

# Untersuchung des Substrates Hygroret unter realen Betriebsbedingungen

## -Kurzfassung des Zwischenberichts-

Die FLW AG beauftragte das Labor für Wasserbau und Wasserwirtschaft (Prof. Dr.-Ing. M. Uhl), Fachbereich Bauingenieurwesen der Fachhochschule Münster, mit der Untersuchung eines von der FLW entwickelten Substrates für Retentionsbodenfilter sowie eines den geltenden technischen Anforderungen entsprechenden Sandsubstrates als Referenz.

### Versuchsanlage

Die Versuchsanlage besteht aus einem Container-Lysimeter mit einer Grundfläche von 17 m<sup>2</sup>. Hiervon werden 4,8 m<sup>2</sup> als Speicherbecken verwendet. Rund 12 m<sup>2</sup> Fläche stehen für zwei Filter mit einer Fläche von je 6 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Der Container hat eine nutzbare Höhe von 1,65 m, von denen ca. 1,10 m für Drainage- und Filterschicht genutzt werden. Die verbleibenden 55 cm stehen für einen Retentionsraum oberhalb der Filteroberkante als Sedimentations- und Speicherkammer zur Verfügung.

Die Filtersubstrate wurden oberhalb einer einschichtigen Drainage aus 35 cm Kies 2/8 mm eingebaut. Für den Sand 0/2 wurde die DWA-M 178 [2005] erforderliche minimale Filtermächtigkeit von 75 cm gewählt. Die Filtermächtigkeit des Substrates Hygroret lag gemäß Wunsch des Auftraggebers bei nur 60 cm. Der Ablauf der Filterbeete wurde mit Schlauchquetschpumpen gedrosselt. Für den Versuchsbetrieb wurde eine Filtergeschwindigkeit gemäß DWA-M 178 [2005] von 0,02 l/(s\*m<sup>2</sup>) eingestellt.

### Versuchsbetrieb

Der Betrieb der Container-Lysimeter erfolgte gemäß einem vorgegebenen Beschickungsplan mit abgesetztem und verdünntem Abwasser. Die Filterbeete wurden durch zwei Tauchpumpen im Speicherbecken des Container-Lysimeters beschickt. Die Probenahme erfolgte durchflussproportional mittels automatischer Probenehmer. Das Beschickungswasser wurde durch Konditionierung von Abwasser aus dem Zulauf der ehemaligen Kläranlage Albachten (Münster) und durch Mischung mit örtlichem Grundwasser hergestellt. Für die Konditionierung wurde der Parameter Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N) als Leitparameter verwendet. Das Mischungsverhältnis von Abwasser zu Grundwasser war von der jeweils zuvor ermittelten NH<sub>4</sub>-N-Konzentration des Abwassers abhängig. Die Zielkonzentration des konditionierten Mischwassers sollte etwa 6 mg/l NH<sub>4</sub>-N betragen.

### Versuchsprogramm

Das Versuchsprogramm bestand aus einer Einfahrphase, einem Hochlastversuch, einer Trockenphase und zwei weiteren Normallastversuchen.

Vor der ersten Beschickung wurden die Filter mit 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Wasser (Grundwasser) beschickt, um eine Konsolidierung der eingebauten Substrate zu erzielen.

Die Einfahrphase, die zur Etablierung einer Filterbiozönose dient, wurde auf 8 Wochen festgesetzt.

### Ergebnisse/Fazit

siehe nachstehende Auszüge aus dem Zwischenbericht

Den ausführlichen Bericht finden Sie übrigens im Internet unter [www.flw-ag.de](http://www.flw-ag.de)



---

# Untersuchung des Substrates Hygroret unter realen Betriebsbedingungen (BOFI-FLW)

## -Zwischenbericht-

Auftraggeber:  
Forschungsgemeinschaft  
Landschaftsbau und Wasserwirtschaft FLW AG  
Rhenusplatz 2  
59439 Holzwickede

**März 2007**

---

Fachbereich Bauingenieurwesen  
Prof. Dr.-Ing. M. Uhl  
Corrensstraße 25  
48149 Münster

**WW**  
Labor für  
Wasserbau und  
Wasserwirtschaft

## 4 Fazit und Ausblick

### Zusammenfassung

Das Ziel der Lysimeterversuche ist die Untersuchung der Reinigungsleistung des von der Firma FLW AG entwickelten Substrates Hygroret unter realen Betriebsbedingungen mit verringerter Filtermächtigkeit (60 cm). Bei den Untersuchungen wurde ein zweites Filterbeet mit einem Sandsubstrat mit normaler Filtermächtigkeit (75 cm) als Referenz betrieben und analysiert. Das Referenzsubstrat erfüllt in Bezug auf Korngrößenverteilung und Carbonatgehalt (25 %) die Vorgaben für das Mischsystem aus DWA-M 178 [2005]. Die Korngrößenverteilung und der Carbonatgehalt (23 %) des Substrates Hygroret weichen nur geringfügig davon ab. Beide Substrate verfügen über ein ausreichendes Carbonatdepot für das Mischsystem. Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um eine Kurzzeitstudie im halbtechnischen Maßstab. Im Zeitraum von 16 Wochen wurden 18 Beschickungen mit 0,5 m und eine Beschickung mit 2,5 m Wassersäule durchgeführt. Die Beschickungen wurden als Batchversuche in Abständen von 2-3 Tagen durchgeführt. Das regelmäßige Beschicken sichert eine gute Etablierung der Filterbiozönose. Die Beschickungspausen waren lediglich vor und nach dem Hochlastversuch länger (4 bzw. 5 Tage). Um die Filterreaktionen auf eine längere Trockenphase hin zu untersuchen, wurde eine Trockenphase von 4 Wochen durchgeführt und mit einer Normallastbeschickung beendet.

### Bewertung der Reinigungsleistung:

Beim Parameter CSB weist das Substrat Hygroret, hinsichtlich der Ablaufkonzentrationen (Bild 6.1) und der Wirkungsgrade (Bild 6.2) keine signifikanten Unterschiede zum Referenzsubstrat auf. Der Medianwert der Ablaufkonzentrationen ist beim Hygroret (12 mg/l) etwas niedriger als beim Sand (14 mg/l). Hygroret hat mit geringerer Einbauhöhe einen dem Sandsubstrat äquivalenten CSB-Rückhalt.

Beim Parameter  $\text{NH}_4\text{-N}$  konnte das Substrat Hygroret eine erheblich höhere Leistung erzielen als das Referenzsubstrat. Die Überlegenheit im Frachtrückhalt tritt bei den Normallastversuchen noch nicht so deutlich in Erscheinung. Der Frachtwirkungsgrad des Hygroret (im Bereich von 99,21 bis 99,71 % / Median 99,58 %), ist geringfügig höher als der des Sandsubstrates (im Bereich von 82,73 bis 99,07 % / Median 94,97 %). Vergleicht man die Frachtwirkungsgrade (Bild 6.5 und Bild 6.6) aus dem Hochlastversuch, so weist der Sand einen Wirkungsgrad von 58,65 % und das Substrat Hygroret von 99,71 % auf. Der Hochlastversuch hat gezeigt, dass das Referenzsubstrat im Stande war  $\text{NH}_4\text{-N}$  bis zu einer gewissen Zulauf-fracht zurückzuhalten, anschließend kam es jedoch zum Durchbruch und die Ablaufkonzentrationen (Bild 6.4) entsprachen den Zulaufkonzentrationen. Beim Substrat Hygroret ist auch nach extremer Zulauf-fracht keine Minderung im Frachtrückhalt zu erkennen. Die Ablaufkon-

zentrationen lagen unabhängig von der Zulaufkonzentration im Bereich der  $\text{NH}_4\text{-N}$  Nachweisgrenze (0,02 mg/l).

Die sehr gute Reinigungsleistung des Substrates Hygroret im ersten Hochlastversuch führt zu einer modifizierten Versuchsphase 2, da ein Erreichen der Leistungsgrenze des Substrates Hygroret in Bezug auf den Ammonium-Rückhalt unter den aktuellen Betriebsbedingungen (Drosselabflussspende und Filtermächtigkeit) als nicht wahrscheinlich gilt. Daher wird für die Versuchsphase 2 zunächst eine Erhöhung der Drosselabflussspende vorgesehen und unter Umständen eine Mächtigkeitsreduktion (auf 50 cm) erwogen.

Aufgrund der hier dargestellten Ergebnisse der halbtechnischen Versuche unter realen Betriebsbedingungen sind auch für den technischen Maßstab (RBF) gute Reinigungsleistungen, insbesondere bei der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Eliminierung, zu erwarten. Dies wäre im Rahmen einer entsprechenden Untersuchung nachzuweisen.

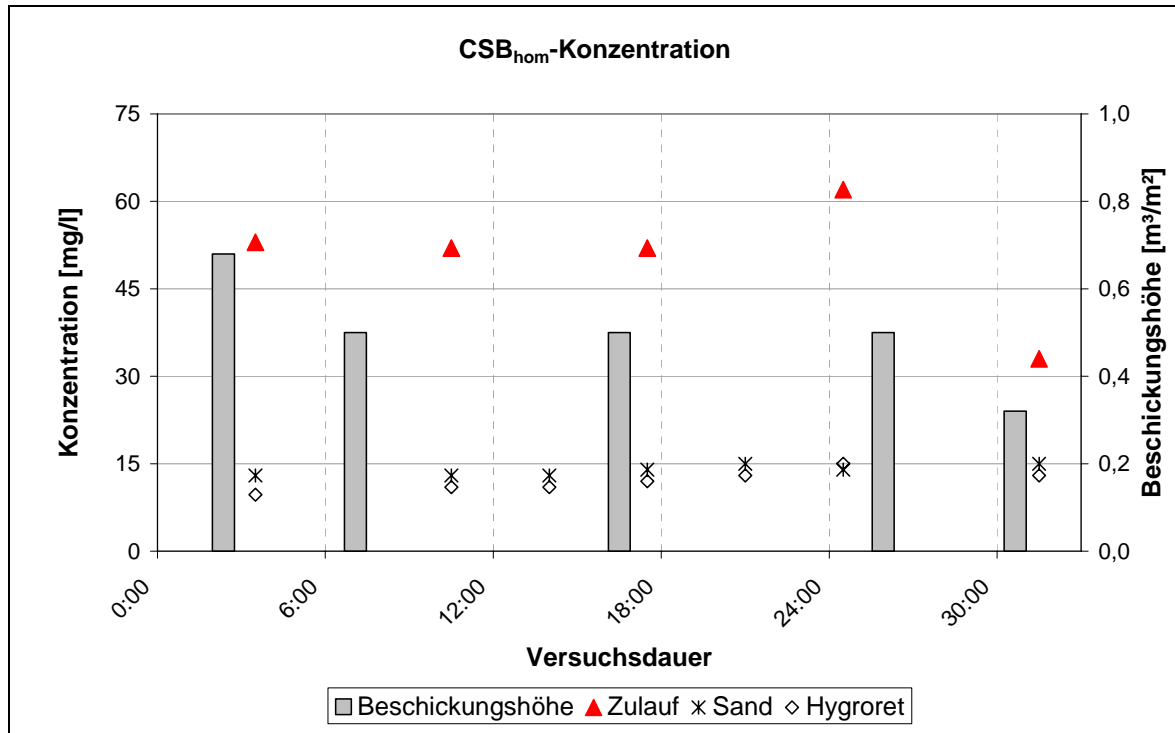
Münster, 14.03.2007

Prof. Dr.-Ing. M. Uhl

Dipl.-Geol. T. Perrefort

## 6.2 Graphische Darstellung der Analytik-Ergebnisse des 1. Hochlastversuchs

### Chemischer Sauerstoffbedarf



**Bild 6.1** Beschickungshöhen und Konzentrationen von CSB<sub>hom</sub> im Zu- und Ablauf

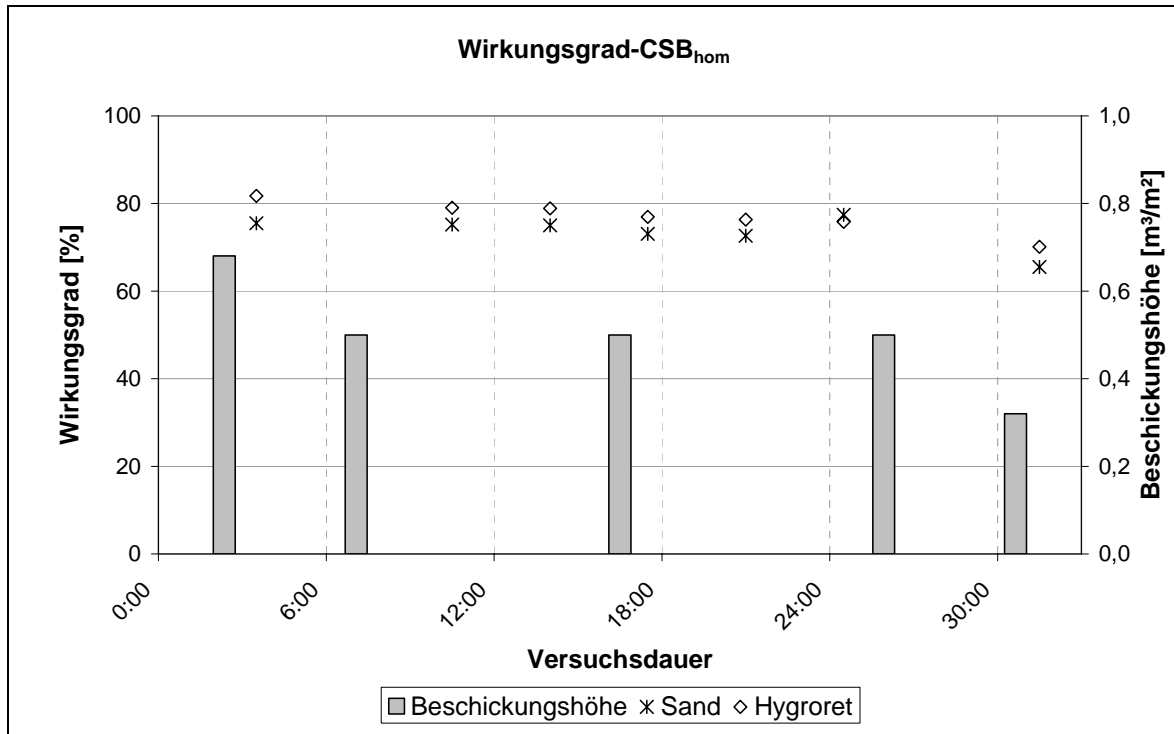


Bild 6.2 Beschickungshöhen und Wirkungsgrade für CSB<sub>hom</sub>-Frachten

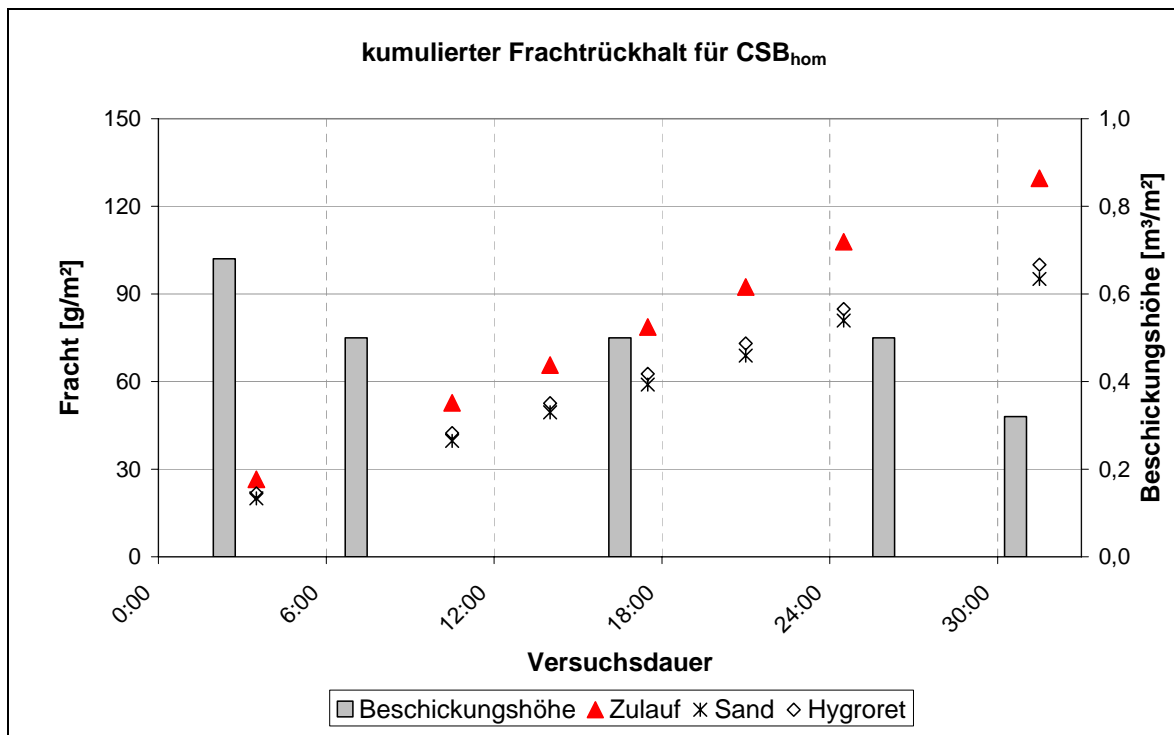
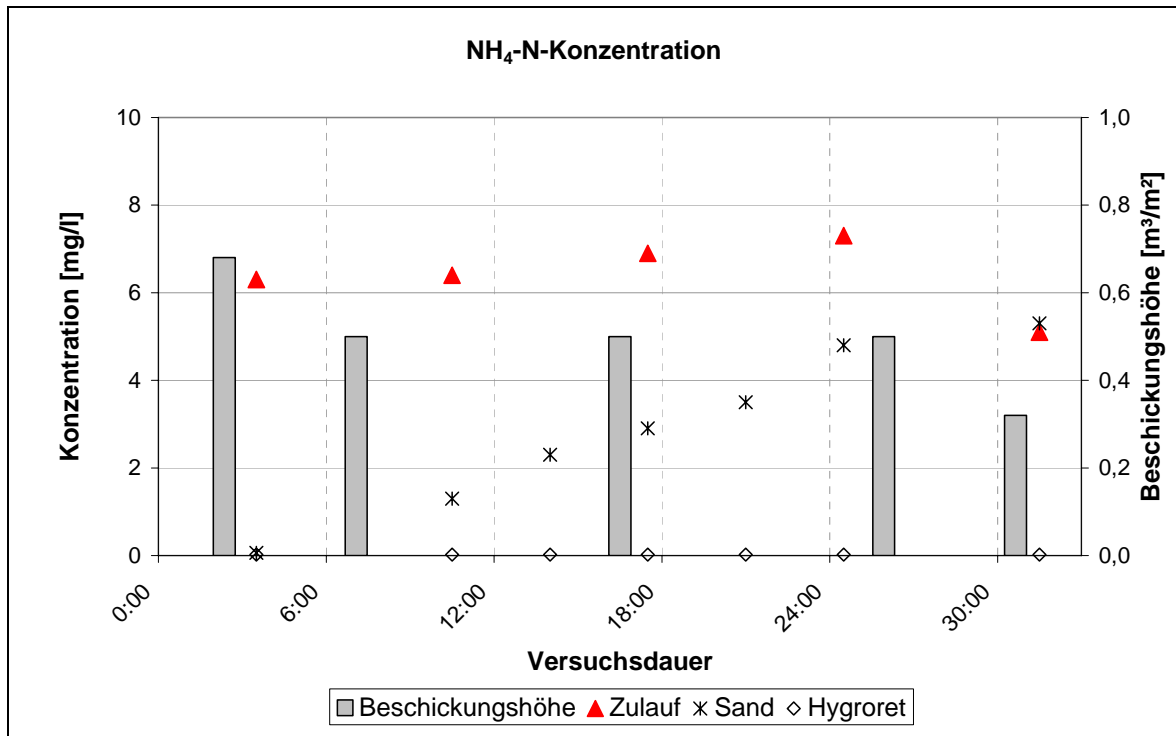
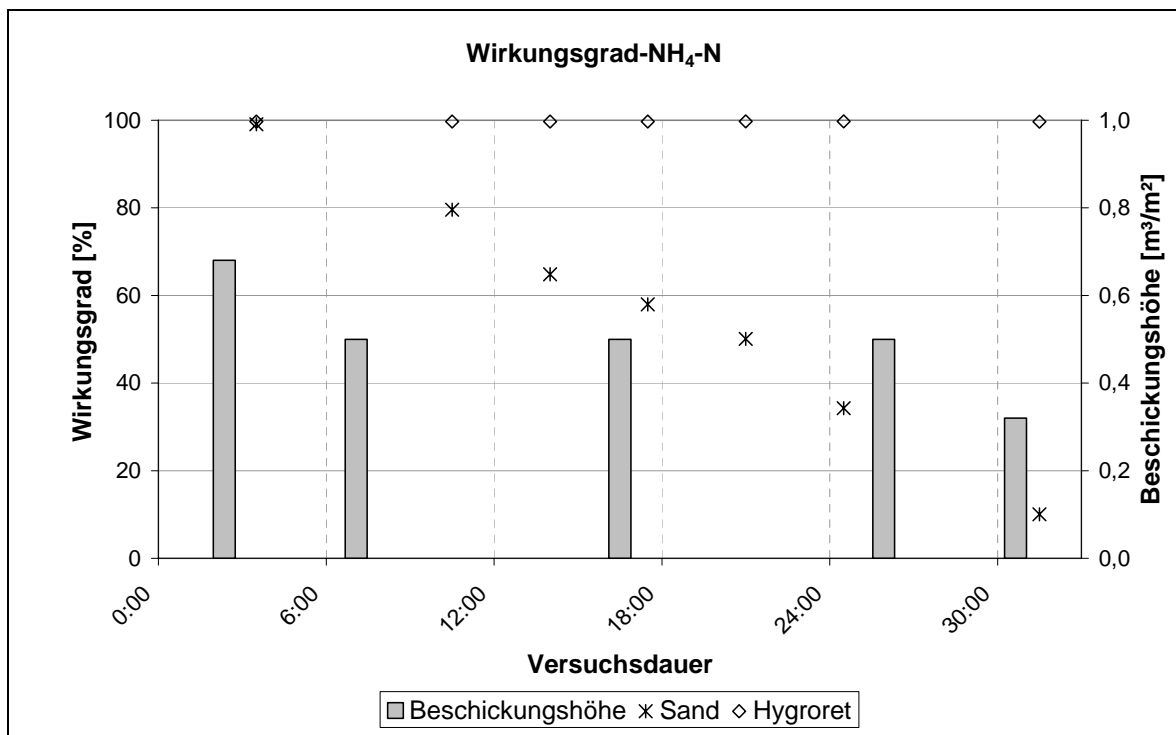


Bild 6.3 Beschickungshöhen sowie kumulierte Zulauffrachten und Frachtrückhalte für CSB<sub>hom</sub>

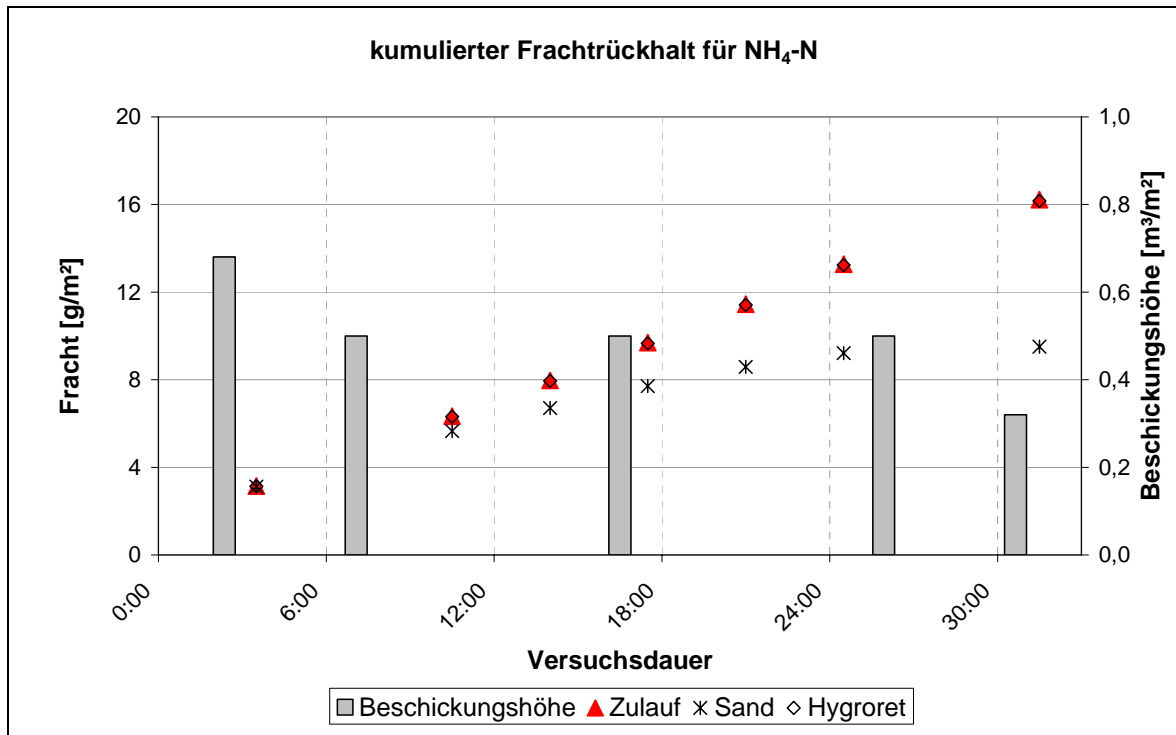
**Ammonium-Stickstoff**



**Bild 6.4** Beschickungshöhen und Konzentrationen von NH<sub>4</sub>-N im Zu- und Ablauf

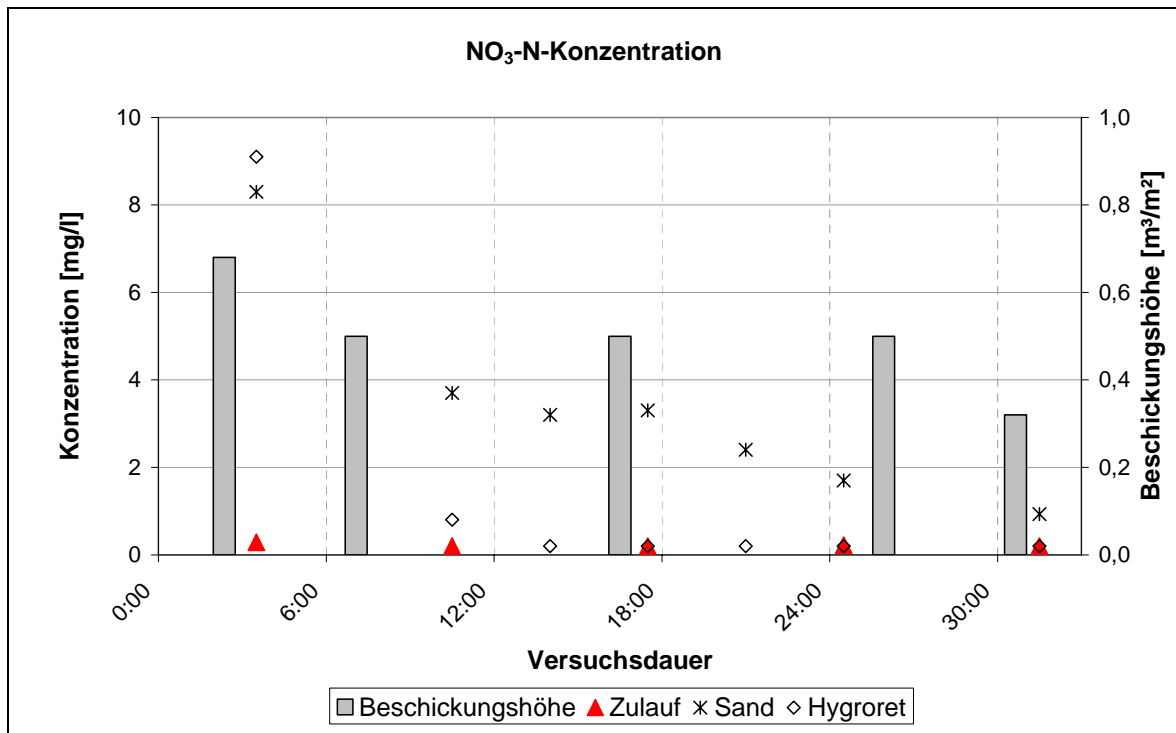


**Bild 6.5** Beschickungshöhen und Wirkungsgrade für NH<sub>4</sub>-N



**Bild 6.6** Beschickungshöhen sowie kumulierte Zulauffrachten und Frachtrückhalte für NH<sub>4</sub>-N

**Nitratstickstoff**



**Bild 6.7** Beschickungshöhen und Konzentrationen von NO<sub>3</sub>-N im Zu- und Ablauf