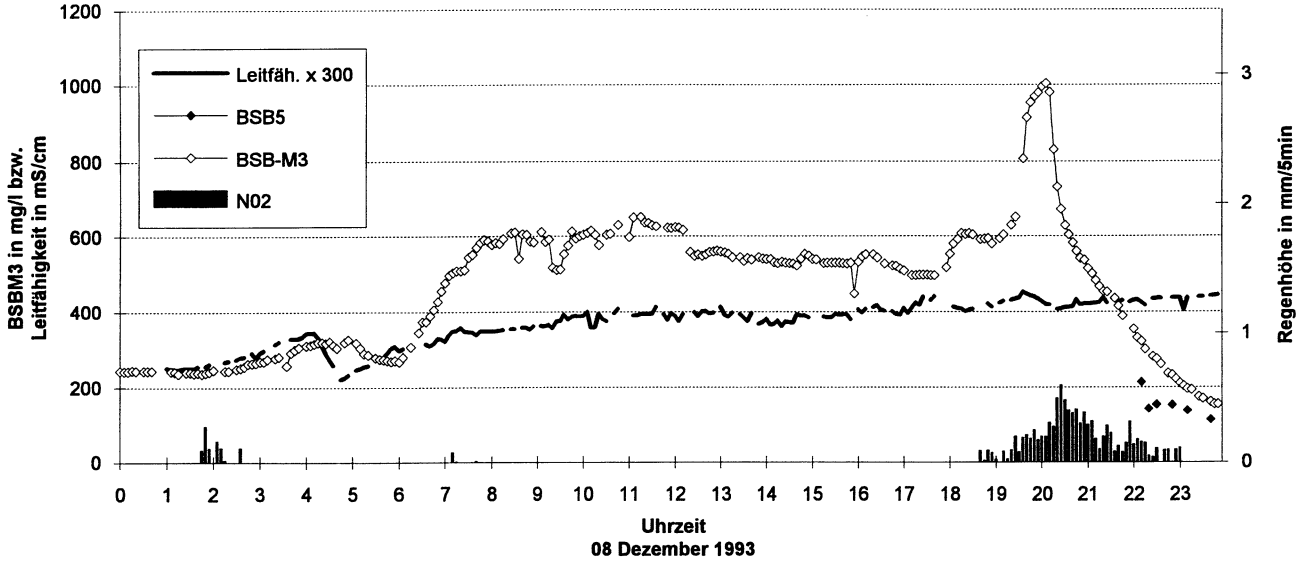
## Steuerungsstrategie



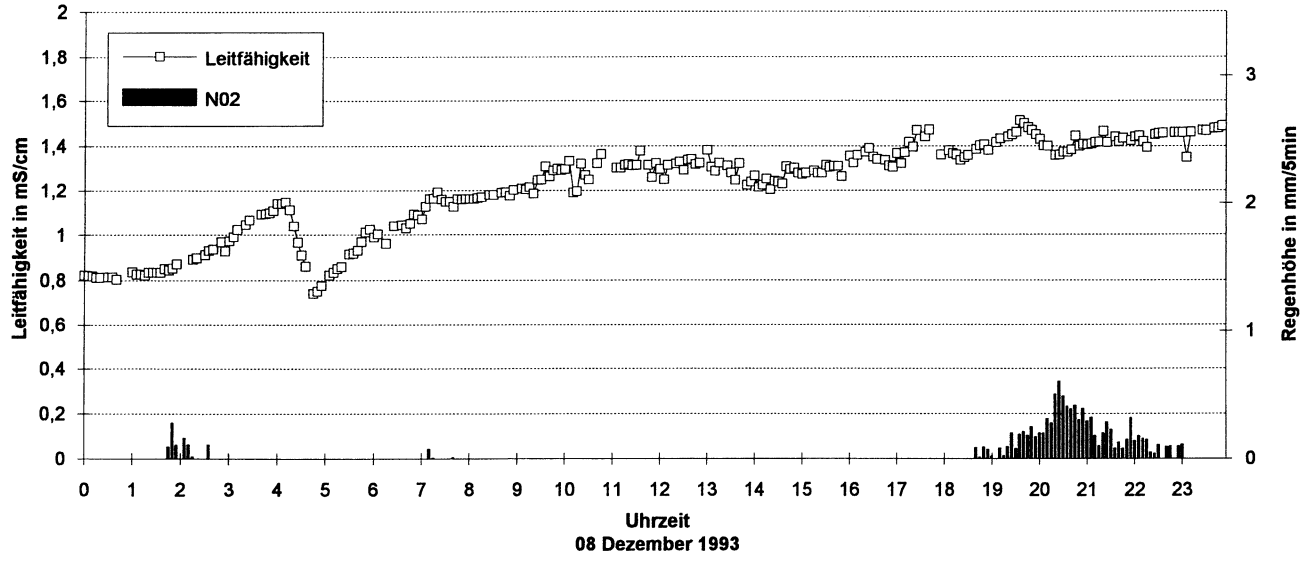

## Zustand der Regenüberlaufbecken



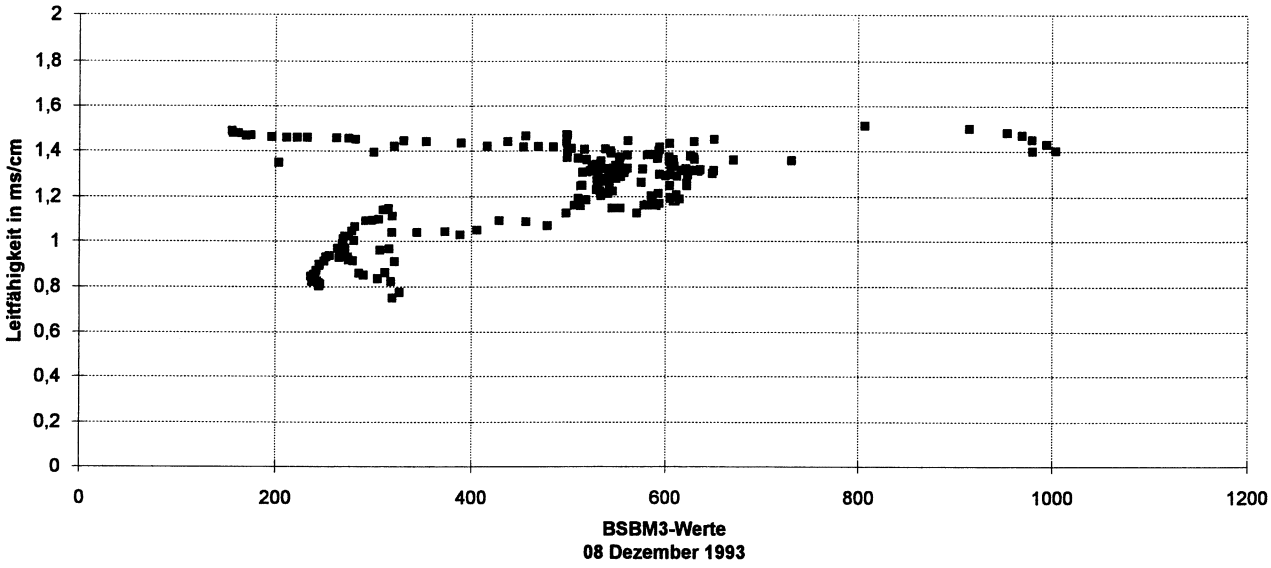
**Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte**



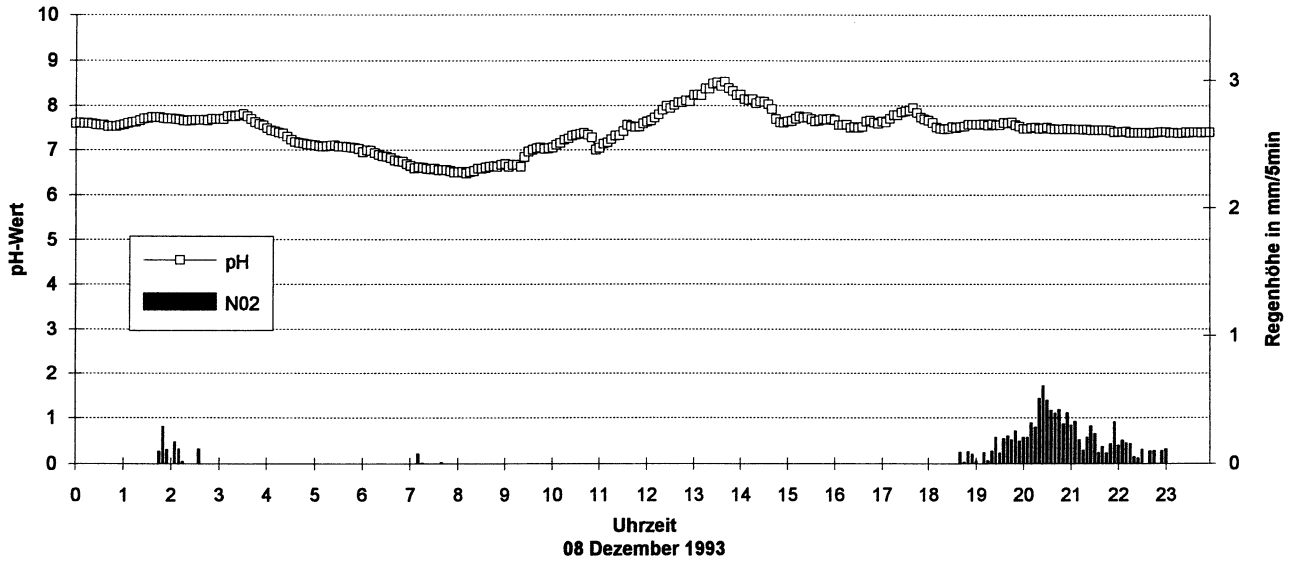

**Verlauf der Leitfähigkeit**



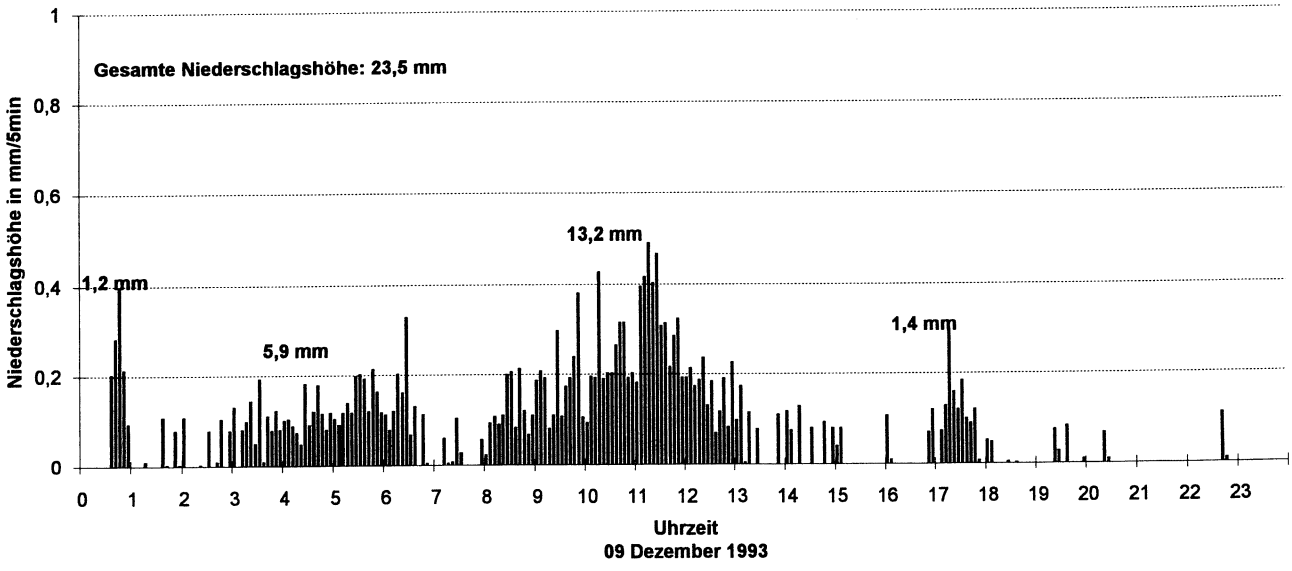
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



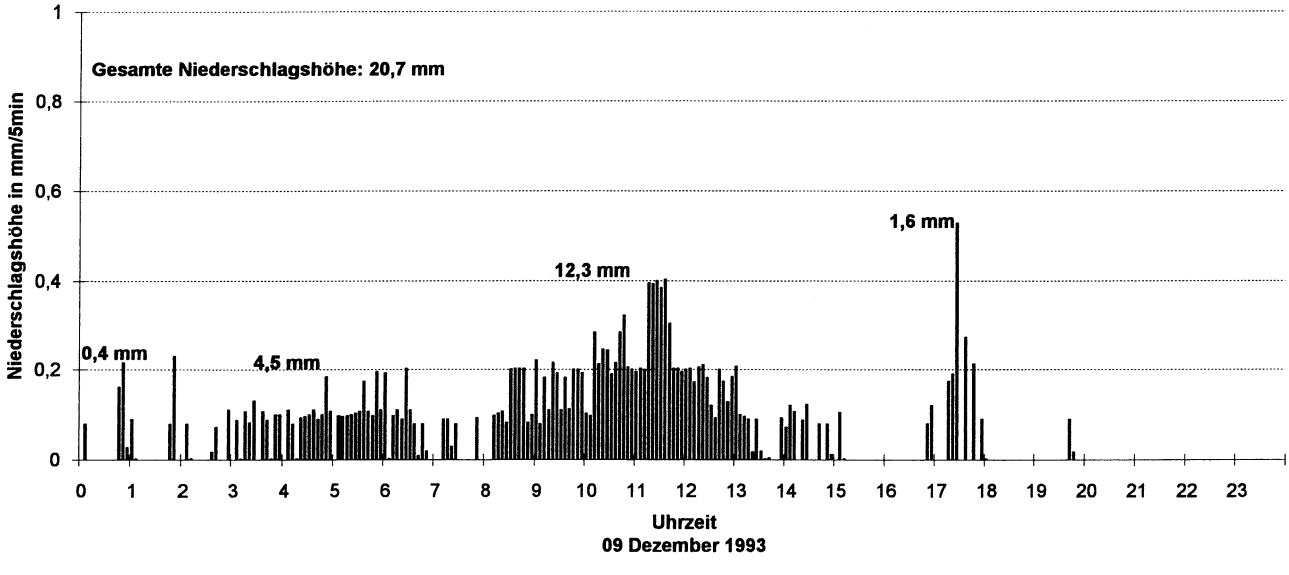

## Verlauf der pH-Werte



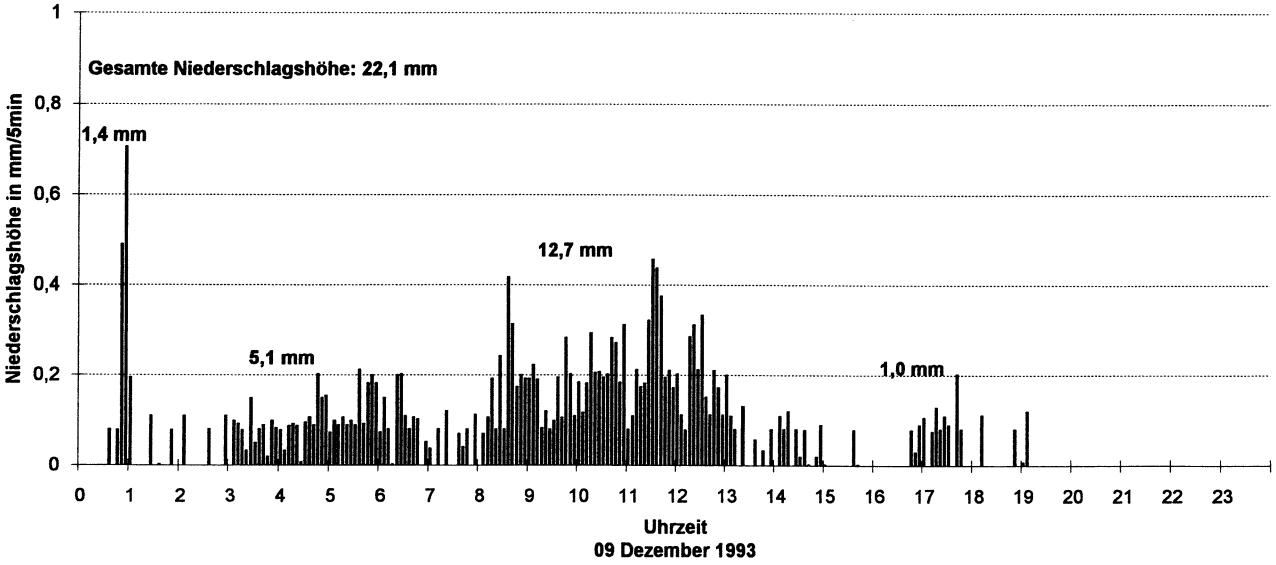
## Regenschreiber N01



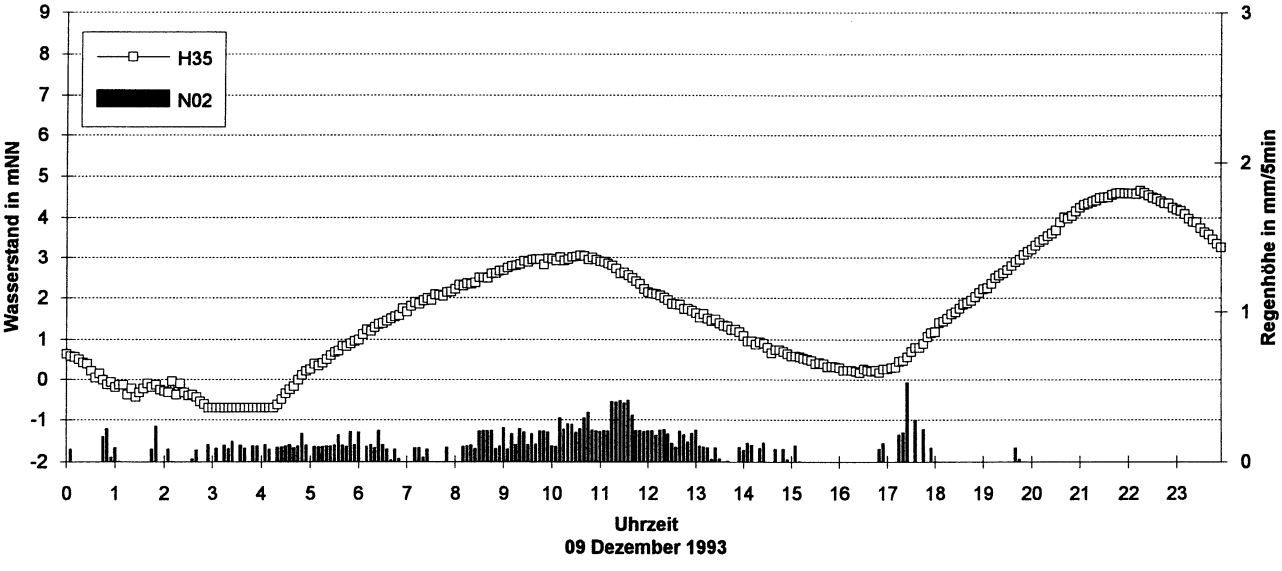

## Regenschreiber N02



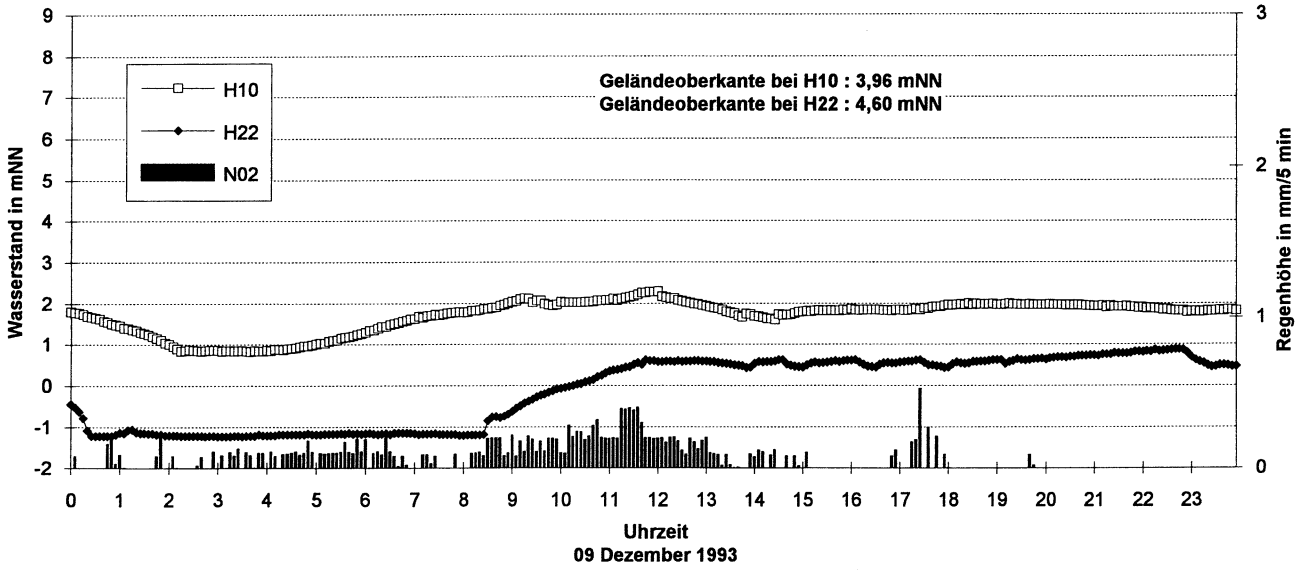
## Regenschreiber N03



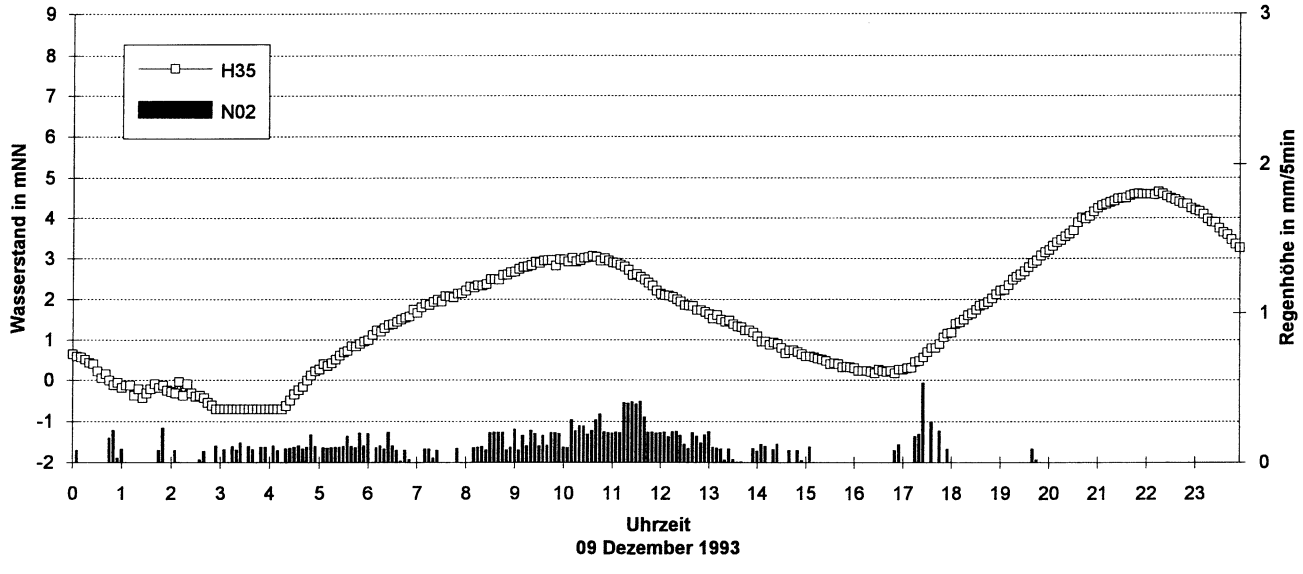

## Wasserstand der Weser



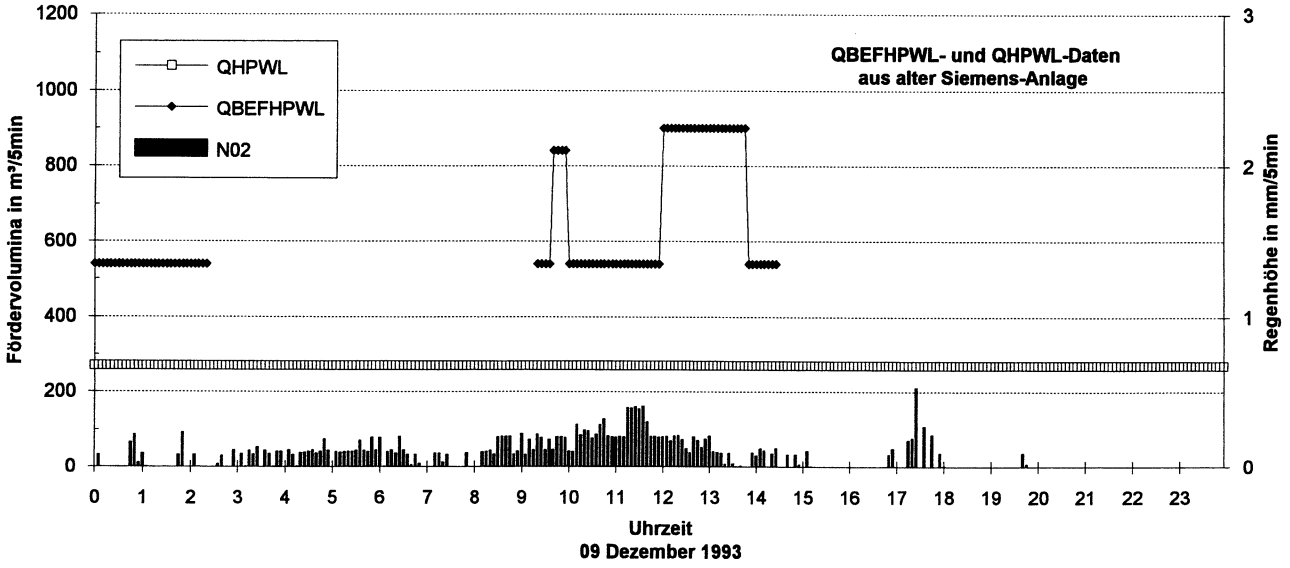
## Stauraumauslastung



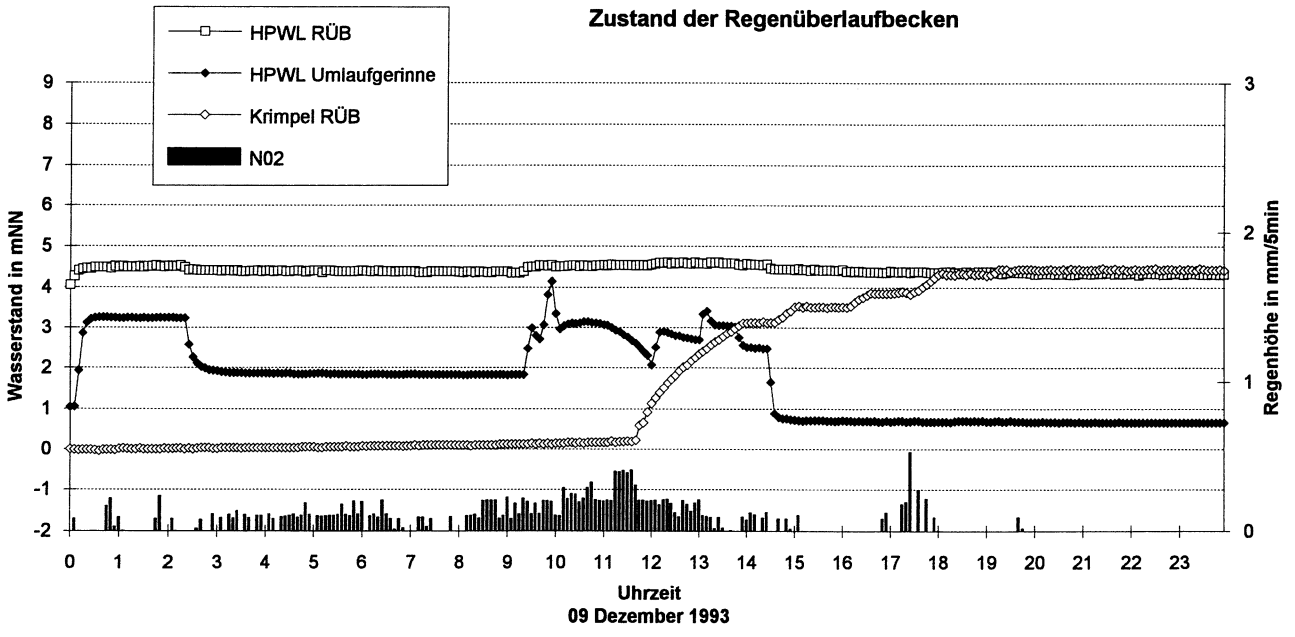

## Wasserstand der Weser



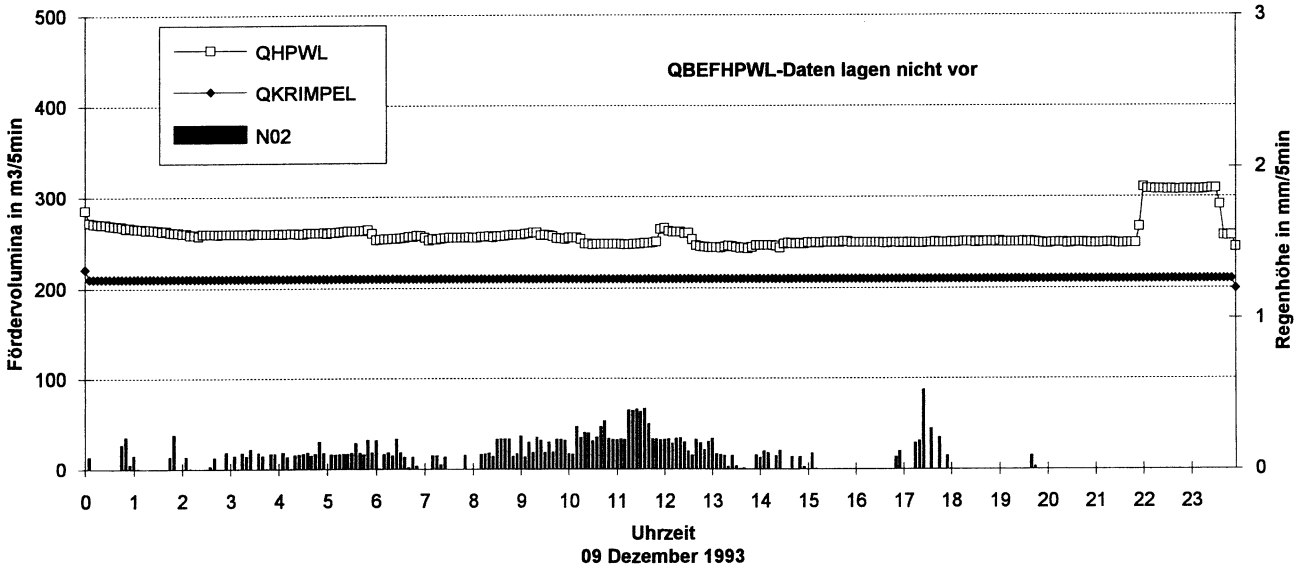
## Steuerungsstrategie



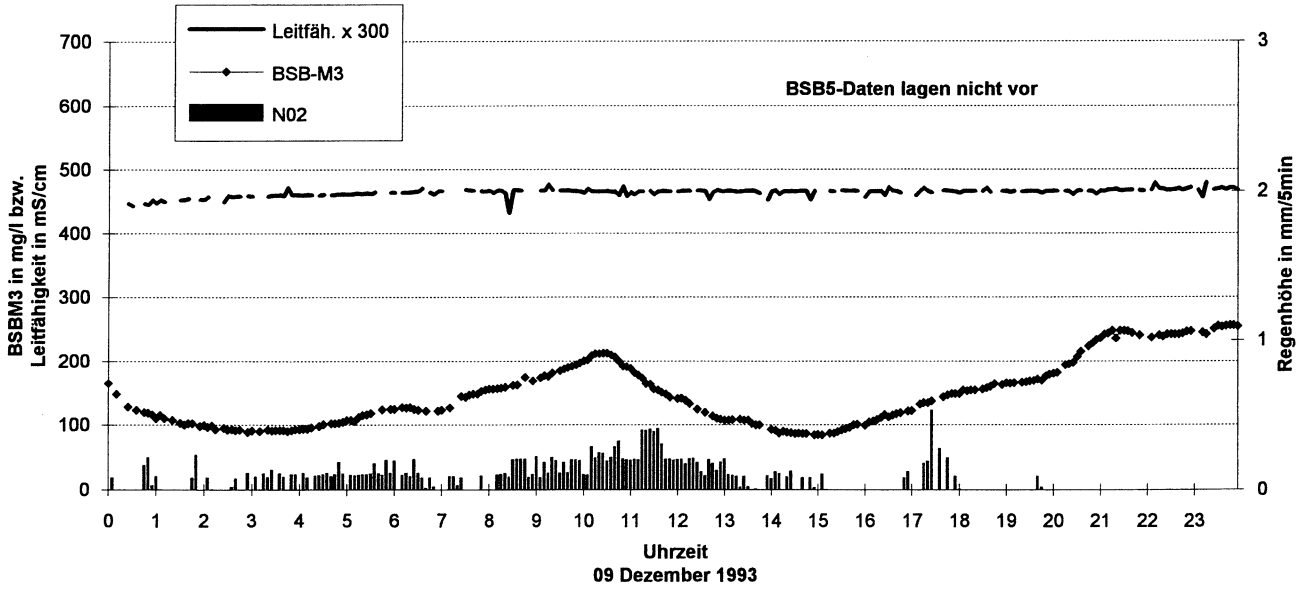

## Zustand der Regenüberlaufbecken



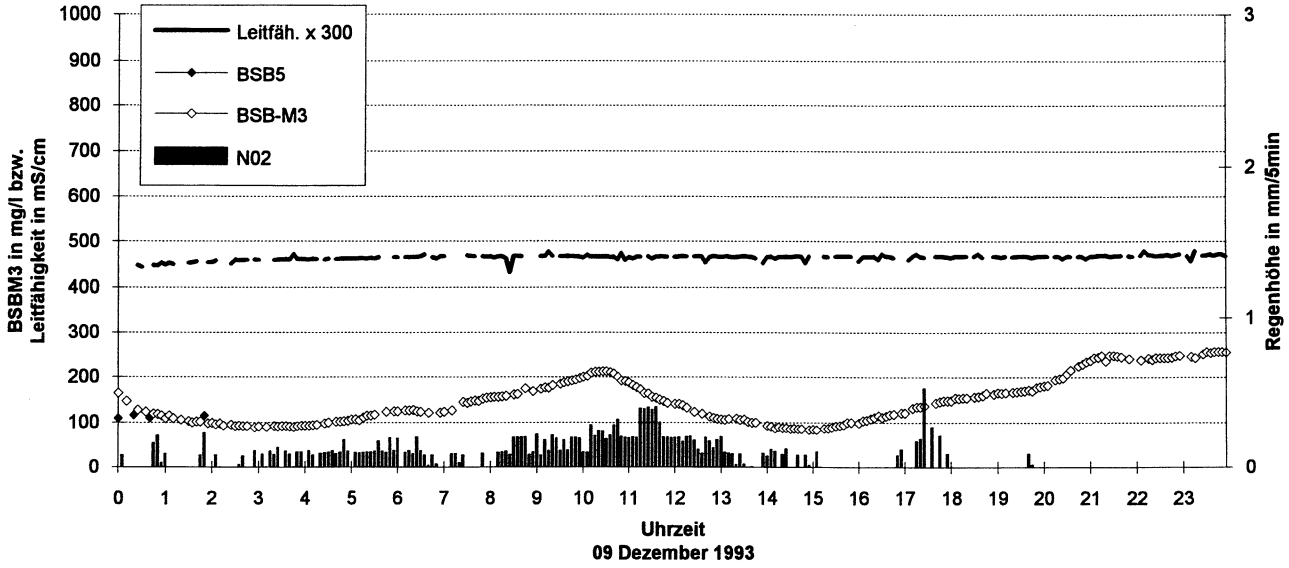
## Steuerungsstrategie



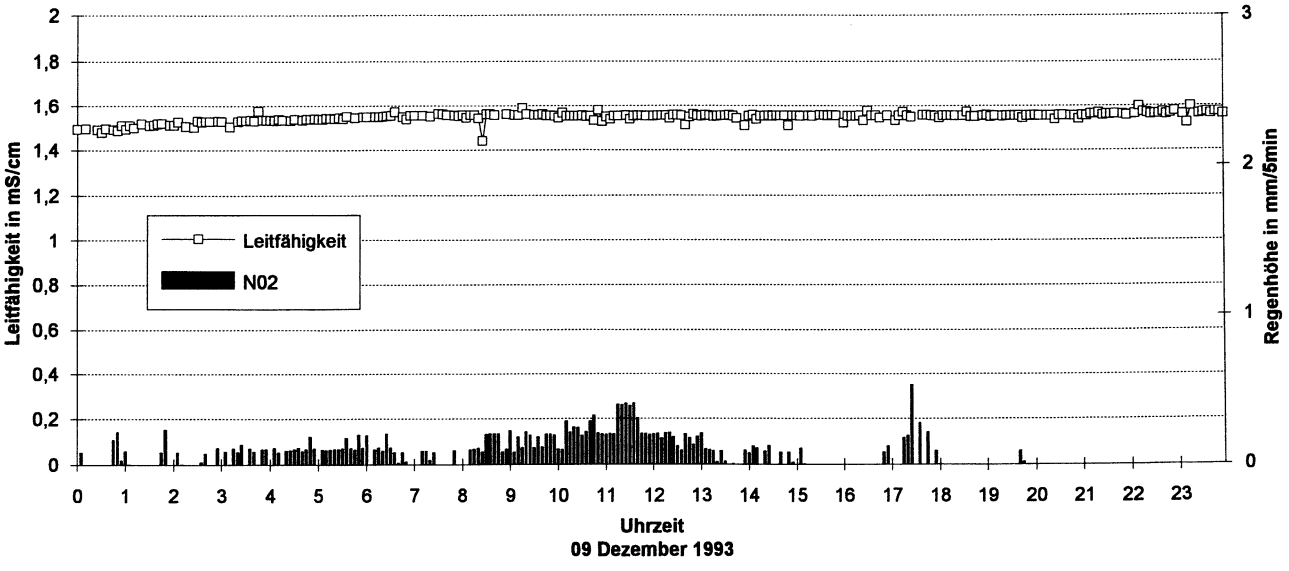

## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



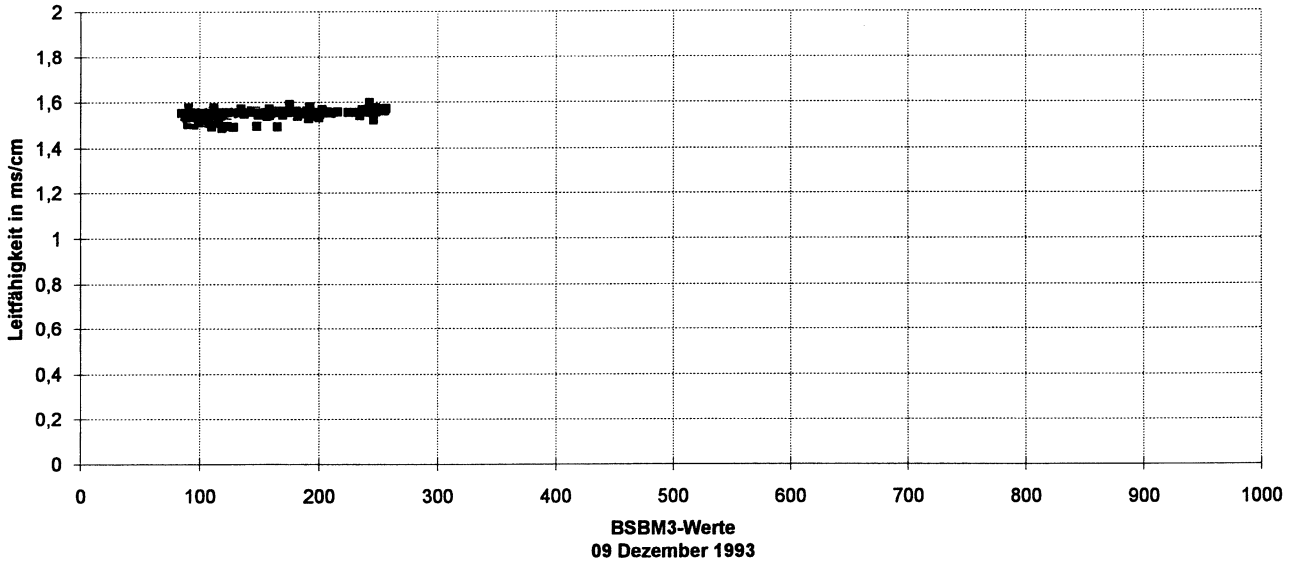
## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



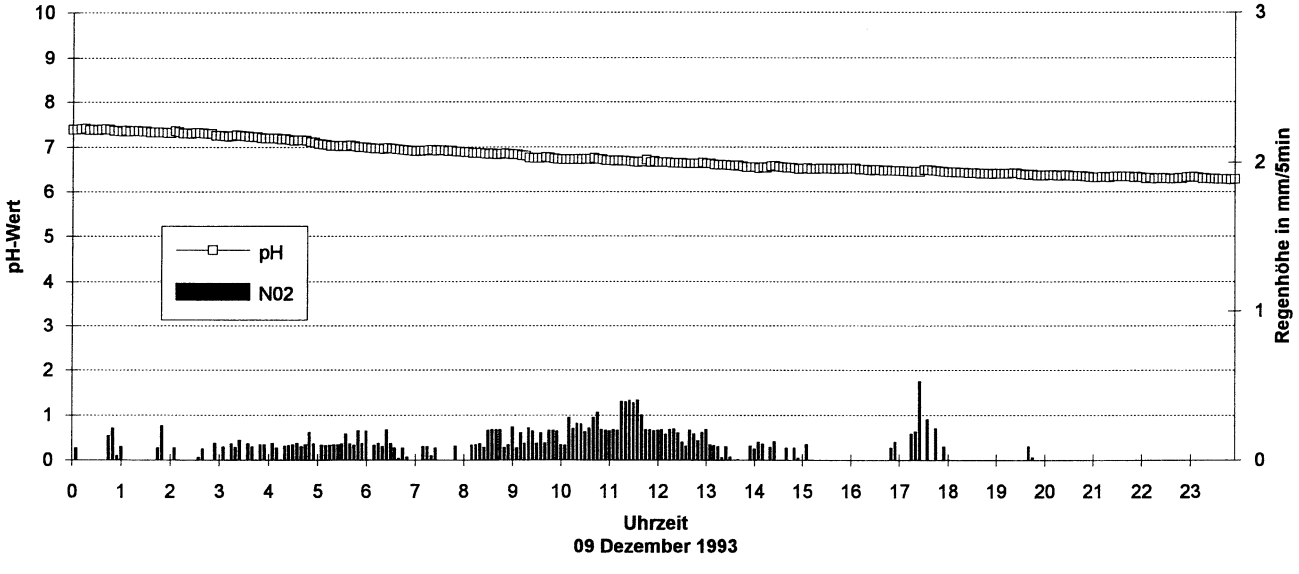

## Verlauf der Leitfähigkeit



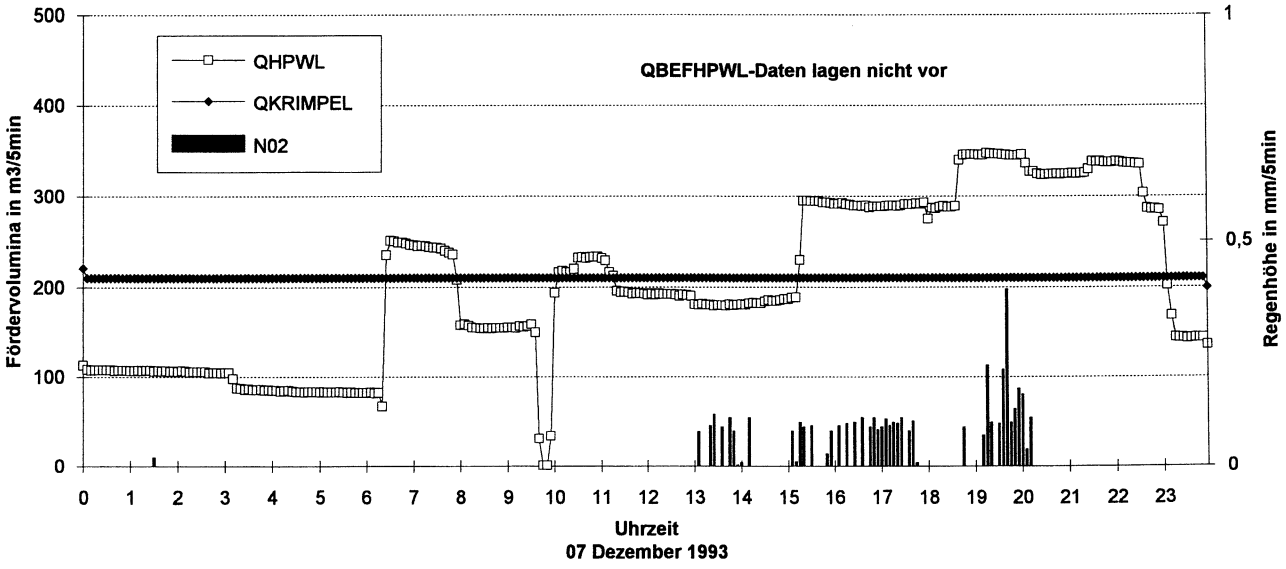
## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



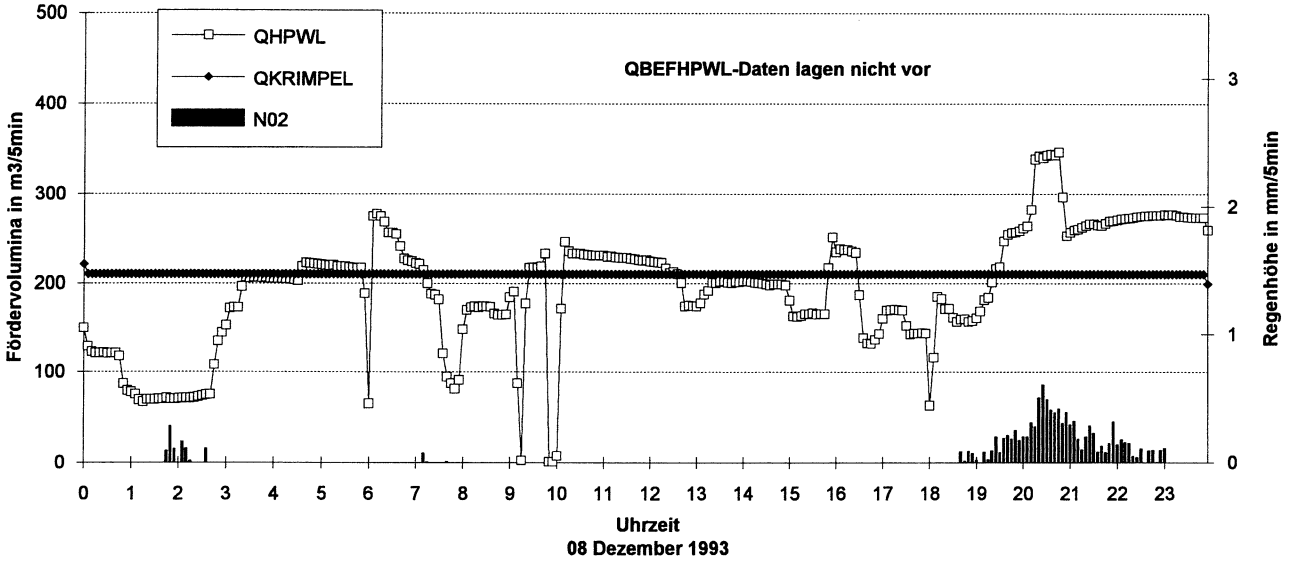

## Verlauf der pH-Werte



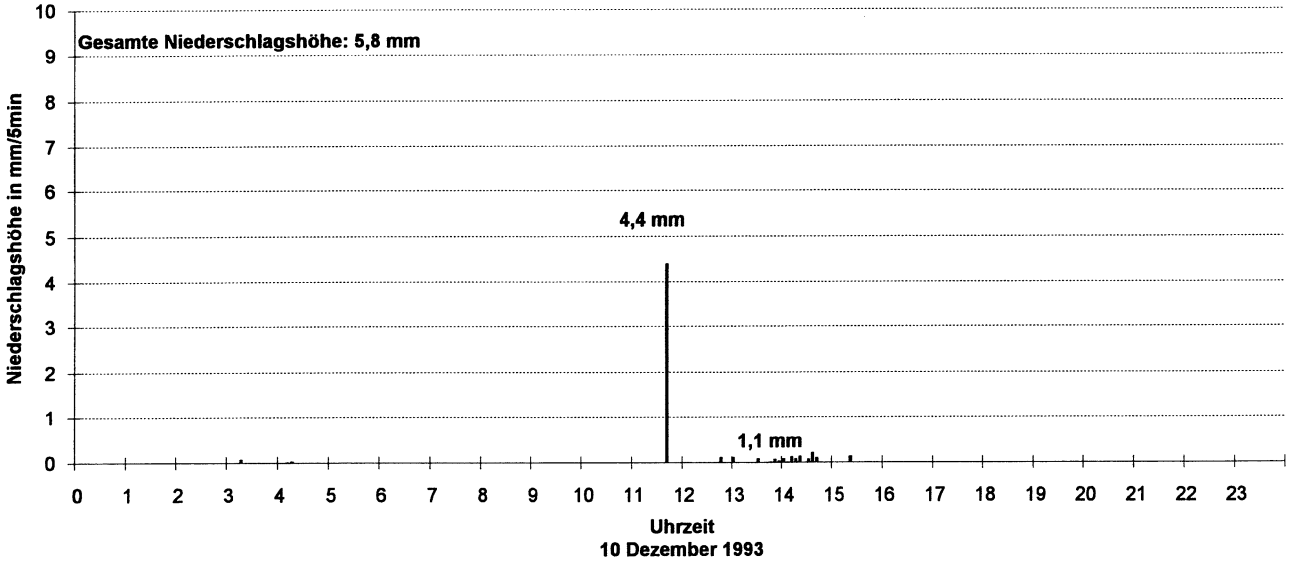
**Steuerungsstrategie**



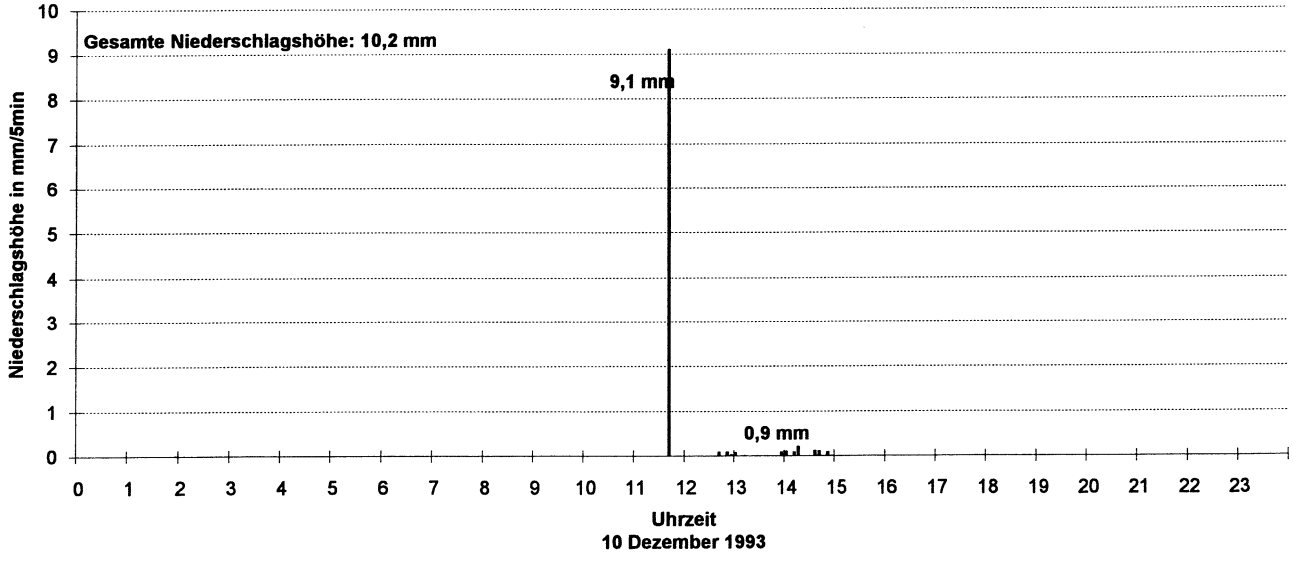

**Steuerungsstrategie**



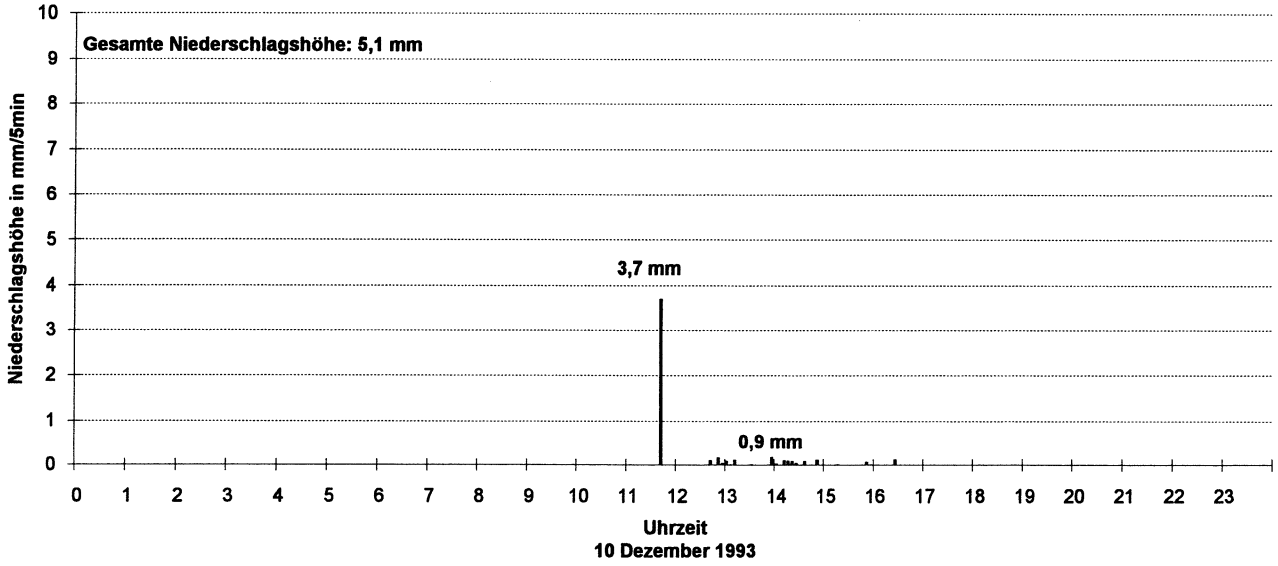
## Regenschreiber N01



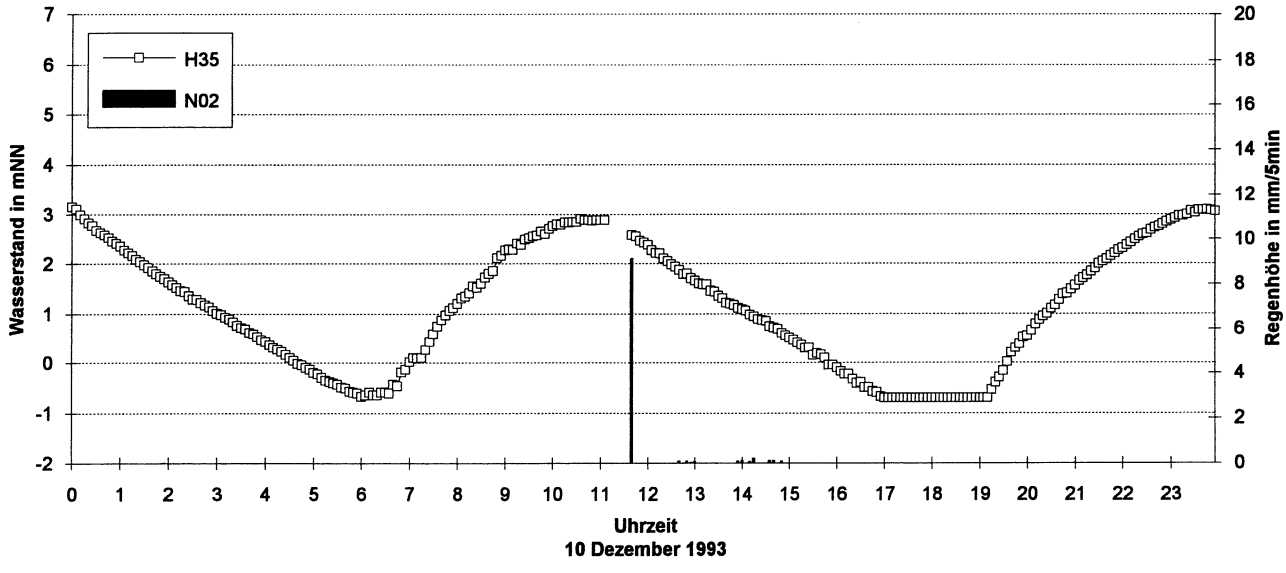

## Regenschreiber N02



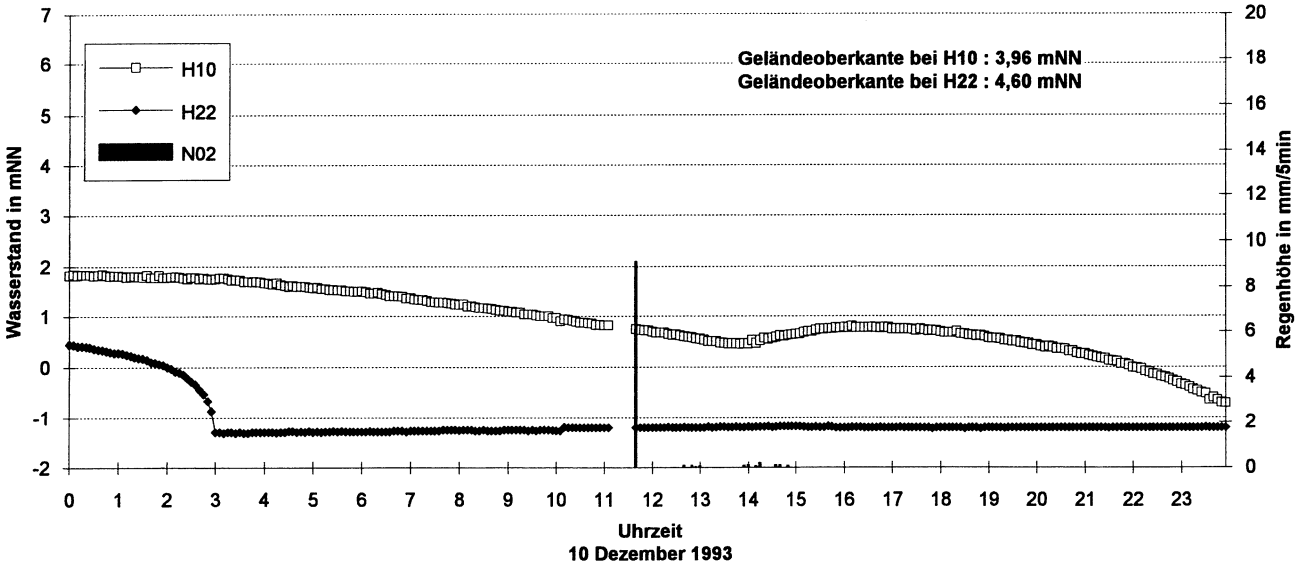
## Regenschreiber N03



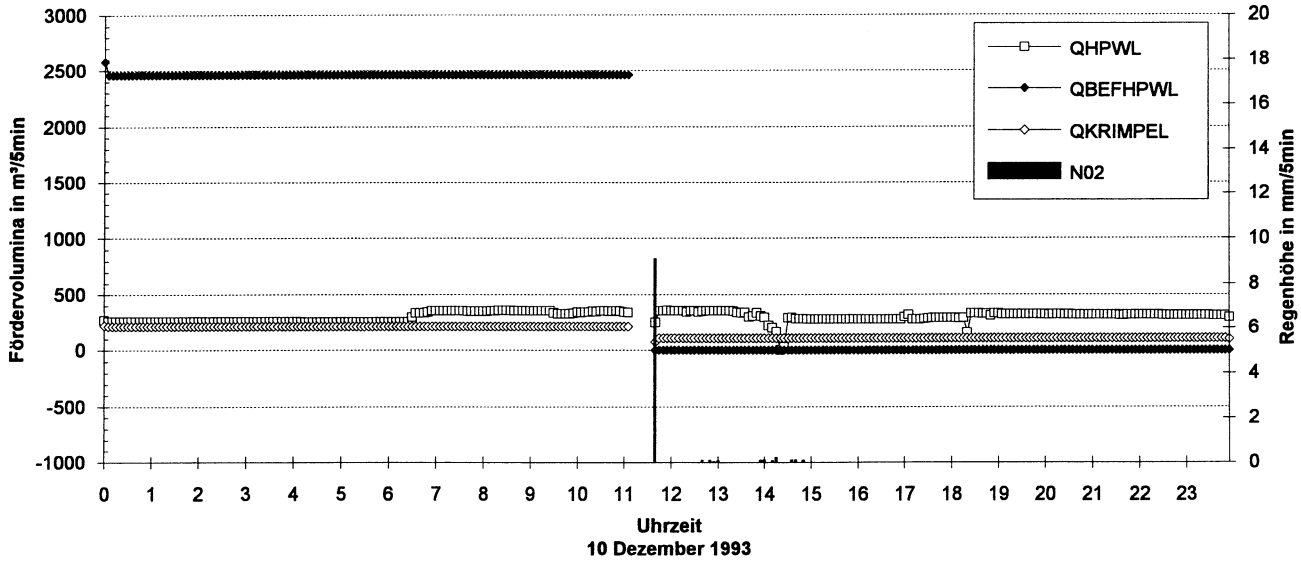

## Wasserstand der Weser

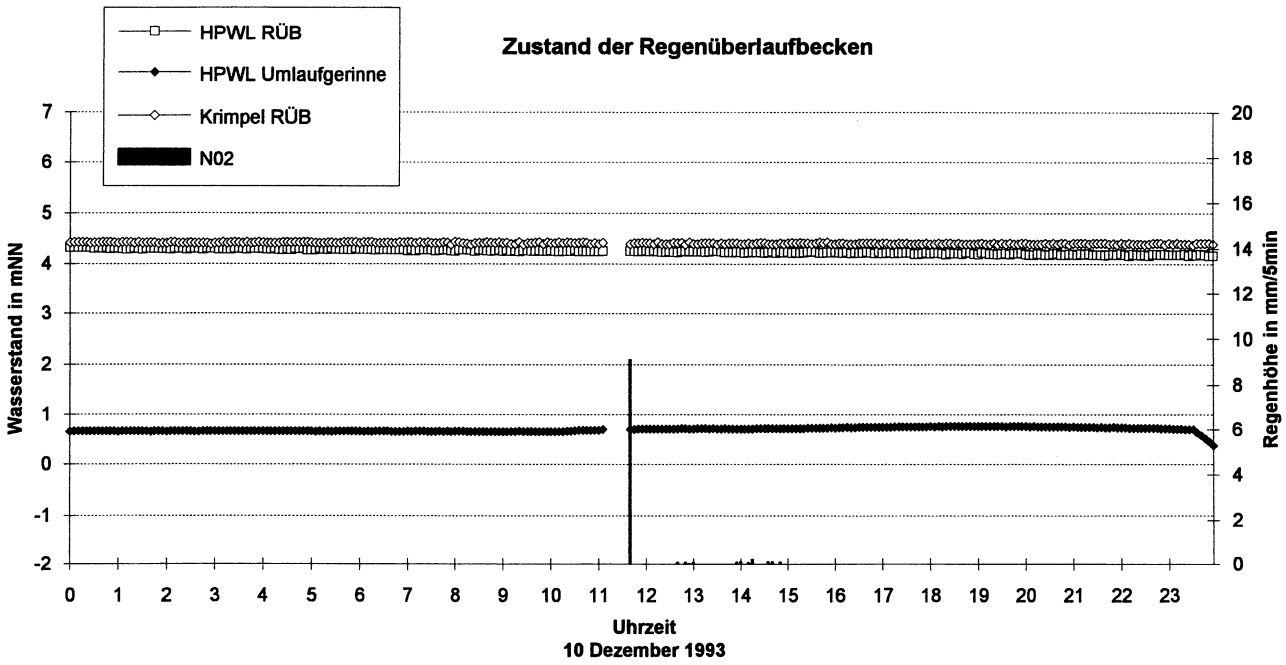


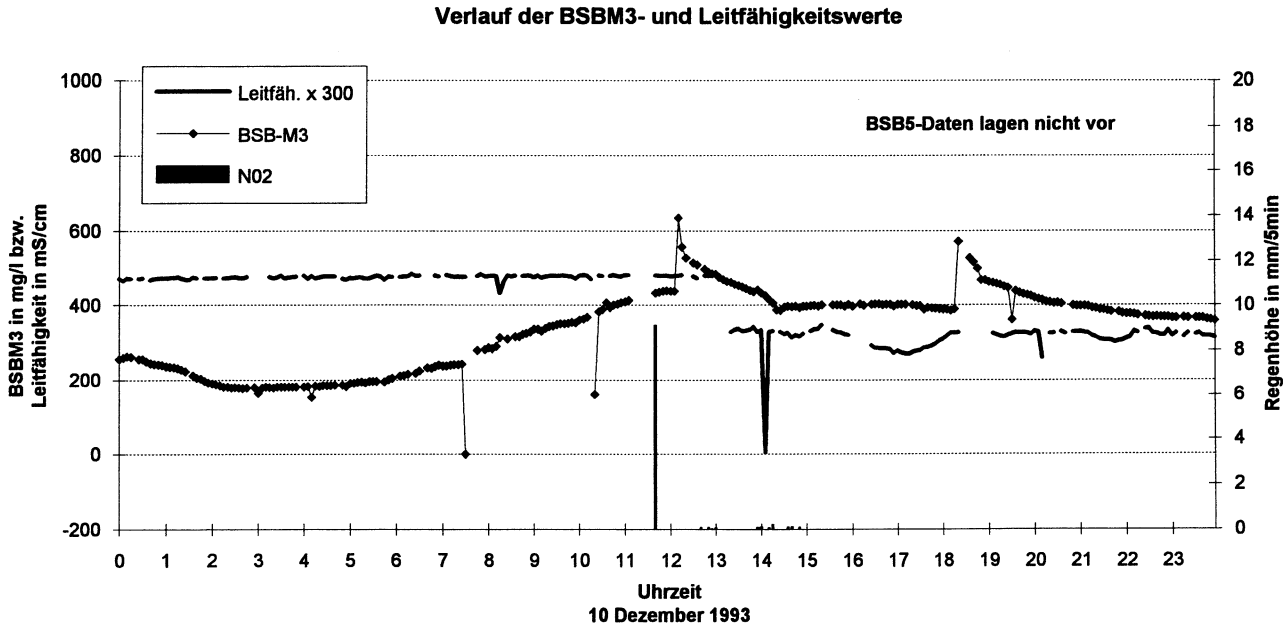
## Stauraumauslastung



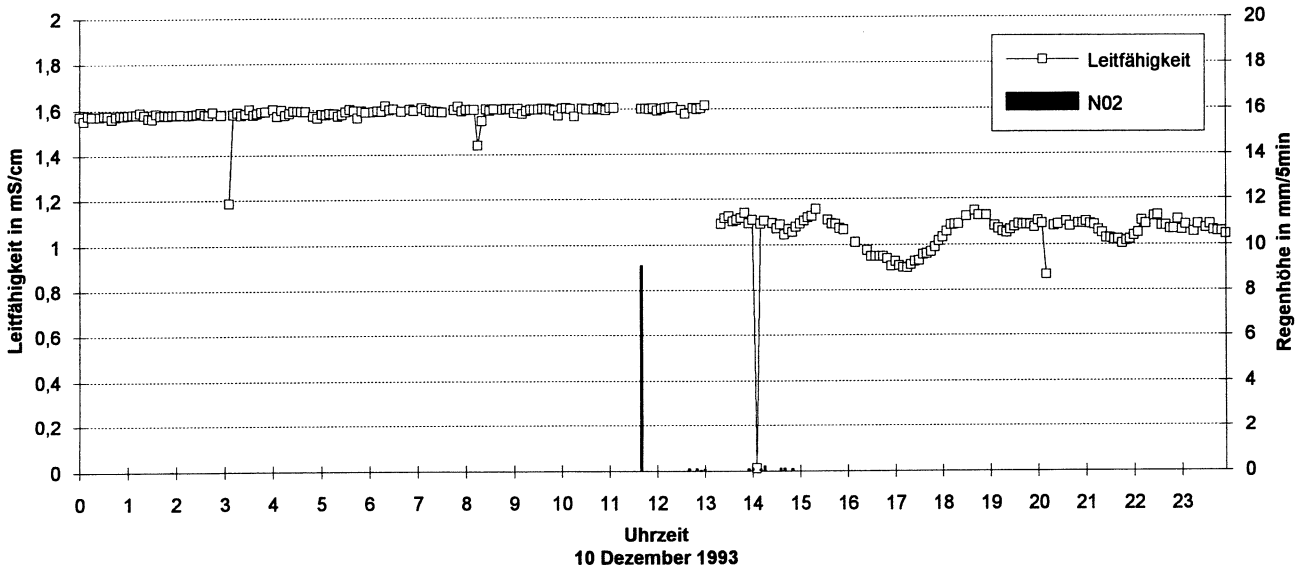

## Steuerungsstrategie



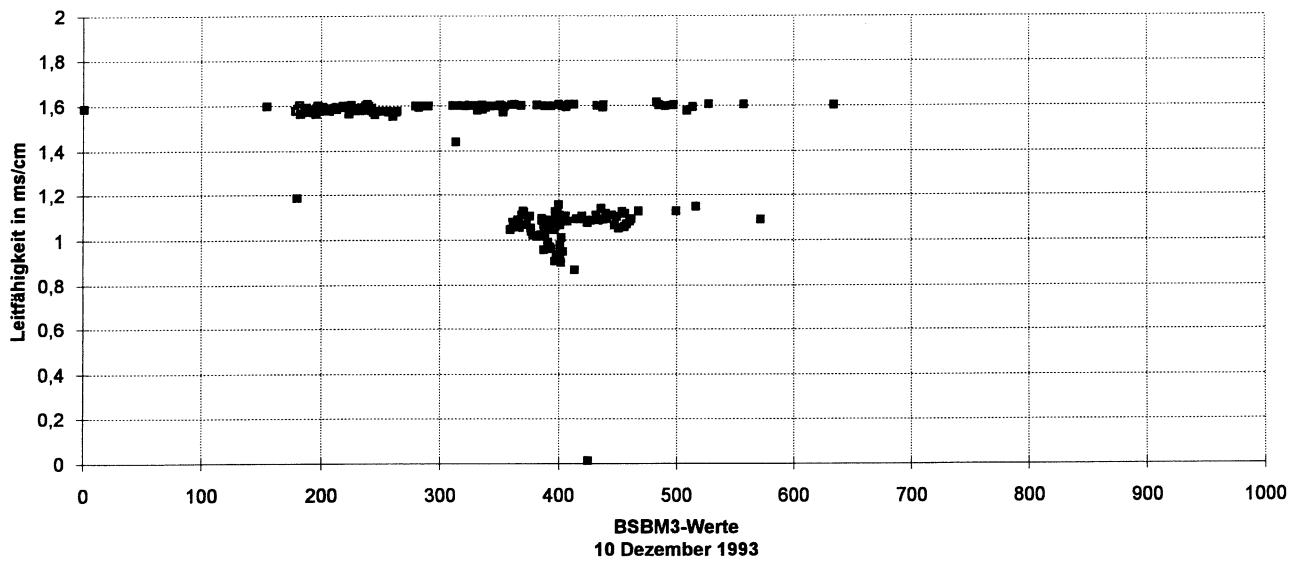

Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993

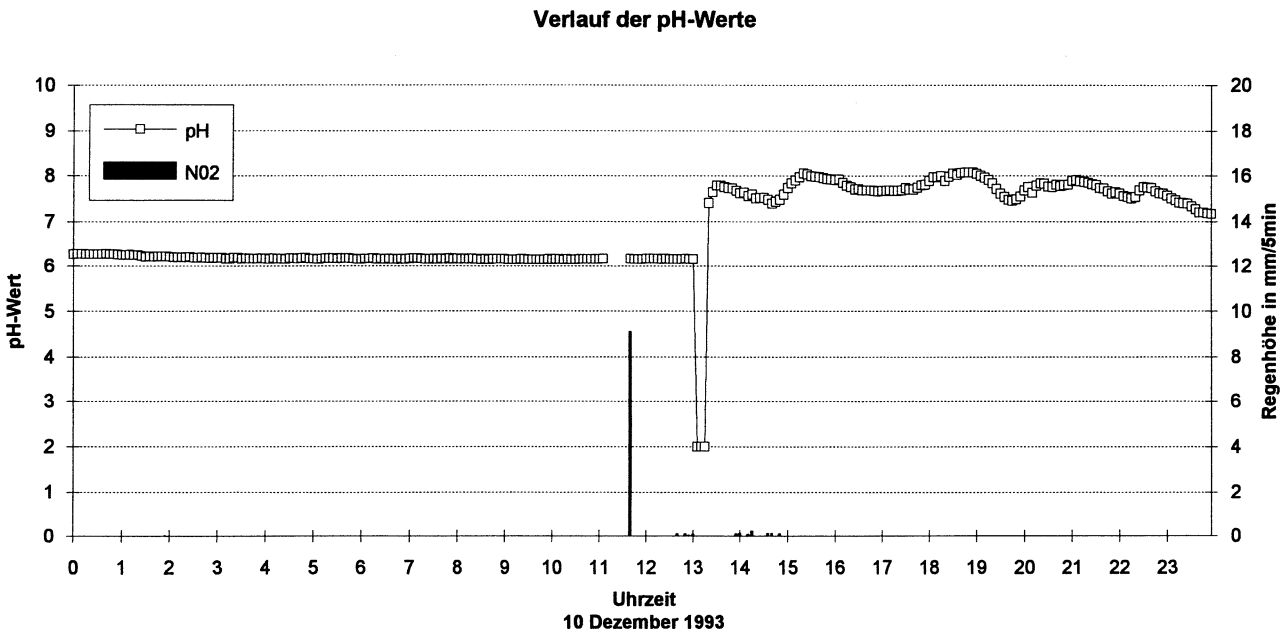

Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte
Leitfäh. x 300
BSB-M3
N02
BSB5-Daten lagen nicht vor
BSBM3 in mg/l bzw.
Leitfähigkeit in mS/cm
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993

## Verlauf der Leitfähigkeit

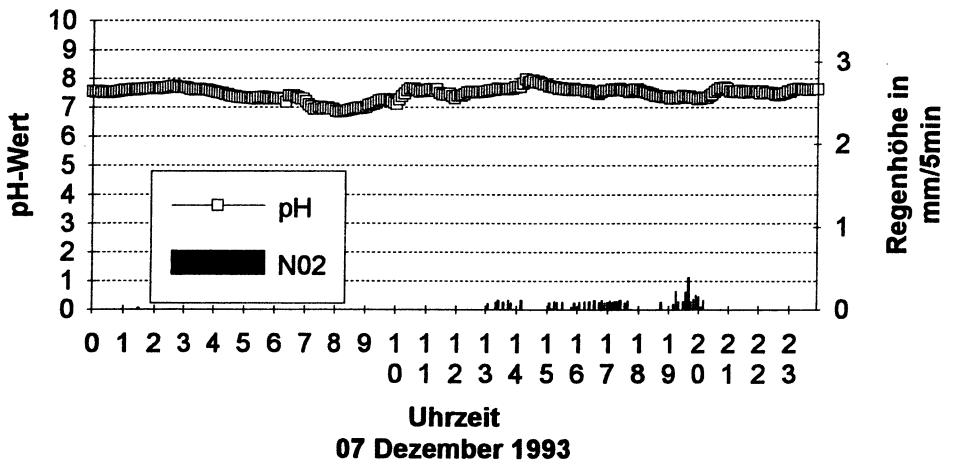



## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit

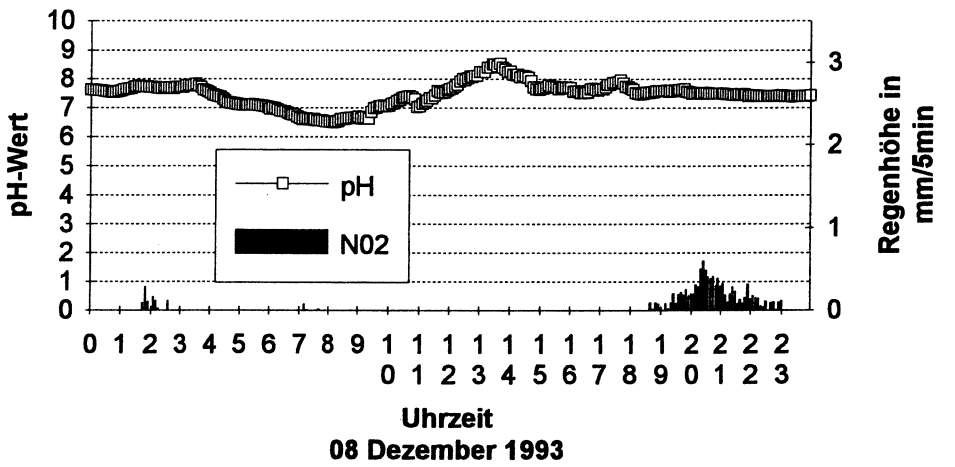



Verlauf der pH-Werte
pH
N02
pH-Wert
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993

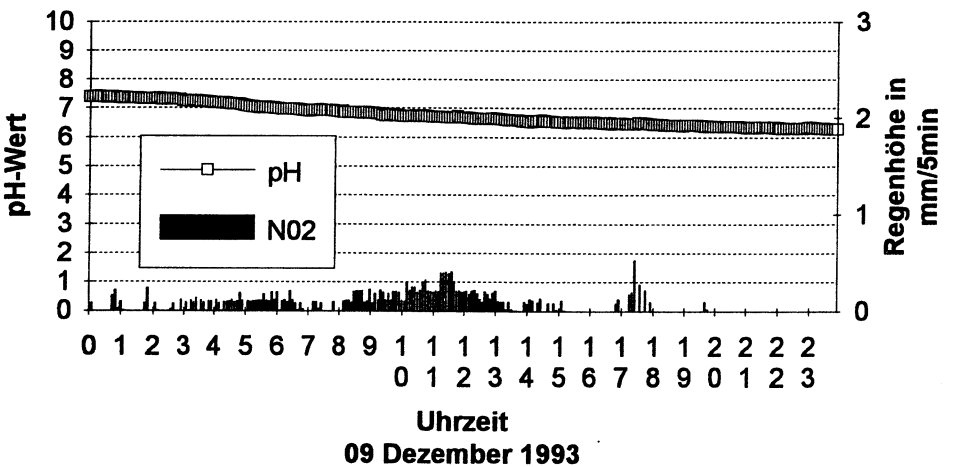
## Verlauf der pH-Werte



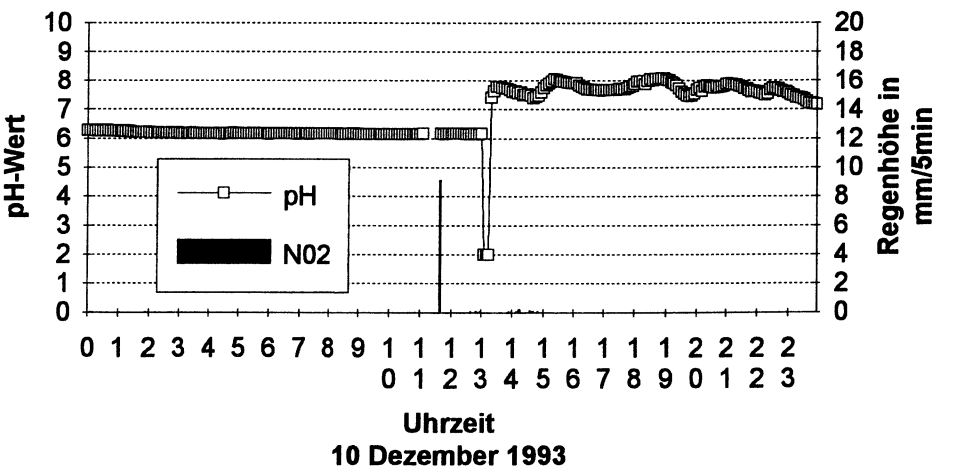

## Verlauf der pH-Werte



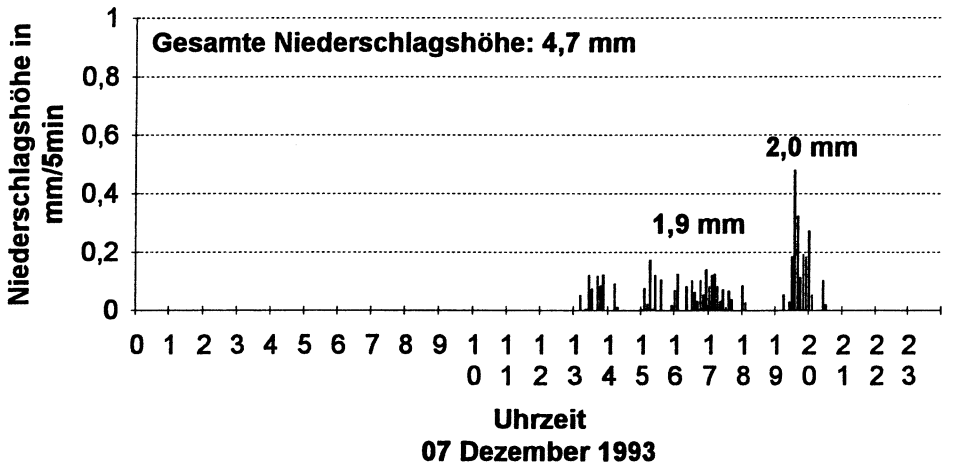

## Verlauf der pH-Werte



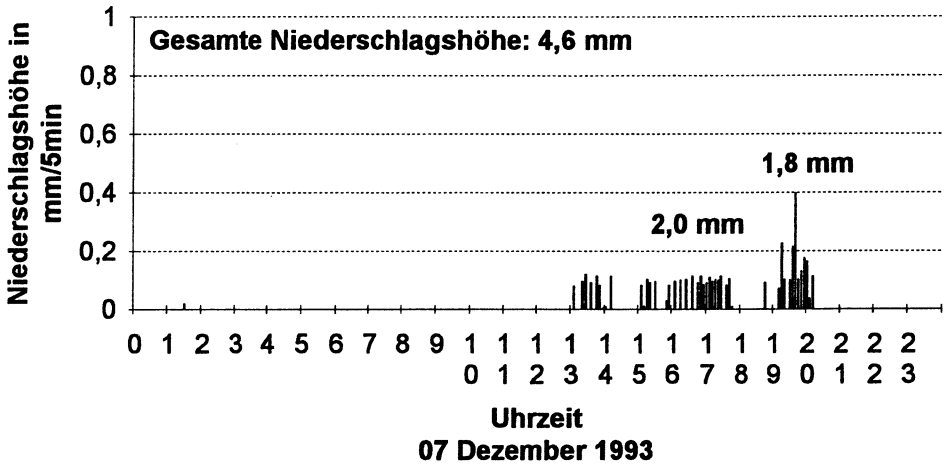

## Verlauf der pH-Werte



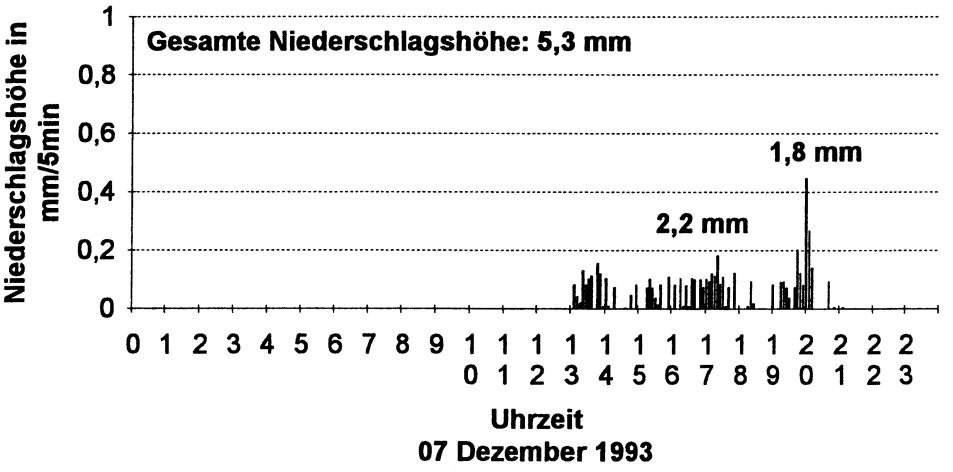
## Regenschreiber N01



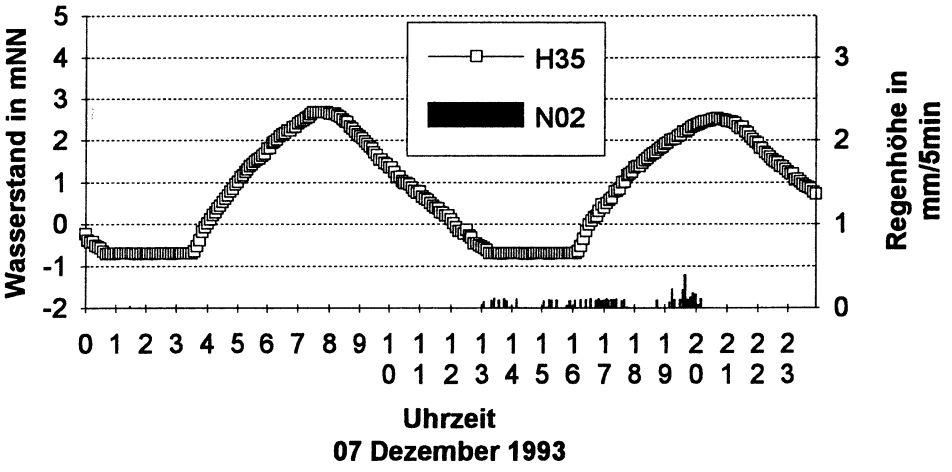

## Regenschreiber N02



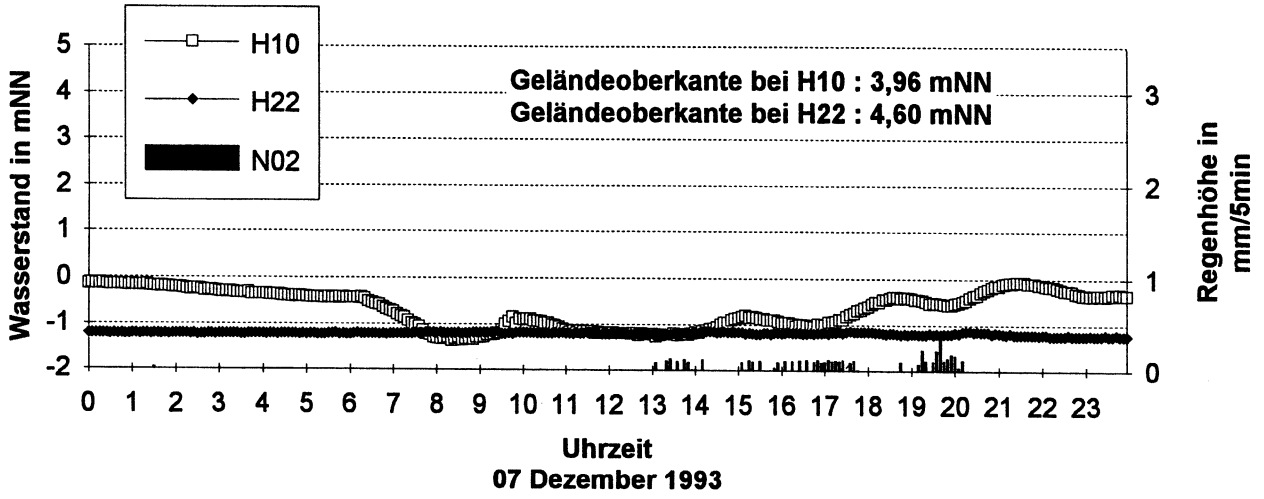

## Regenschreiber N03



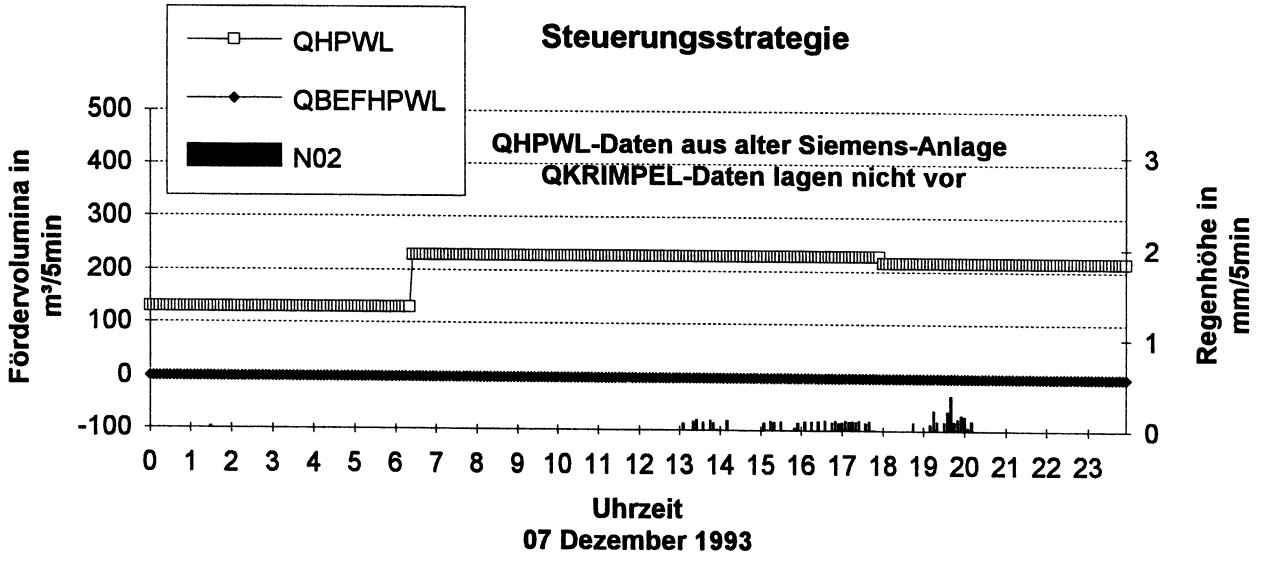

## Wasserstand der Weser



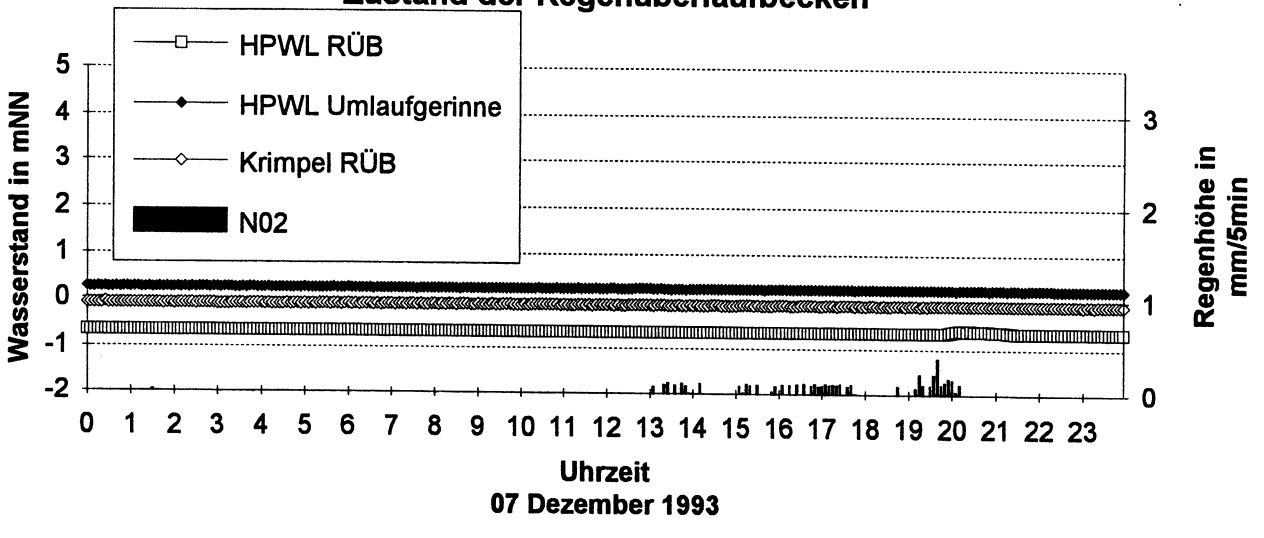
## Stauraumauslastung



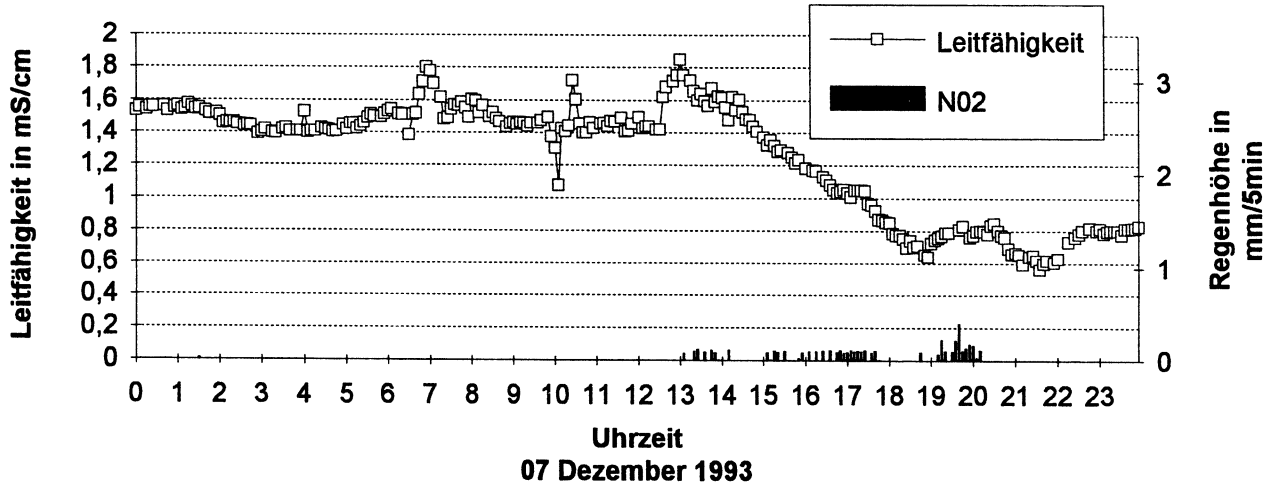

## Steuerungsstrategie



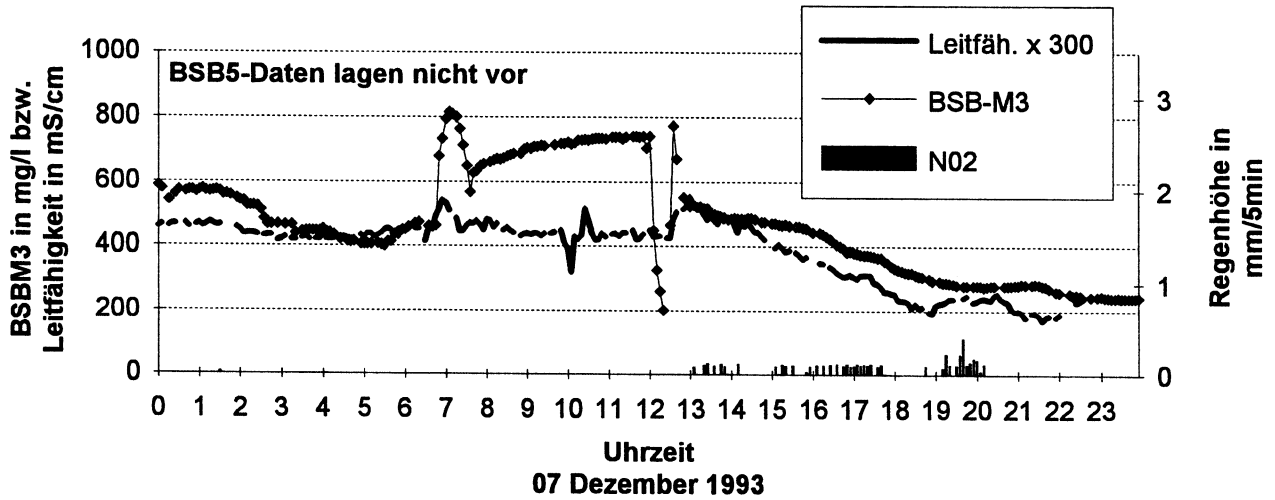

## Zustand der Regenüberlaufbecken



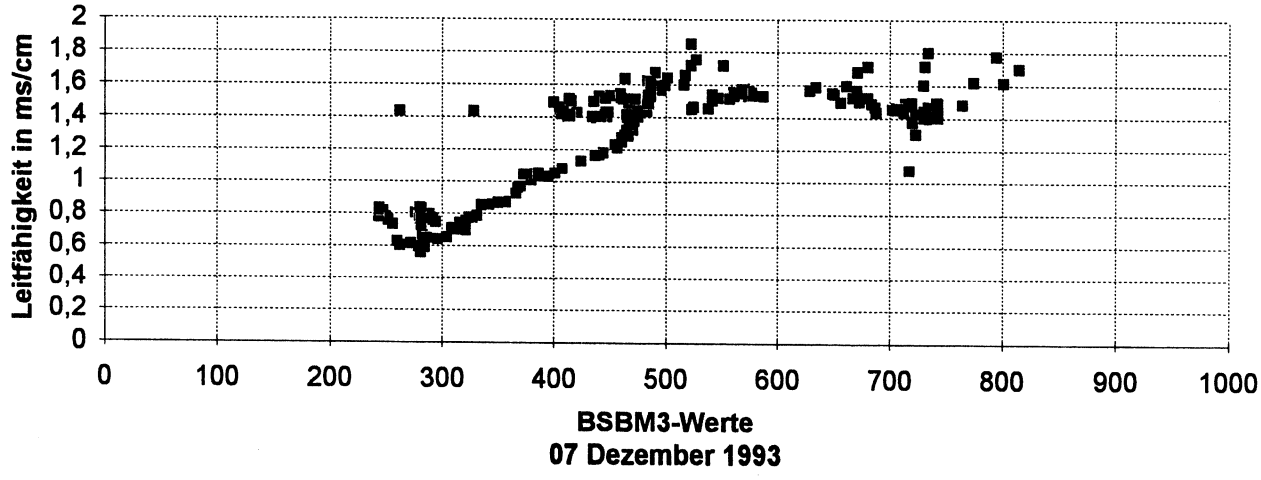
## Verlauf der Leitfähigkeit



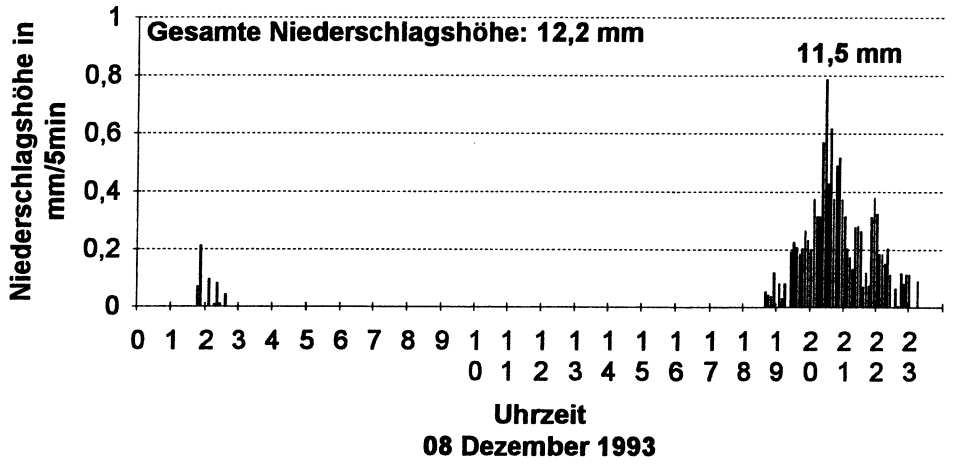

## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



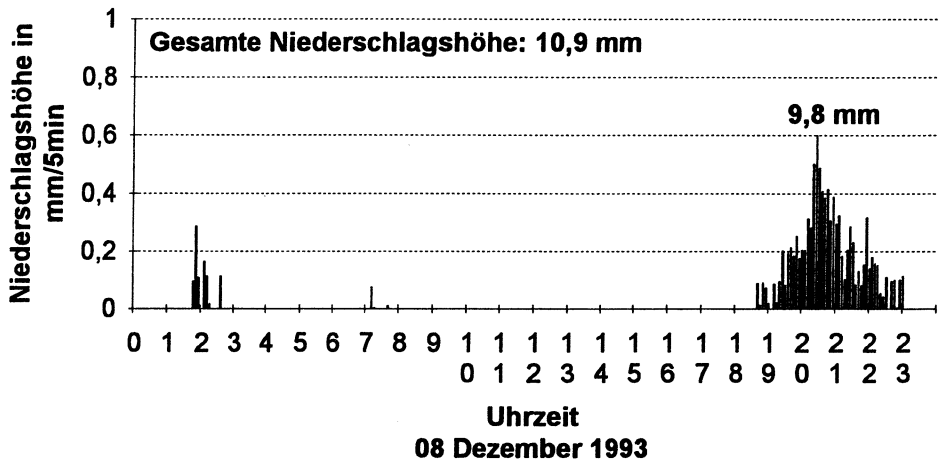

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



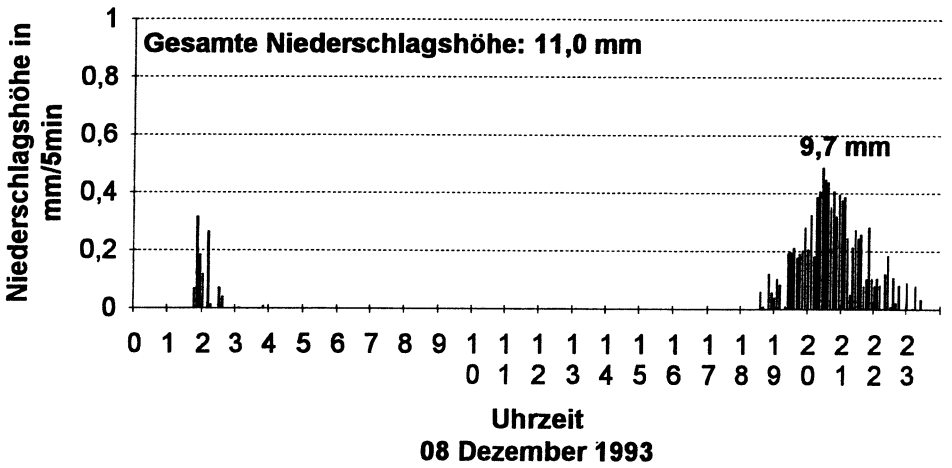
## Regenschreiber N01



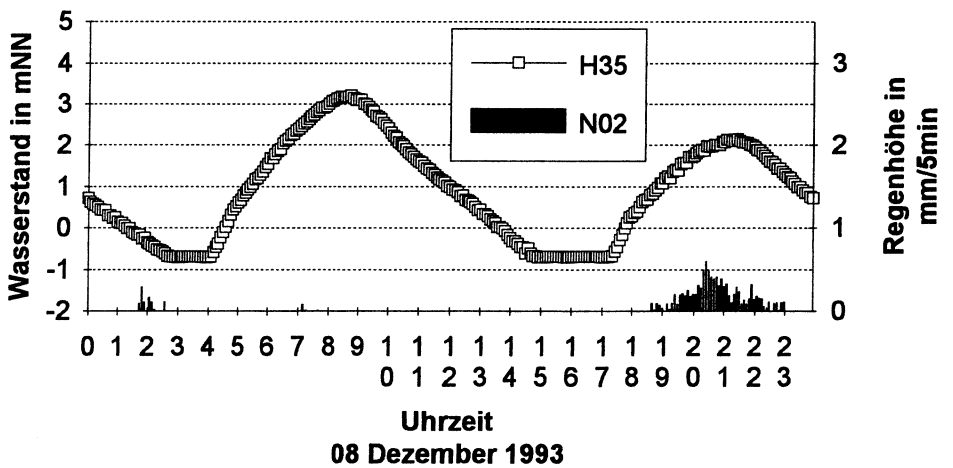

## Regenschreiber N02



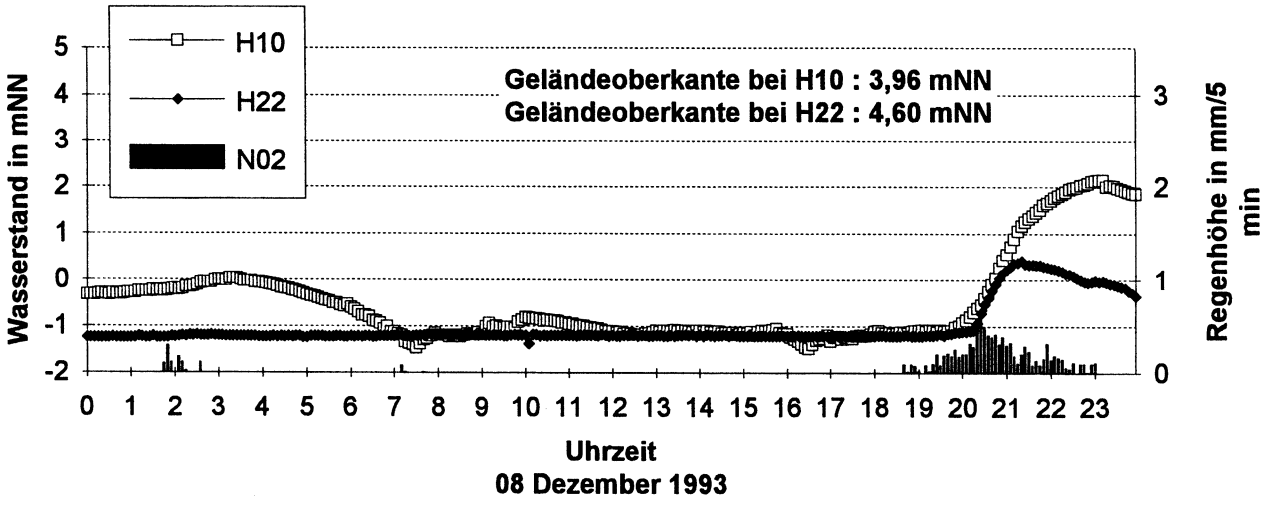

## Regenschreiber N03



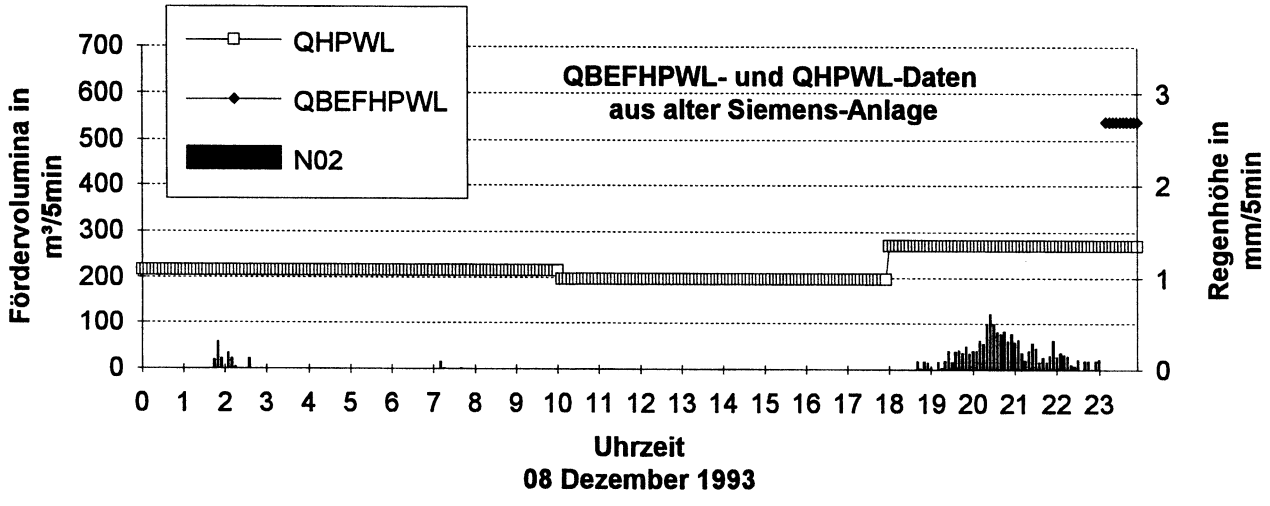

## Wasserstand der Weser



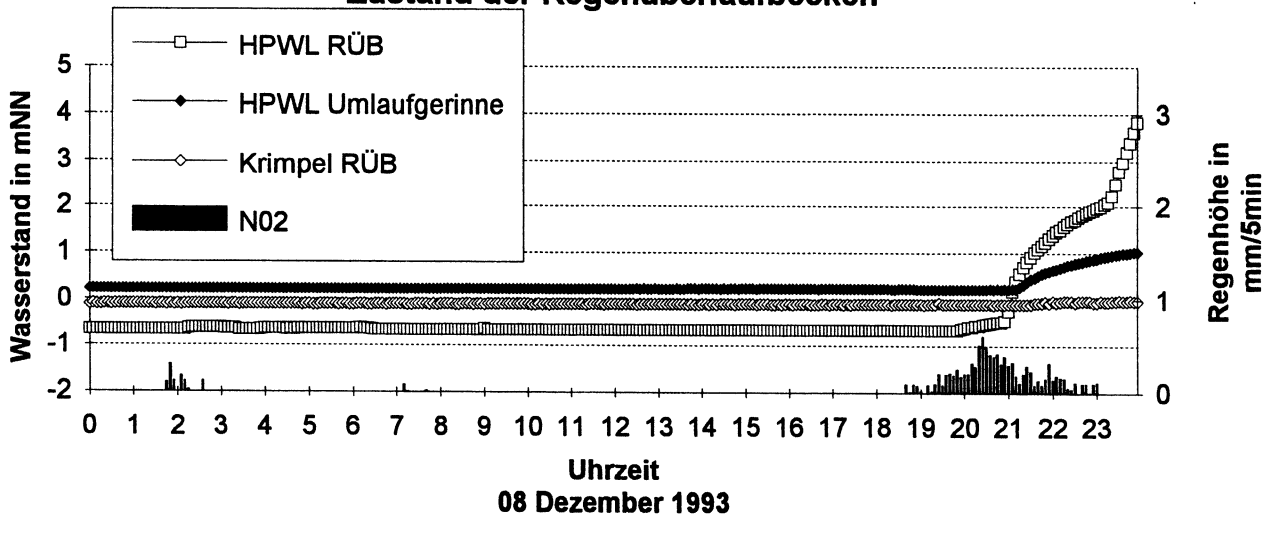
## Stauraumauslastung



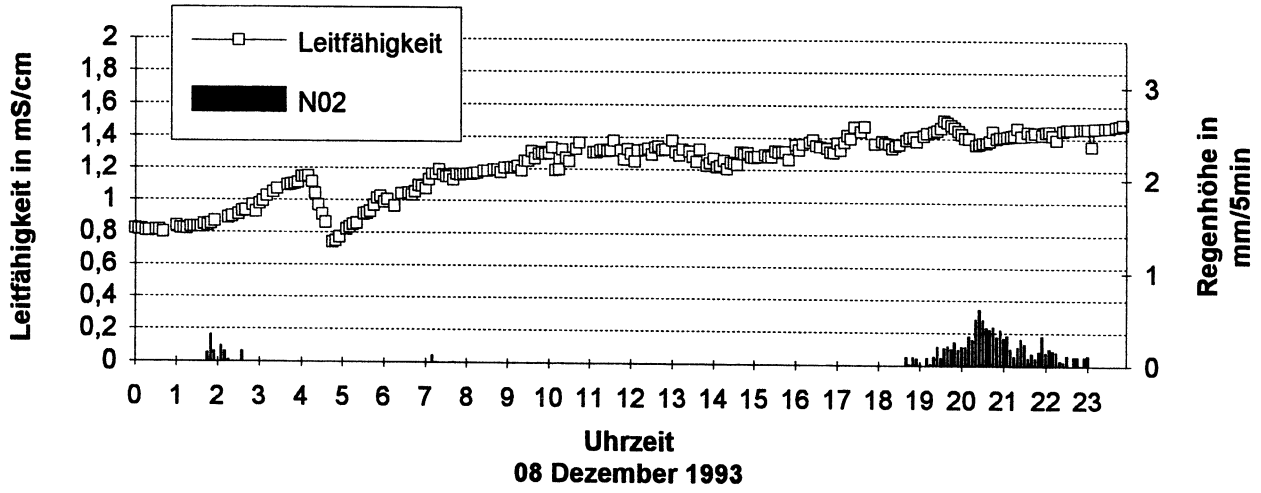

## Steuerungsstrategie



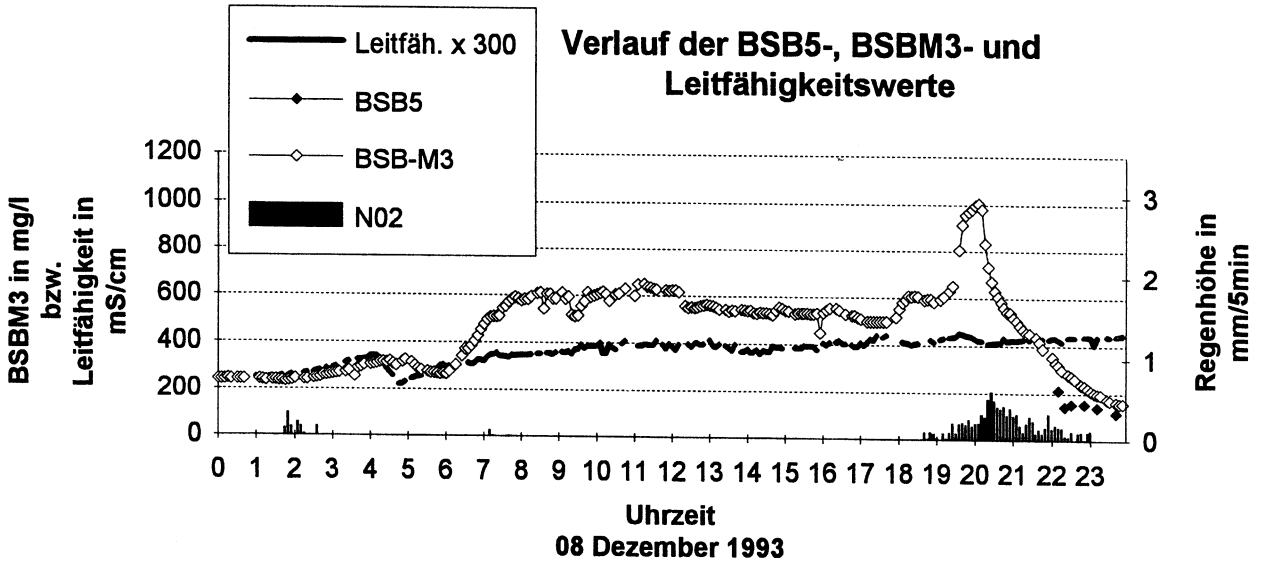

## Zustand der Regenüberlaufbecken



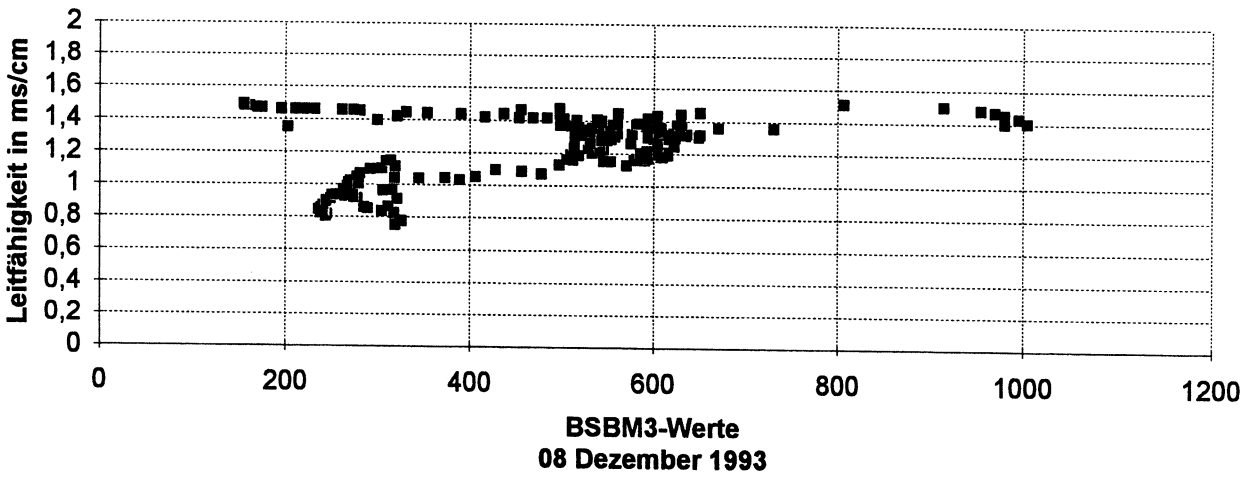
## Verlauf der Leitfähigkeit



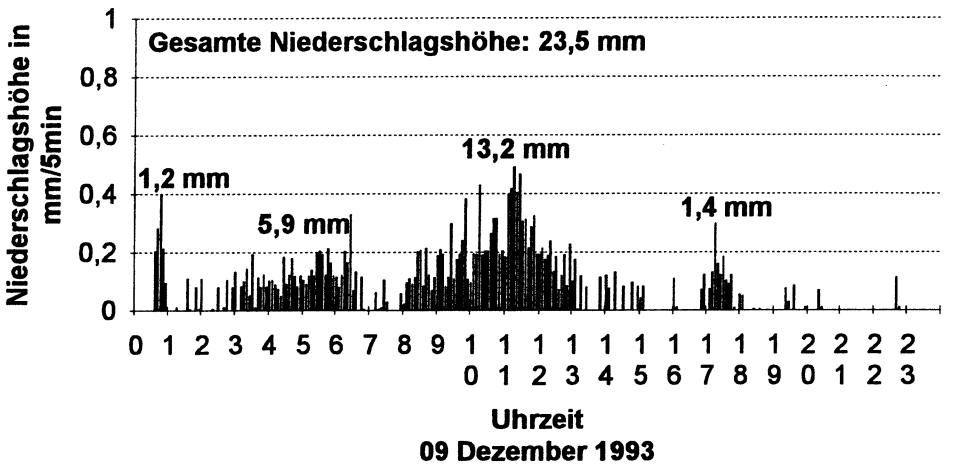

## Verlauf der BSB5-, BSBM3- und Leitfähigkeitswerte



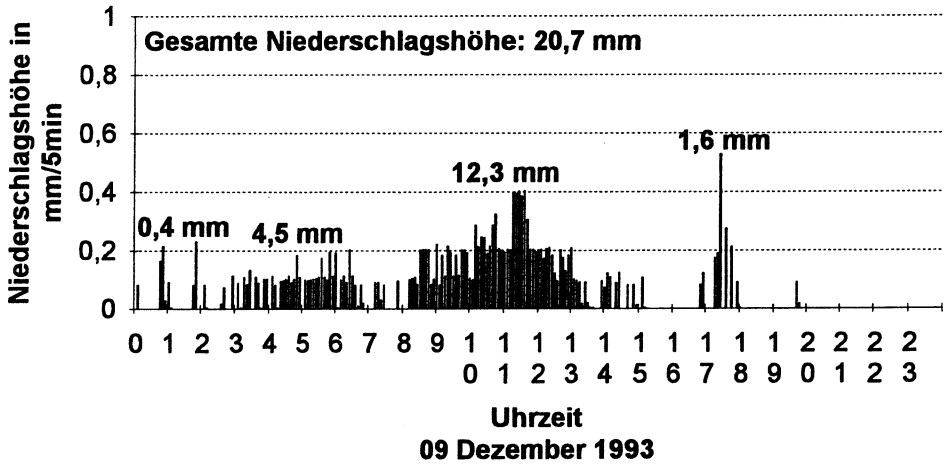

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



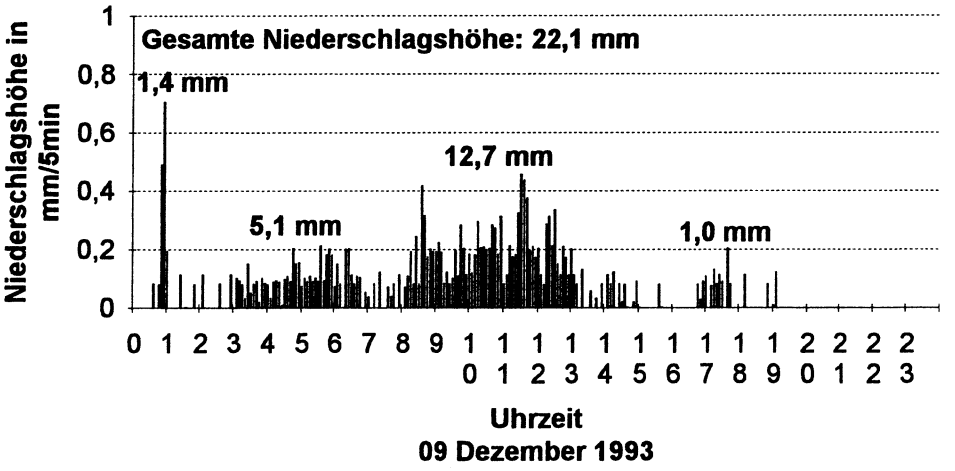
## Regenschreiber N01



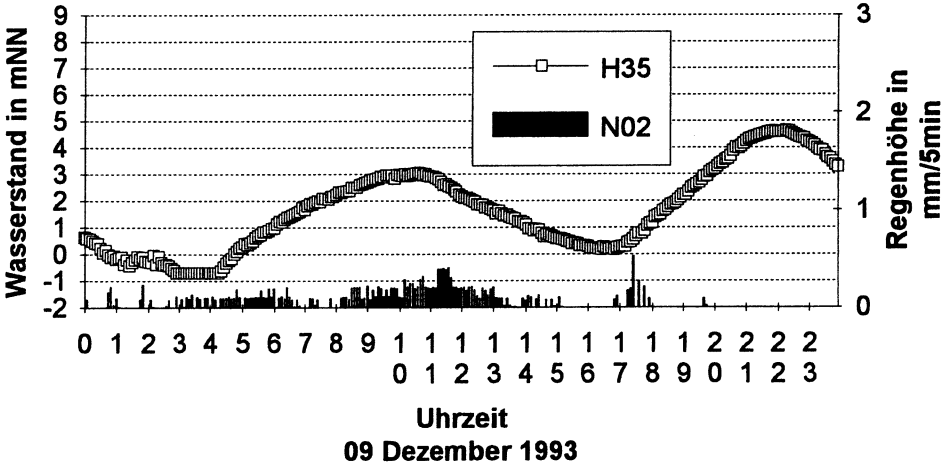

## Regenschreiber N02



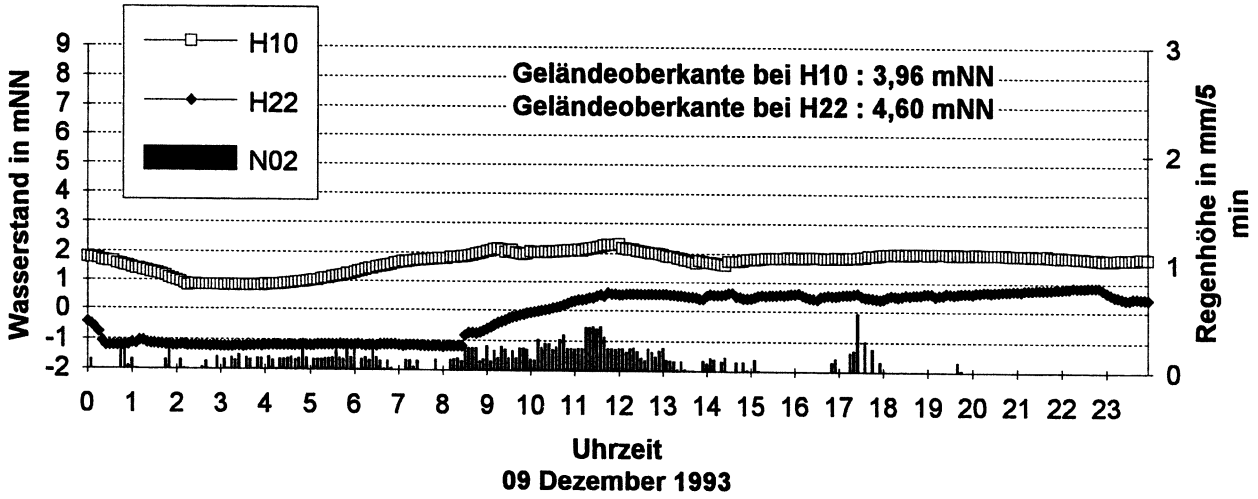

## Regenschreiber N03



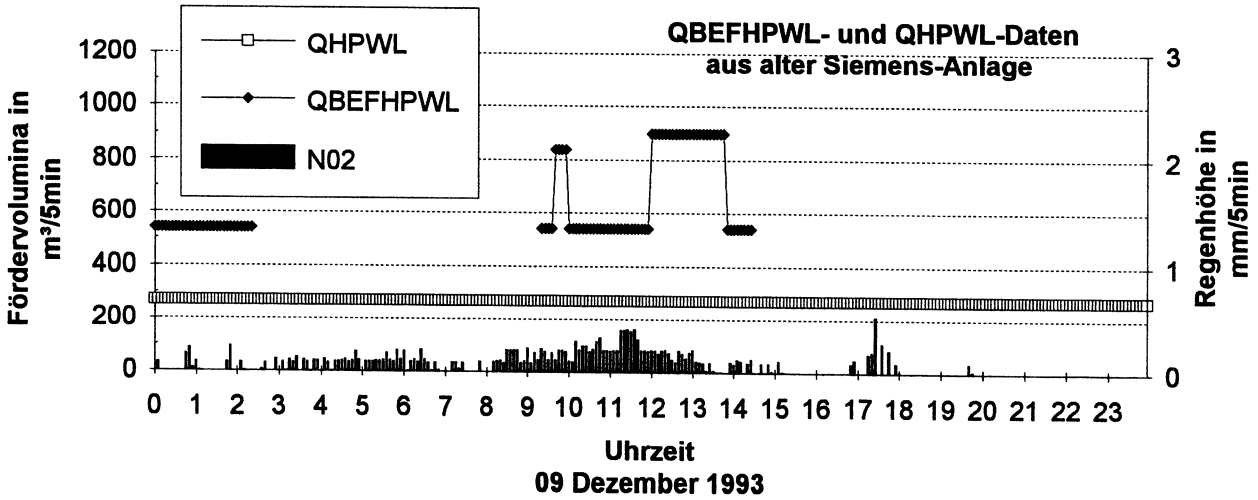

## Wasserstand der Weser



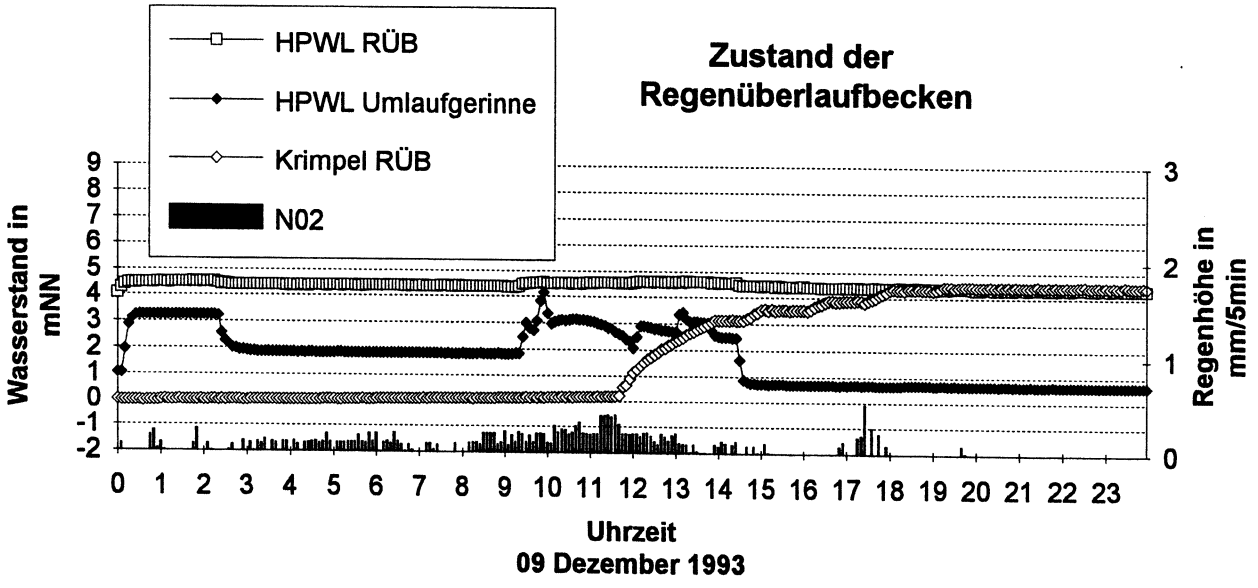
## Stauraumauslastung



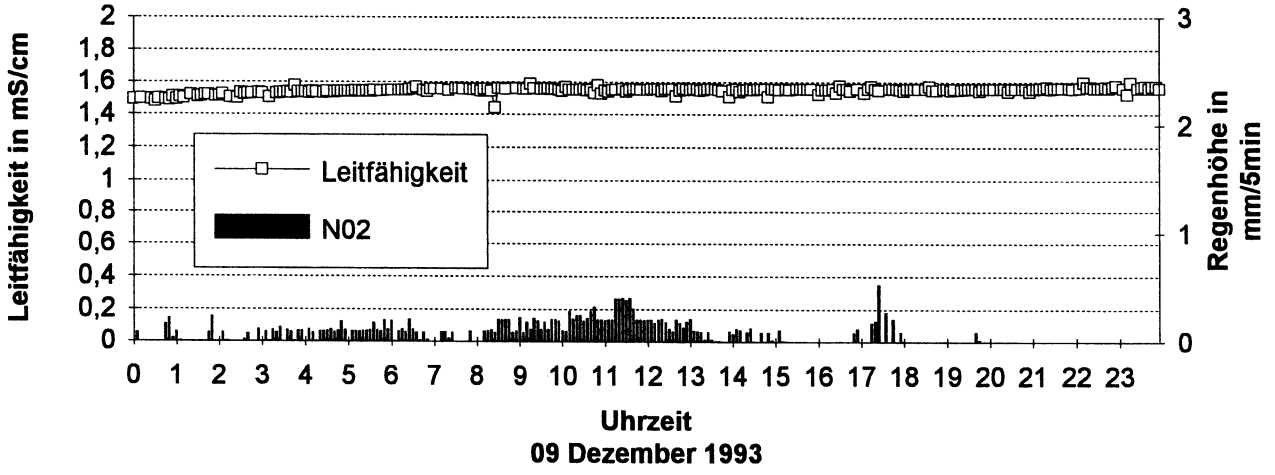

## Steuerungsstrategie

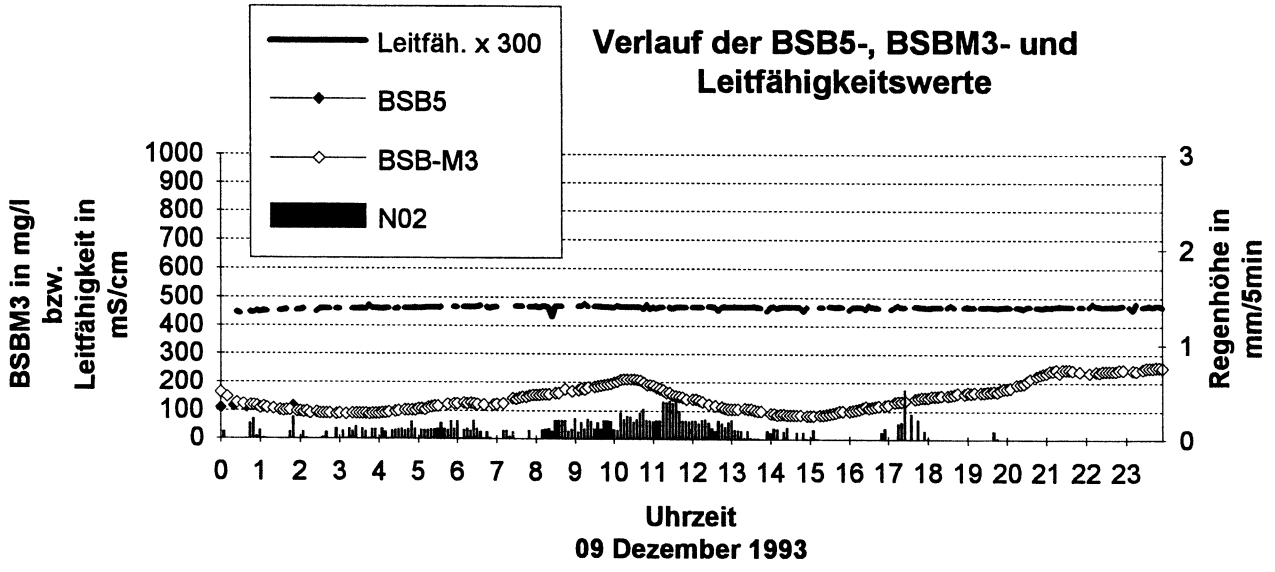



## Zustand der Regenüberlaufbecken

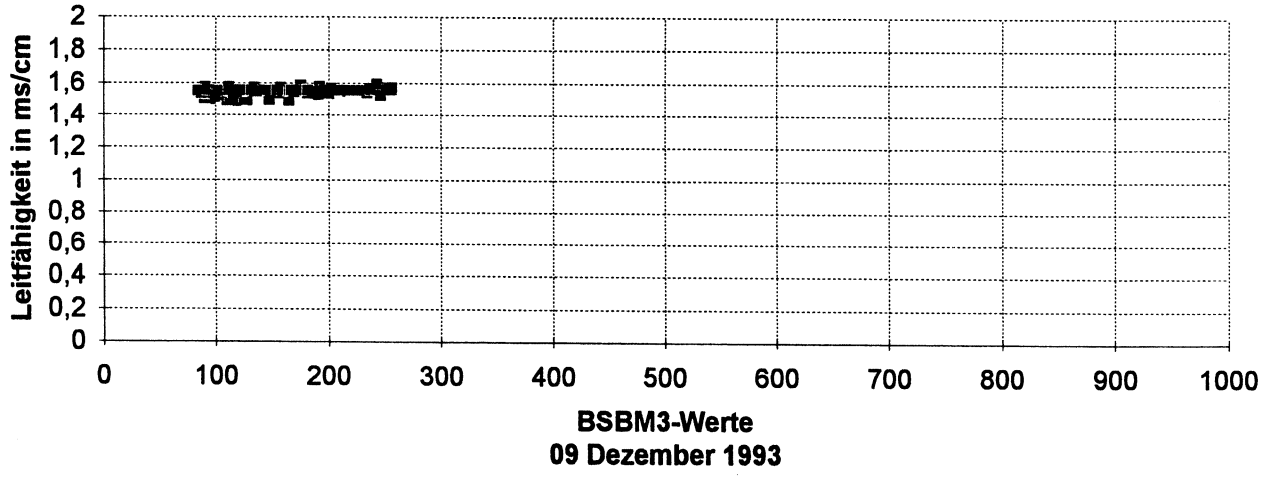


## Verlauf der Leitfähigkeit

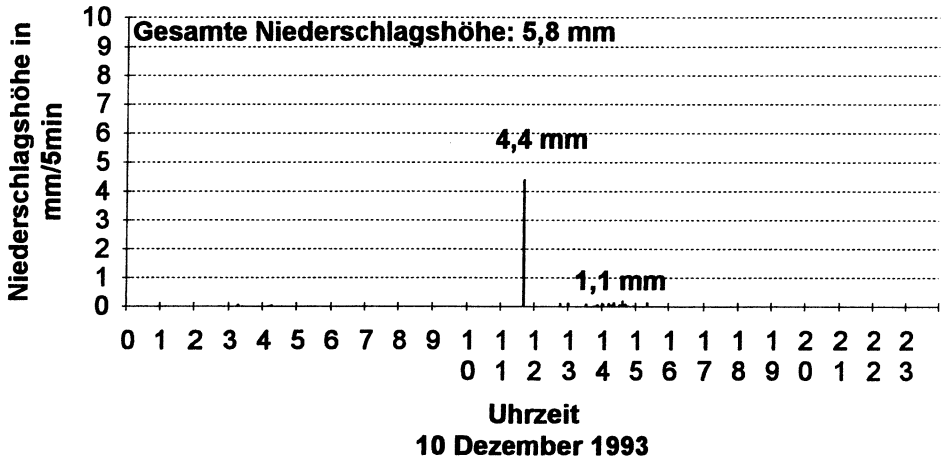


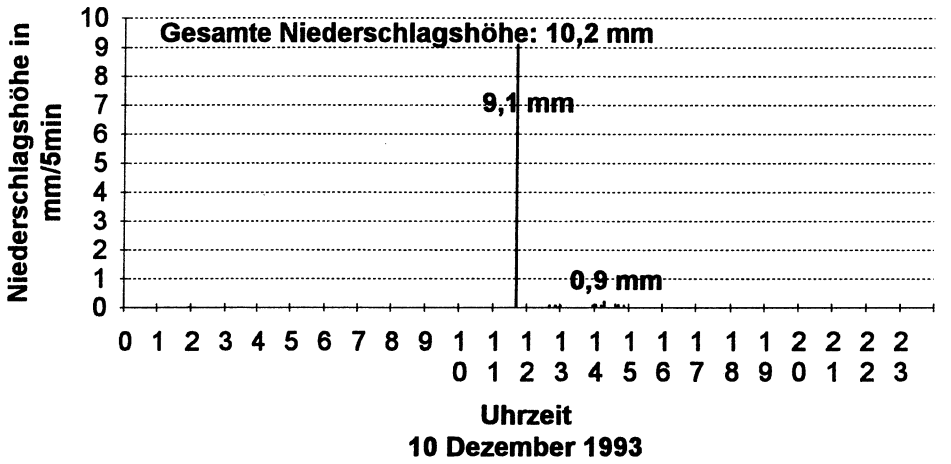

## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit



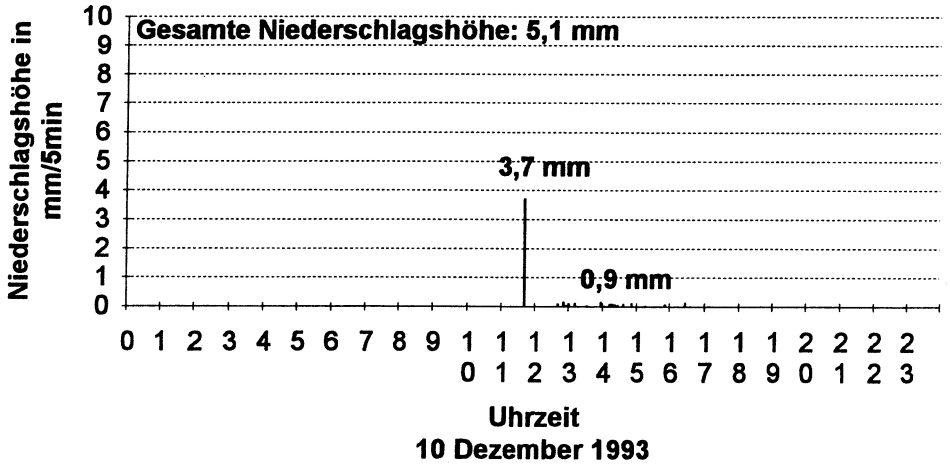
## Regenschreiber N01



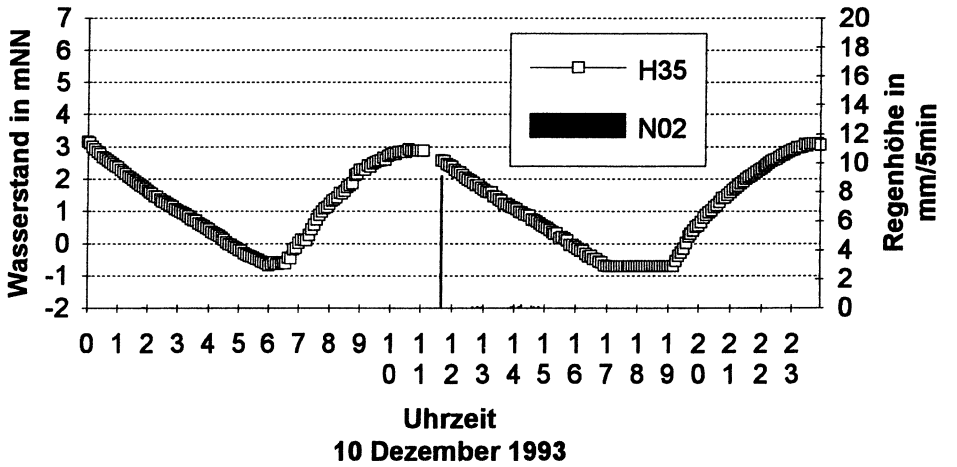

## Regenschreiber N02

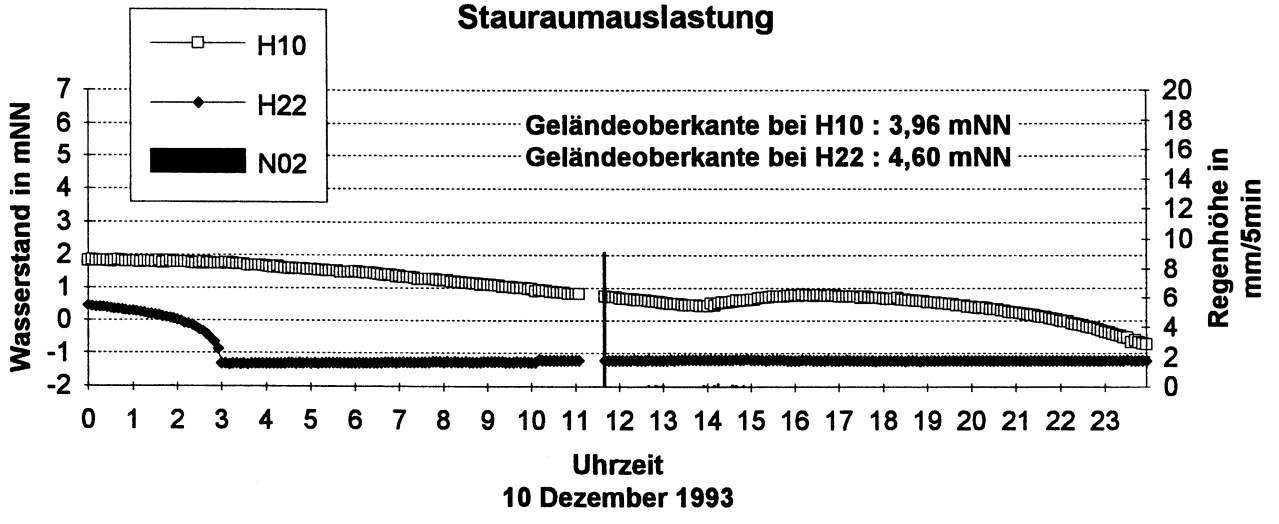


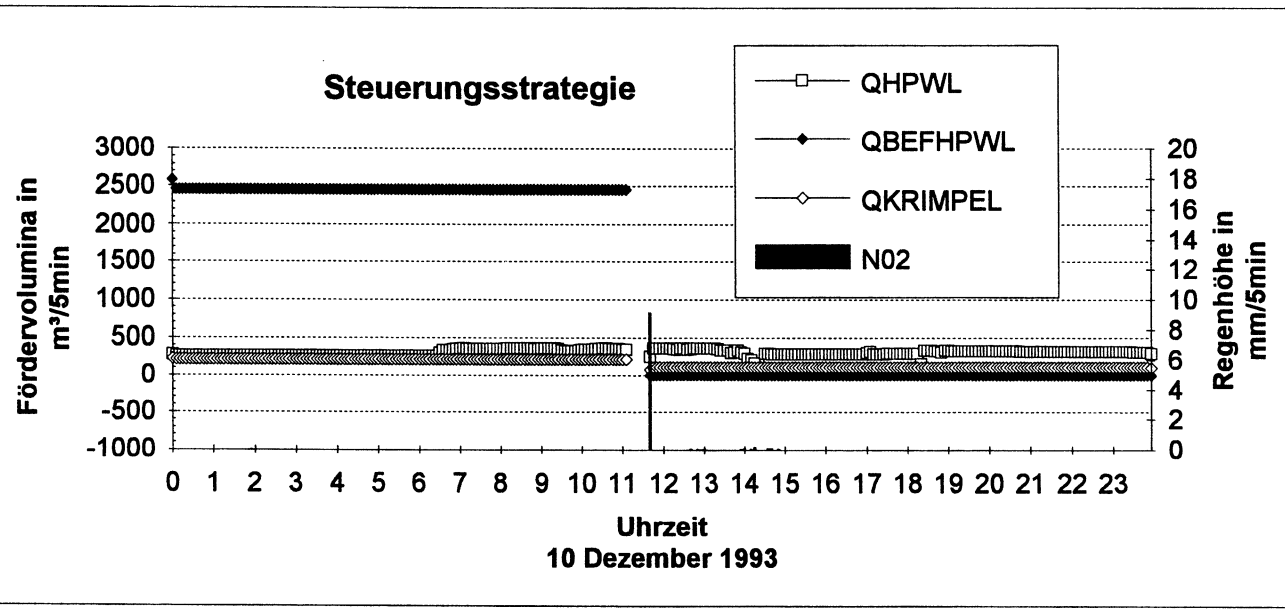

## Regenschreiber N03

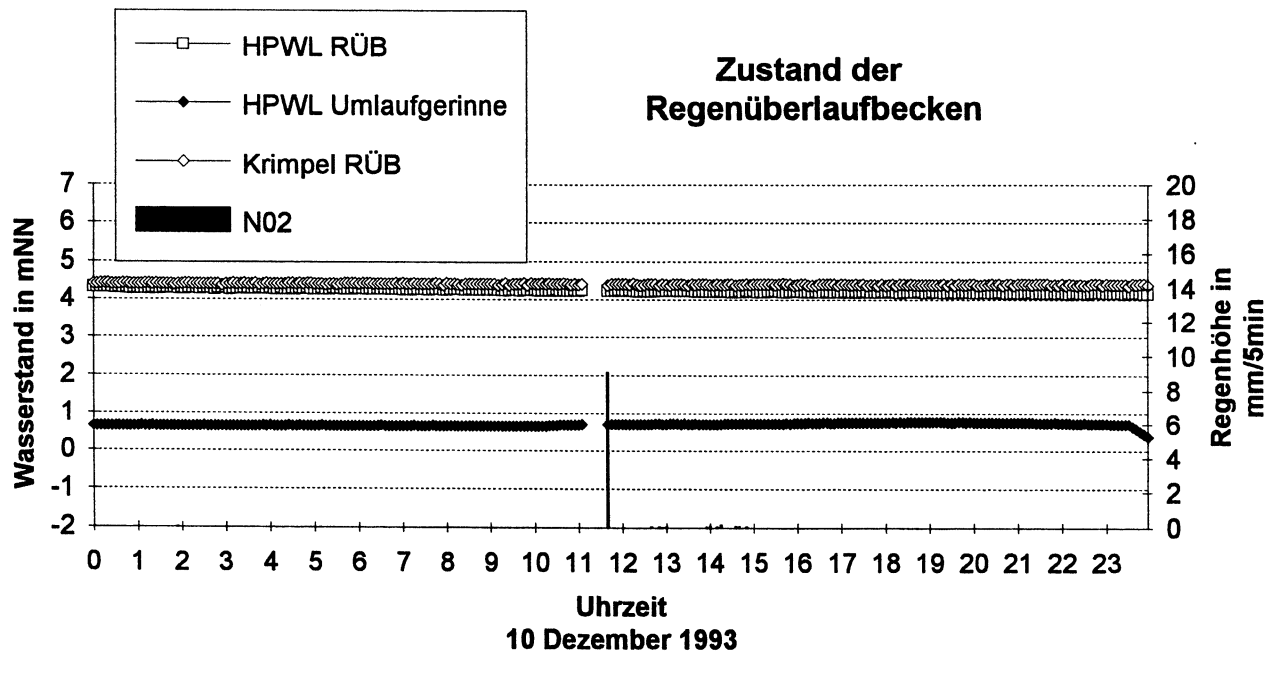



## Wasserstand der Weser

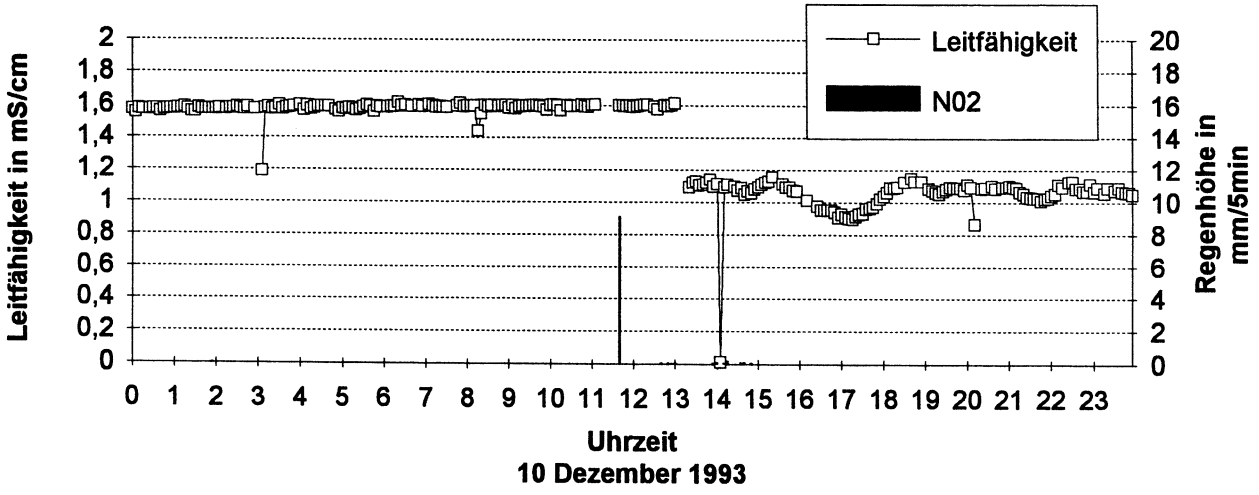



Stauraumauslastung
H10
H22
N02
Geländeoberkante bei H10 : 3,96 mNN
Geländeoberkante bei H22 : 4,60 mNN
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993

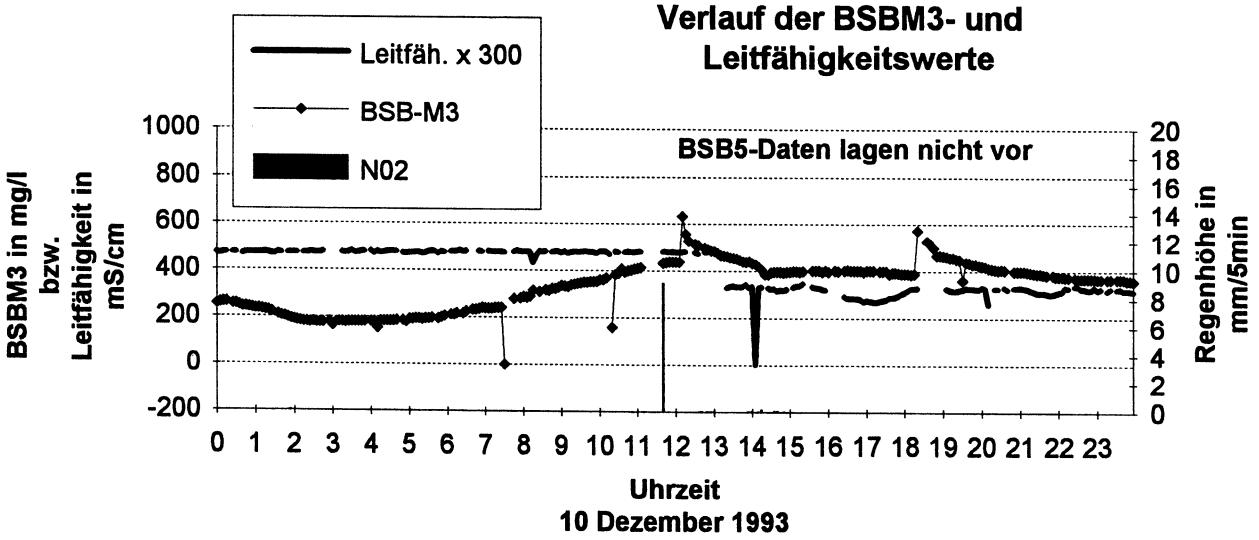

Steuerungsstrategie
QHPWL
QBEFHPWL
QKRIMPEL
N02
Fördervolumina in m³/5min
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993


Zustand der Regenüberlaufbecken
HPWL RÜB
HPWL Umlaufgerinne
Krimpel RÜB
N02
Wasserstand in mNN
Regenhöhe in mm/5min
Uhrzeit
10 Dezember 1993

## Verlauf der Leitfähigkeit




## Verlauf der BSBM3- und Leitfähigkeitswerte




## Verhältnis zwischen BSB und Leitfähigkeit