

# Eine wägbare teilversiegelte Lysimeteranlage in Berlin

Yong-Nam Rim<sup>1\*</sup>, Gerd Wessolek<sup>1</sup>, Steffen Trinks<sup>1</sup> und Thomas Nehls<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Versiegelung der Oberflächen und Bodenverdichtung sind die wichtigsten Einflüsse, die sich in urbanen Böden auf den Wasser- und Stoffhaushalt auswirken. Bei dem aus bodenkundlich-stadthydrologischer Sicht wichtigsten Ziel, Regenwasser länger in der ungesättigten Bodenzone zu halten und nicht als Oberflächenabfluss in die Kanalisation zu verlieren, spielen die teilversiegelten Flächen eine sehr wichtige Rolle. Ziel unseres Lysimeterprojektes ist es, eine genaue Analyse des Abflussverhaltens speziell bei Extremereignissen von unterschiedlich teilversiegelten Flächen zu erhalten.

Im Mittelpunkt unserer Arbeiten stehen zwei wägbare teilversiegelte Lysimeteranlagen; jeweils mit Bernburger Mosaikpflastern und mit Gehwegplatten belegt. Der Aufbau soll dabei einer typischen Berliner Straßenfläche entsprechen. Damit können zeitlich hochauflösend die genauen Abfluss-, Versickerungs- und Verdunstungsprozesse unter den Bedingungen des realen Stadtklimas simuliert werden. Aus dem entwickelten Prozessmodell sollen im Anschluss die zukünftig zu erwartenden Abfluss- und Versickerungsszenarien als Folge des Klimawandels prognostiziert werden.

## Einleitung

Mit dem Klimawandel sind Extremwetterlagen häufiger zu erwarten, so dass das bestehende Abwassersystem bei Starkregen häufiger an seine Grenzen stößt. Mit den ebenfalls prognostizierten geringeren Niederschlägen ist es wichtig, den Oberflächenabfluss in Städten zu minimieren oder soweit zu verzögern, dass mehr Niederschlagswasser im Boden infiltrieren und die Verdunstung in der Stadt verbessert werden kann. Wie in *Abbildung 1* dargestellt ist, hat die Versiegelung der Stadt und der Landschaft folgende Auswirkungen (WESSOLEK et al. in SUKOPP 1998, S 186): Erhöhung des Oberflächenabflusses, Verminderung der Grundwasserneubildung und der Evapotranspiration, Veränderung des Wärmehaushaltes und Verstärkung des Hochwasserabflusses in den Vorflutern und natürlichen Gewässern.

Um vermeidend bzw. vermindernd auf diese Änderungen zu reagieren, werden in der Planungspraxis die nach ATV-DVWK-A 117 und ATV-DVWK-M 153 empfohlenen mittleren Abflussbeiwerte als Grundlage für eine urbane Wasserwirtschaftsplanung verwendet (z.B. DWA 2005, S. 21). Diese Abflussbeiwerte berücksichtigen lediglich die Art der Versiegelung durch Angaben mittlerer prozentualer

## Summary

In comparison to natural habitats there have been many physical and hydraulic modifications of soils in urban industrial settlements and congested urban areas in the last few decades. The most important influence on urban soil and water budgets are paving, compression and addition of foreign materials in soils. In the discipline of soil science and urban hydraulics one of the important goals is to keep rain water in the unsaturated soil area as long as possible and not to let it flow down to the sewers in the form of run-off. Here the partial paved surfaces will take a relevant role. Our lysimeter research addresses an exact analysis of run-off behaviours, especially in extreme precipitation events on different street pavements.

In our research focus, we have two lysimeter facilities with Bernburger mosaic pavements and concrete paving tiles. These facilities simulate typical pedestrian walkways found in Berlin, therefore we can simulate run-off, infiltration and evaporation processes under real urban climate conditions in a high-resolution timeframe. Furthermore, the impact scenarios of expected climate change will be estimated using this developed process model.

Abflüsse. In der Annahme, dass unterschiedlich starke Niederschlagsereignisse zu einem deutlich unterschiedlichen Abflussverhalten führen, werden zur Verbesserung der Prognosen in der Siedlungswasserwirtschaft bessere Grundlagen über das Niederschlagsabflussverhalten teilversiegelter Flächen benötigt. Dafür wurden in der Vergangenheit bereits in Berlin-Dahlem und in Hamburg eine teilversiegelte Kippenlysimeteranlage über einen längeren Zeitraum betrieben und zahlreiche Forschungen durchgeführt (FLÖTER, WESSOLEK und FACKLAM 1999).

Auf dem Gelände des Umweltbundesamtes in Berlin Marienfelde wurde im Dezember 2008 eine neue wägbare teilversiegelte Lysimeteranlage für hydrologische und stadtoökologische Grundlagenforschung in Betrieb genommen. In diesem Beitrag werden die wägbare teilversiegelte Lysimeteranlage und die Untersuchungskonzepte erstmals vorgestellt.

## Voruntersuchungen

Um den Zusammenhang zwischen Abfluss und Oberflächeneigenschaft zu erklären, wurden mittels der teilversiegelten Kippenlysimeter in Berlin Dahlem einige Voruntersuchungen durchgeführt. Für den Zeitraum Juni 2006 bis Dezember

<sup>1</sup> Standortkunde und Bodenschutz, Institut für Ökologie, TU Berlin, Salzufer 11-12, D-10587 BERLIN

\* Ansprechpartner: yongnam.rim@mailbox.tu-berlin.de

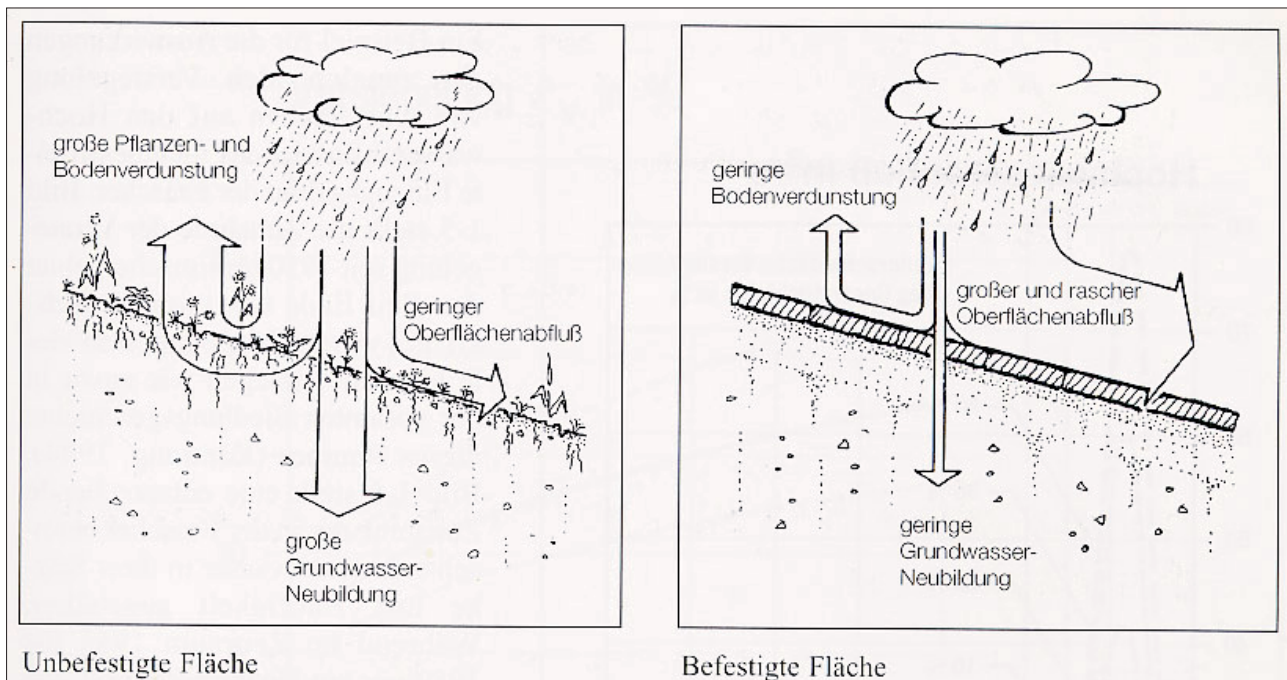


Abbildung 1: Wasserhaushalt befestigter und unbefestigter Flächen (DREISEITL et al. 2001, S. 3).

2007 wurde das Abflussverhalten auf insgesamt 13 unterschiedlichen Teilversiegelungsflächen für verschiedene Niederschlagsbedingungen beobachtet und ausgewertet. Als obere Randbedingung der Versuche stand der Fugenanteil im Mittelpunkt. Diese Voruntersuchungen zeigten bereits deutlich, dass das Auftreten des Oberflächenabflusses nicht nur vom Fugenanteil der Fläche und der Oberflächenbeschaffenheit der Versiegelungsmaterialien abhängig ist, sondern auch von der Niederschlagsintensität (Abbildung 2).

Aus der begrenzten Messkapazität der Kippwaagen (Auflösung von 100 ml) war allerdings die genaue Bestimmung der tatsächlichen Abflussrate nicht möglich. Insbesondere konnte die genaue Abgrenzung eines Ereignisses nicht getroffen werden, um mit einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten die Abflussraten zu bestimmen.

Aus diesem Grunde wurde eine wägbare teilversiegelte Lysimeteranlage Berlin Marienfelde gebaut. In der Lysimetrie wird erstmals ein Lysimeter speziell für städtische Bedingungen eingesetzt.

### Aufbau der wägbaren teilversiegelten Lysimeteranlage

Die gesamte Lysimeteranlage befindet sich in Berlin Marienfelde am Schichauweg auf dem Außengelände des UBA's. Die Besonderheit dieser Lysimeteranlage liegt darin, dass die zwei Lysimeter so gebaut sind (jeweils mit einem Bernburger Mosaikpflaster und mit Gehwegbetonsteinplatten) dass sie die typische Struktur der so genannten „Berliner Gehwege“ nachbilden (Abbildung 3).

In der Stadt nehmen diese Pflaster- und Gehwegplatten einen erheblichen Flächenanteil ein. Der Fugenraum stellt die eigentlichen Sicker- und Rückhaltewege des Regenwassers dar. Er ist unmittelbar der urbanen Umweltverschmutzung

ausgesetzt und meistens stark belastet. Die Belastung des Fugenmaterials ist standortspezifisch und u.a. abhängig vom Verkehrsaufkommen, Alter des Belags und der Bodentiefe. Um auf der neuen Lysimeteranlage vergleichbare Randbedingungen wie in der Stadt zu erzielen, wurde „gealtertes“ Fugenmaterial aus der Innenstadt gewonnen und zwischen den Pflastersteinen und Gehwegplatten eingebracht. Zu diesem Zweck wurde oberes Fugenmaterial (von der Oberfläche bis 1 cm Tiefe) sowie unteres Fugenmaterial (von 1 cm bis ca. 5 cm Tiefe) getrennt von unterschiedlichen Standorten in Berlin entnommen, homogenisiert und verfüllt (Abbildung 4).

Die Lysimeteroberflächen haben eine Flächengröße von jeweils 1 m<sup>2</sup>; die Oberflächen haben 2 % Gefälle und schließen bodengleich mit dem umgebenden Gelände ab. Der Lysimeterkörper steht 1,5 m tief in einem Lysimeterkeller auf einer Präzisionswaage mit der Auflösung von 100 g. Das Lysimeter wurde mit Bausand bis auf 1,3 m verfüllt; darunter liegt eine 2 dm starke Kiesschicht. Diese dient als kapillare Sperrschicht am unteren Lysimeterrand. Über dieser Kiesschicht liegt ein Geotextil als kapillare Leitschicht, mit der das Sickerwasser durch vier Saugplatten erfasst wird (Abbildung 3).

Um den Oberflächenabfluss gesondert messen zu können, sind am oberen Rand des Lysimeterkörpers spezielle Abflussrinnen angebracht. Diese Abflussrinne führt direkt zu einem separaten Auslassrohr in den Lysimeterkeller und der Abfluss wird dort zeitlich hochauflösend gemessen; es geht kein Wasser bei dieser Prozedur verloren (Abbildung 4).

Die Lysimeterwand und Abflussrinne bestehen aus Edelstahl. Im Lysimeterboden (Bausand) werden die Wassergehalte und die Bodentemperaturen durch TDR Sonden erfasst. An die Saugplatten ist ein Unterdruck von -63 hPa

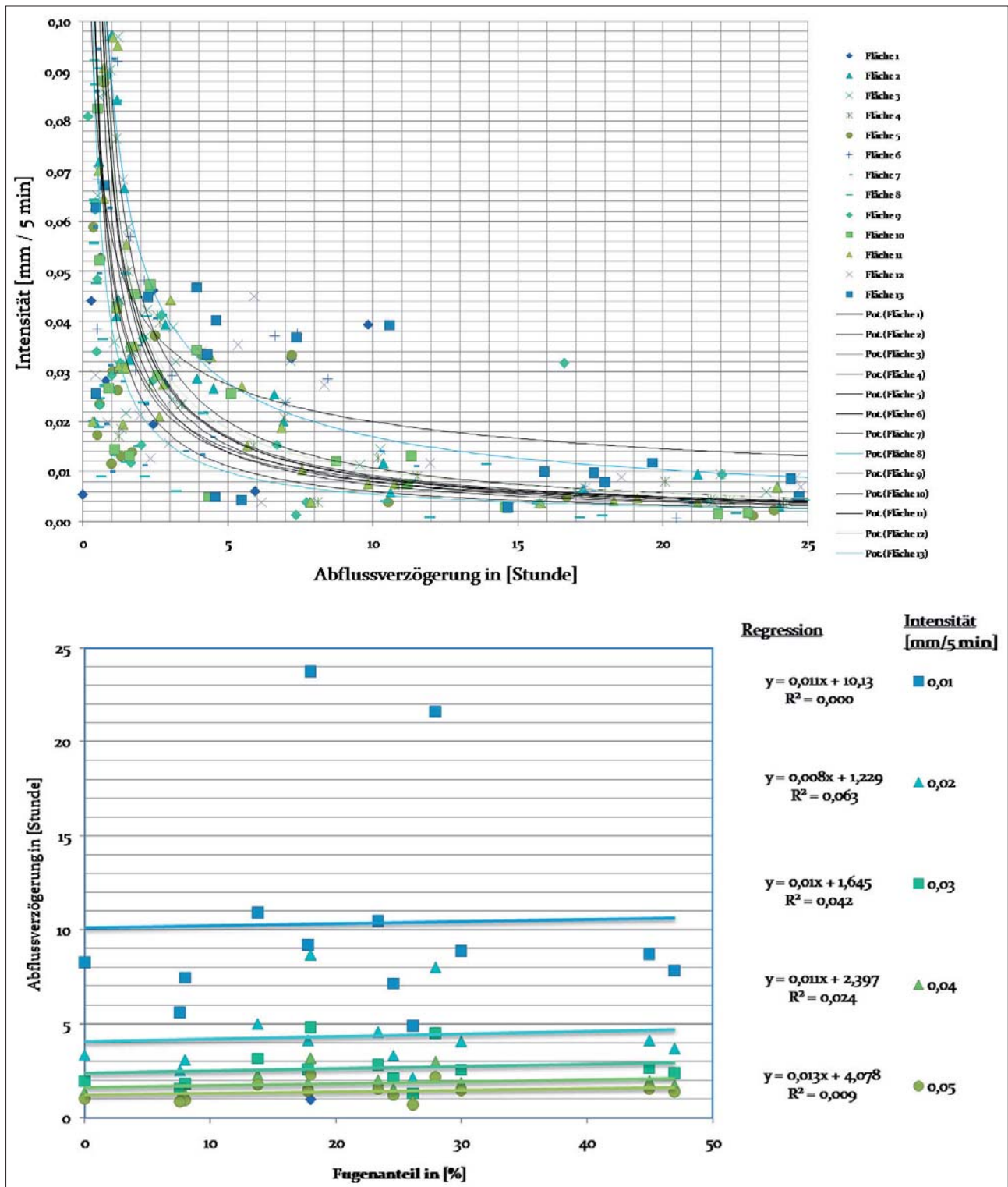


Abbildung 2: Intensitätsabhängige Abflusswirksamkeit. In Abbildung 2 oben: Je größer die Intensität ist, desto abflusswirksamer ist die Fläche. In Abbildung 2 unten: Je größer der Fugenteil ist, desto länger dauert der Abfluss an. In beiden Bildern ist deutlich zu erkennen, dass die Kippenlysimeter schlecht auf geringe Niederschlagsintensitäten reagieren.

angelegt. *Abbildung 5* veranschaulicht die Anlage nach der Fertigstellung. Um einen Insel- bzw. Oaseneffekt zu vermeiden, wurde die angrenzende Fläche um die Lysimeteranlage ebenfalls mit den gleichen Materialien versiegelt.

### Untersuchungskonzept

Mit diesen wägbaren teilversiegelten Lysimeter sollen die relevanten Teilprozesse Verdunstung, Versickerung und Oberflächen-

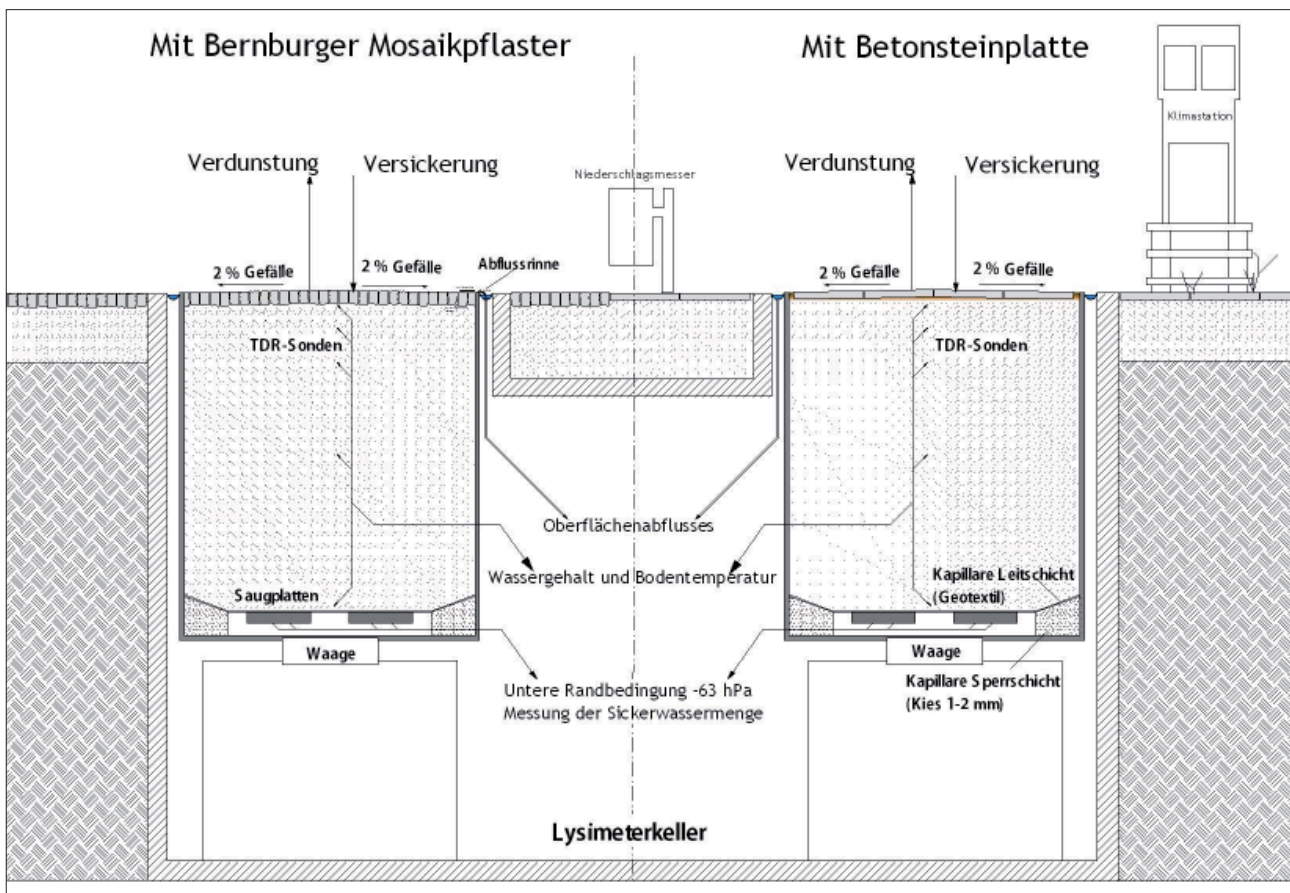


Abbildung 3: Aufbau der wägbaren teilversiegelten Lysimeteranlage.

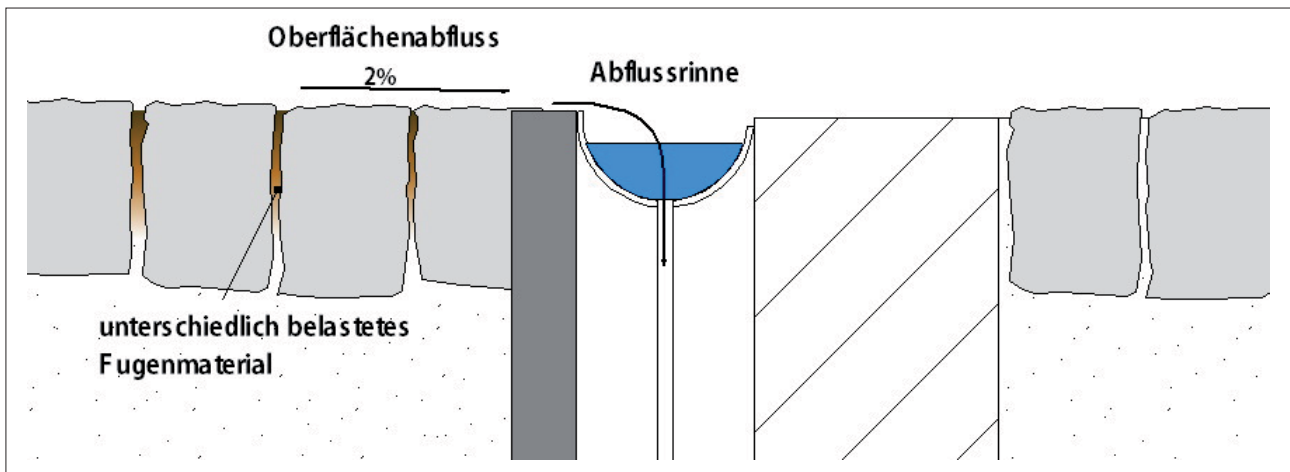


Abbildung 4: Lysimeteroberfläche und Abflussrinne.

abfluss erstmals direkt gemessen werden. Durch Beobachtung der Extremereignisse sollen Ereignisabhängige Abflussbeiwerte bestimmt werden. Sie sollen helfen, hydrologische Modelle zu verbessern und auf dieser Basis städtische Wasserwirtschaftskonzepte zu optimieren und neue Straßenbaukonzepte quantitativ besser zu begründen. Auch das entwässerbare Porenvolumen sowie die bodenhydrologischen Kennwerte des Berliner Gehwegunterbaus können z.B. durch gezielte Auslaufexperimente abgeleitet werden. Ebenso kann etwa die Porenraumkonsolidierung eines Lysimeters erstmals abgeleitet werden.

Ferner ist geplant, Tagesmessungen für unterschiedliche Feucht- und Wärmesituationen gezielt durchzuführen und durch eine parallele Bestimmung der relevanten klimatischen Faktoren eine Kopplung zwischen Wasser- und Energiehaushalt zu ermöglichen. Mit numerischen Modellen sollen schließlich die Einflüsse von Klimawandel bzw. von neuen städtebaulichen Gestaltungen auf den Energie- und Wasserhaushalt teilversiegelter Flächen simuliert und bewertet werden. Auch können die Untersuchungen auf Fragen des Stoffhaushalts ausgedehnt werden.



Abbildung 5: Unterschiedliche Aspekte der teilversiegelten Lysimeteranlagen.

## Literatur

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.v., 2005: Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DCM, Meckenheim.

FLÖTER, O., 2006: Wasserhaushalt gepflasterter Straßen und Gehwege. Lysimeterversuche an drei Aufbauten unter praxisnahen Bedingungen unter Hamburger Klima. Dissertation, Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, ISSN: 0724-6382, 329 pp.

GEIGER, W. und H. DREISEITL, 2001: Neue Wege für das Regenwasser: Oldenbourg, München.

WESSOLEK, G. und M. RENGGER, 1998: Bodenwasser- und Grundwasserhaushalt. In: Sukopp, H. und Wittig, R. (Hrsg): Stadtökologie. Gustav Fischer, Stuttgart, 186-200.

WESSOLEK, G. und M. FACKLAM, 1999: Aspekte zur Wasserbilanz versiegelter Standorte. In: Burghardt, W., Mohs, B. und Winzig, G. (Hrsg): Regenwasserversickerung und Bodenschutz. Erich Schmidt, Regensburg, 50-55.