

# Kurzbericht

an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des  
Landes Nordrhein-Westfalen

## „Pilotstudie zum Einfluss der Versickerung auf den Wasserhaushalt eines Stadtteils“ Phase II

(AZ: IV-9-042234)

<b>Projektleitung:</b>	Prof. Dr. W. G. Coldewey Lehrstuhl für Angewandte Geologie Westfälische Wilhelms-Universität Münster Corrensstr. 24 48149 Münster	Prof. Dr.-Ing. W. F. Geiger Fachgebiet für Siedlungswas- serwirtschaft Universität Essen Universitätsstr. 15 45141 Essen
<b>Projektbearbeitung:</b>	Frau Dipl.-Geol. Dr. P. Göbel Dipl.-Geol. Holger Stubbe Frau Dipl.-Geol. Dr. M. Weinert Frau Dipl.-Geol. J. Zimmermann	Dipl.-Ing. Stefan Fach

**Dezember 2001**

## 1 Einleitung

Die Phase II der „Pilotstudie zum Einfluss der Versickerung auf den Wasserhaushalt eines Stadtteils“ wurde im November 2000 durch die Westfälische Wilhelms-Universität Münster und die Universität Essen beantragt. Dieser wurde durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen am 10.01.2001 bewilligt (AZ: IV-9-042234). Mit dem Schreiben vom 22.01.2001 nahmen die Universitäten den Auftrag an.

Das Ziel der Pilotstudie ist die Untersuchung des Einflusses der Versickerung auf den Wasserhaushalt eines Untersuchungsgebietes. Denn nur anhand von konkreten Beispielen können grundsätzliche Planungsvorgaben für die Praxis abgeleitet werden, um eine negative Beeinflussung der Grundwassersituation zu vermeiden.

Die Ziele der Pilotstudie sind im Einzelnen:

- Die Auswirkungen einer technischen Versickerung der Niederschläge auf die Grundwasserverhältnisse sollen berechnet werden.
- Die beeinflussenden Faktoren (Dimension der Bebauungsgebiete, Versiegelungsgrad, Versickerungsrate, Niederschlag, und einschränkend die Böden bzw. Durchlässigkeitsbeiwerte) sollen im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Versickerung verglichen werden.
- Ein Konzept zur Abschätzung der maximal verträglichen Versickerung in dem betreffenden Untersuchungsgebiet im Hinblick auf eine nachhaltige Sicherung der Flurabstände soll erstellt werden.
- Empfehlungen für Behörden, Stadtplaner und Bürger sollen erarbeitet werden.

Die Ergebnisse, wie Grundwassergleichenkarten, Flurabstandskarten und Grundwasserstandsdifferenzkarten können im Anschluss an die Pilotstudie durch die entsprechende Behörde für das Internet verfügbar gemacht werden (Bürgernähe).

Für die Abschätzung des Einflusses der Versickerung auf den Wasserhaushalt und auf die Grundwasserverhältnisse bedarf es einer ganzheitlichen Betrachtung. Es ist das Zusammenwirken des Grundwasserhaushaltsverteilung unterhalb und außerhalb von Versickerungsanlagen unter Berücksichtigung hydrogeologischer Verhältnisse zu betrachten.

Nach Auswahl eines geeigneten Untersuchungsgebietes wurden im Rahmen der Pilotstudie, dessen Ablauf in Abbildung 1 schematisch dargestellt ist, Informationen über die Geologie, Hydrogeologie, Böden, Klima, Topographie und Nutzung bzw. Versiegelung zusammengetragen und ausgewertet. Im Rahmen der Datenerhebung vor Ort wurden die Grundwassersituation sowie oberirdische Gewässer kartiert und vermessen. Daraus resultieren Aussagen über die Flurabstände, Grundwasserentnahmen und Abflussmengen sowie die Anbindung der oberirdischen Gewässer an das Grundwasser. Die Durchlässigkeiten des Untergrundes wurden mit verschiedenen Methoden flächendifferenziert ermittelt.

## 2 Vorgehensweise

In der Pilotstudie werden im Sinne der ganzheitlichen Betrachtung alle wichtigen hydraulischen Prozesse im Boden mittel unterschiedlicher Computermodelle abbildet. So wird die flächendifferenzierte Grundwasserneubildungsraten für das gesamte Untersuchungsgebiet, d.h. ohne Berücksichtigung der Versickerungsanlagen, mit dem Hilfe des Programms GwNeu nach MEßER (1997) bestimmt. Mit dem Programm HYDRUS\_2D (1999) wird die Wasserhaushaltsbilanzierung unterhalb von Versickerungsanlagen berechnet. Dieses Programm ist in der Lage, die komplexen Verhältnisse des Versickerungsvorganges abzubilden und erlaubt Aussagen über die Grundwasserneubildungsraten unterhalb von Versickerungsanlagen.

Die mit dem o.g. Programmen berechneten Grundwasserneubildungsraten finden Eingang in eine numerische Grundwassermodellierung mit dem Programm SPRING, das auf der Methode der Finiten Elementen beruht. Dieses Programm ist ein effektives Werkzeug zur Berechnung der Grundwasserströmungsverhältnisse und somit zur Berechnung der Grundwasserstände. Für die Netzkonfiguration und die Simulation benötigt das System eine Vielzahl von Eingangsdaten, die im Zuge der Vorarbeiten erhoben wurden.

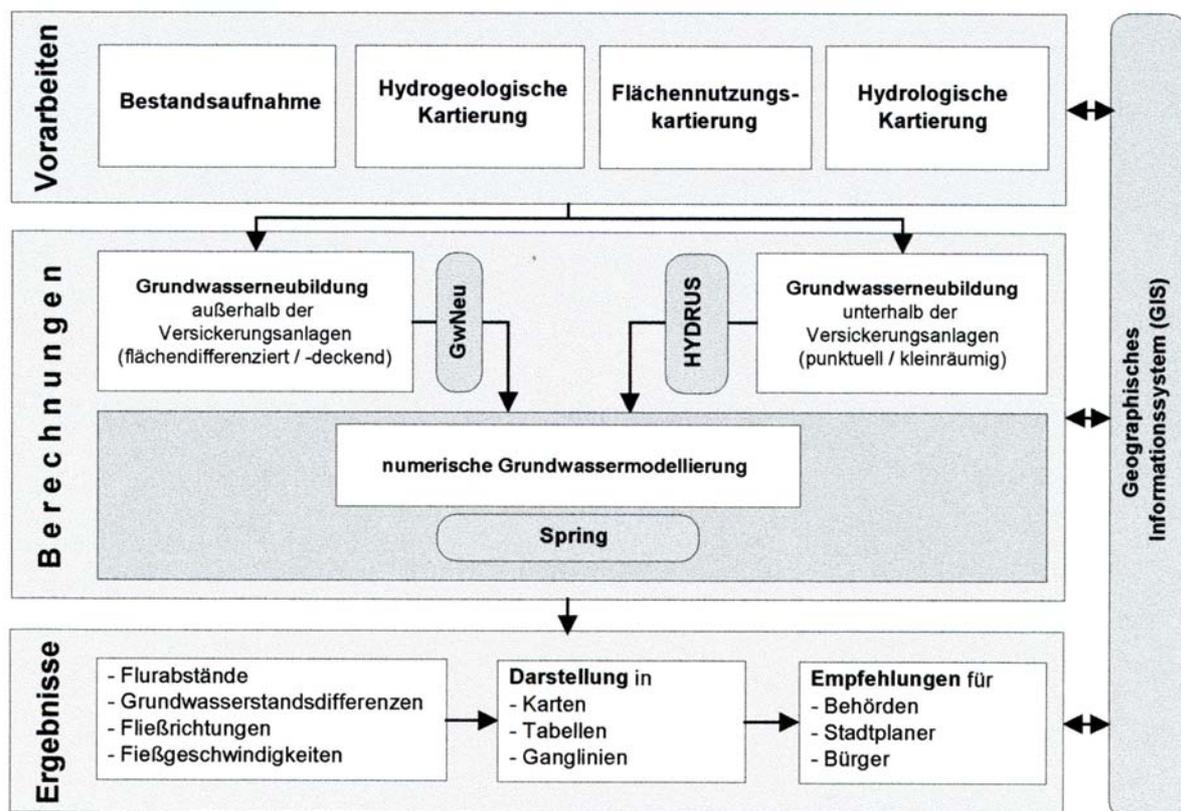


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vorgehensweise der Arbeiten in der Pilotstudie.

Aufgrund der Ausgangsdaten wurden mit dem kalibrierten Grundwassermodell verschiedene Varianten simuliert, um den Einfluss der folgenden Parameter bzw. Variablen

- Dimensionierung der Bebauungsgebiete,
- Versiegelungsgrad,
- Versickerungsrate bzw. Abkopplungsgrad und
- Niederschlag

auf die Grundwassersituation zu untersuchen (Varianten 1 bis 8). Die Varianten und ihre Variablen sind in Tabelle 1 zusammengetragen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Varianten, Annahmen und Ergebnisse der Simulation.

Varianten	Annahmen				Ergebnisse im Bebauungsgebiet			
	Dimension der Bebauungsgebiete	Versiegelungsgrad	Versickerungsrate in Mulde/Rigole (80% / 20%)	Niederschlag	Grundwasserneubildung			maximale Grundwasserstands-differenzen
					außerhalb der Versickerungsanlagen	unterhalb der Versickerungsanlagen	gesamt	
			(%)	(mm/a)	(mm/a)	(mm/a)	(mm/a)	(m)
Ausgangszustand	keine	0%	0	799	221	0	221	0
1	klein	mittel	100	799	178	245	236	+ 1,08
2	mittel	mittel	100	799	165	245	243	+ 1,76
3		dicht			150	339	258	+ 2,89
4		mittel / dicht			163	245 / 339	245	+ 2,34
5a	mittel	mittel / dicht	75	799	163 <sup>1</sup>	184 / 254	224	+ 0,83
5b			50		163 <sup>1</sup>	122 / 169	207	- 1,32
6a	keine	0%	0	625	109	0	109	0 / - 8,78
6b	mittel	mittel / dicht	100		87	190 / 263	150	+ 4,40 / - 4,38
7a	keine	0%	0	917	278	0	278	0 / + 3,44
7b	mittel	mittel / dicht	100		208	261 / 361	294	+ 1,28 / + 4,72
8	mittel	mittel / dicht	100	instationär	n.d.	n.d.	n.d.	0,6

Bemerkungen: n.d.: nicht darstellbar

<sup>1</sup>: iterative Berechnung der Grundwasserneubildung

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Pilotstudie bestätigen die von MEIßNER (1997) festgestellte Beobachtung bezüglich der Veränderung der Wasserhaushaltsgrößen durch die Bebauung und die Niederschlagsversickerung. So zeigen die Ergebnisse der Pilotstudie insbesondere, dass die Einflüsse der Niederschlagsversickerung auf den Wasserhaushalt und auf den Grundwasserstand in erster Linie abhängig sind von der Dimension der Bebauungsgebiete und vom Grad der Versiegelung.

Die Durchlässigkeiten des Untersuchungsgebietes liegen unter Berücksichtigung des Arbeitsblattes A 138 (ATV-DVWK 2000) im unteren Bereich der Zulässigkeit und Machbarkeit von Versickerungsanlagen. Die Simulationsergebnisse belegen, dass auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen eine Versickerung von Niederschlagswasser, das von den Dachflächen stammt, möglich ist. Die in den Untersuchungen festgestellten Auswirkungen werden nachfolgend beschrieben.

Durch eine großräumige Bebauung (Erhöhung des Versiegelungsgrades im Modellgebiet von 10 % auf 40 %) wird die natürliche Grundwasserneubildung ohne Versickerung von 221 mm/a auf 150 mm/a im Mittel aller Flächen des Untersuchungsgebietes deutlich reduziert. Im Falle einer Versickerungsrate von 100 %, d.h. einer vollständigen Versickerung von Dachflächenwasser, würde sich die Grundwasserneubildung im Vergleich zum bebauten Zustand ohne Versickerung fast verdoppelt, nämlich flächengemittelt von 150 mm/a auf 258 mm/a. Auch gegenüber dem Ausgangszustand ist eine Erhöhung der Grundwasserneubildung von 221 mm/a auf 258 mm/a über die Fläche gemittelt festzustellen.

Die Auswirkungen der Erhöhung der Grundwasserneubildung auf den Grundwasserstand sind differenziert zu betrachten. Bezogen auf die Grundwasseroberfläche ist bei einer dichten Bebauung in einem mittleren Bebauungsgebiet (Variante 3, Tabelle 1) von einem Anstieg des Grundwasserstandes um maximal 2,89 m auszugehen. In den Bebauungsgebieten zeigen die Flurabstände somit signifikante Änderungen. Die daraus resultierenden Flurabstände betragen aber überwiegend mehr als 5 m und sind damit als unkritisch zu beurteilen. Die hinsichtlich der Kellervernässung als sensibel zu betrachtenden Flurabstände von weniger als 3,5 m (bei Grundwasserstandsschwankungen von  $\pm 1$  m) zeigen in der Regel kaum signifikante Änderungen. Die Flurabstandslinie verschiebt sich im Mittel lediglich um weniger als 50 m. Die auffälligeren Veränderungen hinsichtlich der Flurabstände treten ausschließlich in Bereichen von großflächig auftretenden ursprünglichen Flurabständen um 3,5 m auf. Hier kommt es maximal zu einer Verschiebung der 3,5 m Flurabstandslinie um etwa 500 m, wobei sich diese Verschiebung auf eine Breite von max. etwa 250 m beschränkt. In der direkten Umgebung der Vorfluter ergeben sich generell die geringsten Veränderungen. Die Flurabstandsveränderungen werden von den Vorflutern ausgehend in die Bebauungsgebiete hinein größer. Dadurch werden sich die vorfluternahen Gebiete, die schon im Ausgangszustand geringe Flurabstände und zum Teil Vernässungen aufweisen, durch eine Versickerung im „Hinterland“ nur geringfügig vergrößern.

Eine grundsätzliche Veränderung der Grundwasserströmungsverhältnisse findet hinsichtlich der Grundwasserströmungsrichtungen nicht statt. Die in ihrer Höhe sensibel auf Veränderungen der Neubildung reagierende Wasserscheide zwischen dem Nord- und dem Südteil des Untersuchungsgebietes ist ebenfalls in ihrer Lage im Mittel weitgehend stabil.

Die Simulationsergebnisse zeigen eindeutig, dass die Einflüsse der Niederschlagsversickerung auf den Wasserhaushalt abhängig sind von der Versickerungsrate. Wenn man die Versickerungsrate senkt, d.h. nur Teile des Dachflächenwasser versickert bzw. nicht jedes Grundstück mit Versickerungsanlagen ausstattet, dann reduzieren sich die zuvor genannten Auswirkungen. Bereits bei einer 75 %igen Versickerung nähert sich die mittlere gesamte Grundwas-

erneubildung der mittleren Grundwasserneubildung im Ausgangszustand von 221 mm/a an und der Anstieg der Grundwasseroberfläche beträgt maximal 0,83 m. Wenn man nur auf jedem zweiten Grundstück das Dachflächenwasser versickert, d.h. eine Versickerungsrate von 50 % annimmt, liegt die mittlere gesamte Grundwasserneubildung mit 207 mm/a unterhalb der mittleren Grundwasserneubildung im Ausgangszustand und der Grundwasserstand würde um bis zu 1,32 m gegenüber dem Ausgangszustand absinken. Über die Wahl der Versickerungsrate bzw. die Wahl des Abkopplungsgrades können die Flurabstände nachhaltig gesichert werden, d.h. entsprechend dem Ausgangszustand erhalten werden. Die Ergebnisse der numerischen Grundwassermodellierung ermöglichen somit eine nachhaltige Bewirtschaftung des Niederschlagswassers.

Die bisher betrachteten Auswirkungen beziehen sich auf mittlere Niederschlagsverhältnisse wie sie sich im Untersuchungsjahr 2001 (WWJ 2001) mit 799 mm/a eingestellt haben. Wegen den natürlichen Schwankungen müssen die Verhältnisse in Trocken- (z. B. 1997: 625 mm/a) und in Nassjahre (z.B. 1998: 917 mm/a) unterschieden werden. Generell ist festzuhalten, dass die Auswirkungen der Versickerung in Zeiten niedrigerer Niederschlagsverhältnisse gegenüber einem unbebauten Zustand höher sind, da der Anteil der Grundwasserneubildung unterhalb der Versickerungsanlagen an der gesamten Grundwasserneubildung größer ist. In Zeiten hoher Niederschlagsverhältnisse fallen die Auswirkungen geringer aus, da der o.g. Anteil kleiner ist.

In Trockenjahren, insbesondere wenn mehrere Trockenjahre aufeinander folgen, können die natürlichen Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet in Folge einer auf 109 mm/a reduzierten mittleren Grundwasserneubildung um bis zu 8 m gegenüber dem Ausgangszustand absinken. Wenn nun in einem mittel dimensionierten Bebauungsgebiet mit mittlerer bis dichter Versiegelung (Variante 6b, Tabelle 1) 100 % des Dachflächenwassers versickert werden, erhöht sich die gesamte mittlere Grundwasserneubildung auf 150 mm/a und der Grundwasserstand steigt um maximal 4,40 m an. Die resultierenden Grundwasserstände lägen aber dennoch um bis zu 4,38 m unterhalb des Ausgangszustandes in dem mittleren Niederschlagsjahr 2001.

In Nassjahren, insbesondere wenn mehrere Nassjahre aufeinander folgen, können die natürlichen Grundwasserstände in Folge einer auf 278 mm/a erhöhten mittleren Grundwasserneubildung um bis zu 3,44 m gegenüber dem Ausgangszustand ansteigen. Wenn nun in einem mittel dimensionierten Bebauungsgebiet mit mittlerer bis dichter Versiegelung (Variante 7b, Tabelle 1) 100 % des Dachflächenwassers versickert werden, erhöht sich die gesamte mittlere Grundwasserneubildung auf 294 mm/a und der Grundwasserstand steigt um bis zu 1,28 m an. Die resultierenden Grundwasserstände betragen maximal 4,72 m mehr als der Ausgangszustand in dem mittleren Niederschlagsjahr 2001.

Die Ergebnisse der instationären Modellierung zeigen, dass sich in Jahren mit weitgehend mittleren Niederschlagsverhältnissen (2001) und einem bereits bestehenden mittel dimensionierten Bebauungsgebiet mit mittlerer bis dichter Versiegelung (wie Variante 4) die Grundwasserstände in einer mehrwöchigen niederschlagsreichen Phase weiter erhöhen können. Gegenüber den bei mittleren Niederschlagsverhältnissen zu erwartenden Grundwasserständen

kann das Grundwasser unter ungünstigen Randbedingungen innerhalb der Bebauungsgebiete um mehr als 0,25 m und lokal um bis zu 0,60 m ansteigen.

Weitere Folgen eines Grundwasseranstieges könnten sein, dass es zu Problemen mit der grundwasserabhängigen Vegetation kommen kann. Auswirkungen auf die Gewässerbetten sind nicht zu erwarten. Undurchlässige Bauwerke, die relativ tief ins Erdreich hineinragen und der temporären Speicherung von Flüssigkeiten dienen wie z.B. Regenüberlaufbecken oder Freibad-Becken, könnten durch geringere Flurabstände unter Auftrieb geraten.

In allen Simulationen kommt die große Bedeutung der Vorfluter klar zum Ausdruck. Auch das Abflussverhalten der Vorfluter ändert sich in den einzelnen Simulationen. Während alle Vorfluter im Untersuchungsgebiet zusammen im Ausgangszustand ein mittleres Niedrigwasser-Abflussverhalten (entsprechend dem grundwasserbürtigen Abfluss) von ca. 89 m<sup>3</sup>/h aufweisen, kann sich dieser Wert mit zunehmender Bebauung und Versickerung auf bis zu 124 m<sup>3</sup>/h erhöhen (Variante 1: 104 m<sup>3</sup>/h, Variante 2: 110 m<sup>3</sup>/h, Variante 3: 124 m<sup>3</sup>/h, Variante 4: 111 m<sup>3</sup>/h, Variante 5a: 93 m<sup>3</sup>/h, Variante 5b: 78 m<sup>3</sup>/h).

Die Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse vom Pilotstudiengebiet nördlich von Recklinghausen auf andere Gebiete Nordrhein-Westfalens ist generell als positiv zu bewerten, da die Untergrundverhältnisse typisch z.B. für weite Teile des mittleren Ruhrgebiets sind. Die hohen Flurabstände im Süden des Untersuchungsgebietes gelten allerdings nicht für weite Teile von Nordrhein-Westfalen, insbesondere des Ruhrgebietes und des Münsterlandes. In diesen Gebieten ist daher hinsichtlich der Versickerung mit größeren Problemen durch verringerte Flurabstände zu rechnen. In Gebieten, in denen der Untergrund eine bessere Durchlässigkeit als im Pilotgebiet aufweist, sind im Allgemeinen geringere Auswirkungen einer Niederschlagswasserversickerung zu erwarten.

Eine vergleichende Bewertung der den Wasserhaushalt beeinflussenden Faktoren erlaubt eine Aussage über deren Sensitivität. Eine Sensitivitätsanalyse hat für das Untersuchungsgebiet zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Dimension der Bebauungsgebiete: Bei einer Erhöhung des Bebauungsgebietsanteils um 31 % (Vergleich Variante 1 mit Variante 2) erhöht sich die Grundwasserneubildung um 3 %.
- Versiegelungsgrad: Bei einer Erhöhung des Versiegelungsgrades um ca. 35 % (Vergleich Variante 2 mit Variante 3) erhöht sich die Grundwasserneubildung um 6 %.
- Versickerungsrate: Bei einer Erhöhung der Versickerungsrate um 33 % (Vergleich Variante 4 mit Variante 5a) erhöht sich die Grundwasserneubildung um 9 %.
- Niederschläge: Bei einer Erhöhung der Niederschläge um 18 % (Vergleich Variante 4 mit Variante 7b) erhöht sich die Grundwasserneubildung um 20 %.

Aus den Ergebnissen folgt, dass die Auswirkungen der Regenwasserversickerung auf den Wasserhaushalt im Untersuchungsgebiet in der folgenden Reihenfolge abnehmen: Niederschläge > Versickerungsrate > Versiegelungsgrad > Dimension der Bebauungsgebiete (Bebauungsgebietsanteils).

## 4 Empfehlungen

Ob sich eine Bebauung eines Gebietes mit einer Versickerung von Niederschlagswasser negativ auf die Grundwasser- bzw. Flurabstandsverhältnisse auswirkt, hängt zunächst davon ab, ob potenzielle Konfliktbereiche innerhalb des Bebauungsgebietes und in dessen Einwirkungsbereich vorhanden sind. Die Simulationen mit dem Grundwassermodell belegen, dass in der Regel Vorfluter für das Grundwasser den Einwirkungsbereich begrenzen und dass deutliche Flurabstandsveränderungen insbesondere im Grenzbereich einer sinnvollen Regenwasserversickerungsmaßnahme bei gering durchlässigen Untergründen zu erwarten sind.

Probleme sind vor allem dann zu erwarten, wenn die Regenwasserversickerungsrate die Abnahme der Grundwasserneubildung infolge der Versiegelung übersteigt. Die technische Versickerung bewirkt dann letztlich eine Überkompensation des Eingriffes in den Wasserhaushalt. Eine Überkompensation wirkt sich vor allem in Gebieten aus, in denen die Grundwasserneubildung im Ausgangszustand aus natürlichen oder anthropogenen Gegebenheiten bereits sehr gering ist, z.B. wenn die Reliefenergie wie bei der Castroper Hochfläche erhöht ist (MEBER 1997). Bei diesen Voraussetzungen kann die Grundwasserneubildung infolge der Versiegelung gegen Null gehen. Die Simulationsrechnungen mit dem Grundwassermodell zeigen die zu erwartenden Auswirkungen. Mit entsprechenden technischen Mitteln wie Modellrechnungen und Bilanzierungen hat man nun die Möglichkeit, die Menge des zu versickernden Niederschlagswassers derart zu optimieren, dass negative Auswirkungen weitgehend ausgeschlossen werden können. Diese Maßgabe sollte gerade dann zur Anwendung kommen, wenn der Einwirkungsbereich und/oder der potenzielle Konfliktbereich nicht bekannt ist. Dies setzt die Kenntnis des Wasserhaushaltes eines zu planenden Bebauungsgebietes voraus. Hierzu ist der natürlichen Wasserhaushalt und das Versickerungspotenzial z.B. von den Dachflächen zu berechnen, um beide Komponenten aufeinander abzustimmen.

Für das Untersuchungsgebiet lassen sich unter den gegebenen hydrogeologischen Voraussetzungen Aussagen zur maximal verträglichen Versickerungsleistung machen. Der Untergrund im Untersuchungsgebiet besitzt Durchlässigkeitsbeiwerte von  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s und liegt damit nach Arbeitsblatt A 138 (ATV-DVWK 2000) im unteren Bereich der Zulässigkeit von Versickerungsanlagen. In einem Bebauungsgebiet sind beinahe unabhängig von der Dimension des Bebauungsgebietes und dem Versiegelungsgrad Versickerungsraten zwischen 75 % und 50 % zu empfehlen. Dies gilt für die Versickerung der Dachflächenwässer. Wenn darüber hinaus noch das auf Straßenflächen, Zuwegungen oder Terrassen anfallende Wasser versickert werden soll, sind die Versickerungsraten entsprechend weiter zu reduzieren. Eine Versickerungsrate von mehr als 75 % der Dachflächenwässer sollte vermieden werden, da ansonsten sowohl die Flurabstände direkt auf dem Grundstück als auch die Flurabstände abseits des Grundstückes beeinträchtigt werden.

Diese Aussagen lassen sich auch auf andere Gebiete in Nordrhein-Westfalen übertragen, die vergleichbare hydrogeologische Voraussetzungen besitzen. In Gebieten mit Durchlässigkeitsbeiwerten des Untergrundes von kleiner als  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s ist eine Versickerung laut Arbeitsblatt A 138 (ATV-DVWK 2000) ohnehin nicht zu empfehlen. In den Gebieten in Nordrhein-

Westfalen, die sich durch höhere Durchlässigkeiten des Untergrundes ( $>1 \cdot 10^{-5}$  m/s) auszeichnen, sind die großräumigen Auswirkungen der Versickerung geringer zu bewerten.

Ein für gesamt Nordrhein-Westfalen gültiges Konzept zur Abschätzung der maximal verträglichen Versickerungsleistung lässt sich aus den in dieser Pilotstudie gewonnenen Erkenntnissen noch nicht ableiten.

#### **4.1 Empfehlungen für Behörden, Stadtplaner und Bürger**

Die Versickerung von Regenwasser ist wegen der ökonomischen und ökologischen Vorteile sinnvoll. Allerdings kann sich die technische Versickerung negativ auf die Grundwasserstände und die Flurabstände auswirken.

Das derzeitige Vorgehen in der Praxis sieht folgendermaßen aus: Durch den gesplitteten Gebührenansatz in vielen Kommunen ist eine hohe Zahl von Bürgern gewillt, das auf dem Grundstück anfallende Regenwasser zu versickern. Dafür mussten bisher die Bürger bei den Behörden Anträge stellen, da die Versickerung von Regenwasser Bestandteil der kommunalen Satzung ist. Um den hohen Verwaltungsaufwand seitens der Behörden zu minimieren, ist die Versickerung von Dachabflüssen über die belebte Bodenzone in vielen Städten wie Recklinghausen erlaubnisfrei durchführbar, wenn die Voraussetzungen nach Arbeitsblatt A 138 (ATV-DVWK 2000) erfüllt sind. Nur in Einzelfällen muss der Grundstücksbesitzer die Versickerungsfähigkeit seines Untergrundes durch Gutachten oder selbstdurchgeführte Versickerungstests nachweisen.

Die Ergebnisse der vorliegende Pilotstudie zeigen allerdings, dass selbst der sorgfältige Nachweis der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes eines Grundstücks für die nachhaltige Sicherung der Flurabstände nicht ausreicht. Die einzige Möglichkeit einer nachhaltigen Sicherung des Wasserhaushalts besteht darin, großräumige Betrachtungen des Grundwassers anzustellen.

Im Folgenden sind Empfehlungen für Behörden, Stadtplaner und Bürger in Bezug auf die nachhaltige Sicherung der Flurabstände in der Reihenfolge der Durchführbarkeit zusammengefasst:

1. Neben der Information über die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und der auftretenden Flurabstände nach A 138 (ATV-DVWK 2000) sollten die Kommunen Informationen über die hydrogeologischen Voraussetzungen der Gebiete, in denen versickert werden soll, bereithalten. Dazu zählen insbesondere die Durchlässigkeitsverteilung der wassererfüllten Schichten und Angaben über stauende Schichten. Diese Informationen können im Zuge der Errichtung neuer Grundwassermessstellen für das Grundwassermonitoring (4. Aufzählung) gewonnen werden.
2. Die Betrachtung der Auswirkungen der Versickerung auf die Grundwasserverhältnisse sollte nicht nur lokal z.B. innerhalb eines Bebauungsgebietes, sondern großräumig im

Einwirkungsbereich der Versickerungsmaßnahmen passieren. Natürliche Vorfluter für das Grundwasser bilden dabei die äußerste Grenze des Einwirkungsbereiches.

3. Bei der Festlegung von Bebauungsplänen bzw. der Ausweisung von Neubaugebieten ist es empfehlenswert, sogenannte Grenzflurabstände festzulegen. Die Versickerungsmaßnahmen sollten dabei so dimensioniert sein, dass die Grenzflurabstände nicht unterschritten werden.
4. Durch die Beobachtung der Grundwasserstände (Grundwassermonitoring) in den Bebauungsgebieten ist es möglich, die tatsächlichen Auswirkungen der Bebauung und möglicher Versickerungsmaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse zu messen und die Einhaltung der Grenzflurabstände zu gewährleisten. Um einen Vergleich zu den ursprünglichen Verhältnissen herstellen zu können, ist es notwendig das Monitoring mindestens ein Jahr vor der Bebauung zu beginnen. Das Grundwassermonitoring dient dann auch der Beweissicherung im Zuge nachträglicher Kanalisationssanierungsmaßnahmen.
5. Wenn eine Erhöhung der Grundwasserstände zu vermeiden ist, darf nur soviel Regenwasser versickert werden, wie sich die natürliche Grundwasserneubildung infolge der Versiegelung verringert. Hierzu wäre sowohl eine Berechnung der natürlichen Wasserhaushaltskomponenten als auch des Versickerungspotenzials z.B. von den Dachflächen erforderlich, um beides aufeinander abzustimmen.
6. Den natürlichen Vorflutern, wie Flüssen oder Bächen, kommt eine sehr große Bedeutung zu. Durch die Versickerung von Dachabflüssen im Einzugsgebiet der Vorfluter kann sich der grundwasserbürtige Abfluss leicht erhöhen, was aber nur eine untergeordnete Bedeutung für das Abflussgeschehen spielt. In diesem Zusammenhang ist eine Kartierung der Vorflutfunktion der Gewässer in den entsprechenden Kommunen empfehlenswert. Sind die bestehenden Vorfluter nicht als intakt einzustufen, können sich die Auswirkungen der Versickerung auf die Grundwasserverhältnisse zusätzlich erhöhen. Auch undichte Kanalisationen können Vorflutfunktionen des Grundwassers übernehmen.
7. Die Auswirkungen einer dichteren Bebauung auf die Grundwasserverhältnisse sind zwar gering, könnten jedoch in der Festlegung von Bebauungsplänen Berücksichtigung finden. Bebauungsgebiete mit einem geringen Versiegelungsgrad sind generell günstiger einzustufen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Empfehlungen für Behörden, Stadtplaner und Bürger.

Behörden	Stadtplaner	Bürger
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erfassung der hydrogeologischen Untergrundvoraussetzungen in den Neubaugebieten</li> <li>2. großräumige Betrachtung der Auswirkungen der Regenwasserversickerung</li> <li>3. Festsetzung von Grenzflurabständen</li> <li>4. Grundwassermonitoring in Neubaugebieten und Umgebung</li> <li>5. Wasserhaushaltsberechnungen</li> <li>6. Überprüfung der Vorfluterfunktion von Gewässer</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Festsetzung von Grenzflurabständen</li> <li>2. Herabsetzung des Versiegelungsgrades in Bebauungsgebieten</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informationen anfordern</li> </ol>

Im Rahmen der vorliegenden Pilotstudie konnten einige Aspekte der Versickerung nicht berücksichtigt werden. Nachfolgend wird versucht, die Auswirkungen dieser Aspekte abzuschätzen.

Die Auswirkungen wasserdurchlässiger Straßenbeläge für Wohn- und Spielstraßen sind nur ansatzweise bekannt. Durch die Versickerung des Regenwassers z.B. über Verbundsteinpflaster kann sich die GwNeubildung um 20 % bis 50 % erhöhen (MEBER 1997).

Die nachträgliche Einrichtung von Versickerungsanlagen in eine bestehende Altbebauung ist als durchaus problematisch einzustufen. Generell steht für die Beurteilung dieser Maßnahme den Behörden eine bereits abgesunkene Grundwasseroberfläche, d.h. hohe Flurabstände, als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung. Die Auswirkungen der Versickerung sind im Vergleich zum unbebauten Zustand schon hoch, aber im Vergleich zum bebauten Zustand noch höher. Dies kann dazu führen, dass sich im Umfeld der Altbebauung die Flurabstände deutlich verringern.

Die Auswirkungen undichter Kanalsysteme auf die Grundwasserverhältnisse sind bekannt. Wenn sich das undichte Kanalsystem oberhalb der Grundwasseroberfläche befindet, kann es zu Versickerung von Abwässern in den Grundwasserleiter kommen; wenn das undichte Kanalsystem allerdings im Grundwasser liegt, kann es Vorflutfunktion übernehmen und Grundwasser aufnehmen. Viele Behörden werden den Anstieg des Grundwasserstandes im Umfeld von Versickerungsanlagen gar nicht feststellen, da sich in diesen Gebieten undichte Kanalisationen mit Vorflutfunktion befinden. Wenn allerdings nachträglich die Kanalisation saniert wird, kommt es zu einem Anstieg der Grundwasserstände über den natürlichen Ausgangszustand hinaus. Durch Abwasserabgaben in den Kommunen stehen diese unter einem großen Druck, abwassertechnische Verbesserungen durchzuführen, weshalb die Sanierung der Kana-

lisation sukzessive passiert. Aus diesem Grund sind Auswirkungen undichter Kanalisationen, sofern bekannt, in die Betrachtungen mit einzubeziehen.

Selbst wenn landesweit die Verwendung von wasserdichten Betonwannen bei Kellerbau („weiße Wannen“) gefordert wird, ist das Problem der Auswirkungen der Versickerung für die bestehende Altbebauung noch nicht gelöst.

Generell bleibt festzuhalten, dass die Behörden bei der Regenwasserversickerung mehr gefordert sind, die Grundlagen zu ermitteln und diese den Planern und den Bürgern zur Verfügung zu stellen.

## 5 Literatur

HYDRUS 2\_D (1999): A MS Windows Program for Simulating Water Flow and Solute Transport in Two-Dimensional Variably Saturated Media with full-colour, high-resolution Graphics User Interface; Version 2.0, International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines; Golden.

MEIBNER, E. (1997): Umgang mit Regenwasser. – ATV Fortbildungskurs für Wassergütwirtschaft, Abwasser- und Abfalltechnik, März 1997; Fulda.

MEBER, J. (1997): Auswirkungen der Urbanisierung auf die Grundwasser-Neubildung im Ruhrgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Castroper Hochfläche und des Stadtgebietes Herne. – DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung, 58: 235 S.; Bochum.