



Neue Forschungsergebnisse in der Regenwasserbewirtschaftung

Jürgen Eppel, Veitshöchheim

1 Vegetationstechnisches Regenwassermanagement

Die Notwendigkeit zur Entsiegelung von Verkehrsflächen ergibt sich aus der progressiven Zunahme der Flächennutzung durch Gebäude und Straßen und den damit verbundenen negativen Folgen für den Landschaftshaushalt. Lange Zeit wurde versucht, die negativen Auswirkungen der Versiegelung durch zentrale Maßnahmen wie Hochwasserfreilegung der Bäche und Flüsse sowie durch technische Lösungen im Abwasserbereich zu bewältigen. Es hat sich aber gezeigt, dass diese Ansätze nicht nur teuer sondern auch ökologisch bedenklich sind. Die Vollentwässerung der überbauten Flächen führt zu einer extremen Wasserarmut in den Siedlungen und damit zu lebensfeindlichen Bedingungen. Der Bau von Regenüberläufen, Regenrückhaltebecken und großvolumigen Mischwasserkanälen verursacht nicht nur erhebliche Kosten, sondern sorgt in den Unterläufen der Flüsse für zunehmende Hochwassergefahr. Zwischenzeitlich hat ein Umdenkungsprozess dahingehend stattgefunden, dass es sinnvoll erscheint, Oberflächenwasser nicht der Kanalisation zuzuführen, sondern auf den überbauten Grundstücken selbst zu bewirtschaften. Die kann geschehen durch Retention und Abflussverzögerung sowie Regenwassernutzung und Versickerung. Ziel ist es, Regenwasser grundsätzlich nicht mehr in die Kanalisation einzuleiten. In welchem Umfang dazu Vegetationsflächen einen Beitrag leisten können, soll nachfolgend auf der Grundlage von Versuchsergebnissen der Abteilung Landespflege an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim sowie unter Berücksichtigung von Untersuchungen anderer Einrichtungen und Erkenntnissen aus Planung und Ausführung dargestellt werden.

1.1 Abflussverzögerung und Retention durch begrünte Dächer

Es ist bekannt, dass Gründächer erhebliche Leistungen zur Verzögerung von Niederschlagsabflüssen erbringen können [KOLB^{1,2}, W. (2002)]. Dies geht auch aus Tab. 1 hervor, in der die für die rechnerische Ermittlung von Spitzenabflüssen verwendeten Abflussbeiwerte enthalten sind. Diese geben an, welche Abflussmengen ausgedrückt in % bezogen auf den Bemessungsregen bei den jeweiligen Flächen zu erwarten sind. Je niedriger der Abflussbeiwert ist, desto weniger Spitzenabfluss muss abgeleitet werden. Die Abflussbeiwerte stellen somit die Grundlage für die Dimensionierung der Abflusseinrichtungen dar. Die Werte sind teilweise unter Auswertung von Versuchen verschiedener Institutionen, aber sicher auch auf der Grundlage von „Expertenmeinungen“ entstanden.

Tabelle 1: Abflussbeiwerte Ψ nach DIN 1986/2 und FLL-Dachbegrünungsrichtlinie

DIN 1986/2 (Auszug)		
Dachflächen unter 3° Neigung	0,8	
Dachflächen über 3° Neigung	1	
Schwarzdecken	1	
Sportrasenflächen	0,3	
Parkanlagen	0	
Kiesdächer	0,5	
FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (Ausgabe 2002)	Neigung	
	unter 15°	über 15°
Dachbegrünung 2-4 cm Dicke	0,7	0,8
Dachbegrünung 4-6 cm Dicke	0,6	0,7
Dachbegrünung 6-10 cm Dicke	0,5	0,6
Dachbegrünung 10-15 cm Dicke	0,4	0,5
Dachbegrünung 15-25 cm Dicke	0,3	
Dachbegrünung 25-50 cm Dicke	0,2	
Dachbegrünung >50 cm Dicke	0,1	

Tatsächlich können die in Tab. 1 genannten Abflussbeiwerte der Entwässerungsnorm 1986/2 [DIN (1995)] nur als grober Orientierungsrahmen gewertet werden, weil viele Faktoren die Niederschlagsabflüsse vom begrünten Dach zusätzlich beeinflussen, dazu zählen z. B. die Schichtdicke des Substrates, der lagenweise Aufbau, die Dachneigung sowie nicht zuletzt der Einfluss der Begrünung, der auch bei der Bestimmung des Abflussbeiwertes nach Dachbegrünungsrichtlinie [FLL (2002)] unberücksichtigt bleibt. Die dort als Abflusskennzahl/Abflussbeiwert C bezeichnete Bezugsgröße entspricht dem Abflussbeiwert ψ als Maß für die Ermittlung des Spitzenabflusses.

In Abb. 1 sind die Abflussverhältnisse von Gründächern unterschiedlicher Aufbaudicke im Vergleich mit einem Kiesdach dargestellt. Enthalten sind jeweils die Mittelwerte aus umfangreichen Messreihen in Veitshöchheim in den Jahren von 1985 bis 1995 [KOLB, W. (2003)]. Die Summenkurven machen deutlich, dass Kies keinesfalls die Verzögerungswirkung der Niederschlagsabflüsse erreicht, die nach der DIN 1986/2 erwartet werden kann. So waren zum Ende der simulierten Niederschlagsereignisse von 30 l/m² – nach 15 min. – durchschnittlich bereits 80 % des Niederschlags also 24 l/m² im Kanal angelangt. Bei den 10 cm dicken Extensivbegrünungen waren dies lediglich 25 % oder 7,5 l/m². Bei den Intensivbegrünungen mit 30 cm Dicke betrug dieser Wert weniger als 1 l/m². Wertet man die Ergebnisse der Untersuchungen, kann zusammenfassend festgestellt werden, dass bei begrünten Varianten in Abhängigkeit von der Schichtdicke eine Dämpfung der Niederschlagsabflüsse zwischen 75 und 99 % aufgetreten ist. Damit wird auch deutlich, dass die derzeit gültigen Abflussbeiwerte der Richtlinien für Gründächer gem. Tab. 1 noch erhebliche Sicherheiten beinhalten.

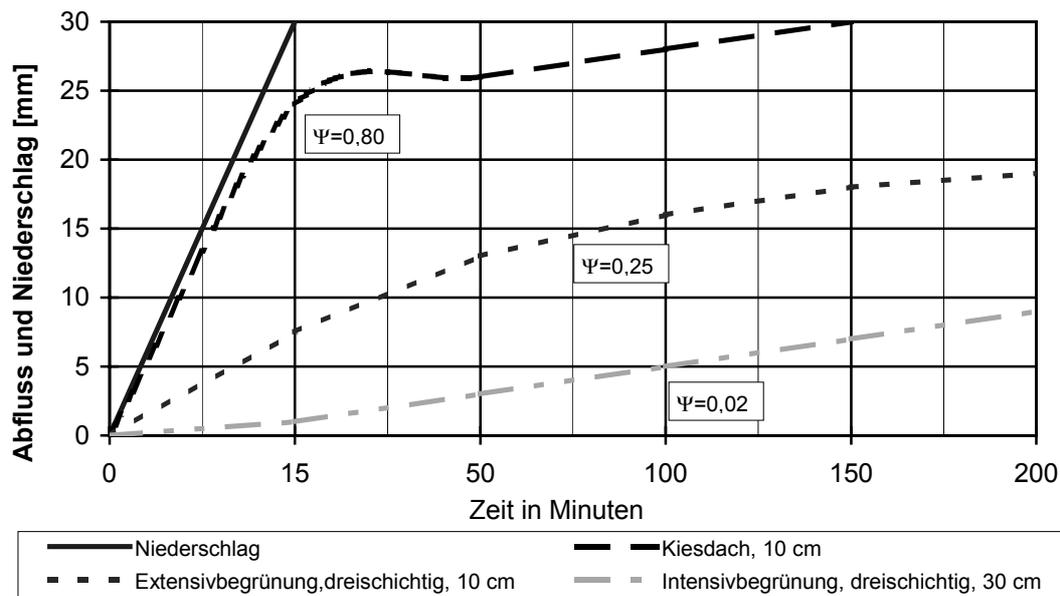


Abbildung 1: Abflussverhältnisse von Gründächern im Vergleich mit Kiesdächern Dachneigung: 2 % - Messergebnisse: Mittelwerte von 1985-1995

Was die Aufbauvarianten betrifft kann nach [KOLB³, W. (2002)] davon ausgegangen werden, dass dreischichtige Gründächer mit hoher Dränwirkung Niederschläge rascher abführen als einschichtige Aufbauten. Bei Versuchen mit 10 mm dicken Polyamidschlaufenmatten als Dränschicht und Vegetationssubstrat nach FLL-Richtlinie lag der Abflussbeiwert der dreischichtigen Varianten mit $\psi = 0,46$ gegenüber dem Einschichtaufbau mit $\psi = 0,16$ um nahezu 65 % höher (vgl. Abb. 2). Trotzdem konnte mit dem dreischichtigen Aufbau der Abflussbeiwert nach der Gründachrichtlinie für 10 cm Aufbaudicke von $\psi = 0,50$ noch unterschritten werden (vgl. Tab. 1). Der im Versuch gemessene Abflussbeiwert für den 10 cm dicken Einschichtaufbau von $\psi = 0,16$ entspricht nach der FLL-Richtlinie dem einer Dachbegrünung mit 25 – 50 cm Aufbaudicke. Bei Verwendung mineralischer Dränschichten im Dreischichtaufbau ist davon auszugehen, dass Abflussbeiwerte erzielt werden, die etwa im mittleren Bereich zwischen den vorgestellten Ergebnissen der getesteten Bauweisen liegen.

Was den Einfluss der Dachneigung betrifft, geht die aktuelle Fassung der Gründachrichtlinie davon aus, dass die Abflussbeiwerte für Neigungen zwischen 0 und 15° unverändert gelten und sich bei Neigungen über 15° für die verschiedenen Schichtdicken um jeweils 0,10 erhöhen. Referenzmessungen in Veitshöchheim bei Dachneigungen zwischen 1,4° und 40° gemäß Abb. 3 ergaben dagegen lediglich Schwankungen von $\psi = 0,09$ zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Abflussbeiwert [KOLB⁴, W. (2002)]. Keine der Messungen überstieg einen Abflussbeiwert von 0,50, was somit sogar den Grenzwerten für Dachneigungen unter 15° entspricht. Daraus kann geschlossen werden, dass Steildächer in der Lage sind, nahezu die gleiche Verzögerung der Niederschlagsabflüsse zu erzielen wie Flachdächer.

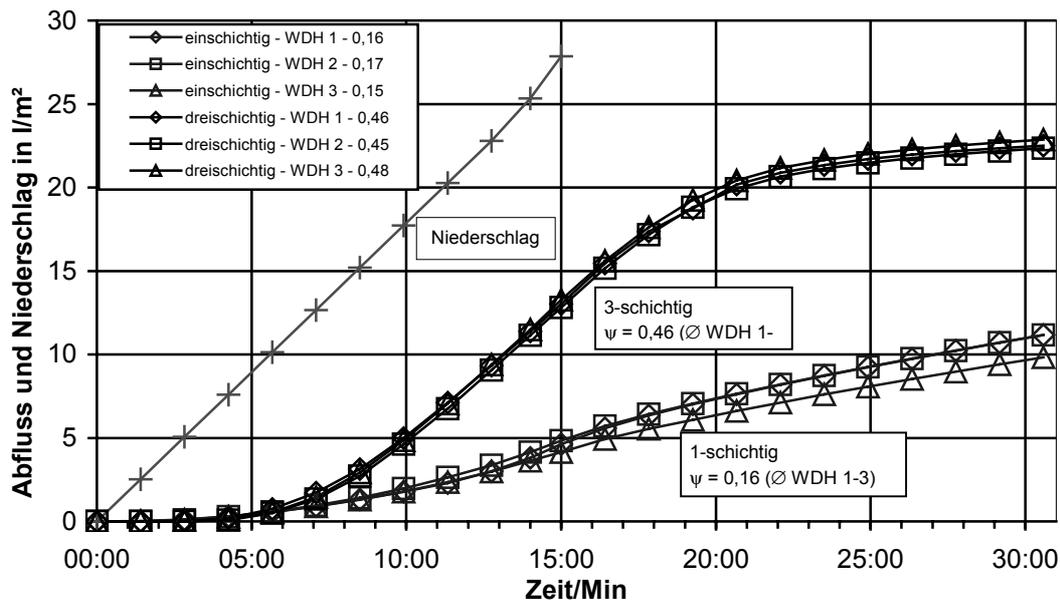


Abbildung 2: Abfluss- und Niederschlagssummen bei ein- und dreischichtiger Extensivbegrünung - Dicke: 10 cm

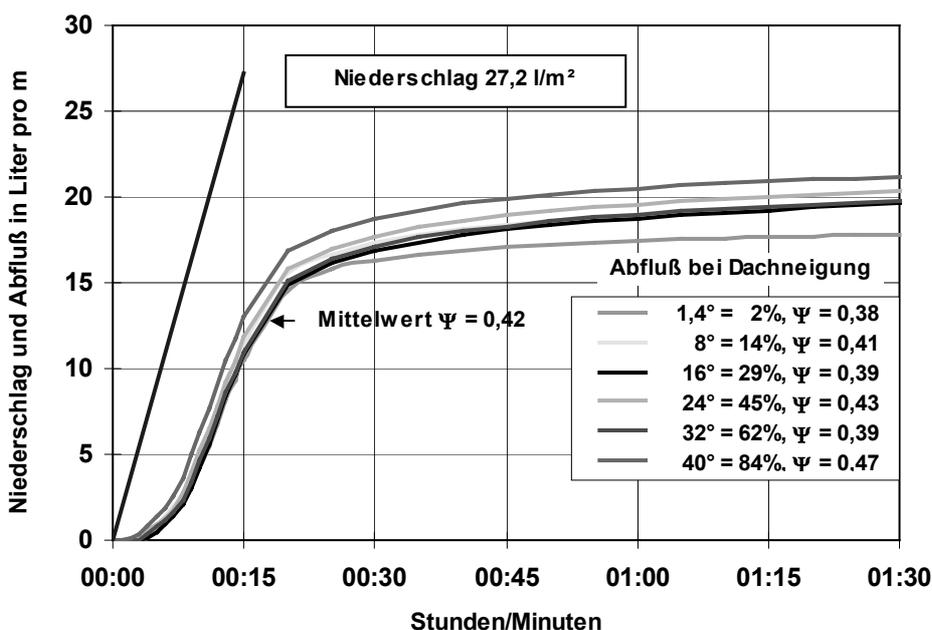


Abbildung 3: Abflussverhältnisse bei Extensivbegrünung mit unterschiedlicher Dachneigung Aufbau: einschichtig - Dicke: 10 cm

Der Einfluss der Begrünung kann beispielhaft Abb. 4 entnommen werden. Im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Begrünung konnte durch den Grönaufwuchs einer angesäten Gras-Kräuter-Vegetation bei 13 cm Substratdicke auf 25 mm Schaumstoff-Dränmatte zum Zeitpunkt der Abnahme der Spitzenabfluss beim Flachdach abhängig vom Substrat um bis zu 36 % gedämpft werden. Vor diesem Hintergrund scheint es durchaus relevant, den Einfluss der Vegetationsart im Jahresgang zu erfassen und bei der Bemessung des Abflussbeiwertes gegebenen falls zu berücksichtigen. Bei stärker geneigten Dächern - so die bisher vorliegenden Ergebnisse - dominiert dagegen überwiegend die Substrateigenschaft die Abflussverhältnisse.

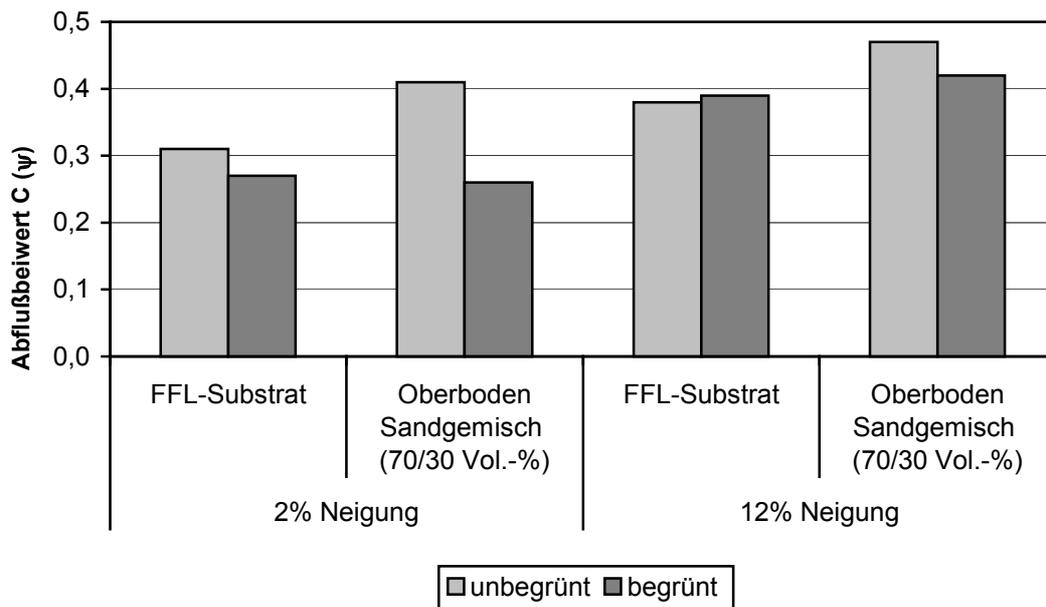


Abbildung 4: Einfluss der Begrünung auf die Abflussverhältnisse bei Dachbegrünung unterschiedlicher Neigungen

Neben der Abflussverzögerung überzeugt das Gründach auch als Wasserrückhaltesystem, das in Abhängigkeit von der Schichtdicke und Bepflanzung nachhaltig zur Bewirtschaftung des Jahresniederschlages beiträgt. Wasser, das über die Pflanzen oder das Vegetationssubstrat verdunstet, muss nicht über aufwändige und damit kostenintensive Abflussbauwerke abgeleitet werden. Versuche in Veitshöchheim haben bei Extensivbegrünungen mit 10 cm Dicke Jahresabflüsse von ca. 50 % der Niederschläge ergeben, dies entspricht auch den Angaben der Gründachrichtlinie 2002 (vgl. Tab. 2). Auch bei Intensivbegrünungen mit 30 cm Dicke können mit einem Jahresabfluss von 30 % der Niederschläge die Angaben der Gründachrichtlinie bestätigt werden.

Tabelle 2: Jährliche Wasserrückhaltung bezogen auf Standorte mit 650-800 mm Niederschlag bei Dachbegrünungen in Abhängigkeit von der Aufbaudicke - nach FLL-Dachbegrünungsrichtlinie

Begrünungsart	Aufbaudicke in cm	Vegetationsform	Wasserrückhaltung in %	Abflussbeiwert ψ_a
Extensiv	2-4	Moos-Sedum	40	0,60
	> 4-6	Sedum-Moos	45	0,55
	> 6-10	Sedum-Moos-Kraut	50	0,50
	> 10-15	Sedum-Kraut-Gras	55	0,45
	> 15-20	Gras-Kraut	60	0,40
Intensiv	15-25	Rasen, Stauden, Kleingehölze	60	0,40
	> 25-50	Rasen, Stauden, Sträucher	70	0,30
	> 50	Rasen, Stauden, Sträucher, Bäume	> 90	0,10

Damit ergeben sich z. B. bei der Abrechnung nach gesplitteten Abwassergebühren für den Anwender auch wirtschaftliche Vorteile, da der Einfachheit halber die dort ausgewiesenen Jahresabflussbeiwerte meist als Maßstab für die Berechnung der Regenwassergebühr herangezogen werden. Allerdings ist in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt, dass bei den jahreszeitlichen Verdunstungsleistungen im Winter nur vernachlässigbar geringe Verdunstungsraten auftreten, d. h. fast der gesamte Niederschlag abfließt, während im Sommer oft monatelang überhaupt kein Abfluss auftritt. Günstiger gestaltet sich die Situation auch dann, wenn das Überschusswasser der Dachbegrünung gesammelt und als Brauchwasser für Toilettenspülung und Gartenbewässerung genutzt werden kann. Gelegentlich werden Bedenken gegen die Brauchwassernutzung aus Gründächern dahingehend geäußert, dass sie stark mit Nährstoffen befrachtet seien. Wie Untersuchungen in Veitshöchheim gezeigt haben, ist diese Befürchtung weitgehend unbegründet. Sowohl bei der

Intensiv- als auch bei der Extensivbegrünung lagen die Gehalte der Nährstoffe in Dachsickerwässern im tolerierbaren Bereich. Im Regelfall erfüllen die Abflusswässer die Qualitätsanforderungen der EU-Richtlinie für Badegewässer, so dass eine Qualitätsminderung des Brauchwassers z. B. für die Bewässerung von Grünflächen oder die WC-Spülung nicht befürchtet werden muss [KOLB^{5,6}, W. (2002)].

Ganz im Gegenteil: Wie Versuchsergebnisse an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau belegen, kann durch Begrünungsmaßnahmen die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser von Dacheindeckungen aus Kupfer und Zinkblech langfristig sogar eingedämmt werden [KOLB⁷, W. (2002)]. Voraussetzung dafür ist – und davon kann man nach 3 Versuchsjahren bisher ausgehen, dass entgegen der Erwartung auch Metalldächer begrünbar sind.

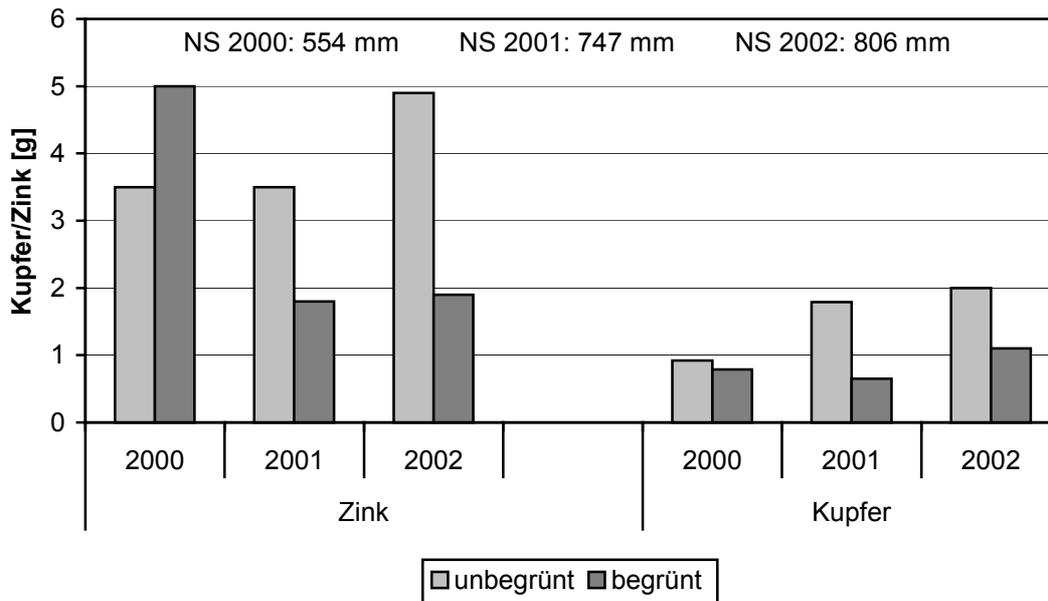


Abbildung 5: Gesamtauswaschungsmengen an Kupfer-/Zink-Ionen bei Schrägdächern mit Metalleindeckung

Wie Abb. 5 vermittelt, lag die Gesamtauswaschung von Zink bei begrünnten Schrägdachvarianten mit Zinkeindeckung innerhalb von 3 Versuchsjahren deutlich unter der Auswaschung unbegrünter Dächer. Auch bei der Kupfereindeckung ist im Bezug zur abgeführten Wassermenge eine verminderte Auswaschung von Kupfer-Ionen feststellbar. Dank seiner Verdunstungsleistung profitiert das Gründach mit Beginn des 2. Vegetationsjahres von einer verminderten Auswaschungsrate an Schwermetallen und leistet damit Vorschub für eine risikofreie Nutzung des Dachwassers als Brauchwasser und zur Versickerung.

1.2 Versickerungsaktive Belagsflächen mit grünen Fugen

Die Herstellung von versickerungsaktiven Pflasterbelägen bietet zusätzliche Möglichkeiten dezentraler Regenwasserbehandlung auf Flächen des ruhenden Verkehrs, also Parkplätzen, Behelfszufahrten und anderen, gering benutzten Wegeflächen. Funktionsfähiges Fugenpflaster sollte einerseits gut begehrbar und befahrbar sein. Darüber hinaus ist eine ausreichende Fugenfläche zu fordern, um ein Mindestmaß an Vegetation und Wasserdurchlässigkeit sicherzustellen. Die jeweiligen Faktoren beeinflussen sich gegenseitig. So führt eine vergleichsweise breite Fuge zu günstigen Voraussetzungen für die Wasserdurchlässigkeit und die Entwicklung einer leistungsfähigen Vegetation; sie muss aber mit einer geringeren Begehrbarkeit in Gemeinschaft mit abnehmender Belagsstabilität erkaufte werden. Ein weiteres Problem ergibt sich aus der Verkehrsbelastung, die oft in der Planungsphase nur sehr schwer abzuschätzen ist. Diese beeinflusst aber vor allem die Auswahl der Vegetation, wenn sichergestellt werden soll, dass die Pflasterfugen dauerhaft begrünt bleiben sollen.

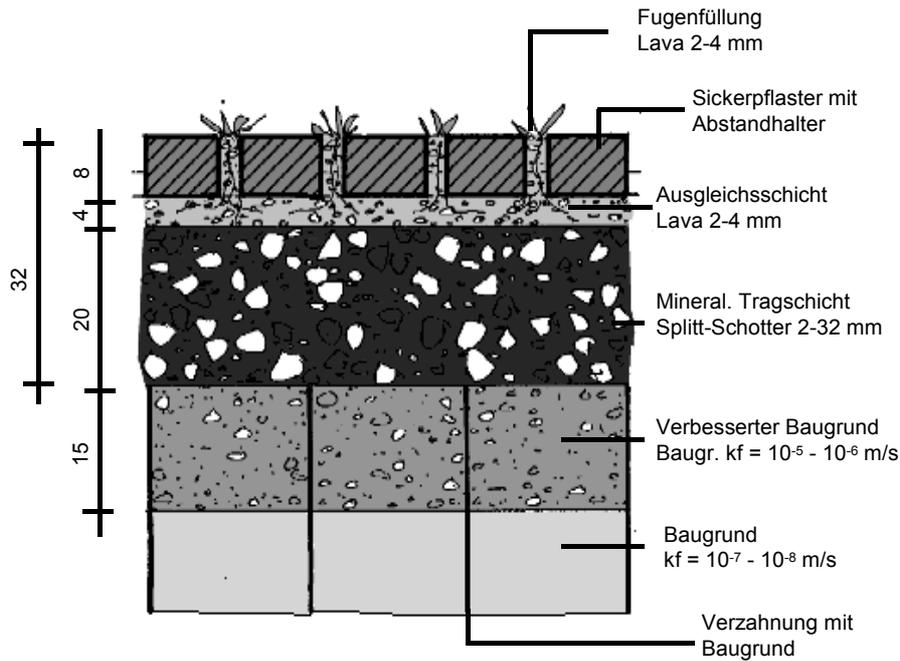


Abbildung 6: Versuchsaufbau versickerungsaktives Fugenpflaster

Der Aufbau von Fugenpflasterbelägen unterscheidet sich bautechnisch nicht so sehr von dem nicht begrünten versickerungsfähiger Beläge (vgl. Abb. 6). Dies gilt insbesondere im Hinblick auf den Baugrund und seine Anforderungen an Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit sowie für die mineralische Tragschicht. Diese allerdings wäre durchaus in die Überlegungen dahingehend einzubeziehen, als dort bezüglich der Wasserspeicherfähigkeit noch Reserven bestehen. So ist davon auszugehen, dass die Vegetation durchaus in der Lage ist, solche Mineralgemenge zu durchwurzeln. Als Beispiel dafür könnten die Tragschichtgemenge von Schotterrassen geeignet sein, wenn sie ohne Zusätze organischer Substanz hergestellt werden. Auch die Verwendung anderer, poriger Mineralstoffe mit ausreichender Festigkeit ist denkbar. Bei herkömmlicher Bauweise stellen die Ausgleichsschicht und die Fugenfüllung die eigentliche Vegetationstragschicht dar. Die Stoffe dafür müssen eine hohe Infiltrationsrate aufweisen und zwar auch dann, wenn sie durch die spätere Benutzung erheblich nachverdichtet werden. Korngrößen von 2-4 bis 2-8 mm haben sich dabei bewährt. Schlammstoffreiche Oberböden sind sicher ungeeignet, auch wenn die Anfangsentwicklung der Vegetation bis zum Erreichen eines abnahmefähigen Zustandes, also vor der Benutzung, problemlos gelingt.

Zur Prüfung spezieller Fugenfüllstoffe in Verbindung mit verschiedenen Vegetationsstrukturen wurden im Jahre 1997 an der Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim Versuche auf einer Parkplatzfläche mit ganzjährig täglicher Nutzung (außer an Wochenenden) angelegt. Bezüglich der Wasserdurchlässigkeit wiesen die getesteten Fugenfüllstoffe im Versuchsverlauf zwar Unterschiede in der Infiltrationsleistung auf; die Werte lagen aber auch nach Beendigung der dreijährigen Versuchsdauer ausnahmslos über den Anforderungen, die an eine versickerungsaktive Fläche zu stellen sind [KOLB, W. u. LEOPOLDSEDER, Th. (2001)]. Es kann davon ausgegangen werden, dass zur Versickerung unter durchschnittlichen klimatischen Bedingungen eine Infiltrationsrate von 100 l/m²/h ausreicht. Im Versuch lagen die wasserundurchlässigsten Varianten bei über 200 l/m²/h (vgl. Abb. 7).

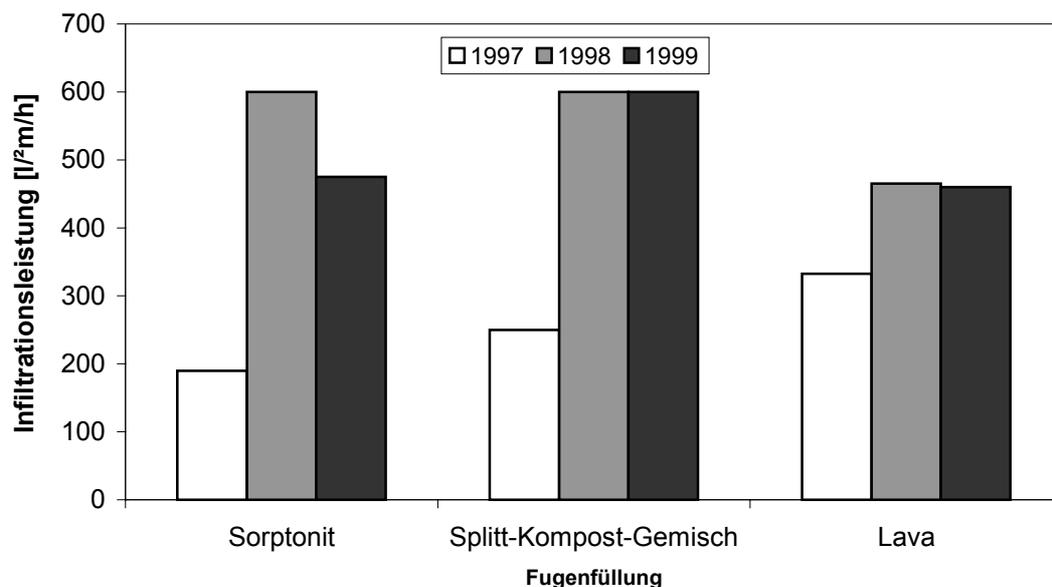


Abbildung 7: Infiltrationsleistung von Pflasterbelägen bei unterschiedlichen Fugenfüllstoffen im Verlauf von 3 Vegetationsperioden bei Gräservegetation

Vergleichsweise sieht das Regelwerk für die Herstellung von Schotterrasen lediglich eine Infiltrationsrate von 18 l/m²/h vor. Bezüglich der Stoffart konnten keine eindeutigen Vorteile eines Stoffes ausgemacht werden. Bei den gemessenen Infiltrationsleistungen erscheint es möglich, solche Beläge auch ohne Gefälle herzustellen.

Gelegentlich wird behauptet, dass Wasser aus begrünten Parkplätzen mit mineralischen und organischen Stoffen befrachtet sei, so dass es weder versickert werden noch als Brauchwasser genutzt werden kann. Wie Untersuchungen in Veitshöchheim gezeigt haben (vgl. Tab. 3), führt die Auswaschung von Nährstoffen aus den Belägen nur zu einer unwesentlichen Überschreitung der Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung, so dass das Sickerwasser ohne Bedenken dem Grundwasser zugeführt oder als Brauchwasser genutzt werden kann.

Tabelle 3: Mineralische und organische Inhaltsstoffe im Sickerwasser von Belägen im Vergleich zu den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

Bezeichnung	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	NO ₃ -N mg/l	P-Index mg/l	Färbung m ⁻¹	pH
Fugenpflaster	22,5	23,5	12,5	25,0	2,0	0,5	7,9
Porenpflaster groß	19,0	22,0	12,0	55,5	0,9	0,3	8,0
Rasenfugenpflaster	21,9	27,0	11,0	29,0	2,4	0,6	8,0
Porenpflaster klein	15,8	24,5	8,5	41,5	1,4	0,3	8,0
Schotterrasen	5,8	22,5	8,1	63,5	2,9	1,0	7,9
Grenzwert TrinkwV	12,5	50,0	150,0	50,0	5,0	0,5	6-9,5

Die Auswirkungen einer Belastung mit Tropföl wurde von der LVA in Heidelberg in Lysimetern untersucht [MOLITOR, W. (1998)]. Dabei wurde ermittelt, dass begrünte Parkplätze mit bis zu 10 Abstellvorgängen am Tag in der Lage sind, das zu erwartende Tropföl über die Verdunstung sowie Mikroorganismen abzubauen. Wie der Abb. 8 entnommen werden kann, steigert sich die Abbaurrate mit zunehmender Tropfölbelastung, was auf die Bildung leistungsfähiger Kolonien von Mikroorganismen zurückgeführt wird. Eine gewisse Beeinträchtigung der Vegetation (im Versuch auf einem Rasenkammerstein System MEBA) ist dabei allerdings nicht zu vermeiden, weil die Flächendeckung bei der stärksten Belastung mit Tropföl von 100 auf 60 % absank. Im Sickerwasser der als Lysimeter konzipierten Versuchsflächen war bei einer Gesamtaufbaudicke von 61 m jedoch zu keinem Zeitpunkt Öl nachweisbar.

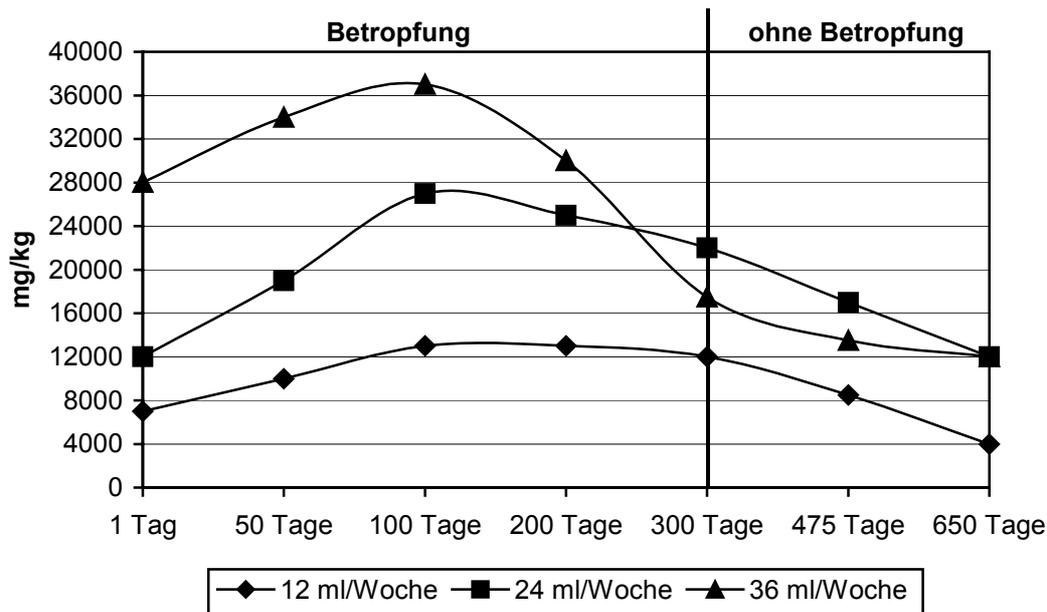


Abbildung 8: Entwicklung von Ölmengen im Aufbau einer begrünten Parkplatzfläche nach MOLITOR und MORGENSTERN verändert (1998)

1.3 Muldenversickerung – Regenwasserbewirtschaftung durch Boden und Pflanze

Versickerungsmulden können im Regelfall problemlos in die Gestaltung von Grünflächen integriert werden. Der Flächenbedarf hängt von der Durchlässigkeit des Untergrundes ab, wobei derzeit davon ausgegangen wird, dass sich Wasserdurchlässigkeitswerte von $\leq 5 \times 10^{-6}$ nicht für die Versickerung eignen. Es existieren verschiedene Berechnungsansätze zur Dimensionierung, auf die jedoch nachfolgend nicht eingegangen wird. Überschlägig kann davon ausgegangen werden, dass je nach standörtlichem Bemessungsregen und Versickerungspotential des Untergrundes Muldenflächen zwischen 8 und 25 % der anrechenbaren Abflussfläche erforderlich sind.

Aktuelle Versuche an der Landesanstalt belegen, dass jedoch nicht allein die Untergrunddurchlässigkeit und die Zusammensetzung des filterwirksamen Oberbodens sondern auch die Verdunstungsleistung der Vegetation sowie der vegetationstechnische Schichtenaufbau Einfluss auf die Versickerungsleistung von Sickermulden ausüben [EPPEL, J. (1999 u. 2003)]. So konnte bei konventioneller Bauweise mit durchlässigem Oberboden auf versickerungsfähigem Baugrund mit einem k_f -Wert $> 1 \times 10^{-5}$ m/s durch die Bepflanzung gegenüber einer Rasenansaat eine deutliche Verbesserung der Infiltrationsleistung erreicht werden. Sowohl im „Alltagsbetrieb“ als auch bei simulierter Dauerberegnung war der Wirkungsgrad hinsichtlich Wasseraufnahme bei Stauden etwa ein Drittel höher, wie der von Rasen (vgl. Abb. 9). Bei einer zum Ende des 5-jährigen Versuchs durchgeführten 48-stündigen Dauerberegnung mit permanenter Muldenfüllung konnte unabhängig von der Versickerungsleistung des Baugrunds ein vegetationsabhängiges Versickerungspotential von 100 l/m² (Rasen) bis 300 l/m² (Staudenpflanzung) rechnerisch nachgewiesen werden. Ursache für die Versickerungsaktivität der Pflanzung ist die verstärkte Wurzelaktivität im Untergrund. Wie Aufgrabungsergebnisse von Versickerungsmulden gezeigt haben, befindet sich beim Rasen mehr als 95 % der Wurzelmasse in Oberbodenschichten bis 20 cm Schichtdicke. Bei Stauden waren dagegen artabhängig innerhalb von 5 Jahren bis zu 75 % der Wurzeln mindestens 40 cm tief in den Baugrund eingewachsen.

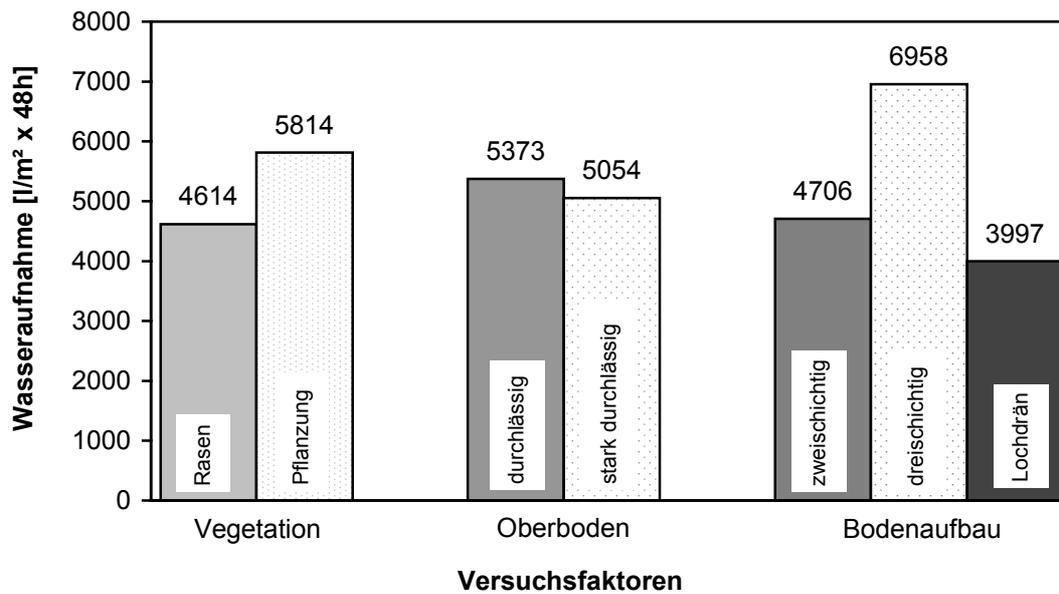


Abbildung 9: Wasseraufnahmevermögen von Versickerungsmulden innerhalb 48 Stunden Dauerberegnung in Abhängigkeit vom Aufbau der Vegetationstragschicht und der Begrünungsart

Unabhängig von der Versickerungsaktivität trägt die Vegetation vor allem durch die Verdunstungsleistung nachhaltig zur Bewirtschaftung des Oberflächenwassers bei. Im Versuch konnte der Vegetation bei 40 cm dickem Bodenaufbau ein Wasserrückhalt von durchschnittlich 20 % der jährlich zugeführten Wassermenge bescheinigt werden. Bei einem bewirtschafteten Abflussvolumen von fast 4.000 l/m² und Jahr belief sich die Speicher- und Verdunstungsleistung der Vegetation auf rund 800 l/m², womit eine spürbare Entlastung der Mulden herbeigeführt werden konnte. Die morphologisch und physiologisch begründbaren Nachteile einer Versickerung über Rasenflächen können – wie der Versuch gezeigt hat – durch eine spezielle Aufbereitung der Vegetationsschicht im Vorfeld wettgemacht werden. In Anlehnung an bodennahe Sportplatzbauweisen lassen sich durch den Einbau einer zusätzlichen Durchmischungszone, die zu gleichen Teilen aus Baugrundmaterial und Oberbodenmaterial besteht, Kapillarität und Wasserführung im Bodenkörper dahingehend verbessern, dass der positive Einfluss der Bepflanzung durch die Versickerungsaktivität eines dreischichtigen Aufbaus überlagert wird. Die Schichtdicke ist dabei so zu bemessen, dass eine hinreichende Verzahnung gewährleistet ist. In aller Regel genügen Schichtdicken von 15-20 cm.

Eine Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit der Deckschicht ist dagegen nur dann zielführend, wenn der Oberboden nicht der geforderten Durchlässigkeit nach ATV 138 [ATV (2002)] entspricht. Im Versuch hat sich gezeigt, dass mit den Mindestanforderungen der Sportplatzbau-Norm 18035-4 [DIN (1991)] für Vegetationstragschichten das Optimum an Versickerungsfähigkeit für den Sickerraum erreicht war, zumal die darunter liegenden Bodenschichten mit geringerer Wasserdurchlässigkeit bei andauerndem Zufluss schlichtweg „überfordert“ sind und bei noch größerer Durchlässigkeit der Deckschicht eher zum Rückstau neigen.

Allen Unkenrufen zum Trotz liegt die Leistungsfähigkeit aller begrünten Muldenvarianten auch nach fünf Versuchsjahren noch deutlich über der vorab rechnerisch ermittelten durchschnittlichen Entwässerungssicherheit für eine Bewirtschaftung von Regenereignissen am Standort Würzburg. Es fällt auf, dass die Leistungsfähigkeit von bepflanzten Mulden – vor allem in konventioneller zweischichtiger Bauweise – mit den Jahren sogar deutlich zugelegt hat und heute ein größeres Versickerungspotential bietet wie zur Inbetriebnahme vor 5 Jahren.

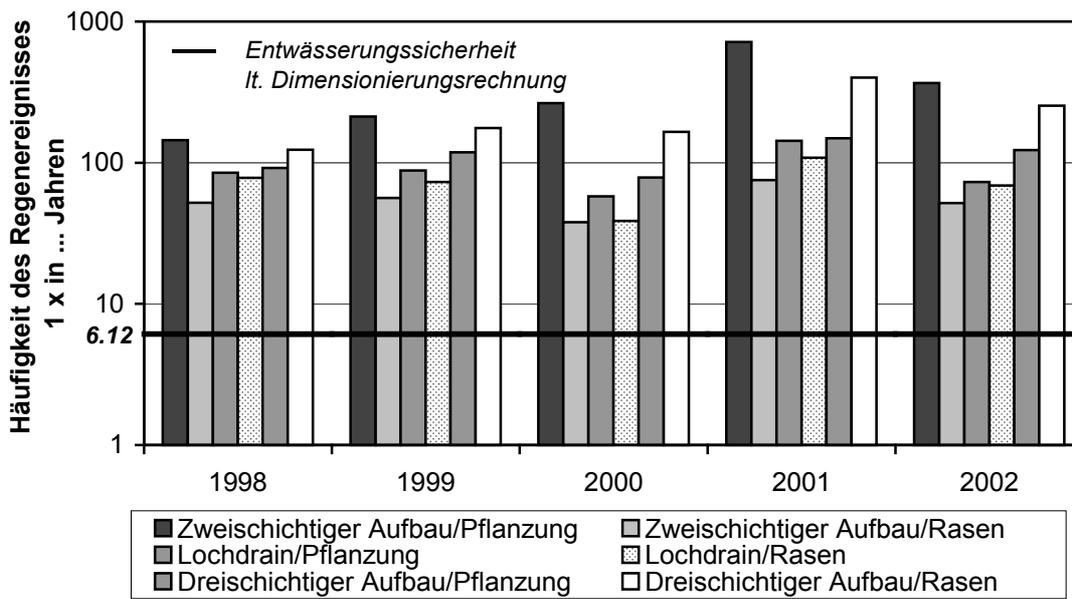


Abbildung 10: Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Muldenvarianten bei jährlich wiederkehrenden Beregnungsereignissen mit 260 l/ha x s

Erfreulich ist auch die Entwicklung der dreischichtigen Variante, die – allerdings ohne erkennbaren Einfluss der Vegetation – ebenfalls eine Verbesserung der Regenwasserbewirtschaftung mit sich bringt. Die erzielten Ergebnisse (vgl. Abb. 10) beruhen auf jährlich wiederkehrenden Messberegnungen, die mit einer Niederschlagsintensität von 260 l/(s x ha) bis zum maximalen Überstau auf den Flächen ausgebracht worden waren. Selbst unter verschärften Bedingungen, d.h. bei Beschickung im wassergesättigten Bodenzustand, ist die Entwässerungssicherheit nach 5-jähriger Betriebsdauer nicht gefährdet; wenngleich die Leistungsfähigkeit erwartungsgemäß niedriger ausfällt als bei Bodentrockenheit. Der Trend einer pflanzenbeeinflussten Versickerungsleistung bei zweischichtigem Aufbau bleibt indes auch bei Wassersättigung bestehen.

2 Zusammenfassung

Wie die Ergebnisse von Einzelmaßnahmen gezeigt haben, können Vegetationsflächen über ihre ästhetische Wirkung hinaus in vielschichtiger Weise einen Beitrag zur Stabilisierung und Konsolidierung des Wasserhaushalts leisten. Unter der Vorgabe bei der Bewirtschaftung von Regenwasser ohne einen Kanalanschluss auszukommen, gilt es, diese vegetationstechnischen Einzelmaßnahmen in ein System einzubinden, das Entwässerungssicherheit bietet aber auch ökologischen Ansprüchen gerecht wird.



Abbildung 11: Regenwasserbewirtschaftung im Modell: Ein Einfamilienhaus mit Garten integriert die Regenwasserbehandlung ohne Nutzungseinschränkung

Im Zuge eines Modellvorhabens wurde diese Zielsetzung mittlerweile bereits in die Tat umgesetzt. Seit 1997 bereibt die Landesanstalt auf einem im Maßstab 1:10 verkleinertem Einfamilienhausgrundstück von rund 500 m² mit entsprechender Einfamilienhausbebauung und Erschließung Versickerung vor Ort ohne Kanalanschluss. Die Baugrundverhältnisse lassen nach den einschlägigen Bemessungsvorschriften mit k_f -Werten zwischen $3,4 \times 10^{-6}$ und 4×10^{-7} nur noch eine bedingte Versickerungsfähigkeit erwarten. Neben der Dachbegrünung und versickerungsaktiven Belagsflächen ist das Modell mit Versickerungseinrichtungen in Form einer begrünten Mulde mit Überlauf an eine unterirdische Grabenrigole ausgestattet. Die Nutzbarkeit des Grundstückes wird durch die Funktion der begrünten Versickerungseinrichtungen nicht beeinträchtigt [LEO-POLDSEDER, Th. (2003)]. Nach mehr als 5-jähriger Erprobung beeindruckt die Leistungsfähigkeit des multifunktionalen Verbundsystems. Bei Dauerberegnungen mit Intensitäten von 450 l/(s x ha) konnten innerhalb von 12 Tagen nahezu 350 mm Niederschlag aufgebracht werden, ohne dass ein Überlauf in den Kanal erzeugt worden ist. Im Mittel wurden bei den 5 ausgebrachten Niederschlagsereignissen jeweils nahezu 70 l/m² in 28 Minuten vor Ort bewirtschaftet. In einem Steigerungsversuch wurde zudem die Leistungsfähigkeit gegenüber konventioneller Entwässerung erprobt. Mit einer Belastungsgrenze von 50 mm in 19 Minuten lag das Versickerungsmodell deutlich über den Anforderungen der DIN 1986 mit 27 l/m² in 15 Minuten für die Dimensionierung konventioneller Kanalentwässerungen. Die Aufnahmekapazität des Systems lag damit um 48 % über dem normativ geforderten Wert. Schon nach 10 Minuten war der vorgehaltene Überstau von 14,5 cm in den Mulden bereits wieder abgebaut. Insgesamt konnten in den zurückliegenden Jahren Niederschlagsmengen von durchschnittlich 2.000 mm pro Jahr problemlos – d. h. ohne Kanalanschluss – bewirtschaftet werden [LWG (2003)].

Die vorgestellten Ergebnisse beweisen, dass es möglich ist, mittels funktionsgerecht geplanter und gebauter Grünflächen ein alternatives Entwässerungsangebot für bebaute Grundstücke mit mehr als 50 % Überbauungs- und Befestigungsanteil zu entwickeln. Eine bisher noch nicht durchgeführte Brauchwassernutzung als integrierter Bestandteil dezentraler Regenwasserbehandlung eröffnet darüber hinaus zusätzliche Speicherkapazitäten, die in Form von Zisternen wie hausinterne Regenrückhaltebecken wirken. Damit lassen sich die Möglichkeiten der Brauchwassernutzung und der Versickerung auf engstem Raum optimieren und als geschlossenes Verbundsystem hausnah auf dem eigenen Grundstück verwirklichen.

3 Literatur

- [1] ATV-DVWK-A 138 (2002): Arbeitsblatt: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Ausgabe 2002, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef (Hrsg.)
- [2] DIN 1986/2 (1995): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Deutscher Normenausschuss, Berlin, 1995
- [3] DIN 18035 - 4 (1991): Sportplätze - Rasenflächen, Deutscher Normenausschuss, Berlin, 1991
- [4] EPPEL, J., (1999): Die Wanne ist voll... ,Veitshöchheimer Berichte 44/1999, S. 67-74, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [5] EPPEL, J., (2003): Einfluss von Pflanzenarten auf die Versickerungsleistung bei Muldenversickerung, Veitshöchheimer Berichte 69/2003, S. 11-18, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [6] FLL (2002): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Ausgabe 2002, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V. Bonn (Hrsg.)
- [7] KOLB¹, W., (2002): Gute Gründe für die Dachbegrünung – Gründach und Regenwasser, Dach und Grün 1/2002, S. 4-9
- [8] KOLB², W., (2002): Regenwassermanagement durch Grünflächen, Neue Landschaft 8/2002 S. 31-34
- [9] KOLB³, W., (2002): Einfluss der Substrate auf die Abflussverhältnisse von geneigten Dächern, in: Dachbegrünung - Veitshöchheimer Berichte 66/2002, S. 107-112, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [10] KOLB⁴, W., (2002): Einfluss der Oberflächenneigung auf die Abflussverhältnisse von geneigten Dächern, in: Dachbegrünung - Veitshöchheimer Berichte 66/2002, S. 101-106, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [11] KOLB⁵, W., (2002): Qualität von Ablaufwasser aus Dachbegrünungen Teil I: Extensivbegrünungen, in: Dachbegrünung - Veitshöchheimer Berichte 66/2002, S. 113-118, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [12] KOLB⁶, W., (2002): Qualität von Ablaufwasser aus Dachbegrünungen Teil II: Intensivbegrünungen, in: Dachbegrünung - Veitshöchheimer Berichte 66/2002, S. 119-122, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [13] KOLB⁷, W., (2002): Metalleindeckung für Gründächer, Grün Forum LA 12/2002, S. 20-22
- [14] KOLB, W., (2003) Wasserrückhalt der Dachbegrünung, Rasen-Turf-Gazon 2/2003, S.36-41
- [15] KOLB, W., LEOPOLDSEDER, Th. (2001): Rasenfugenpflaster – Stoffe; Infiltrationsraten und Sickerwasserqualität, Veitshöchheimer Berichte 58/2001, S. 36-42, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [16] LEOPOLDSEDER, Th. (2003): Regenwasser speichern und versickern, Veitshöchheimer Berichte 72/2003, S. 119-122, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)
- [17] MOLITOR, W., (1998): Keine Schäden durch Tropföl, Deutscher Gartenbau 38/1998, S. 29-30
- [18] LWG (2003): Merkblatt: Wohin mit dem Regenwasser?, Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (Hrsg.)

Anschrift des Verfassers: LD Jürgen Eppel, Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim, Tel: 0931/9801-0, Fax: 0931/9801-400