



Retentionsfilterbecken L 202
Abwasser- und Bodenuntersuchungen

Abwasser- und Bodenuntersuchungen am Retentionsfilterbecken Landesstraße L 202 Hard-Bregenz (Emissionsmessstelle Bregenzerachbrücke)

Gesamtbearbeitung:

Umweltinstitut Vorarlberg
Abteilung Umweltanalytik
Christoph Scheffknecht

Amt der Vorarlberger Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft
Harald Prodingner

Probenahmen:

Rainer Florineth
Nobert Lerchster
Monika Schmieder

Bodenuntersuchungen:

Josef Scherer

Hydraulische Auswertungen:

Klaus Koch

Impressum:

Amt der Vorarlberger Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft
Josef-Huter-Straße 35
6901 Bregenz

Kontakt:

<http://www.vorarlberg.at>
wasserwirtschaft@vorarlberg.at
Telefon: +43 (0) 5574 /511-27405

Bregenz, April 2009

1. Einleitung

Im Winter 2002/03 erfolgte der Neubau der Landesstraßenbrücke L 202 über die Bregenzerache zwischen Hard und Bregenz samt der Rampenstrecken. Das 112 m lange Brückentragwerk weist eine Gesamtbreite von ca 15 m auf und besteht aus 3 Fahrspuren, einem Radfahrstreifen und beidseitigen Gehsteigen. In diesem Zuge wurden auch die Entwässerungsanlagen der Brücke und der südwestlichen Rampenstrecke neu errichtet. Aus einem Einzugsgebiet von ca 3.300 m² entwässert die Straßenanlage in Richtung Harder Gemeindegebiet.

Nach entsprechender Vorreinigung der Straßenwässer steht die Bregenzerache zur Einleitung der Verkehrsflächenwässer zur Verfügung, welche nach ca 1,7 km in den Bodensee mündet. Eine Versickerung vor Ort war aufgrund der bestehenden Schutzzone III für das Grundwasserpumpwerk 3, der Marktgemeinde Hard, nicht möglich.



Abbildung 1: Retentionsfilterbecken im Mai 2007 und März 2009

Als Reinigungsanlage wurde der Bau eines Retentionsfilterbeckens von der Bezirkshauptmannschaft Bregenz wasserrechtlich genehmigt. Nach diversen Vorgesprächen zwischen Vertretern des Umweltinstitutes und der Abteilungen Straßenbau und Wasserwirtschaft ergab sich die Möglichkeit eine Emissionsmessstelle samt Durchflussmessung in die geplante Entwässerungsanlage der L 202 (Schweizer Straße) zu integrieren.

2. Zielsetzungen

Das Erfordernis zur Einrichtung dieser Messstelle ergab sich aus gesetzlichen Regelungen (zB Wasserrechtsgesetz, Allgemeine Abwasseremissionsverordnung etc.). Desweiteren sollte die Datenlage hinsichtlich der möglichen Emissionen durch Abwässer aus dem Straßenverkehr verbessert sowie das Reinigungs- und Rückhaltevermögen von Vorreinigungsanlagen (Sedimentationsanlagen, Retentionsfilterbecken) dokumentiert werden.

Der ausgewählte Straßenabschnitt ist aufgrund seiner Lage, der Verkehrsbelastung sowie der Erreichbarkeit für eine solche Messstelle sehr günstig gelegen. Der jahresdurchschnittliche Tagesverkehr liegt bei ca 26.000 KFZ/d. Davon entfallen ca 5 % auf den Schwerverkehr. Standorttypisch ist ein hoher Anteil an ampelbedingtem Stop and Go-Verkehr, und der relativ windexponierte Brückenabschnitt. Die für die Einrichtung der Messstelle erforderlichen baulichen Einrichtungen ließen sich im Zuge des Neubaus der Achsbrücke samt der entsprechenden Entwässerung kostensparend realisieren.

Für die Auswerte- und Interpretationsmöglichkeiten war auch die Niederschlagsdatenerfassung von Relevanz. Daher wurde in ca 1,4 km Entfernung eine bestehende Niederschlagsmessstelle mit Datenlogger nachgerüstet.



Abbildung 2: Venturigerinne und automatisches Probenahmegeräte im Messschacht

3. Beschreibung Retentionsfilterbecken und Messstellen

Im Detail besteht die Entwässerungs- und Messanlage aus folgenden Bauteilen:

- Zulaufleitung mit Stahlbetonrohr DN 400 und maximal 2 ‰ Gefälle; Dieser Durchmesser ergibt sich aus der zulässigen hydraulischen Belastung bei einem Starkregenereignis aus dem Einzugsgebiet. Dabei ist unter Berücksichtigung der Venturi-Einschnürung gewährleistet, dass Durchflussmengen bis 100 l/sec in der Mengenummessung erfasst werden können. Dies entspricht unter Berücksichtigung der Einzugsgebietsfläche von 0,35 ha einem 10-jährlichen Regenereignis der benachbarten NS-Messstelle Fußach ($r_{5,0,1} = 286 \text{ l/sec} \cdot \text{ha}$).
- Strom-Verteilerkasten mit Datensammler und separaten Netztrennern für die Messschächte, Überspannungsschutz bei Blitzschlag sowie Erdungseinrichtung;
- Zur Simultanmessung im Zu- und Ablauf zur bzw. von der Reinigungsanlage werden 2 Messschächte DN 2000 (Mengenummessungen und Probenahme) betrieben. Ein Messschacht ist unmittelbar vor dem Schlammfangschacht und ein weiterer nach dem Retentionsfilterbecken situiert.
- Zur Mengenummessung sind in den Messschächten jeweils Venturigerinne in U-Form mit definierten Abflusskurven eingebaut. Durch Echosensormessung wird im Minutenabstand ein Wasserstand (Durchfluss) aufgezeichnet.

- Zur Auswertung qualifizierter Stichproben ist in den Messschächten jeweils ein automatisches Probenahmegerät installiert. Damit können auch Stichproben am Beginn von Regenereignissen genommen werden.
- Schlammfangschacht mit 6,6 m³ Nutzvolumen, Zulaufverzögerungsblech und Tauchbogen beim Ablauf
- Kontrollschacht mit manuell schiebergesteuertem Umgehungsgerinne DN 200 als Bypassleitung für Reinigungs- und Instandhaltungszwecke
- Retentionsfilterbecken mit erosionssicherem Einlauf und ca 330 m² Filterfläche (250 m³ Beckenvolumen); 30 cm begrünter Filter aus aufbereitetem Humus; Trennfließ; 50 cm Filterkies 8/16; 2 x 35 lfm Sickerstränge DN 200; Folienabdichtung;
- Sammelschacht für Sickerstränge und Bypassleitung
- Fertigteilmessschacht DN 2000 für Ablaufwerte
- Erosionsichere Ausleitung über Stahlbetonrohr DN 300 im Böschungsbereich der Bregenzerache

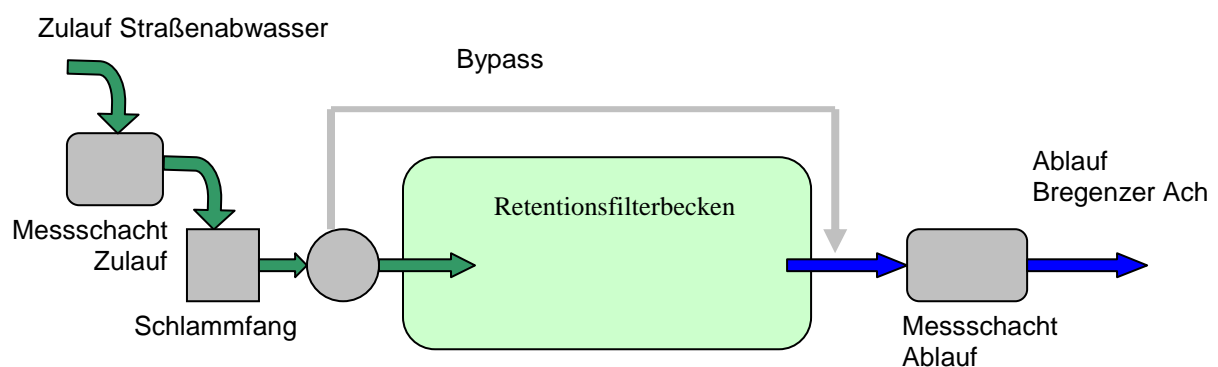


Abbildung 3: Schema der Emissionsmessstelle Bregenzerache

4. Ergebnisse der Abwasseruntersuchungen

Im Rahmen des Projekts wurden der Zulauf und der Ablauf des Retentionsfilterbeckens bei den Messschächten sowie der Schlammfang beprobt. Für die Ermittlung der Reinigungsleistung des Filterbeckens wurden 9 mengenproportionale Probenahmen des Zu- und Ablaufs durchgeführt.

Der Zulauf wurde zusätzlich anhand von Stichproben untersucht. Dabei wurde insbesondere auf die Erfassung einer Stichprobe zu Beginn eines Regenereignisses geachtet. Dazu erfolgte die Probenahme durch ein spezielles Probenahmegerät ca 2 min nach Anspringen des Zulaufs. Die Ergebnisse sind im Anhang in der *Tabelle 1* und der *Tabelle 2* zusammengefasst.

Zusätzlich zu den dort angeführten Parametern wurden bei vier Proben auch ausgewählte leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe sowie die Parameter Benzol, Toluol, Xylol und Ethylbenzol untersucht. Die Ergebnisse liegen alle unter der Nachweisgrenze von 0,3 µg/l und somit sind sie für die weitere Betrachtung von keiner Relevanz.



Abbildung 4: Mess- und Probenahmestelle im Ablauf sowie Filterbeckenzulauf in Bau

Beurteilung der Ablaufwerte

Eine Bewertung der Ergebnisse des Ablaufs ist anhand der allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV; BGBl 1996/186) möglich. Durch die Reinigung werden alle Grenzwerte eingehalten. Beim Parameter Abfiltrierbare Stoffe allerdings nur unter Anwendung der 4 von 5 Regel. Für viele Parameter, vor allem Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe, sind die Grenzwerte bereits im Zulauf, vor dem Schlammfang eingehalten. Die zulässigen Grenzwerte laut AAEV Fließgewässer sind in den *Anlagetabellen 1 und 2* angeführt.

Reinigungsleistung

Aus dem Verhältnis der jeweils korrespondierenden Zu- und Ablaufproben wurde die Elimination in Prozent für jeden Parameter ermittelt. Aus den Einzelergebnissen der 9 Beprobungsserien wurde der Median sowie das Minimum und das Maximum errechnet. Die so erhaltenen Ergebnisse sind in der *Abbildung 5* grafisch dargestellt.

Parameter, für die sich eine Reinigungsleistung durch das Retentionsfilterbecken ergibt, sind als grüne Balken dargestellt. Bei der Berechnung wurden auch negative Eliminationswerte (Anreicherung) erhalten, die als blaue Balken abgebildet werden. Dies bedeutet, dass sich die Gehalte einiger Parameter durch die Bodenpassage erhöhen. Dieser Befund trifft insbesondere auf die sehr gut wasserlöslichen Parameter zu. Für diese Substanzen ist auch keine Reinigungsleistung zu erwarten. Allerdings werden zusätzlich Salze aus dem Bodensubstrat ausgeschwemmt. Dies ist beim Parameter Phosphor gewässerschutztechnisch von besonderer Relevanz.

Die Qualität der Bodenschicht im Retentionsfilterbecken muss daher sorgfältig ausgewählt werden. Im gegenständlichen Fall wurde nährstoffreiche Erde (Komposterde) eingebaut. Betrachtet man den zeitlichen Verlauf im Falle der wasserlöslichen Parameter so ist kein Trend, also auch keine Abnahme der Konzentration feststellbar.

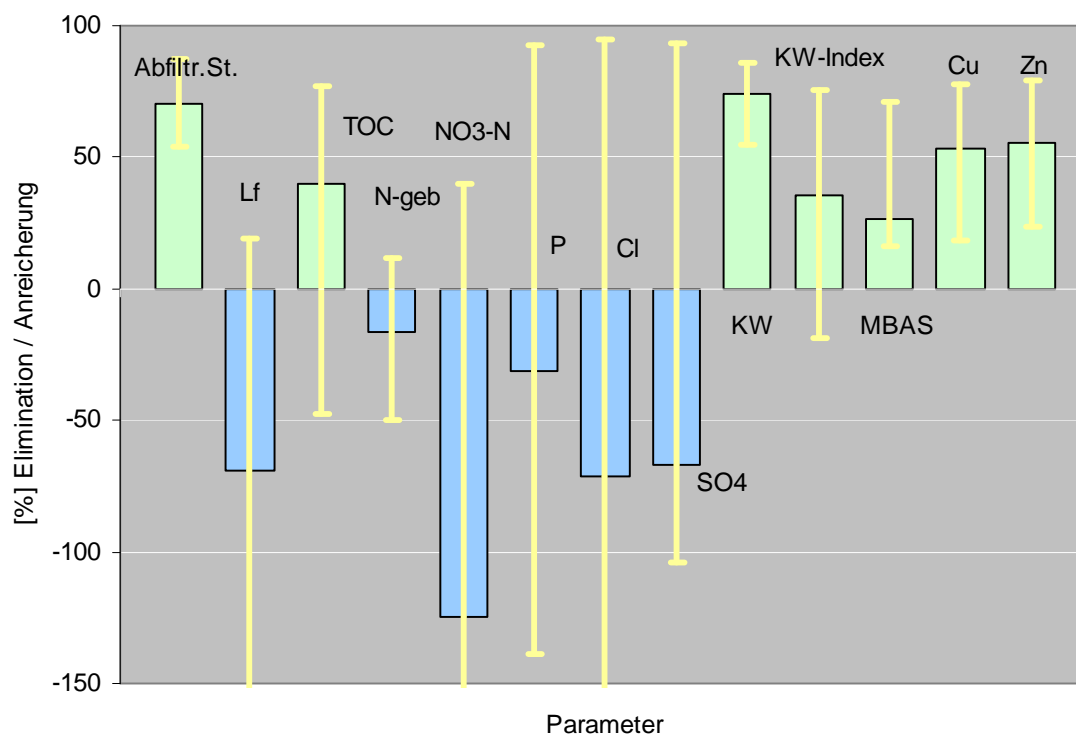


Abbildung 5: Elimination und Anreicherung ausgewählter Parameter

Zusätzlich zu den Abwasserproben wurde auch der Schlammfang beprobt, der seit der Inbetriebnahme nicht geleert wurde. Die Messergebnisse sind in der *Tabelle 3* im Anhang zusammengefasst. Die Werte sind mit denen von Klärschlämmen vergleichbar, wobei die Belastung mit Kohlenwasserstoffen darüber, die Phosphor- und Stickstoffwerte darunter liegen. Die Schwermetallwerte liegen im typischen Bereich für Klärschlämme. Der Inhalt des Schlammfangs ist unter die Schlüssel Nummer 94704 (gemäß ÖNORM S 2100) und damit als Abfall einzustufen. Nach drei Betriebsjahren haben sich um Schlammfang ca 0,75 m³ Sedimente abgesetzt.

5. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Die Bodenproben wurden in beiden Untersuchungsjahren entsprechend der Probenahmeskizze (*Abbildung 6*) entnommen, indem an den jeweils drei Einstichpunkten der drei Profile mit dem Split Tube Sampler (Dm. 52 mm) ein Bodenkern bis zum Vlies entnommen wurde. Im Jahr 2004 entsprach dies einer durchschnittlichen Tiefe von 30 cm, im Jahr 2006 nur mehr 25 cm. Die Probenkerne wurden in 5-cm-Abständen nach Tiefenstufen geteilt, die einzelnen Tiefenstufen je Profil zu Mischproben vereinigt.

Vom Jahr 2004 bis zum Jahr 2006 hat sich offenbar eine Veränderung des Bodens in der Form ergeben, dass das Profil um ca. 20 % eingengt wurde. Die Kunsterde, mit der das Sickerbett zunächst durchschnittlich 30 cm tief abgedeckt wurde, hat – wohl vorwiegend durch Mineralisierungsvorgänge der Organischen Substanz und durch Setzung – deutlich an Volumen verloren.

Aus diesem Grund werden in der Folge nicht die einzelnen Tiefenstufen miteinander verglichen, sondern die Mittelwerte der gesamten Bodenprofile.

Probenahmeskizze

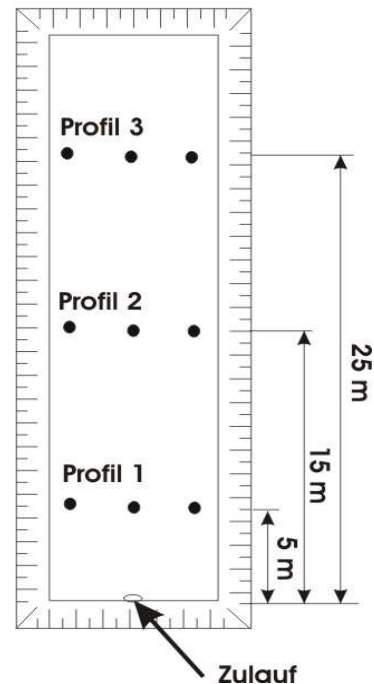


Abbildung 6: Probenahmeskizze

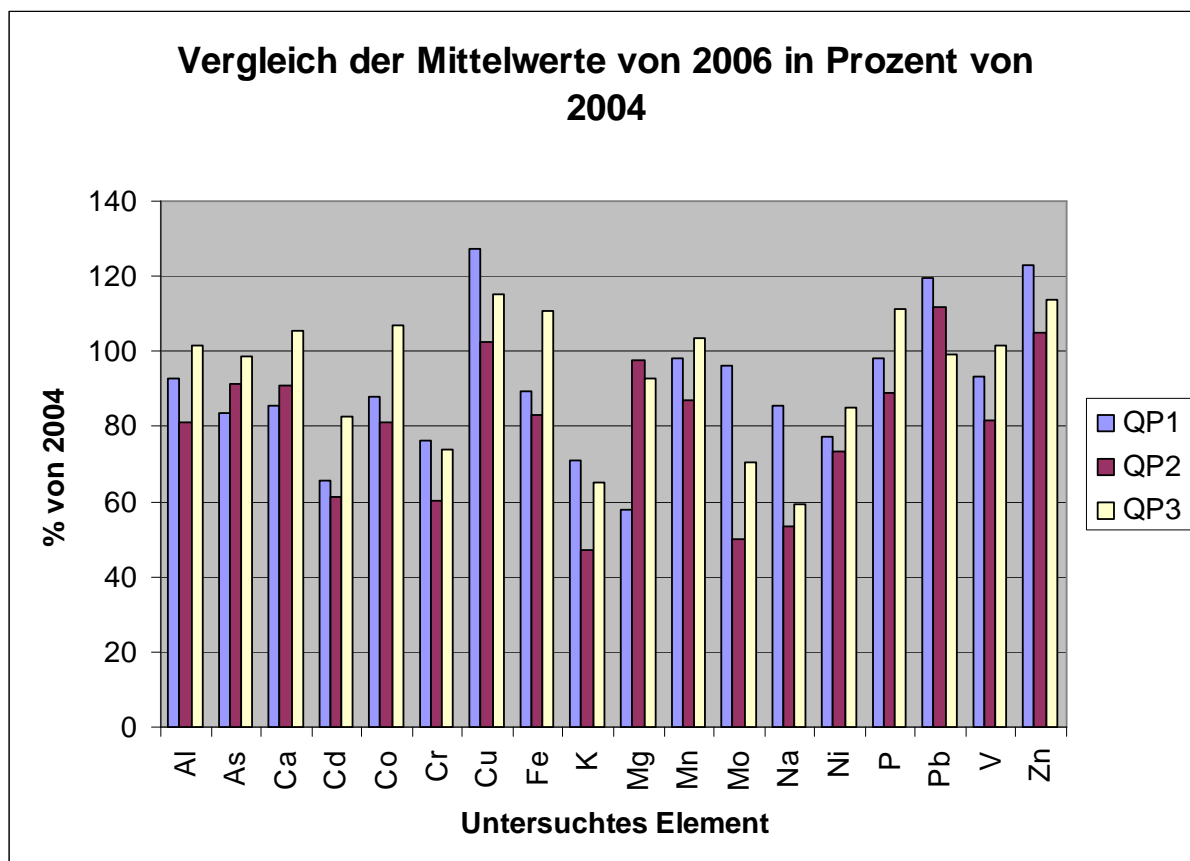


Abbildung 7: Die Veränderungen im Boden von 2004 bis 2006:

In der *Abbildung 7* werden die Mittelwerte der gemessenen Gehalte von 2006 als Prozentanteile derer von 2004 dargestellt. Die drei untersuchten Querprofile werden je Parameter neben einander gestellt, um die Veränderung im Boden übersichtlich zu machen.

Es ist ersichtlich, dass nur wenige Werte die 100 %-Marke überschreiten. Es handelt sich dabei vor allem um Kupfer, Blei und Zink, die in fast allen Querprofilen die 100%-Marke überschreiten und somit eine Anreicherung in den zwei Beobachtungsjahren zeigen. Von diesen Metallen kann man einen Eintrag durch Straßenabwässer durchaus erwarten, Auch dass sie im ersten Querprofil am höchsten liegen, kann durch die Nähe zum Zulauf und die erste, schnelle Absetzung oder Adsorption erklärt werden.

Im zweiten Querprofil liegen alle Messwerte mit Ausnahme der auch im ersten Profil angereicherten Metalle im Jahr 2006 niedriger als im Jahr 2004. Tendenziell treten hier von allen Querprofilen die niedrigsten Werte, bzw. die stärksten Abnahmen des Gehaltes seit 2004 auf.

Im dritten Querprofil mit dem größten Abstand vom Zulauf zeigen einige weitere Parameter leichte Anreicherungen gegenüber 2004.

Die Veränderung im Boden von 2004 bis 2008:

Zwischen 2006 und 2008 wurde das Profil nicht mehr weiter eingengt. In der Abbildung 8 werden analog zur Abbildung 7 die Mittelwerte der gemessenen Gehalte von 2008 als Prozentanteile derer von 2004 dargestellt.

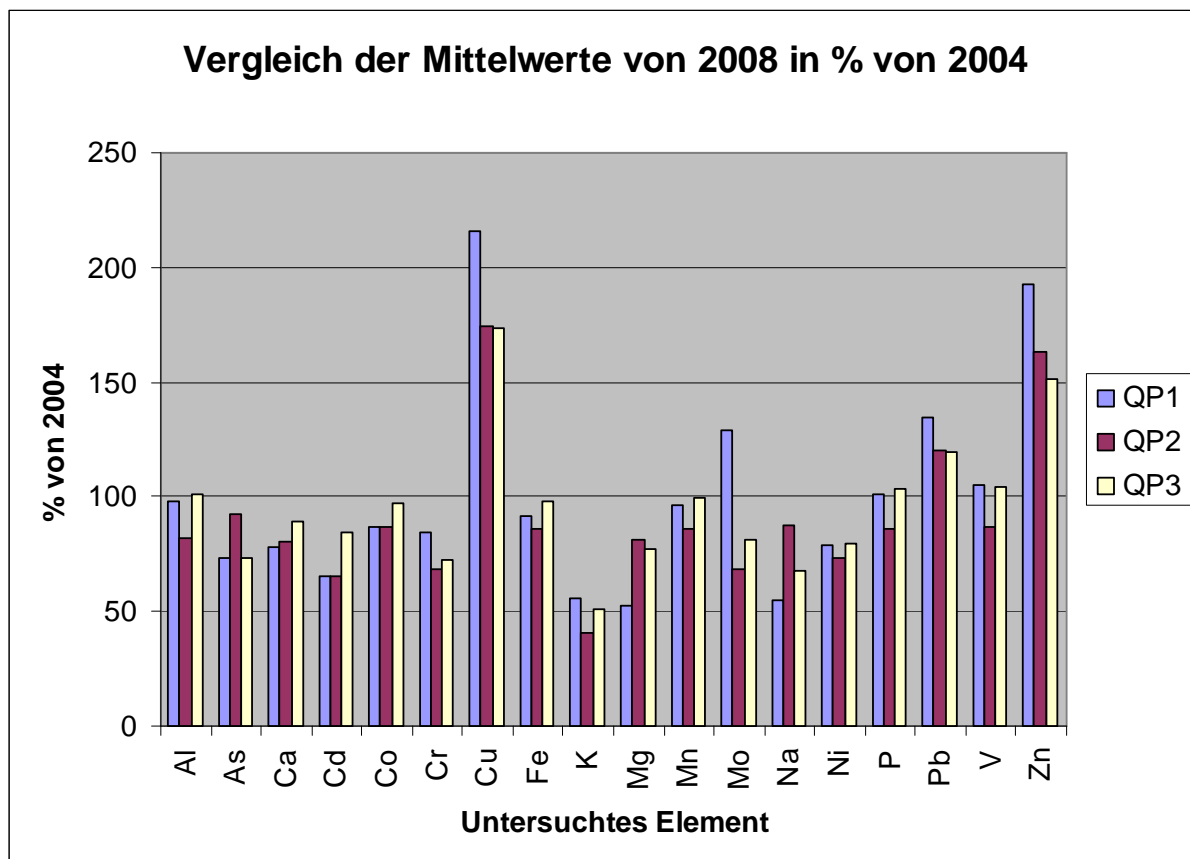


Abbildung 8: Die Veränderungen im Boden von 2004 bis 2008:

Im Vergleich mit der ersten Periode hat vor allem das Kupfer und das Zink eine deutliche Anreicherung erfahren. Auch beim Blei ist eine feststellbare weitere Anreicherung erfolgt. Neu ist die Anreicherung des Molybdäns vor allem im ersten Profil. In geringem Maße setzt sich die Abnahme des Kaliumgehaltes fort. Das Natrium nahm vor allem im ersten Querprofil in der zweiten Untersuchungsperiode wieder stark ab.

Im Detail gibt die Entwicklung der Gehalte im Bodenprofil besser Auskunft. So zeigen die Kupfer- und Zinkgehalte sehr eindrucksvoll die schrittweise Anreicherung der Metalle im oberen Profilbereich über die Untersuchungszeit.

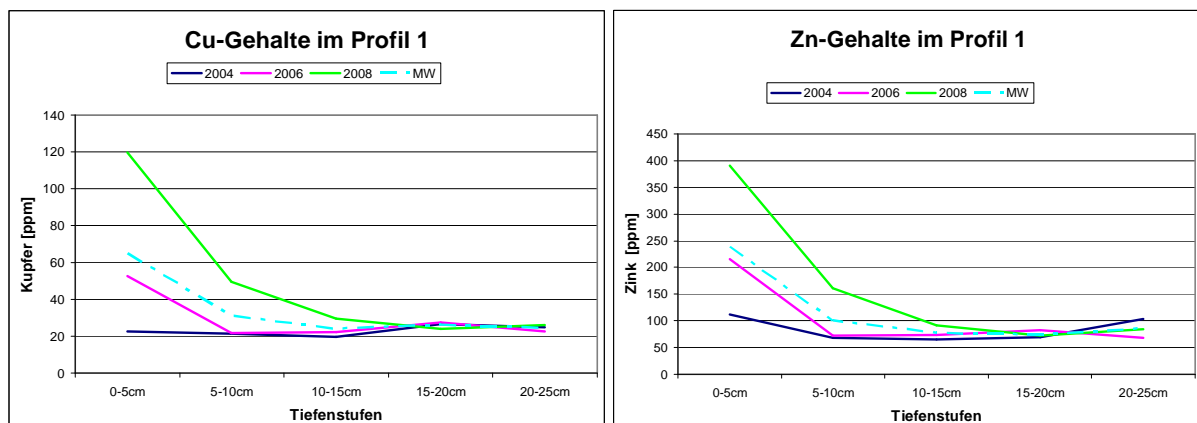


Abbildung 9: Die Veränderung der Kupfer- und Zinkgehalte von 2004 bis 2008:

Bei Calcium und Kalium hingegen zeigt sich eine Abnahme der Gehalte mit der Untersuchungsdauer. Die Straßenabwässer sind offensichtlich aggressiv genug, solche Elemente aus dem Substrat zu lösen und auszuwaschen.

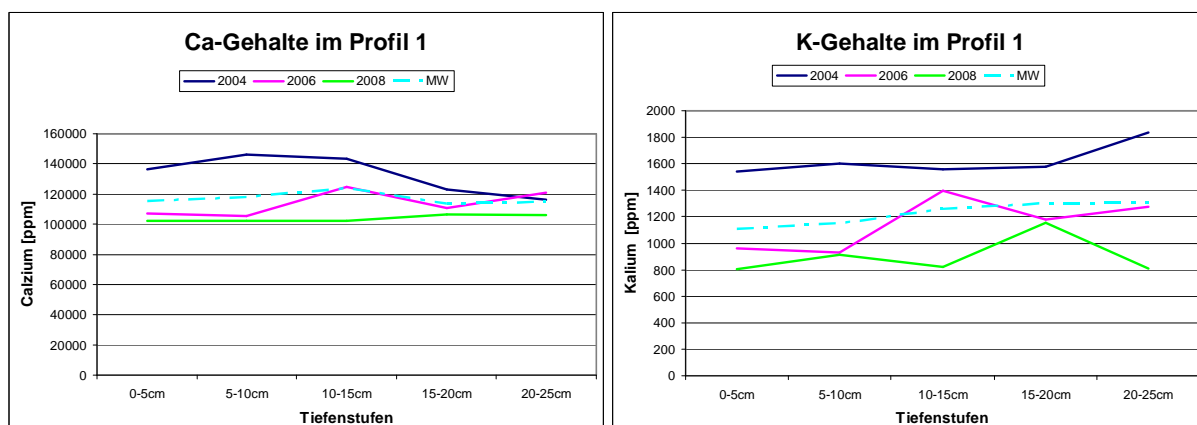


Abbildung 10: Die Veränderung der Calcium- und Kaliumgehalte von 2004 bis 2008:

Diskussion der Veränderungen:

Die Tatsache, dass der größte Teil der Wiederholungsuntersuchungen 2006 unter den Werten der Untersuchung von 2004 liegen, deutet darauf hin, dass die verwendete Kunsterde relativ rasch starke Veränderungen durchmacht, die vor allem mit der Auswaschung von Ionen zu erklären ist. Die Auswaschung in der zweiten

Untersuchungsperiode (2006 – 2008) ist deutlich geringer, das Substrat nach der erfolgten Verdichtung um ca. 5 cm (> 15 Vol%) also deutlich stabiler.

Der beobachtbare Trend, wonach die Werte im mittleren Profil 2 die stärkste Abreicherung erfahren haben, könnte darauf hindeuten, dass in diesem Bereich am meisten Wasser versickert, noch bevor es das Ende des Beckens erreicht. Eine gewisse Auswaschung muss auf jeden Fall angenommen werden, denn die in zwei Jahren erfolgte Profileinengung um ca. 20 % hätte normalerweise eine entsprechende Erhöhung der Gehalte im Restprofil zur Folge.

Die stärksten Auswaschungen erfolgten offenbar bei Calcium, Kalium, Magnesium und Natrium, im mittleren Profil 2 aber auch bei Metallen, die sonst bei den vorherrschenden pH-Werten eher immobil sind (Mn, Mo, V). Natrium und Kalium wiesen von Anfang an in diesem Boden im Vergleich zu natürlichen Böden extrem hohe Absolutgehalte auf, die Auswaschung war zu erwarten. Auch Magnesium weist im Vergleich zu Naturböden hohe Gehalte auf.



Abbildung 11: Zulauf und Vorreinigungsanlagen im Bauzustand Juli 2003

Bei der Anlage von ähnlichen Retentionsbecken sollte daher in Zukunft darauf geachtet werden, dass möglichst natürliches Bodenmaterial als Filterschicht aufgebracht wird. Ein Substrat, das aufgrund seiner Zusammensetzung, in den Vorfluter mehr Stoffe abgibt, als aus dem Straßenabwasser herausgefiltert wird, ist nicht geeignet.

6. Ergebnisse aus hydraulischer Sicht

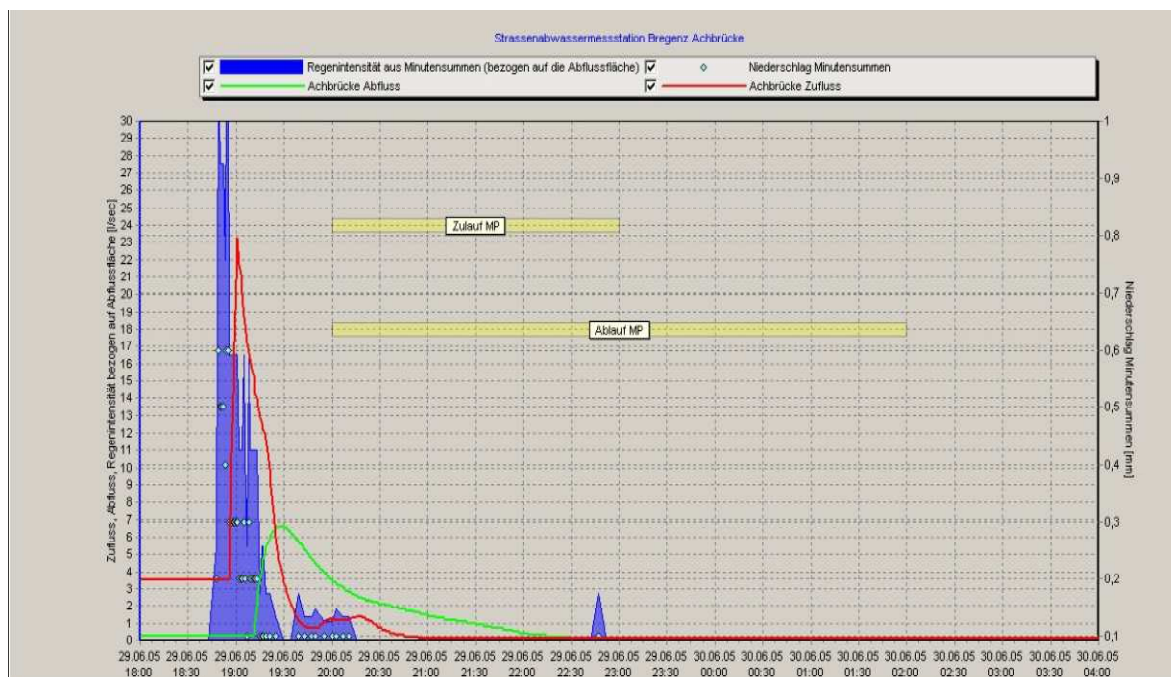
Die durch die automatische Niederschlagsstation und die im Zulauf, durch Echo-sensormessung, aufgezeichneten Werte korrelieren recht gut. So ergibt sich für das charakteristische Ereignis am 29.06.2005 (Abbildung 12) eine gemessene Niederschlagssumme von 10 mm in 40 Minuten und eine aufgezeichnete Zulaufmenge in die Reinigungsanlage von 32 m³. Das entspricht dem theoretischen Abfluss dieses Ereignisses aus dem entwässerten Fahrbahnabschnitt recht gut. Im Messschacht des Ablaufes wurde eine verzögert auslaufende Wassermenge von 28 m³ aufgezeichnet.

Es konnten Regenereignisse mit Niederschlagssummen zwischen 2 mm und 18 mm und Intensitäten bis zu 267 l/s.ha erfasst werden. Die Niederschlagsdauern für die dokumentierten Regen liegen zwischen 30 Minuten und 18 Stunden.

Aus dem Vergleich des Beginns von Regenereignissen und dem zeitlich versetzten Anspringen des Abflusses aus dem Filterbecken ergibt sich eine Dämpfung der Abflussspitze von ca 60 % für kurze Starkregen und von ca 50 % für kleine Ereignisse.

Durch die Wahl des Filters lässt sich bei kleineren Durchlässigkeitswerten k_f ein höherer Einstau des Beckens erreichen, was zu einer zusätzlichen Dämpfung des Abflusses führen würde. Dabei steigt allerdings die Gefahr, dass im Einlaufbereich des Beckens Kolmation und Verschlammung des Filters eintritt. Aus diesem Grund ist die Ausscheidung von Schwebstoffen durch entsprechende Absetz- und Sedimentationseinrichtungen vor dem eigentlichen Filterbecken von besonderer Bedeutung. Die flächige Verteilung des einlaufenden Wasser durch breite Zulauframpen oder Verteilbauwerke verhindert lokale Erosionen des Bodenfilters im Einlaufbereich und sorgt für eine gleichmäßige Beschickung des Filters.

Aufgrund der verschiedenen Vorberegnungen im Einzugsgebiet und der unterschiedlichen NS-Ereignisse bezüglich Dauer und Intensität ist eine Systematik des Abflussverhaltens nicht erkennbar.



In Abbildung 12 sind die gemessenen Niederschläge sowie die Zu- und Ablaufwerte des Filterbeckens für das Regenereignis am 29.06.2005 ersichtlich.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Aus den angeführten Untersuchungsergebnissen ist erkennbar, dass durch die Reinigung der Straßenwässer im Filterbecken alle Grenzwerte entsprechend der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV; BGBl 1996/186) eingehalten werden. Die Konzentrationen der zu Beginn eines Regenereignisses gezogenen Stichproben liegen in der Regel nicht weit über den Werten der Mischproben. Es hat

sich gezeigt, dass für diesen Straßenabschnitt einzelne Parameter im Zulauf des Straßenabwassers die Grenzwerte der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung nicht überschreiten.

Im Anhang sind in den *Tabellen 1 – 5* weitere Details über die Abwasser- und Bodenuntersuchungen und die hydraulischen Auswertungen ersichtlich.

Bei der Auswahl des Filterbodens muss mit großer Sorgfalt vorgegangen werden. Trotz eindeutiger Vorgaben wurde im Becken ein künstlich aufbereitetes, nährstoffreiches Substrat eingebracht, welches einen unverhältnismäßig hohen Anteil an organischen Stoffen enthielt. Dadurch kam es anfänglich zu Auswaschungen verschiedenster Parameter. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens wäre daher eine Bodenanalyse, aber auch ein bodenmechanischer Nachweis des Filtersubstrats, vor dessen Einbau vorzuschreiben. Das Substrat sollte einen filterstabilen Aufbau und das Trennvlies zur Drainschicht daran angepasste Durchlässigkeiten aufweisen.



Abbildung 13: Ablauf und entwässerter Straßenabschnitt im Juni 2007

Zur Vorreinigung von stark belastetem Straßenabwasser, leisten Retentionsbodenfilter einen wirkungsvollen Beitrag zum Gewässerschutz. Bei der baulichen Gestaltung und Dimensionierung ist dabei mit großer Sorgfalt vorzugehen. Falls ausreichend Platz vorhanden ist, können solche Becken im Hauptschluss, ohne Bypass, betrieben werden, so dass das Abwasser zur Gänze vorgereinigt wird. Durch Anordnung eines Filterbeckens werden zudem präventive Gewässerschutzmaßnahmen, zB im Falle eines Ölunfalles, gesetzt. Außerdem wird ein Beitrag zur Dämpfung von Hochwasserabflussspitzen und hydraulischen Belastungsstößen im Gewässer geleistet.

Zum Umgang mit Niederschlagswässern aus Gewerbe-, Industrie- und Verkehrsflächen wurde von der Abteilung Wasserwirtschaft ein Leitfaden erstellt. Diese Broschüre ist über die Abteilung Wasserwirtschaft beziehbar und kann in digitaler Form unter www.vorarlberg.at heruntergeladen werden.

In den folgenden Jahren werden die Messungen und Probenahmen an der Emissionsmessstelle Bregenzerachbrücke weiter geführt.

Emissionsmessstelle Bregenzerachbrücke

Auswertungen und Tabellen
2004 bis 2007

Tabelle 1: Analyseergebnisse Straßenabwasser

Stelle	Art	Datum von	Datum bis	Trockentage vor PN	Menge [m³]	Abfiltr.St. [mg/l]	pH	Lf [µS/cm]	TOC [mg/l]	N-geb [mg/l]	NO3-N [mg/l]	P [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	KW [mg/l]	KW-Index [mg/l]	MBAS [mg/l]
Zulauf	Stichprobe	21.06.06 18:32		5		650	7,4	310	210	11	< 0,23	1,3	16	23	3,7	1,7	0,91
Zulauf	Stichprobe	27.06.06		6		220	7,9	350	70	8,7	3,0	0,62	8,9	11	1	0,24	0,63
Zulauf	Mischprobe	12.01.05 15:00	14.01.05 11:00	10	38	87	7,7	390	26	2,6		2,6			1,3	1	
Ablauf	Mischprobe	12.01.05 15:00	14.01.05 11:00	10	25	21	7,3	530	13	2,3		0,2			0,59	0,49	
Zulauf	Mischprobe	24.03.05 20:00	25.03.05 12:00	12	40	150	7,6	450	35	3,9		0,29	820	60	2	1,2	
Ablauf	Mischprobe	24.03.05 20:00	25.03.05 13:20	12	36	41	7,7	1580	21	5,4	0,48	0,38	44	< 1,0	0,39	0,55	
Zulauf	Mischprobe	08.04.05 08:00	09.04.05 12:00	8	50	80	7,1	170	30	2,4	1,0	0,19	28	3	1,6	0,54	
Ablauf	Mischprobe	08.04.05 10:00	09.04.05 18:00	8	50	24	7,1	270	16	2,3	0,62	0,33	16	3,1	0,51	0,4	
Zulauf	Mischprobe	29.06.05 20:00	29.06.05 23:00	3	32	48	7,0	87	20	2,3	0,92	0,14	1,9	2,7	0,7	0,15	0,34
Ablauf	Mischprobe	29.06.05 20:00	30.06.05 02:00	3	28	19	6,8	190	14	3,1	2,1	0,27	5,3	5,5		0,1	0,25
Zulauf	Mischprobe	01.07.05 00:00	01.07.05 04:50	1	50	9,6	7,3	75	5,5	1,4	0,53	0,088	1,5	2	0,18	0,13	0,31
Ablauf	Mischprobe	01.07.05 00:00	01.07.05 05:55	1	50	3,6	7,2	170	8,1	2,1	1,4	0,21	3,3	4	< 0,18	0,1	0,09
Zulauf	Mischprobe	16.07.05 15:23	18.07.05 16:30	5	50	59	7,4	120	18	2,7	0,41	0,16	1	2,4	0,6	0,34	0,2
Ablauf	Mischprobe	16.07.05 15:40	18.07.05 17:37	5	50	23	7,2	190	15	3,4	0,94	0,29	2	3,3	0,25	0,22	0,15
Zulauf	Mischprobe	25.02.06 15:44	04.03.06 07:08	9	50	54	7,8	4280			< 2,3	0,2	1400	330	1,4	0,39	
Ablauf	Mischprobe	25.02.06 17:46	04.03.06 07:06	9	50	25	7,5	3460			< 2,3	0,17	1000	23	0,31	0,1	
Zulauf	Mischprobe	07.03.06 14:00	08.03.06 23:13	1	50	350	8,5	1280	53	2	< 0,23	0,39	69	< 10	4,3	2,2	0,31
Ablauf	Mischprobe	07.03.06 14:00	09.03.06 04:40	1	50	43	7,9	1910	12	2,1	< 2,3	0,21	580	< 10	0,62	0,54	0,26
Zulauf	Mischprobe	21.06.06 18:32	21.06.06 18:54	5	10	120	7,9	100	40	3	1,9	0,31	2,8	6,1	0,76	0,16	0,4
Ablauf	Mischprobe	21.06.06 19:00	21.06.06 19:27	5	10	30	8,0	180	24	3,2	3,0	0,35	4	12	0,2	0,19	0,28
AAEV	Grenzwert					30	6,5-8,5		25			1,0			10		

Tabelle 2: Analyseergebnisse Metalle im Straßenabwasser

Stelle	Art	Datum von	Datum bis	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Fe [µg/l]	Mn [mg/l]	Mo [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Sb [µg/l]	V [mg/l]	Zn [mg/l]
Zulauf	Stichprobe	21.06.06 18:32		< 0,0010	0,073	0,44	22000	0,96	0,032	0,033	0,08	48	0,058	0,95
Zulauf	Stichprobe	27.06.06		< 0,0010	0,027	0,14	13000	1,1		0,012	0,023	12	0,019	0,34
Zulauf	Mischprobe	12.01.05 15:00	14.01.05 11:00	< 0,0010	0,021	0,059	5400	0,08	< 0,010	< 0,010	0,015	16	0,014	0,16
Ablauf	Mischprobe	12.01.05 15:00	14.01.05 11:00	< 0,0010	< 0,010	0,023	870	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,071
Zulauf	Mischprobe	24.03.05 20:00	25.03.05 12:00	< 0,0010	0,018	0,077	4400	0,12	< 0,010	< 0,010	0,014	< 10	< 0,010	0,24
Ablauf	Mischprobe	24.03.05 20:00	25.03.05 13:20	< 0,0010	< 0,010	0,041	1500	0,028	< 0,010	< 0,010	0,0093	< 10	< 0,010	0,12
Zulauf	Mischprobe	08.04.05 08:00	09.04.05 12:00	< 0,0010	0,012	0,057	2700	0,076	< 0,010	< 0,010	0,01	< 10	< 0,010	0,2
Ablauf	Mischprobe	08.04.05 10:00	09.04.05 18:00	< 0,0010	< 0,010	0,025	1200	0,021	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,067
Zulauf	Mischprobe	29.06.05 20:00	29.06.05 23:00	< 0,0010	< 0,010	0,03	1100	0,042	< 0,010	0,035	< 0,010	< 10	< 0,010	0,12
Ablauf	Mischprobe	29.06.05 20:00	30.06.05 02:00	< 0,0010	< 0,010	0,019	580	0,012	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,054
Zulauf	Mischprobe	01.07.05 00:00	01.07.05 04:50	< 0,0010	< 0,010	0,016	510	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,073
Ablauf	Mischprobe	01.07.05 00:00	01.07.05 05:55	< 0,0010	< 0,010	< 0,010	190	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,035
Zulauf	Mischprobe	16.07.05 14:00	18.07.05 16:30	< 0,0010	0,01	0,043	2000	0,067	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,13
Ablauf	Mischprobe	16.07.05 15:40	18.07.05 17:37	< 0,0010	< 0,010	0,035	1400	0,026	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,049
Zulauf	Mischprobe	25.02.06 15:44	04.03.06 07:08	< 0,0010	< 0,010	0,047	2100	0,11	< 0,010	< 0,010	< 0,010	11	< 0,010	0,21
Ablauf	Mischprobe	21.02.06 13:53	04.03.06 07:06	< 0,0010	< 0,010	0,023	660	0,016	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,16
Zulauf	Mischprobe	07.03.06 14:00	08.03.06 23:13	< 0,0010	0,033	0,13	9400	0,24	< 0,010	0,015	0,024	23	0,031	0,48
Ablauf	Mischprobe	07.03.06 14:00	09.03.06 04:40	< 0,0010	< 0,010	0,029	1500	0,029	< 0,010	< 0,010	< 0,010	10	< 0,010	0,1
Zulauf	Mischprobe	21.06.06 18:32	21.06.06 18:54	< 0,0010	0,014	0,094	4100	0,16	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	0,012	0,22
Ablauf	Mischprobe	21.06.06 19:00	21.06.06 19:27	< 0,0010	< 0,010	0,026	1100	0,019	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 10	< 0,010	0,062
AAEV	Grenzwert			0,1	0,5	0,5				0,5	0,5			2,0

Tabelle 3: Schlammanalyse Schlammfang

Parameter	Einheit	Messwert	übliche Klärschlammgehalte
TOC	[Gew.%]	15,5	ca 30
N	[Gew.%]	0,51	1 - 3
P	[mg/kg]	1200	ca 20000
KW-Index	[mg/kg]	9900	1000 - 2000
Cr	[mg/kg]	100	50 - 100
Cu	[mg/kg]	340	150 - 300
Ni	[mg/kg]	34	ca 50
Zn	[mg/kg]	1100	600 - 1500
Cd	[mg/kg]	0,95	ca 1,0
Pb	[mg/kg]	63	ca 50
Fe	[mg/kg]	15000	20000 - 50000
Mn	[mg/kg]	320	-
Sb	[mg/kg]	8,1	-
V	[mg/kg]	64	-
Mo	[mg/kg]	17	-

Tabelle 4: Bodenuntersuchungen

	Jahr	Querprofil	Al	As	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	V	Zn	Hg
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0-5cm	2004	1	7536	4	134409	0,37	8	67	23	16203	1547	14415	508	2,98	1891	42	1007	13	17	121	0,10
5-10cm	2004	1	7257	11	147292	0,41	8	43	21	16591	1512	28919	465	2,94	2494	35	837	11	18	65	0,06
10-15cm	2004	1	7557	7	143816	0,34	8	46	22	16095	1777	21400	473	1,47	2738	35	862	11	19	75	0,06
15-20cm	2004	1	6743	6	143145	0,49	7	38	18	14683	1340	38733	358	2,14	2494	28	723	10	18	55	0,07
20-25cm	2004	1	5924	6	112942	0,24	7	44	31	13717	1692	11917	431	2,29	3016	41	960	12	14	76	0,06
25-30cm	2004	1	6140	7	116714	0,38	7	47	23	15720	1866	11631	441	2,9	3588	35	874	14	15	108	0,05
0-5cm	2006	1	6539	2	107213	0,26	7	57	52	14646	963,3	11943	471	4,49	1549	35	828	22	17	215	0,11
5-10cm	2006	1	5479	5	105500	0,21	6	31	22	12733	933,1	10037	403	1,36	1571	25	800	11	13	72	0,06
10-15cm	2006	1	7132	8	124778	0,29	6	32	22	14153	1394	16568	441	1,70	2350	26	861	12	17	73	0,07
15-20cm	2006	1	6212	9	110563	0,24	7	30	27	13638	1177	10806	437	1,90	4021	26	956	13	15	82	0,05
20-25cm	2006	1	6480	5	121048	0,22	7	32	23	14307	1277	11855	437	2,35	2071	26	853	12	16	68	0,05
0-5cm	2008	1	6824	2	102160	0,35	7	55	119	16596	805	12721	562	7,39	1627	33	918	26	22	391	0,12
5-10cm	2008	1	6911	7	102013	0,25	6	39	49	14161	910	11257	452	3,27	1399	28	825	19	18	161	0,08
10-15cm	2008	1	6402	4	102226	0,21	6	34	29	13511	821	10563	406	1,80	1493	27	908	13	16	92	0,07
15-20cm	2008	1	7526	5	106687	0,19	6	36	24	13693	1153	10487	376	1,82	1564	28	1026	11	18	72	0,06
20-25cm	2008	1	5969	7	105686	0,21	6	35	26	12702	809	10450	357	1,59	1336	26	743	11	14	84	0,07
0-5cm	2004	2	8155	3	126396	0,28	8	54	24	16088	1654	13101	495	3,16	1784	40	995	14	19	68	0,06
5-10cm	2004	2	7719	8	129520	0,30	8	66	27	16590	1944	14045	511	5,07	2381	44	1050	12	19	75	0,05
10-15cm	2004	2	7916	4	138103	0,36	7	53	22	15864	1939	14084	543	3,06	2372	36	903	12	19	74	0,05
15-20cm	2004	2	7741	8	140850	0,39	8	54	24	16568	2044	13925	529	3,12	2974	38	1035	13	18	86	0,04
20-25cm	2004	2	6039	3	104425	0,40	6	42	19	13135	1544	11142	394	2,37	2289	32	702	11	14	60	0,07
25-30cm	2004	2	8003	7	129558	0,40	8	53	23	16808	2162	14819	480	4,02	2965	40	975	12	19	80	0,07
0-5cm	2006	2	5869	5	108477	0,22	7	30	34	13434	772,9	11126	497	2,02	1218	25	916	13	15	106	0,06
5-10cm	2006	2	5976	6	109021	0,20	6	35	21	12982	812,7	11204	413	1,94	1306	29	795	12	14	68	0,05
10-15cm	2006	2	6817	4	117901	0,24	5	28	20	12703	1033	19480	373	1,79	1363	25	834	11	16	72	0,05
15-20cm	2006	2	6001	6	127051	0,23	6	32	21	13172	902,7	12299	399	1,27	1313	25	830	12	15	64	0,07
20-25cm	2006	2	6228	5	120256	0,19	6	37	23	13407	935,1	11830	458	1,66	1395	37	814	21	15	78	0,07
0-5cm	2008	2	6349	5	99553	0,27	7	40	62	14233	748	11182	456	3,46	4785	28	929	18	17	195	0,07
5-10cm	2008	2	6658	7	106318	0,27	7	37	49	14654	779	12193	486	2,81	1317	29	887	17	18	149	0,05
10-15cm	2008	2	6112	6	99773	0,2	7	35	29	13388	735	10777	410	1,06	1232	26	787	12	15	82	0,05
15-20cm	2008	2	5846	4	103311	0,22	6	35	38	12956	731	10551	377	2,02	1394	27	740	14	15	114	0,05
20-25cm	2008	2	6045	5	106803	0,19	6	38	24	12890	818	10447	392	2,46	2062	30	716	13	15	64	0,06
0-5cm	2004	3	6825	6	130984	0,41	7	57	21	14840	1482	16651	460	2,44	1807	39	861	17	17	74	0,06
5-10cm	2004	3	5729	6	110641	0,36	6	36	18	12739	1349	12591	398	2,89	1925	28	784	13	13	54	0,04
10-15cm	2004	3	5452	5	108415	0,25	5	38	19	11733	1385	12666	376	2,62	2344	27	702	9	13	61	0,06
15-20cm	2004	3	5930	7	109019	0,33	6	44	18	12845	1533	11194	410	2,60	2501	32	730	10	14	59	0,05
20-25cm	2004	3	6795	6	125786	0,41	8	55	22	14866	2002	18803	441	4,43	3420	39	876	12	17	68	0,05
25-30cm	2004	3	5544	7	109264	0,34	6	52	19	12545	1718	11522	408	3,61	3209	36	853	11	14	94	0,05
0-5cm	2006	3	6109	7	122766	0,20	7	34	29	13644	784,8	12359	460	2,05	1370	29	894	13	15	99	0,07
5-10cm	2006	3	5960	7	119667	0,20	7	34	22	13120	809	11310	409	2,09	1368	28	805	12	14	78	0,05
10-15cm	2006	3	5591	5	117389	0,23	7	33	19	18825	915,3	11435	421	1,80	1337	27	901	11	14	72	0,04
15-20cm	2006	3	6020	7	120161	0,22	6	33	20	13224	1257	11896	412	2,79	1750	27	919	12	16	65	0,04
20-25cm	2006	3	6988	5	129467	0,21	7	39	23	14746	1386	17715	446	2,17	1671	31	937	13	17	74	0,05
0-5cm	2008	3	6383	5	103878	0,24	7	43	51	14108	777	11412	479	4,21	1366	31	995	16	16	166	0,07
5-10cm	2008	3	6378	5	101004	0,21	6	36	37	13358	756	11190	433	2,93	2327	27	862	13	16	105	0,05
10-15cm	2008	3	5649	4	104423	0,23	6	29	30	12471	702	10536	403	1,98	1299	24	761	14	15	99	0,05
15-20cm	2008	3	6313	5	99724	0,21	6	35	28	12630	913	10525	373	1,81	2247	28	783	12	16	77	0,04
20-25cm	2008	3	5769	4	104863	0,2	6	27	23	12301	846	9994	373	1,62	1356	23	744	17	14	71	0,04
MW 2004/1		QP1	6860	7	133053	0,37	7	47	23	15502	1622	21169	446	2,46	2704	36	877	12	16,8	83	0,07
MW 2004/2		QP2	6368	6	113820	0,24	6	36	29	13895	1149	12242	438	2,36	2313	28	860	14	15,7	102	0,07
MW 2004/3		QP3	6726	5	103754	0,24	6	40	50	14133	899,6	11096	431	3,17	1484	28	884	16	17,6	160	0,08
MW 2006/1		QP1	7595	6	128142	0,35	7	54	23	15842	1881	13519	492	3,47	2461	38	943	12	18,2	74	0,06
MW 2006/2		QP2	6178	5	116541	0,22	6	32	24	13140	891,2	13188	428	1,73	1319	28	838	14	14,9	78	0,06
MW 2006/3		QP3	6202	5	103152	0,23	6	37	40	13624	762,1	11030	424	2,36	2158	28	812	15	15,8	121	0,06
MW 2008/1		QP1	6046	6	115685	0,35	6	47	19	13261	1578	13905	416	3,10	2534	34	801	12	14,8	68	0,05
MW 2008/2		QP2	6134	6	121890	0,21	7	35	22	14712	1030	12943	429	2,18	1499	29	891	12	15	78	0,05
MW 2008/3		QP3	6098	5	102778	0,22	6	34	34	12974	798,7	10731	412	2,51	1719	27	829	14	15,4	103	0,05

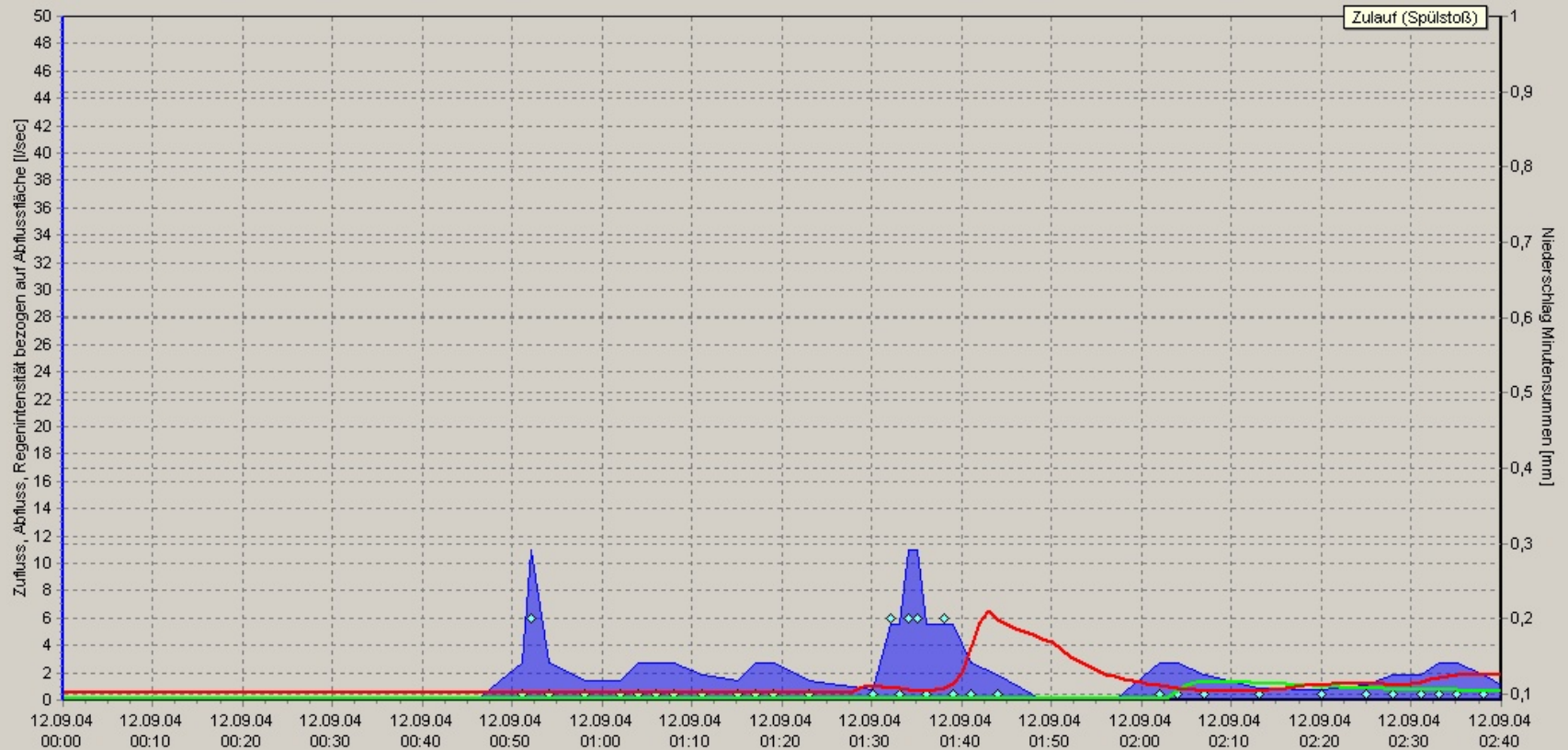
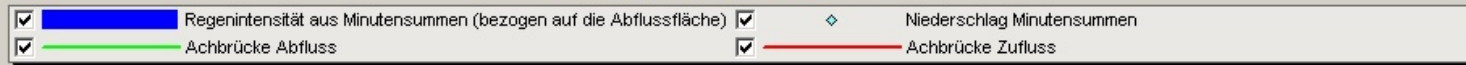
Tabelle 5: Messstation Achbrücke, Auswertungen der Regenereignisse im Probenahmezeitraum

ID	Probenahme von	Probenahme bis	Bezeichnung	Y	Probez	Letzter Regen	Trockentage vor PN	Anmerkung	Größte Intensität während der Probenahme [l/sec*ha]
3	12.9.04 2:30	12.9.04 2:31	1306-0/2004-UI		Zulauf (Spülstoß)	30.08.04	12		50
16	12.1.05 15:00	14.1.05 11:00	40-0/2005-UI		AblaufMP	02.01.05	10		17
2	12.1.05 15:00	14.1.05 11:00	40-0/2005-UI		Zulauf MP	02.01.05	10		17
4	24.3.05 20:00	25.3.05 12:00	459-0/2005-UI		Zulauf MP	12.03.05	12		166
17	24.3.05 20:00	25.3.05 13:20	459-0/2005-UI		Ablauf MP	12.03.05	12		166
18	8.4.05 8:00	9.4.05 12:00	50012005		Zulauf MP	31.03.05	8		17
10	8.4.05 10:00	9.4.05 18:00	50012005		Ablauf MP	31.03.05	8		17
19	29.6.05 20:00	29.6.05 23:00	836-0/2005-UI		Zulauf MP	26.06.05	3		6
5	29.6.05 20:00	30.6.05 2:00	836-0/2005-UI		Ablauf MP	26.06.05	3		6
20	1.7.05 0:00	1.7.05 5:55	853-0/2005-UI		AblaufMP	30.06.05	1		83
6	1.7.05 0:00	1.7.05 4:50	853-0/2005-UI		Zulauf MP	30.06.05	1		83
1	16.7.05 15:23	18.7.05 16:30	911-0/2005-UI		Zulauf MP	11.07.05	5		267
21	16.7.05 15:40	18.7.05 17:37	911-0/2005-UI		Ablauf MP	11.07.05	5		267
8	2.8.05 10:15	2.8.05 10:30	99602005		Zulauf SP	30.07.05	2		2
9	4.8.05 15:50	4.8.05 15:55	100902005		Zulauf SP	03.08.05		keine Regenaufzeichnung zur Probenahmezeit	
22	25.2.06 15:44	4.3.06 7:08			Zulauf MP	16.02.06	9		34
23	25.2.06 17:46	4.3.06 7:06			Ablauf MP	16.02.06	9		34
24	7.3.06 14:00	8.3.06 23:13	31412006		ZulaufMP	06.03.06	1		17
12	7.3.06 14:00	9.3.06 4:40	31412006		Ablauf MP	06.03.06	1		17
26	21.6.06 18:00	21.6.06 18:01	85002006		Zulauf (Spülstoß)	16.06.06	5		17
13	21.6.06 18:32	21.6.06 18:54	85002006		Zulauf MP	16.06.06	5		17
25	21.6.06 19:00	21.6.06 19:27	85002006		Ablauf MP	16.06.06	5		8
14	27.6.06 12:00	27.6.06 12:15			Zulauf (Spülstoß)	21.06.06		keine Regenaufzeichnung zur Probenahmezeit	
15	5.5.07 6:50	5.5.07 6:55			Zulauf (Spülstoß)	04.04.07	31		6

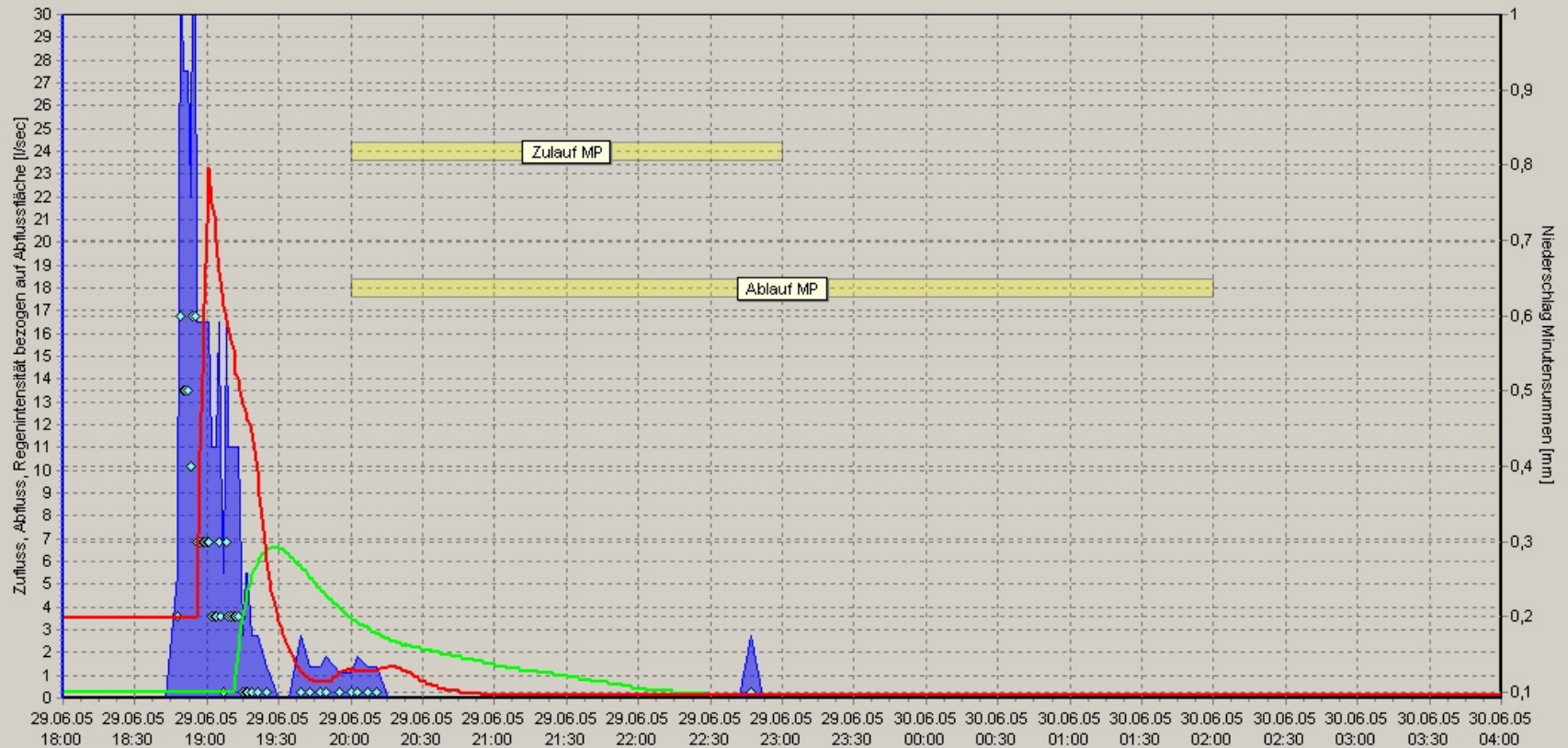
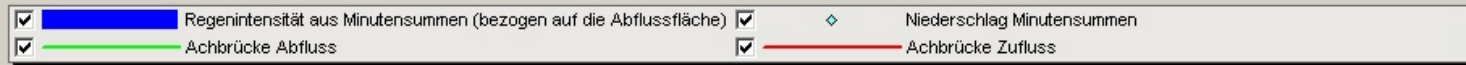
Trockentage vor PN bzw. letzter Regen Für die Spalte *Letzter Regen* wurde jenes Ereignis gewählt, bei dem die Intensität > 5 l/sec bzw. > als das Ereignis zur Probenahmezeit war.

Größte Intensität während der Probenahme [l/sec*ha] Abgeleitet aus Minutensummen

Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke



Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke



Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke

