

Untersuchungen über die Beschaffenheit der Oberflächenabflüsse von Parkflächen bei Tank- und Rastanlagen

FA 5.123

Forschungsstelle: Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, Hannover

Bearbeiter: Grotehusmann, D. / Kasting, U.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: August 2002

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Das ATV-DVWK-Merkblatt 153 "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" (ATV-DVWK [2000]) bewertet die Abflüsse von befestigten Flächen nach ihrer potenziellen Verschmutzung. Dabei wird Lkw-Park- und Stellplätzen sowie stark befahrenen Lkw-Zufahrten in Gewerbe-, Industrie- oder ähnlichen Gebieten die höchste potenzielle Verschmutzung zugewiesen. In diese Kategorie fallen laut Definition auch die Verkehrsflächen der Tank- und Rastanlagen an Bundesautobahnen. Messdaten zur tatsächlichen Verschmutzung dieser Abflüsse liegen jedoch nicht vor.

Hauptziel dieses Vorhabens ist es daher, die Verunreinigung der Niederschlagsabflüsse von Parkplatzflächen auf Tank- und Rastanlagen zu bestimmen. Die Ergebnisse sollen mit bisherigen Erkenntnissen über die Belastung von Straßenabflüssen verglichen und somit die Einstufung durch das Merkblatt 153 bewertet werden.

Die Behandlungsmöglichkeiten dieser Abflüsse sollen anhand von bisherigen Erkenntnissen zur Regenwasserbehandlung aufgezeigt werden. Darüber hinaus wird an einer halbtechnischen Versuchsanlage die Behandlung der Abflüsse mit einer Bodenfiltration untersucht.

2. Untersuchte Rastanlagen

Für die Untersuchungen wurden zwei Tank- und Rastanlagen – Garbsen Nord und Allertal West – in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Straßenbau ausgewählt. Die ausgewählten Untersuchungsstandorte sind als derzeitiger Stand bei der Anlage von Rastanlagen an Autobahnen anzusehen. Die Rastanlagen sind stark frequentiert. Die Abflüsse werden in gepflasterten Rinnen gefasst und bis zu den Messstellen in einem Regenwasserkanal abgeleitet, sodass keine Vorbehandlung der Abflüsse gegeben ist.

Die Abflüsse der Pkw- und Lkw-Stellplätze in Garbsen Nord werden über getrennte Kanäle entwässert, für die eine getrennte Beprobung erfolgt.

Die derzeitige Behandlung des Regenwassers bei der Rastanlage in Allertal West erfolgt durch eine Kombination aus Schlammfang, Leichtstoffabscheider und naturnah gestaltetem Regenrückhaltebecken. In Garbsen Nord werden die Abflüsse über ein geschlossenes Regenrückhaltebecken gedrosselt einem Leichtstoffabscheider zugeleitet.

3. Messkonzept und messtechnische Ausstattung

Zur Bestimmung der Belastung der Parkflächenabflüsse wurden die Wasser- und Stoffbilanzen für die Einzugsgebiete der Rastanlagen ermittelt. Die Abflussmessung erfolgte über

ein indirektes Durchflussmessverfahren mit Fließgeschwindigkeitsmessung über Ultraschall-Doppler-Verfahren und Wasserstandsmessung mit Ultraschall-Echolot. Parallel dazu wurden die Abflüsse über eine kalibrierte Wasserstands-Abfluss-Beziehung ermittelt, über die die Ansteuerung der Probenehmer zur volumenproportionalen Probenahme der Abflüsse erfolgte.

Weiterhin erfolgte eine Niederschlagsmessung. Die Messdaten wurden in einer Datenbank in Zeitintervallen von 5 Minuten durch einen Steuerrechner vor Ort tabellarisch abgelegt und ausgewertet.

Die Analysen wurden von der Fachhochschule Nordostniedersachsen-Suderburg und Labor Dr. Weißling durchgeführt. MTBE wurden an der Goethe-Universität, Frankfurt, erledigt.

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Frachtgewogene Konzentrationen

Die Messeinrichtung wurde im Januar 2001 in Betrieb genommen und bis Ende Dezember 2001 betrieben. Für die Messstellen wurden 40–43 Ereignisse beprobt, wodurch eine gute Repräsentanz der Ergebnisse gegeben ist. In Tabelle 1 sind die frachtgewogenen Abflusskonzentrationen der einzelnen Messorte der Rastanlagen aufgeführt. Zum Vergleich ist der Median der Konzentrationen von Messprogrammen an stark befahrenen Straßen mit dargestellt.

Tab. 1: Vergleich der Mittelwerte der Rastanlagen mit den Straßenabflüssen an Autobahnen

Stoff	Maß	Messprogramme an Rastanlagen			Straßenabflüsse
		Garbsen Nord Z1 (Lkw)	Garbsen Nord Z2 (Pkw)	Allertal West	Median
AFS	mg/l	112	65	92	155
CSB	mg/l	139	97	126	99
BSB ₅	mg/l	16,8	10,4	13	14
TOC	mg/l	13	10	15	-
Chlorid	mg/l	97	155	154	-
NH ₄ -N	mg/l	3,8	0,8 ¹⁾	1,2 ¹⁾	0,6
Blei	mg/l	0,035	0,026	0,039	0,18
Cadmium	µg/l	1 ¹⁾	1 ¹⁾	1 ¹⁾	3,6
Chrom	µg/l	21	17	23	20,4
Kupfer	mg/l	0,092	0,057	0,095	0,11
Zink	mg/l	0,56	0,23	0,37	0,46
Quecksilber	µg/l	1,5	1,2	1,2	-
Palladium	µg/l	3,7	3,4	8,1	-
Platin	µg/l	2,8	3,0	5,2	-
PAK (US-EPA)	µg/l	1,28	0,52	0,69	5,2
MKW H 18	mg/l	2,6	0,77	1,7	1,44
MKW H53	mg/l	0,71	0,32	0,62	-
MTBE	ng/l	32	50	73	-
Leitfähigkeit	µS/cm	423	535	478	-
pH-Wert	-	7,0	7,0	6,9	7,35

¹⁾ bei einigen Ereignissen wird die Bestimmungsgrenze überschritten

Die ermittelten frachtgewogenen Konzentrationen weisen deutliche Unterschiede in der Belastung zwischen den Stellflächen auf. Die Abflüsse der Lkw-Stellplätze sind insgesamt merklich höher belastet als die der Pkw-Stellflächen.

Die Konzentrationswerte für CSB, AFS, BSB₅ im Abfluss der Parkflächen liegen insgesamt etwa in dem von Straßenabflüssen bekannten Bereich. Das Gleiche gilt für die Schwermetalle, wenn für Blei die in der letzten Zeit sinkenden Konzentrationen berücksichtigt werden. Von den organischen straßenspezifischen Schmutzstoffen sind im Oberflächenabfluss der Parkflächen deutlich weniger PAK enthalten.

Deutlich höhere Werte im Vergleich zu Straßenabflüssen wurden für NH₄-N gemessen. Auch hier waren die Lkw-Parkflächen wieder höher als die Pkw-Parkflächen belastet. Als Ursache für die teilweise überraschend hohen Ammoniumkonzentrationen kommt nur Urin in Betracht.

Im Vergleich zu den Straßenabflüssen fällt bei den MKW insbesondere bei den reinen Lkw-Stellflächen in Garbsen Nord eine deutlich höhere Belastung gegenüber den jüngeren Messprogrammen an Straßen auf. Hier werden Tropfverluste als Ursache angesehen. Gegenüber den älteren Messprogrammen an Straßen liegen die frachtgewogenen Mittelwerte für MKW jedoch geringer.

Bild 1 zeigt die Auswertung der Einzelereignisse für MKW. Deutlich wird bei den Rastanlagenabflüssen, dass der frachtgewogene Mittelwert zwischen 25 %- und 75 %-Quantil liegt. Somit wird der frachtgewogene Mittelwert nicht durch Einzelereignisse bestimmt, sondern gibt die generelle höhere Belastungssituation gegenüber den Straßenabflüssen der jüngeren Messprogramme wieder.

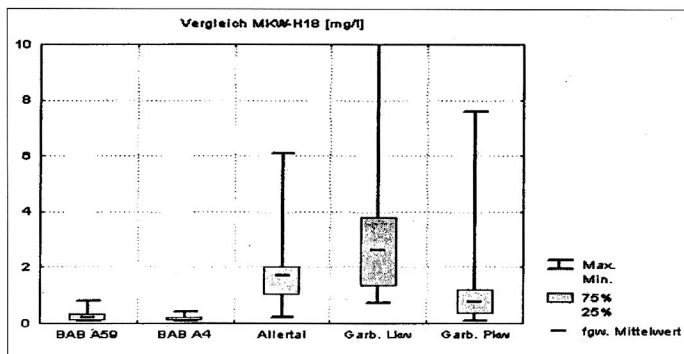


Bild 1: Konzentrationen MKW H18, Vergleich Abflüsse Rastanlagen mit Straßenabflüssen der BAB A 4 und BAB A 59

4.2 Gelöste und absetzbare Anteile

An einigen Ereignissen wird sowohl die gesamte Konzentration an der homogenisierten Probe als auch die gelöste Konzentration an der filtrierten Probe bzw. die Konzentration an der abgesetzten Probe bestimmt.

Insgesamt liegen die gelösten Anteile für die untersuchten Messstellen in gleicher Größenordnung. Für Kupfer, Blei und Zink liegen die gelösten Anteile zwischen 19–37 % und damit im Vergleich zu bisherigen Messungen an Straßenabflüssen in einer üblichen Größenordnung.

4.3 Ganglinien

Für jeweils 3–4 Ereignisse werden für die Stellplatzabflüsse Konzentrationsganglinien aufgenommen, die Auskunft über den Konzentrationsverlauf während der Ereignisse geben.

Deutlich wird die tendenzielle Abnahme der Konzentrationen bei zunehmender Abfluss- bzw Niederschlagsmenge. Für Zink, stellvertretend für die Schwermetalle, kann es bis zu einem Abfluss von etwa 5 m effektivem Niederschlag gegenüber den

Anfangskonzentrationen zu einer Erhöhung der Abflusskonzentrationen kommen. In diesem Bereich sind die Konzentrationen stärker durch den Abtrag von in der Trockenzeit vor dem Ereignis abgelagerten Schmutzpartikeln geprägt. Danach ist ein Großteil dieser Fracht abgetragen, sodass die Konzentrationen bei den hier beprobten Ereignissen auf überwiegend 10–45 % der maximalen Konzentration zurückgehen.

5. Halbtechnische Behandlungsanlage

Im Rahmen dieser Untersuchung sollen anhand einer halbtechnischen Behandlungsanlage die Möglichkeiten der Behandlung von Rastanlagenabflüssen durch Bodenfiltration untersucht werden. Bezüglich der Reinigungsleistung von Retentionsbodenfiltern zur Behandlung von Straßenabflüssen besteht noch deutlicher Forschungsbedarf.

Als halbtechnische Behandlungsanlage wurden zwei Lysimeter an der Rastanlage Allertal West installiert und untersucht; in diese ist der Filteraufbau eines Retentionsbodenfilters integriert. Die Filter werden mit Abflüssen aus dem Ablauf des Abscheiders unabhängig von den Regenereignissen beschickt, wobei die Drosselabflussspenden der Anlagen unterschiedlich sind. Die gesamte Beschickungshöhe von 40 m entspricht einer mittleren jährlichen Belastung.

Die leicht nachlassende Durchlässigkeit im Untersuchungszeitraum wird auf Setzung des Filtermaterials zurückgeführt. In der Behandlungsanlage werden sowohl partikuläre als auch gelöste Schwermetalle zurückgehalten. Die Reinigungsleistung gegenüber den PAK ist auf Grund ihrer Bindung an die partikuläre Form hoch. Der Rückhalt gegenüber MKW ist eher gering, was darauf hindeutet, dass gelöste MKW durch den Filter verfrachtet werden. Ammonium wird sehr gut bei der Bodenfiltration zurückgehalten (Tabelle 2).

Tab. 2: Frachtgewogene Wirkungsgrade

Lysimeter / Drosselabflussspende	1 0,015 l/s x m ²	2 0,05 l/s x m ²
AFS	33	36
Chlorid	6	2
BSB ₅	31 (28)	37 (33)
CSB	50 (39)	36 (32)
NH ₄ -N	98 (87)	98 (75)
TOC	31	22
Chrom	26 (16)	28 (17)
Kupfer	86 (78)	77 (67)
Kupfer-f	91 (74)	80 (74)
Quecksilber	65 (45)	68 (47)
Blei	40 (30)	54 (47)
Zink	64 (60)	73 (70)
Zink-f	77 (72)	77 (74)
MKW H53	35 (29)	24 (23)
PAK	97	93
MTBE	70	49

Hinweis: In Klammern sind bei Parametern mit häufiger Unterschreitung der Bestimmungsgrenze die frachtgewogenen Wirkungsgrade für eine Auswertung angegeben, bei der nur Ereignisse gewertet wurden, bei der die Bestimmungsgrenze in Zu- und Ablauf überschritten ist.

6. Regenwasserbehandlung der untersuchten Rastanlagen

Mit Hilfe der Niederschlags-Abfluss-Modellierung wird die hydraulische Belastung der Behandlungsanlagen ermittelt.

Die maximale Oberflächenbeschickung des Abscheiders in Allertal beträgt für das einjährige Ereignis 33 m/h und für das maximale Ereignis 65 m/h. Der Abscheider ist stark unterdimensioniert. Das nachgeschaltete naturnah gestaltete RRB mit Dauerstau nimmt ebenfalls die Funktion eines Abscheiders wahr und erfüllt die Kriterien hinsichtlich der hydraulischen

Belastung nach RiStWag (Oberflächenbeschickung: 9 m/h). Damit wird die pauschal ermittelte, erforderliche Regenwasserbehandlung nach ATV-DVWK-M 153 erfüllt.

Die maximale Oberflächenbeschickung des Abscheiders in Garbsen Nord beträgt für das einjährige Ereignis 18 m/h und für das maximale Ereignis 23 m/h. Die erforderliche Oberfläche des Abscheiders nach DIN 1999 wird leicht unterschritten. Im Wesentlichen werden die Anforderungen aber erfüllt.

Gegenüber der Bemessung von RiStWag-Abscheidern weist der Abscheider eine deutlich höhere Belastung auf. Die erforderliche Regenwasserbehandlung nach ATV-DVWK-M 153 in Bezug auf den Fluss Leine ist erfüllt.

7. Ausblick und Forschungsbedarf

Die relative Bewertung der starken Belastung der Lkw-Stellplätze durch das ATV-DVWK-Merkblatt 153 kann, bezogen auf CSB, AFS und fast alle straßenspezifischen Schadstoffe (Schwermetalle, PAK), nicht nachvollzogen werden. Die Konzentrationen bei diesen Stoffgruppen liegen im bzw. unter den Konzentrationsbereichen in Straßenabflüssen.

Für $\text{NH}_4\text{-N}$ ist jedoch für Lkw-Stellplätze mit einer erhöhten Abflussbelastung zu rechnen.

Gleiches gilt für MKW, wenn die jüngeren Messprogramme an Straßen zum Vergleich herangezogen werden. Gegenüber älteren Messprogrammen sind die MKW-Konzentrationen jedoch nicht erhöht oder liegen teilweise deutlich darunter.

Bei Anwendung des pauschalen Bewertungsverfahrens nach ATV-DVWK-M 153 wird eine ausreichende Regenwasserbehandlung dieser Anlagen angenommen. Nach den durchgeführten Messungen ist jedoch mit besonderen stofflichen Belastungen ($\text{NH}_4\text{-N}$ und MKW) zu rechnen, sodass nach ATV-DVWK [2000] das pauschale Bewertungsverfahren nicht angewendet werden sollte. Durch reine Sedimentationsanlagen, denen nach dem pauschalen Verfahren eine ausreichende Reinigungsleistung zugewiesen wird, sind hier die hohen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen nicht zu verringern.

Da für MKW keine Emissionsgrenzwerte vorliegen und auch keine Angaben zur Reinigungsleistung von Abscheidern nach DIN 1999 gegenüber relativ hoch belasteten Abflüssen von Lkw-Stellflächen vorhanden sind, kann nicht beurteilt werden, ob die vorhandene Reinigungsleistung der eingesetzten Abscheider tatsächlich ausreichend ist. Hier besteht noch Forschungsbedarf.

Die Frage nach einer geeigneten Regenwasserbehandlungsanlage kann pauschal ohne Kenntnis des Gewässers, in das die Abflüsse eingeleitet werden sollen, nicht beantwortet werden. Hinweise zur immissionsorientierten Wahl der Regenwasserbehandlungsanlage sind im BWK Merkblatt 3 (BWK [2001]) zu finden. Als Mindestanforderung wird auf Grund des Gefährdungspotenzials eine Sedimentationsanlage mit Leichtstoffrückhalt angesehen. Kann auf Grund des Gewässers eine Gefährdung durch Ammoniak-Toxizität nicht ausgeschlossen werden, könnte zum Beispiel eine nachgeschaltete Bodenfilteranlage sinnvoll sein, die auch bezogen auf straßenspezifische Schmutzstoffe gute Reinigungsleistungen erbringt. □