

Regenwasserversickerung am Beispiel  
Gelsenkirchen-Schüngelbergsiedlung

von  
D. Grotehusmann  
A. Khelil  
F. Sieker  
M. Uhl

Auszug aus:

Schriftenreihe "Stadtentwässerung und Gewässerschutz"  
Nr. 4 , 1991

Seminar Stadtentwässerung und Gewässerschutz  
25.-27.2.1991  
Institut für Wasserwirtschaft  
Universität Hannover

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. F. Sieker  
Dipl.-Ing. D. Grotehusmann  
Institut für Wasserwirtschaft  
Universität Hannover  
Appelstr. 9a  
3000 Hannover

Dr. A. Khelil, Dipl.-Ing. M. Uhl  
IFS - Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH  
Vahrenwalder Str. 7  
3000 Hannover  
Telefon 0511/9357250

Seminar  
STADTENTWÄSSERUNG UND GEWÄSSERSCHUTZ  
25./26./27. Februar 1991

Institut für Wasserwirtschaft  
Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. F.Sieker

**REGENWASSERVERSICKERUNG AM BEISPIEL  
GELSENKIRCHEN - SCHÜNGELBERGSIEDLUNG**

Dipl.-Ing. M. Uhl, Dipl.-Ing. D. Grotehusmann,  
Dr.-Ing. A. Khelil, Prof. Dr.-Ing. F. Sieker  
Institut für Wasserwirtschaft  
Universität Hannover

REGENWASSERVERSICKERUNG AM BEISPIEL  
GELSENKIRCHEN - SCHÜNGELBERGSIEDLUNG

M. Uhl, D. Grotehusmann, A. Khelil, F. Sieker  
Institut für Wasserwirtschaft, Universität Hannover

1. Einführung

Die Erneuerung alter Industrieregionen stellt eine herausfordernde Aufgabe dar, deren Lösung aus ökonomischen und ökologischen Gründen geboten ist. Besondere Bedeutung innerhalb der großen alten Industrieregion "Ruhrgebiet" kommt der "Emscher-Region" zu, die auf 800 km<sup>2</sup> für etwa 2 Millionen Einwohner in 17 Städten Lebensraum ist. Industrie, Bergbau, hohe Besiedlungsdichte und Verkehr haben die Region nachhaltig verändert und geprägt. Die Abwässer der Region werden in einem 350 km langen Entwässerungssystem abgeleitet und einer weitgehend zentralen Reinigung zugeführt. Die ehemals vorhandenen natürlichen Wasserläufe, die im wasserarmen Einzugsgebiet eine schwache Wasserführung aufwiesen, wurden der Abwasserentsorgung "geopfert" und zu offenen, technisch ausgebauten Gerinnen umfunktio- niert.

Der weitgehende Abschluß der Bergsenkungen in der Emscher-Region schafft die technische Voraussetzung für eine ökologische Umgestaltung des Emscher-Entwässerungssystems. Diese Generationsaufgabe ist als wesentlicher Bestandteil der Regional- und Stadtentwicklung in der Emscher-Region zu werten, deren Hauptaufgabe die Beseitigung städtebaulicher und ökologischer Defizite als Grundlage für eine neue ökonomische Entwicklung.

Die Internationale Bauausstellung Emscherpark (IBA) stellt sich mit derzeit 60 Projekten in 7 Arbeitsbereichen der

Problematik "Erneuerung alter Industrieregionen". Die Laufzeit der IBA beträgt 10 Jahre.

Der Arbeitsbereich "Ökologische Umgestaltung des Flußsystems der Emscher" beinhaltet vorrangig folgende grundsätzliche Ziele

- getrennte Führung von Abwasser und natürlichem Abfluß
- naturnahe Gestaltung der Emscher-Bäche und der umgebenden Landschafts- und Stadträume
- hoher Stand der Abwasserreinigung und Gewässergüte
- größere Anteile des Niederschlagswassers sollen durch dezentrale Maßnahmen ("dezentrale Retention") den neuen naturnah gestalteten Reinwasserläufen zugeführt werden

Ein Projekt mit Modellcharakter stellt die Verbesserung des Wohnstandortes "Siedlung Schüngelberg" in Gelsenkirchen dar. Projektträger und -beteiligte - Stadt Gelsenkirchen, Treuhandstelle für Bergmannswohnstätten (THS), Ruhrkohle AG, Emschergenossenschaft und IBA Emscher Park Bauausstellung - haben sich über die Einzelmaßnahmen verständigt, die Modellcharakter für den ergänzenden Neubau und die Bestandssanierung von Arbeiter- und Zechensiedlungen und ihres Wohnumfeldes haben sollen.

Das Institut für Wasserwirtschaft, Universität Hannover hat für die Schüngelbergsiedlung im Auftrag der Emschergenossenschaft die Realisierungsmöglichkeiten und Auswirkungen von Retention der Niederschlagsabflüsse untersucht. Aufgrund der laufenden Sanierungsarbeiten und der geplanten städtebaulichen Erweiterung besteht die Möglichkeit, die vorgeschlagene Lösung baulich zu realisieren.

## 2. Gebietsbeschreibung

Der Lageplan (Anlage 1) der Bergarbeitersiedlung Schüngelberg zeigt den Gebäudebestand sowie die aus einem städtebaulichen Wettbewerb hervorgegangene ergänzende Neubebau-

ung. Die alten Zechenhäuser am Beginn des 20. Jahrhunderts stehen heute als ein herausragendes Beispiel für die städtebauliche und gestalterische Qualität der Arbeitersiedlung im Stil der Gartenstadt unter Denkmalschutz. Die abschnittsweise Sanierung der Siedlung unter Beachtung von Denkmalschutz und mit Mieterbeteiligung wurde 1988 begonnen. Die Neubaumaßnahmen beginnen 1991 und werden 1992 abgeschlossen sein. Es wohnen 1435 (1990) bzw. 2100 (mit Neubebauung) türkische und deutsche Bewohner in der Siedlung, die Eigentum einer Wohnungsbaugenossenschaft (THS) ist.

Eine grundstücksgenaue Gebietskartierung gab detaillierten Aufschluß über den Bestand an abflußwirksamer Fläche, sowie die Realisierungsmöglichkeiten für dezentrale Retentionsmaßnahmen. Das Einzugsgebiet der Siedlung beträgt 22 ha, 12,5 ha sind abflußwirksam mit einem Anteil von 46% versiegelter Fläche. Durch Neubebauung wird sich die abflußwirksame Fläche auf 16 ha erhöhen mit einem Anteil von 63% versiegelter Fläche. Die Ergebnisse der detaillierten Gebietskartierung zeigt Bild 1. Die Gebietsränder liegen bei 50-52 m ü. NN, ins Zentrum erhebt sich der Schüngelberg auf etwa 62 m ü. NN.

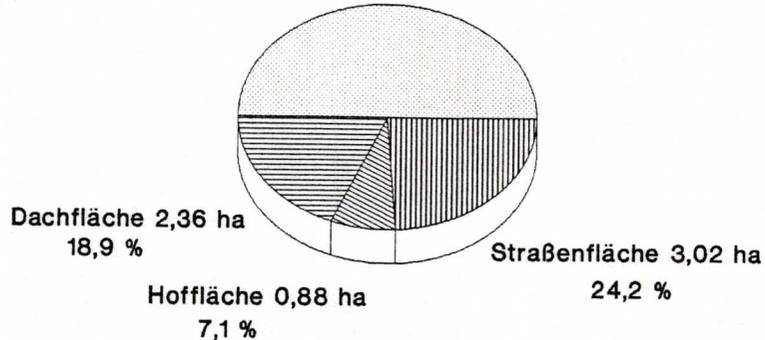
Bohrungen ergaben folgenden Bodenaufbau: einer ca. 0,5 m dicken Mutterbodenschicht folgt etwa 1 m zähplastischer Schluff, unter dem Mergel zunehmender Festigkeit folgt. Ab etwa 5 m unter GOK steht harter Mergel an. Von 15 Versickerungsversuchen vor Ort nach der open-end-Methode erbrachten 10 Versuche  $k_f$ -Werte unter  $10^{-6}$  m/s. Die Eignung des Bodens und der Untergrundverhältnisse für eine "klassische" dezentrale Versickerung ist daher nicht gegeben.

Der südliche und westliche Siedlungsteil wird vom Lanferbach umgeben, ein derzeit noch als offener Abwasserkanal fungierendes ehemaliges Fließgewässer, das im Rahmen des Sanierungsprojektes naturnah umgestaltet werden soll. Der

### Aufteilung der abflußwirksamen Flächen

Ergebnis der Gebietsbegehung - Bestand 1990

Grün-/Gartenfläche 6,22 ha  
49,8 %

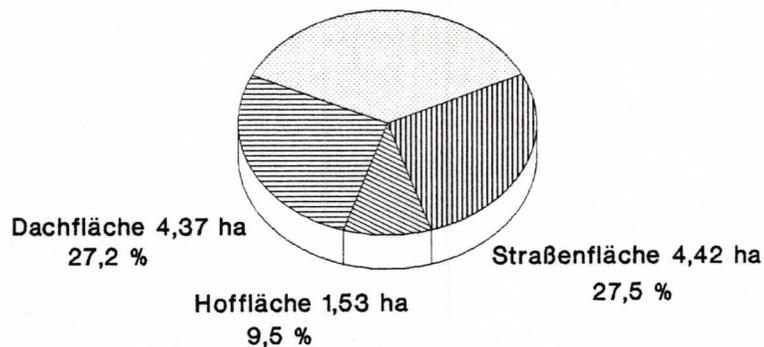


abflußwirksame Fläche 12,48 ha

### Aufteilung der abflußwirksamen Flächen

Bestand und Neubauplanung

Grün-/Gartenfläche 5,77 ha  
35,8 %



abflußwirksame Fläche 16,09 ha

Bild 1: Ergebnisse der detaillierten Gebietskartierung

natürliche Grundwasserzufluß zum Lanferbach ist durch Bergsenkung und andere anthropogene Einflüsse weitgehend nicht mehr vorhanden. Von Maßnahmen der dezentralen Retention von Niederschlagsabflüssen an der Schüngelbergsiedlung wird ein deutlicher Beitrag zur Erhöhung des Basisabflusses erwartet.

Die Entwässerung der Schüngelbergsiedlung erfolgt als Mischsystem, welches derzeit in den Lanferbach entwässert. Im Zuge der erwähnten Umgestaltung des gesamten Emschersy-

stems wird die oberirdische Abwasserableitung künftig unterirdisch getrennt von der oberirdischen Reinwasserführung erfolgen die baulichen Voraussetzungen liegen im Projektgebiet bereits vor.

### 3. Szenarien

Zur Untersuchung der Auswirkungen dezentraler Maßnahmen wurden verschiedene Szenarien entwickelt, die sich an den bestehenden Verhältnissen und Möglichkeiten orientieren. Für die Neubebauung war die dezentrale Retention als Randbedingung vorgegeben. Die Flächenanteile der einzelnen Varianten sind in Bild 2 und Tabelle 1 dargestellt. Die Varianten beinhalten folgendes:

*Bestand 1990: Ergebnis der Gebietsbegehung*

*Max DH 1* : Abtrennung aller Dach- und Hofflächen im Bestand

*Real DH 1a* : Abtrennung aller Dach- und Hofflächen im Bestand, bei denen es einfach realisierbar ist

*Real DH 1b* : wie Real DH 1a, zusätzlich werden durch einfache Maßnahmen einige durchlässige Flächen abgetrennt

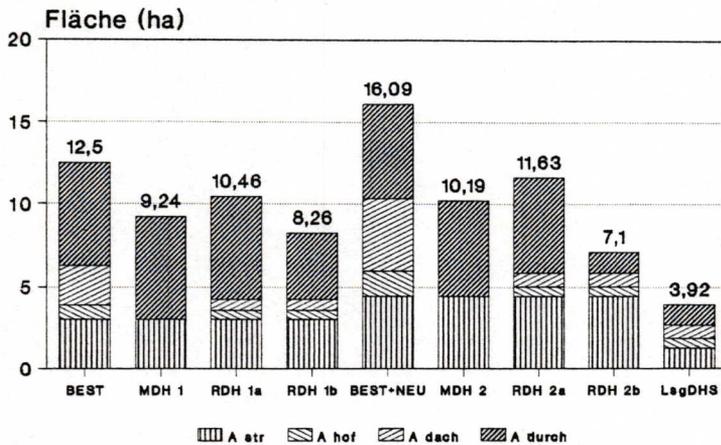
*Bestand und Neubebauung* : Ergebnis von Gebietsbegehung und Neubauplanung

*Max DH 2* : Abtrennung aller Dach- und Hofflächen in Bestand und Neubaugebiet

*Real DH 2a* : wie Real DH 2a, zusätzlich wird berücksichtigt, daß viele durchlässige Flächen nicht mehr in das Kanalnetz entwässern können

*Lsg DHS* : Abtrennung von Dach-, Hof- und Straßenflächen, bei denen es realisierbar ist, getrennte Systeme für Mischwasser, Dachabflüsse und Straßenabflüsse

**Schüngelbergsiedlung**  
Größe der konventionell entwässerten  
Flächen für verschiedene Varianten



Varianten	$A_{\text{str}}$ (ha)	$A_{\text{hof}}$ (ha)	$A_{\text{dach}}$ (ha)	$A_{\text{durch}}$ (ha)	$A_{\text{hof}}$ (ha)	$A_{\text{str}}$ (ha)
Bestand 1990	12.48	6.22	6.26	2.36	0.88	3.02
MaxDH 1	9.22	6.22	3.02	0.00	0.00	3.02
RealDH 1a	10.45	6.22	4.23	0.68	0.54	3.02
RealDH 1b	8.25	4.02	4.23	0.68	0.54	3.02
Bestand+Neu	16.09	5.77	10.32	4.37	1.53	4.42
MaxDH 2	10.19	5.77	4.42	0.00	0.00	4.42
RealDH 2a	11.63	5.77	5.86	0.85	0.59	4.42
RealDH 2b	7.10	1.24	5.86	0.85	0.59	4.42
LsgDHS	5.55	1.24	4.31	0.85	0.59	2.87

**Bild 2, Tabelle 1:** Konventionell entwässerte Flächenteile für verschiedene Untersuchungsvarianten

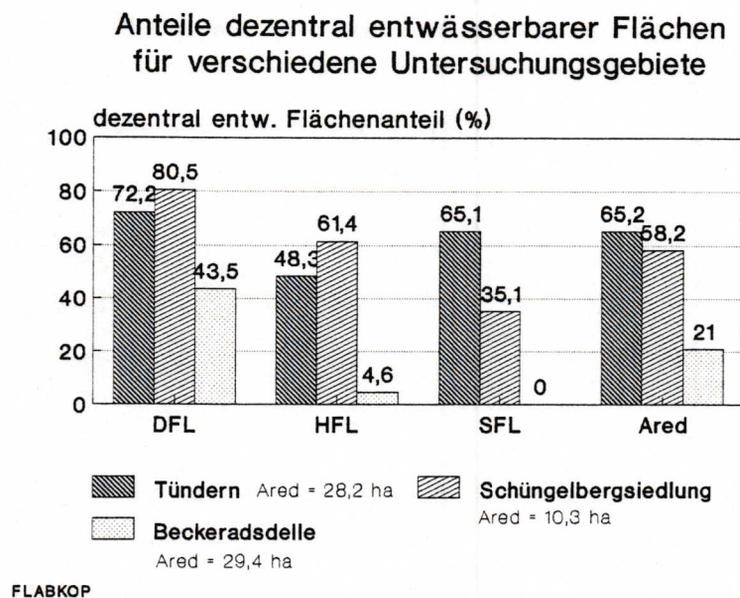
Die hier gezeigte Vielfalt von Szenarien war erwünscht, jedoch nicht unbedingt erforderlich. Entscheidend hingegen ist, daß die Szenarien auf exakten Gebietsdaten beruhen, die insbesondere die Realisierungsmöglichkeiten für jedes Gebäude bzw. Grundstück erkennen lassen müssen.

Die Realisierbarkeit dezentraler Maßnahmen wurde bei der Begehung für jedes Grundstück beurteilt anhand von Kriterien wie Grundstücksgröße und -nutzung, Gebäudegefälle, Dachrinnen -und Fallrohrführung, Umfang der (Änderungs-) Arbeiten für die Zuleitung zur dezentralen Entwässerungseinrichtung.

In Bild 3 sind die Anteile dezentral entwässerbarer Flächen für verschiedene nach gleicher Methode untersuchten Einzugsgebiete dargestellt. Für die jeweils gewählte Lösungsvariante werden die dezentral entwässerbaren Flächenanteile

getrennt für Dachflächen (DFL), Hofflächen (HFL) Straßenflächen (SFL) und "reduzierte Fläche" ( $A_{red}$ ) dargestellt. Bezugswert sind die entsprechenden abflußwirksamen versiegelten Flächenanteile.

Für die Schüngelbergsiedlung und das ländlich strukturierte Gebiet Hameln-Tündern (GROTEHUSMANN, UHL (1989)) ergeben sich mit 58% resp. 65% dezentrale entwässerbare Flächenanteile für  $A_{red}$  ähnliche Verhältnisse. Der mit 65% sehr hohe Abkopplungsgrad bei Straßenflächen in Hameln-Tündern geht weitgehend auf Maßnahmen bei einigen übermäßig versiegelten Verkehrsflächen zurück. Der im Vergleich zu den beiden anderen Gebieten geringe Anteil von 21% dezentral entwässerbarer Fläche in Beckeradsdelle (Stadtteil von Gelsenkirchen) geht im wesentlichen auf sehr ungünstige topologische Verhältnisse zurück.



**Bild 3:** Anteile dezentral entwässerbarer Flächen für verschiedene Untersuchungsgebiete

#### 4. Planungsziele und Randbedingungen

Die Konzeption einer Regenentwässerung unterliegt immer situationsspezifischen, oft übergeordneten Planungszielen und ortsspezifischen Randbedingungen. Im Fall der Schüngelbergsiedlung beeinflussen folgende Planungsziele das neue Konzept zur Regenentwässerung:

- Modernisierung des Baubestandes
- Neugestaltung von Grabeland, Gärten und Grünflächen
- Neubau von etwa 210 Wohnungen für ca. 700 neue Bewohner
- Neugestaltung des derzeit als Abwasserkanal fungieren den Lanferbaches in einen naturnah gestalteten, siedlungsnahen Wasserlauf
- weitgehende Trennung von Niederschlagsabflüssen entsprechend ihres Verschmutzungsgrades

Als Randbedingungen sind zu nennen:

- sehr geringe Wasserdurchlässigkeit des Bodens ( $k_f \leq 10^{-6}$  m/s)
- intensive Nutzung des knappen Gartenlandes meist als Nutzgarten; Bewässerungsbedarf vorhanden
- Freiflächenbedarf der Entwässerungseinrichtungen so gering wie möglich
- Entwässerungseinrichtungen sollten zugänglich und wartungsfreundlich sein
- Erhöhung des Basisabflusses des Lanferbaches nötig

Die Flexibilität und Kombinierbarkeit der einzelnen Maßnahmen zur dezentralen Retention (vgl. UHL (1989)) erlaubt, ein den vorliegenden Planungszielen und Randbedingungen entsprechendes Entwässerungskonzept zu realisieren. Das Entwässerungskonzept sowie seine Einzelelemente, die im folgenden näher erläutert werden, sind auf andere Örtlichkeiten übertragbar.

## 5. Gewähltes Entwässerungskonzept

In Abstimmung mit allen betroffenen Entscheidungsträgern und Planern wurde letztlich folgendes *Entwässerungskonzept* (Lsg DHS) entwickelt:

### *1. Ableitung des Schmutzwassers*

Siedlungsbestand: Ableitung im vorhandenen Mischwasserkanal

Neubebauung: Ableitung im neuen Schmutzwasserkanal, der an den vorhandenen Mischwasserkanal angeschlossen ist

### *2. Entwässerung von Park-, Hof- und Straßenflächen*

Neubebauung: Ableitung in einem oberflächennahen Flachnetz (Rohre oder Rinnen) in

a) gedichtete Sickermulden innerhalb des Siedlungsgebietes mit kontrollierbarem Ablaufschacht, von dort Weiterleitung in den Lanferbach

b) Sickermulden parallel zum Lanferbach mit vorgeschalteten Absetzschächten mit Tauchwand und Abschiebungsmöglichkeit

Siedlungsbestand: Im Umfeld der Neubebauung werden die Park- und Straßenflächen an die entsprechende Entwässerung der Neubebauung angeschlossen. Im übrigen Siedlungsbereich werden Park- und Straßenflächen weiterhin durch das Mischsystem entwässert.

### *3. Entwässerung von Dachflächen*

Neubebauung und Bestand: Speicherung, Versickerung und stark verzögerte Ableitung in den Bach durch ein kombiniertes System von Versickerungsmulde und Rigole

### *4. Regenwassernutzung*

Durch bauseitige Installation eines normierten Regentonnensystems wird allen Bewohnern die Möglichkeit zur Regenwassernutzung im Gartenbereich geschaffen. Nicht fachgerechte Bastellösungen werden dadurch ausgeschlossen.

Die Anlagen 1-4 enthalten Lagepläne.

Von der Gesamtkonzeption handelt es sich um ein qualifiziertes Trennsystem, das

- a) eine Trennung von Abwässern verschiedener Verschmutzungsgrade vorsieht (Schmutzwasser, Straßen- und Parkflächenabflüsse, Dachabflüsse)
- b) mit den Elementen (gedichtetes) Versickerungsbecken, Versickerungsmulde und -rigole einen erheblichen Retentionseffekt erzielt
- c) eine den flächenspezifischen Verschmutzungen adäquate Reinigungsleistung bereitstellt mit Kontroll- und Absperrmöglichkeiten an relevanten Punkten
- d) als Vorflut den Lanferbach nutzt und somit einer verlässlichen Aufhöhung des Basisabflusses dient

## 6. Konstruktive Einzelheiten

### 6.1 Rigolennetz für Dachabflüsse

Für die Entsorgung der Dachabflüsse wird ein "Rigolennetz" vorgeschlagen. Es besteht aus einer Kombination von Versickerungsmulde und Kiesrigole. Das Rigolennetz wird parallel zur Bebauung im Gartenbereich entweder auf den Grundstücksgrenzen oder im Verlauf halböffentlicher Gartenwege ("Dungwege") geführt. Anlage 2 zeigt den Systemplan des Rigolennetzes. Das Rigolennetz gliedert sich abhängig von Topologie und Bebauungsstruktur in einzelne Entwässerungsabteilungen, die letztlich in den Lanferbach als Vorflut münden. Der Verlauf des Rigolennetzes ergibt sich aus:

- dem vorhandenen Geländegefälle
- Grenzverlauf zwischen Grundstücken
- der Möglichkeit, beidseitig Grundstücke anzuschließen
- dem notwendigen Abstand von Gebäuden, um Vernässungen zu vermeiden

Bild 4 zeigt den Regelquerschnitt des kombinierten Mulden-Rigolen-Systems. Die Dachabflüsse werden oberirdisch in flachen Rinnen (gepflastert oder Fertigteile) in die Mulden eingeleitet und dort zwischengespeichert. Das Wasser versickert nunmehr durch die nun eingebrachte ca. 0,3-0,5 m mächtige Mutterbodenschicht in den Kiesgraben (Rigole) mit Abmessungen von  $h \cdot b$  ca.  $0,5 \cdot 0,5$  bis 1 m. Die Rigole ist mit Grobkies gefüllt, der allseitig mit einem Geotextil gegen das Eindringen von Feinpartikeln geschützt ist. Ein Dränrohr an der Sohle dient als Notentlastung und Grundablaß und bewirkt eine schnelle Längsverteilung des Wassers in der Rigole.

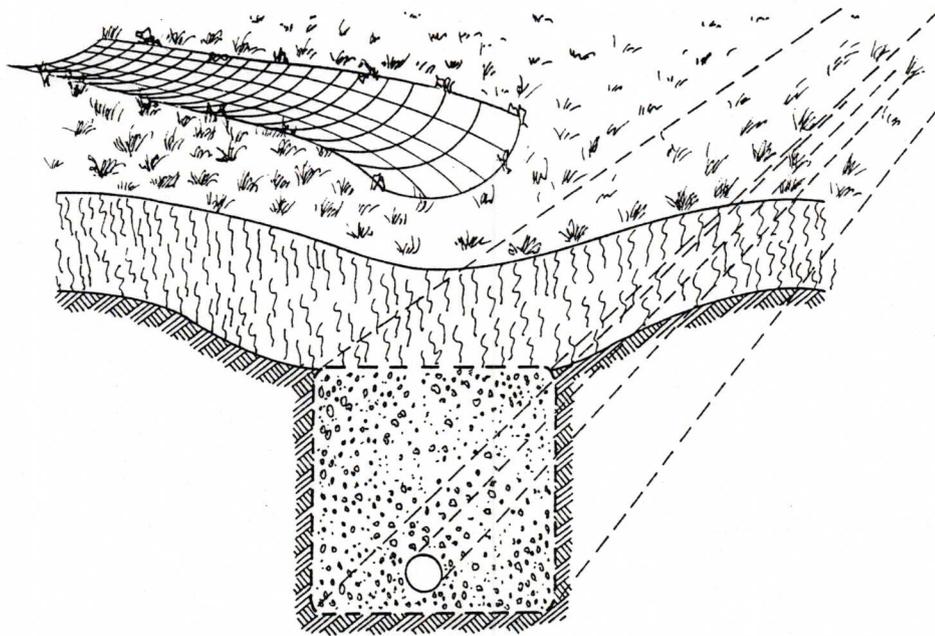
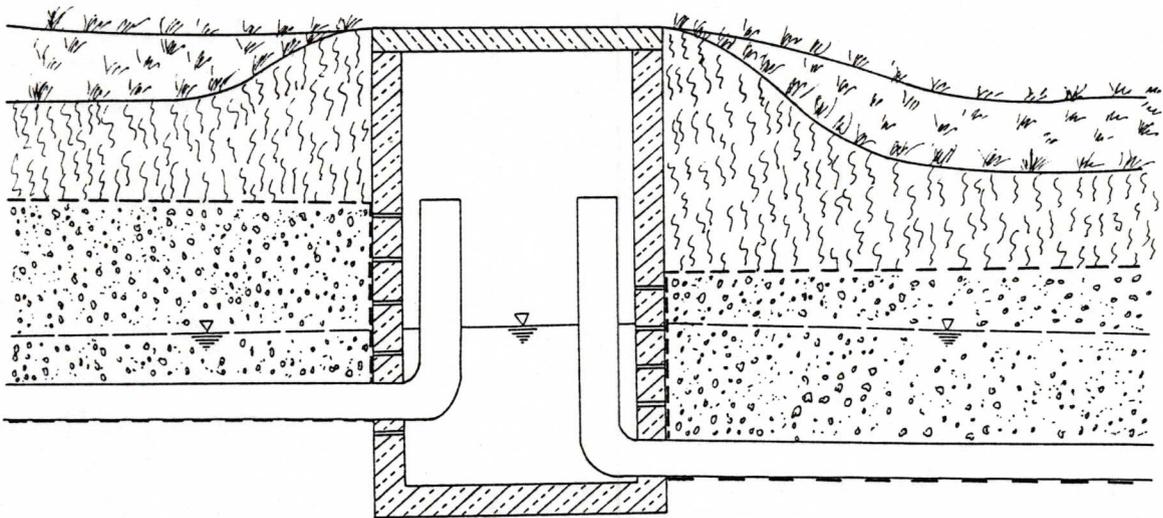


Bild 4: Regelquerschnitt der Mulden-Rigolen-Kombination

Bild 5 zeigt eine Mulden-Rigolen-Kombination im Längsschnitt mit Kontrollschacht. Das Sohlgefälle beträgt abhängig vom Geländegefälle 0,1 - 1 %. Bei stärkerem Geländegefälle ist der Verlauf "terassiert" zu führen, um einen Abflußvorgang in der Mulde zu vermeiden. Zu diesem Zweck sind Kontrollschächte als Sohlabstürze vorzusehen. Kontrollschächte sind ebenfalls nötig bei Richtungs-

änderungen der Längsachsenführung sowie in Höchstabständen von 100 m und Straßenunterführungen. Die Schächte haben einen quadratischen oder rechteckigen Grundriß. Die den Rigolen zugewandten Seiten sind gelocht oder geschlitzt. Die Dränrohre beider Rigolen werden für den normalen Betriebsfall im Schacht unperforiert bis auf die Höhe der Oberseite zur Rigole geführt. Die dienen als Überlauf für den Fall, daß aus der Mulde Wasser in die vollständig gefüllte Rigole zusickert. Im Notfall können die Krümmer abgezogen werden, so daß die Dränrohre als Grundablaß wirken.



**Bild 5:** Längsschnitt der Mulden-Rigolen-Kombination mit Kontrollschacht

Für die Bemessung des Rigolennetzes wird gemäß Arbeitsblatt A 138 eine Häufigkeit des Bemessungsregen von  $n=0,2$  zugrunde gelegt. Die Bemessung der Mulden kann nach Arbeitsblatt A 138 erfolgen werden. Die Durchlässigkeit der neu eingebrachten Mutterbodenschicht beträgt  $k_f=10^{-4}..10^{-5}$  m/s. Die maßgebende Regenbelastung wird einer örtlichen Regenstatistik entnommen. Bei der Bemessung des Speichervolumens der Rigole wird eine Versickerung in den

umstehenden Boden aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit vernachlässigt. Der erforderliche Drosselabfluß ergibt sich aus dem Ziel den Trockenwetterabfluß wirksam zu erhöhen. Das maximal erforderliche Speichervolumen kann für Regen verschiedener Dauer nach der Kontinuitätsbedingung errechnet und ausgewählt werden (vgl. SIEKER/HARMS (1987)). Zufluß zur Rigole ist daher der Abfluß (=Sickerwasser) der darüberliegenden Mulde.

Für Nachweiszwecke mittels Langzeitsimulation kann das System als zwei hintereinandergeschaltete Speicher mit füllstandsabhängigen Drosselabflüssen sowie Überlauf beschrieben werden.

Zusammenfassend kann man das Rigolennetz als ein Entsorgungssystem bezeichnen, das sowohl der Reinigung des Wassers (insbesondere bei Passage der Mutterbodenschicht), als auch der Speicherung, Versickerung und letztlich stark verzögerten Ableitung in den Lanferbach dient.

## 6.2 Flachnetz und Versickerungsmulden für Straßenabflüsse

Die Straßen-, Hof- und Parkflächenabflüsse werden ebenfalls mittels Versickerungsmulden stark verzögert und gereinigt dem Lanferbach zugeführt. Die Ableitung erfolgt mittels eines "Flachnetzes", dessen Rohre oder Rinnen möglichst hoch unter der Straßenoberfläche verlaufen, in flache, begrünte Versickerungsmulden. Entwässerungsleitungen und Versickerungsmulden müssen relativ zum umgebenden Gelände deshalb möglichst hoch liegen, weil entsprechendes Gefälle für die Bodenpassage und den Anschluß an das Fließgewässer benötigt wird.

Anlage 3 zeigt den Lageplan der Straßenentwässerung im allgemeinen und den der Versickerungsmulden im besonderen. Aus den Gefälleverhältnissen und dem Verlauf der Straßen

ergibt sich, daß die Versickerungsmulden im wesentlichen längs des Lanferbaches angeordnet werden können. Lediglich im Bereich des geplanten Stadtteilzentrums ist eine "innerörtliche" Versickerungsmulde vorgesehen.

Bild 6 zeigt eine mögliche Ausführung des Flachnetzes. Die Rohrleitung wird nur noch von einer gepflasterten Rinne überdeckt, in der das Wasser zu Einläufen geleitet wird, die im üblichen Abstand angeordnet sind. Vor der Einleitung in die Versickerungsmulde werden Absetzschächte mit Tauchwand und Absperrschieber vorgesehen. Hoffflächenabläufe und der Straße zugewandte Dachflächen können oberirdisch durch flache Rinnen oder durch in den Boden verlegte Rohre an die Straßenentwässerung angeschlossen werden.

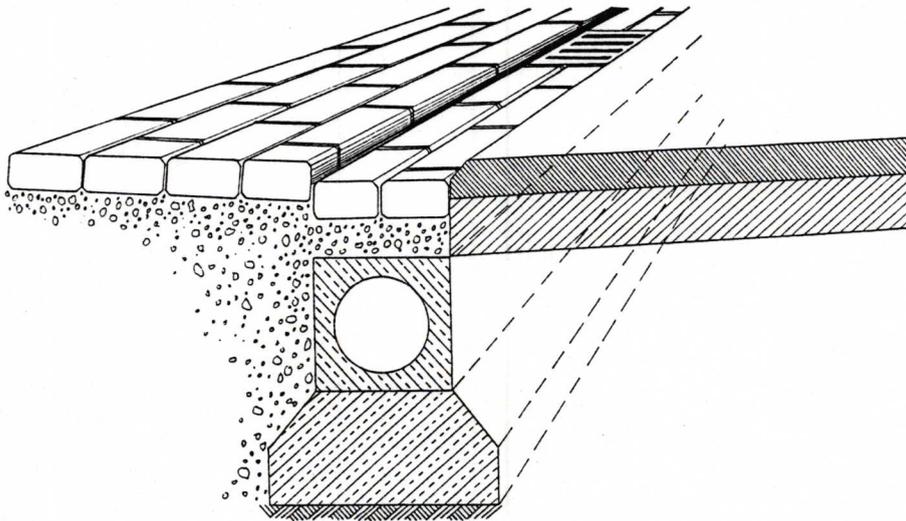


Bild 6: Ausführungsbeispiel für das Flachnetz

Hinsichtlich der Versickerungsmulden ist zu unterscheiden zwischen solchen, bei denen die Gefahr der Grundwasserver-  
schmutzung besteht und solchen, bei denen die Versickerung  
von Straßenabflüssen unbedenklich ist. Im vorliegenden Fall  
kommen beide Varianten vor.

Bild 7 zeigt einen Querschnitt durch die Versickerungsmulden längs des Lanferbaches. Grundgedanke dieser Lösung ist, daß das versickernde Wasser nach der Passage eines relativ gut durchlässigen, aufgefüllten Bodens auf der schiefen Ebene des anstehenden, schwer durchlässigen Bodens über die durch Steine gesicherte Böschung direkt dem Lanferbach zusickert. Eine Beeinträchtigung des Grundwassers ist hier nicht zu erwarten, so daß besondere Sicherungsmaßnahmen nicht zu treffen sind.

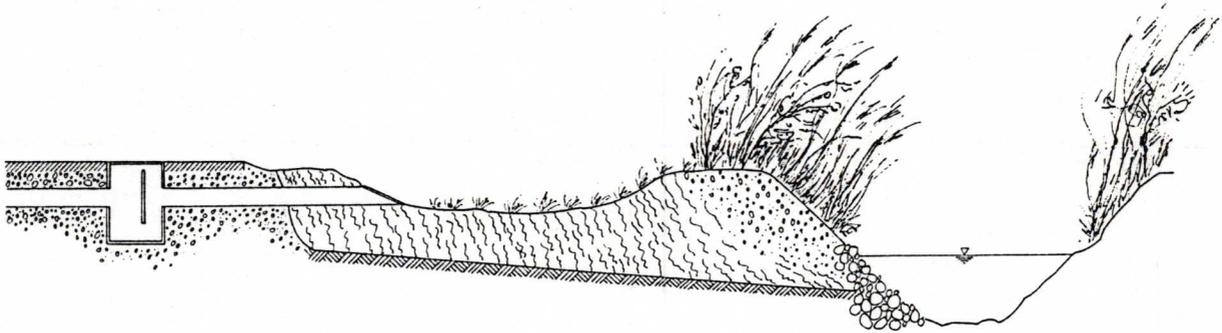


Bild 7: Versickerungsmulde längs des Lanferbaches

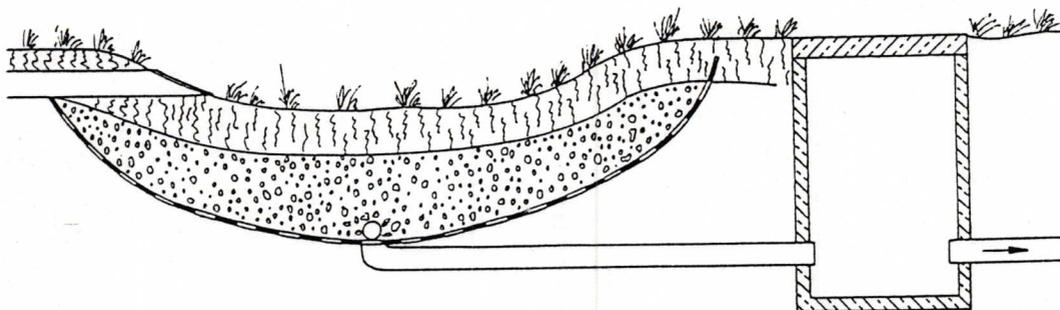


Bild 8: Gedichtete Versickerungsmulde

Anders verhält es sich bei der Versickerungsmulde innerhalb der Siedlung am Stadtteilzentrum. Um hier eine potentielle Verschmutzung des Grundwassers auszuschließen und um den Versickerungs- und Reinigungsvorgang kontrollierbar zu machen, wird eine "gedichtete" Versickerungsmulde entsprechend Bild 8 vorgeschlagen. Die Mulde ist unter dem Bodenfilter mit einer Dichtungsfolie versehen. Am Tiefpunkt wird das durchsickernde Wasser über ein Dränrohr gesammelt und abgeleitet. Das Dränrohr mündet in einen Kontrollschacht, in dem Qualitätskontrollen erfolgen und ggfs. abgeschiebert werden kann. Der Ablauf der gedichteten Versickerungsmulde ist an das Rigolennetz angeschlossen und entwässert durch dieses in den Lanferbach.

## 7. Hydrologische Wirksamkeit

### 7.1 Allgemeines

Die hydrologische Wirksamkeit von Varianten läßt sich anhand verschiedener Berechnungsgrößen untersuchen:

- a) Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes (vgl. ATV-AG 1.2.6 (1989))
- b) Spitzenabflüsse und Abflußvolumina an relevanten Kontrollpunkten (z.B. Netzauslaß)
- c) Überaufvolumina, -häufigkeiten und -frachten, an Regenentlastungsbauwerken (unterschiedlicher Bauart und Speichervolumina)
- d) Spitzen- und Niedrigwasserabflüsse des als Vorflut dienenden Fließgewässers differenziert nach Häufigkeit und Dauer

Für weiterführende Studien sind weitere Fragestellungen interessant:

- e) Gesamtemissionen (Abflußmenge und -güte) aus dem Entwässerungssystem (Kläranlage und Kanalnetz) differenziert nach Häufigkeit und Dauer
- f) Gewässergüte des als Vorflut dienenden Fließgewässers mit Berücksichtigung der Emissionen an dem Entwässerungssystem differenziert nach Häufigkeit und Dauer von Gütezuständen kritischer Natur
- g) Gesamtstoffbilanz für das Entwässerungsgebiet unter Berücksichtigung der in den dezentralen Entwässerungsanlagen stattfindenden Speicher-, Akkumulations-, Remobilisierungs- und Abbauprozesse

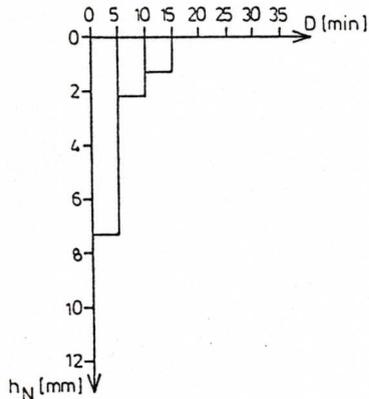
Die Punkte e)-g) reichen teilweise mit in die Bereiche aktueller Grundlagenforschung.

Die Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes (Punkt a)) ergab, daß das Kanalnetz für den Istzustand sowie den künftigen Zustand nach erfolgter Neubebauung ausreichende Leistungsfähigkeit besitzt; alle Schächte des Netzes wiesen also eine Überstauhäufigkeit geringer als  $n=0,5$  auf. Das Kriterium "Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes" eignet sich daher im vorliegenden Fall wenig als Beurteilungsgröße.

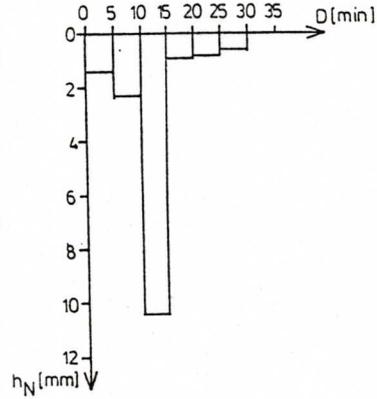
## 7.2 Spitzenabfluß und Abflußvolumen

Spitzenabflüsse und Abflußvolumina des Niederschlagsabflusses im Mischsystem wurde u.a. für die Varianten (vgl. Abschnitt 3) Bestand 1990, Bestand+ Neubebauung, Real DH 2b sowie der Lösungsvariante Lsg DHS sowohl für ausgewählte Modellregen als auch für ein 20-jähriges Niederschlagskontinuum berechnet. Kontrollpunkt war jeweils der Gebietsauslaß am Lanferbach.

Bild 9 zeigt zwei der verwendeten Modellregen nach EULER. Sie weisen unterschiedliche Häufigkeit, Dauer, Intensitätsverteilung sowie Niederschlagssummen auf.



Modellregen 2, Typ 1  
Dauer: 15 min  
Häufigkeit  $n = 1,0$



Modellregen 5, Typ 3  
Dauer: 30 min.  
Häufigkeit  $n = 0,5$

Bild 9: Zwei verwendete Modellregen

Die Berechnungen wurden mit dem hydrologischen Modell KOSIM durchgeführt, dessen Parameter anhand von Ganglinien aus einer hydrodynamischen Kanalnetzberechnung bestimmt wurden. Die Berechnungsergebnisse für die zwei Modellregen und die vier Untersuchungsvarianten zeigen die Bilder 10 und 11.

Bei beiden Regen ist ein deutlicher "Urbanisierungseffekt" infolge der Neubebauung festzustellen. Der Effekt ist gekennzeichnet durch eine erhebliche Erhöhung von Abfluvolumen und Spitzenabfluß sowie eine Abflußbeschleunigung, die hier zusätzlich durch die Verlagerung des Schwerpunktes versiegelter Fläche zum Lanferbach hin verstärkt wird.

### MODELLREGEN 2 n=1.0, D=15 min, Typ 1

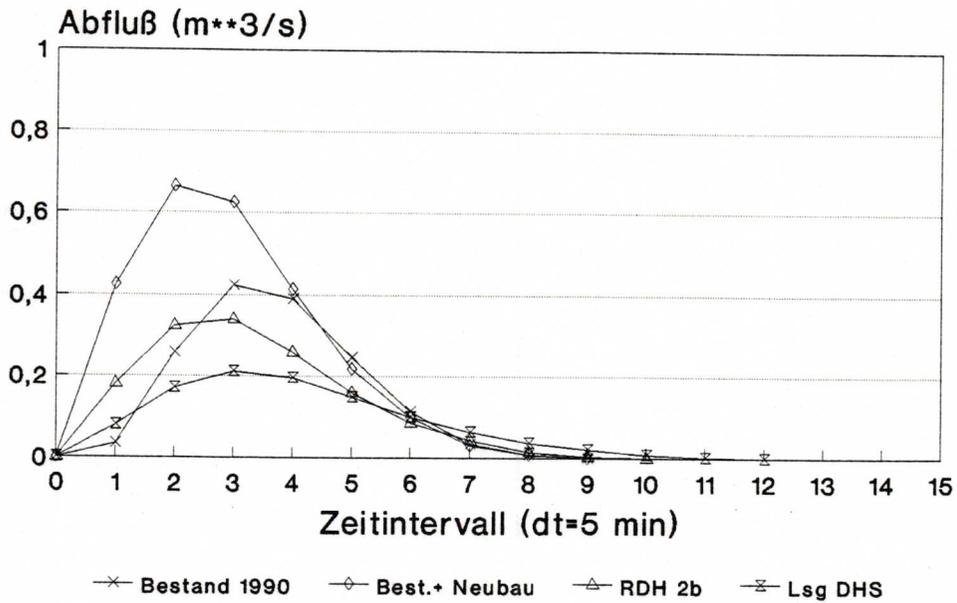


Bild 10: Abflußganglinien für Modellregen 2

### MODELLREGEN 5 n=0.5, D=30 min, Typ 3

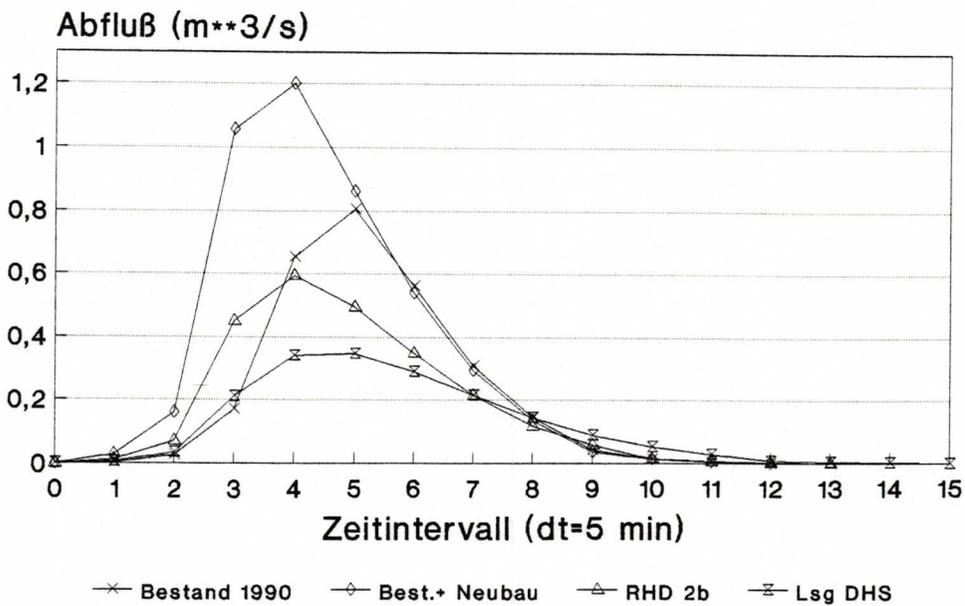
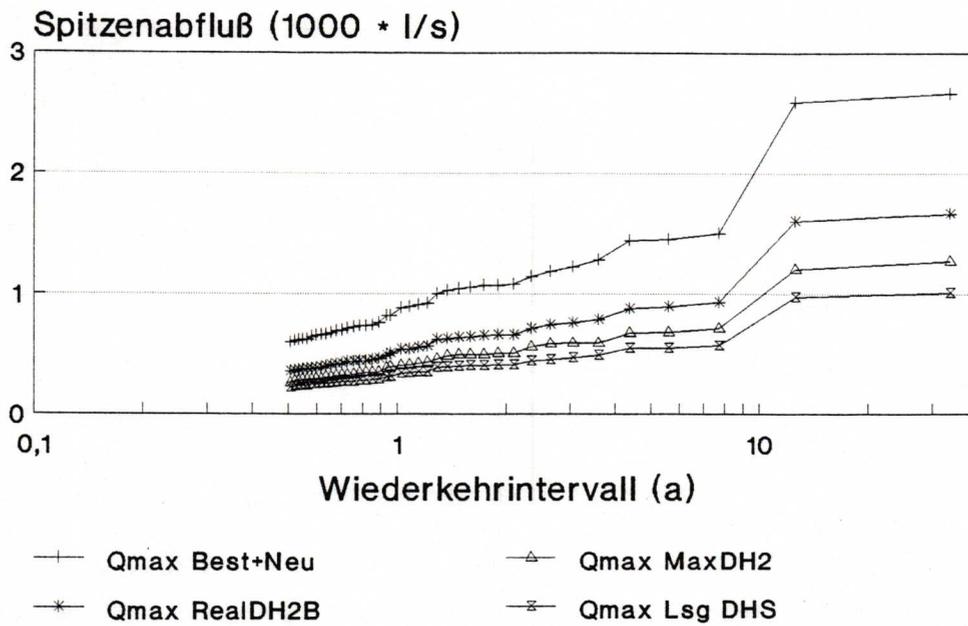


Bild 11: Abflußganglinien für Modellregen 5

Die Variante RDH 2b liefert Ganglinien, deren Scheitel gegenüber dem Bestand 1990 vorverlagert, jedoch reduziert ist. Auch das Abflußvolumen ist etwas geringer. Durch die Abtrennung von Dachflächen, bei denen es realisierbar ist, in Bestand und Neubebauung, wurden die hydrologischen Auswirkungen der Neubebauung aufgefangen bzw. vermieden.

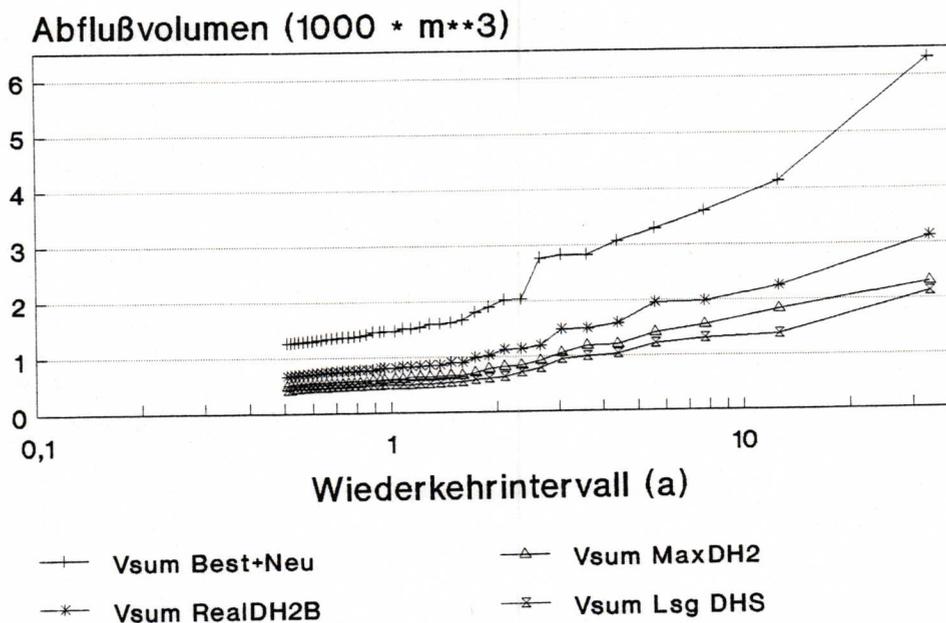
Die Lösungsvariante Lsg DHS (vgl. Abschnitt 3+4) ruft erheblich gedämpfte Abflußganglinien hervor. Im Vergleich zur Variante Bestand 1990+Neubebauung sind die Abflußvolumina um etwa 60% reduziert; die Spitzenabflüsse sind ereignisabhängig 60-70% geringer.

Untersucht man das Abflußverhalten mit Hilfe von Langzeitsimulation, so lassen sich partielle Serien der größten Spitzenabflüsse und Abflußvolumina bilden. Bild 12 und 13 zeigen die sich ergebenden Abhängigkeiten von Spitzenabfluß resp. Abflußvolumen und Wiederkehrintervall. Bild 12 verdeutlicht, daß in dem Kontinuum zwei Ereignisse mit Spitzenintensitäten enthalten sind, denen durch die übliche verwendete Formel für die Plotting-Position kein zutreffendes Wiederkehrintervall zugeordnet werden konnte. Derartige "Jahrhundertereignisse" sind in beiden Regenaufzeichnungen vorhanden, haben jedoch hinsichtlich der Abflußvolumina wenig Einfluß (vgl. Bild 13). Beide Darstellungen verdeutlichen, daß die beiden Varianten Bestand 1990 und Real DH sehr ähnliche Abflußcharakteristika besitzen. Interessant ist der Vergleich der Varianten Bestand +Neubebauung und Lsg DHS. Die Spitzenabflüsse im Kanalnetz verringern sich infolge des vorgeschlagenen Entwässerungskonzeptes im Vergleich zur konventionellen Entwässerung um 60-70%. Die Abflußvolumina sind um 65-70% verringert. Wesentlich ist auch, daß diese deutliche Verringerung weitgehend unabhängig vom jeweiligen Wiederkehrintervall ist - ein Ergebnis, das durch Speicherung der Abflüsse praktisch nicht erzielbar ist!



Simulation 20 Jahre SPIABNEU

**Bild 12:** Spitzenabflüsse der untersuchten Varianten in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall



Simulation 20 Jahre ABVOLNEU

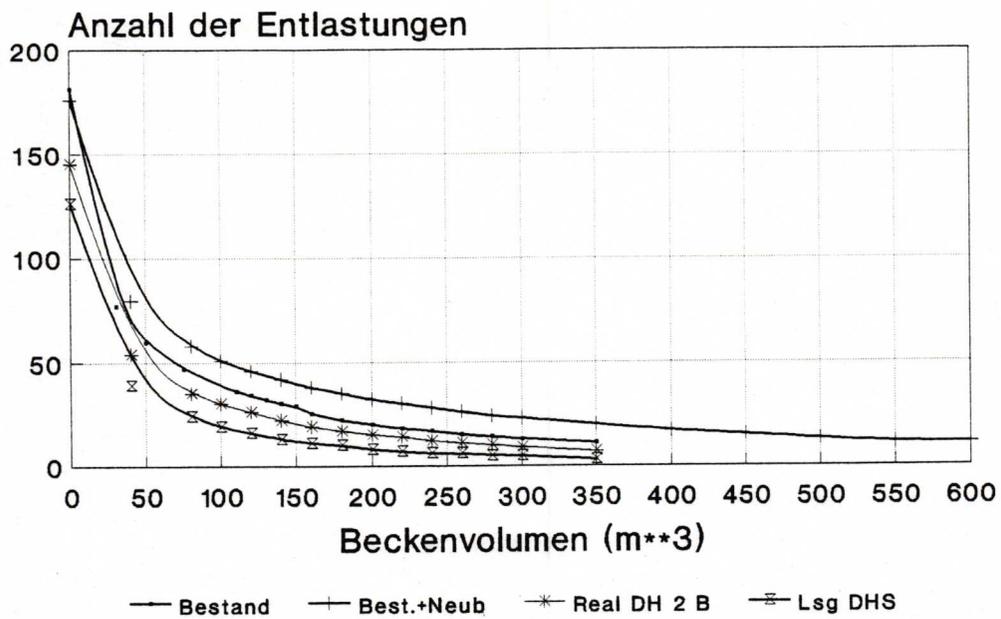
**Bild 13:** Abflußvolumina der untersuchten Varianten in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

### 7.3 Entlastungsverhalten - Wassermenge

Nach Abschluß der Gesamtsanierung des Emschersystems bzw. einzelner Teilsysteme ist in den betreffenden Kommunen eine Behandlung des Regenwassers erforderlich. Dieses ist auf unterschiedliche Weise möglich; einige Beiträge des Seminars beschrieben Behandlungsverfahren, die die konventionelle Mischwasserspeicherung ersetzen oder ergänzen können.

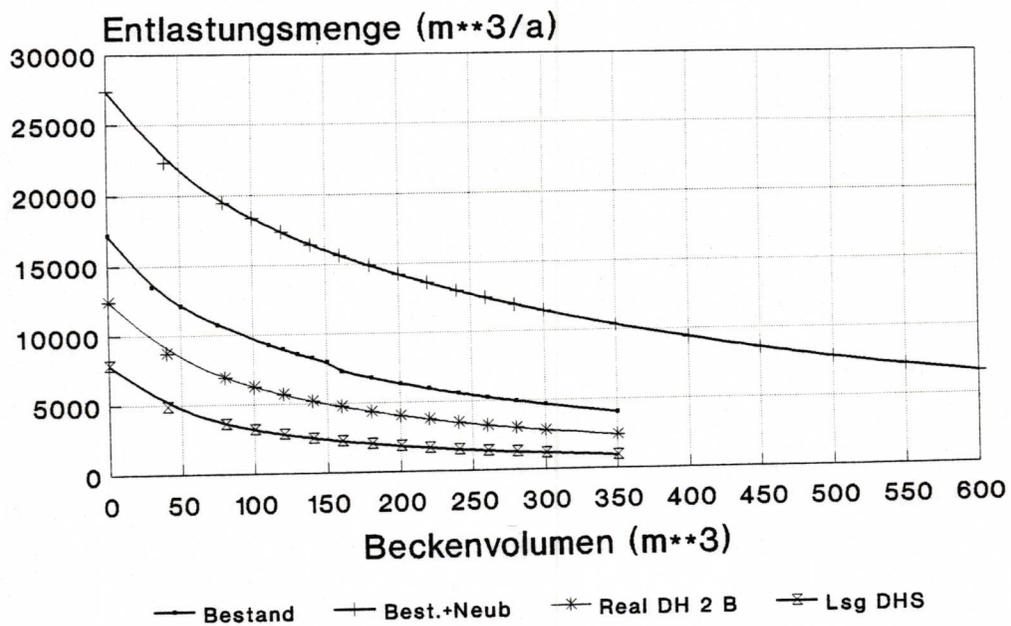
Hier soll untersucht werden, wie sich die bereits in Abschnitt 7.2 untersuchten Varianten hinsichtlich ihres Entlastungsverhaltens in Abhängigkeit verschieden großer Beckenvolumina verhalten. Es wurden Durchlaufbecken im Hauptschluß am Ende des Mischwassernetzes als Kontrollpunkt angenommen.

Die Drosselleistung der Becken betrug in allen Varianten  $2Q_s + Q_f$ , somit für den Bestand 11 l/s und 16 l/s für den Bestand + Neubebauung, sowie die daraus entwickelten Sanierungsvarianten RDH 2b und Lsg DHS. Die Berechnungen erfolgten als Langzeitsimulation mit dem hydrologischen Modell KOSIM und 20jährigen Niederschlagsaufzeichnungen der Station Westerholdt. Bild 14 stellt die Anzahl der Entlastungsereignisse in Abhängigkeit vom Beckenvolumen dar.



Simulation 20 Jahre ANZENT

**Bild 14:** Mittlere Entlastungsanzahl in Abhängigkeit vom Beckenvolumen



Simulation 20 Jahre ENTVOL

**Bild 15:** Mittlere Entlastungsvolumina in Abhängigkeit vom Beckenvolumen

Hinsichtlich der *Entlastungsanzahl* ist zu erkennen:

- Beim Beckenvolumen  $0 \text{ m}^3$  liefert die Variante Bestand+Neubebauung eine geringfügig kleinere Entlastungszahl als die Variante Bestand 1990. Die infolge höherer Einwohnerdichte größere flächenspezifische Drosselleistung ist hierfür verantwortlich.
- Beide Sanierungsvarianten bewirken aufgrund der höheren flächenspezifischen Drosselleistung deutliche Reduktionen der Entlastungsanzahl. Der Vergleich vom konventionellen Entwässerungskonzept (Variante Bestand+Neubebauung) und der beabsichtigten Sanierungsvariante offenbart die in Tabelle 2 aufgeführten mittleren Entlastungsanzahlen.

mittlere Entlastungszahl (1/a)	Beckenvolumen ( $\text{m}^3$ )				
	0	100	200	300	550
konventionelles Entwässerungsverfahren	176	51	32	23	11
Sanierungslösung	126	19	8	5	
Reduktion (%)	28	63	75	78	—

Tabelle 2: Mittlere jährliche Entlastungsanzahl abhängig vom Berechnungsvolumen für das konventionelle Entwässerungsverfahren und die Sanierungslösung

Die Betrachtung der Entlastungsvolumina ergibt folgendes:

- Infolge der Neubebauung ist naturgemäß mit einer Erhöhung der Entlastungsmenge zu rechnen, die zusätzliche Beckenvolumen erforderlich macht.
- Um einen bestimmten gewünschten Gewässergütezustand resp. Emissionswert zu erhalten, muß bei Neubebauung das erforderliche Beckenvolumen überproportional steigen.  
*Ein Beispiel: Legt man für den Bestand  $25 \text{ m}^3/\text{ha } A_{\text{red}}$  zugrunde, so ergibt sich ein Speichervolumen von  $150 \text{ m}^3$ . Um die gleiche mittlere Entlastungsmenge zu erhalten,*

wären nach erfolgter Neubebauung  $550 \text{ m}^3$  erforderlich, also etwa  $53 \text{ m}^3/\text{ha } A_{\text{red}}$ . Ob diese Speichervolumina überhaupt in der Lage sind, einen erforderlichen Schutz des sehr schwachen Lanferbaches zu erzielen, ist darüber hinaus fraglich.

- Die gewählte Sanierungslösung läßt erkennen, daß bereits ohne Beckenvolumen die mittleren Entlastungsmengen in der oben diskutierten Größenordnung liegen. Unabhängig vom Beckenvolumen bewirkt die Sanierungslösung eine drastische Reduktion der Entlastungsvolumina im Vergleich zum konventionellen Entwässerungskonzept der Variante Bestand+Neubebauung.

Größere flächenspezifische Beträge vom Beckenvolumen und Drosselleistung der Sanierungslösung wirken sich bei den in Tabelle 3 aufgeführten Reduktionen der Entlastungsmenge aus.

mittlere Entlastungszahl ( $\text{m}^3/\text{a}$ )	Beckenvolumen ( $\text{m}^3$ )				
	0	100	200	300	550
konventionelles Entwässerungsverfahren	27401	18314	14189	11413	7175
Sanierungslösung	7821	3153	1832	1163	
Reduktion (%)	71	83	87	90	—

Tabelle 3: Mittlere jährliche Entlastungsmenge abhängig vom Beckenvolumen für das konventionelle Entwässerungsverfahren und die Sanierungslösung

Abschließend seien die Entlastungsdauern für das konventionelle Entwässerungsverfahren und die Sanierungslösung verglichen (Tabelle 4):

- Die Entlastungsdauern werden durch die Sanierungslösung maßgeblich reduziert.

- Die Anordnung eines kleinen Speichervolumen (ca. 100 m<sup>3</sup>) bei der Sanierungsplanung bewirkt eine weitere deutliche Reduktion der Überlaufdauern im Vergleich zum konventionellen Entwässerungsverfahren

mittlere Überlaufdauer (m <sup>3</sup> /a)	Beckenvolumen (m <sup>3</sup> )				
	0	100	200	300	550
konventionelles Entwässerungsverfahren	259	113	80	61	34
Sanierungslösung	143	31	16	9	
Reduktion (%)	45	73	80	85	—

**Tabelle 4:** Mittlere jährliche Überlaufdauern abhängig vom Beckenvolumen für das konventionelle Entwässerungsverfahren und die Sanierungslösung

#### 7.4 Dauer des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage

Dezentrale Maßnahmen beeinflussen neben der Menge auch die Dauer des Mischwasserabflusses und damit die Dauer der Beschickung der Kläranlage mit Mischwasser.

Eine lange Dauer des Mischwasserabflusses zur Kläranlage beeinträchtigt insbesondere aufgrund der langen hydraulischen Dauerbelastung und des Substratmangels infolge geringerer Konzentrationen des Mischwasserabflusses die Wirksamkeit der Kläranlage nachhaltig.

Tabelle 5 enthält die mittlere jährliche Dauer des Mischwasserabflusses ( $Q \geq 2Q_s + Q_f$ ) zur Kläranlage.

	Beckenvolumen (m <sup>3</sup> )				
	0	100	200	300	550
mittlere Dauer des Mischwasserabflusses $Q \geq 2Q_S + Q_f$					
konventionelles Entwässerungsverfahren	259	417	488	537	610
Sanierungslösung	143	224	247	259	
Reduktion (%)	45	46	49	52	—

**Tabelle 5:** Mittlere jährliche Dauer des Mischwasserabflusses zur Kläranlage für das konventionelle Entwässerungsverfahren und die Sanierungslösung

Folgendes wird deutlich:

Im Fall eines hier vorliegenden kleinen Einzugsgebietes und kleiner Becken verändert sich die Dauer des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage mit zunehmender Beckengröße ( $V > 100 \text{ m}^3$ ) nur unwesentlich.

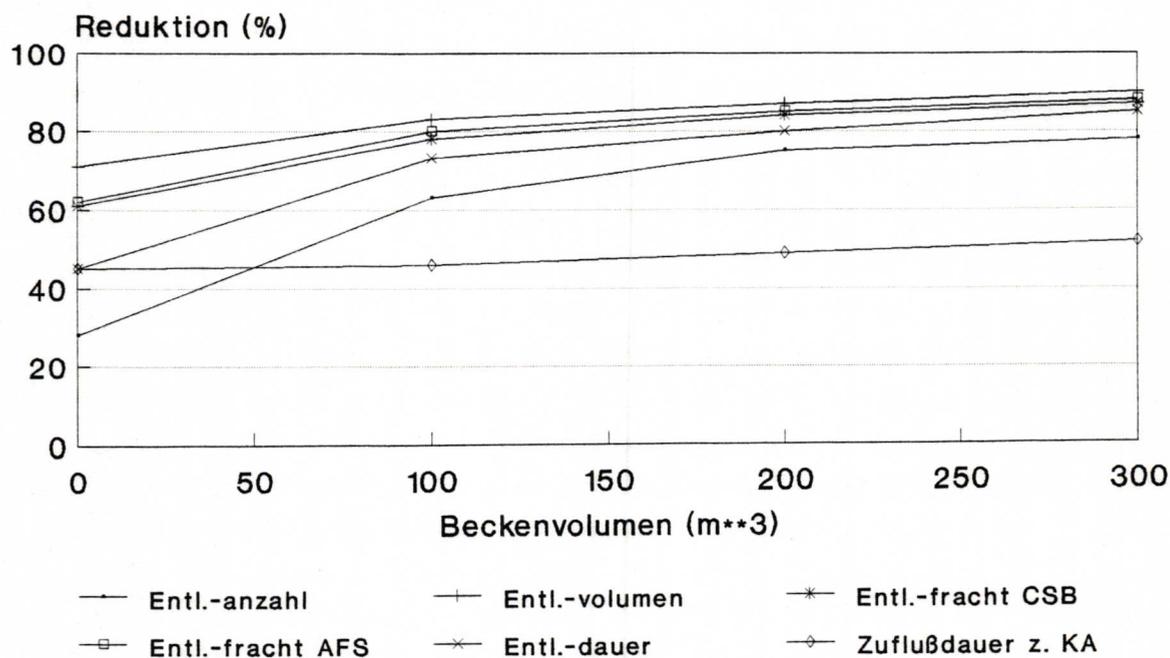
Durch die Sanierungslösung wird die Dauer des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage weitgehend unabhängig von der Beckengröße um 45-52% reduziert im Vergleich zum konventionellen Entwässerungsverfahren.

Einher mit der Halbierung der Dauer der Mischwasserzuflusses geht eine Erhöhung der Konzentrationen des Mischwasserzuflusses im Mittel 36%. Zusammenfassend kann eine deutliche Entlastung der Kläranlage vom Mischwasserzufluß konstatiert werden.

### 7.6 Hydrologische Wirksamkeit - Zusammenfassung

Bild 15 faßt für verschiedene Kenngrößen die in den Tabellen 2-5 enthaltenen Reduktionen zusammen, die durch die Sanierungslösung erzielbar sind.

Die an das Mischsystem angeschlossene versiegelte Fläche beträgt beim konventionellen Entwässerungsverfahren 10,3 ha, bei der Sanierungslösung 4,3 ha, mithin eine Reduktion von 58%.



**Bild 18:** Reduktion verschiedener Entlastungskenngrößen durch die Sanierungslösung verglichen mit dem konventionellen Entwässerungsverfahren

Folgende Erkenntnisse werden offensichtlich:

- Die mittleren jährlichen Größen für Entlastungsvolumina und -frachten werden bereits ohne Beckenvolumen überproportional reduziert.
- Die mittlere jährliche Zuflußdauer von Mischwasser ( $Q \geq 2Q_S + Q_f$ ) zur Kläranlage wird unabhängig von der Beckengröße leicht unterproportional reduziert. Dies ist logisch, da lediglich der Regenwasseranteil des Mischwasserabflusses reduziert wird, nicht jedoch der Schmutzwasseranteil.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die vorgeschlagene Sanierungslösung zu einer erheblichen Reduktion sämtlicher Entlastungskenngrößen führt. Ein kleines Speichervolumen, nachweisbar als Stauraum im vorhandenen Mischwasserkanal, stellt eine sinnvolle Ergänzung der Maßnahme dar. Die Belastung der Kläranlage durch Mischwasserzufluß kann ebenfalls erheblich verringert werden. Noch nicht ausführlich dargestellt werden konnte die Wirksamkeit der Sanierungslösung hinsichtlich des Ziels, den Basisabflusses des Lanferbaches wirksam zu erhöhen. Die vorliegenden ersten Berechnungsergebnisse weisen nach, daß auch dieses Planungsziel erfüllt wird.

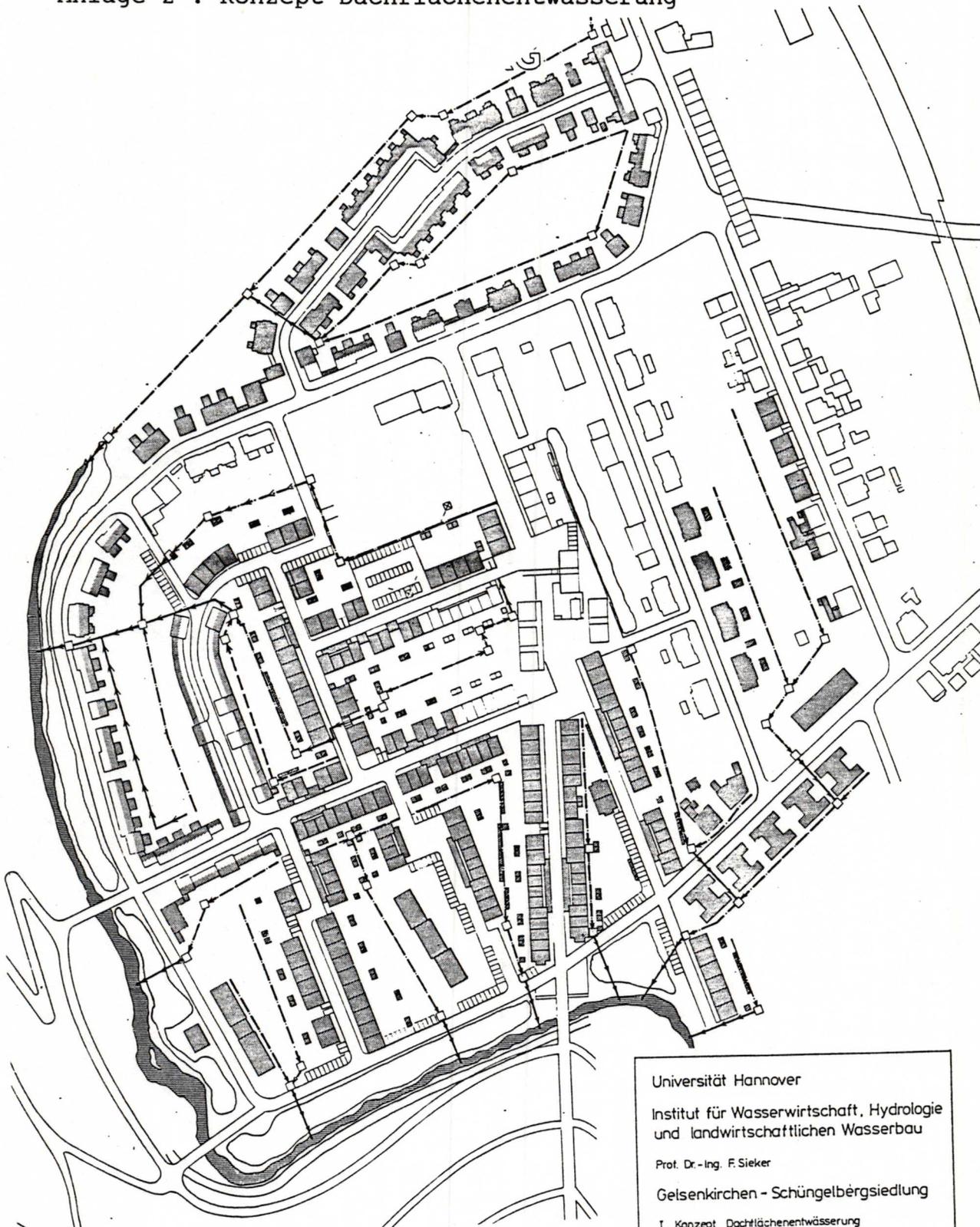
Literatur:

- GROTEHUSMANN, D; UHL, M. (1990)  
Reduzierung des Mischwasserabflusses durch  
dezentrale Versickerung des Regenwassers,  
Zeitschrift für Stadtentwässerung und Gewässerschutz  
(SUG), Nr. 10
- N.N. (1990)  
ATV-Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung von  
Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht  
schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser,  
ATV-Regelwerk 1990
- N.N. (1990)  
Überlastungshäufigkeit von Kanalnetzen - Vorschlag  
zur Festlegung von Grenzwerten für Nachweis-  
rechnungen und Bemessungen, Arbeitsbericht der ATV-  
Arbeitsgruppe 1.2.6 "Hydrologie der  
Stadtentwässerung", Korrespondenz Abwasser 36, 8/89
- SIEKER, F.; HARMS, R.W. (1987)  
Entwässerungstechnische Versickerung von  
Regenwasserabflüssen, ATV-Schriftenreihe Band 14
- UHL, M. (1989)  
Alternativen zur Regenwasserableitung, Technische  
Berichte über Ingenieurhydrologie und Hydraulik  
Nr. 43, Institut für Wasserbau, TH Darmstadt

Anlage 1 : Lageplan Schüngelbergsiedlung, Gelsenkirchen



### Anlage 2 : Konzept Dachflächenentwässerung

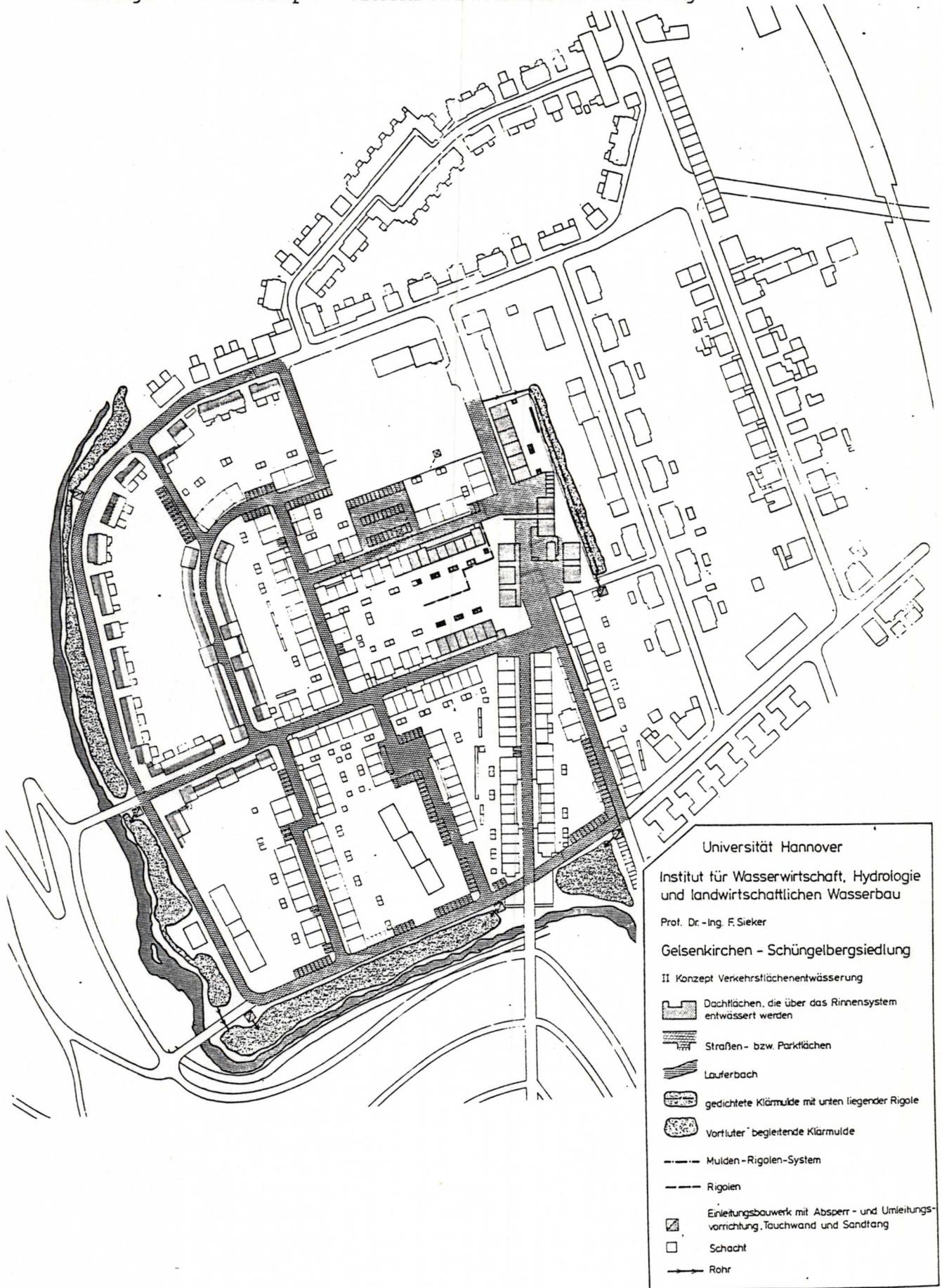


Universität Hannover  
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie  
und landwirtschaftlichen Wasserbau  
Prof. Dr.-Ing. F. Sieker  
Gelsenkirchen - Schängelbergsiedlung

I Konzept Dachflächenentwässerung

-  Dachflächen, die über Rigolen entwässert werden
-  Lauterbach
-  Mulden-Rigolen-System
-  Rigole
-  Rigolenschacht
-  Rohr

### Anlage 3 : Konzept Verkehrsflächenentwässerung



Anlage 4 : Konventionell entwässerte Flächenanteile



Universität Hannover

Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie  
und landwirtschaftlichen Wasserbau

Prof. Dr.-Ing. F. Sieker

Gelsenkirchen - Schüngelbergsiedlung

III Konzept konventionelle Entwässerung

Abwasserkanal

angeschlossene Dachflächen

angeschlossene Hofflächen

Kanalnetz, vorhanden

Kanalnetz, geplant