

Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Abflüssen stark verschmutzter Verkehrsflächen

– Halbtechnische Bodenfilterversuche –

Ulrich Kasting, Martin Janiczek und Dieter Grotehusmann (Hannover)

Zusammenfassung

In der letzten Zeit werden vermehrt Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Abflüssen stark verschmutzter Verkehrsflächen eingesetzt. Bei der Reinigung in Bodenfilteranlagen stehen gegenüber den straßenspezifischen Schmutzstoffen die Filtration für die partikulären sowie die Adsorption für die gelösten Stoffe im Vordergrund. In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsvorhaben werden verschiedene Substrate in halbtechnischen Bodenfiltern untersucht. In Abhängigkeit vom Parameter und vom Filtersubstrat werden deutliche Unterschiede in der Reinigungsleistung festgestellt. Bei einem Substrat ist es zu Kolmationserscheinungen gekommen, was auf Streusalzbelastung zurückgeführt wird. Hinsichtlich des Langzeitverhaltens von Bodenfiltern und der Belastbarkeit von Substraten mit gelösten Streusalzen besteht Forschungsbedarf.

Schlagwörter: Entwässerungssysteme, Regen-/Niederschlagswasser, Bodenfilter, Verkehrsfläche, Filtration, Adsorption, Streusalz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Niederschlag, Abfluss, ATV-DVWK-M 153, Halbtechnisch, Lysimeter

Summary

Soil Filter Plants for the Treatment of Run-off from Heavily Polluted Traffic Areas – Semi-scale Soil Filter Tests –

Recently, soil filter plants are used to an increasing extent for the treatment of run-off from heavily polluted traffic areas. When treating road-specific pollutants in soil filters, the emphasis is on the removal of particulate substances by filtration and dissolved substances by adsorption. In the framework of a research project sponsored by the German Federal Environment Foundation, different substrates are studied in semi-scale soil filter plants. Depending on individual parameters and filter substrates, clear differences in purification capacity were found. In the case of one substrate, silting up occurred, which is said to be caused by road salt pollution. There is a need for more research into the long-

term behaviour of soil filters and the pollution load capacity of substrates that are polluted by dissolved road salt.

Key words: drainage systems, stormwater/rainwater, soil filter, traffic area, filtration, absorption, road salt, German Federal Environment Foundation, precipitation, run-off, ATV-DVWK-M 153, semi-technical, lysimeter

1. Einleitung

Neben dem Einsatz zur weitergehenden Mischwasserbehandlung werden Retentionsbodenfilter in letzter Zeit häufiger auch zur Behandlung von Abflüssen stark belasteter Verkehrsflächen eingesetzt. Dies erfolgt, wenn aufgrund stärkerer Belastung der Niederschlagsabflüsse und erhöhtem Schutzbedarf des Vorfluters hohe Anforderungen an die Reinigung gestellt werden. Bevorzugter Einsatzbereich ist die Reinigung von Abflüssen von Autobahnen in Trinkwasserschutzgebieten.

Die Behandlung der Abflüsse erfolgt in Bodenfilteranlagen durch die Passage einer Bodenschicht in einem zentralen Bauwerk. Neben der Reinigungswirkung besitzen Bodenfilter durch ihre Speichermöglichkeit und die gedrosselte Ableitung auch eine Retentionsfunktion. Die Reinigung beim Bodenfilter beruht im Wesentlichen auf den Mechanismen der Filtration, der Sorption und des Abbaus. Um diese Aufgaben zu erfüllen, kommt dem eingesetzten Filtersubstrat eine große Bedeutung zu.

Ziel eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojektes ist es, verschiedene Bodenfiltersubstrate auf ihr Reinigungsverhalten hin zu untersuchen. Dazu werden verschiedene Substrate in Schüttelversuchen auf ihr Adsorptionsverhalten gegenüber Schwermetallen und Phosphat untersucht und bewertet, worüber bereits berichtet wurde [1]. In halbtechnischen Bodenfilteranlagen (Lysimetern) werden die ausgewählten Substrate auf ihre Reinigungsleistung getestet. Die Ergebnisse des zweiten Teils dieses Forschungsvorhabens werden hier dargestellt und Folgerungen für die Zukunft abgeleitet.

2. Umgang mit Straßenabflüssen

Die Planung der Entwässerung von Straßen erfolgt in Deutschland nach den „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung“ [2]. Straßen entwässern dabei hauptsächlich durch eine Versickerung über die Böschung bzw. über gesammelte Ableitung mit Anschluss an ein Sickerbecken, Rückhaltebecken oder direkt an eine Vorflut. In Wassergewinnungsgebieten sind die Richtlinien der RiStWag [3] „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten“ zu beachten.

Das 2000 erschienene ATV-DVWK-Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ [4] gibt inzwischen Hinweise zur Behandlungsbedürftigkeit für Straßenabflüsse und zu geeigneten Behandlungsmaßnahmen. Neben Sedimentationsanlagen und Versickerungsanlagen kommen bewachsene Filterbecken (Bodenfilteranlagen) als Elemente der Regenwasserbehandlung in Frage. Das ATV-DVWK-Merkblatt M 153 weist bei der Versickerung von Abflüssen in den Grundwasserleiter Gebieten in Wasserschutzzonen und in Karstgebieten besondere Schutzbedürfnisse zu und stellt aus diesem Grund hohe Anforderungen an die Regenwasserbehandlung. Der Einsatz von Bodenfilteranlagen bei der Straßenentwässerung wird vornehmlich in diesen oder ähnlichen Fällen erfolgen, bei denen hohe Anforderungen an die Reinigungsleistung gestellt werden. Hinweise zur Bemessung und zum Betrieb sind [5], [6] und [7] zu entnehmen.

3. Halbtechnische Bodenfilterversuche

Für die Untersuchungen wurde in Verbindung mit dem Landesamt für Straßenbau in Niedersachsen und der Stadtentwässerung Hannover ein Standort an einem Pumpwerk am Seelhorster Kreuz (Verbindung von Süd- und Messeschneidweg) in Hannover ausgewählt. Das Einzugsgebiet der Anlage umfasst eine Trogstrecke des Messeschneidwegs mit einer versiegelten Fläche von 1,4 ha A_{red} . Der Schnellweg weist eine Verkehrsstärke von DTV 45 000 Kfz/d (Stand 1995) auf.

4. Material und Methoden

Die Lysimeteranlage (Abbildung 1) besteht aus sechs Lysimetern, in denen vier verschiedene sandige Filtersubstrate und -gemische eingesetzt werden (Tabelle 1). Es werden Filtersubstrate ausgewählt, die in ausreichender Menge zur Verfü-

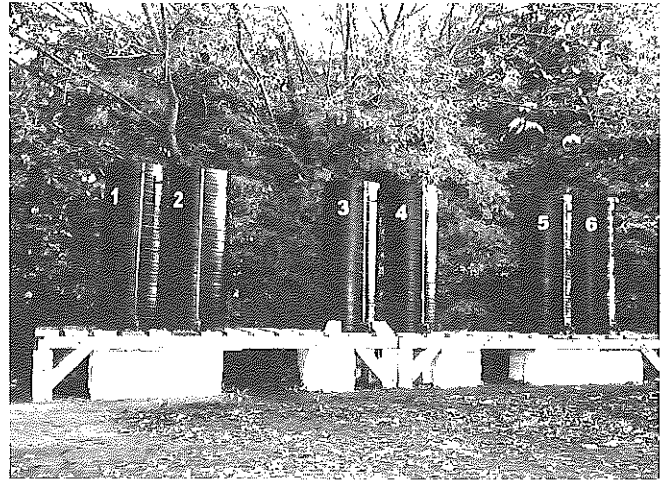


Abb. 1: Lysimeteranlage Seelhorster Kreuz

gung stehen und aufgrund ihres Körnungsbereiches und somit der hydraulischen Leistungsfähigkeit prinzipiell für den Einsatz in Bodenfilteranlagen geeignet sind. Ein Filtersubstrat (Sand Nr. 22) weist einen hohen Anteil an Eisen-, Aluminium- und Manganoxiden (Sesquioxide), was auf ein hohes Adsorptionsvermögen hindeutet. Es wird aber auch ein Quarzsand untersucht, von dem nach den Vorversuchen [1] eine geringe Reinigungsleistung erwartet wird.

Der Messbetrieb erfolgt in der Zeit von Oktober 2000 bis September 2001. Aufgrund der begrenzt zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel erfolgen die Beschickungen unabhängig von den Regenereignissen. Die Lysimeter werden mit Straßenabflusswasser aus einem Sandfang am Pumpwerk beschickt, in den über einen Regenwasserkanal die Abflüsse der Trogstrecke geleitet werden. Die Summe der Beschickungshöhe bei den Lysimetern liegt bei etwa 66 m Wassersäule und trägt damit das 1,7 fache der mittleren jährlichen Belastung von 40 mWS wie sie nach [5] empfohlen ist.

5. Ergebnisse

5.1 Zulaufkonzentrationen

Eine vollständige qualitative Erfassung der Zu- und Abflüsse erfolgte an ausgewählten Einzelbeschickungen, um den Ana-

Lysimeter	1	2	3	3	4	5	6
Aufbau Filter	Sand/ Koks ¹⁾	Sand/ Koks ¹⁾	Sand/ Koks ¹⁾	Sand Nr. 22 ²⁾	Sand Nr. 22	Lavasand/ Bims ³⁾	Quarzsand Nr. 13
Bauhöhe Lysimeter [cm]	160,0	160,0	160,0	160,0	161,0	161,0	161,5
Innendurchmesser [cm]	62,9	61,0	60,0	60,0	59,0	59,3	59,6
Dränschichtdicke [cm]	19,6	20,0	20,0	20,0	20,0	19,5	19,0
1. Lage Dränschicht: 10 cm Kies [mm]	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16
2. Lage Dränschicht: ca. 10 cm Kies [mm]	2/8	2/8	2/8	2/8	2/8	2/8	2/8
Mächtigkeit Hauptfilterschicht [cm]	77,3	77,0	77,0	80,0	77,5	78,7	80,1
Rollrasenaufgabe [cm]	2	2	2	2	2	2	2
d_{10} Hauptfilterschicht [mm]	0,2	0,2	0,2	0,22	0,2	0,1	0,4
d_{60} Hauptfilterschicht [mm]	0,63	0,63	0,63	0,5	0,6	1,3	0,73

¹⁾ Gemisch aus 90 Vol.% Sand Nr. 22 und 10 Vol.% Braunkohlenkoks

²⁾ Für Lysimeter 3 wird am 27.04.01 das Filtersubstrat gegen Sand Nr. 22 (abgesiebt auf Korngrößen > 0,125 mm) ausgetauscht

³⁾ Gemisch aus 70 Vol.% Lavasand und 30 Vol.% Bims

Tabelle 1: Kenndaten der halbtechnischen Bodenfilterversuche (Lysimeter)

lyseaufwand zu begrenzen. Die Zulaufkonzentrationen und die gelösten Anteile sind in den Tabellen 2 und 3 aufgeführt.

Parameter ¹⁾	frachtgewogener Mittelwert	
AFS	24	[mg/l]
Cl	168	[mg/l]
CSB	42	[mg/l]
CSB-f	29	[mg/l]
NH ₄ -N	0,49	[mg/l]
Cu	0,032	[mg/l]
Cu-f	0,014	[mg/l]
Pb	0,019	[mg/l]
Pb-f	0,007	[mg/l]
Pges	0,41	[mg/l]
Pges-f	0,29	[mg/l]
Zn	0,120	[mg/l]
Zn-f	0,062	[mg/l]
MKW H18	0,14	[mg/l]
PAK EPA	0,40	[µg/l]
pH	7,5	[-]
Leitfähigkeit	1051	[µS/cm]

¹⁾ gelöste Konzentrationen sind an der filtrierten Probe bestimmt und mit „-f“ gekennzeichnet

Tabelle 2: Frachtgewogene Zulaufkonzentrationen der Einzelbeschickungen

Parameter	gelöster Anteil
Cu	42 %
Pb	34 %
Zn	40 %
CSB	69 %
Pges	71 %

Tabelle 3: Gelöste Anteile im Zulauf

Die Konzentrationen der jetzigen Untersuchung liegen für AFS, Cu, Pb, Zn und PAK deutlich geringer als übliche mittlere Konzentrationen bei Straßenabflüssen. Ursache ist die in dem Sandfang stattfindende Sedimentation der partikulären Inhaltsstoffe. Es ist zwar vor jeder Beschickung der Lysimeter das Sediment im Sandfang mit einer Stange aufgerührt worden, bedingt durch die Dauer des Pumpvorganges beim Befüllen der Lysimeter wird sich jedoch zumindest der gut ab-

setzbare Teil des Sedimentes schnell wieder abgesetzt haben. Weiterhin wurde ein geringfügiger Fremdwasseranteil im Zulaufkanal zum Sandfang festgestellt, der zu einer Verdünnung der Straßenabflüsse geführt hat.

5.2 Wirkungsgrade

In Tabelle 4 sind die mittleren frachtgewogenen Wirkungsgrade zusammengestellt. Nachfolgend wird auf einige Ergebnisse genauer eingegangen.

Die Lysimeter weisen einen hohen **AFS**-Rückhalt auf, der bei Lysimeter 6 aufgrund der größeren Körnung etwas geringer ist. Die Wirkungsgrade sind angesichts der geringen AFS-Zulaufkonzentration als hoch zu bezeichnen. Es wird vermutet, dass wegen der Absetzwirkung des Sandfanges in erster Linie sehr feine Partikel die AFS-Konzentration bestimmen.

Für das gut lösliche **Chlorid** ist keine Reinigungsleistung festzustellen. Negative Wirkungsgrade sind auf die nicht geschlossene Bilanz der Zu- und Abflüsse zurückzuführen.

Die Reinigungsleistung gegenüber den Schwermetallen ist insgesamt hoch. Bei **Zink** liegen die Wirkungsgrade bei allen Lysimetern in gleicher Größenordnung. Bei **Kupfer** und **Blei** werden etwas geringere Wirkungsgrade festgestellt. Insgesamt weisen Lysimeter 5 und 6, die nach Vorversuchen ein adsorptionsschwächeres Filtersubstrat aufweisen, auch geringere Wirkungsgrade als die übrigen Lysimeter auf. Dies ist nachweislich auf den geringeren Rückhalt gegenüber den jeweils gelösten Anteilen zurückzuführen.

Bei den **PAK** ist bei allen Lysimetern eine hohe Reinigungsleistung von über 91% festzustellen, was auf die Filtration der partikulären Bestandteile zurückgeführt wird. Bei Untersuchungen nach [8] liegen z. B. die PAK in Straßenabflüssen zu über 93% an partikuläre Stoffe gebunden vor.

Bei **Phosphat** liegen die Wirkungsgrade für Lysimeter 1 bis 4 höher als bei Lysimeter 5 und 6 mit den deutlich adsorptionsschwächeren Substraten. Insgesamt sind die Wirkungsgrade sehr gering. Von einer wirkungsvollen P-Reduzierung kann bei den untersuchten Substraten nicht ausgegangen werden. Eine deutlich bessere P-Reinigungsleistung der beiden Lysimeter 1 und 2 (mit 10 Vol.% des adsorptionsstarken Braunkohlens) im Vergleich zu den Lysimetern 3 und 4 ist nicht zu erkennen. Die hier durchgeführte Zugabe von Braunkohlens ist somit als nicht ausreichend für eine wirkungsvolle P-Reduzierung zu bezeichnen.

Lysimeter	Filter-substrat	AFS	Cl	CSB	NH ₄ -N	Pges	Cd ¹⁾	Cu	Pb	Zn	MKW ³⁾	PAK
1	Sand 22/Koks	85	-56	84	90	4		87	54	91	(31)	97
2	Sand 22/Koks	85	-48	83	89	13		79	63	93	(65)	97
3 ²⁾	Sand 22	85	4	54	99	3		91	65	91	(70)	96
4	Sand 22	87	-43	59	98	9		84	63	90	(13)	95
5	Lavasand/Bims	81	-29	51	96	-16		72	40	92	(-77)	96
6	Quarzsand	73	-12	34	75	-8		67	42	88	(57)	91

¹⁾ Durch die häufige Unterschreitung der Bestimmungsgrenze bei den Zu- und Ablaufwerten können keine Wirkungsgrade angegeben werden.

²⁾ Für Filteraufbau Sand 22 (> 0,125 mm) ab dem 17.04.01 (zehn Beschickungen)

³⁾ Die Ergebnisse beziehen sich auf neun Beschickungen. Es werden häufiger recht hohe Ablaufkonzentrationen festgestellt, die nicht systematisch verteilt sind. Die Ergebnisse sind somit mit Vorbehalt zu bewerten.

Tabelle 4: Frachtgewogene Wirkungsgrade (18 Einzelbeschickungen)

Bei $\text{NH}_4\text{-N}$ liegen die Wirkungsgrade insgesamt hoch, nur Lysimeter 6 weist eine etwas geringere Reinigungsleistung auf. Verantwortlich dafür ist die geringere Adsorptionsstärke des Quarzsandes, die zu einer geringeren Sorption von $\text{NH}_4\text{-N}$ während der Beschickung führt. Die nachfolgende mikrobielle Nitrifikation ist daher geringer.

5.3 Einfluss der Beschickungshöhe

Die Einzelbeschickungen wurden abwechselnd mit 40 cm und 80 cm Beschickungshöhe durchgeführt. Es kann vermutet werden, dass bei großen Beschickungshöhen mit entsprechend hoher Schmutzfracht je Einzelereignis die Reinigungsleistung gegebenenfalls vermindert ist. Zum einen kann die Sorptionsleistung bei großer Stofffracht vermindert sein. Zum anderen kommt bei großen Beschickungshöhen der Großteil der Zulaufwassermenge während des Ereignisses zum Abfluss, während bei kleineren Ereignissen ein größerer Anteil der Ablaufwassermenge auf verdrängtes Porenwasser aus dem Lysimeter zurückzuführen ist. Bei Ereignissen mit kleiner Beschickungshöhe ist damit die Zeit, in der gelöste Inhaltsstoffe einer Adsorption unterliegen können, deutlich länger. Bei den durchgeführten Versuchen konnte allerdings keine bessere Reinigungsleistung bei der geringeren Beschickungshöhe festgestellt werden. Somit ist nach diesen Versuchen eine Begrenzung der Einstauhöhe auf einen Wert von unter einem Meter nicht erforderlich, um dadurch geringere Beschickungshöhen und bessere Wirkungsgrade zu erreichen.

5.4 Redoxpotenziale und pH-Wert

Da pH-Wert und Redoxspannung einen maßgeblichen Einfluss auf die Speziesverteilung der Schwermetalle im Boden haben, werden an den Lysimetern 4 und 6 diese Parameter bei einer Beschickung von 80 cm gemessen (Abbildung 2). Es zeigt sich während der Versuchsdauer ein leichter Anstieg der Redoxspannung von 540 auf 590 mV. Die pH-Werte sind praktisch konstant geblieben. Die Unterschiede zwischen Lysimeter 4 und 6 sind gering.

Da sich Redoxspannung und pH-Wert während der Versuchsdauer kaum ändern, ist davon auszugehen, dass die Einstau-

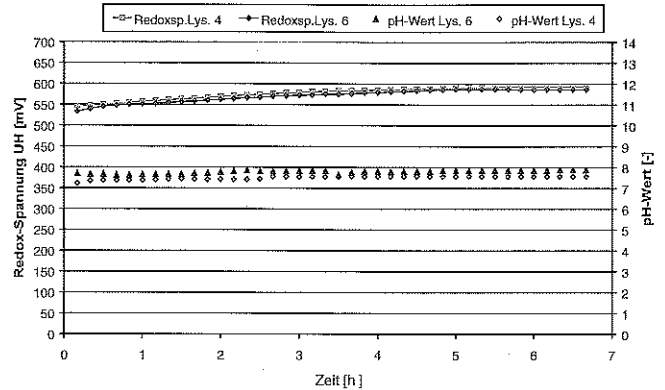


Abb. 2: Redoxspannungen und pH-Wert über die Versuchsdauer bei Lysimeter 4 und 6

EKOF P · Härtestabilisatoren der neuen Generation
 hocheffizient · wirtschaftlich · frei von Phosphaten · biologisch abbaubar

EKOF

EKOF Flotation GmbH
 Herner Straße 299, D-44809 Bochum
 Telefon 0234-9032-0, Fax 0234-9032-257
 E-Mail EKOF-Roy@t-online.de

zeit bei den Lysimeterversuchen keinen maßgeblichen Einfluss auf die Redox-Bedingungen im Filteraufbau gehabt hat, die zu einer Ausfällung bzw. auch Lösung von Schwermetallen hätten führen können. Reduzierende Bedingungen im Filteraufbau treten somit nicht auf, was in Anbetracht der relativ kurzen Einstaudauer auch nicht zu erwarten war.

Bei sehr langen Einstauzeiten von mehreren Tagen wäre nach den Untersuchungen von [9] für einen wassergesättigten Boden mit einem deutlichen Abfall der Redoxspannung zu rechnen. Für einen untersuchten Boden wurde nach etwa vier Tagen Wassersättigung ein Abfall der Redoxspannung von etwa 480 mV auf 0 mV festgestellt [9]. Nach diesen Untersuchungen kann es bei etwa 150 mV zu einer Bildung von mobilen Fe^{2+} kommen, die aus dem Filter ausgetragen werden würden. Dies wurde an den untersuchten Lysimetern aber nicht festgestellt.

5.5 Entwicklung der Durchlässigkeit

In regelmäßigen Abständen wurde die Durchlässigkeit (Abbildung 3) bestimmt, um Rückschlüsse auf eine gegebenenfalls einsetzende Kolmation zu ziehen.

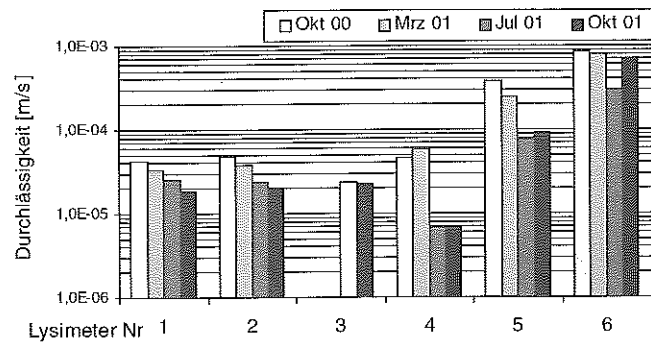


Abb. 3: Entwicklung der Durchlässigkeit der Lysimeter

Gegenüber dem Beginn der Beschickungen ist bei allen Lysimetern eine Verringerung der Durchlässigkeit festzustellen. Ursache wird im Wesentlichen die Verdichtung des Filteraufbaus mit einer Verringerung des Porenvolumens durch Setzung sein, die bei Lysimeter 2, 5 und 6 etwa 3,5 % ausmacht und bei Lysimeter 1 bzw. 4 mit 4,7 % bzw. 6,7 % deutlich höher liegt. Die Setzung ist nach den ersten acht Monaten bis Juni 2001 praktisch abgeschlossen. Damit fällt die hauptsächliche Abnahme der Durchlässigkeit bei Lysimeter 1, 2, 5 und 6 in den Zeitraum der hauptsächlichen Setzung des Filters.

Nach Juli 2001 kommt es zu einer unterschiedlichen Entwicklung der Durchlässigkeit. Bei Lysimeter 5 und 6 nimmt sie leicht zu (Die Zunahme sollte dabei nicht überinterpretiert werden, da es sich bei den Messungen um Stichprobenuntersuchungen handelt). Bei diesen Lysimetern kann somit nach Abschluss der Sackung eine Verringerung der Durchlässigkeit durch eingetragene Feinststoffe (äußere Kolmation) nicht festgestellt werden.

Bei Lysimeter 1 und 2 ist demgegenüber über den gesamten Messzeitraum eine Verringerung der Durchlässigkeit festzustellen. Aufgrund der Ergebnisse bei Lysimeter 5 und 6 wird nicht davon ausgegangen, dass die festgestellte Verringerung der Durchlässigkeit auf den Eintrag von Feinststoffen zurückzuführen ist, sondern auf das Filtersubstrat (Sand 22), dass sich bei Lysimeter 4 als wenig stabil gegenüber der Salzbe-

lastung erwiesen hat. Bei Lysimeter 4 ist es Anfang März zu einem plötzlichen Abfall der Durchlässigkeit von $6 \cdot 10^{-5}$ m/s auf $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s gekommen, die auf Destabilisierung des Bodengefüges zurückgeführt wird.

5.6 Einfluss der Salzbelastung

Bei der Verringerung der Durchlässigkeit bei Lysimeter 4 während der Zeit vom 08. März 2001 bis zum 13. März 2001 wurde eine deutliche Trübung des Ablaufs festgestellt durch ausgeprägte Feinststoffe festgestellt. Es wird vermutet, dass die nachlassende Durchlässigkeit auf die Salzbelastung des Lysimeters durch den Winterbetrieb der Straße mit Chloridkonzentrationen bis zu 1 400 mg/l zurückzuführen ist.

Unter anderem bei [10] wird auf Schäden von Straßenrandböden durch Streusalz hingewiesen. Die NaCl-Zufuhr führt dabei zu einem Austausch der Ca- und Mg-Ionen durch Na-Ionen. Der hohe Na-Anteil an den Austauschern erhöht den pH-Wert und destabilisiert das Bodengefüge, wodurch eine Oberbodenverschlammung begünstigt und eine Tonumlagerung ermöglicht wird. Straßenrandböden besitzen somit die Tendenz zur Verschlammung und Dichtlagerung.

Um den Einfluss des NaCl auf die nachlassende Durchlässigkeit zu prüfen, wurde nach Tabelle 5 aus unterschiedlichen Tiefen des Lysimeters 4 eine Bodenprobe entnommen, um den austauschbaren Anteil der Na-Ionen zu bestimmen. Dabei zeigte sich, dass sich der Na-Anteil durch die NaCl-Belastung tatsächlich gegenüber der unbelasteten Ausgangsprobe von 0 % auf 1,7 bzw. 2,7 % erhöht hatte. Ob dieser Anteil direkt nach den hohen NaCl-Belastungen höher war, konnte nicht geprüft werden.

Probe	KAKpot cmol _c Element/kg	Sättigung (in % von KAK _{pot})			
		Mg	Ca	Na	K
Unbelastet	4,2	4,7	93,6	0,0	1,7
07.04.01 20 cm Tiefe	3,0	0,7	94,3	1,7	3,3
07.04.01 60 cm Tiefe	3,3	1,2	93,4	2,7	2,7

Tabelle 5: Kationenaustauschkapazität für Sand 22, Lysimeter 4

6. Fazit und Ausblick

Bei der Behandlung von Abflüssen stark belasteter Straßen in Bodenfilteranlagen kommt dem eingesetzten Bodenfiltersubstrat eine hohe Bedeutung zu, da die Reinigungsleistung gegenüber den im Abfluss enthaltenen Schwermetallen neben der Filtration hauptsächlich durch die Adsorption erfolgt. Im Rahmen eines durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsvorhabens werden verschiedene Substrate in halbtechnischen Bodenfiltern (Lysimeter) untersucht.

Insgesamt wird bei den Lysimetern ein hoher AFS Rückhalt festgestellt, wobei für Quarzsand mit der gröberen Körnung das Filtervermögen schlechter ist. Chlorid wird aufgrund seiner guten Löslichkeit nicht zurückgehalten. Für die Lysimeter mit den adsorptionstarken Substraten kann bei den Schwermetallen insbesondere bei Kupfer und Blei eine deutlich höhere Reinigungsleistung gegenüber den gelösten Anteilen

festgestellt werden. Bei den PAK ist generell ein hoher Rückhalt von über 91 % festzustellen, was auf die starke Bindung der PAK an die partikuläre Form, die gut abgefiltert werden kann, zurückzuführen ist. Der Phosphatrückhalt ist sehr gering, weshalb die eingesetzten Filtersubstrate für den gezielten Phosphatrückhalt nicht geeignet sind.

Insgesamt ist aufgrund der besseren Reinigungsleistung der Einsatz von adsorptionsstarken Filtersubstraten bei Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Straßenabflüssen erstrebenswert. Jedoch sind dabei betriebliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Bei Lysimeter 4 kommt es zu einer drastischen Verringerung der Durchlässigkeit. Als Ursache wird die hohe Chloridbelastung (Streusalz) vermutet, die bei dem adsorptionsstarken Sand 22 zu einem teilweisen Austausch der Ca- und Mg-Ionen durch Na-Ionen geführt und somit das Bodengefüge destabilisiert und Feinststoffe verlagert hat. Für den Betrieb von RBF ist es entscheidend wichtig, dass Filtersubstrate erkannt werden, die bei hoher Chloridbelastung zu einer inneren Kolmation neigen. Solche Substrate sollten nicht eingesetzt werden. Hier besteht dringend Forschungsbedarf.

Weiterhin besteht Forschungsbedarf zum Langzeitverhalten von Bodenfilteranlagen gegenüber gelösten Inhaltsstoffen. Dabei ist zu klären, ob der Eintrag von Feststoffen aus den Straßenabflüssen zu einer Erhöhung der Adsorptionsleistung der Anlagen beitragen kann.

Literatur

[1] *Kasting, U.; O. Gameh, D. Grotehusmann: Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Abflüssen stark verschmutzter Verkehrsflächen – Auswahl geeigneter Bodensubstrate, KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 48, 9/2001, 1275–1284.*

[2] *Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1987 (zur Zeit in Überarbeitung).*

[3] *Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2002.*

[4] *ATV-DVWK-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., Hennef, 2000.*

[5] *Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, Handbuch Wasser 4, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1998.*

[6] *Retentionsbodenfilter Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2003.*

[7] *Kasting, U.: Hydraulisches Verhalten von Bodenfilteranlagen zur weitergehenden Misch- und Regenwasserbehandlung, KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 47, 10/2000, 1481–1490.*

[8] *Beschaffenheit der Oberflächenabflüsse von Tank- und Rastanlagen, Endbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie Hannover, 2002, unveröffentlicht.*

[9] *Brümmer, G.: Redoxpotenziale und Redoxprozesse von Mangan-, Eisen- und Schwefelverbindungen in Hydromorphen Böden und Sedimenten, Geoderma, 12, 1974, 207–222.*

[10] *Schachtschabel, P.; H.-P. Blume, G. Brümmer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann: Lehrbuch der Bodenkunde, 13. Auflage, Enke-Verlag, 1992.*

Autoren

Dr.-Ing. Ulrich Kasting, Dr.-Ing. Dieter Grotehusmann, Dipl.-Ing. Martin Janiczek, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie Hannover, Stiftstraße 12, 30159 Hannover, E-Mail: info@ifs-hannover.de



Energie-optimierte Klärschlamm-trocknung



Sicher die einfachste Art zu trocknen, aber nicht immer die effektivste!

HUBER bietet die Ganzjahres-Trocknung mit Energie solaren Ursprungs!

Das neue Trocknungskonzept von HUBER bietet die einmalige Möglichkeit, durch Kombination verschiedener Energieformen die je nach Jahreszeit und sonstigen Randbedingungen optimale Trocknung zu realisieren.

Hans Huber AG
 Maschinen- und Anlagenbau
 Postfach 63 · 92332 Berching
 Telefon +49 - 84 62 - 201 - 0
 Telefax +49 - 84 62 - 201 - 810
 E-mail: info@huber.de

www.huber.de