



lebensministerium.at

# **Begleitende Untersuchungen zur praktischen Anwendung eines 2-stufigen bepflanzten Bodenfilters**





## Nachhaltig für Natur und Mensch / Sustainable for nature and mankind

### Lebensqualität / Quality of life

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich. / We create and we assure the requirements for a high quality of life in Austria.

### Lebensgrundlagen / Bases of life

Wir stehen für vorsorgende Verwaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt. / We stand for a preventive conservation as well as responsible use soil, water, air, energy and biodiversity.

### Lebensraum / Living environment

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt und Land ein. / We support an environmentally friendly development and the protection of living environments in urban and rural areas.

### Lebensmittel / Food

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel und nachwachsender Rohstoffe. / We ensure sustainable production in particular of safe and high-quality food as well as renewable resources.

#### Impressum

##### Medieninhaber, Herausgeber, Copyright:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,  
Sektion VII Wasser  
Marxergasse 2, 1030 Wien

Alle Rechte vorbehalten

##### Autoren:

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber  
Dipl.-Ing. Alexander Pressl  
Univ.-Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr. Raimund Haberl

Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt  
Institut für Siedlungswasserbau,  
Industriewasserwirtschaft und  
Gewässerschutz (SIG)  
Muthgasse 18, A-1190 Wien

Die Autoren danken Familie Hammer, den Eigentümern des Bärenkogelhauses, für die Unterstützung bei der praktischen Arbeit vor Ort.

Wien, Oktober 2013

##### Layout Design:

ZS communication + art GmbH

##### Bildnachweis, Produktion und Druck:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BOKU Wien,

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit Pflanzenfarben.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung und Projektziel.....	1
1.2 Projektteam .....	2
1.3 Projektüberblick.....	2
<b>2 Methodik .....</b>	<b>4</b>
2.1 Beschreibung der Anlage.....	4
2.2 Untersuchungsprogramm und Probenahme .....	5
2.2.1 Normalbetrieb.....	5
2.2.2 Spezialuntersuchungen .....	6
2.3 On-line Messungen .....	8
2.4 Analysen.....	8
2.5 Datenanalyse und Datenauswertung.....	8
<b>3 Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>9</b>
3.1 Vorbemerkungen.....	9
3.2 Zulaufmenge, hydraulische Belastung, Beschickungsintervalle .....	9
3.3 Zulaufkonzentrationen, Flächenbelastungen .....	12
3.4 Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistungen.....	13
3.4.1 Diagramme.....	13
3.4.2 Tabellen .....	16
3.5 Temperatur.....	20
3.6 Spezialuntersuchungen.....	22
3.6.1 Tracerversuche .....	22
3.6.2 Belastung während Veranstaltungen .....	26
<b>4 Zusammenfassung .....</b>	<b>33</b>
<b>5 Literatur.....</b>	<b>35</b>
<b>Anlage 1 - Pläne.....</b>	<b>37</b>
<b>Anlage 2 - Fotos.....</b>	<b>39</b>
<b>Anlage 3 - Checkliste Probenahme 2012.....</b>	<b>45</b>
<b>Anlage 4 - Analyseergebnisse.....</b>	<b>47</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema der mechanischen Vorreinigung.....	4
Abbildung 2: Schema der Anlage Bärenkogelhaus (BF = Bodenfilter; V = Verrieselungsbeet; IBS = Intervallbeschickungsschacht).....	5
Abbildung 3: Thermobox für die automatischen Probenehmer. ....	7
Abbildung 4: Beschickung mit Tracer aus einem 1 m <sup>3</sup> Tank. ....	7
Abbildung 5: Mengenummessung im Ablaufschacht.....	7
Abbildung 6: Typischer Beschickungsverlauf über einen Zeitraum von 2,5 Wochen. ....	11
Abbildung 7: Verteilung der Beschickungsintervalle bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses. ....	11
Abbildung 8: BSB <sub>5</sub> – Zu- und Ablaufkonzentrationen.....	13
Abbildung 9: BSB <sub>5</sub> – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung).....	14
Abbildung 10: CSB – Zu- und Ablaufkonzentrationen.....	14
Abbildung 11: CSB – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung).....	14
Abbildung 12: NH <sub>4</sub> -N – Zu- und Ablaufkonzentrationen.....	15
Abbildung 13: NH <sub>4</sub> -N – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung).....	15
Abbildung 14: N <sub>ges</sub> – Zu- und Ablaufkonzentrationen.....	15
Abbildung 15: Lufttemperatur und Wassertemperatur im Zu- und Ablauf. ....	20
Abbildung 16: Temperatur in 0, 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht von BF1. ....	21
Abbildung 17: Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht und Ablaufwassertemperatur von BF2.....	21
Abbildung 18: Ablaufwassertemperatur von BF2 und Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe des Versickerungsbeets. ....	22
Abbildung 19: Abflussmessung 1. Tracerversuch.....	23
Abbildung 20: Elektrische Leitfähigkeit 1. Tracerversuch.....	23
Abbildung 21: Summenkurve 1. Tracerversuch.....	24
Abbildung 22: Abflussmessung 2. Tracerversuch. ....	24
Abbildung 23: Elektrische Leitfähigkeit 2. Tracerversuch.....	25
Abbildung 24: Summenkurven 2. Tracerversuch.....	25
Abbildung 25: Lufttemperatur Jänner – März 2012. ....	26
Abbildung 26: Messungen Wasserstand und Beschickungen (Jänner – März 2012).....	27
Abbildung 27: Messungen Wasserstand und Beschickungen (12.-26.02.2012). ....	27
Abbildung 28: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 1 (17.-23.2.2012).....	28
Abbildung 29: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 2+3 (16.-28.6.2012).....	29
Abbildung 30: NH <sub>4</sub> -N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 2+3 (16.-28.6.2012).....	29
Abbildung 31: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (28.7.-5.8.2012).....	30
Abbildung 32: NH <sub>4</sub> -N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (28.7.-5.8.2012).....	30
Abbildung 33: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (8.-14.9.2012).....	31
Abbildung 34: NH <sub>4</sub> -N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (27.7.-5.8.2012).....	31
Abbildung 35: Bodenfilter Bärenkogel 17. Juni 2011.....	39
Abbildung 36: Bodenfilter Bärenkogel 30. August 2011. ....	39
Abbildung 37: Bodenfilter Bärenkogel BF1 - 21. November 2011.....	40



Abbildung 38: Bodenfilter Bärenkogel 2. Jänner 2012 .....	40
Abbildung 39: Bodenfilter Bärenkogel 14. Februar 2012.....	41
Abbildung 40: Thermobox beim Ablaufschacht vom BF2 - 17.Februar 2012. ....	41
Abbildung 41: Thermobox beim Ablaufschacht BF2 - 20.Februar 2012.....	42
Abbildung 42: Bodenfilter Bärenkogel 26. März 2012 .....	42
Abbildung 43: Bodenfilter Bärenkogel 10. Juli 2012.....	43
Abbildung 44: Bodenfilter Bärenkogel 22. Oktober 2012 .....	43
Abbildung 45: Bodenfilter Bärenkogel 18. Februar 2013.....	44
Abbildung 46: Bodenfilter Bärenkogel 24. Juni 2013.....	44



# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufbau der Bodenfilter und des Verrieselungsbeets.....	5
Tabelle 2: Spezialuntersuchungen bei Veranstaltungen im Jahr 2012.....	6
Tabelle 3: AnalyseMethoden und bestimmungsgrenzen (in mg/L) im Labor des Instituts für Siedlungswasserbau an der BOKU.....	8
Tabelle 4: Zulaufmenge und hydraulische Belastung.....	10
Tabelle 5: Zulaufkonzentrationen in mg/L (Juli – Dezember 2010, Dauerbetrieb des Gasthauses).....	12
Tabelle 6: Zulaufkonzentrationen in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013, Eventbetrieb des Gasthauses).....	12
Tabelle 7: Zulaufkonzentrationen (Medianwerte in mg/L) bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses.....	13
Tabelle 8: Ablaufkonzentrationen BF1 in mg/L (Juli – Dezember 2010).....	16
Tabelle 9: Ablaufkonzentrationen BF2 in mg/L (Juli – Dezember 2010).....	16
Tabelle 10: Reinigungsleistungen in % (Juli – Dezember 2010).....	17
Tabelle 11: Vorortparameter* - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential (Juli – Dezember 2010).....	17
Tabelle 12: Ablaufkonzentrationen BF1 in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013).....	18
Tabelle 13: Ablaufkonzentrationen BF2 in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013).....	18
Tabelle 14: Reinigungsleistungen von BF1 und gesamt in % (Juni 2011 - Juni 2013).....	19
Tabelle 15: Vorortparameter* - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential (Juni 2011 - Juni 2013).....	19
Tabelle 16: Ablaufkonzentrationen BF1 und BF2 sowie (Medianwerte in mg/L) Gesamtreinigungsleistung (Medianwerte in %) bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses.....	20
Tabelle 17: Vergleich der gemessenen hydraulischen Verweilzeiten in ein- und zwei-stufigen bepflanzten Bodenfiltern.....	26
Tabelle 18: Zusammenfassung Veranstaltungen und Belastung des Bodenfilters im Jahr 2012.....	32
Tabelle 19: Medianwerte Konzentrationen in mg/L.....	33
Tabelle 20: Medianwerte Reinigungsleistungen in %.....	33
Tabelle 21: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Zulauf in mg/L.....	47
Tabelle 22: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Ablauf BF1 in mg/L.....	48
Tabelle 23: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Ablauf BF2 in mg/L.....	49
Tabelle 24: Analyseergebnisse Veranstaltung 1 in mg/L.....	50
Tabelle 25: Analyseergebnisse Veranstaltung 2 + 3 in mg/L.....	50
Tabelle 26: Analyseergebnisse Veranstaltung 4 in mg/L.....	51
Tabelle 27: Analyseergebnisse Veranstaltung 5 in mg/L.....	51



# 1 Einführung

## 1.1 Problemstellung und Projektziel

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Bepflanzte Bodenfilter" (Ökoreal und BOKU, 2009) konnten mit einem 2-stufigen Aufbau eines bepflanzten Bodenfilters sehr gute Ergebnisse in Bezug auf die Reinigungsleistung erzielt werden. Der 2-stufig aufgebaute bepflanzte Bodenfilter wurde von 2005 bis 2009 unter kontrollierten Versuchsbedingungen auf der ARA Ernsthofen (NÖ) getestet.

Dieser getestete 2-stufige Aufbau eines bepflanzten Bodenfilters umfasst zwei in Serie betriebene intermittierend beschickte vertikal durchströmte Bodenfilter. Die Hauptschicht der ersten Stufe besteht dabei aus Sand ohne Feinanteile (z.B. Körnung 1-4 mm, 2-3 mm oder 2-4 mm). Die Drainageschicht der ersten Stufe ist eingestaut. Die Hauptschicht der zweiten Stufe besteht aus Sand mit einer Körnung von 0.06-4 mm (wie üblicherweise bei einstufigen vertikal durchströmte Bodenfiltern verwendet). Die Drainageschicht der zweiten Stufe ist im Gegensatz zur ersten Stufe nicht eingestaut. Bei der Dimensionierung der 2-stufigen Anlage mit  $2 \text{ m}^2/\text{EW}_{\text{CSB}}$  ließ sich dieselbe Reinigungsleistung hinsichtlich organischer Verunreinigung und Ammonium erreichen, wie mit einem einstufigen Bodenfilter (lt. ÖNORM B 2505, 2009) der auf  $4 \text{ m}^2/\text{EW}_{\text{CSB}}$  dimensioniert ist. Zusätzlich lässt sich jedoch mit dem 2-stufigen Aufbau eine erhöhte Stickstoffelimination erreichen.

Um die Akzeptanz von 2-stufigen bepflanzten Bodenfiltern dieser Bauart in der Praxis zu erhöhen, ist es nötig, dass diese Bauart als Stand der Technik anerkannt wird. Endziel ist es, einen Dimensionierungsansatz (wie z.B. die ÖNORM B 2505, 2009, für einstufige bepflanzte Bodenfilter) für 2-stufige bepflanzte Bodenfilter zu entwickeln.

Beim Gasthaus Bärenkogel (Lechen 26, A-8682 Langenwang, Steiermark) wurde ein 2-stufiger Bodenfilter in der oben beschriebenen Bauweise errichtet, Die wasserrechtliche Bewilligung auf 3 Jahre befristet erteilt, da diese 2-stufigen Bauart in Österreich noch nicht als Stand der Technik anerkannt wird. Für die Erteilung einer endgültigen wasserrechtlichen Bewilligung hat die zuständige Behörde vorgeschrieben, dass während der ersten 3 Jahre die Reinigungsleistung der Anlage regelmäßig überprüft werden soll.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts soll daher eine begleitende wissenschaftliche Untersuchung des bepflanzten Bodenfilters beim Gasthaus Bärenkogel über diese 3 Jahre durchgeführt werden, um Grundlagen für die endgültige wasserrechtliche Bewilligung zu erlangen. In der Folge kann dann auf diesen *Präzedenzfall* verwiesen werden und auch bei anderen Objekten eine wasserrechtliche Bewilligung für eine längere Zeitperiode erteilt werden.

Aus der oben genannten Problemstellung ergeben sich folgende Projektziele:

- 1) Probenahme und Analyse des Zu- und Ablaufs beider Stufen des bepflanzten Bodenfilters Gasthaus Bärenkogel über einen Zeitraum von 3 Jahren.
- 2) Verbesserung der Akzeptanz und damit einer einfacheren wasserrechtlichen Bewilligung für 2-stufige bepflanzten Bodenfilter durch die begleitende Untersuchung einer realen Anlage in den ersten Betriebsjahren.
- 3) Überführung der Erfahrungen in einen anerkannten Dimensionierungsansatz damit die 2-stufige Bauweise in Österreich als Stand der Technik anerkannt wird.

## 1.2 Projektteam

Das Projektteam am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG) des Departments für Wasser-Atmosphäre-Umwelt an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) bestand aus:

Univ.-Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr. Raimund <b>Haberl</b>	Institutsleiter (bis 11/2012)
Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter <b>Langergraber</b>	Projektleiter
Dipl.-Ing. Alexander <b>Pressl</b>	Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Hr. Fritz <b>Kropitz</b>	Techniker
Hr. Marco <b>Hartl</b>	Durchführung der Spezialuntersuchungen im Rahmen einer Diplomarbeit

## 1.3 Projektüberblick

Die ersten Gespräche bzgl. des Projekts zwischen der BOKU, dem Planungsbüro *Ökologisches Projekt* (Planer der Anlage) und dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) wurden bereits im Mai 2009 durchgeführt. Weitergehende begleitende Untersuchungen waren für die zuständige Behörde in der Steiermark die Voraussetzung zur Erteilung einer befristeten wasserrechtlichen Bewilligung.

Das Projekt wurde zusätzlich auch vom Amt der steiermärkischen Landesregierung (Fachabteilung 19A - Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft) mit 10'000 EUR gefördert. Der diesbezügliche Vertrag (Fördervertrag 0004672-0008) wurde im Dezember 2010 unterzeichnet.

Mit dem Bau des bepflanzten Bodenfilters beim Gasthaus Bärenkogel wurde am 7.9.2009 begonnen. Während des Baus der Bodenfilteranlage wurden bereits einfache vorausschauende Einrichtungen für das Projekt umgesetzt.



Das Projekt begann am 1.4.2010 und endete am 30.6.2013. Die Arbeit im Projekt gliederte sich in 4 Arbeitspakete:

- AP1. Inbetriebnahme und Einfahrphase (3 Monate, April 2010 – Juni 2010)
- AP2. Normalbetrieb mit Probenahmen (36 Monate, Juli 2010 – Juni 2013)
- AP3. Spezialuntersuchungen (26 Monate, Mai 2011 – Juni 2013)
- AP4. Berichte (4 Monate, April 2011, April 2012 und Juli+August 2013)

Nach der Aufnahme des Betriebs des Gasthauses im Frühjahr 2010 wurden die in Arbeitspaket AP1 (Inbetriebnahme und Einfahrphase) vorgesehenen Installationen für die Messtechnik durchgeführt. Nach der Einschulung des Pächters und der Eigentümer des Gasthauses für den Betrieb des Bodenfilters am 7.7.2010 begann Arbeitspaket AP2 (Normalbetrieb, Probenahme).

Mit Ende 2010 kündigte der Pächter seinen Vertrag, womit der kontinuierliche Betrieb des Gasthauses Bärenkogel daher ab Jänner 2011 nicht mehr gegeben war. Aus diesem Grund wurden auch die Probenahmen und Analysen ab diesem Zeitpunkt reduziert.

Da kein neuer Pächter gefunden wurde, stellten die Eigentümer den Betrieb des Gasthauses Bärenkogel um. Es war daher ab Mitte 2011 nur mehr für Veranstaltungen und auf Bestellung offen. Die ersten Veranstaltungen fanden im Juli 2011 statt, womit die Probenahme ab diesem Zeitpunkt auch wieder intensiviert wurden.

Im Jahr 2012 wurden auch, wie im Antrag beschrieben, in Arbeitspaket AP3 (Spezialuntersuchungen) Untersuchungen hinsichtlich des Verhaltens des Bodenfilters bei Stoßbelastungen durchgeführt. Diese Untersuchungen wurden aufgrund der gebuchten Veranstaltungen für das Jahr 2012 geplant und fanden zwischen Februar und September 2012 statt.

Der 1. Zwischenbericht über das erste Projektjahr (1.4.2010 bis 31.3.2011) wurde im Mai 2011 eingereicht, der 2. Zwischenbericht umfasste das zweite Projektjahr, d.h. den Zeitraum 1.4.2011 bis 31.3.2012, und wurde im Mai 2012 eingereicht. Der nun vorliegende Endbericht fasst die Ergebnisse des gesamten Untersuchungszeitraums von 1.4.2010 bis 30.6.2013 zusammen.

## 2 Methodik

### 2.1 Beschreibung der Anlage

Das Gasthaus Bärenkogel (Lechen 26, A-8682 Langenwang) in der Steiermark befindet sich auf einer Seehöhe von 1168 m. Die Bemessungsdaten für den bepflanzten Bodenfilter waren wie folgt: 70 Sitzplätze in der Gaststube und 16 Betten für Übernachtungen. Die zu erwartenden Nächtigungszahlen waren jedoch eher gering. An Spizentagen - z.B. Sonn- und Feiertagen - wurde damit gerechnet, dass ca. 70 warme Essen verkauft werden. Die Wasserversorgung erfolgt durch eine eigene Quelle. Der tägliche durchschnittliche Wasserverbrauch wurde anhand der zu erwartenden wöchentlichen Essen und des Gästebesuchs mit ca. 2'500 Liter pro Tag abgeschätzt.

Die Küchenabwässer werden über einen Fettabscheider in einen Grobentschlammungsschacht (der gesamte Schacht entspricht der „ersten Kammer“ einer 3-Kammer-Absetzanlage, siehe Abbildung 1) geleitet. Eine nachgeschaltete, kommerziell erhältliche Dreikammergrube wurde zum Pufferspeicher umgerüstet, der kurzzeitig auftretende Wochenendspitzen auffängt. Eine in der zweiten Kammer der Dreikammergrube (entspricht der „dritten Kammer“ einer 3-Kammer-Absetzanlage) positionierte Fäkalientauchpumpe wird mit Schwimmer und Zeitpausenrelais derart gesteuert, dass eine definierte Abwassermenge in die dritte Kammer der Dreikammergrube gepumpt wird. Von dort läuft das Abwasser gravimetrisch in den Beschickungsschacht zum ersten Bodenfilter ab.

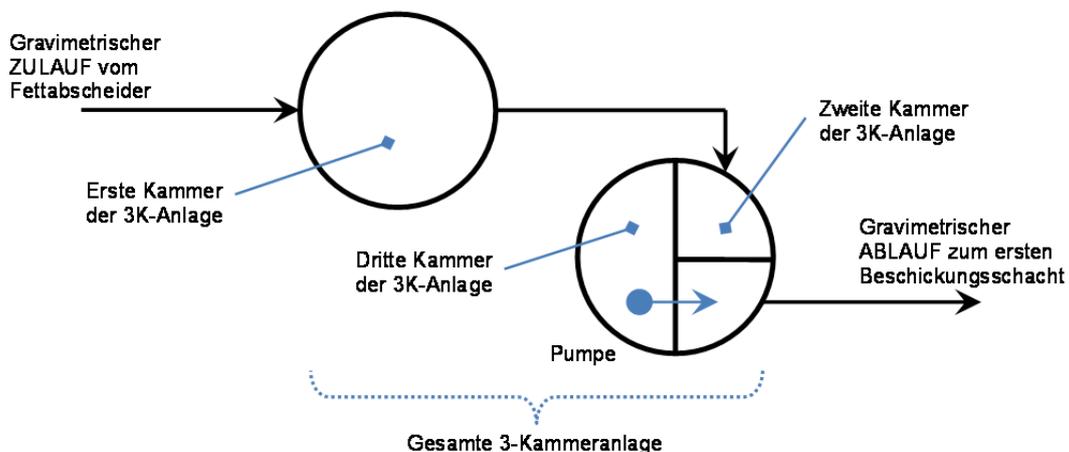


Abbildung 1: Schema der mechanischen Vorreinigung.

Die biologische Reinigung der Abwässer erfolgt über eine 2-stufige, vertikal durchströmte, intermittierend beschickte Bodenfilteranlage. Bodenfilter 1 (BF1) und Bodenfilter 2 (BF2) sind in Serie geschaltet (Abbildung 2). Von der Dreikammergrube wird das vorgereinigte Wasser in einen Beschickungsschacht geleitet und intermittierend auf Bodenfilter BF1 flächig verteilt. Von dort wird das biologisch vorgereinigte Abwasser über einen zweiten Beschickungsschacht auf Bodenfilter BF2 geleitet. Der biologisch gereinigte Ablauf wird anschließend über ein Verrieselungsbeet in den Untergrund geleitet. Der Aufbau der Bodenfilter und des Verrieselungsbeets ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Bodenfilteranlage wurde für 40 EW dimensioniert (derzeitige Bewohner: 4 EW; Gasthausbetrieb: 14 EW; Gästebetten: 16 EW; Reserve: 6 EW). Der angenommene maximale und mittlere Schmutzwasseranfall war 6000 L/d (150 L/EW/d) bzw. 4000 L/d (100 L/EW/d). Für die 2-stufige Bodenfilteranlage wäre daher bei einer spezifischen Oberfläche von 2 m<sup>2</sup>/EW eine Fläche von 80 m<sup>2</sup> nötig. Die beiden Stufen des Bodenfilters



wurden mit einer Oberfläche von je 49.4 m<sup>2</sup> (10.5 m x 4.7 m) geplant. Dadurch beträgt die spezifische Oberfläche der Gesamtanlage 2.47 m<sup>2</sup>/EW.

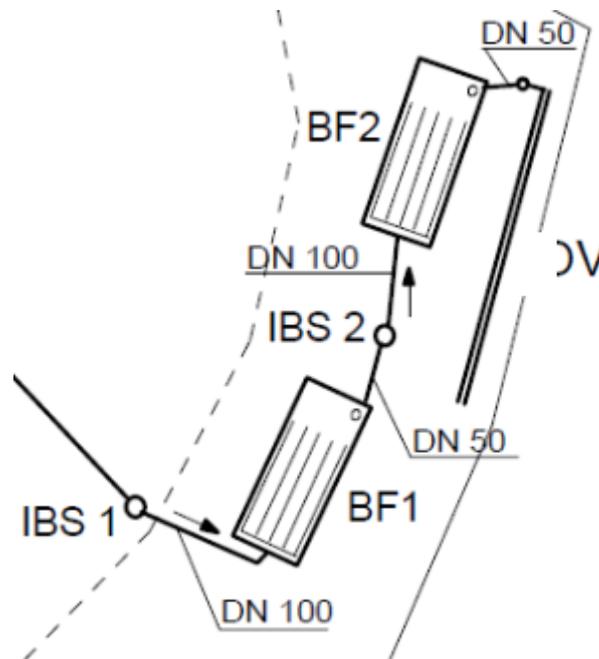


Abbildung 2: Schema der Anlage Bärenkogelhaus (BF = Bodenfilter; V = Verrieselungsbeet; IBS = Intervallbeschickungsschacht)

Tabelle 1: Aufbau der Bodenfilter und des Verrieselungsbeets

	Bodenfilter BF1	Bodenfilter BF2	Verrieselungsbeet
<b>Deckschicht</b>	10 cm Kies 4-8 mm	10 cm Kies 4-8 mm	10 cm Kies 4-8 mm
<b>Hauptschicht</b>	50 cm Sand 2-4 mm	50 cm Sand 0-4 mm	50 cm Sand 0-4 mm
<b>Drainage</b>	20 cm Kies 8-16 mm	20 cm Kies 8-16 mm	-

Ein Lageplan der Anlage Bärenkogelhaus sowie Detailpläne der Bodenfilter BF1 und BF2 sind in Anhang 1 beigefügt. In Anhang 2 sind Fotos zur Entwicklung der Anlage gezeigt.

## 2.2 Untersuchungsprogramm und Probenahme

### 2.2.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb (AP2) wurden 3 Probenahmestellen (**Zulauf** = Beschickungsschacht zum ersten Beet, **Ablauf BF1** = Beschickungsschacht zum zweiten Beet, **Ablauf BF2**) über einen Zeitraum von 36 Monaten beprobt. Es wurden 2 Proben pro Monat entnommen

Geplant war seitens der BOKU, die Anlage alle 6 Wochen anzufahren. Um ein Probenahmeintervall von 2 Wochen realisieren zu können, entnahm der Betreiber zwischen den Besuchen zusätzliche Proben. Der Betrieb, die Betreuung und Wartung der Messgeräte zur online Messung erfolgt durch die BOKU zusammen mit den Probenahmen.

Das Gasthaus hatte im ersten Untersuchungszeitraum Montag und Dienstag Ruhetag. Um den Bodenfilter bei möglichst hoher Belastung zu untersuchen wurden alle Probenahmen an Montagen geplant, d.h. am Tag nach der zu erwartenden Belastungsspitze am Wochenende.

Zur Dokumentation der Probenahme des Betreibers wurde eine Checkliste entwickelt und im Jahr 2012 aktualisiert (siehe Anhang 3). Diese Checkliste wurde bei den Probenahmen ausgefüllt und zur Dokumentation vom Probenehmer an die BOKU geschickt.

## **2.2.2 Spezialuntersuchungen**

### ***Verhalten der Anlage während Veranstaltungen***

Im Jahr 2012, dem 2. vollen Betriebsjahr, wurden Spezialuntersuchungen im Zuge des AP3 durchgeführt, um das Verhalten der Bodenfilteranlage vor allem bei Hochlast, das heißt an Wochenenden an denen Veranstaltungen stattfinden, zu untersuchen.

Durch die beschriebenen Probleme beim Betrieb des Gasthauses wurden diese Untersuchungen auf das Jahr 2012 verschoben. Im Jänner 2012 wurden mit dem Eigentümer relevante Veranstaltungen für die Spezialuntersuchungen ausgewählt (Tabelle 2). Bei den Spezialuntersuchungen wurden Proben der Zu- und Ablaufkonzentrationen mit automatischen Probenehmern über einen Zeitraum von ca. 1 Woche genommen.

Tabelle 2: Spezialuntersuchungen bei Veranstaltungen im Jahr 2012

<b>Wochenende</b>	<b>#</b>	<b>Veranstaltung</b>
<b>18./19.02.2012</b>	<b>1</b>	<b>Heringsschmaus</b>
<b>16./17.06.2012</b>	<b>2</b>	<b>Konzert</b>
<b>23./24.06.2012</b>	<b>3</b>	<b>Hochzeit 1</b>
<b>28./29.07.2012</b>	<b>4</b>	<b>Hochzeit 2</b>
<b>08./09.09.2012</b>	<b>5</b>	<b>Kirtag</b>

Für die Probenahme im Februar 2012 wurden isolierte Boxen für die automatischen Probenehmer gebaut (Abbildung 3), die sowohl das Einfrieren der Schläuche für die Probenahme, als auch der mit Wasser benetzten Teile des Probenehmers verhinderten. Eine elektrische Heizung regulierte die Temperatur innerhalb der Thermobox im Winter auf rund 10°C.



Abbildung 3: Thermobox für die automatischen Probenehmer.

### **Tracerversuche**

Im Mai 2012 wurden zusätzlich zwei Tracerversuche durchgeführt (Start der Versuche war am 8. bzw. am 25. Mai 2012). Dabei wurde der Tracer (KCl) extern in einem 1 m<sup>3</sup> Tank angerührt und eine extra Beschickung durchgeführt (Abbildung 4). Um auch nach der erfolgten Tracerbeschickung eine regelmäßige hydraulische Belastung der Anlage zu gewährleisten, wurde anschließend im Gasthaus ein Wasserhahn geöffnet. Während der Tracerversuche wurden neben den elektrischen Leitfähigkeiten der Wässer auch die Ablaufmengen aus den beiden Beeten mit einem MID online gemessen (Abbildung 5).



Abbildung 4: Beschickung mit Tracer aus einem 1 m<sup>3</sup> Tank.



Abbildung 5: Mengenummessung im Ablaufschacht.

Zur Berechnung der hydraulischen Verweilzeit (hydraulic retention time) wird die Summenkurve der Tracerkonzentration im Ablauf verwendet. Die hydraulische Verweilzeit ist dabei als jene Zeit definiert, bei der 50 % des Tracers das System verlassen haben.



## 2.3 On-line Messungen

Die folgenden Parameter wurden on-line gemessen:

- Wasserverbrauch und dem Zulaufschacht zufließende Abwassermenge
- Wassertemperatur im Zu- und Ablauf der Anlage
- Lufttemperatur, Bodentemperatur im BF1, BF2 und Verrieselungsbeet

Während der Spezialuntersuchungen wurden noch weitere Parameter on-line gemessen.

## 2.4 Analysen

Während der Probenahmen wurden in den Zu- und Abläufen vor Ort die Parameter pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur mit mobilen Feldmessgeräten (WTW) gemessen.

Die entnommenen Proben wurden im Labor des Instituts für Siedlungswasserbau an der BOKU auf folgende Parameter analysiert: AFS, BSB<sub>5</sub>, CSB, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N und N<sub>ges</sub>. In Tabelle 3 sind die Analyseverfahren zusammengefasst.

Tabelle 3: Analysemethoden und bestimmungsgrenzen (in mg/L) im Labor des Instituts für Siedlungswasserbau an der BOKU.

Parameter	Analysemethode	Bestimmungsgrenze
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	DIN 38409 H2	1
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB <sub>5</sub> )	DIN H51 / EN 1899-1	3
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	DIN 38409 H41	20 / 10*
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	DIN 38406 E5-1	0.03
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	EN 26777 D10	0.003
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	DIN D19/EN ISO 10304	0.1
Kjehldal-Stickstoff (TKN)	DIN EN 25663	1
Organischer Stickstoff (N <sub>org</sub> )	Differenz aus TKN und NH <sub>4</sub> -N	-
Gesamtstickstoff (N <sub>ges</sub> )	Summe aus NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N u. N <sub>org</sub>	-

\* Bestimmungsgrenze 20 mg/L (bis Juni 2011) bzw. 10 mg/l (ab Juli 2011).

## 2.5 Datenanalyse und Datenauswertung

Für den Vergleich der Zulauf- und Ablaufkonzentrationen wurde der jeweilige Medianwert herangezogen. Der Medianwert (50 %-Wert) ist die Zahl, die genau in der Mitte einer Zahlenreihe liegt. Das heißt, die eine Hälfte der Zahlenreihe hat Werte, die kleiner sind als der Medianwert, und die andere Hälfte hat Werte, die größer sind als der Median.

Für die Berechnung der statistischen Kennwerte wurde bei Konzentrationswerten unter der Bestimmungsgrenze die Bestimmungsgrenze als Berechnungswert angenommen.



## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Vorbemerkungen

#### Datenauswertung

Aufgrund der vorübergehenden Schließung des Gasthauses Bärenkogel zu Beginn 2011 wurden die statistischen Auswertungen für 2 Zeiträume durchgeführt: i) bis 31.12.2010 (Dauerbetrieb des Gasthauses und ii) ab 01.07.2011 (Eventbetrieb). Alle Analyseergebnisse sind in Anhang 4 angegeben.

#### Ausfall von on-line Messungen

Bei einem Blitzschlag während eines Gewitters Ende April 2011 wurde der Datenlogger zur Messung der Zulaufmenge zerstört. Aus diesem Grund gab es zwischen 28.04. und 07.06.2011 keine on-line Zulaufmessung. Erst nach Inbetriebnahme der Messungen Anfang Juni 2011 wurde festgestellt, dass durch den Blitzschlag auch die Elektronik für die Temperaturmessung beschädigt sowie einige Temperatursensoren zerstört wurden. Durch einen längeren Krankenstand des Technikers Herrn Kropitz im Sommer 2011 war die Wiederinstandsetzung der Temperaturmessung erst ab Oktober 2011 möglich. Im März 2012 wurden die Temperatursensoren im Verrieselungsbeet außer Betrieb genommen, um damit defekte Temperatursensoren in den beiden Hauptbeeten zu ersetzen.

Durch einen weiteren Blitzeinschlag am 17. Juni 2012 wurde die Messelektronik ein zweites Mal zerstört. Nach diesem 2. Blitzschlag wurde beschlossen nur mehr die on-line Zulaufmessung wieder in Betrieb zu nehmen (ab 22.10.2012), der ebenfalls zerstörte Logger für die Temperaturmessung wurde nicht mehr ersetzt.

Während der Ausfälle der on-line Zulaufmessung wurden die Anlagen-Beschickungen durch die Wasserverbrauchsmessungen bzw. aus Ablaufmengenmessungen rekonstruiert.

### 3.2 Zulaufmenge, hydraulische Belastung, Beschickungsintervalle

In Tabelle 4 sind die aus der gemessenen Anzahl der Beschickungen errechnete Zulaufmenge und hydraulische Belastung dargestellt. Für die Berechnung wurden 580 Liter pro Beschickung verwendet. Dieser Wert ergibt sich aus der Geometrie des Beschickungsschachts durch Auswertung des gemessenen Wasserspiegels im Schacht. Die durchschnittliche hydraulische Belastung des Bodenfilters zwischen Juli bis Dezember 2010 (Dauerbetrieb des Gasthauses) war 9.7 mm/d bzw. zwischen Juni 2011 - Juni 2013 (Eventbetrieb des Gasthauses) 4.0 mm/d. Bei Dauerbetrieb des Gasthauses war die hydraulische Belastung um ca. 2,5-mal höher

Tabelle 4: Zulaufmenge und hydraulische Belastung.

	Anzahl Beschickungen	Zulaufmenge (m³)	Hydraulische Belastung (mm/d)
2010	Juli	62	35.96
	August	58	33.64
	September	65	37.70
	Oktober	46	26.68
	November	34	19.72
	Dezember	42	24.36
<b>Juli - Dezember 2010</b>		<b>307</b>	<b>178.06</b>
2011	Juni	20	11.60
	Juli	11	6.38
	August	57	33.06
	September	11	6.38
	Oktober	6	3.48
	November	4	2.32
	Dezember	14	8.12
2012	Jänner	13	7.54
	Februar	30	17.40
	März	14	8.12
	April	14	8.12
	Mai	57	33.06
	Juni	35	20.30
	Juli	28	16.24
	August	37	21.46
	September	32	18.56
	Oktober	16	9.28
	November	5	2.90
	Dezember	11	6.38
2013	Jänner	19	11.02
	Februar	15	8.70
	März	13	7.54
	April	5	2.90
	Mai	39	22.62
	Juni	22	12.76
<b>Juni 2011 - Juni 2013</b>		<b>528</b>	<b>306.24</b>

Im Februar 2012 kam es durch einen undichten Wasserhahn in einer angeschlossenen Toilette zu ca. 20 Extra-Beschickungen, durch die 2 durchgeführten Tracer-Experimente im Mai und Juni 2012 kam es zu 20 bzw. 30 Extra-Beschickungen.

Abbildung 6 zeigt einen typischen Beschickungsverlauf über einen Zeitraum von 18 Tagen im September 2010 (während des Dauerbetriebs des Gasthauses). Anhand der Beschickungen kann man auf die

Öffnungstage und Auslastung des Gasthauses rückschließen. So sind z.B. deutlich die Ruhetage (Montag und Dienstag) und die stärkere Belastung an Wochenenden (grau hinterlegt) erkennbar.

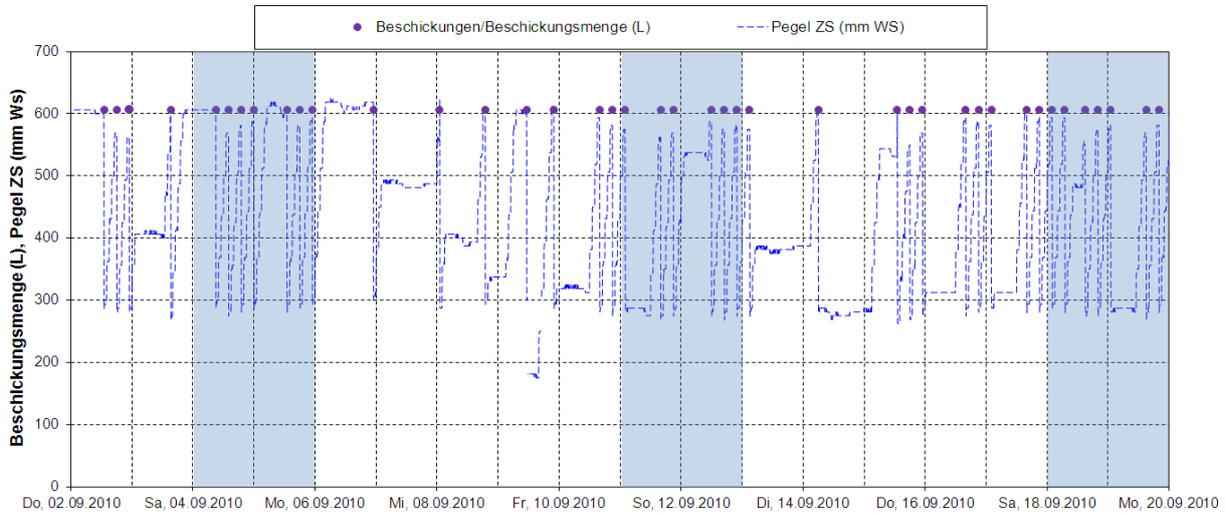


Abbildung 6: Typischer Beschickungsverlauf über einen Zeitraum von 2,5 Wochen.

In Abbildung 7 sind die Verteilungen der Beschickungsintervalle von Juli bis Dezember 2010 (Dauerbetrieb des Gasthauses) bzw. Juni 2011 - Juni 2013 (Eventbetrieb des Gasthauses) dargestellt. Während des Eventbetriebs ist eine Zunahme der längeren Beschickungsintervalle festzustellen. Der hohe Anteil an Beschickungen mit einem 14-Stunden Intervall beim Eventbetrieb ist auf einen undichten Wasserhahn in einer Toilette im Februar 2012 zurückzuführen (dadurch wurden ca. 20 Beschickungen verursacht).

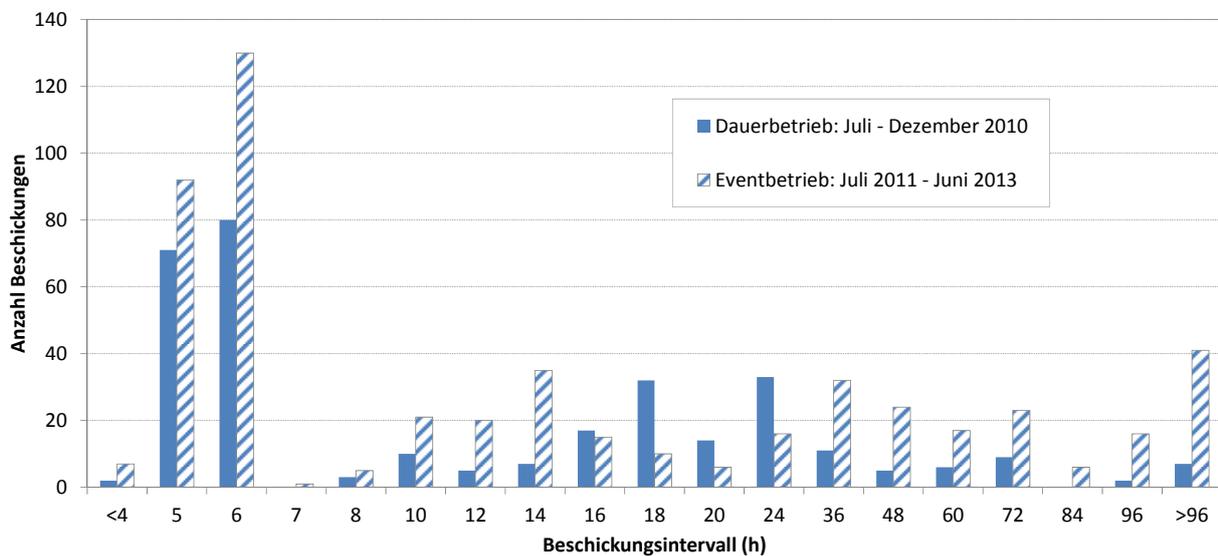


Abbildung 7: Verteilung der Beschickungsintervalle bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses.

### 3.3 Zulaufkonzentrationen, Flächenbelastungen

Tabelle 5 zeigt die Zulaufkonzentrationen zur Anlage von Juli bis Dezember 2010 (Dauerbetrieb des Gasthauses). Mit der zuvor berechneten mittleren hydraulischen Belastung von 9.7 mm/d ergibt sich eine spezifische Flächenbelastung von 9.8 g CSB/m<sup>2</sup>/d. Der Dimensionierungsansatz für den 2-stufigen Bodenfilter beträgt 40 g CSB/m<sup>2</sup>/d (2 m<sup>2</sup>/EW<sub>CSB</sub>) (Ökoreal und BOKU, 2009), der Bodenfilter des Gasthauses Bärenkogel ist auf eine spezifische Flächenbelastung von 32.4 g CSB/m<sup>2</sup>/d (2.47 m<sup>2</sup>/EW<sub>CSB</sub>) dimensioniert. Die Anlage war in diesem Zeitraum im Mittel bezogen auf den Dimensionierungswert nur zu ca. 32 % ausgelastet; an Wochenende lag die Auslastung bei 4 bis 5 Beschickungen pro Tag zwischen 76 % und 95 % des Dimensionierungswerts der organischen Belastung.

Tabelle 5: Zulaufkonzentrationen in mg/L (Juli – Dezember 2010, Dauerbetrieb des Gasthauses)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	10	10	10	10	10 (1*)	10 **	10	10
<b>Median</b>	<b>151</b>	<b>560</b>	<b>1015</b>	<b>50.8</b>	<b>0.008</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>15.5</b>	<b>65.3</b>
Mittelwert	147	543	974	48.6	0.009	<0.1	14.2	62.9
Standardabw.	37	114	220	5.6	0.005	-	3.8	8.1
95% Konf-Int.	23	71	136	3.5	0.003	-	2.3	5.0
Maximum	210	691	1230	53.6	0.020	<0.1	19.0	71.0
Minimum	68	282	499	34.4	0.003	<0.1	7.9	42.4

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L)

\*\* Alle Messungen unter der Bestimmungsgrenze (0.1 mg NO<sub>3</sub>-N/L)

Tabelle 6 zeigt die Zulaufkonzentrationen zur Anlage von Juni 2011 bis Juni 2013 (Eventbetrieb des Gasthauses). Mit der zuvor berechneten mittleren hydraulischen Belastung von 4.0 mm/d ergibt sich eine mittlere spezifische Flächenbelastung von ca. 1.4 g CSB/m<sup>2</sup>/d.

Tabelle 6: Zulaufkonzentrationen in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013, Eventbetrieb des Gasthauses)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	32	32	39	39	32 (10*)	32 **	32	32
<b>Median</b>	<b>65</b>	<b>149</b>	<b>346</b>	<b>56.6</b>	<b>0.005</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>8.5</b>	<b>66.0</b>
Mittelwert	70	156	350	53.4	0.008	<0.1	12.5	64.6
Standardabw.	37	96	160	24.4	0.011	-	13.0	29.4
95% Konf-Int.	13	33	50	7.7	0.004	-	4.5	10.2
Maximum	162	363	720	103.0	0.062	<0.1	66.3	119.2
Minimum	13	17	71	12.8	0.003	<0.1	1.1	16.2

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L)

\*\* Alle Messungen unter der Bestimmungsgrenze (0.1 mg NO<sub>3</sub>-N/L)

Tabelle 7 vergleicht die Zulaufkonzentrationen der beiden Betriebsarten des Gasthauses. Es ist festzustellen, dass die Zulaufkonzentrationen im Eventbetrieb deutlich niedriger sind als im Dauerbetrieb. Die Zulaufkonzentrationen der organischen Parameter (BSB<sub>5</sub> und CSB) war ca. 35 % der Zulaufkonzentrationen im Dauerbetrieb, die NH<sub>4</sub>-N und bei N<sub>ges</sub> Zulaufkonzentrationen waren vergleichbar. Die geringeren BSB<sub>5</sub> und CSB Zulaufkonzentrationen können auf den verminderten Abwasseranfall aus der Küche zurückgeführt werden.

Tabelle 7: Zulaufkonzentrationen (Medianwerte in mg/L) bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses.

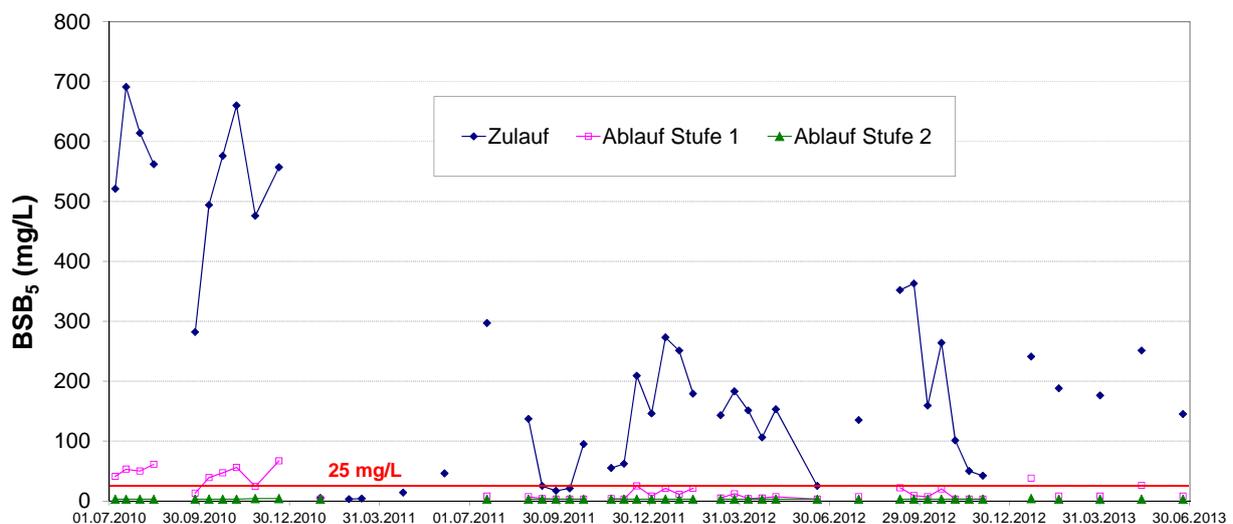
Betrieb des Gasthauses	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>
Dauerbetrieb (Juli - Dezember 2010)	151	560	1015	50.8	65.3
Eventbetrieb (Juni 2011 - Juni 2013)	65	149	346	56.6	66.0

## 3.4 Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistungen

### 3.4.1 Diagramme

In Abbildung 8 bis Abbildung 14 sind für die gesamte Untersuchungsperiode (Juli 2010 – Juni 2013) die Zu- und Ablaufkonzentrationen folgender Parameter dargestellt: BSB<sub>5</sub>, CSB, NH<sub>4</sub>-N und N<sub>ges</sub>. Um die geringen Ablaufkonzentrationen besser darzustellen, sind die Zu- und Ablaufkonzentrationen für BSB<sub>5</sub>, CSB und NH<sub>4</sub>-N in Abbildung 9, Abbildung 11 und Abbildung 13 auch mit logarithmischer Skalierung der y-Achse dargestellt. In Abbildung 8 bis Abbildung 13 sind auch die gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufgrenzwerte (lt. 1.AEVkA, 1996, Größenklasse 50 - 500 EW) von 25 mg BSB<sub>5</sub>/L, 90 CSB mg/L bzw. 10 mg NH<sub>4</sub>-N/L dargestellt.

Die NH<sub>4</sub>-N Ablaufkonzentrationen (Abbildung 12 und Abbildung 13) lagen während der gesamten Periode unter 1 mg/L und damit deutlich unter den geforderten 10 mg/L. Auch bei Ablaufwassertemperaturen kleiner 12°C wurde eine Konzentration von 0.4 mg NH<sub>4</sub>-N/L im Ablauf nicht überschritten.

Abbildung 8: BSB<sub>5</sub> – Zu- und Ablaufkonzentrationen

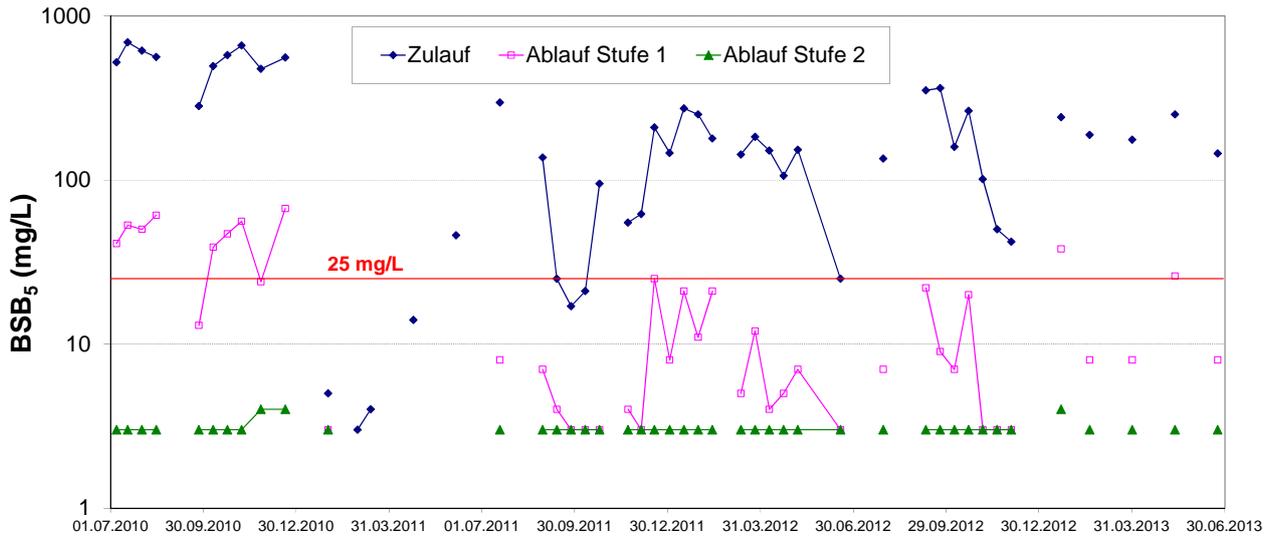


Abbildung 9: BSB<sub>5</sub> – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung)

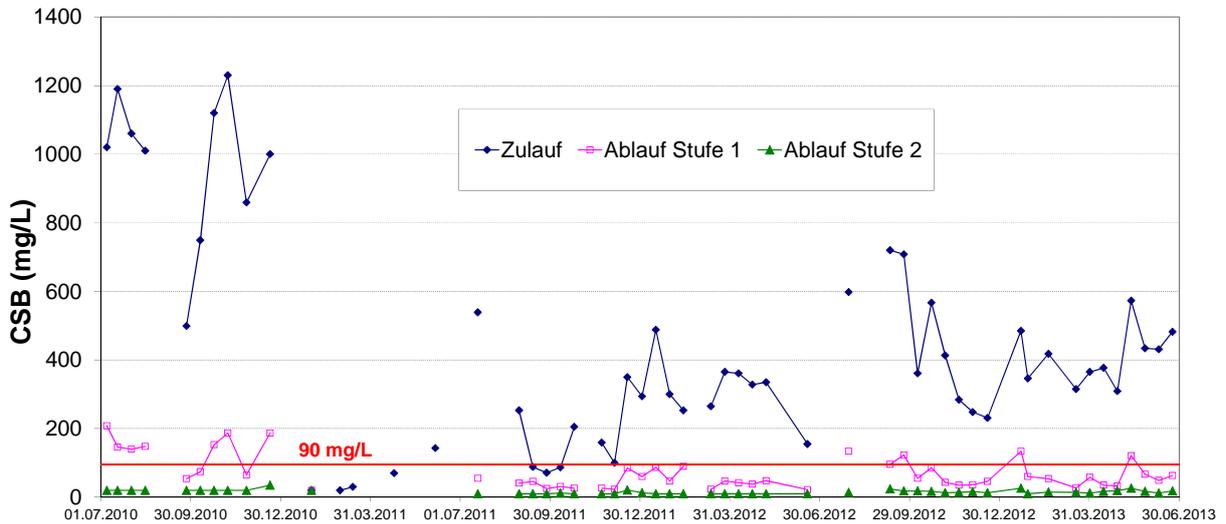


Abbildung 10: CSB – Zu- und Ablaufkonzentrationen

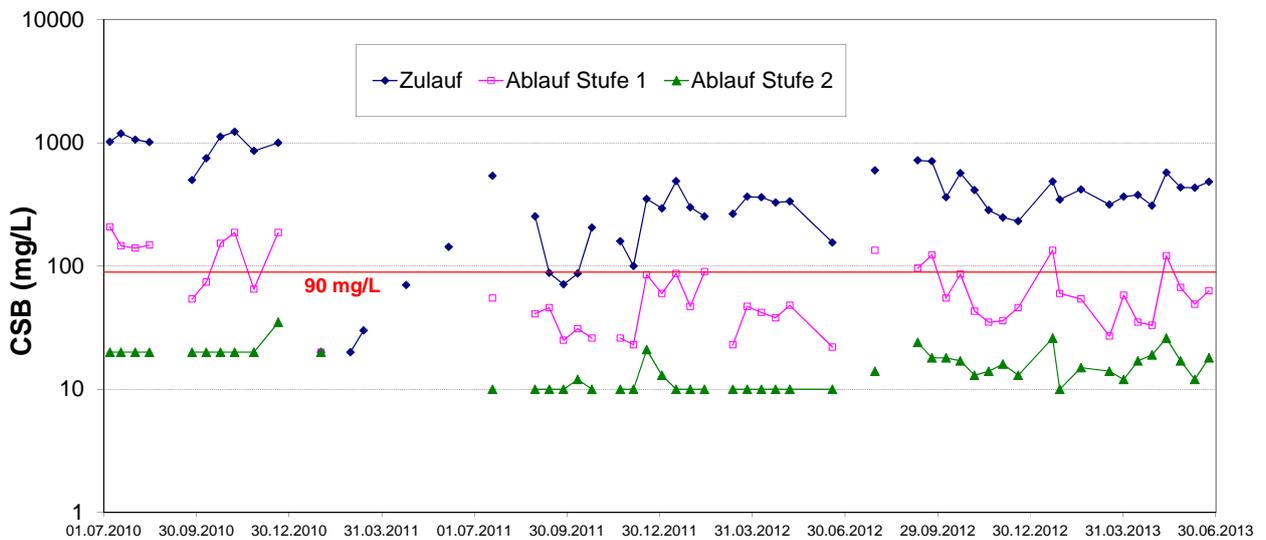


Abbildung 11: CSB – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung)

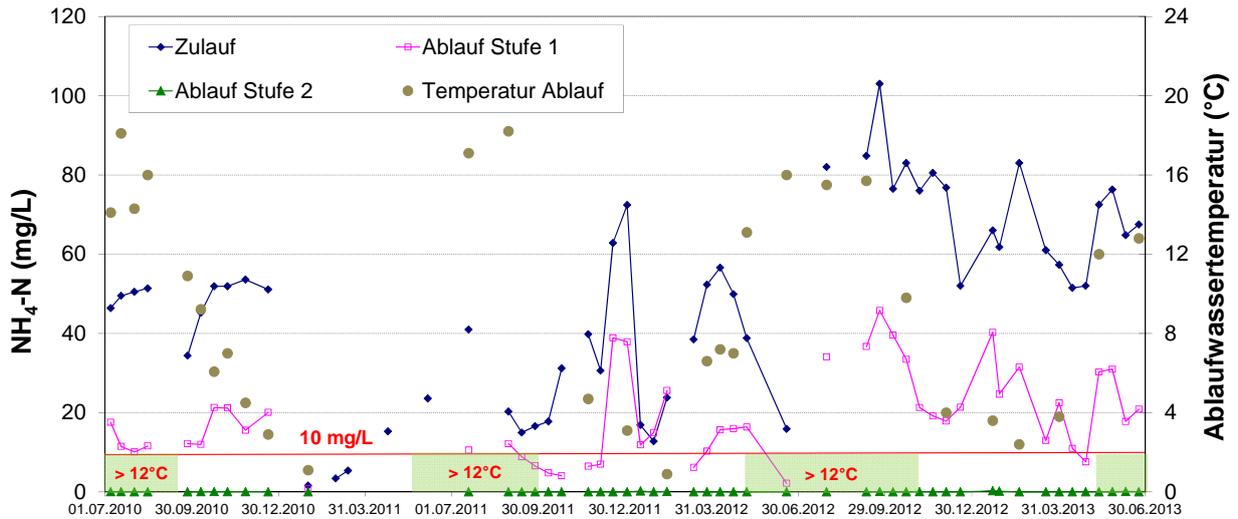


Abbildung 12:  $\text{NH}_4\text{-N}$  – Zu- und Ablaufkonzentrationen

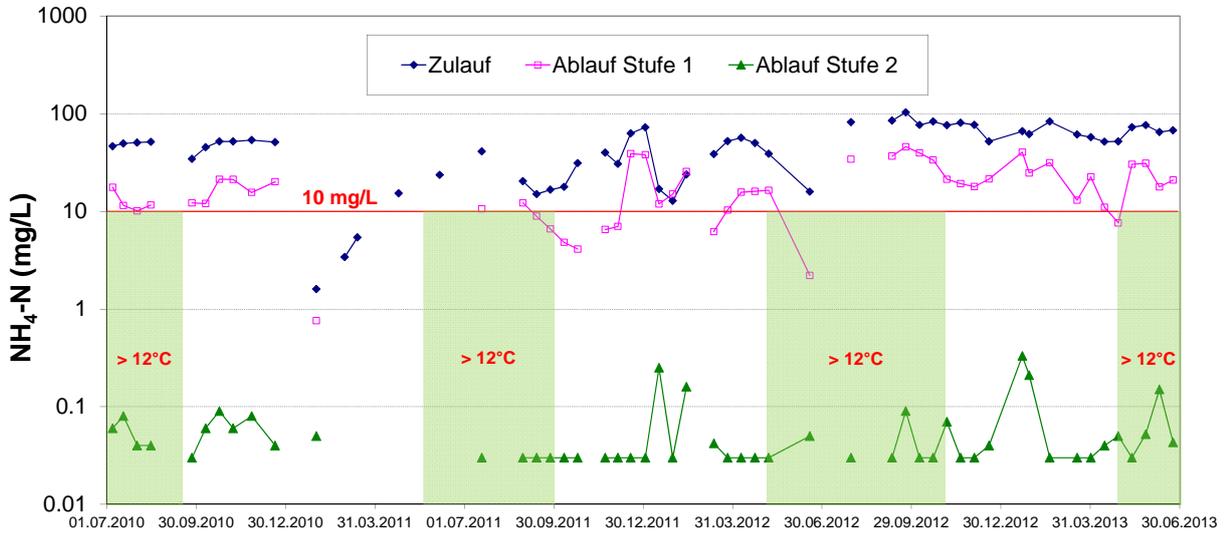


Abbildung 13:  $\text{NH}_4\text{-N}$  – Zu- und Ablaufkonzentrationen (logarithmische Skalierung)

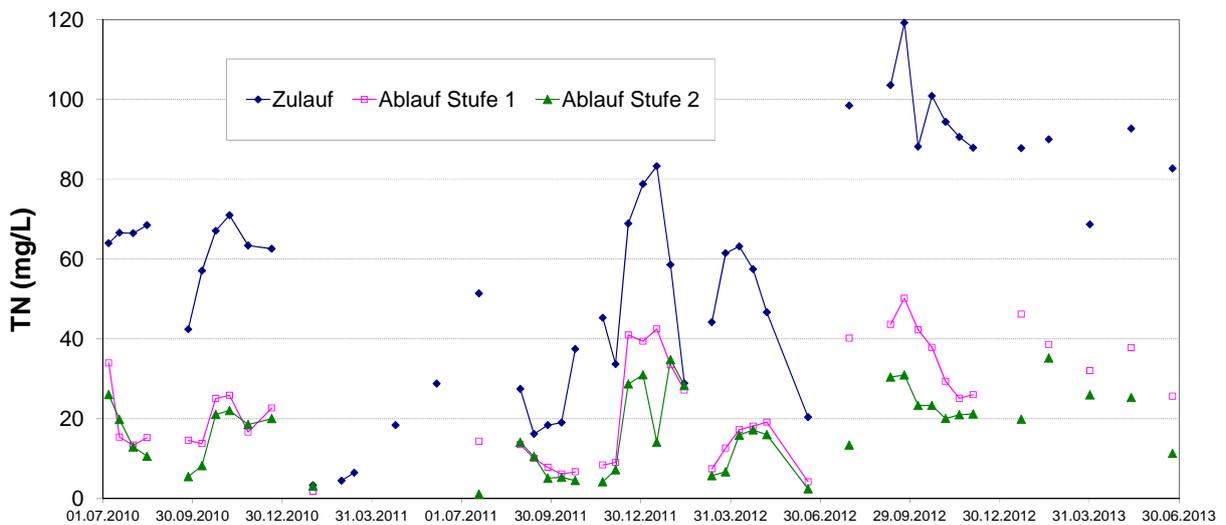


Abbildung 14:  $\text{N}_{\text{ges}}$  – Zu- und Ablaufkonzentrationen

### 3.4.2 Tabellen

#### *Dauerbetrieb des Gasthauses (Juli – Dezember 2010)*

Tabelle 8 zeigt die Ablaufkonzentrationen der ersten Stufe des Bodenfilters während des Dauerbetriebs des Gasthauses, Tabelle 9 die Ablaufkonzentrationen der zweiten Stufe. Im Untersuchungszeitraum wurden die gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufgrenzwerte von 25 mg BSB<sub>5</sub>/L, 90 CSB mg/L bzw. 10 mg NH<sub>4</sub>-N/L nicht überschritten. In Tabelle 10 sind die Reinigungsleistungen BSB<sub>5</sub>, CSB, NH<sub>4</sub>-N und N<sub>ges</sub> zusammengefasst. Die geforderten minimalen Reinigungsleistungen für BSB<sub>5</sub> und CSB (95 % bzw. 85 %) wurden während der gesamten Periode nicht unterschritten.

Tabelle 8: Ablaufkonzentrationen BF1 in mg/L (Juli – Dezember 2010)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	10	10	10	10	10 **	10 **	10 (1*)	10
<b>Median</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	<b>147</b>	<b>13.9</b>	<b>&lt;0.003</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>3.4</b>	<b>16.1</b>
Mittelwert	33	45	136	15.3	<0.003	<0.1	4.3	19.7
Standardabw.	19	17	54	4.4	-	-	4.4	6.9
95% Konf-Int.	12	10	34	2.7	-	-	2.7	4.3
Maximum	73	67	208	21.3	<0.003	<0.1	16.3	34.0
Minimum	16	13	54	10.1	<0.003	<0.1	1.0	13.4

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (1 mg N/L)

\*\* Alle Messungen unter der Bestimmungsgrenze (0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L bzw. 0.1 mg NO<sub>3</sub>-N/L)

Tabelle 9: Ablaufkonzentrationen BF2 in mg/L (Juli – Dezember 2010)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	10 (1*)	10 (8*)	10 (9*)	10 (1*)	10 (8*)	10	10 (4*)	10
<b>Median</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>0.06</b>	<b>0.003</b>	<b>17.8</b>	<b>1.2</b>	<b>19.2</b>
Mittelwert	6	3	22	0.06	0.009	15.2	1.2	16.5
Standardabw.	6	0.4	5	0.02	0.018	6.7	0.2	6.7
95% Konf-Int.	3	0.3	3	0.01	0.011	4.2	0.2	4.2
Maximum	18	4	35	0.09	0.060	25.0	1.6	26.1
Minimum	1	3	20	0.03	0.003	4.5	1.0	5.5

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (1 mg AFS/L, 3 mg BSB<sub>5</sub>/L, 20 mg CSB/L, 0.03 mg NH<sub>4</sub>-N/L, 0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L, bzw. 0.1 mg N<sub>org</sub>/L)

Tabelle 10: Reinigungsleistungen in % (Juli – Dezember 2010)

	BF1				Gesamt			
	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>
Anzahl	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Median</b>	<b>92.0%</b>	<b>86.6%</b>	<b>67.7%</b>	<b>69.6%</b>	<b>99.4%</b>	<b>98.0%</b>	<b>99.88%</b>	<b>70.5%</b>
Mittelwert	91.9%	86.4%	68.4%	68.6%	99.4%	97.7%	99.88%	74.3%
Standardabw.	2.2%	3.9%	8.2%	10.1%	0.2%	0.8%	0.04%	9.3%
95% Konf-Int.	1.4%	2.4%	5.1%	6.3%	0.1%	0.5%	0.02%	5.8%
Maximum	95.4%	92.4%	80.0%	79.8%	99.6%	98.4%	99.92%	87.0%
Minimum	88.0%	79.6%	59.0%	46.9%	98.9%	96.0%	99.83%	59.3%

Tabelle 11 fasst die Ergebnisse der während der Probenahme Vorort gemessenen Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential zusammen. Der Anstieg des pH-Werts und des Redoxpotentials weisen auf eine funktionierende Nitrifikation hin.

Tabelle 11: Vorortparameter\* - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential (Juli – Dezember 2010)

	Zulauf			Ablauf BF1			Ablauf BF2		
	pH	LF	Redox	pH	LF	Redox	pH	LF	Redox
	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)
Anzahl	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Median</b>	<b>6.8</b>	<b>951</b>	<b>-210</b>	<b>7.6</b>	<b>873</b>	<b>75</b>	<b>7.6</b>	<b>726</b>	<b>192</b>
Mittelwert	6.9	893	-190	7.5	866	71	7.6	724	181
Standardabw.	0.1	139	106	0.2	130	16	0.1	138	37
95% Konf-Int.	0.1	122	93	0.2	114	14	0.1	121	33
Maximum	7.0	1018	-10	7.9	1023	91	7.8	871	205
Minimum	6.8	662	-285	7.3	672	50	7.6	503	115

\* bei der Probenahme gemessen

Die mittlere hydraulische Belastung in diesem Zeitraum lag bei 9.7 mm/d, die mittlere spezifische organische Flächenbelastung bei 9.8 g CSB/m<sup>2</sup>/d (32 % des Dimensionierungswerts). An Wochenenden war die Anlage voll belastet. Bei 5 Beschickungen am Tag lagen die hydraulische Belastung bei 112 % und die organische Belastung bei 95 % des Dimensionierungswerts, bei 4 Beschickungen am Tag bei 93 % bzw. 76 %.

Am Wochenende vor der Probenahme am 16.08.2010 wurde die Anlage 4 mal pro Tag beschickt. Die Ablaufkonzentrationen der gezogenen Proben waren: < 3 mg BSB<sub>5</sub>/L, < 20 CSB mg/L bzw. 0,04 mg NH<sub>4</sub>-N/L (bei Zulaufkonzentrationen von 562 mg BSB<sub>5</sub>/L, 1010 CSB mg/L bzw. 51,4 mg NH<sub>4</sub>-N/L). Daraus kann geschlossen werden, dass die Bodenfilteranlage auch schon kurz nach Inbetriebnahme bei hoher Belastung die volle Reinigungsleistung erreicht hatte.

### Eventbetrieb des Gasthauses (Juni 2011 - Juni 2013)

Tabelle 12 zeigt die Ablaufkonzentrationen der ersten Stufe des Bodenfilters zwischen Juni 2011 und Juni 2013 (Eventbetrieb des Gasthauses), Tabelle 13 die Ablaufkonzentrationen der zweiten Stufe. Im Untersuchungszeitraum wurden die gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufgrenzwerte von 25 mg BSB<sub>5</sub>/L, 90 CSB mg/L bzw. 10 mg NH<sub>4</sub>-N/L nicht überschritten.

Tabelle 12: Ablaufkonzentrationen BF1 in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	32 (1*)	32 (5*)	39	39	32 (7*)	32 (6*)	32	32
<b>Median</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>47</b>	<b>17.8</b>	<b>0.075</b>	<b>0.4</b>	<b>2.3</b>	<b>25.9</b>
Mittelwert	22	10	57	19.9	0.171	0.9	4.1	25.4
Standardabw.	31	9	31	12.1	0.288	1.2	5.8	14.4
95% Konf-Int.	11	3	10	3.8	0.100	0.4	2.0	5.0
Maximum	103	38	134	45.8	1.290	4.8	30.5	50.2
Minimum	1	3	22	2.2	0.004	0.1	1.0	4.2

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (1 mg AFS/L, 3 mg BSB<sub>5</sub>/L, 0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L, bzw. 0.1 mg NO<sub>3</sub>-N/L)

Tabelle 13: Ablaufkonzentrationen BF2 in mg/L (Juni 2011 - Juni 2013)

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
Anzahl	32 (12*)	32 (31*)	39 (15*)	39 (14*)	32 (12*)	32 (1*)	32 (9*)	32
<b>Median</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>0.03</b>	<b>0.004</b>	<b>15.5</b>	<b>1.3</b>	<b>16.6</b>
Mittelwert	7	3	14	0.06	0.025	15.9	1.4	17.4
Standardabw.	10	0	5	0.07	0.049	10.0	0.6	10.3
95% Konf-Int.	3	0	1	0.02	0.017	3.5	0.2	3.6
Maximum	43	4	26	0.33	0.200	33.8	3.6	35.2
Minimum	1	3	10	0.03	0.003	0.1	1.0	1.1

\* Anzahl der Werte unter der Bestimmungsgrenze (1 mg AFS/L, 3 mg BSB<sub>5</sub>/L, 10 mg CSB/L, 0.03 mg NH<sub>4</sub>-N/L, 0.003 mg NO<sub>2</sub>-N/L, 0.1 mg NO<sub>3</sub>-N/L, bzw. 1 mg N<sub>org</sub>/L)

\*\* Alle Messungen unter der Bestimmungsgrenze (3 mg BSB<sub>5</sub>/L)

In Tabelle 14 sind die Reinigungsleistungen BSB<sub>5</sub>, CSB, NH<sub>4</sub>-N und N<sub>ges</sub> zusammengefasst. Die geforderte minimale Reinigungsleistung für CSB (85 %) wurde während der gesamten Untersuchungsperiode nicht unterschritten, die Reinigungsleistung für BSB<sub>5</sub> war in Perioden mit sehr geringen Zulaufkonzentrationen bei 7 Probenahmen geringer als die geforderte minimale Reinigungsleistung (95 %), die Ablaufkonzentrationen lagen in diesen Probenahmen aber immer unter der Bestimmungsgrenze (3 mg BSB<sub>5</sub>/L).

Tabelle 14: Reinigungsleistungen von BF1 und gesamt in % (Juni 2011 - Juni 2013)

	BF1				Gesamt			
	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>
Anzahl	32	39	39	32	32	39	39	32
<b>Median</b>	<b>94.5%</b>	<b>84.8%</b>	<b>60.7%</b>	<b>59.2%</b>	<b>98.0%</b>	<b>96.0%</b>	<b>99.92%</b>	<b>74.4%</b>
Mittelwert	92.9%	82.2%	60.5%	60.6%	96.2%	95.1%	99.84%	71.0%
Standardabw.	4.3%	9.0%	22.7%	16.0%	4.3%	2.9%	0.25%	18.9%
95% Konf-Int.	1.5%	2.8%	7.1%	5.6%	1.5%	0.9%	0.08%	6.6%
Maximum	97.5%	91.4%	86.9%	83.1%	99.2%	98.1%	99.96%	97.8%
Minimum	82.4%	47.7%	-17.2%	5.9%	82.4%	85.9%	98.52%	2.0%

Tabelle 15 fasst die Ergebnisse der während der Probenahme gemessenen Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential zusammen. Der Anstieg des pH-Werts und des Redoxpotentials weisen auf eine funktionierende Nitrifikation hin.

Tabelle 15: Vorortparameter\* - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit (LF) und Redoxpotential (Juni 2011 - Juni 2013)

	Zulauf			Ablauf BF1			Ablauf BF2		
	pH	LF	Redox	pH	LF	Redox	pH	LF	Redox
	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)	(-)	( $\mu$ S/cm)	(mV)
Anzahl	17	17	17	17	17	17	17	17	17
<b>Median</b>	<b>7.4</b>	<b>1089</b>	<b>-252</b>	<b>7.8</b>	<b>847</b>	<b>131</b>	<b>7.4</b>	<b>674</b>	<b>194</b>
Mittelwert	7.5	1020	-257	7.9	814	136	7.4	612	205
Standardabw.	0.4	294	66	0.2	204	75	0.3	170	50
95% Konf-Int.	0.2	140	31	0.1	97	36	0.2	81	24
Maximum	8.7	1398	-150	8.2	1068	230	8.1	794	280
Minimum	7.0	416	-373	7.6	385	-90	7.0	325	130

\* bei der Probenahme gemessen

### Vergleich Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses

Tabelle 16 vergleicht die Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistung für Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses. Die BSB<sub>5</sub> und CSB Ablaufkonzentrationen von BF1 waren bei Dauerbetrieb des Gasthauses höher als bei Eventbetrieb was auf die höheren Zulaufkonzentrationen bei Dauerbetrieb zurückzuführen ist. Im Ablauf von BF2 sind die Ablaufkonzentrationen in beiden Perioden gleich, es ist kein Unterschied erkennbar. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden die gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufgrenzwerte von 25 mg BSB<sub>5</sub>/L, 90 CSB mg/L bzw. 10 mg NH<sub>4</sub>-N/L nicht überschritten, die geforderten minimalen Reinigungsleistungen für BSB<sub>5</sub> und CSB (95 % bzw. 85 %) nicht unterschritten.

Tabelle 16: Ablaufkonzentrationen BF1 und BF2 sowie (Medianwerte in mg/L) Gesamtreinigungsleistung (Medianwerte in %) bei Dauer- und Eventbetrieb des Gasthauses.

	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>
<b>Ablaufkonzentration BF1</b>				
Dauerbetrieb (Juli - Dezember 2010)	49	147	13.9	16.1
Eventbetrieb (Juni 2011 - Juni 2013)	7	47	17.8	25.9
<b>Ablaufkonzentration BF2</b>				
Dauerbetrieb (Juli - Dezember 2010)	3	20	0.06	19.2
Eventbetrieb (Juni 2011 - Juni 2013)	3	12	0.03	16.6
<b>Gesamtreinigungsleistung</b>				
Dauerbetrieb (Juli - Dezember 2010)	99.4%	98.0%	99.88%	70.5%
Eventbetrieb (Juni 2011 - Juni 2013)	98.0%	96.0%	99.92%	74.4%

### 3.5 Temperatur

In Abbildung 15 bis Abbildung 18 sind die Ergebnisse der Temperaturmessung für die Periode Juni 2010 bis Juni 2012 dargestellt. Wie bereits beschrieben, wurde die defekte Temperaturmessung nach dem 2. Blitzschlag am 17. Juni 2012 nicht mehr wieder reaktiviert.

Abbildung 15 zeigt die Lufttemperatur sowie die Wassertemperatur im Zu- und Ablauf der Anlage. In den ersten Monaten war der Temperatursensor für die Luftmessung nicht beschattet. Dadurch kam zu den hohen Spitzen an sonnigen Tagen. Nach dem ersten Blitzschlag Ende April 2011 funktionierte die Lufttemperaturmessung erst wieder ab November 2011, die Messung der Zu- und Ablauftemperatur konnte erst im Frühjahr 2012 wieder funktionsfähig installiert werden. Ende März wurden die defekten Temperatursensoren im Zu- und Ablauf durch jene des Versickerungsbeets ersetzt und funktionierten wieder bis zum 2. Blitzschlag am 17. Juni 2012.

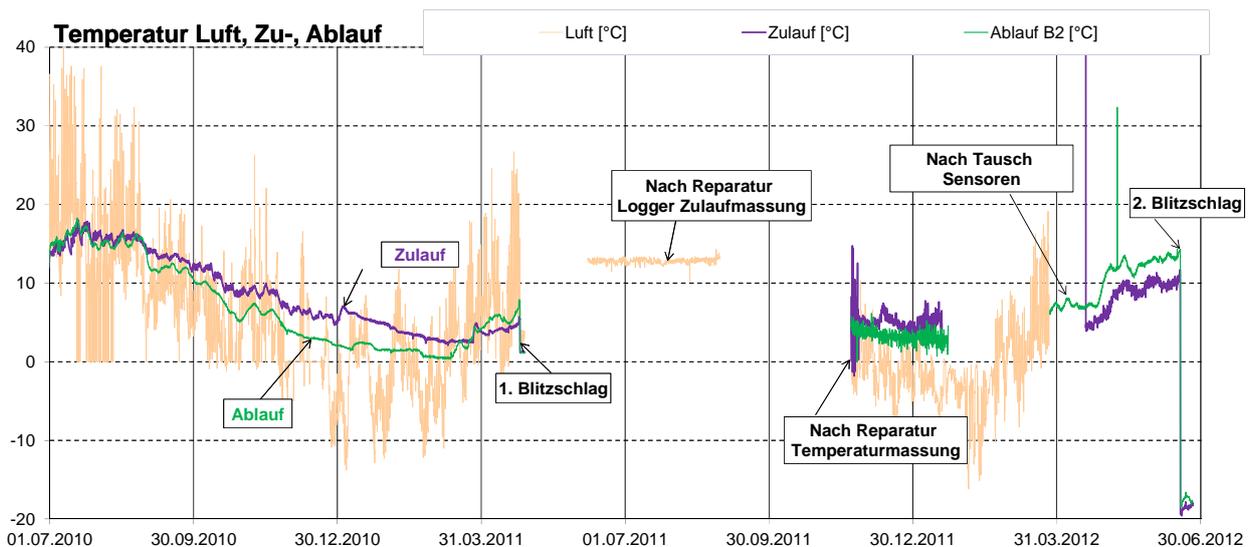


Abbildung 15: Lufttemperatur und Wassertemperatur im Zu- und Ablauf.

Abbildung 16 zeigt die Temperatur in 0, 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht von BF1. Die Messung "0 cm Tiefe" stellt die Grenze zwischen Deckschicht und Hauptschicht dar. Bei dieser Messstelle ist der Einfluss der Tagesschwankungen noch deutlich sichtbar. An den Messungen lassen sich auch die Perioden mit

Schneedecke deutlich erkennen. In diesen Perioden sind keine Tagesschwankungen zu erkennen. Im Vergleich zum Winter 2010/11 fallen die im Winter 2011/12 die durch die lange Schneedecke (Mitte Dezember 2011 bis Mitte März 2012) sehr gleichmäßigen Temperaturen im Beet auf.

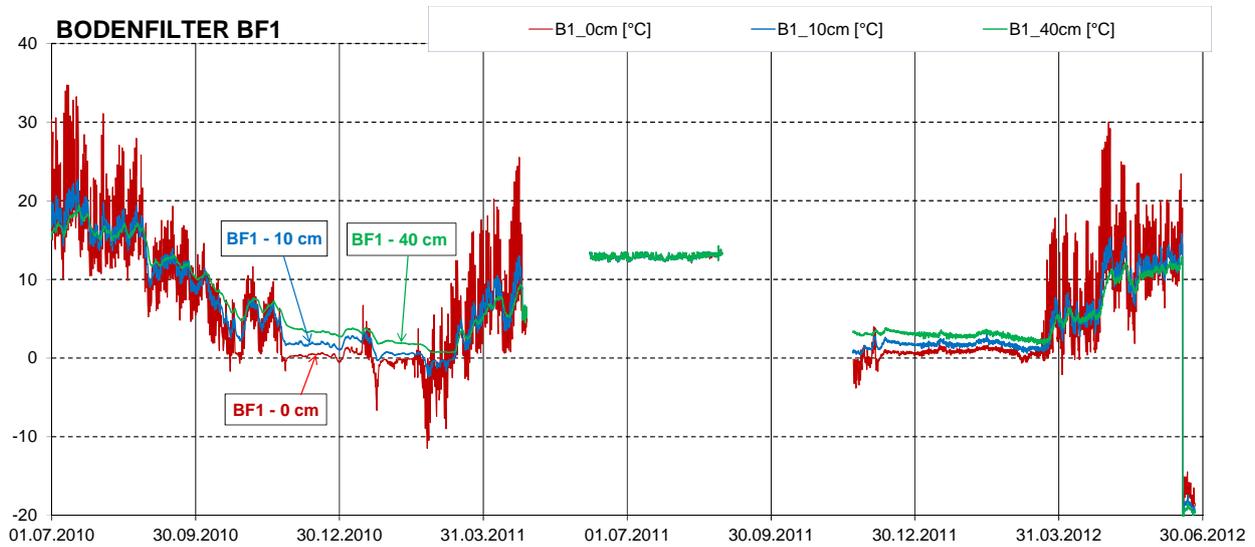


Abbildung 16: Temperatur in 0, 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht von BF1.

In Abbildung 17 sind die Messungen der Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht von BF2 sowie die Ablaufwassertemperatur dargestellt, in Abbildung 18 die Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe des Versickerungsbeets. Beim Versickerungsbeet, das keine Deckschicht hat, ist in 10 cm Tiefe noch der Einfluss der Sonneneinstrahlung deutlich erkennbar.

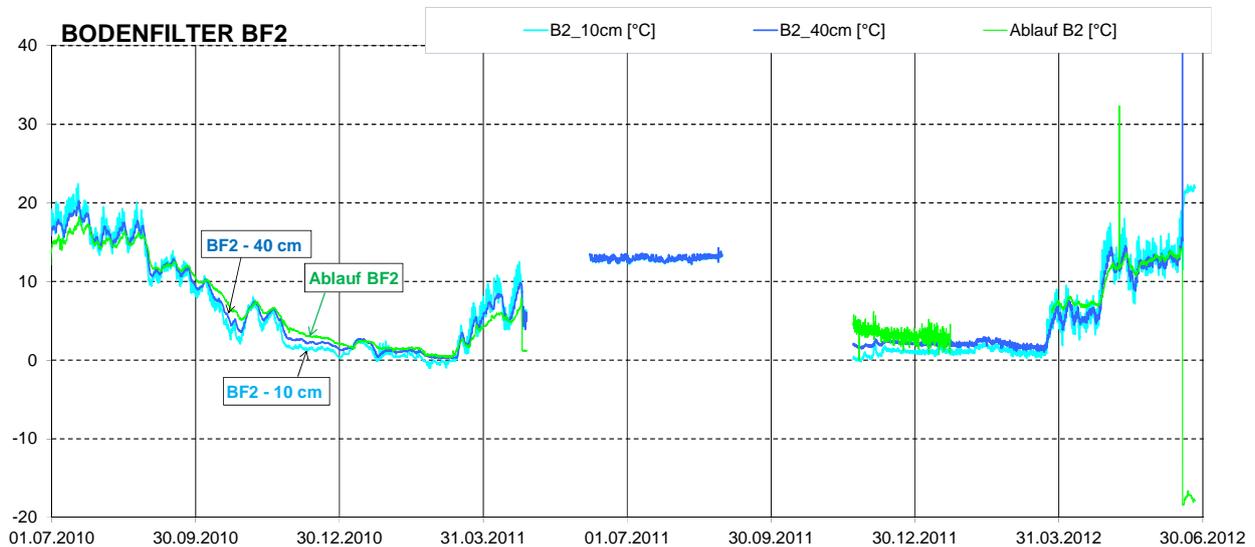


Abbildung 17: Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe der Hauptschicht und Ablaufwassertemperatur von BF2.

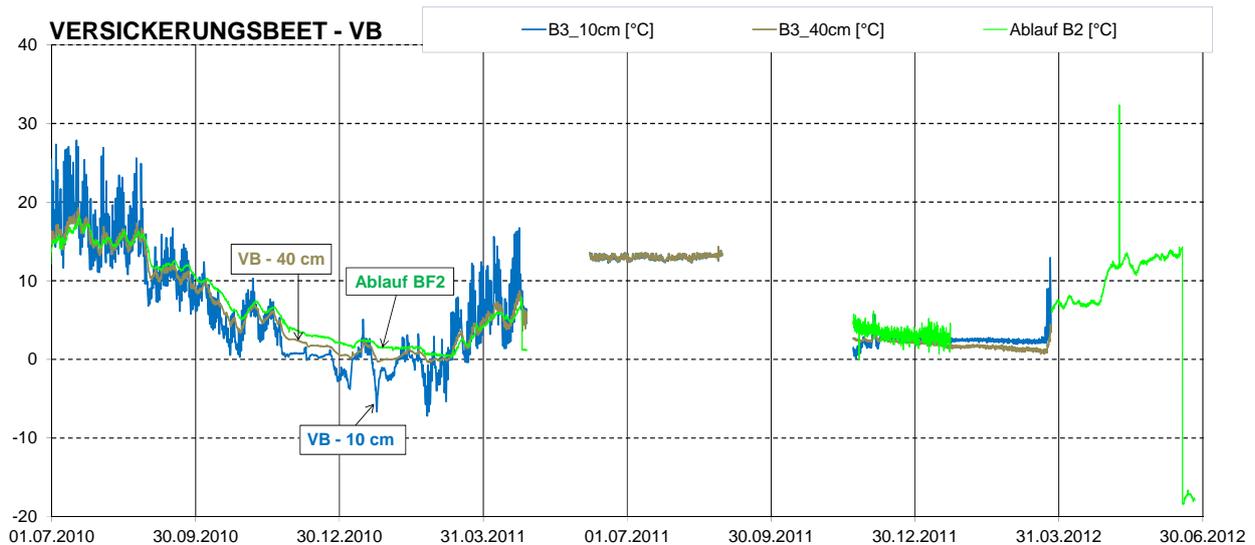


Abbildung 18: Ablaufwassertemperatur von BF2 und Temperatur in 10 und 40 cm Tiefe des Versickerungsbeets.

## 3.6 Spezialuntersuchungen

### 3.6.1 Tracerversuche

#### 1. Tracerversuch

Der 1. Tracerversuch wurde am 8. Mai 2012 gestartet. Dabei wurde, wie bereits beschrieben eine zusätzliche Beschickung mit dem Tracer durchgeführt. Dazu wurde ein 1 m<sup>3</sup> Tank mit Trinkwasser (elektrische Leitfähigkeit auf 0,04 mS/cm) gefüllt und ca. 2,7 kg KCl zugegeben und damit die elektrische Leitfähigkeit auf ca. 5 mS/cm eingestellt. Die zusätzliche Beschickung wurde um 16:10 Uhr (Dauer der Beschickung ca. 2,5 Minuten) durchgeführt. Um nach der Tracerzugabe eine regelmäßige Beschickung der Anlage zu gewährleisten, wurde ein Wasserhahn im Gasthaus geöffnet (Durchfluss ca. 1,5 L/min).

Die on-line Messungen zum 1. Tracerversuch wurden von 8.-24. Mai 2012 durchgeführt. In diesem Zeitraum gab es 20 Beschickungen was einer hydraulischen Belastung von 10,7 mm/d entspricht.

Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse der Abflussmessungen während des 1. Tracerversuchs, Abbildung 20 die Ergebnisse für die elektrische Leitfähigkeit. Nach ca. einem Tag kam es zu einer Verstopfung beim Durchflussmesser (MID) und dadurch zu einem Ausfall der Abflussmessung und der Messung der elektrischen Leitfähigkeit im Ablauf von BF1. Nach Ausbau des MID bei der nächsten geplanten Kontrolle war die Messung der elektrischen Leitfähigkeit wieder in Ordnung.

Aufgrund des Ausfalls der on-line Messungen im Ablauf von BF1 konnte die Auswertung des Tracerversuchs nur für den Gesamtablauf erfolgen. Die gemessene hydraulische Verweilzeit betrug 4 Tage 8 Stunden (Abbildung 21). Um ebenfalls die Aufenthaltszeit im BF1 zu stimmen, wurde im Anschluss ein 2. Tracerversuch durchgeführt.

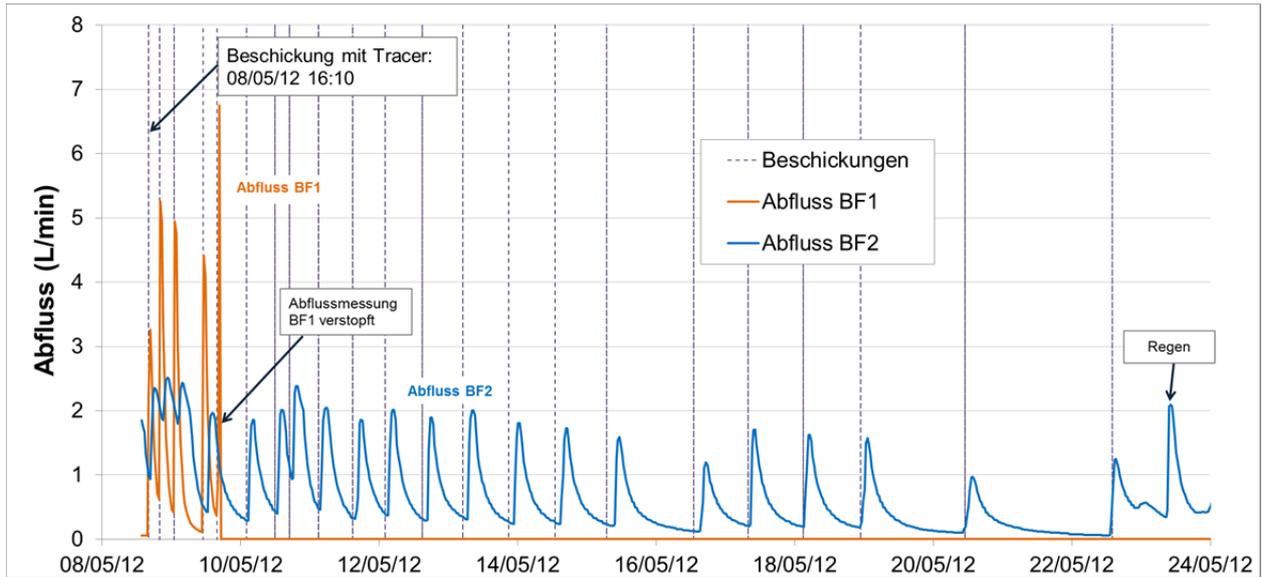


Abbildung 19: Abflussmessung 1. Tracerversuch

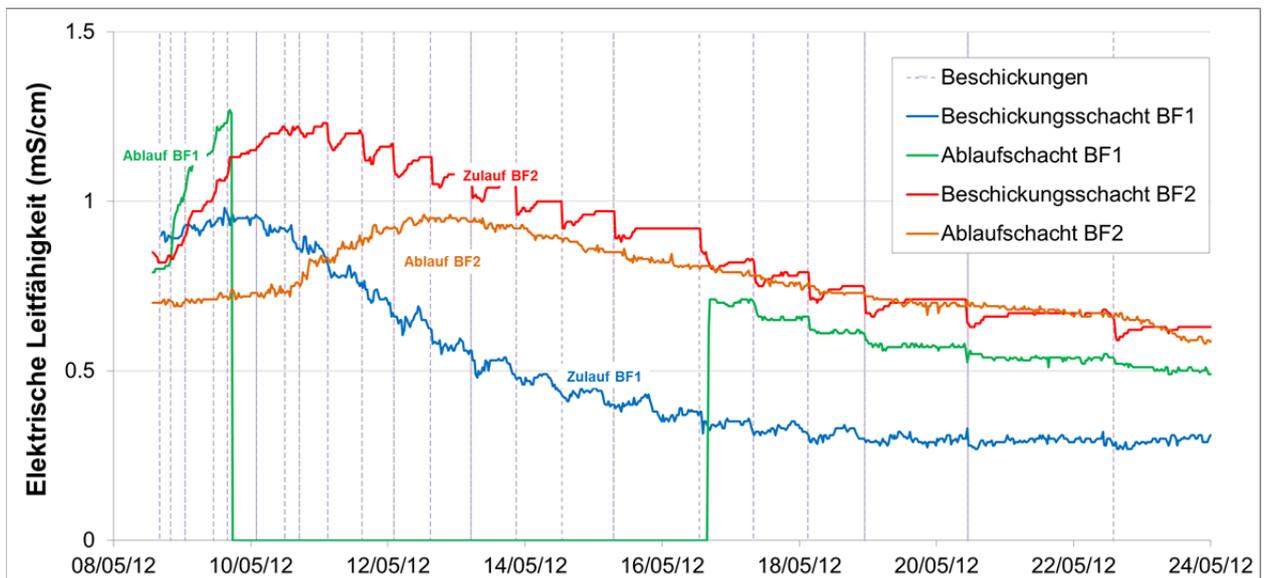


Abbildung 20: Elektrische Leitfähigkeit 1. Tracerversuch

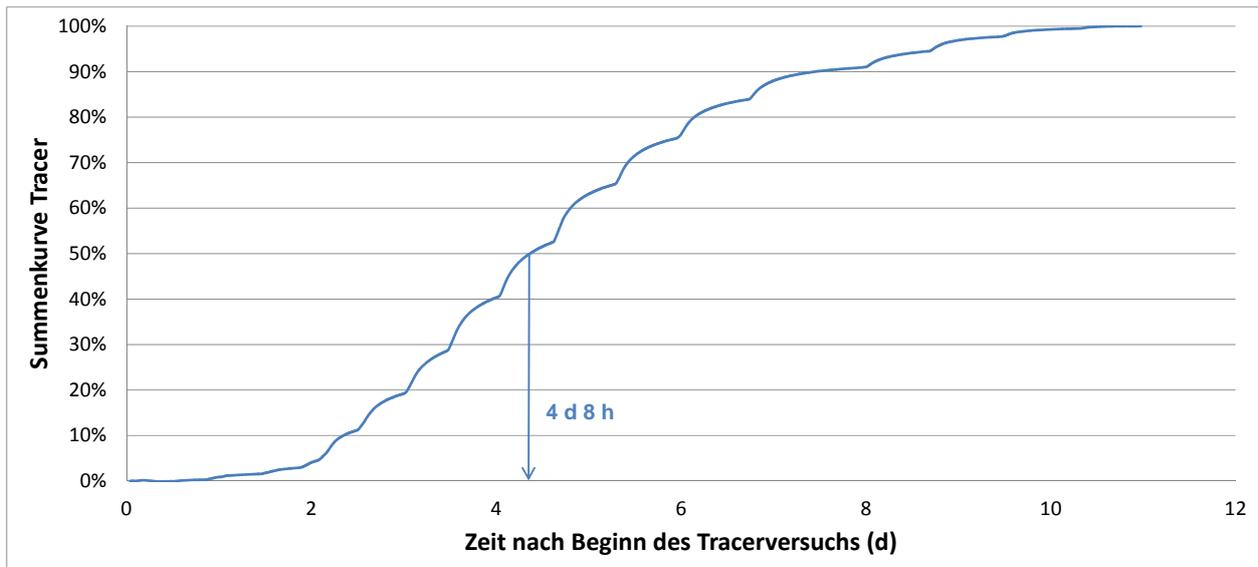


Abbildung 21: Summenkurve 1. Tracerversuch

## 2. Tracerversuch

Der 2. Tracerversuch wurde am 25. Mai 2012 gestartet. Bei diesem Versuch wurde die elektrische Leitfähigkeit des Tracers auf 10 mS/cm eingestellt. Darüber hinaus wurde auch der Zufluss über den Wasserhahn im Gasthaus höher eingestellt. Die simulierte Beschickung wurde um 14:06 Uhr durchgeführt, die on-line Messungen zum 2. Tracerversuch dauerten von 25. Mai - 2. Juni 2012. In diesem Zeitraum gab es 32 Beschickungen was einer hydraulischen Belastung von 22,6 mm/d entspricht.

Abbildung 22 zeigt die Ergebnisse der Abflussmessungen während des 2. Tracerversuchs, Abbildung 23 die Ergebnisse der für die elektrische Leitfähigkeit. Beim 2. Tracerversuch funktionierte die on-line Messung plangemäß. Abbildung 24 zeigt die gemessenen Summenkurven des Tracers. Die hydraulische Verweilzeit in BF1 betrug 1 Tag 8 Stunden, in der Gesamtanlage 3 Tage 2 Stunden.

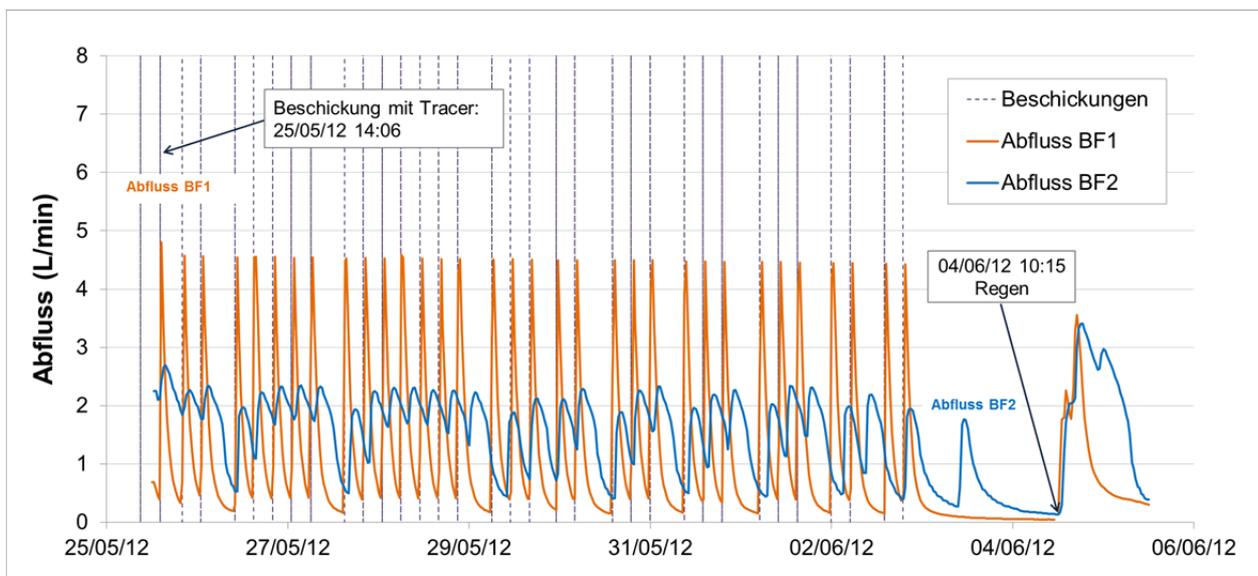


Abbildung 22: Abflussmessung 2. Tracerversuch.

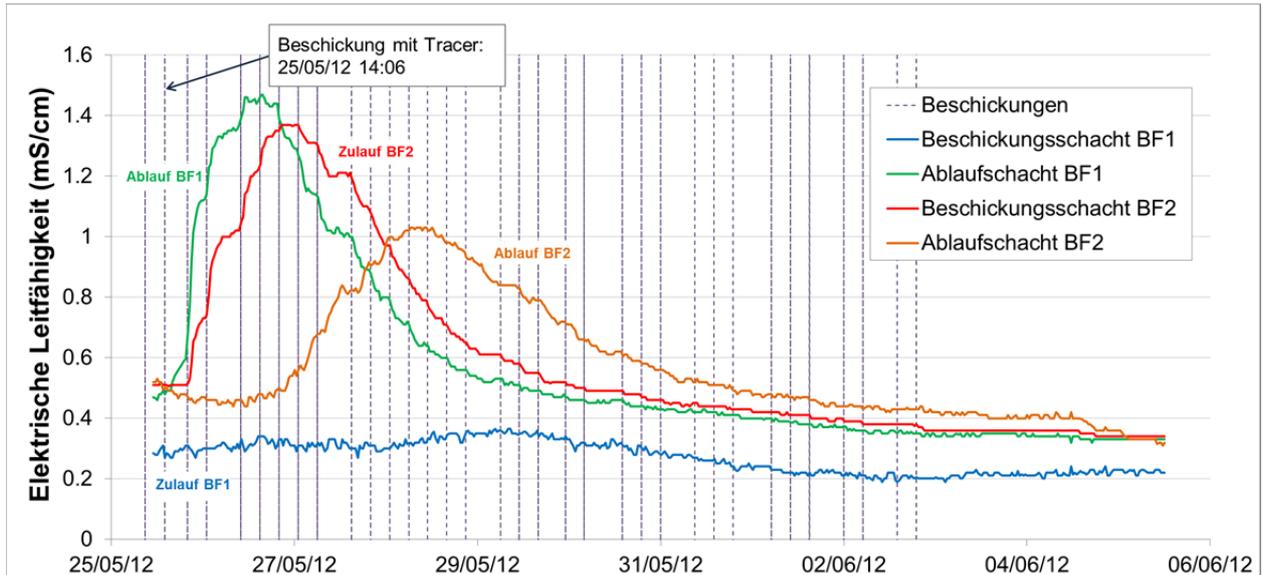


Abbildung 23: Elektrische Leitfähigkeit 2. Tracerversuch

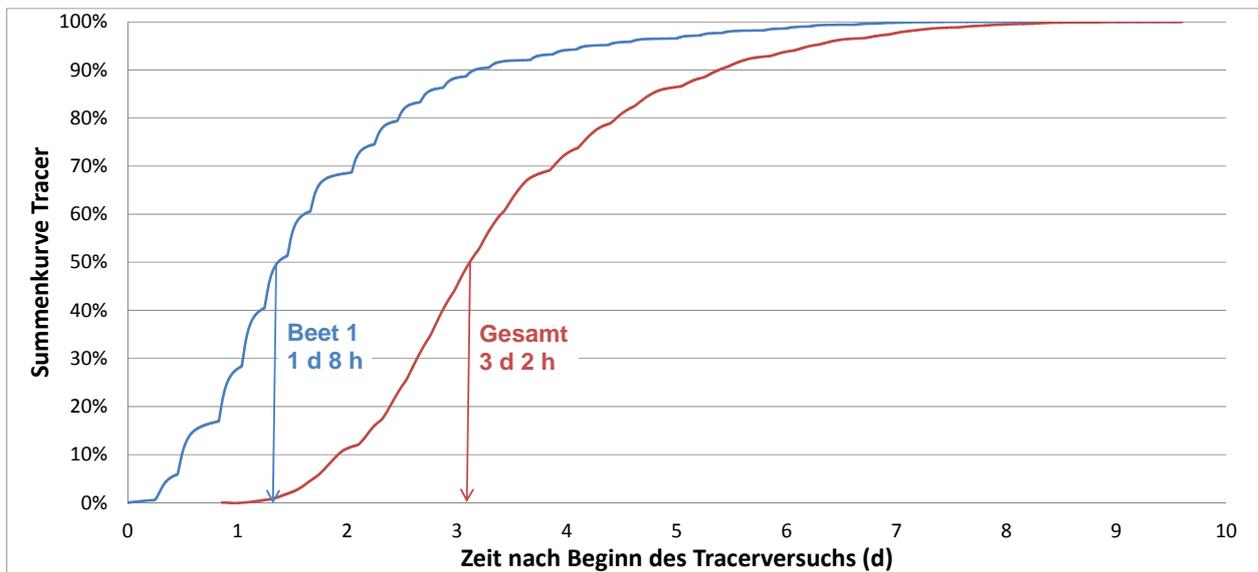


Abbildung 24: Summenkurven 2. Tracerversuch

### Vergleich der hydraulischen Verweilzeiten

In Tabelle 17 werden gemessene hydraulische Verweilzeiten in ein- und zweistufigen Bodenfiltern verglichen. Verglichen mit einem zweistufigen Pilotsystem (im Technikum des Instituts für Siedlungswasserbau) war die Verweilzeit aufgrund der geringeren hydraulischen Belastung höher, man kann aber gut erkennen. Auch bei deutlich höheren hydraulischen Belastungen wie bei der Anlage im Technikum wird eine minimale Verweilzeit nicht unterschritten, was durch den Einstau der Drainageschicht erklärt werden kann. Den Effekt des gröberen Sandes in der Hauptschicht der ersten Stufe kann man erkennen, wenn man die Verweilzeit mit der in einstufigen Bodenfiltern vergleicht. Bei einstufigen Bodenfiltern ist trotz höherer hydraulischer Belastung aufgrund des feineren Filtermaterials eine deutlich höhere Verweilzeit messbar.

Tabelle 17: Vergleich der gemessenen hydraulischen Verweilzeiten in ein- und zwei-stufigen bepflanzten Bodenfiltern.

	Hauptschicht mm	Hydraulische Belastung (mm/d)	Hydraulische Verweilzeit (h)
<b>Zweistufige Anlage Bärenkogelhaus</b>	<b>2-4 (1. Stufe)</b>	<b>22,6</b>	<b>32 (1.Stufe) bzw. 74 (Gesamt)</b>
Zweistufige Anlage im Technikum des Instituts für Siedlungswasserbau	1-4 (1. Stufe)	120	24 (1.Stufe) bzw. 51 (Gesamt)
Einstufige Anlage im Technikum des Instituts für Siedlungswasserbau	0,06-4	40	68
	0,06-4	60	44

### 3.6.2 Belastung während Veranstaltungen

#### Veranstaltung 1

Wie schon eingangs beschrieben, wurde die erste Probenahme für eine Spezialuntersuchung bei der Veranstaltung am Wochenende 18./19.2.2012 durchgeführt. Abbildung 25 zeigt die gemessene Lufttemperatur im Zeitraum Jänner – März 2012. Es ist ersichtlich, dass die Probenahme während einer sehr kalten Periode stattfand. In Abbildung 25 ist auch die gemessene Temperatur an der Grenze Deckschicht und Hauptschicht im Bodenfilter BF1 dargestellt. Die konstante Temperatur ist auf die Schneedecke zurückzuführen. Erst nach Wegschmelzen der Schneedecke ab Mitte März 2012 ist der typische Tagesverlauf der Lufttemperatur auch wieder im BF1 zu erkennen.

Die tatsächlichen Werte der Lufttemperatur im Zeitraum der Probenahme waren geringer als die gemessenen. In der gekennzeichneten Periode sind die Schwankungen der Lufttemperatur deutlich geringer als davor und danach. Das ist dadurch zu erklären, dass es in dieser Periode starken Schneefall gab und der Lufttemperatursensor durch Schneeverwehungen bedeckt war.

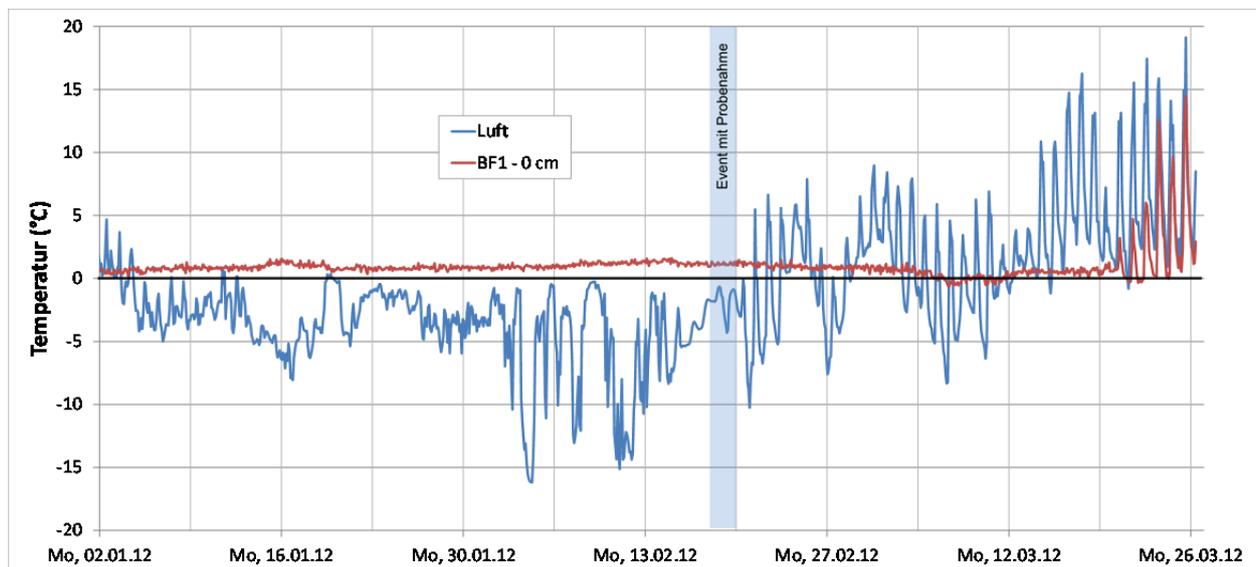


Abbildung 25: Lufttemperatur Jänner – März 2012.

Abbildung 26 zeigt die Messungen des Wasserstands im Beschickungsschacht und Beschickungen im Zeitraum Jänner – März 2012, Abbildung 27 eine Detailansicht derselben Messungen für die Zeit rund um die Probenahme im Februar 2012.

In den ersten 3 Monaten fanden im Bärenkogelhaus 3 Veranstaltungen statt, an den Wochenenden 14./15.1., 18./19.2. und 24./25.3.2012. In Abbildung 26 sind diese Zeiträume durch die größere Anzahl der Beschickungen gut erkennbar. Die 19 Beschickungen zwischen 6. und 14.2.2012 wurden durch einen undichten Wasserhahn in einer Toilette im Gasthaus verursacht.

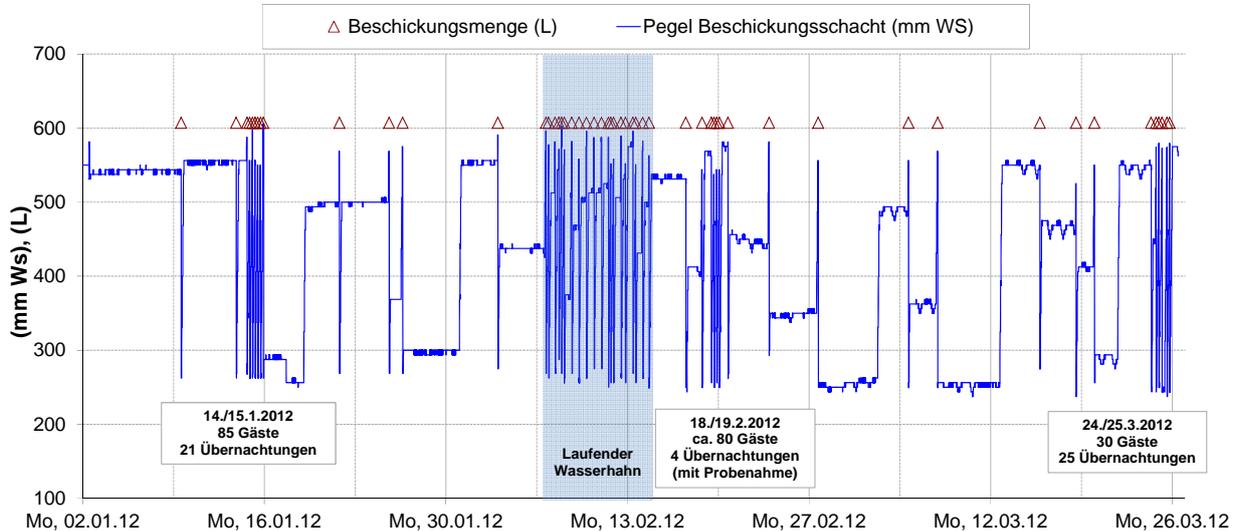


Abbildung 26: Messungen Wasserstand und Beschickungen (Jänner – März 2012).

In Abbildung 27 ist zu erkennen, dass während des Zeitraums der Probenahme um das Wochenende 18./19.2. (d.h. zwischen Freitag 17.2.2012 und Donnerstag 23.2.2012) 7 Beschickungen des bepflanzten Bodenfilters gemessen wurden. Am Sonntag 19.2.2012 11:00 und Montag 20.2.2012 18:00 gab es 5 Beschickungen, was einer hydraulischen Auslastung der Anlage von 94 % entspricht.

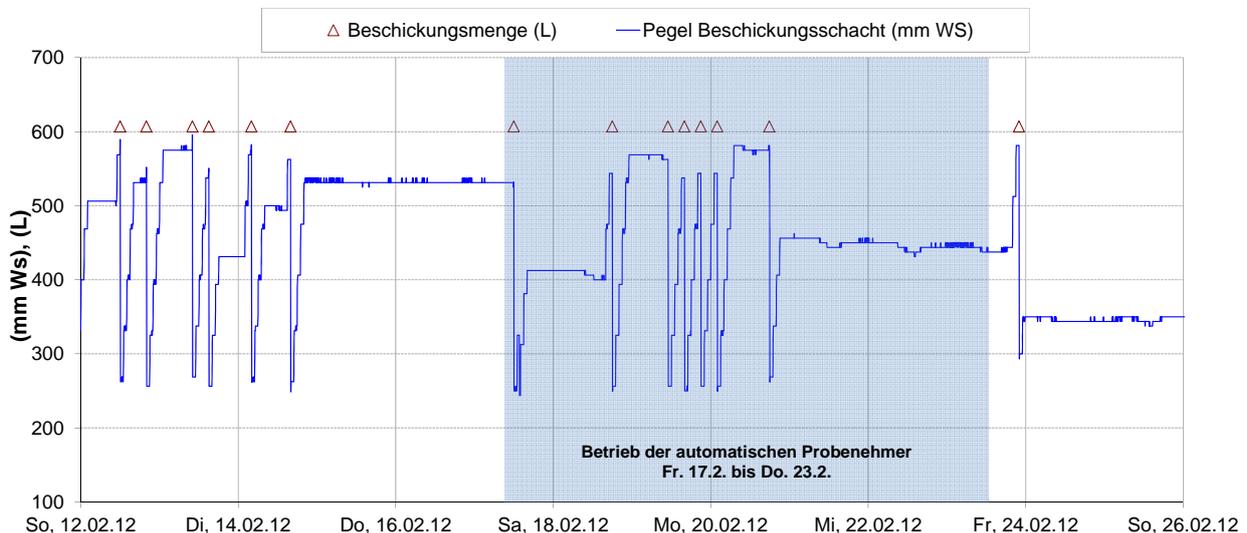


Abbildung 27: Messungen Wasserstand und Beschickungen (12.-26.02.2012).

Durch den undichten Wasserhahn wurde das - in den Vorreinigungsschächten - gespeicherte Abwasser stark verdünnt. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen während der Probenahme war im Mittel  $243 \pm 18$  mg CSB/L bzw.  $21.2 \pm 1.7$  mg  $\text{NH}_4\text{-N/L}$  (N=5). Abbildung 28 zeigt die gemessenen CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen und Beschickungen während der Probenahme. Die CSB Ablaufkonzentration war  $19 \pm 3$  mg CSB/L (N=9), die  $\text{NH}_4\text{-N}$  Ablaufkonzentration  $0,03 \pm 0,01$  mg  $\text{NH}_4\text{-N/L}$  (N=17, wobei 11 Messungen unter der Nachweisgrenze von 0.03 mg/L lagen).

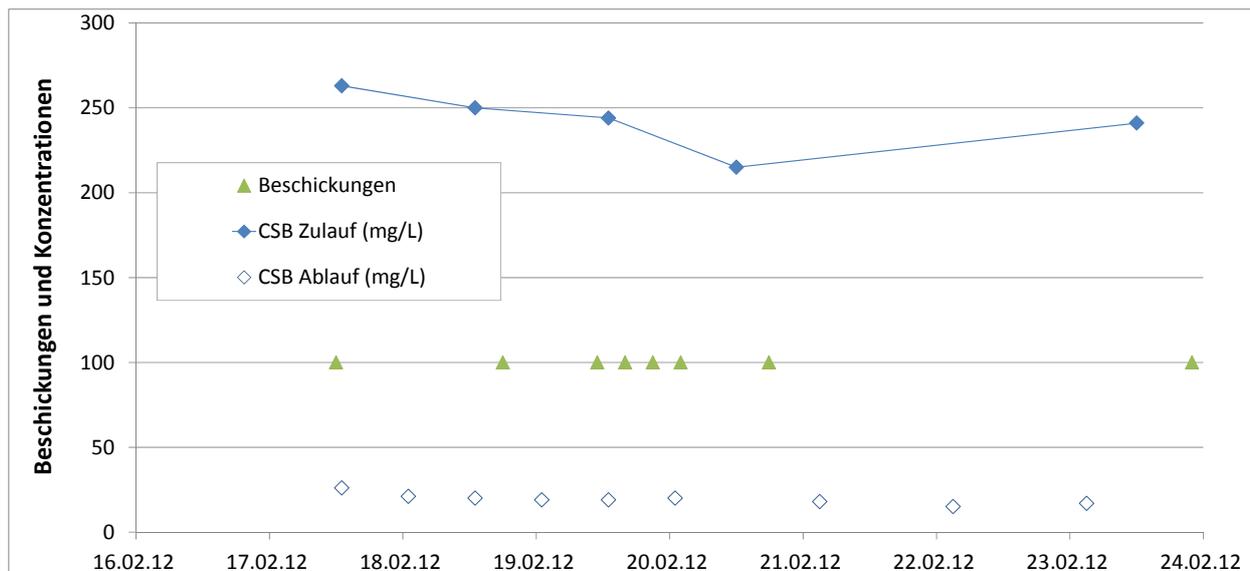


Abbildung 28: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 1 (17.-23.2.2012).

Der untersuchte Event hatte keinen Effekt auf die gemessenen CSB und  $\text{NH}_4\text{-N}$  Ablaufkonzentrationen. Dies ist vermutlich auf die geringen Zulaufkonzentrationen, die durch den undichten Wasserhahn in einer Toilette im Gasthaus verursacht wurden, zurückzuführen.

Vom technischen Standpunkt her verlief die Probenahme trotz der tiefen Lufttemperaturen ohne Probleme.

### Veranstaltung 2 + Veranstaltung 3

Die 2. Probenahme fand zwischen 16. und 28. Juni 2012 statt. In diesem Zeitraum fanden am 16./17.06.2012 ein Konzert (Veranstaltung 2) und am 23./24.06.2012 eine Hochzeit (Veranstaltung 3) statt. Bei Veranstaltung 2 gab es nur Abendgäste und keine Übernachtungen. Zwischen 16.06.2012 19:28 und 19.06.2012 02:28 gab es 4 Beschickungen (hydraulische Belastung 11.14 mm/d), zwischen 23.06.2012 15:28 und 26.06.2012 01:28 10 Beschickungen (hydraulische Belastung 24.00 mm/d).

Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigen die CSB- bzw.  $\text{NH}_4\text{-N}$  Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen zwischen 15. und 27.6.2012. An den ansteigenden Zulaufkonzentrationen ist der Einfluss der vor diesen Probenahmen durchgeführten Tracerversuche deutlich zu erkennen. Durch den Zulauf während der vorangegangenen Tracerversuche (wegen des offenen Wasserhahns) wurde das Abwasser in der Vorreinigung stark verdünnt. Die Konzentrationen im Zulauf erreichten erst während Veranstaltung 3 "normale" Werte von ca. 600 mg CSB/L bzw. 80 mg  $\text{NH}_4\text{-N/L}$ . Die Ablaufkonzentration im BF1 stieg während Veranstaltung 3 auf ca. 130 mg CSB/L bzw. 30 mg  $\text{NH}_4\text{-N/L}$ . Im Ablauf der Anlage lagen die Konzentrationen knapp über den Bestimmungsgrenzen von CSB und  $\text{NH}_4\text{-N}$  und daher deutlich unter den erlaubten maximal zulässigen Ablaufkonzentrationen.

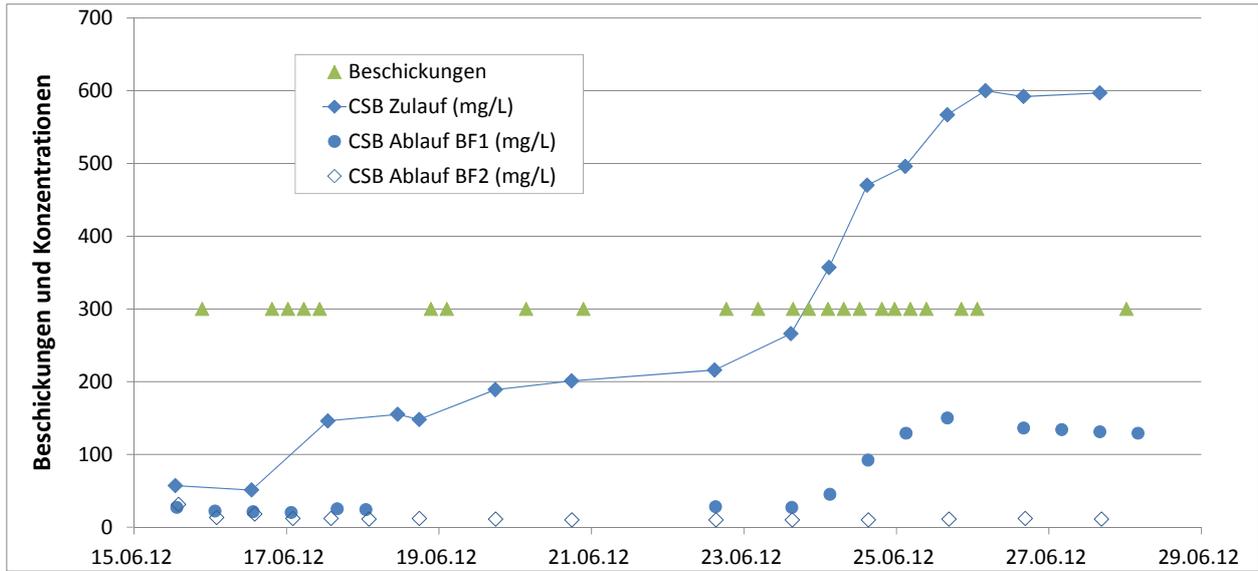


Abbildung 29: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 2+3 (16.-28.6.2012).

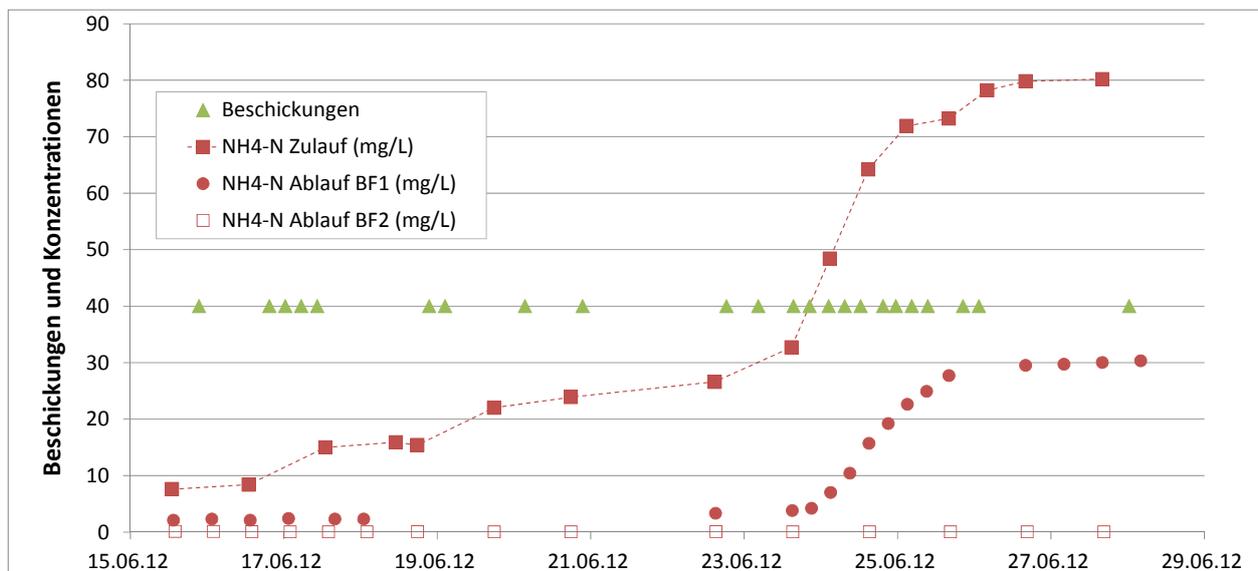


Abbildung 30: NH<sub>4</sub>-N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 2+3 (16.-28.6.2012).

### Veranstaltung 4

Die Probenahme für Veranstaltung 4 (Hochzeit) fand zwischen 28. Juli und 5. August 2012 statt. Zwischen 27.07.2012 21:03 und 30.07.2012 19:03 gab es 13 Beschickungen (hydraulische Belastung 25.85 mm/d). Am darauf folgenden Wochenende fand wieder eine Veranstaltung statt.

Abbildung 31 und Abbildung 32 zeigen die CSB- bzw. NH<sub>4</sub>-N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen zwischen 27. Juli und 5. August 2012. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen während der Probenahme war im Mittel  $582 \pm 40$  mg CSB/L bzw.  $82,7 \pm 3,9$  mg NH<sub>4</sub>-N/L bzw. (N=9). Die mittleren CSB Ablaufkonzentration in BF1 und BF2 waren  $111 \pm 25$  mg CSB/L (N=18) bzw.  $17 \pm 3$  mg CSB/L (N=9), die mittleren CSB Ablaufkonzentration  $33,4 \pm 10,2$  mg NH<sub>4</sub>-N/L (N=18) bzw.  $0,05 \pm 0,01$  mg NH<sub>4</sub>-N/L (N=9). Die NH<sub>4</sub>-N Ablaufkonzentration von BF1 stiegen während Veranstaltung 4 von ca. 10 auf 40 mg NH<sub>4</sub>-N/L an, dies hatte aber keine Auswirkung auf die Ablaufkonzentration von BF2.

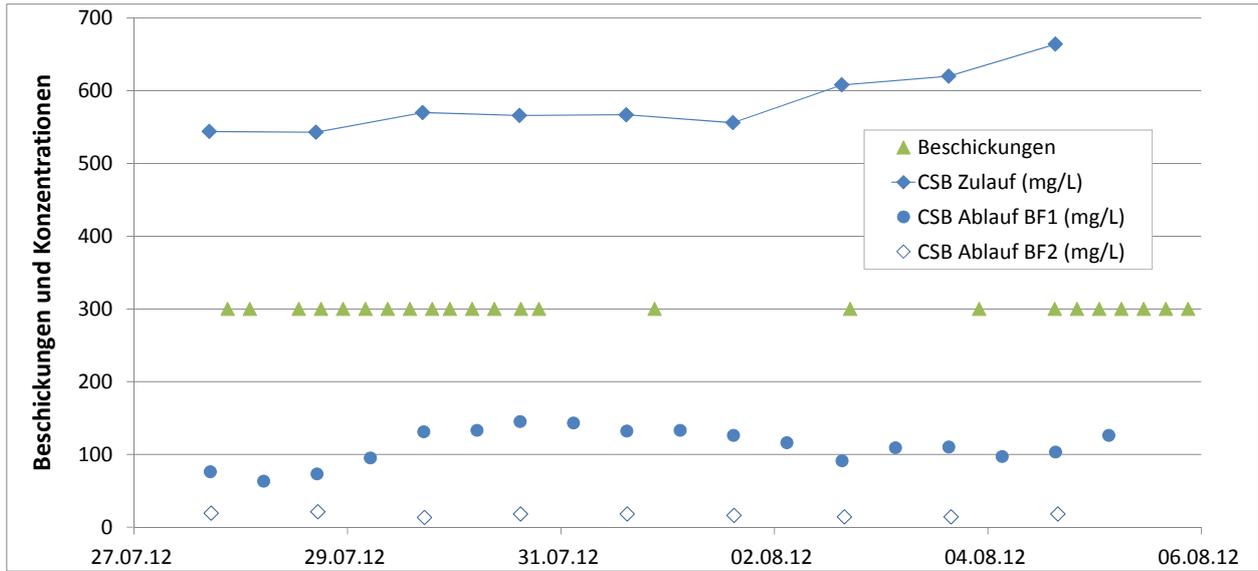


Abbildung 31: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (28.7.-5.8.2012).

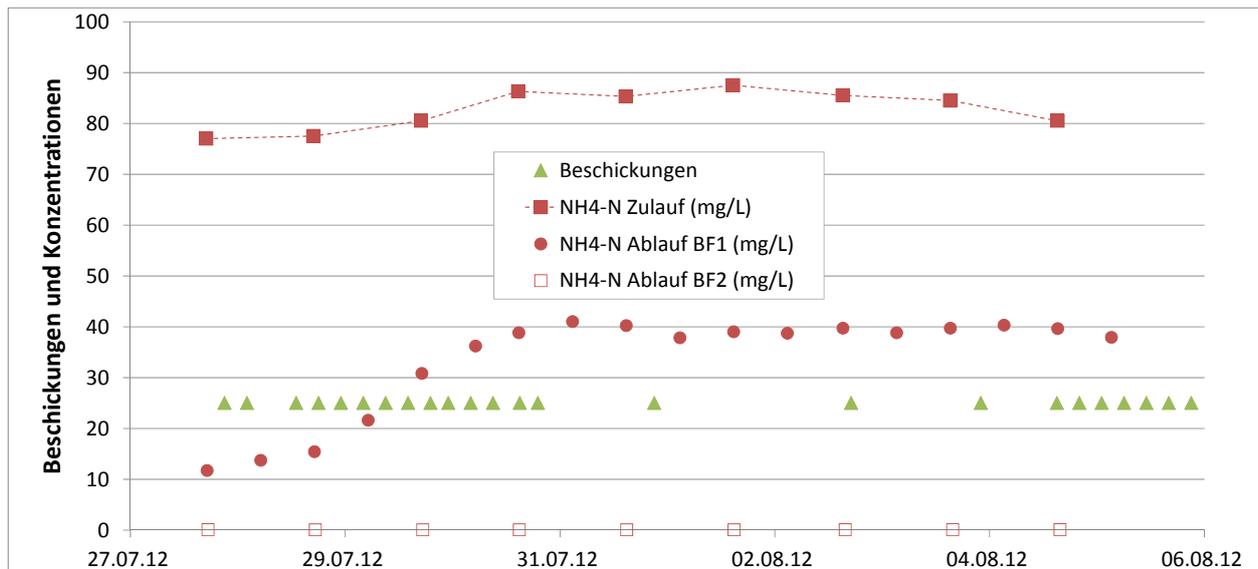


Abbildung 32: NH<sub>4</sub>-N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (28.7.-5.8.2012).

### Veranstaltung 5

Die letzte Spezialuntersuchung fand rund um den Kirtag am 9.9.2012 statt (von 8.-14.9.2012). Zwischen 08.09.2012 11:03 und 10.09.2012 21:03 gab es 8 Beschickungen (hydraulische Belastung 19.20 mm/d). Am darauf folgenden Wochenende fand wieder eine Veranstaltung statt.

Abbildung 33 und Abbildung 34 zeigen die CSB- bzw. NH<sub>4</sub>-N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen zwischen 7. und 14. September 2012. Die gemessenen Zulaufkonzentrationen während der Probenahme war im Mittel  $604 \pm 97$  mg CSB/L bzw.  $65,1 \pm 2,5$  mg NH<sub>4</sub>-N/L bzw. (N=6). Die mittleren CSB Ablaufkonzentration in BF1 und BF2 waren  $93 \pm 26$  mg CSB/L (N=11) bzw.  $22 \pm 6$  mg CSB/L (N=6), die mittleren CSB Ablaufkonzentration  $39,6 \pm 3,5$  mg NH<sub>4</sub>-N/L (N=12) bzw.  $0,05 \pm 0,02$  mg NH<sub>4</sub>-N/L (N=6).

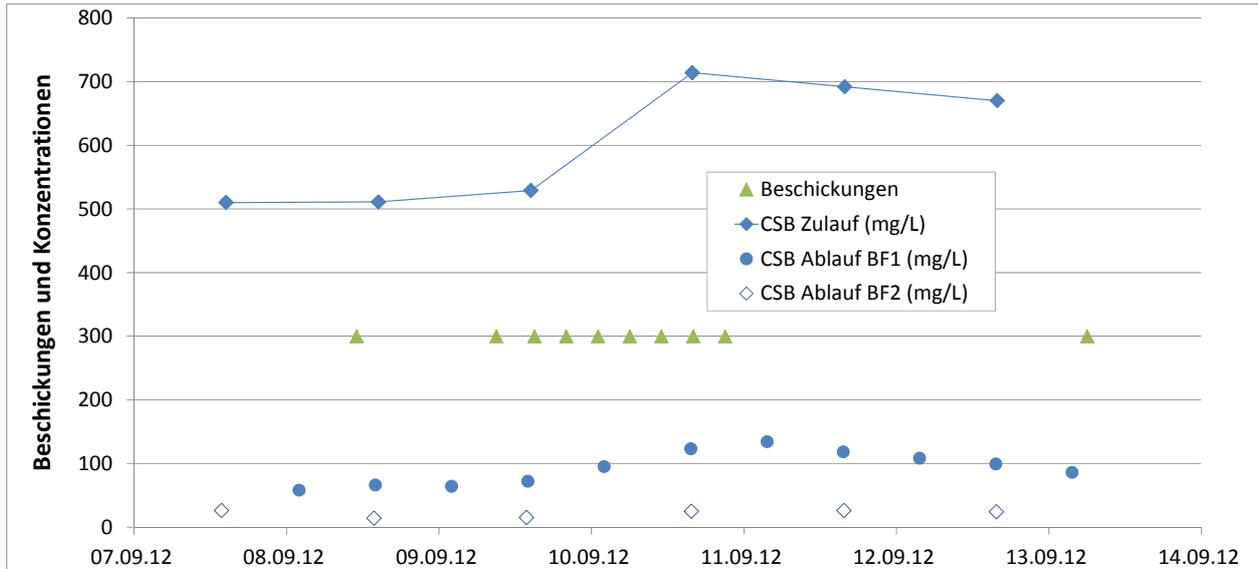


Abbildung 33: CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (8.-14.9.2012).

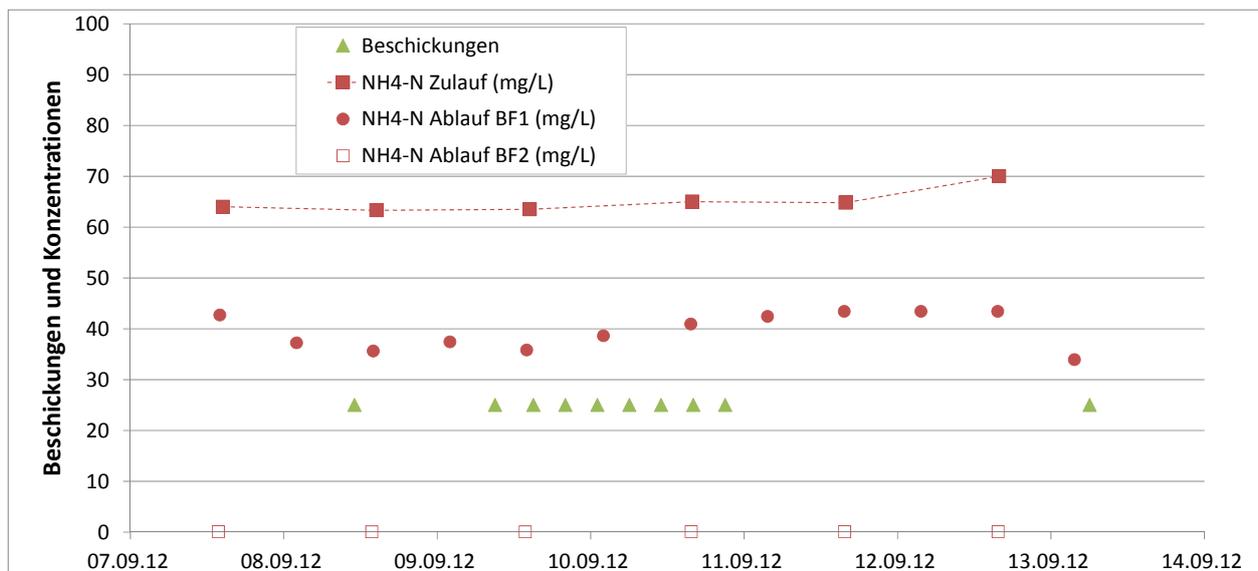


Abbildung 34: NH<sub>4</sub>-N Zu- und Ablaufkonzentrationen sowie die Beschickungen während der Probenahme zur Veranstaltung 4 (27.7.-5.8.2012).

### **Berechnete Belastungen der Bodenfilteranlage im Jahr 2012**

Tabelle 18 fasst alle Veranstaltungen im Bärenkogelhaus im Jahr 2012 zusammen wobei die 5 beprobten Veranstaltungen grau hinterlegt sind. Für die einzelnen Veranstaltungen sind in Tabelle 18 angegeben:

- Anzahl der Gäste (G),
- Anzahl der Übernachtungen (Ü),
- Dauer (D) der Veranstaltung in Tagen, d.h. die Periode, in der eine erhöhte Frequenz der Beschickungen des Bodenfilter auftrat,
- Anzahl der Beschickungen (B) in der Periode D,
- Hydraulische Belastung des Bodenfilters in der Periode D in % des Dimensionierungswertes, sowie
- Organische Belastung in der Periode D in mg CSB/m<sup>2</sup>/d.

Da bei manchen Probenahmen sehr geringe Zulaufkonzentrationen gemessen wurden (z.B. bei Veranstaltung 1 verursacht durch den laufenden Wasserhahn bzw. bei Veranstaltung 2 durch den voran gegangenen Tracerversuch) entsprechen die gemessenen organischen Belastungen nicht den tatsächlichen. Deshalb wurde die mittlere CSB Zulaufkonzentration im Jahr 2012 (556 mg CSB/L) zur Berechnung der organischen Belastung verwendet.

Bei der Berechnung der tatsächlich (hydraulischen) Belastung wurden auch die zusätzlichen Beschickungen durch einen laufenden Wasserhahn im Februar 2012 sowie durch die 2 Tracerexperimente im Mai und Juni 2012 berücksichtigt. Zieht man diese Beschickungen ab, so wurden 291 Beschickungen gemessen. Das entspricht einer mittleren hydraulischen Auslastung von 16 %.

Damit ergibt sich die berechnete mittlere organische Belastung des Bodenfilters im Jahr 2012 zu 2.3 mg CSB/m<sup>2</sup>/d und war damit < 10 % des Dimensionierungswertes. Auch bei hohen hydraulischen Belastung, die während Veranstaltungen im Bereich des Dimensionierungswertes lagen, war die organische Belastung mit max. 15 mg CSB/m<sup>2</sup>/d noch < 50 % des Dimensionierungswertes.

Tabelle 18: Zusammenfassung Veranstaltungen und Belastung des Bodenfilters im Jahr 2012

Datum	Veranstaltung	G	Ü	D	B	Hydraulische Belastung	Organische Belastung (g CSB·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	
							gemessen	berechnet *
14.01.2012	Geburtstagsparty	85	21	2.09	8	78%	-	11.0
19.02.2012	<i>Heringsschmaus</i>	90	4	1.29	5	72%	4.5	10.2
24.03.2012	Geburtstagsparty	30	25	2.54	8	64%	-	9.0
05.05.2012	Event	65	5	2.71	7	51%	-	7.2
30.05.2012	Taufe	40		-	-	-	-	-
16.06.2012	Konzert	100		1.75	6	66%	2.5	9.3
23.06.2012	Hochzeit	150	25	3.29	13	85%	10.6	11.9
28.07.2012	Hochzeit	90	20	2.92	14	103%	14.9	14.6
04.08.2012	Hochzeit	80	20	4.00	13	70%	-	9.8
25.08.2012	Hochzeit	80	25	3.08	12	83%	-	11.7
31.08.2012	Event	48		1.67	6	70%	-	9.8
09.09.2012	Kirtag	500		2.42	9	77%	11.7	10.8
15.09.2012	Geburtstagsparty	85	9	2.42	10	86%	-	12.2
21.09.2012	Konzert	80	0	0.50	3	93%	-	13.1
13.10.2012	Event	30	2	1.17	4	56%	-	7.8
21.10.2012	Konzert	90	4	1.81	6	60%	-	8.4
14.12.2012	Weihnachtsfeier	66	0	0.63	4	104%	-	14.6
27.12.2012	Weihnachtsfeier	50	0	0.21	2	104%	-	14.6
<b>2012</b>	Inklusive fehlerhafte Beschickungen**				363	19%	2.6	
	<b>Ohne fehlerhafte Beschickungen**</b>				<b>291</b>	<b>16%</b>	<b>2.3</b>	

G ... Gäste; Ü ... Übernachtungen; D ... Dauer (d); B ... Anzahl der Beschickungen.

\* mit einer mittleren Zulaufkonzentration von 556 mg CSB/L.

\*\* fehlerhafte Beschickungen = laufender Wasserhahn im Februar und Beschickungen während der Tracerversuche im Mai und Juni 2012.

## 4 Zusammenfassung

Die Reinigungsleistung des bepflanzten Bodenfilters des Gasthauses Bärenkogel wurde von Juli 2010 bis Juni 2013 untersucht. Im gesamten Untersuchungszeitraum gab es keine technischen Probleme, die Anlage funktionierte einwandfrei.

Da das Gasthaus aufgrund der Kündigung des Pächters ab Jänner 2011 nicht mehr in Betrieb war, wurden im Zeitraum Jänner bis Juni 2011 die Probenahmen und Analysen stark reduziert. Da kein neuer Pächter gefunden wurde, stellten die Eigentümer des Bärenkogelhauses den Betrieb ab Juli 2011 auf "Eventbetrieb" um, d.h. dass das Gasthaus nur mehr für Veranstaltungen in Betrieb ist.

Die Medianwerte der Zu- und Ablaufkonzentrationen und der Reinigungsleistungen in Tabelle 19 bzw. Tabelle 20 zusammengefasst und für die unterschiedlichen Betriebsweisen des Gasthauses, d.h. Dauerbetrieb des Gasthauses von Juli – Dezember 2010 bzw. Eventbetrieb des Gasthauses von Juni 2011 – Juni 2013, getrennt angegeben. Während des Dauerbetriebs war die Bodenfilteranlage an vielen Wochenenden hydraulisch und organisch voll belastet. Die hydraulische Belastung und die BSB<sub>5</sub> und CSB Zulaufkonzentrationen waren beim Eventbetrieb deutlich geringer als beim Dauerbetrieb des Gasthauses. Die hydraulische und stoffliche Belastung der Anlage war in diesem Zeitraum 4.0 mm/d bzw. 1.4 g CSB/m<sup>2</sup>/d. Die geringere organische Fracht während des Eventbetriebs kann vor Allem auf den reduzierten Betrieb der Küche zurückgeführt werden.

Tabelle 19: Medianwerte Konzentrationen in mg/L.

	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>	N <sub>ges</sub>
<b>Dauerbetrieb des Gasthauses (Juli – Dezember 2010)</b>								
Zulauf	151	560	1015	50.8	0.008	0.1	15.5	65.3
Ablauf BF1	25	49	147	13.9	0.003	0.1	3.4	16.1
Ablauf BF2	4	3	20	0.06	0.003	17.8	1.2	19.2
<b>Eventbetrieb des Gasthauses (Juni 2011 – Juni 2013)</b>								
Zulauf	65	149	346	56.6	0.005	0.1	8.5	66.0
Ablauf BF1	9	7	47	17.8	0.075	0.4	2.3	25.9
Ablauf BF2	2	3	12	0.03	0.004	15.5	1.3	16.6

Tabelle 20: Medianwerte Reinigungsleistungen in %.

	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>ges</sub>
<b>Dauerbetrieb des Gasthauses (Juli – Dezember 2010)</b>				
BF1	92.0%	86.6%	67.7%	69.6%
Gesamt	99.4%	98.0%	99.88%	70.5%
<b>Eventbetrieb des Gasthauses (Juni 2011 – Juni 2013)</b>				
BF1	94.5%	84.8%	60.7%	59.2%
Gesamt	98.0%	96.0%	99.92%	74.4%

Seit Beginn der Untersuchungen wurde generell eine sehr hohe Reinigungsleistung festgestellt. Alle geforderten maximal zulässigen Ablaufkonzentrationen wurden eingehalten bzw. die geforderten minimalen

Reinigungsleistungen nicht unterschritten. Die  $\text{NH}_4\text{-N}$  Ablaufkonzentrationen lagen während der gesamten Periode unter 0.4 mg/L und das auch bei Abwassertemperaturen unter 3°C.

Im Jahr 2012 fand eine genauere Untersuchung des Eventbetriebs, d.h. der Stoßbelastungen wie sie bei Veranstaltungen auftreten, statt. In diesem Jahr fanden im Bärenkogelhaus 18 Veranstaltungen statt von denen 5 beprobt wurden. Im gesamten Jahr 2012 wurden 291 Beschickungen des Bodenfilters gemessen, dies entspricht einer mittleren hydraulischen Auslastung von 16 %. Die berechnete mittlere organische Belastung des Bodenfilters betrug 2.3 mg CSB/m<sup>2</sup>/d (< 10 % des Dimensionierungswertes). Während einiger Veranstaltungen war der Bodenfilter hydraulisch zu 100 % ausgelastet, die organische Belastung war dabei max. 15 mg CSB/m<sup>2</sup>/d und damit < 50 % des Dimensionierungswertes. Bei aller detaillierten Untersuchung während Veranstaltungen lagen die Konzentrationen im Ablauf des bepflanzten Bodenfilters knapp über den Bestimmungsgrenzen von CSB und  $\text{NH}_4\text{-N}$  und daher deutlich unter den erlaubten maximal zulässigen Ablaufkonzentrationen.

Aufgrund der geringen durchschnittlichen Belastung der Bodenfilteranlage, die durch die Umstellung des Betriebs des Bärenkogelhauses verursacht wurde, kann keine Aussage bezüglich der Dauerleistung der Anlage getroffen werden. Es zeigte sich aber bei den Probenahmen am Beginn der Untersuchung, dass 2-stufiger Aufbau eines bepflanzten Bodenfilters schon kurz nach Inbetriebnahme auch bei Vollbelastung am Wochenende die volle Reinigungsleistung erreicht hat.

Die Untersuchungen des bepflanzten Bodenfilters beim Gasthaus Bärenkogel zeigten:

1. Der 2-stufige Aufbau eines bepflanzten Bodenfilters ermöglicht auch auf einer Seehöhe von 1168 m unabhängig vom Betrieb des Gasthauses ganzjährig sehr geringe Ablaufkonzentration und hohe Reinigungsleistungen.
2. Die gesetzlichen Anforderungen bezüglich Ablaufkonzentration und Reinigungsleistungen können ganzjährig erfüllt werden.
3. Der 2-stufige Aufbau ermöglicht zusätzlich eine stabile Stickstoffentfernung von ca. 70 % ohne Rezirkulation.
4. Der 2-stufige Aufbau eines bepflanzten Bodenfilters garantiert auch bei Stoßbelastungen, wie sie bei Veranstaltungen auftreten, eine hohe Reinigungsleistung auch wenn der Bodenfilter davor sehr gering belastet wurde.



## 5 Literatur

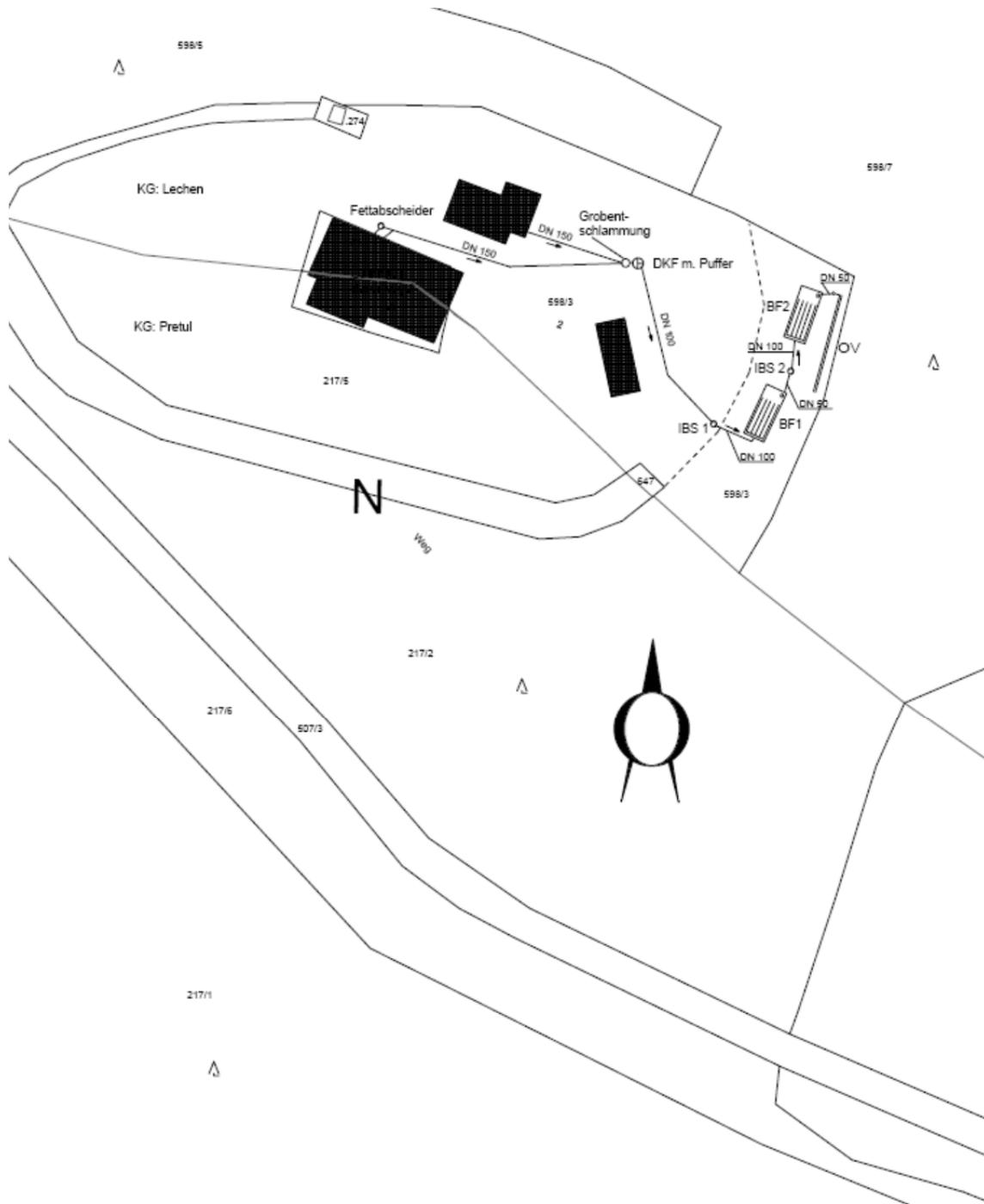
1.AEVkA (1996) 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser. BGBl.392/1996, Wien.

Ökoreal und BOKU (2009): Bepflanzte Bodenfilter, Endbericht Projektstufe 3. Herausgeber: Lebensministerium, Wien. (<http://publikationen.lebensministerium.at>).

ÖNORM B 2505 (2009): Bepflanzte Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen), Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

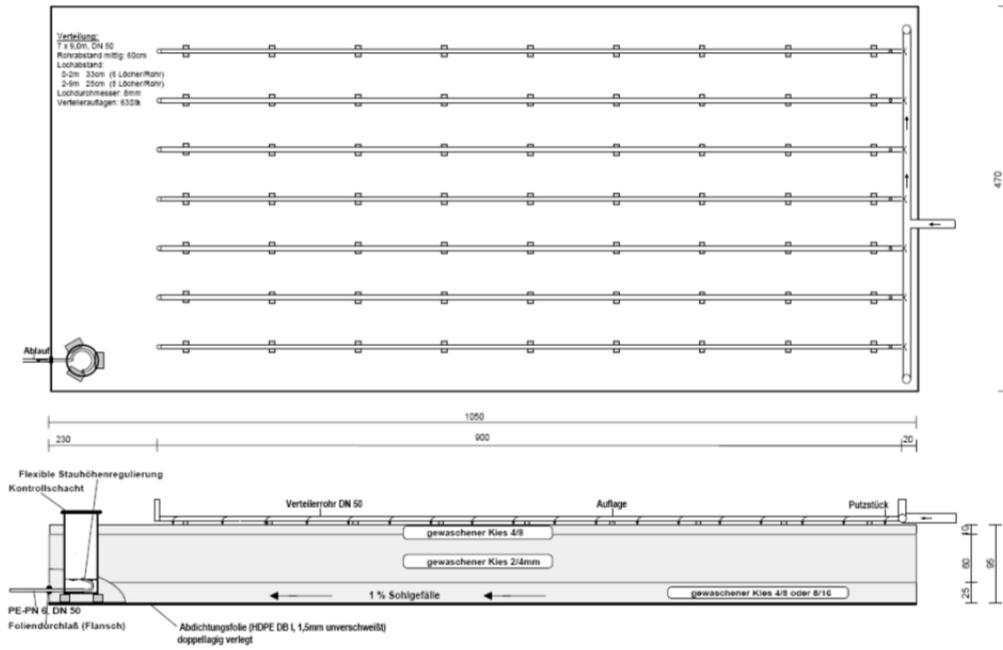


# Anlage 1 - Pläne



<p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Wohnhaus</li> <li> Dreikammergrube</li> <li> Intervallbeschiebungssch.</li> <li> Pflanzenkläranlage</li> <li> Verrieselung</li> </ul>	<p>Planinhalt</p> <h2>Lageplan</h2> <p>KG: Lechen KG-Nr: 60514 KG: Pretul KG-Nr: 60519</p>	<p>Konsenswerber DI Helmut Hammer Zimmersdorfstraße 25 A-8082 Hönigsberg</p> <p>Lageort Gasthaus Bärenkogel Lechen 26 A-8082 Hönigsberg</p>
<p>Maßstab M 1:1000</p>	<p>Maßangaben in cm</p>	<p>Plandatum Mai 2009</p>

## PFLANZENKLÄRANLAGE - Bodenfilter 1 (BF1)

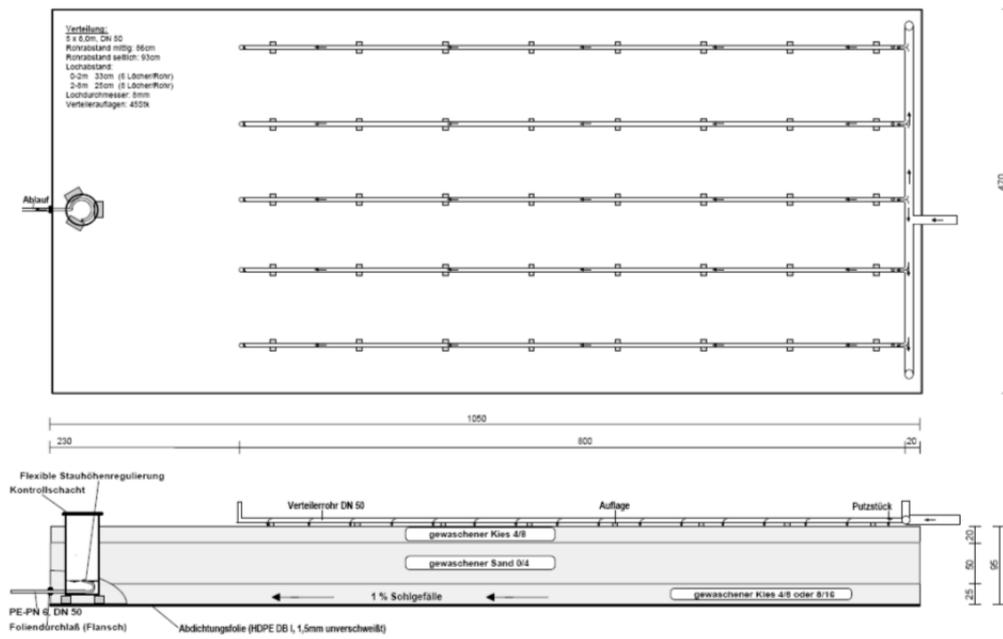


Firmenname <b>Ökologisches Projekt</b> Hermanns-Baum für nachhaltige Gärten Hermanns-Baum für nachhaltige Gärten Tel. 031472988 FAX 0314729638 Vorkasse: 100%	Firmenname D. Helmuth-Herrmann Zimmersdorf-Gasse 25 04882 Hengsdorf 04882 Hengsdorf A. 04882 Hengsdorf	Projektname Maßangaben in cm M 1:40 Datum Mai 2009
	Firmenname D. Helmuth-Herrmann Zimmersdorf-Gasse 25 04882 Hengsdorf 04882 Hengsdorf A. 04882 Hengsdorf	Projektname Maßangaben in cm M 1:40 Datum Mai 2009

Skizzenformat: Maß DN 34

V.09.04.01

## PFLANZENKLÄRANLAGE - Bodenfilter 2 (BF2)



Firmenname <b>Ökologisches Projekt</b> Hermanns-Baum für nachhaltige Gärten Hermanns-Baum für nachhaltige Gärten Tel. 031472988 FAX 0314729638 Vorkasse: 100%	Firmenname D. Helmuth-Herrmann Zimmersdorf-Gasse 25 04882 Hengsdorf 04882 Hengsdorf A. 04882 Hengsdorf	Projektname Maßangaben in cm M 1:40 Datum Mai 2009
	Firmenname D. Helmuth-Herrmann Zimmersdorf-Gasse 25 04882 Hengsdorf 04882 Hengsdorf A. 04882 Hengsdorf	Projektname Maßangaben in cm M 1:40 Datum Mai 2009

Skizzenformat: Maß DN 34

V.09.04.01

## Anlage 2 - Fotos



Abbildung 35: Bodenfilter Bärenkogel 17. Juni 2011.



Abbildung 36: Bodenfilter Bärenkogel 30. August 2011.



Abbildung 37: Bodenfilter Bärenkogel BF1 - 21. November 2011



Abbildung 38: Bodenfilter Bärenkogel 2. Jänner 2012



Abbildung 39: Bodenfilter Bärenkogel 14. Februar 2012



Abbildung 40: Thermobox beim Ablaufschacht vom BF2 - 17. Februar 2012.



Abbildung 41: Thermobox beim Ablaufschacht BF2 - 20.Februar 2012.



Abbildung 42: Bodenfilter Bärenkogel 26. März 2012



Abbildung 43: Bodenfilter Bärenkogel 10. Juli 2012



Abbildung 44: Bodenfilter Bärenkogel 22. Oktober 2012



Abbildung 45: Bodenfilter Bärenkogel 18. Februar 2013



Abbildung 46: Bodenfilter Bärenkogel 24. Juni 2013

# Anlage 3 - Checkliste Probenahme 2012

**Checkliste 2012 Nr. ....**

Datum:

(für die Betreuung der Bodenfilter am Gelände des Bärenkogelhauses)

**Generell:** Die Checkliste ist während der Probenahme zu führen und weiterzuleiten an:

- BOKU (z.Hd. Langergraber/Pressl)
- Fax.: 01 / 47654 5803 (**neue FAX Nummer!**)
- email: guenter.langergraber@boku.ac.at  
und alexander.pressl@boku.ac.at

## Checkbox

1. Beginn der Probenahme: Uhrzeit: .....

Wetter der letzten 12 Stunden [Regen(pfützen), Schneefall, sonnig, bewölkt, Dauerfrost, etc.]:

.....

2. Trinkwasserverbrauch: Bei der Wasseruhr manuell abzulesen.

Uhrzeit: ..... Zählerstand: ..... Liter

3. 3-Kammeranlage:  
(Nach Bemerken des Ausfalls oder Verstopfung der Förderpumpe sind verantwortliche Personen sofort telefonisch zu verständigen!)

- *Ordentliche Funktion* erfüllt / nicht erfüllt
- *Schwimmschlamm in 2. Kammer* vorhanden / nicht vorhanden

4. Ablaufschacht 2: Betonschacht **nach** dem  Pflanzenbeet.  
*Ordentliche Funktion* erfüllt / nicht erfüllt

5. Ablaufschacht 1: Betonschacht **nach** dem  Pflanzenbeet.  
*Ordentliche Funktion* erfüllt / nicht erfüllt

6. Beschickungsschacht: Betonschacht **vor** dem  Pflanzenbeet.

- *Ordentliche Funktion* erfüllt / nicht erfüllt
- *Förderleistung der Pumpe in Ordnung* erfüllt / nicht erfüllt  
(Falls möglich - nach Augenschein)

Checkbox

- 7. Abwasserverteilungssystem:
  - Keine Verstopfung der Beschickungsöffnungen (Nach Augenschein) erfüllt / nicht erfüllt
  - Keine Vereisung der Beschickungsöffnungen (Nach Augenschein) erfüllt / nicht erfüllt
  - Waagrechte Lage der Beschickungsstränge (Nach Augenschein) erfüllt / nicht erfüllt
  
- 8. Bepflanzte Bodenfilter:
  - Wasser versickert unmittelbar nach Beschickung erfüllt / nicht erfüllt  
(Falls es zu Verstopfungserscheinungen/Oberflächenstau kommt, sind verantwortliche Personen sofort telefonisch zu verständigen!)
  - Zustand der Beetoberflächen:
    - Auftritt von schlammigem Belag (Wenn „ja“, auf welchem Beet.....) ja / nein
    - Auftritt von Fremdbewuchs (Moos, Unkraut, Gras, etc. ....) (Auftretender Fremdbewuchs ist umgehend zu entfernen!) ja / nein
  - Bepflanzung (Schilf):
    - Nach äußerem Anschein gesund ja / nein
    - Kein Ungezieferbefall erfüllt / nicht erfüllt
    - Ausfälle von Pflanzen (Wenn „ja“, auf welchem Beet: ..... ) ja / nein
    - Schneedecke (Wenn „ja“ – ungefähre Höhe = ..... cm) ja / nein
  
- 9. Ausfall der Anlage: Angabe der Ursache, falls bekannt.
  - aufgrund Stromausfall am / von / bis .....
  - aufgrund Störung der Beschickung am .....
  - aufgrund .....
  
- 10. Gästefrequenz (Art des Events bzw. Anzahl Gäste/Übernachtungen)
 

Datum	Event	Gäste/Übernachtungen	Anmerkungen
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
  
- 11. Sonstiges (besondere Vorkommnisse, Beobachtungen, Reinigungen, Reparaturen)

.....

.....

Probenehmer: ..... Name ..... Unterschrift .....

# Anlage 4 - Analyseergebnisse

Tabelle 21: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Zulauf in mg/L

Datum	AFS	BSB <sub>5</sub>	CSB	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>org</sub>
07.07.2010	210	521	1020	46.4	0.004	<0.1	17.5
18.07.2010	157	691	1190	49.5	0.020	<0.1	17.0
01.08.2010	160	614	1060	50.5	0.005	<0.1	15.9
15.08.2010	145	562	1010	51.4	0.010	<0.1	17.0
26.09.2010	68	282	499	34.4	0.007	<0.1	7.9
10.10.2010	128	494	749	45.2	<0.003	<0.1	11.8
24.10.2010	158	576	1120	51.9	0.009	<0.1	15.1
07.11.2010	124	660	1230	51.9	0.016	<0.1	19.0
26.11.2010	174	476	859	53.6	0.006	<0.1	9.7
20.12.2010	143	557	1000	51.1	0.012	<0.1	11.4
31.01.2011	7	5	<20	1.6	0.040	0.2	1.5
01.03.2011	8	3	20	3.4	<0.003	<0.1	<1
14.03.2011	4	4	30	5.4	0.008	<0.1	<1
25.04.2011	16	14	70	15.3	0.004	<0.1	3.0
06.06.2011	31	46	143	23.6	0.006	<0.1	5.1
19.07.2011	61	297	539	41.0	<0.003	<0.1	10.3
30.08.2011	65	137	253	20.3	0.003	<0.1	7.1
13.09.2011	34	25	88	15.0	0.005	<0.1	1.1
27.09.2011	36	17	71	16.6	0.009	<0.1	1.7
11.10.2011	15	21	87	17.8	0.062	<0.1	1.1
25.10.2011	95	95	205	31.2	<0.003	<0.1	6.2
22.11.2011	33	55	159	39.8	<0.003	<0.1	5.4
05.12.2011	80	62	100	30.6	0.004	0.1	3.0
18.12.2011	117	209	350	62.8	0.007	<0.1	6.0
02.01.2012	64	146	294	72.4	0.008	0.1	6.3
16.01.2012	108	273	488	16.9	0.020	<0.1	66.3
30.01.2012	104	251	300	12.8	0.005	<0.1	45.7
13.02.2012	60	179	253	23.8	0.009	<0.1	5.0
12.03.2012	60	143	265	38.5	0.005	<0.1	5.6
26.03.2012	53	183	365	52.3	0.008	<0.1	9.1
09.04.2012	32	151	361	56.6	0.009	<0.1	6.5
23.04.2012	30	106	328	49.9	0.008	<0.1	7.5
07.05.2012	22	153	335	38.8	0.008	<0.1	7.8
18.06.2012	31	25	155	15.9	0.003	<0.1	4.4
30.07.2012	130	135	598	82.0	0.004	<0.1	16.4
10.09.2012	162	352	720	84.8	0.004	<0.1	18.7
24.09.2012	86	363	708	103	<0.003	<0.1	16.1
08.10.2012	56	159	361	76.5	<0.003	<0.1	11.6
22.10.2012	94	264	567	83.0	<0.003	<0.1	17.8
05.11.2012	68	101	413	76.0	<0.003	<0.1	18.3
19.11.2012	13	50	284	80.5	0.009	<0.1	10.0
03.12.2012	32	42	248	76.8	0.006	<0.1	11.0
18.12.2012			231	52.0			
21.01.2013	81	241	485	66.0	<0.003	<0.1	21.7
28.01.2013	-	-	346	61.8	-	-	-
18.02.2013	85	188	418	83.0	0.005	<0.1	6.9
18.03.2013	-	-	315	61.0	-	-	-
01.04.2013	89	176	365	57.3	0.013	<0.1	11.3
15.04.2013	-	-	377	51.5	-	-	-
29.04.2013	-	-	309	52.0	-	-	-
13.05.2013	118	251	573	72.5	0.009	<0.1	20.1
27.05.2013	-	-	434	76.3	-	-	-
10.06.2013	-	-	431	64.8	-	-	-
24.06.2013	123	145	482	67.5	0.004	<0.1	15.1

Tabelle 22: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Ablauf BF1 in mg/L

Datum	AFS	BSB5	CSB	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Norg
07.07.2010	47	41	208	17.6	<0.003	<0.1	16.3
18.07.2010	22	53	146	11.5	<0.003	<0.1	3.8
01.08.2010	18	50	140	10.1	0.003	<0.1	3.2
15.08.2010	22	61	148	11.6	<0.003	<0.1	3.6
26.09.2010	16	13	54	12.2	<0.003	<0.1	2.3
10.10.2010	58	39	74	12.0	<0.003	<0.1	1.7
24.10.2010	21	47	153	21.3	0.003	<0.1	3.7
07.11.2010	27	56	187	21.2	0.003	<0.1	4.6
26.11.2010	73	24	65	15.6	<0.003	<0.1	<1
20.12.2010	29	67	187	20.1	0.003	<0.1	2.5
31.01.2011	4	<3	<20	0.8	0.004	<0.1	<1
01.03.2011	-	-	-	-	-	-	-
14.03.2011	-	-	-	-	-	-	-
25.04.2011	-	-	-	-	-	-	-
06.06.2011	-	-	-	-	-	-	-
19.07.2011	20	8	55	10.6	0.008	<0.1	3.7
30.08.2011	8	7	41	12.2	0.037	0.1	1.2
13.09.2011	11	4	46	8.9	0.017	0.2	<1
27.09.2011	2		25	6.6	0.056	0.2	1.0
11.10.2011	7	3	31	4.8	0.052	0.3	<1
25.10.2011	87	3	26	4.1	0.120	0.2	2.3
22.11.2011	2	4	26	6.5	0.130	0.6	1.2
05.12.2011	103		23	7.0	0.150	0.8	1.1
18.12.2011	94	25	85	38.9	0.004	<0.1	2.0
02.01.2012	10	8	60	37.9	0.033	0.5	<1
16.01.2012	99	21	87	11.9	0.010	<0.1	30.5
30.01.2012	59	11	47	15.0	0.030	0.2	18.3
13.02.2012	23	21	90	25.6	0.006	<0.1	1.5
12.03.2012	2	5	23	6.2	0.052	0.2	<1
26.03.2012	10	12	47	10.3	0.070	0.3	2.0
09.04.2012	4	4	42	15.7	0.100	0.5	<1
23.04.2012	2	5	38	16.0	0.160	0.9	1.1
07.05.2012	8	7	48	16.4	0.080	1.0	1.7
18.06.2012	5	<3	22	2.2	0.120	0.5	1.4
30.07.2012	6	7	134	34.1	0.180	<0.1	5.8
10.09.2012	20	22	96	36.7	0.270	1.2	5.5
24.09.2012	8	9	123	45.8	0.014	<0.1	4.3
08.10.2012	7	7	55	39.6	0.180	0.3	2.2
22.10.2012	17	20	86	33.5	0.200	1.0	3.2
05.11.2012	1	3	43	21.3	1.100	3.3	3.7
19.11.2012	3	<3	35	19.2	0.340	1.3	4.3
03.12.2012	<1	<3	36	17.9	0.440	3.7	4.0
18.12.2012	-	-	46	21.4	-	-	-
21.01.2013	41	38	134	40.3	0.034	0.2	5.7
28.01.2013	-	-	60	24.7	-	-	-
18.02.2013	3	8	54	31.5	0.120	2.7	4.3
18.03.2013	-	-	27	13.0	-	-	-
01.04.2013	13	8	58	22.5	1.290	4.8	3.5
15.04.2013	-	-	35	11.0	-	-	-
29.04.2013	-	-	33	7.6	-	-	-
13.05.2013	25	26	121	30.3	0.006	0.7	6.8
27.05.2013	-	-	67	31.0	-	-	-
10.06.2013	-	-	49	17.8	-	-	-
24.06.2013	9	8	63	20.9	0.070	1.3	3.4

Tabelle 23: Analyseergebnisse Routineuntersuchungen Ablauf BF2 in mg/L

Datum	AFS	BSB5	CSB	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Norg
07.07.2010	1	<3	<20	0.06	0.007	25	<1
18.07.2010	2	<3	<20	0.08	0.060	18.6	1.1
01.08.2010	<1	<3	<20	0.04	<0.003	11.7	1.2
15.08.2010	<1	<3	<20	0.04	0.003	9.6	<1
26.09.2010	7	<3	<20	0.03	<0.003	4.5	<1
10.10.2010	12	<3	<20	0.06	<0.003	6.6	1.6
24.10.2010	5	<3	20	0.09	<0.003	20.0	1.0
07.11.2010	5	<0.1	<20	0.06	<0.003	20.8	1.2
26.11.2010	18	4	<20	0.08	0.003	17.1	1.4
20.12.2010	3	4	35	0.04	0.003	18.4	1.6
31.01.2011	<1	<3	<20	0.05	0.003	2.1	<1
01.03.2011	-	-	-	-	-	-	-
14.03.2011	-	-	-	-	-	-	-
25.04.2011	-	-	-	-	-	-	-
06.06.2011	-	-	-	-	-	-	-
19.07.2011	2	<3	10	<0.03	0.004	<0.1	1.0
30.08.2011	1	<3	10	<0.03	<0.003	13.1	<1
13.09.2011	2	<3	<10	0.03	0.014	9.5	<1
27.09.2011		<3	<10	<0.03	<0.003	4.1	1.0
11.10.2011	13	<3	12	<0.03	0.015	4.3	<1
25.10.2011	17	<3	<10	<0.03	0.004	3.4	1.1
22.11.2011		<3	<10	<0.03	<0.003	2.9	1.3
05.12.2011	14	<3	<10	<0.03	<0.003	5.5	1.7
18.12.2011	26	<3	21	<0.03	0.100	25.0	3.6
02.01.2012		<3	13	<0.03	0.004	29.5	1.5
16.01.2012	43	<3	<10	0.25	0.200	12.6	1.1
30.01.2012	19	<3	<10	0.03	0.004	33.8	<1
13.02.2012	2	<3	<10	0.16	0.060	27.0	1.1
12.03.2012	11	<3	<10	0.04	<0.003	4.7	<1
26.03.2012		<3	<10	<0.03	<0.003	5.7	<1
09.04.2012	2	<3	<10	<0.03	<0.003	14.9	1.0
23.04.2012	1	<3	<10	<0.03	<0.003	16.0	1.2
07.05.2012	<1	<3	<10	<0.03	<0.003	15.0	<1
18.06.2012	22	<3	<10	0.05	<0.003	1.4	<1
30.07.2012	<1	<3	14	0.03	0.022	11.6	1.8
10.09.2012	5	<3	24	0.03	0.039	28.2	2.2
24.09.2012	3	<3	18	0.09	0.007	29.5	1.4
08.10.2012	1	<3	18	0.03	0.006	21.9	1.4
22.10.2012	3	<3	17	0.03	0.021	22.0	1.3
05.11.2012	4	<3	13	0.07	0.013	18.1	1.9
19.11.2012	<1	<3	14	<0.03	<0.003	18.9	2.1
03.12.2012	<1	<3	16	0.03	0.004	18.9	2.3
18.12.2012	-	-	13	0.04	-	-	-
21.01.2013	<1	4	26	0.33	0.190	18.0	1.4
28.01.2013	-	-	<10	0.21	-	-	-
18.02.2013	<1	<3	15	0.03	<0.003	33.7	1.5
18.03.2013	-	-	14	0.03	-	-	-
01.04.2013	<1	<3	12	0.03	0.058	24.9	<1
15.04.2013	-	-	17	0.04	-	-	-
29.04.2013	-	-	19	0.05	-	-	-
13.05.2013	<1	<3	26	0.03	0.005	23.9	1.4
27.05.2013	-	-	17	0.05	-	-	-
10.06.2013	-	-	12	0.15	-	-	-
24.06.2013	8	<3	18	0.04	0.006	10	1.3

Tabelle 24: Analyseergebnisse Veranstaltung 1 in mg/L

Datum/Zeit	CSB			NH4-N		
	Zu	Ab1	Ab2	Zu	Ab1	Ab2
17.02.2012 13:00	263	-	26	21.1	-	0.06
17.02.2012 19:00	-	-	-	-	-	0.05
18.02.2012 01:00	-	-	21	-	-	0.03
18.02.2012 07:00	-	-	-	-	-	0.03
18.02.2012 13:00	250	-	20	20.5	-	<0.03
18.02.2012 19:00	-	-	-	-	-	<0.03
19.02.2012 01:00	-	-	19	-	-	<0.03
19.02.2012 07:00	-	-	-	-	-	<0.03
19.02.2012 13:00	244	-	19	19.4	-	<0.03
19.02.2012 19:00	-	-	-	-	-	<0.03
20.02.2012 01:00	-	-	20	-	-	<0.03
20.02.2012 07:00	-	-	-	-	-	<0.03
21.02.2012 03:00	215	-	18	20.8	-	0.03
21.02.2012 15:00	-	-	-	-	-	<0.03
22.02.2012 03:00	-	-	15	-	-	<0.03
22.02.2012 15:00	-	-	-	-	-	<0.03
23.02.2012 03:00	241	-	17	24.0	-	<0.03

Tabelle 25: Analyseergebnisse Veranstaltung 2 + 3 in mg/L

Datum/Zeit	CSB			NH4-N		
	Zu	Ab1	Ab2	Zu	Ab1	Ab2
15.06.2012 14:00	57	27	31	7.6	2.1	0.12
16.06.2012 02:00	-	22	13	-	2.3	0.07
16.06.2012 14:00	51	21	18	8.4	2.1	0.06
17.06.2012 02:00	-	20	12	15.0	2.4	0.04
17.06.2012 14:00	146	25	12	-	2.3	0.04
18.06.2012 02:00	-	24	11	-	2.3	0.04
18.06.2012 11:00	155	-	-	15.9	-	-
18.06.2012 17:45	148	-	12	15.4	-	0.06
19.06.2012 17:45	189	-	11	22.0	-	0.04
20.06.2012 17:45	201	-	<10	23.9	-	0.03
22.06.2012 15:00	216	28	<10	26.6	3.3	0.05
23.06.2012 15:00	266	27	<10	32.7	3.8	0.04
24.06.2012 15:00	470	92	<10	64.2	15.7	0.04
23.06.2012 21:06	-	-	-	-	4.2	-
24.06.2012 03:00	357	45	-	48.4	7.0	-
24.06.2012 09:00	-	-	-	-	10.4	-
24.06.2012 21:00	-	-	-	-	19.2	-
25.06.2012 03:00	496	129	-	71.9	22.6	-
25.06.2012 09:06	-	-	-	-	24.9	-
25.06.2012 16:00	567	150	11	73.2	27.7	0.03
26.06.2012 04:00	600	26	-	78.2	3.5	-
26.06.2012 16:00	592	136	12	79.8	29.5	0.04
27.06.2012 04:00	-	134	-	-	29.7	-
27.06.2012 16:00	597	131	11	80.2	30.0	0.04
28.06.2012 04:00	-	129	-	-	30.3	-

Tabelle 26: Analyseergebnisse Veranstaltung 4 in mg/L

Datum/Zeit	CSB			NH4-N		
	Zu	Ab1	Ab2	Zu	Ab1	Ab2
27.07.2012 17:00	544	76	19	77.0	11.7	0.05
28.07.2012 05:00	-	63	-	-	13.7	-
28.07.2012 17:00	543	73	21	77.5	15.4	<0.03
29.07.2012 05:00	-	95	-	-	21.6	-
29.07.2012 17:00	570	131	13	80.5	30.8	0.04
30.07.2012 05:00	-	133	-	-	36.2	-
30.07.2012 15:00	566	145	18	86.3	38.8	0.04
31.07.2012 03:00	-	143	-	-	41.0	-
31.07.2012 15:00	567	132	18	85.3	40.2	0.04
01.08.2012 03:00	-	133	-	-	37.8	-
01.08.2012 15:00	556	126	16	87.5	39.0	0.03
02.08.2012 03:00	-	116	-	-	38.7	-
02.08.2012 15:00	608	91	14	85.5	39.7	0.06
03.08.2012 03:00	-	109	-	-	38.8	-
03.08.2012 15:00	620	110	14	84.5	39.7	0.06
04.08.2012 03:00	-	97	-	-	40.3	-
04.08.2012 15:00	664	103	18	80.5	39.6	0.06
05.08.2012 03:00	-	126	-	-	37.9	-

Tabelle 27: Analyseergebnisse Veranstaltung 5 in mg/L

Datum/Zeit	CSB			NH4-N		
	Zu	Ab1	Ab2	Zu	Ab1	Ab2
07.09.2012 14:00	510		26	64.0	42.7	0.06
08.09.2012 02:00	-	58	-	-	37.2	-
08.09.2012 14:00	511	66	14	63.3	35.6	0.03
09.09.2012 02:00	-	64	-	-	37.4	-
09.09.2012 14:00	529	72	15	63.5	35.8	0.03
10.09.2012 02:00	-	95	-	-	38.6	-
10.09.2012 16:00	714	123	25	65.0	40.9	0.05
11.09.2012 04:00	-	134	-	-	42.4	-
11.09.2012 16:00	692	118	26	64.8	43.4	0.05
12.09.2012 04:00	-	108	-	-	43.4	-
12.09.2012 16:00	670	99	24	70.0	43.4	0.07
13.09.2012 04:00	-	86	-	-	33.9	-



**Dank für die finanzielle Unterstützung der Projekts geht an ...**



lebensministerium.at

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

[www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)



Abteilung Wasserwirtschaft,  
Ressourcen und Nachhaltigkeit

[www.steiermark.at](http://www.steiermark.at)

**Besonderer Dank an Familie Hammer, die Eigentümer des  
Bärenkogelhauses, für die praktische Unterstützung vor Ort.**

bärenkogel

[www.baerenkogel.com](http://www.baerenkogel.com)

**GENUSS  
REGION  
ÖSTERREICH**

Die Initiative  
GENUSS REGION ÖSTERREICH  
hebt gezielt die Bedeutung regio-  
naler Spezialitäten hervor.  
[www.genuss-region.at](http://www.genuss-region.at)

 **green-jobs.at**  
Das grüne Karriereportal Österreichs

Österreichs erstes grünes  
Karriereportal für  
umweltfreundliche green jobs.  
[www.green-jobs.at](http://www.green-jobs.at)



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

Informationen zu Landwirtschaft,  
Wald, Umwelt, Wasser und  
Lebensmittel.  
[www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)



Das Österreichische  
Umweltzeichen ist Garant für  
umweltfreundliche Produkte und  
Dienstleistungen.  
[www.umweltzeichen.at](http://www.umweltzeichen.at)

[www.bewusstkaufen.at](http://www.bewusstkaufen.at)  
Lebensministerium & Partner  
**das bringt's  
nachhaltig.**

Das erste Webportal für  
nachhaltigen Konsum in  
Österreich.  
[www.bewusstkaufen.at](http://www.bewusstkaufen.at)

  
**Nationalparks  
AUSTRIA**

Das Internetportal der  
Österreichischen Nationalparks.  
[www.nationalparksaustria.at](http://www.nationalparksaustria.at)

**klima:aktiv**  


Die Klimaschutzinitiative  
des Lebensministeriums  
für aktiven Klimaschutz.  
[www.klimaaktiv.at](http://www.klimaaktiv.at)

  
**vielfaltleben**

Die Kampagne vielfaltleben trägt  
bei, dass Österreich bei der  
Artenvielfalt zu den reichsten  
Ländern Europas gehört.  
[www.vielfaltleben.at](http://www.vielfaltleben.at)

**generation  
blu:z**  
[www.generationblue.at](http://www.generationblue.at)

Die Jugendplattform zur  
Bewusstseinsbildung rund ums  
Wasser.  
[www.generationblue.at](http://www.generationblue.at)



[www.mein-fussabdruck.at](http://www.mein-fussabdruck.at)

Der Ökologische Fußabdruck ist  
die einfachste Möglichkeit, die  
Zukunftsfähigkeit des eigenen  
Lebensstils zu testen. Errechnen  
Sie Ihren persönlichen Footprint.  
[www.mein-fussabdruck.at](http://www.mein-fussabdruck.at)