



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, Juli 2007

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 Dezember 2006

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

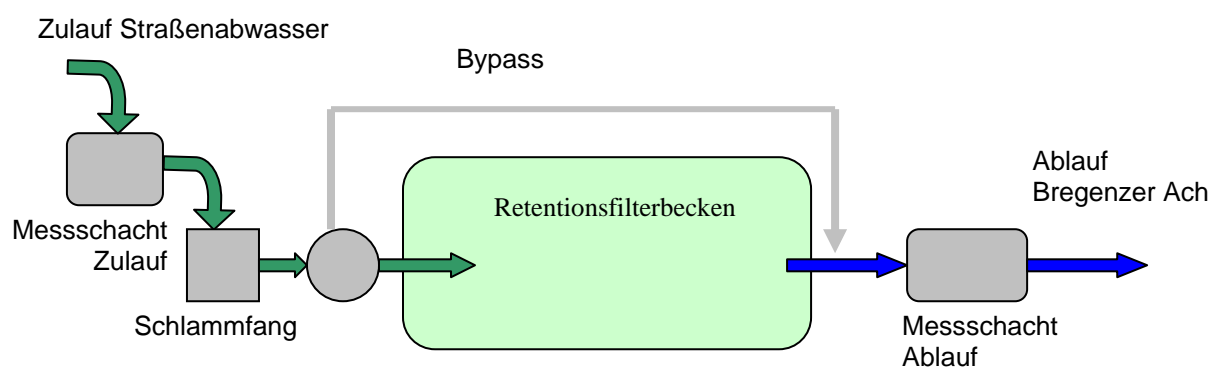


Abbildung 3: Schema der Emissionsmessstelle Bregenzerache

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.

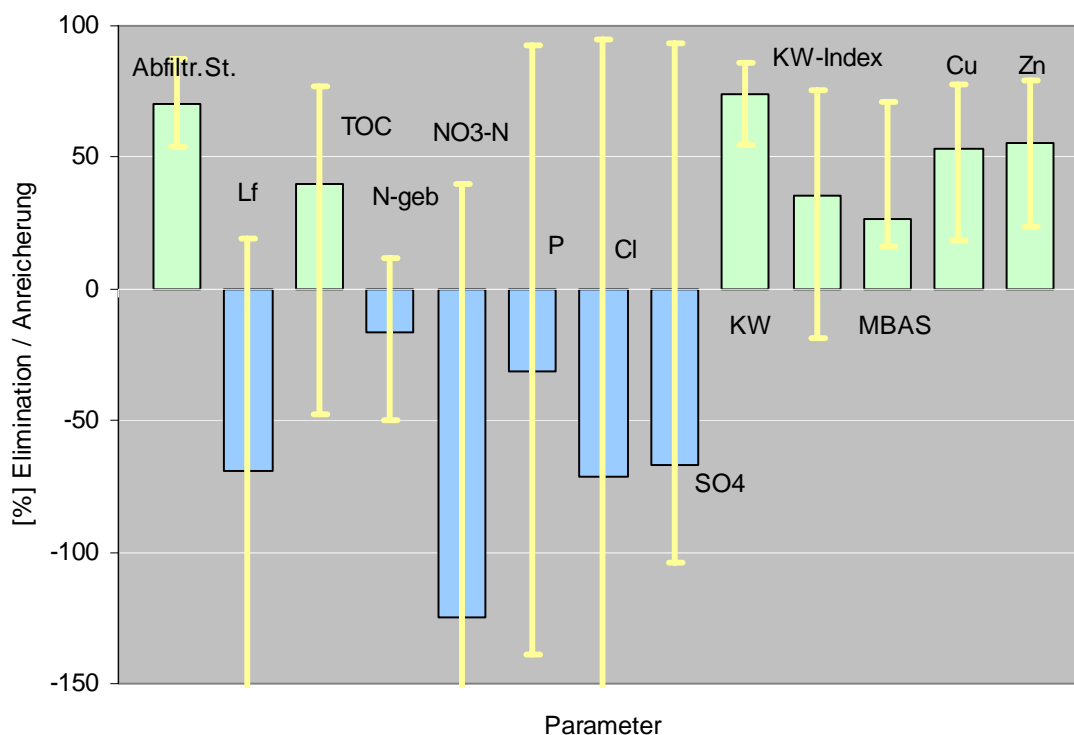


Abbildung 5: Elimination und Anreicherung ausgewählter Parameter

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

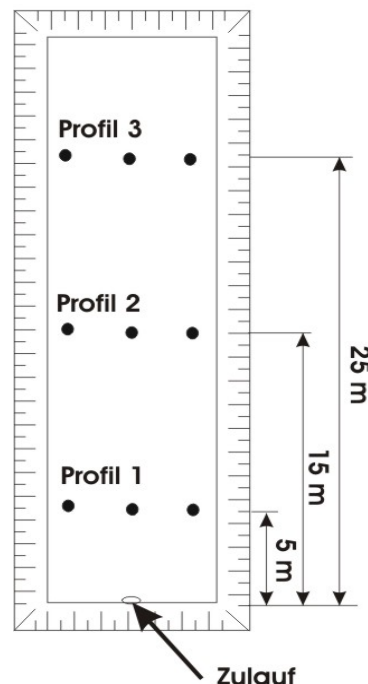


Abbildung 6: Probenahmeskizze

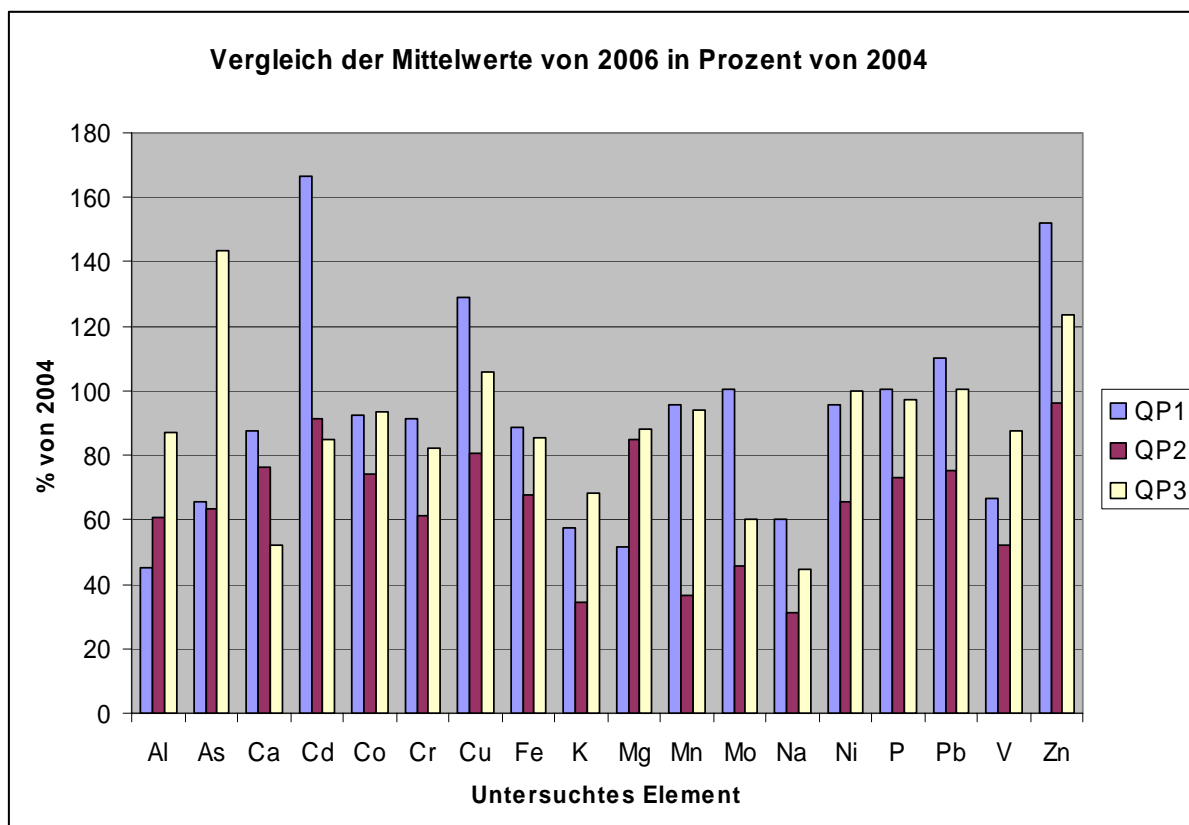


Abbildung 7: Die Veränderungen im Boden von 2004 bis 2006:

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 Cadmium, Zink, Kupfer, Blei und Molybdän im ersten, dem Zulauf nächsten Querprofil. Von diesen Metallen kann man einen Eintrag durch Straßenabwässer durchaus erwarten, Auch dass sie nur im ersten Querprofil liegen, kann durch die Nähe zum Zulauf und die erste, schnelle Absetzung oder Adsorption erklärt werden.

Im zweiten Querprofil liegen alle Messwerte 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 sind die Werte von Arsen, Zink, Kupfer, Blei und Nickel entweder etwas höher als 2004 oder haben zumindest nicht abgenommen.



Abbildung 8: Zulauf und Vorreinigungsanlagen im Bauzustand Juli 2003

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.

Dieser Trend, wonach die Werte im mittleren Profil 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 Natrium, Kalium, Aluminium, Magnesium und Calcium, im mittleren Profil aber auch bei Metallen, die sonst bei den vorherrschenden pH-Werten immobil sind (Mn, Mo, V). Auch die gleichzeitige Auswaschung von Aluminium und Calcium ist in natürlichen Böden im neutralen pH-Bereich in diesem Ausmaß nicht üblich. Dies gilt auch für Natrium, und Kalium, die von Anfang an in diesem Boden im Vergleich zu natürlichen Böden extrem hohe Absolutgehalte aufweisen. Auch Magnesium weist im Vergleich zu Naturböden hohe Gehalte auf. Details sind der *Tabelle 4* im Anhang zu entnehmen.

Bei der Anlage von ähnlichen Retentionsbecken muss 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.



Abbildung 9: Ablauf und entwässerter Straßenabschnitt im Juni 2007

6. Ergebnisse aus hydraulischer Sicht

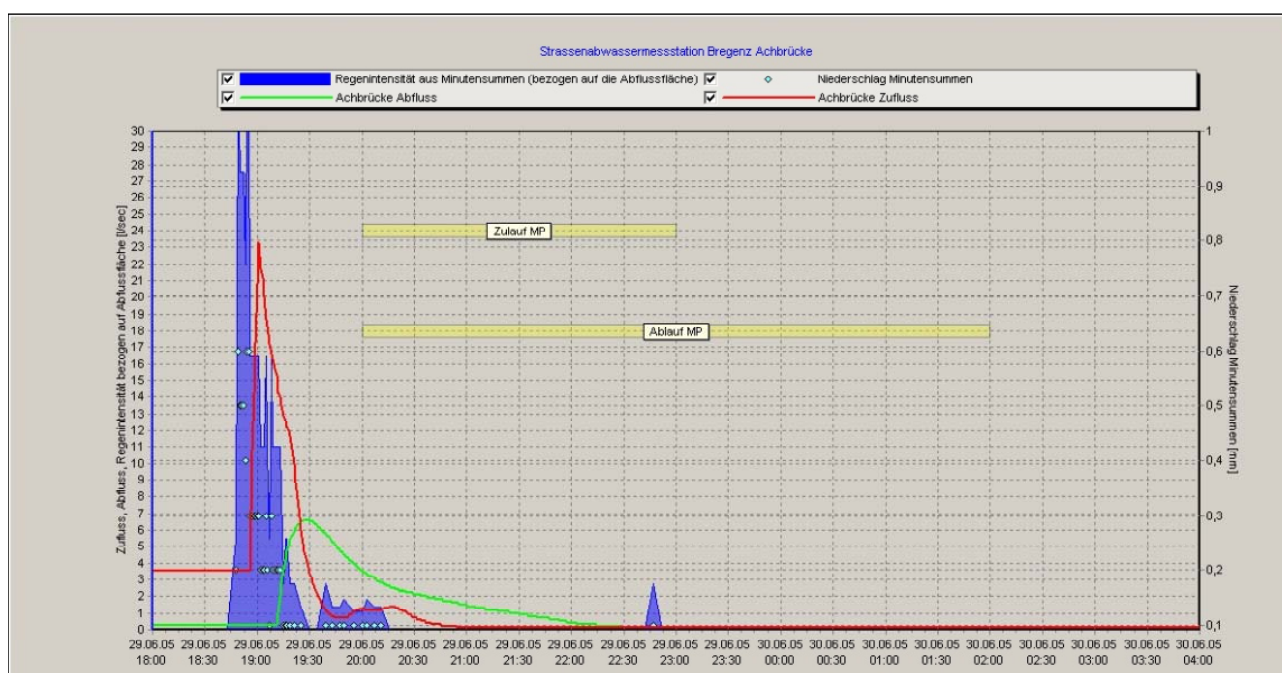
Die durch die automatische Niederschlagsstation und die im Zulauf, durch Echo-sensormessung, aufgezeichneten Werte korrelieren recht gut. So ergibt sich für das charakteristische Ereignis am 29.06.2005 (*Abbildung 10*) eine gemessene Niederschlagssumme von 10 mm in 40 Minuten und eine aufgezeichnete 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 Ablaufs 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 10 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.

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	Quer- profil	Al ppm	As ppm	Ca ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm	K ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Na ppm	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	V ppm	Zn ppm	Hg ppm
0-5cm	2004	1	6907	8	122303	0,11	6	44	20	14410	1543	17598	422	2,1	2312	32	782	11	19	57	<0,5
5-10cm	2004	1	6986	7	124189	0,11	6	37	19	14235	1648	23767	392	1,9	2597	28	730	10	20	54	<0,5
10-15cm	2004	1	9948	9	104963	0,09	9	48	29	21041	2308	25516	568	2,2	4195	37	1076	13	25	87	<0,5
15-20cm	2004	1	12809	10	218723	0,08	10	46	30	23447	2985	56427	591	2,8	4731	38	1156	20	39	119	<0,5
20-25cm	2004	1	56416	6	180483	0,40	9	52	31	21773	2986	18660	662	2,2	4852	42	1163	18	28	107	<0,5
25-30cm	2004	1	8778	9	148446	0,10	8	52	37	18249	2551	14142	575	2,4	4930	39	1140	16	22	90	<0,5
0-5cm	2006	1	6903	4	116736	0,26	7	53	57	16942	953	12660	499	4,7	1413	36	876	18	17	186	<0,5
5-10cm	2006	1	6261	5	111360	0,21	6	32	23	13443	986	11166	423	1,2	1578	27	822	12	13	75	<0,5
10-15cm	2006	1	8005	8	144497	0,29	8	43	30	17202	1663	14672	536	2,1	2904	37	1079	17	17	190	<0,5
15-20cm	2006	1	7972	5	136099	0,24	9	44	35	17600	1416	13482	545	2,2	3055	37	1186	20	18	107	<0,5
20-25cm	2006	1	9206	5	147948	0,22	8	41	32	18262	1702	14783	550	1,3	2847	34	1113	15	20	90	<0,5
0-5cm	2004	2	13600	13	208168	0,25	11	64	39	26151	2904	20805	4595	3,6	3231	52	1526	21	35	114	<0,5
5-10cm	2004	2	12274	9	199056	0,23	10	57	31	23498	2881	20430	737	3,2	3727	45	1317	17	31	98	<0,5
10-15cm	2004	2	13182	13	216858	0,12	10	71	36	25078	3198	22063	809	4,0	4462	55	1393	20	33	116	<0,5
15-20cm	2004	2	10431	10	166893	0,32	9	58	31	21142	2735	16351	643	2,7	4515	43	1166	18	26	89	<0,5
20-25cm	2004	2	11262	6	169775	0,24	9	63	29	21520	2998	17293	635	3,9	4756	46	1225	16	28	88	<0,5
25-30cm	2004	2	11677	7	180737	0,27	9	62	34	23045	3240	20178	678	3,8	5454	46	1467	20	30	96	<0,5
0-5cm	2006	2	6672	5	134561	0,22	7	34	34	15304	842	14617	499	1,5	1263	28	947	14	15	119	<0,5
5-10cm	2006	2	6726	6	126888	0,20	6	35	21	14328	913	12308	446	0,8	1214	28	800	12	15	73	<0,5
10-15cm	2006	2	8513	7	169756	0,24	8	38	27	17056	1317	28298	516	1,8	1612	32	1150	14	19	124	<0,5
15-20cm	2006	2	8731	8	167241	0,23	9	46	30	18753	1251	15975	564	1,8	1482	38	1121	17	19	94	<0,5
20-25cm	2006	2	6034	6	126211	0,19	6	38	22	13784	839	11897	458	2,0	1195	31	918	13	13	70	<0,5
0-5cm	2004	3	10359	8	196001	0,14	10	65	34	22979	2270	24866	689	4,1	2984	49	1317	20	28	92	<0,5
5-10cm	2004	3	9620	5	201944	0,43	9	57	32	22649	2272	22560	699	2,2	3587	44	1293	21	26	92	<0,5
10-15cm	2004	3	8506	6	169680	0,23	8	57	29	19532	2241	18869	603	3,7	4239	22	1162	17	23	83	<0,5
15-20cm	2004	3	10787	3	213839	0,22	10	70	34	24715	2877	22810	757	4,4	5172	52	1377	20	29	101	<0,5
20-25cm	2004	3	8022	8	96542	0,25	8	60	30	19464	2324	25296	555	4,9	5101	44	1102	18	24	82	<0,5
25-30cm	2004	3	7855	3	171403	0,23	8	83	30	19487	2462	16483	599	6,5	5542	55	1256	17	22	81	<0,5
0-5cm	2006	3	8098	7	153651	0,20	8	42	31	17161	1104	15147	567	1,4	1553	34	1124	18	18	99	<0,5
5-10cm	2006	3	7055	6	123500	0,20	6	55	37	13050	2000	20000	567	2,6	1600	51	1051	22	26	105	<0,5
10-15cm	2006	3	8039	10	218640	0,23	11	67	40	24772	1852	21073	757	4,0	2586	52	1475	22	29	120	<0,5
15-20cm	2006	3	8856	9	171488	0,22	9	51	29	19327	1739	16957	612	2,0	2214	41	1215	18	20	115	<0,5
20-25cm	2006	3	7939	8	167200	0,21	8	54	29	17653	1511	22725	551	3,0	1969	43	1220	17	18	107	<0,5
MW 2004/1		QP1	16974	8	149851	0,15	8	47	28	18859	2337	26018	535	2,3	3936	36	1008	15	26	85	<0,5
MW 2004/2		QP2	12071	10	190248	0,24	10	63	33	23406	2993	19520	1349	3,5	4358	48	1349	19	31	100	<0,5
MW 2004/3		QP3	9192	6	319711	0,25	9	65	31	21471	2407	21814	650	4,3	4437	44	1251	19	25	88	<0,5
MW 2006/1		QP1	7669	5	131328	0,24	8	42	36	16689	1344	13352	511	2,3	2359	34	1015	16	17	130	<0,5
MW 2006/2		QP2	7335	6	144931	0,22	7	38	27	15845	1032	16619	496	1,6	1353	31	987	14	16	96	<0,5
MW 2006/3		QP3	7997	8	166896	0,21	8	54	33	18392	1641	19180	611	2,6	1984	44	1217	19	22	109	<0,5

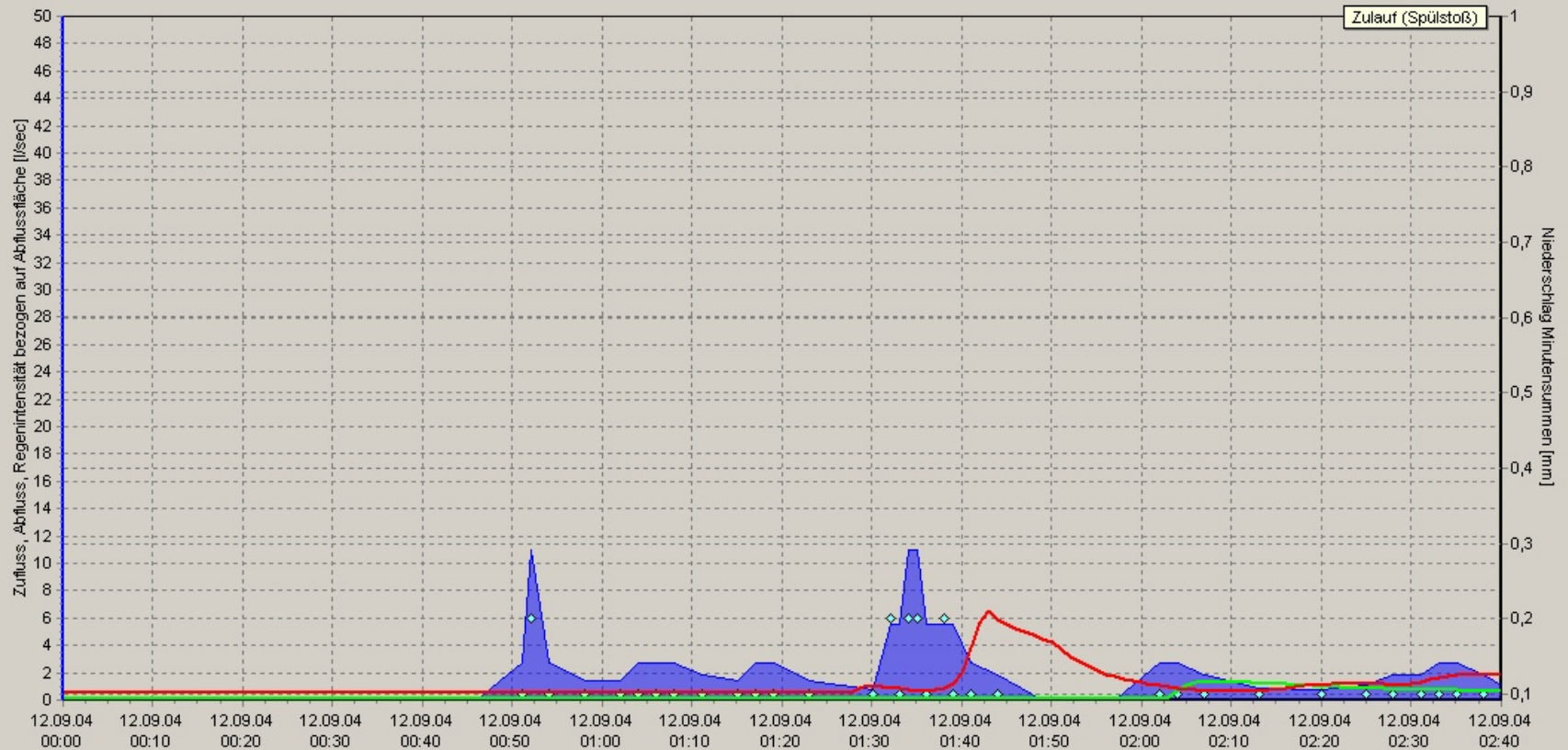
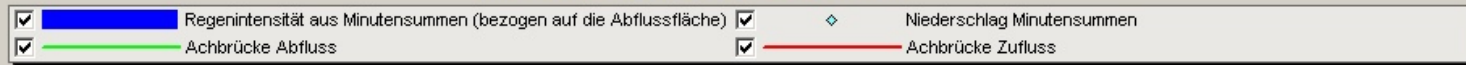
Tabelle 5: Messstation Achbrücke, Auswertungen der Regenereignisse im Probenahmezeitraum

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

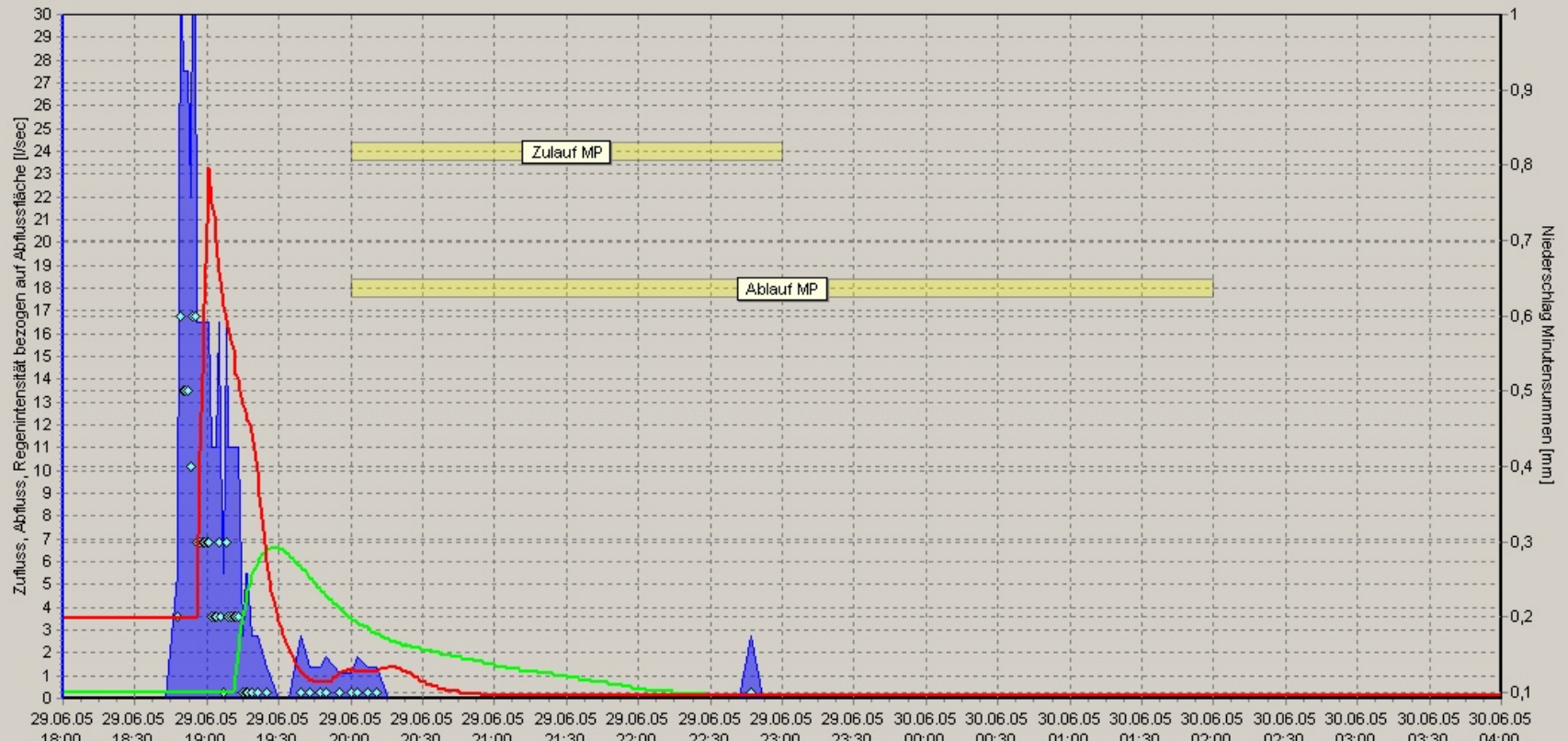
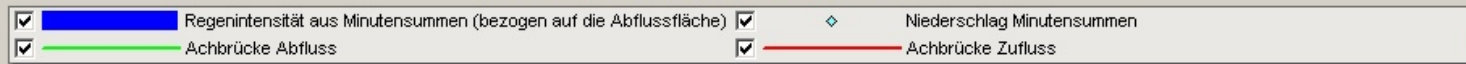
Trockentage vor PN bzw. letzter Regen Für die Spalte *Letzter Regen* wurde jenes Ereignis gewählt, bei dem die Intensität > 5 l/sec bzw. > als das Ereignis zur Probenahmezeit war.

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

Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke



Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke



Strassenabwassermessstation Bregenz Achbrücke

