

# Mitteilungen der Bundesanstalt für Straßenwesen 2/2009

An dieser Stelle erscheinen regelmäßig Kurzberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) aus dem Gebiet der Straßenbautechnik. Über ihre Aktivitäten auf dem Gebiet der Straßenverkehrstechnik berichtet die BASt in gleicher Form in der Zeitschrift „Straße und Autobahn“.

## Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen

*Es wird über die Abwasserentsorgung an unbewirtschafteten Rastanlagen an Bundesautobahnen (PWC-Anlagen) berichtet. Sie ist durch den hohen Stickstoffanteil und die oft großen Entfernungen zur nächsten Anschlussmöglichkeit an das Kanalnetz meist technisch aufwendig und kostenintensiv. Eine Studie der Bauhaus-Universität Weimar bewertet die gesamte Abwassersituation aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Danach ist und bleibt die beste Lösung die Überleitung in eine zentrale Kläranlage. Ist diese unwirtschaftlich, dann sollte über eine dezentrale Kläranlage mit Urinabtrennung nachgedacht werden.*

*It is reported about the sewage disposal at unmanaged rest areas at federal motorways (PWC areas). This usually proves to be technically involved and cost intensive, due to the high level of nitrogen and often a great distance to the next connection point to the sewage network. A study by the Bauhaus University Weimar assesses the total sewage situation from an ecological and economic point of view. According to this, the best solution still remains the connection to a central sewage treatment plant. If this is not economic, one should pay thought to a decentralised sewage treatment plan with urine separation.*

Im Zuge des Aus- und Neubaus des Straßennetzes in der Bundesrepublik Deutschland wird insbesondere auf Bundesautobahnen vom Verkehrsteilnehmer neben verschiedenen Service-Betrieben wie Raststätten und Tankstellen auch ein flächendeckendes Angebot an unbewirtschafteten Rastanlagen mit sanitären Einrichtungen (sog. PWC-Anlagen) gewünscht und erwartet. Diesem Wunsch kommt die Bundesregierung nach. Auf Bundesautobahnen wird

eine Ausstattung des Netzes mit unbewirtschafteten Rastanlagen in einem Regelabstand von 15 bis 20 km angestrebt. Die Planung umfasst den Bau von neuen Anlagen und die Sanierung und Neudimensionierung bestehender Anlagen. Dabei müssen neben dem technischen Fortschritt das gestiegene Verkehrsaufkommen, die Verschärfung der rechtlichen Vorgaben im Abwasserbereich, das veränderte Energie- und Umweltbewusstsein der Bürger und die höheren Ansprüche an die Ausstattung dieser Anlagen berücksichtigt werden.

Eine in diesem Zusammenhang wichtige Frage ist, wie viel Abwasser durch die Inanspruchnahme des WC-Gebäudes anfällt und wie dieses Abwasser beschaffen ist. Das Fehlen aktueller Grundlagen bezüglich der an PWC-Anlagen auftretenden Belastungssituationen stellt ein gravierendes Hemmnis dar, um einerseits adäquate Techniken für eine dezentrale Abwasserbehandlung zu entwickeln und andererseits die Möglichkeiten einer zentralen Mitbehandlung zu beurteilen und die sich hieraus ergebenden Folgekosten hinreichend genau abschätzen zu können.

Um verlässliche technische und wirtschaftliche Planungsgrundlagen zu schaffen, hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Bundesanstalt für Straßenwesen an die Bauhaus-Universität Weimar (BUW) ein Forschungsprojekt vergeben, welches 2007 anlief und dessen Abschlussbericht jetzt vorliegt.

Ziel der Untersuchung war eine ökonomische und ökologische Neubewertung der gesamten Abwassersituation an Bundesautobahnen. Neben der technischen und wirtschaftlichen Bewertung sollte das Ergebnis sowohl in das Regelwerk einfließen als auch zu einer Entscheidungshilfe für die Planung dezentraler Kläranlagen führen. Eine bundesweite Bestandsaufnahme aller unbewirtschafteten Rastanlagen und eine parallel dazu durchgeführte Literaturrecherche zeigten, dass die derzeitige Ab-

wasserbehandlung auf vielen unbewirtschafteten Autobahnrastanlagen technisch aufwendig und wirtschaftlich kostenintensiv ist.

PWC-Anlagen stellen sowohl aus ver- und entsorgungstechnischer Sicht eine Besonderheit dar. Dabei ist die Versorgung mit Trinkwasser mittels eines Anschlusses an die öffentliche Wasserversorgung oder durch dezentrale Wassergewinnungsanlagen wie Brunnen für die Planer die leichtere Aufgabe. Die Abwasserentsorgung hingegen stellt meist die größere Herausforderung dar. Es bieten sich prinzipiell zwei Optionen an:

1. Vor-Ort-Behandlung der anfallenden Schmutzwässer mit vollbiologischer Kläranlage (dezentrale Behandlung) und Entsorgung der hierbei anfallenden Reststoffe (Klärschlämme).
2. Vollständige Sammlung und Transport (leitungsgebunden oder Abfuhr) der anfallenden Schmutzwässer zu einer zentralen Kläranlage (zentrale Behandlung).

Davon ausgehend benennt die Bauhaus-Universität Weimar drei Grundvarianten der Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen:

1. Überleitung in eine zentrale Kläranlage,
2. Dezentrale Sammlung in einer abflusslosen Grube,
3. Dezentrale Teilbehandlung.

Die Studie kommt für die zukünftige Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen zusammenfassend zu folgenden Ergebnissen und Empfehlungen:

Wegen der außerordentlichen hydraulischen und stofflichen Belastungsschwankungen im Tages-, Wochen- und Jahresverlauf kommen für die dezentrale Behandlung nur Sonderlösungen mit großzügig bemessenen Speichermöglichkeiten in Betracht. Allerdings sind die zur Verfügung stehenden Bemessungsparameter zu ungenau, insbesondere die Zulauffrachten nur grob abschätzbar. Bisweilen ist festzustellen, dass an PWC-Anlagen installierten

Kläranlagen erhebliche Betriebsprobleme haben und letztlich unzureichende Reinigungsleistungen aufweisen.

Ein Weg, um diese Probleme zu umgehen, ist die Behandlung der PWC-Abwässer in zentralen Kläranlagen, in denen eine Grundbelastung aus anderen Abwasserzuflüssen vorhanden ist. Diese Möglichkeit stößt an wirtschaftliche Grenzen, wenn die Entfernung zur nächstgelegenen Kläranlage zu groß ist. Ferner muss die in der Nähe vorhandene Kläranlage zur Mitbehandlung dieser Abwässer größen- bzw. verfahrenstechnisch entsprechend ausgelegt sein. Wo die Rentabilitätsschwelle liegt, muss in jedem Fall individuell geprüft werden. Aufgrund der stark unterschiedlichen Kostenkomponenten lassen sich keine Faustzahlen ableiten. Bestandteil des vorgelegten Schlussberichtes ist ein „Leitfaden als Planungs- und Entscheidungshilfe“. Dieser enthält eine Kalkulationstabelle, in deren Eingabemaske alle relevanten Parameter der drei Grundvarianten der Abwasserbehandlung eingegeben werden können.

Das anfallende Abwasser entspricht in seiner stofflichen Zusammensetzung nicht dem häuslichen Abwasser. Deshalb ist es notwendig, bisherige Entsorgungsansätze zu überdenken und neuartige Methoden zu entwickeln. Eine Gegenüberstellung von Messdaten (Tabelle 1) hat gezeigt, dass das Abwasser von PWC-Anlagen mit denen von anderen Extremstandorten, wie Berghütten, sehr ähnlich ist. Beide Abwässer besitzen einen hohen Urinanteil, dessen Ursache im kurzen Aufenthalt der Besucher begründet liegt.

Den praktischen Teil der Projektarbeit umfassten 12 Messkampagnen, die an 6 deutschlandweit ausgewählten PWC-Anlagen durchgeführt wurden, um damit die Belastungssituation darzustellen. Im Zuge der Auswahl geeigneter PWC-Anlagen wurde eine Bestandsanalyse aller ca. 650 in Deutschland betriebenen PWC-Anlagen durchgeführt. Erwartungsgemäß besitzen die größten Bundesländer auch die meisten PWC-Anlagen, jedoch ist die Anlagendichte in ländlich strukturierten Gebieten, wie Thüringen und Schleswig-Holstein am größten. Aktuell erfolgt die Abwasserbehandlung meist in zentralen Kläranlagen, wobei das Abwasser mittels Freigefälleentwässerung abgeleitet wird. Für eine dezentrale Behandlung kommen aktuell bevorzugt Bodenfilter (Pflanzen-

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Schmutz- und Nährstoffkonzentrationen von Abwässern unterschiedlicher Herkunft<sup>1)</sup>

Parameter	Quelle → Einheit ↓	Berghütten	PWC-Anlagen			Haushalt
		[Wett et al., 2001] <sup>1)</sup>	[BUW, 2001] <sup>2)</sup>	[Londong & Hartmann, 2007] <sup>3)</sup>	[Kulle, 2008] <sup>4)</sup>	[DWA, 2008] <sup>5)</sup>
CSB	[mg/l]	1.000 – 2.800	500 – 1.600	557 – 970	149 – 2.088	1.170 (820)
BSB <sub>5</sub>	[mg/l]	300 – 800	300 – 800	266 – 665	86 – 1.600	530 (370)
N	[mg/l]	300 – 800	300 – 800	402 – 523	101 – 839	130
P <sub>ges</sub>	[mg/l]	k.A. <sup>6)</sup>	15 – 25	9.1 – 15.8	k.A. <sup>6)</sup>	20
BSB <sub>5</sub> /N	[-]	~1	~1	~1	~1	3 – 4

- 1) Werte aus der mehrfachen Beprobung von 20 Objekten
  - 2) Werte aus der mehrfachen Beprobung von 4 PWC-Anlagen in Thüringen
  - 3) Werte aus der mehrfachen Beprobung der PWC-Anlage „Belvedere Nord“
  - 4) Werte aus Stichproben im Zulauf der PWC-Anlage „Belvedere Süd“
  - 5) Konzentrationen sind aus den einwohnerspezifischer Frachten für einem Wasserverbrauch von 100 l/E · d berechnet; Werte in Klammern berücksichtigen einen Abbau in Absetzanlagen (η~30 %)
  - 6) keine Angaben
- CSB = Chemischer Sauerstoffbedarf; BSB<sub>5</sub> = Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen; P<sub>ges</sub> = Phosphor

kläranlagen) zum Einsatz (Bilder 1 und 2). Das ausschlaggebende Kriterium für die Auswahl geeigneter PWC-Anlagen war das Vorhandensein einer geeigneten Probenahmestelle, um das Rohabwasser mit Hilfe eines Filtersacksystems vollumfänglich zu erfassen. Jede Untersuchung fand in einem zusammenhängenden Zeitraum von 72 Stunden über ein Wochenende statt, da dadurch eine höhere Auslastung zu erwarten war. Die ausgewählte PWC-Anlage musste eine durchschnittliche Tagesauslastung von mindestens 300 Benutzern aufweisen. Das Untersuchungsprogramm umfasste eine Zählung der Fahrzeuge und Benutzer, eine Befragung und die Probenahme.

Die Ergebnisse der Fahrzeug- und Benutzerzählung zeigen, dass die Auslastung

von PWC-Anlagen sowohl im Tages- als auch im Jahresverlauf Schwankungen unterworfen ist. Auch die geografische Lage hat einen Einfluss auf die Besucherfrequenz. Der Pkw-Anteil der ankommenden Fahrzeuge lag über 80 % Pkw. Ursache für Spitzenbelastungen bildeten vollbesetzte Reisebusse. Das Verhältnis von männlichen und weiblichen Benutzern ist nahezu ausgeglichen; die Männerquote sinkt nirgends unter 50 %. Das Nutzerverhalten wurde mit Hilfe von Fragebögen festgestellt. Unabhängig vom Geschlecht wird an PWC-Anlagen hauptsächlich uriniert. Die Handwaschbecken werden öfter von Männern, als von Frauen benutzt. Die sanitäre Ausstattung und das Benutzerverhalten stehen wechselseitig in Beziehung und haben Einfluss auf den Wasserver-

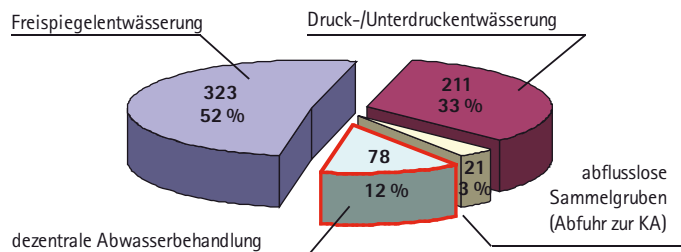


Bild 1: Systeme der Abwasserentsorgung an PWC-Anlagen<sup>1)</sup>

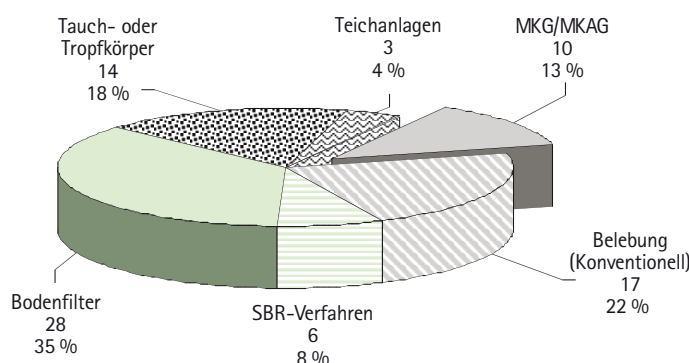


Bild 2: Verbreitung unterschiedlicher Verfahren zur dezentralen Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen<sup>1)</sup>

1) Quelle für alle Werte und Darstellungen ist der Abschlussbericht der BUW

brauch und die Sauberkeit der Anlage. Wasserverbrauch und Abwasseranfall sind von Art und Anzahl der Sanitärtechnik sowie Art und Umfang der Reinigung abhängig und von PWC-Anlage zu PWC-Anlage verschieden. Aus diesem Grund kann für den nutzerspezifischen Wasserverbrauch nur ein relativ breiter Bereich von 4 bis 8 l/Benutzer angegeben werden. Alle Proben wurden auf CSB, TKN und  $P_{ges}$  untersucht. In Anlehnung an das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 werden die Mittelwerte der 85 %-Perzentile über alle Untersuchungen als Bemessungswerte für die Parameter CSB, TKN und  $P_{ges}$  empfohlen. Für die nutzerspezifische CSB-Fracht traten bei jeder Untersuchung Schwankungen auf. Als belastbarer Bemessungsparameter wird ein Wert von 5,56 g CSB/B vorgeschlagen. Bezüglich der nutzerspezifischen TKN-Fracht lagen die Werte weniger verteilt, so dass als Bemessungsparameter ein Wert von 2,06 g TKN/B empfohlen werden kann. Auch bei den berechneten Phosphorfrachten ergaben sich keine großen Spannweiten. Es kann eine nutzerspezifische Fracht von 0,14 g P/B in Ansatz gebracht werden. Zusätzlich wurde ausschließlich im Filtrat die  $BSB_5$ -Fracht ermittelt. Die biologisch leicht abbaubaren organischen Stoffe ( $BSB_5$ ) treten in einem niedrigen Verhältnis in Bezug auf alle organischen Stoffe (CSB) im Filtrat auf. Das Verhältnis vom CSB filtriert zu  $BSB_5$  im Filtrat liegt über alle Proben im Mittel bei 3:1. Zusammen mit dem nutzerspezifischen Wasserverbrauch bzw. Abwasseranfall können die ermittelten Frachten als belastbare Bemessungsparameter in Planungs- und Entscheidungshilfen zur Abwasserentsorgung an PWC-Anlagen Eingang finden.

Betrachtet man die Nährstoffverhältnisse im Gesamtabwasser ist zu erkennen, dass im Abwasser von PWC-Anlagen eine wesentlich höhere Stickstofffracht gegenüber dem Angebot an organischen Stoffen vorliegt. Die biologische Stickstoffelimination kommt bei der Behandlung von Abwässern mit hohem Stickstoffgehalt und geringem Anteil an Kohlenstoffverbindungen an ihre Grenzen. Um das Abwasser mit einem herkömmlichen biologischen Verfahren zu behandeln, muss die Abwassercharakteristik an die des häuslichen Abwassers angenähert werden. Dieser Aspekt kommt vorwiegend bei einer dezentralen Behandlung auf der PWC-Anlage zum Tragen. Als ein Lösungsansatz kann hierbei die Separation von Urin dienen, weil sie die Stickstofffracht des Ab-

wassers stärker reduziert als die Kohlenstofffracht.

Fazit: Wenn eine Überleitung in eine zentrale Kläranlage unwirtschaftlich ist, dann ist die beste Lösung eine dezentrale Kläranlage mit Urinabtrennung.

Dipl.-Ing. Hermann-Josef Wirtz  
Abteilung Straßenverkehrstechnik

### Streusalzverbrauch der Winter 2000/2001 bis 2006/2007

*Der Beitrag behandelt den winterlichen Streusalzverbrauch. „Soviel wie nötig, aber so wenig wie möglich“. Seit den 80er Jahre wird aus Gründen der Ökonomie und Ökologie verstärkt nach dieser Devise gehandelt. Ob diese Vorgabe immer eingehalten worden ist, wurde nun in einer internen Studie der BASt auf der Basis von Wetter- und Salzverbrauchsdaten von 7 Jahren abgeschätzt. Dabei flossen neben unterschiedlichen durchschnittlichen Höhenlagen erstmals auch die Winterhärte der einzelnen Winter in ein solches Schätzmodell ein. Das Ergebnis ist zufriedenstellend.*

*The report deals with the consumption of road salt in winter in his article. "As much as necessary, but as little as possible". Since the '80's, for economic and ecological reasons, one has increasingly acted according to this sentiment. Whether one has always abided by this guideline was now estimated in an internal study of the BASt, based on the weather and salt consumption data of 7 years. For the first time the various average altitudes and severities of the individual winters were included in this estimation. The result is satisfactory.*

Gehen wir zu großzügig mit dem Streusalz um? Wohl kaum ein Bereich des Straßenwinterdienstes wird sowohl in Fachkreisen als auch in der Öffentlichkeit kontroverser diskutiert als die Menge des verbrauchten Streusalzes, wobei man den Eindruck gewinnen kann, dass die Intensität dieser Diskussion mit der Winterstrenge auf- oder abschwilt. Auf der einen Seite steht das Bedürfnis nach sicher befahrbaren Straßen im Winter, auf der anderen Seite machen sich die Bürger Sorgen wegen den Auswirkungen von Streusalz auf die Umwelt.

Seit Anfang der 80er Jahre wird bei der winterlichen Salzstreuung sowohl aus

Gründen der Ökonomie als auch der Ökologie verstärkt nach der Devise gehandelt: „So wenig wie möglich, aber so viel wie nötig!“ Ob diese Vorgabe in den einzelnen Zuständigkeitsbereichen immer erfüllt wird, kann nur beurteilt werden, wenn der tatsächliche Salzverbrauch mit einem der Winterstrenge (Winterindex) entsprechendem hypothetischen Salzbedarf verglichen werden kann.

Das primäre Problem einer Bewertung des Salzverbrauchs unter Berücksichtigung der Intensität eines Winters ist die Tatsache, dass ein spezifischer Maßstab für die Winterintensität im Hinblick auf den Tausalzverbrauch bis heute nicht entwickelt werden konnte. Für eine Schätzung müssen deshalb Einflussfaktoren einbezogen werden, deren Einfluss auf den Salzverbrauch aus der praktischen Erfahrung am größten ist.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat in einer jüngst abgeschlossenen und bisher unveröffentlichten Studie die tatsächlichen Salzverbräuche innerhalb kleinerer geographischer Gebietseinheiten (Bundesländer) überprüft und ökonomisch bewertet. Diese Schätzung basiert im Wesentlichen auf einem statistischen Modell, dass in der BASt von 1985 bis 1995 auf der Grundlage der Salzverbrauch- (BMVBS) und Wetterdaten (DWD) von 1958 bis 1989 entwickelt wurde und mit dessen Hilfe erstmals ein statistisch hinreichend abgesicherter Zusammenhang zwischen dem Streusalzverbrauch und der winterlichen Witterung für das Autobahnnetz des alten Bundesgebietes ermittelt werden konnte<sup>1)</sup>. Damit kann ein theoretischer Salzbedarf abgeschätzt werden, der als Instrument für die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit und zur Optimierung des Salzverbrauchs dient.

In der jüngsten Untersuchung wird sowohl die Anwendbarkeit der Schätzmethode auf kleinere Gebiete untersucht als auch ihre Aktualität hinsichtlich des derzeitigen Streuverhaltens für die Abschätzung des theoretischen Salzbedarfs auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen überprüft. Sie stellt im Wesentlichen einen Vergleich zwischen theoretischem Salzbedarf (SB) und tatsächlichem Salzverbrauch (SV) in t/km über einen Zeitraum von 7 Winterperioden (2000/01 bis 2006/07) dar.

Die Ermittlung von SB in Abhängigkeit von der Winterstrenge erfolgt mittels einer

1) Breitenstein, J.: Entwicklung einer Kenngröße der Winterlichkeit zur Bewertung des Tausalzverbrauchs; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Schriftenreihe Verkehrstechnik, Heft V 18; 1995