

Baukostensenkung durch wirtschaftliche Bemessung von Dränanlagen

F 2116

F 2116

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

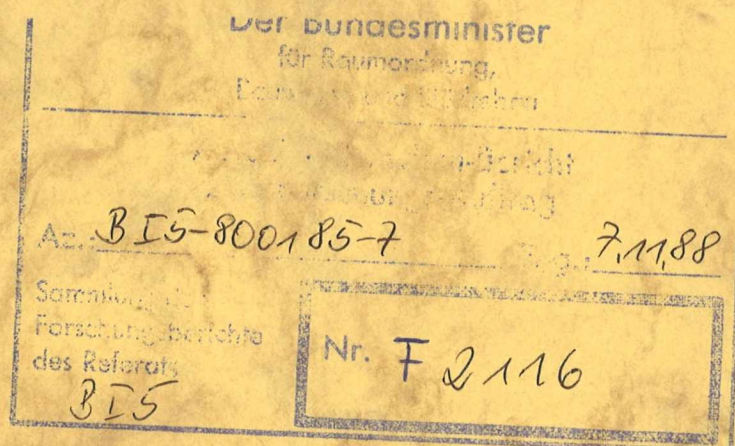
E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

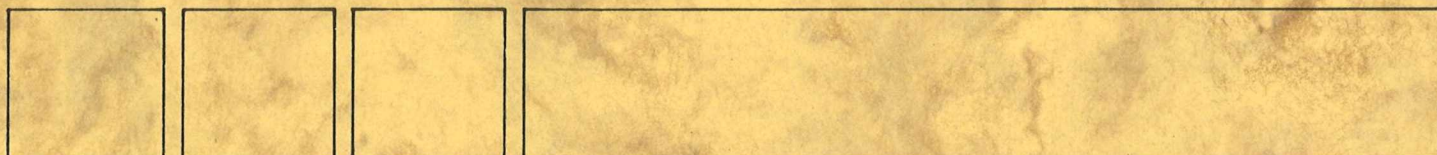
Schriftenreihe des Bundesministers für

Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

Bau- und Wohnforschung



Baukostensenkung durch wirtschaftliche Bemessung von Dränanlagen



Schriftenreihe "Bau- und Wohnforschung"

des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

Baukostensenkung durch wirtschaftliche

1988

Bemessung von Dränanlagen

Bericht erstellt im Auftrag des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, von Ltd. BD Dr.-Ing. Klaus Hilmer, BOR Dipl.-Ing. Rolf Weißmantel und TA Günter Grimm, Grundbauinstitut, Landesgewerbeanstalt, Nürnberg

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Literatur	2
Schadensbeispiele von Dränanlagen	3
1. Allgemeines	4
2. Beispiel - Wohnhaus in Büchenbach	4
Schadensbild	4
Schadensursache	5
Sanierung	7
Stellungnahme	9
3. Beispiel - Pension in Waldhäuser	10
Schadensbild	10
Schadensursache	10
Sanierung	11
Stellungnahme	11
4. Beispiel - Reihenhäuser in Nürnberg	12
Schadensbild	12
Schadensursache	13
Sanierung	14
Stellungnahme	17
5. Beispiel - Wohnanlage in Lohr	18
Schadensbild	18
Schadensursache	19
Sanierung	22
Stellungnahme	25
Ausführungsbeispiele für Dränanlagen	
1. Allgemeines	27
2. Reihenhäuser in Nürnberg-Langwasser	27
Bauwerk	27
Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	28
Sicherung gegen Wasserbeanspruchung im Kellerbereich (Planung und Ausführung)	29
Stellungnahme	34
3. Kirchenzentrum in Nürnberg-Langwasser	35
Bauwerk	35
Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	36
Sicherung gegen Wasserbeanspruchung im Kellerbereich (Planung und Ausführung)	36
Stellungnahme	39
4. Klinikum Nürnberg-Süd	40
Bauwerk	40
Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	41
Sicherung gegen Wasserbeanspruchung in den Unter- geschossen (Planung und Ausführung)	42
Dränmaßnahmen unter den Bodenplatten	45
Dränmaßnahmen im Wandbereich	47
Ableitung	48
Versickerungsanlage	48
Prüfung der Dränanlage	49
Stellungnahme	49

Dränung zum Schutz baulicher Anlagen	
Planung und Ausführung (Vorschlag zur DIN 4095)	50
1. Anwendungsbereich und Zweck	52
2. Begriffe	52
2.1 Dränung	52
2.2 Dränanlage	52
2.3 Drän	53
2.4 Dränleitung	53
2.5 Dränschicht	53
2.6 Filterschicht	53
2.7 Sickerschicht	53
2.8 Dränelement	53
2.9 Dränrohr	53
2.10 Stufenfilter	54
2.11 Mischfilter	54
2.12 Schutzschicht	54
2.13 Trennschicht	54
3. Untersuchungen	54
3.1 Einzugsgebiet	54
3.2 Art und Beschaffenheit des Baugrunds	55
3.3 Wasseranfall und Grundwasserstände	55
3.4 Chemische Beschaffenheit des Wassers	56
3.5 Vorflut	56
3.6 Fälle zur Festlegung der Dränmaßnahmen	56
4. Voraussetzungen	58
4.1 Allgemeines	58
4.2 Regelausführung	58
4.3 Sonderausführung	59
5. Planung	60
5.1 Allgemeines	60
5.2 Dränanlage vor Wänden	60
5.2.1 Dränschicht	60
5.2.2 Dränleitung	60
5.2.3 Ausführungsbeispiele	62
5.3 Dränanlagen auf Decken	64
5.3.1 Dränschicht	64
5.3.2 Deckeneinläufe	64
5.3.3 Dränleitungen	64
5.4 Dränanlagen unter Bodenplatten	64
5.5 Vorflut	65
5.6 Darstellung der Dränanlage	65
6. Bemessung	69
6.1 Allgemeines	69
6.2 Regelfall	69
7. Baustoffe	71
8. Bauausführung	73
8.1 Dränleitung	73
8.2 Sickerschicht	73
8.2.1 Allgemeines	73
8.2.2 Vor Wänden	73
8.2.3 Auf Decken	74
8.2.4 Unter Bodenplatten	75
8.3 Filterschicht	75
8.4 Verfüllung	75
8.5 Prüfungen	75

Messung von Dränwassermengen	76
1. Allgemeines	77
2. Beschreibung der Meßverfahren	78
2.1 Pumpe mit Stromzähler	78
2.2 Kippgerät	79
2.3 Auslaufmeßgerät	80
2.4 Magnetisch-induktive Durchflußmessung (IDM)	82
3. Meßergebnisse	84
3.1 Wohnhaus in Büchenbach	84
3.2 Wohnhäuser in Lauf-Rudolfshof	86
3.3 Reihenhäuser in Nürnberg	88
3.4 Wohnhaus in Weiherhaus	88
4. Wertung der Meßergebnisse	89
5. Zusammenfassung und Ausblick	92

Einleitung

Trotz der DIN 4095 "Dränung zum Schutz baulicher Anlagen" (1973 und Entwurf 1987), trotz des ausgezeichneten Buches von Schild "Schwachstellen - Keller - Dränage" (1980), oder der Arbeit von Schweikert "Dränmaßnahmen zum Schutz baulicher Anlagen" (1981), trotz der umfangreichen Veröffentlichungen von Muth (1981), trotz vieler Seminare von Schild, Probst, Muth, Hilmer u.a. treten immer wieder Wasserschäden in Kellergeschossen auf. Immer wieder nach stärkeren Niederschlägen ist die Presse voller Hiobsbotschaften (Bild 1).

Das Abwassersystem in der Albert-Schweitzer-Straße beim Main-Donau-Kanal scheint nicht in Ordnung zu sein

Die Katzwanger haben die Keller voll

Urlauber werden eine böse Überraschung erleben, wenn sie nach Hause kommen — Regenwasser bis zur Straße gestiegen

Die Bewohner in der Nachbarschaft des Main-Donau-Kanals in Katzwang kommen nicht zur Ruhe.

Nach den heftigen Regengüssen der letzten Wochen standen die Keller vieler Wohnhäuser

in der Albert-Schweitzer-Straße und ihrer Umgebung stellenweise bis zu 40 Zentimetern unter Wasser.

Der Schaden ist beträchtlich, läßt sich jedoch in seinem ganzen Ausmaß noch gar nicht ab-

schätzen, weil viele Hausbesitzer im Urlaub sind. Einige von ihnen werden eine böse Überraschung erleben, wenn sie aus den Ferien zurückkommen.

Das Baugebiet rund um die Albert-Schweitzer-Straße wird vom „Pointgraben“ entwässert, der die Wasserstraße östlich dieses Neubaugebietes unterquert. Das Fassungsvermögen dieses Kanals ist — nach Ansicht der Anlieger — zu gering. Aus diesem Grund kam es auch mehrmals zum Wassereinbruch in die Keller der Neubauten.

Konrad Hörauf, einer der Geschädigten, erklärt: „Wir haben die Kanaldeckel geöffnet und gesehen, daß das Regenwasser bis auf Straßenniveau gestiegen war. Da wurde uns klar, daß wir mit unseren Befürchtungen richtig lagen, die wir schon vor einem Jahr angemeldet hatten. Mittlerweile haben sich 86 der geschädigten Hausbesitzer in einer Unterschriftenaktion an die Stadt Nürnberg gewandt. Sie kritisieren das Kanalsystem als gefährliche Fehlplanung und fordern sofortige Abhilfe.“

Konrad Hörauf sagt dazu: „Wer bedenkt, daß an diese Leitung noch ein weiteres Neubaugebiet angeschlossen werden soll, kann erlauben, was uns noch bevorsteht. Bei der zuständigen Stelle im Kanalbauamt wurde uns erklärt, wir sollten uns beim Petrus beschweren, denn er allein könne helfen. Das lassen wir Katzwanger einfach nicht mit uns machen.“

Das Tiefbauamt der Stadt Nürnberg sieht die Ursache der Wasserschäden nicht in einer Fehlplanung beim Kanalbau. „Die Kanäle sind technisch in Ordnung, jedoch sollten die Hausbesitzer die Dichtungen ihrer Wasserleitung überprüfen lassen, weil ansonsten austretendes Abwasser zu Kellerdurchfeuchtungen führen kann, teilte die Behörde einem Geschädigten mit. R. S.



Konrad Hörauf, einer der Geschädigten, deutet auf die gefährdete Siedlung.

Foto: Schmolzi

Bild 1: Pressemeldung 1981, Nürnberger Nachrichten

Es soll deshalb der Versuch unternommen werden, in dieser Querschnittsstudie an Hand einiger typischer Schadensfälle die Problematik aufzuzeigen und die teilweise kostenintensiven Sanierungen zu beschreiben.

Als zweiter Schwerpunkt sollen einige sorgfältig geplante und vom Verfasser mit betreute Bauobjekte vorgestellt werden.

Im dritten Teil sollen einige Empfehlungen aufgezählt werden, die den Schwerpunkt der zukünftigen DIN 4095 bilden könnten.

Der vierte Teil beschäftigt sich mit dem Hauptziel dieser Forschungsarbeit, nämlich geeignete Meßmethoden zur Feststellung der anfallenden Wassermengen bei Dränanlagen zu testen und an geeigneten Objekten die Wassermengen über mehrere Jahre zu registrieren. Daraus resultierend können dann gesicherte Ansätze für die wirtschaftliche Bemessung der Dränanlagen gegeben werden.

Literatur

Muth, W. (1981): Dränung erdberührter Bauteile. Eigenverlag
Wilfried Muth, Versuchsanstalt für Wasserbau, Fachhochschule Karlsruhe

Probst, R. (1968): Außenwände im Boden - Dichtung und Dränung.
Das Bauzentrum, Heft 2, S. 61 - 63

Schild E. u.a (1977): Bauschäden im Wohnungsbau, Teil VI, Bauschäden an Kellern, Dränagen und Gründungen. Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS) im Auftrag des Innenministeriums NW.
Vertrieb: Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Alfredistraße 32, 43 Essen 1

Schild, E. u.a.(1980): Schwachstellen, Band III, Keller-Dränagen, Bauverlag Wiesbaden und Berlin

Schweikert, H. (1981): Dränung zum Schutz baulicher Anlagen.
Bauverlag Wiesbaden und Berlin

Schadensbeispiele von Dränanlagen

1. Allgemeines
2. Beispiel - Wohnhaus in Büchenbach
3. Beispiel - Pension in Waldhäuser
4. Beispiel - Reihenhäuser in Nürnberg
5. Beispiel - Wohnanlage in Lohr

Schadensbeispiele von Dränanlagen

1. Allgemeines

In einer umfassenden Studie von Schild (1977) wurde nachgewiesen, daß 1/5 aller Feuchteschäden im Kellerbereich auf ein mangelhaftes Dränsystem zurückzuführen sind. Dabei wurden als Hauptursache genannt:

- bindiger Boden bzw. Hanglage
- die Dränrohre werden zu hoch verlegt
- die Drän- und Filterschicht um die Rohre ist nicht fachgerecht aufgebaut
- die vertikale Drän- und Filterschicht fehlt.

Bei allen nachfolgend beschriebenen Schadensbeispielen werden die vier Hauptursachen einzeln oder in Wechselbeziehung auftreten.

2. Beispiel - Wohnhaus in Büchenbach

Schadensbild:

Bei dem in Bild 1 dargestellten Wohnhaus traten bereits während der Rohbauarbeiten an den Kellerwänden Feuchtigkeitsschäden bis in 1,5 m Höhe auf. In den Kellerräumen stand teilweise das Wasser. Das Wasser drang im wesentlichen durch die Bodenplatte in die Kellerräume ein.



Bild 1: Wohnhaus mit Praxisanbau

Das Wohnhaus ist einfach unterkellert. Das Gebäude liegt in einem leicht geneigten Gelände. Der Baugrund besteht oberflächennah aus Sand, der in klüftigen Sandstein übergeht. Während der Aushubarbeiten wurde kein Grundwasser festgestellt.

Schadensursache:

Aufgrabungen an der Außenseite des Gebäudes und im Inneren ergaben folgendes Schadensbild. Die Dränrohre waren nicht gemäß DIN 4095 verlegt worden. Die gelben Dränschläuche lagen zu hoch (Bild 2) und waren ohne Gefälle verlegt worden.

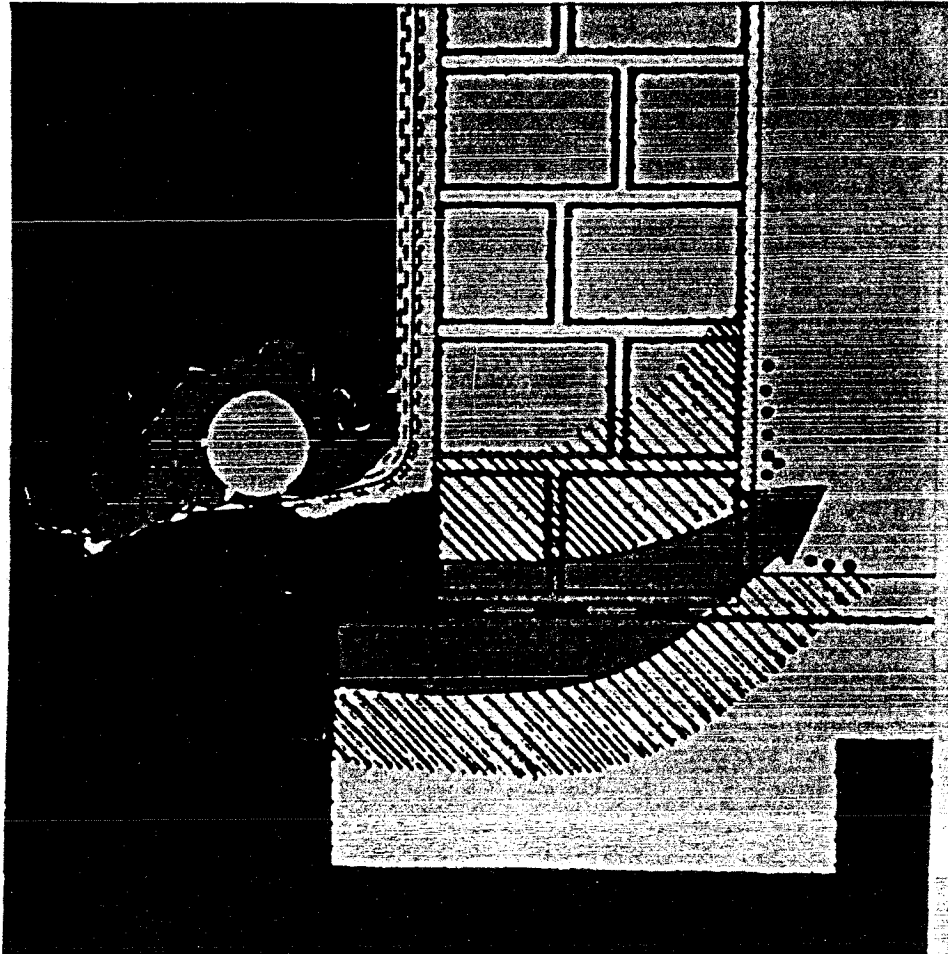


Bild 2: Schematische Darstellung des Schadensbildes

Um die Dränschläuche war ein grobes Kalkschottermaterial verfüllt worden. Dieses Kalkschottermaterial ist nicht filterstabil. Zudem fehlte jede filterstabile Abdeckung (Sand, Filtervlies), so daß eine Verschlammung der Dränschicht bzw. Rohrleitungen unvermeidlich war (Bild 3).



Bild 3: Dränschlauch mit Kalkschotterummantelung

Außerdem sei erwähnt, daß Kalkschotter bei den sehr aggressiven Grundwässern völlig ungeeignet ist, da sich Rohrschlitzte und die Rohre zusetzen können.

An den Eckpunkten des Dränsystems fehlten die Spül- und Kontrollrohre.

Unter der Bodenplatte fehlte die horizontale Dränschicht. Dadurch konnte das über Klüfte zuströmende Grundwasser nicht abgeführt werden.

Sanierung:

Im ersten Sanierungsschritt sollte gemäß Bild 4 durch Tieferlegen der Drainageleitungen das anfallende Wasser abgefangen werden und zur vorhandenen Hebeanlage geleitet werden. Es wurden starre Kunststoffdränrohre verwendet. Diese wurden im Gefälle verlegt. Um die Rohre wurde Kies der Körnung 2/16 als Dränschicht verwendet (Bild 5).

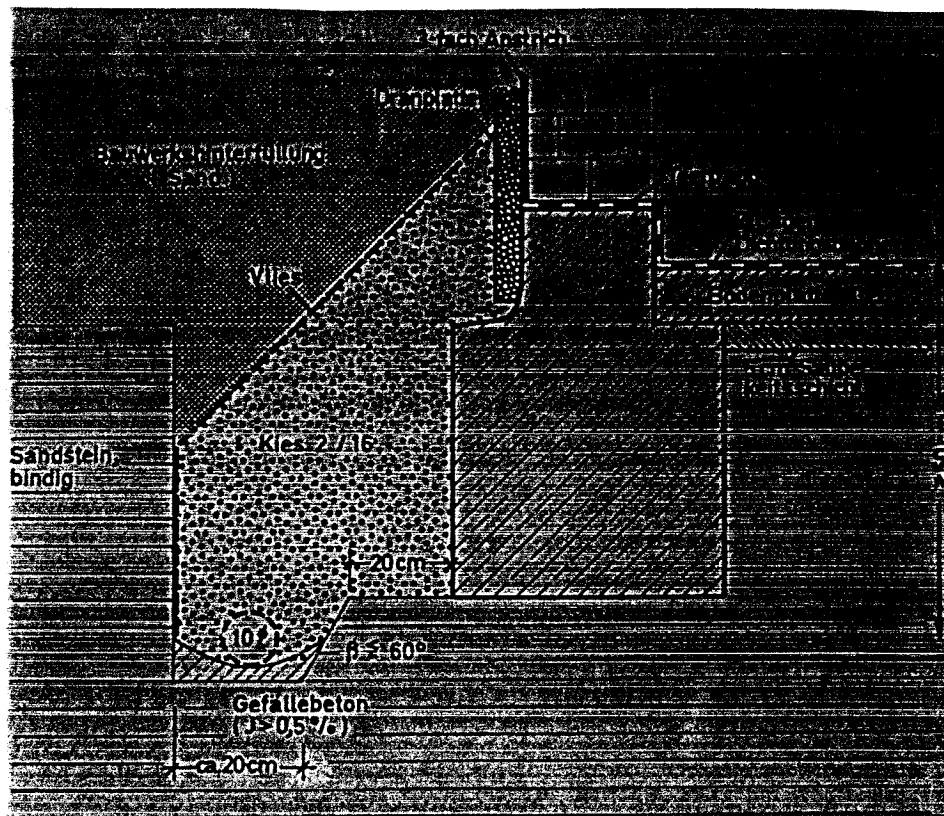


Bild 4: Erster geplanter Sanierungsschritt

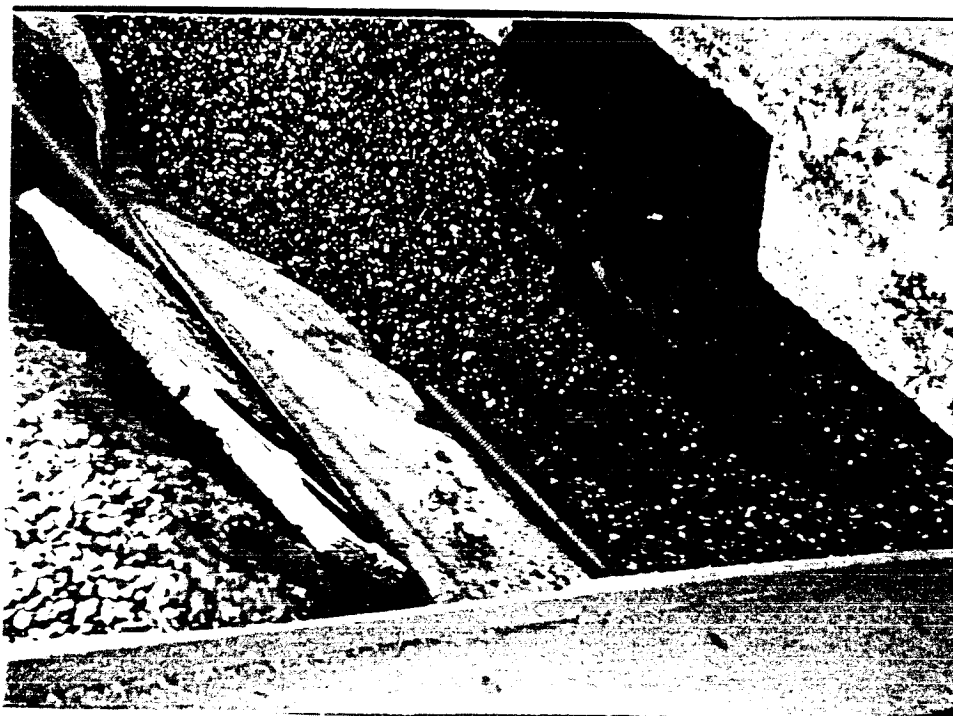


Bild 5: Einbau der Ringdränleitungen

Das gesamte Rohr-Dränsystem wurde mit einem Filtervlies ummantelt. Es wurde vor allem darauf geachtet, daß die vertikalen Dränplatten in die Dränschicht entwässern können, d.h. eine ausreichende Kiesüberdeckung der Rohre vorhanden ist. Die Hinterfüllung erfolgte mit Mittel- bis Grobsand, da die vorhandenen Dränplatten aus Styropor kein Vlies hatten. Zudem sollte die geplante Terrasse eine sichere setzungsarme Gründung erhalten.

Der Kellerfußboden sollte beim ersten Sanierungsschritt nicht entfernt werden und nur gegen Bodenfeuchtigkeit abgedichtet werden. Grundwasserpegelbeobachtungen über einen längeren Zeitraum zeigten jedoch, daß die Ringdränage allein, bei der vorhandenen Untergrundsituation, das anfallende Kluftwasser nicht ableitet. Es wurden im Kellerinneren weiterhin teilweise Grundwasserstände über Kellerfußbodenoberkante gemessen.

Es mußte deshalb auch hier die horizontale Dränschicht unter dem Kellerfußboden eingebaut und das anfallende Wasser über Dränleitungen zu der Hebeanlage geleitet werden.

Stellungnahme:

Dieses Beispiel zeigt, daß der Architekt das Problem, Schutz des Kellergeschosses gegen drückendes Wasser, nicht erkannt oder unterschätzt hat. Bereits eine sorgfältige Planung dieses Detailpunktes hätte erkennen lassen, daß durch eine Gebäudeanhebung von ca. 0,5 m das Problem nicht mehr aufgetreten wäre. Eine Befragung der Nachbarn hätte ergeben, daß diese bereits Wasserschäden hatten. Es ist nicht zulässig, die Ausführung des gesamten Dränsystems in den Verantwortungsbereich kleiner Baufirmen zu stellen. Der Architekt erhält ein Honorar für die Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung. Dadurch ist er verantwortlich für eine einwandfreie Ausführung nach den Regeln der Technik.

Zum Schluß möchten wir dem Bauherrn danken, daß er für dieses Forschungsvorhaben die anfallenden Wassermengen registriert, um eine wirtschaftliche Bemessung zukünftiger Dränsysteme zu gewährleisten.

3. Beispiel - Pension in Waldhäuser

Schadensbild:

Die Pension (Bild 6) liegt an einem sehr steilen Hang, welcher in den oberen Deckschichten aus Urgesteinzersatz aufgebaut ist. Bei dem Bauwerk handelt es sich um ein Gebäude mit einer Grundrißfläche $A = 16 \times 9 \text{ m}^2$ und einem Anbau von $A = 6 \times 6 \text{ m}^2$. Es besteht aus einem Erd- und Obergeschoß. Der rückwärtige Anbau schneidet in den Hang ein.



Bild 6: Pension in Waldhäuser

In den Anbau drang bergseits durch die Fuge zwischen Mauerwerk und Fußbodenplatte Wasser ein.

Schadensursache:

Eine Schürfgrube zeigte, daß die Dränrohre etwa 0,4 m über Fußbodenoberkante verlegt wurden (Bild 7). Da das Gelände stark zum Haus geneigt war, floß auch das Oberflächenwasser zur Drainage. Zudem sickert das Niederschlagswasser sehr rasch durch die geringmächtige sandige Deckschicht und fließt dann auf dem undurchlässigen Urgesteinshorizont ab. Starke Quellaustritte im Hangbereich bestätigten dies.

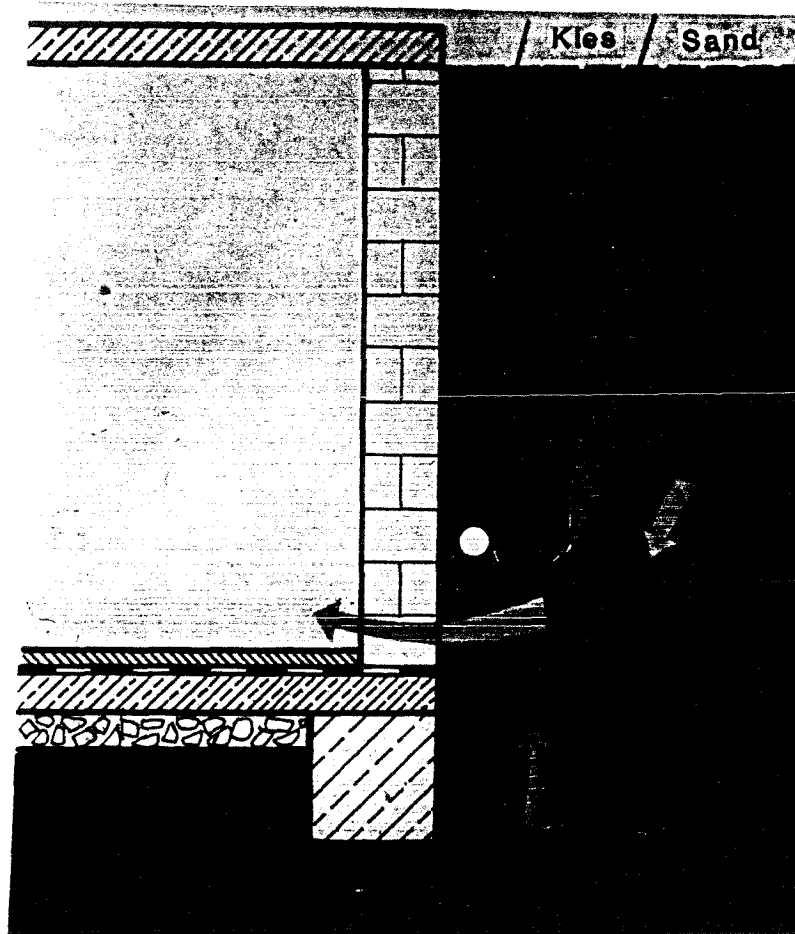


Bild 7: Schadensbild schematisch dargestellt.

Sanierung:

Der Schaden konnte durch ein Tieferlegen des Dränrohres behoben werden. Zudem wurde eine vertikale Sicker- und Filterschicht von 0,5 m Breite angeordnet. Das Gelände wurde vom Haus weg geneigt ausgebildet und das ankommende Oberflächenwasser hangseits in einer Rinne gefaßt.

Die Außenabdichtung war einwandfrei nach DIN 4117 ausgeführt worden. Es traten in den letzten 18 Jahren keine Schäden auf.

Stellungnahme:

Während der Bauzeit im Sommer war kein Schichtwasseraustritt in der Baugrube festzustellen. Außerdem machte der kompakte Fels hangseits Schwierigkeiten beim Abbau. Wahrscheinlich glaubte man nicht daran, daß die Dränage unterlaufen werden kann.

4. Beispiel - Reihenhäuser in Nürnberg

Schadensbild:

Die sechs Reihenhäuser (Bild 8) sind unterkellert. Die Gründung erfolgte auf Streifenfundamenten. Die Kellerfußbodenplatte besteht aus unbewehrtem Beton von 25 cm Stärke. Gegen ansteigendes Grundwasser wurden Ringdränagen und teilweise Querdränagen verlegt. Kontroll- und Spülschächte waren nicht vorhanden. Die Dränagen waren ohne Genehmigung an das Mischsystem angeschlossen worden. Nachdem die Stadt Nürnberg den Anschluß untersagte, war kein Vorfluter vorhanden und es traten erhebliche Wasserschäden in den Kellergeschossen auf.



Bild 8: Reihenhäuser in Nürnberg

Schadensursache:

Die nachträgliche Baugrunderkundung ergab folgenden Schichtenaufbau. Unter einer 0,4 m mächtigen Mutterbodenschicht steht bis 2,5 m unter Geländeoberkante Sand an, der mit der Tiefe stark tonig wird. Ab 2,5 m bis 3,3 m unter GOK wurde halbfester Ton erbohrt (Keuperton). Darunter folgt bis zur Bohrendtiefe von 4,0 m mürber bis mittelharter Sandstein.

Der mittlere Grundwasserspiegel lag etwa 0,2 - 0,5 m über Kellerfußbodenoberkante. Da mit einem Schwankungsbereich von $\pm 0,5$ m gerechnet werden muß, würden die Keller teilweise 1,0 m unter Wasser stehen.

Ursache für den Wassereintritt in die Kellerräume ist der hohe Grundwasserstand und der abgeklemmte "Schwarzanschluß" an das Kanalnetz (Bild 9).

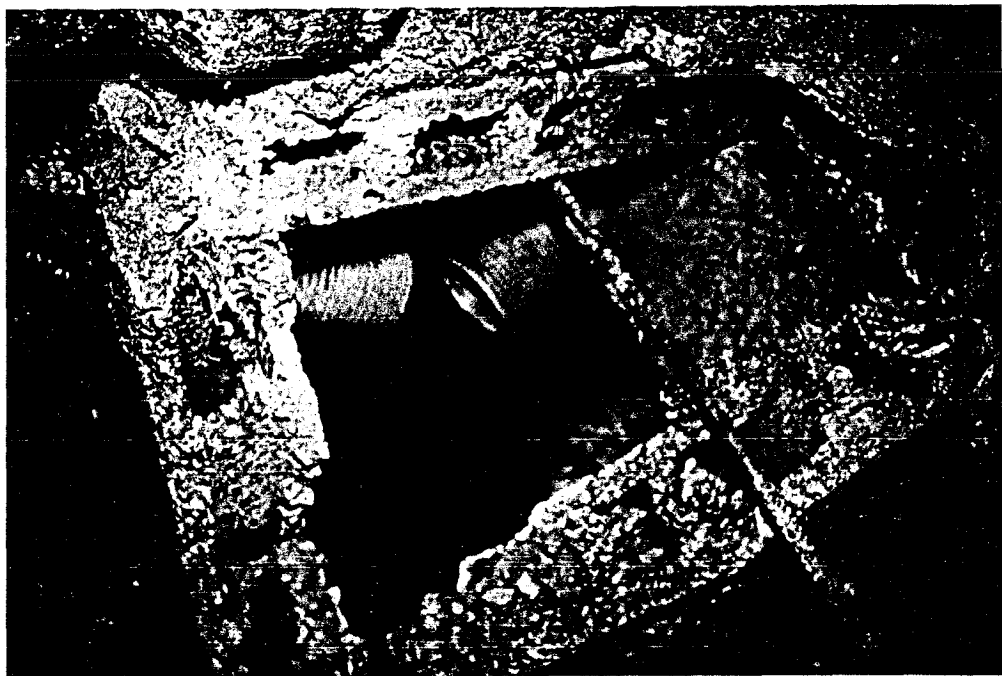


Bild 9: "Schwarzanschluß" der Dränleitung an das Mischsystem

Sanierung:

Da die Stadt Nürnberg die Einleitung des Dränwassers in die Mischkanalisation untersagte, mußte eine andere Lösung gesucht werden.

Es wurde folgender erster Sanierungsschritt empfohlen: Sorgfältige Verlegung der Ringdränleitung auf der Eingangsseite der Häuser. Von dieser Seite strömt auch das Grundwasser an. Anordnung von Spül- und Kontrollschächten. Fachgerechte Ausbildung der Abdichtung der Außenwände und Anordnung von Dränplatten und Filtervlies. Leider wurde beim Einbau der Dränleitung wieder Kalkschotter verwendet (Bild 10), der auf Anweisung wieder ausgebaut wurde und durch abgestuften Kies 4/32 ersetzt wurde.



Bild 10: Sanierung des Dränsystems

Die Hinterfüllung erfolgte mit bindigem Sand, um den Zustrom von Oberflächenwasser zu minimieren.

Auf der Terrassenseite sollten die vorhandenen Dränleitungen vorerst verwendet werden.

Die Dränleitungen wurden zu einem Sammelschacht aus wasserundurchlässigem Beton geführt (Bild 11 und 12).

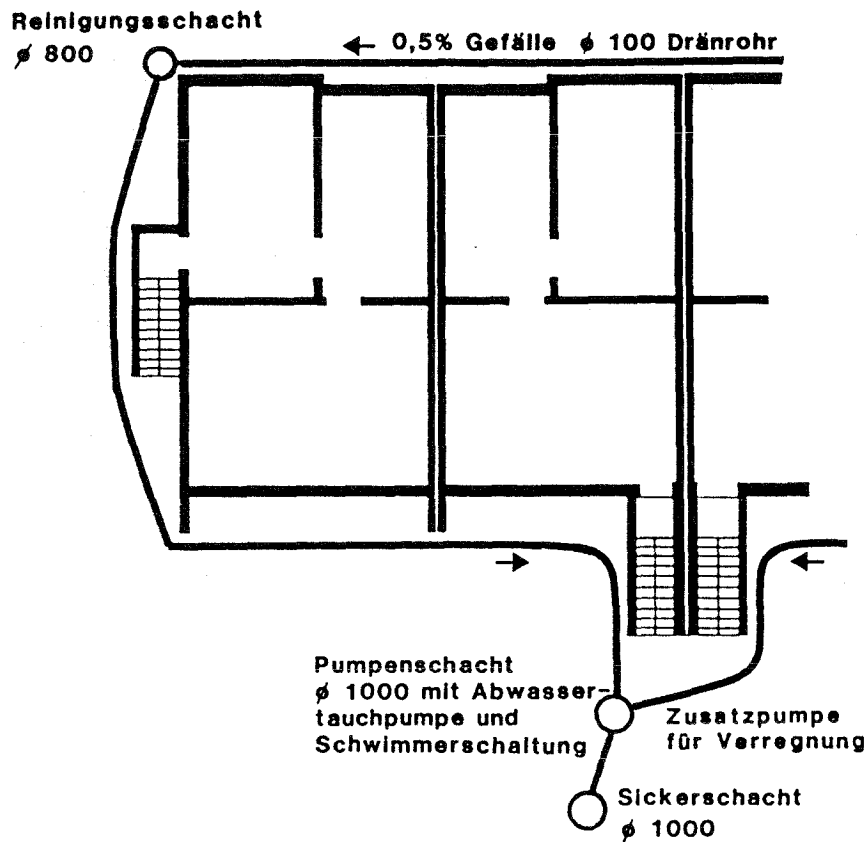


Bild 11: Grundriß des Dränsystems

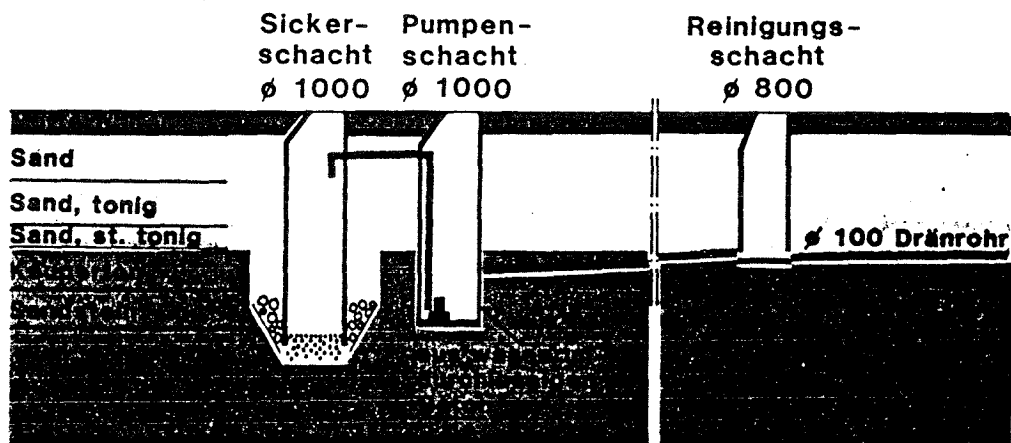


Bild 12: Schnitt durch das Dränsystem

Dort wurde eine Pumpe mit Schwimmerschaltung installiert. Von dort führt eine Leitung zu einem Sickerschacht. Dieser wurde gemäß Bild 13 ausgeführt. Bild 14 zeigt die ausgehobene Baugrube und den Einbau des Sickerschachtes.

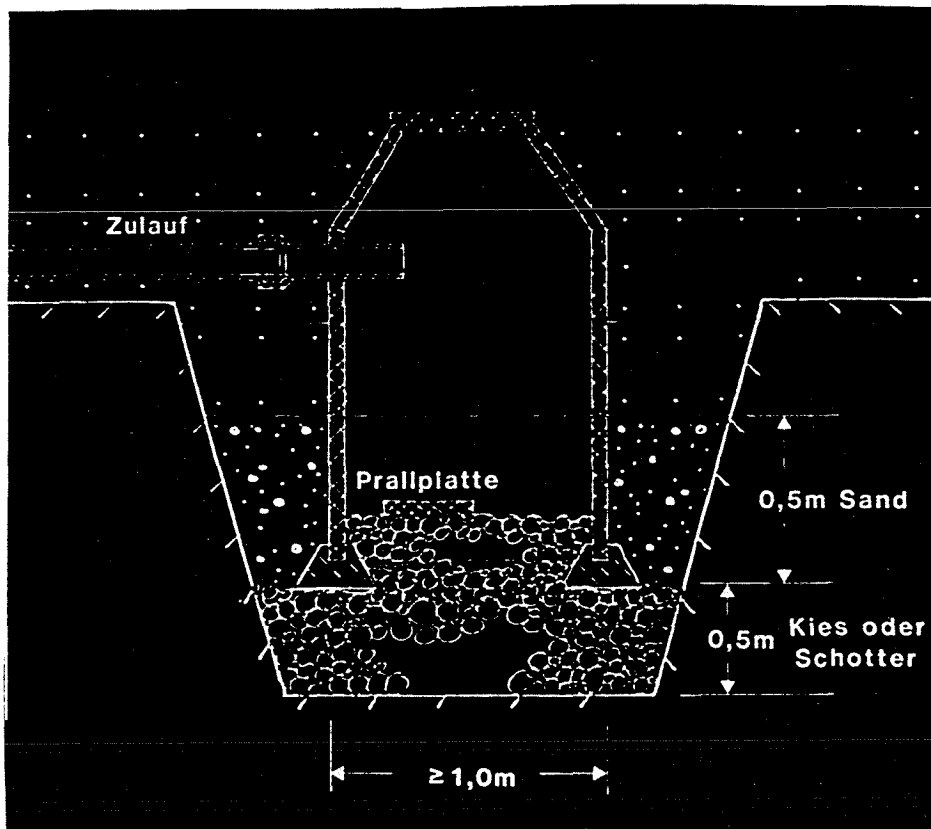


Bild 13: Sickerschacht (Schnitt)



Bild 14: Herstellen des Sickerschachtes

Es war vorgesehen, die geringen Wassermengen von 2 - 3 m³ pro Tag in den Sandsteinpartien zu versickern oder bei Bedarf in den Gärten zu verregnen (Bild 15).

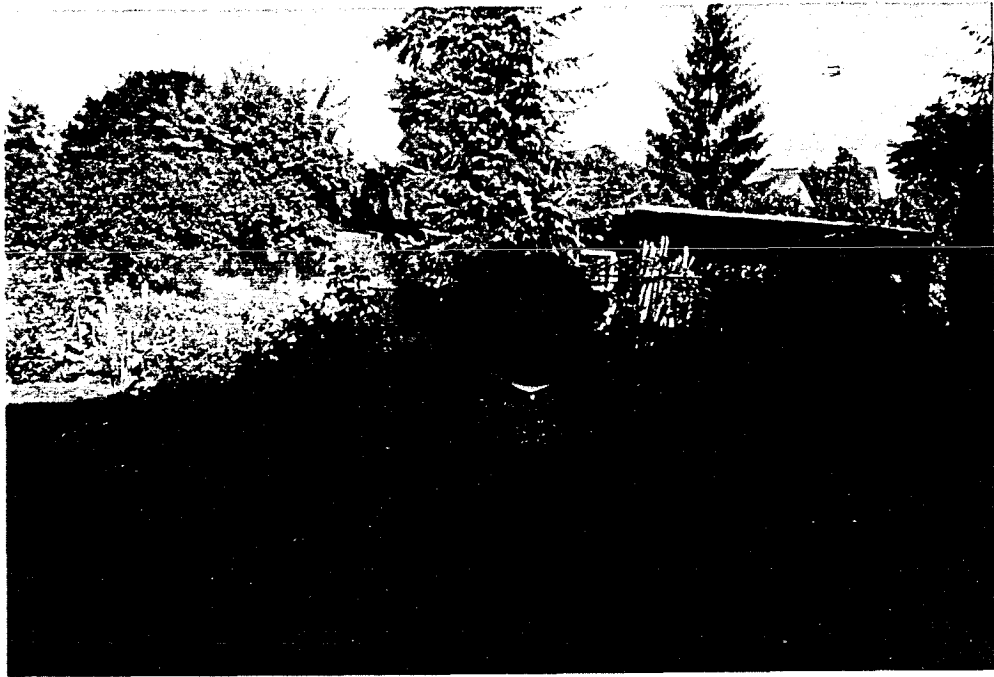


Bild 15: Verregnung der nicht versickernden Wassermengen

Stellungnahme:

Die Lösung hat sich seit 7 Jahren bewährt. Schwierigkeiten bereitet es, bei einer Reihenhaussiedlung alle Beteiligten von dem Sanierungskonzept zu überzeugen. Vor allem ist es schwierig, den Bewohnern klar zu machen, daß man die Sanierung in mehreren Schritten plant, d.h. im ersten Schritt nur den unbedingt notwendigen Aufwand betreibt, vor allem auch im Interesse der Anwohner die angelegten Gärten und Terrassen, wenn möglich, verschont.

Die zweite Schwierigkeit besteht darin, daß alle Reihenhausbewohner einen gemeinsamen Wartungsvertrag unterzeichnen. Dieser ist jedoch unumgänglich, denn das Rohrsystem muß kontrolliert und eventuell gespült werden. Die Pumpe im Hebeschacht muß gewartet werden. Es müssen die zwar geringen Betriebskosten umgelegt werden.

Die dritte Schwierigkeit bestand darin, daß der Sickerschacht im Garten des vorletzten Reihenhauses installiert werden sollte. Alle weiteren Anlieger sind durch einen Vertrag mit dem Nachbarn zu koppeln. Es gelang, alle Schwierigkeiten zu überwinden und sogar die Anwohner zu überzeugen, für dieses Forschungsvorhaben die anfallenden Wassermengen zu messen.

5. Beispiel - Wohnanlage in Lohr

Schadensbild:

Drei mehrgeschossige Wohnblöcke wurden im Jahr 1978 in einem Hanggelände errichtet. Die Häuser sind unterkellert und binden hangseitig etwa 3 - 6 m in das Gelände ein. Eine Baugrunduntersuchung zeigte, daß unter einer schluffigen Sandüberdeckung von 1,4 m bis 3,0 m Mächtigkeit (Verwitterungszone) Hangschutt aus unregelmäßig gelagerten Sandsteinen, Sanden und Schluffeinsparungen ansteht. Das Liegende bildet der Buntsandstein.

Grundwasser wurde in unterschiedlichen Tiefen von 0,9 - 3,9 m angetroffen. Der Wasserandrang ist jahreszeitabhängig. Es mußte aber mit starkem Andrang von Hangsickerwasser in Nässeperioden gerechnet werden.

Der Baugrundgutachter schlug deshalb vor, die Kellergeschosse aus wasserundurchlässigem Beton zu erstellen und zusätzlich Ringdränagen anzulegen. Entgegen diesem Vorschlag sollten die Häuser gemäß Leistungsverzeichnis auf Streifenfundamente gegründet und die Kellerwände gemauert ausgeführt werden. Als Schutz gegen das anfallende Hangwasser wurde eine Ringdränage (DN 100) mit Grobkies ummantelt und mit 0,5 m Filterkies abgedeckt ausgeschrieben. Die Wandabdichtung wurde als Dreifach-Anstrich beschrieben, als Schutzschicht wurden Ondoline-Platten aufgestellt. Unter die Kellerfußbodenplatte wurde eine Filterkies-schicht eingebaut.

Im Winter 1978 und 1980 kam es zu starken Erdrutschen und zu Feuchtigkeitsschäden in den Häusern (Bild 16).



Bild 16: Hangrutsch im Bereich der Wohnhäuser

Schadensursache:

Durch die späteren Untersuchungen wurde festgestellt, daß die ursprüngliche Böschung versteilt wurde, d.h. es wurden am Böschungsfuß 1 - 2 m abgetragen. Damit wurde der Hangwasserspiegel angeschnitten und es traten bei stärkeren Niederschlägen starke Erosionsrinnen bis zu 10 m tief und 3 m breit auf. Die Wasser-
austritte beschränkten sich nicht auf die bergseitig der Häuser A und B gelegene Böschung, sondern traten auch zwischen den Häusern B und C sowie unmittelbar unterhalb des Hauses C auf. Ergiebige Quellen in diesem Hangbereich wurden früher von der Bundesbahn genutzt. Das anfallende Hangwasser wurde provisorisch über oberflächlich verlegte Rohre abgeleitet (Bild 17).



Bild 17: Provisorische Ableitung des Hangwassers

Den Schlamm versuchte man durch Bretterbarrieren von den Häusern, vor allem von den Kellerschächten fernzuhalten.

Die neu angelegten Schürfen im Bereich der Häuser ergaben folgendes Bild. Die gelben Dränschläuche waren in ausreichender Tiefe verlegt worden. Die Rohre waren bis 0,2 m über Rohroberkante mit Mittelkies umgeben, der mit Feinteilen aus der Hinterfüllung zugeschlämmt war (Bild 18). Der Raum zwischen Ondoline-Platten und Hauswand ist teilweise ganz zugeschlämmt worden. Die Rohre hatten sich ebenfalls teilweise ganz zugesetzt.

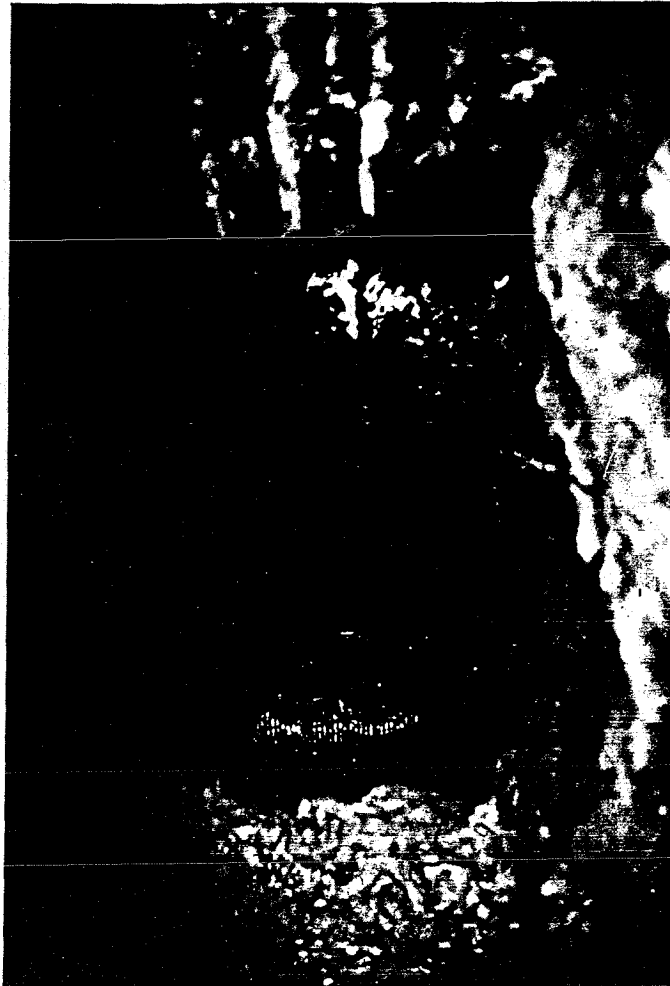


Bild 18: Schürfe

Die Außenanlagen im Hangbereich wurden nicht durch Sickerrigolen und Sickerleitungen gesichert. Außerdem fehlte eine rasche Begrünung. Dadurch kam es zu den starken Erosions- und Rutserscheinungen. Dies führte teilweise dazu, daß sich tonige, schluffige Sande hinter den Wellplatten sammelten bzw. in den Filterkies eindrangen.

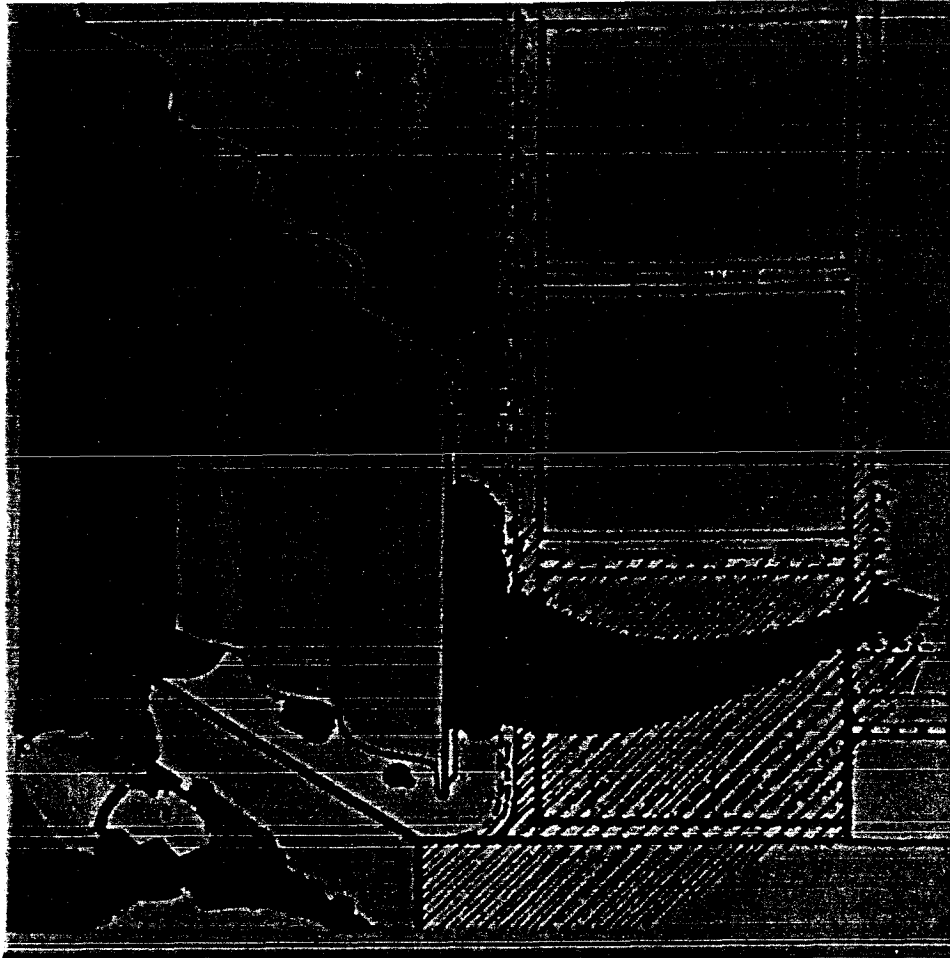


Bild 19: Schematische Darstellung der Schadensursache

Es muß jedoch festgestellt werden, daß nicht die Rutschungen und die Wasseraustritte im Hangbereich nördlich der Häuser ursächlich für die Verschlammung der Dränagen waren. Ursächlich war die Verwendung eines instabilen Filterkieses. Außerdem wurde der Filterkies nicht bis zur Geländeoberkante heraufgezogen (Bild 19).

Sanierung:

Die Sanierung erfolgte aufgrund der Empfehlungen des Baugrund-sachverständigen Dr. Magar, Würzburg. Bei der Sanierung waren zwei Bereiche zu beachten. Erstens die Sanierung des Dränsystems bei den Häusern, um anfallendes Sickerwasser fernzuhalten, zweitens die Ableitung des Hangwassers, um Erosionen zu verhindern und vor allem um die großen Hangwassermengen von den Hausdränagen fernzuhalten.

Im Bereich der Häuser wurden die Dränrohre gemäß Bild 20 neu verlegt. Um die Rohre wurde Dränkies 8/32 eingebaut. Das Einschlämmen von Feinteilen aus dem Hinterfüllmaterial verhindert das Filtervlies. Im Wandbereich wurde die Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit erneuert. Außerdem wurden Dränsteine als vertikale Sickerschicht eingebaut. Als Filterschicht wurde ein Filtervlies vor die Dränsteine gehängt.

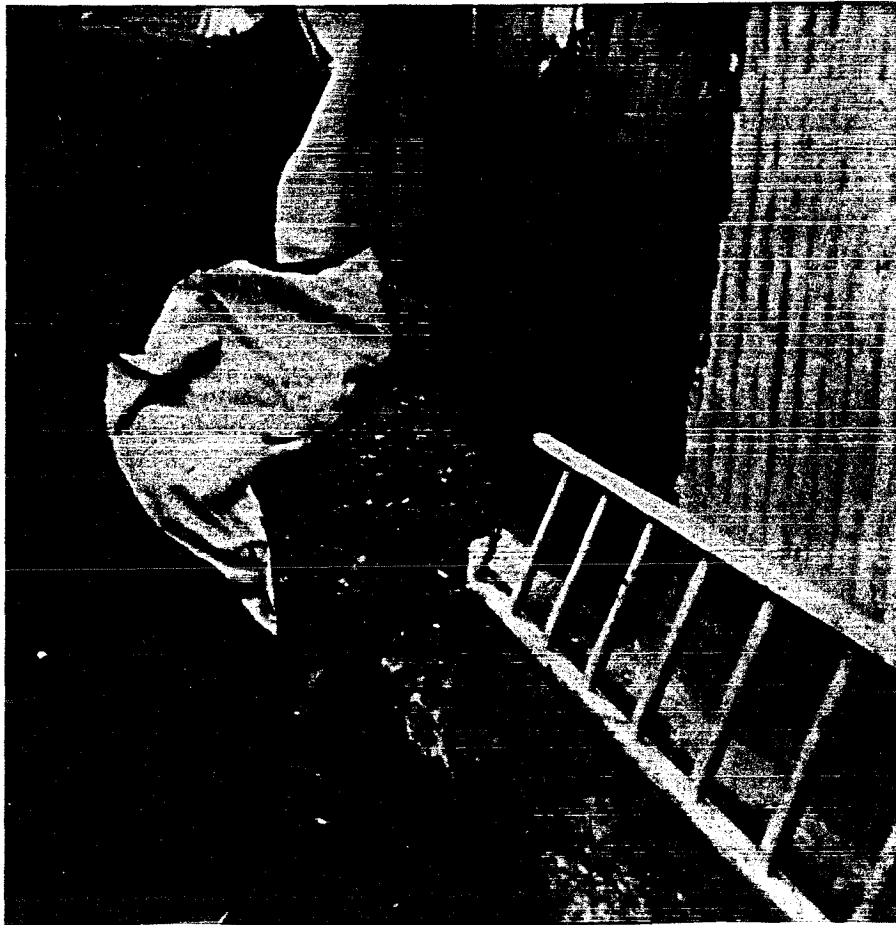


Bild 20: Neuaufbau der Wanddränung

Unter der Kellerfußbodenplatte wurden Dränrohre DN 100 im Abstand von 3 - 5 m verlegt und zur talseitigen Dränleitung entwässert. Um diese Dränrohre wurde ein Mischfilter 0/16 angeordnet. Kontroll- und Spülschächte DN 1000 wurden an den Hauseckpunkten installiert.

Zur Ableitung des Hangwassers wurden 2 - 3 m tiefe Sickerschlitzte angeordnet. Bild 21 zeigt einen Regelquerschnitt. Die ca. 1 m breiten Gräben wurden gemäß Bild 22 im Bereich der vorhandenen Erosionsrinnen angelegt.

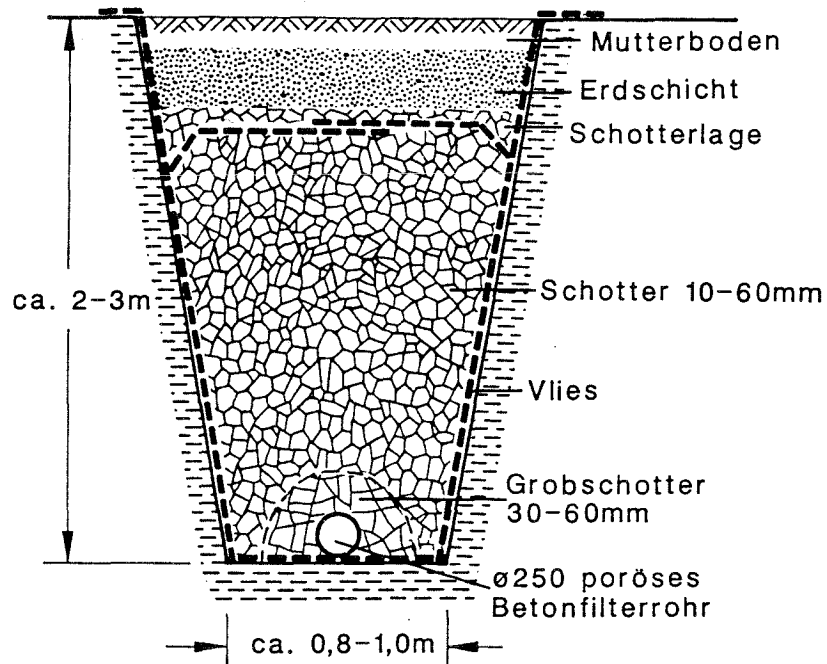


Bild 21: Hangentwässerung (Regelquerschnitt)

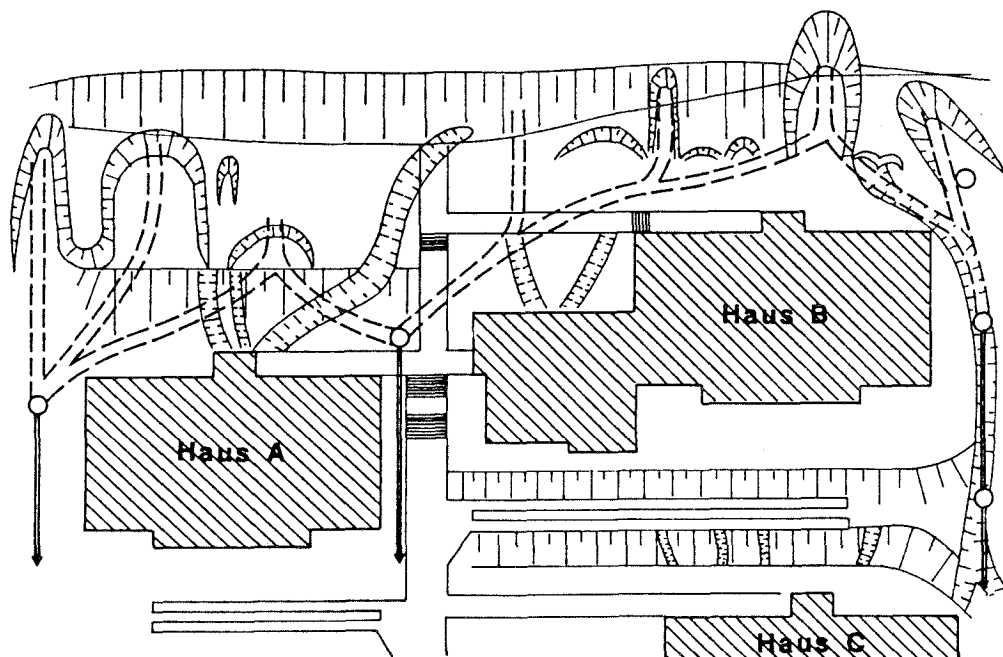


Bild 22: Lage der Hangentwässerung

Die Sickerschlitze münden in Rohrleitungen DN 300. Am Übergang wurden Kontrollschächte angeordnet.

Zwischen Haus B und Haus C wurde am Böschungsfuß ein Drainagegraben mit 1 m Tiefe zur Ableitung des Hangsickerwassers eingebaut.

Nach Herstellung der Sickerschlitze wurden die Böschungen begrünt und mit tiefwurzelnden Pflanzen gesichert. Die Anlage funktioniert seit 7 Jahren einwandfrei (Bild 23).



Bild 23: Hangbereich nach der Sanierung

Stellungnahme:

Dieses Beispiel zeigt, daß die technisch notwendigen Empfehlungen des Baugrundsachverständigen, vermutlich aus Kostengründen, von der Bauträgersgesellschaft nicht berücksichtigt wurden. Die Planung der Hangsicherung und Hangentwässerung wurde ganz ignoriert. Die Ausführung der Kellergeschosse aus wasserundurchlässigem Beton wurde verworfen. Die ausgeschriebenen Dränmaßnahmen allein reichten nicht aus, um die anfallenden großen Wassermengen schadlos abzuführen. Zudem wurden noch Ausführungsmängel am Dränsystem festgestellt.

Ausführungsbeispiele für Dränanlagen

1. Allgemeines
2. Reihenhäuser in Nürnberg-Langwasser
3. Kirchenzentrum in Nürnberg-Langwasser
4. Klinikum Nürnberg-Süd

1. Allgemeines

Nachdem im Abschnitt 2 einige typische Schadensbeispiele vorgestellt wurden, sollen im nachfolgenden Abschnitt ausgeführte Beispiele erläutert werden. Bei diesen Objekten hat das Grundbauinstitut der LGA Nürnberg die Baugrunduntersuchung durchgeführt und den Bauherren die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung der Untergeschosse gegen die Grundwasserbeanspruchung vorgeschlagen. Außerdem hat das Grundbauinstitut beratend bei der Planung, Ausschreibung und Bauausführung mitgewirkt. Das Zusammenspiel zwischen Bauherren, Architekten, Baugrundsachverständigen und Baufirmen ist nach meiner Überzeugung der alleinige Schlüssel zum Erfolg. Wie diese nachfolgenden Beispiele zeigen, ist es bei einem koordinierten Miteinander möglich, wirtschaftliche und dennoch technisch einwandfreie Bauwerke zu erstellen.

2. Reihenhäuser in Nürnberg-Langwasser

Bauwerk:

In Nürnberg im Ortsteil Langwasser werden viele Wohneinheiten von der Wohnungsbaugesellschaft der Stadt Nürnberg als Reihenhäuser geplant. Die Häuser sind unterkellert. Die Gründung erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel auf einer 0,2 m dicken Betonplatte. Die Bewehrung richtet sich nach den Baugrundverhältnissen.

Die Kellerwände werden gemauert oder bestehen aus Betonfertigteilen oder Ortbeton. Bild 1 zeigt eine Reihenhauszeile im Rohbau.



Bild 1: Reihenhaushaus im Rohbau

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse:

Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden durch Schürfen, Bohrungen und Sondierungen erkundet. Danach steht in der Regel unter einer geringmächtigen Sandüberdeckung der Keuperuntergrund an. Dieser besteht aus sehr gering durchlässigen Sandsteinen und festen Tonsteinlagen.

Grundwasser tritt als sogenanntes Stau- oder Schichtwasser auf Ton- oder Schluffhorizonten auf bzw. als eigentlicher Grundwasserhorizont im Kluftsystem des Keupersandsteins. Das Grundwasser wurde durch ein Pegelnetz über Jahre vor Baubeginn beobachtet. Bild 2 zeigt eine Grundwasserganglinie aus dem Jahr 1981/82. Das Grundwasser ist teilweise stark betonaggressiv. Im vorliegenden

Beispiel liegen die Reihenhäuser im Bereich einer 10 m tiefen sandverfüllten Urstromrinne mit 200 m Breite. Die Sande zeigen unterschiedlichen Kornaufbau und besitzen auch weiche Schluffeinlagerungen. Die Durchlässigkeitsbeiwerte im Labor ergaben Werte von $k = 10^{-6}$ m/s bis 10^{-9} m/s.

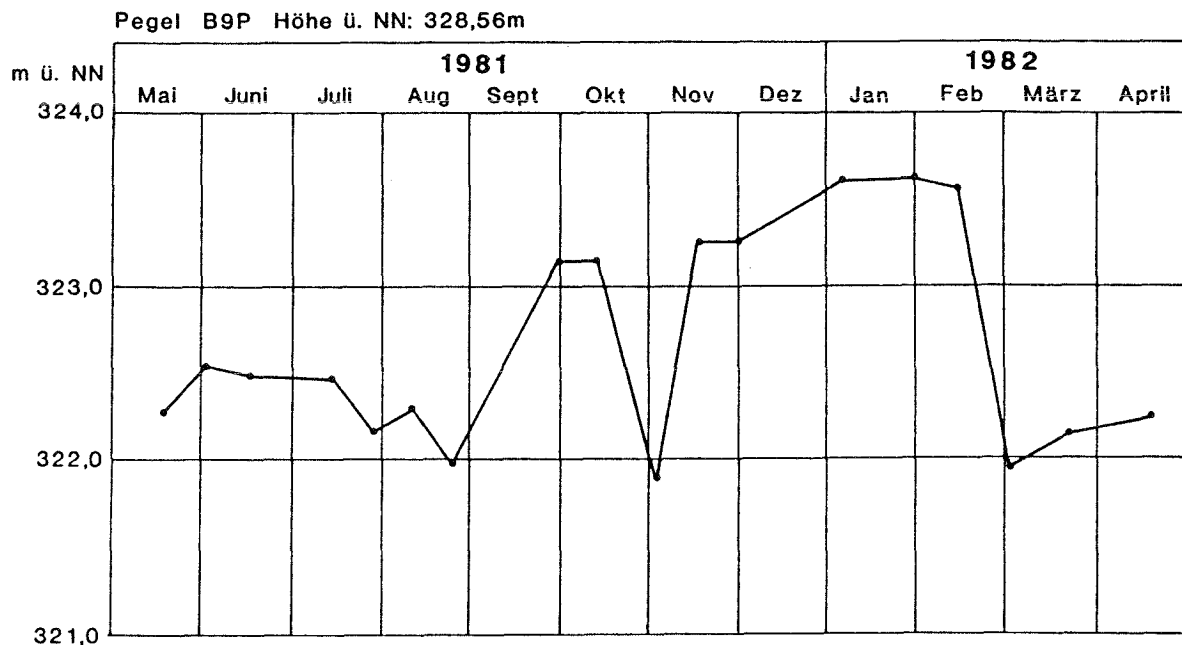


Bild 2: Grundwasserganglinie

Auf Bild 3 sind ein typisches Bohrprofil und eine leichte Rammsondierung dargestellt. Außerdem ist die Lage des Kellerfußbodens eingetragen.

Sicherung gegen Wasserbeanspruchung im Kellerbereich (Planung und Ausführung):

Der höchste gemessene Grundwasserspiegel liegt etwa 1,5 m unter Kellerfußbodenoberkante. Der anstehende Baugrund besteht aus bindigen Sanden mit Schluffeinlagerungen. Der Durchlässigkeitsbeiwert der Sande schwankt zwischen 10^{-6} m/s und 10^{-9} m/s. Dies bedeutet, daß sich in den wiederverfüllten Arbeitsräumen zeitweise Stauwasser sich bilden kann. Außerdem kann unter der Bodenplatte kapillar aufsteigendes Wasser (Kapillarwasser) auftreten.

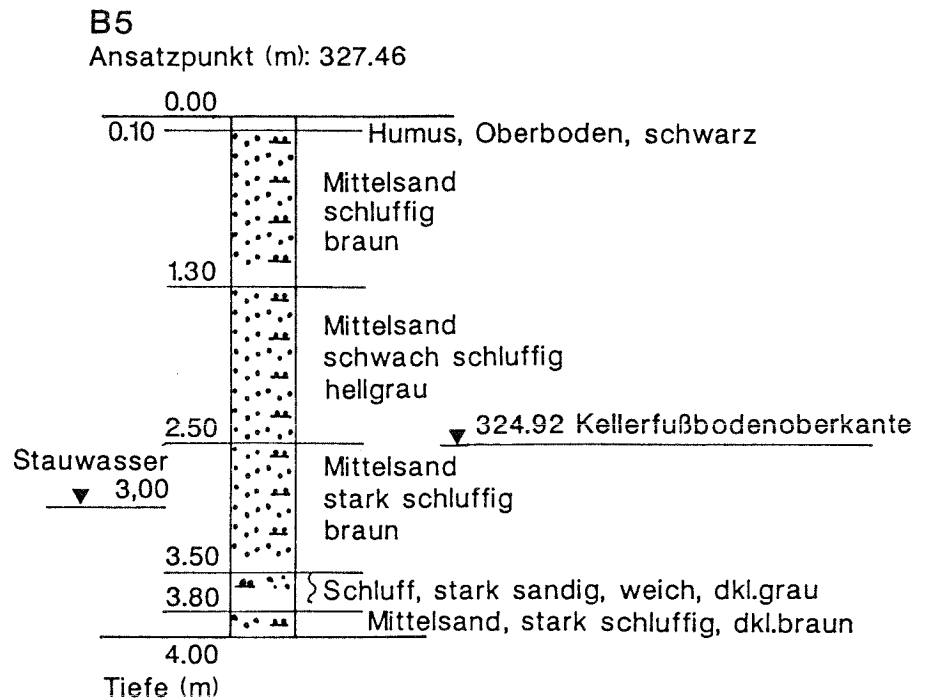
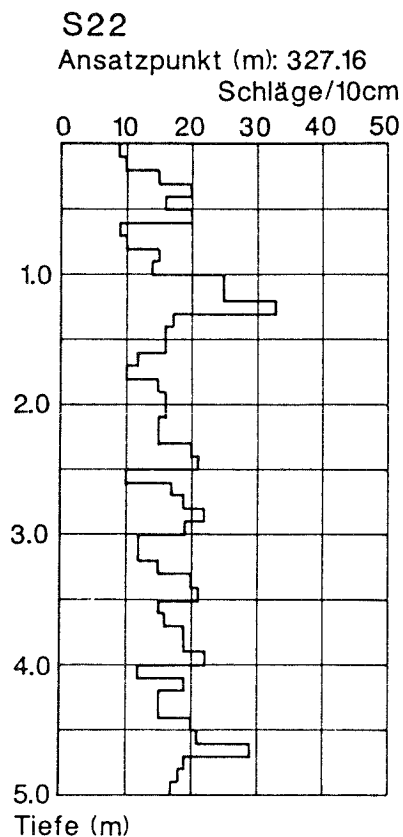


Bild 3: Bohrprofil - Rammsondierung

Die neue DIN 18195 (Bauwerksabdichtung) würde bei diesen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen nur zwei Lösungsmöglichkeiten zulassen.

- Lösung nach DIN 18195, Teil 5, Abdichtung gegen nicht-drückendes Wasser mit einer Dränung nach DIN 4095. Diese Lösung ist nur bei einem Vorfluter möglich.
- Lösung nach DIN 18195, Teil 6, Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser, wenn kein Vorfluter vorhanden ist.

Zusätzlich wäre möglich:

- Lösung nach DIN 1045, Ausführung des Kellergeschosses aus wasserundurchlässigem Beton.

Im Zusammenwirken zwischen Bauherren, Architekten, Baufirma und Baugrundsachverständigem wurde eine wirtschaftliche und dennoch technisch einwandfreie Lösung gewählt. Da die Ableitung des Stauwassers in einen Regenwasserkanal möglich war, wurde eine modifizierte Sicherung mit Drainage ausgearbeitet. Dabei wurden je nach Nutzung der Keller folgende Varianten angeboten.

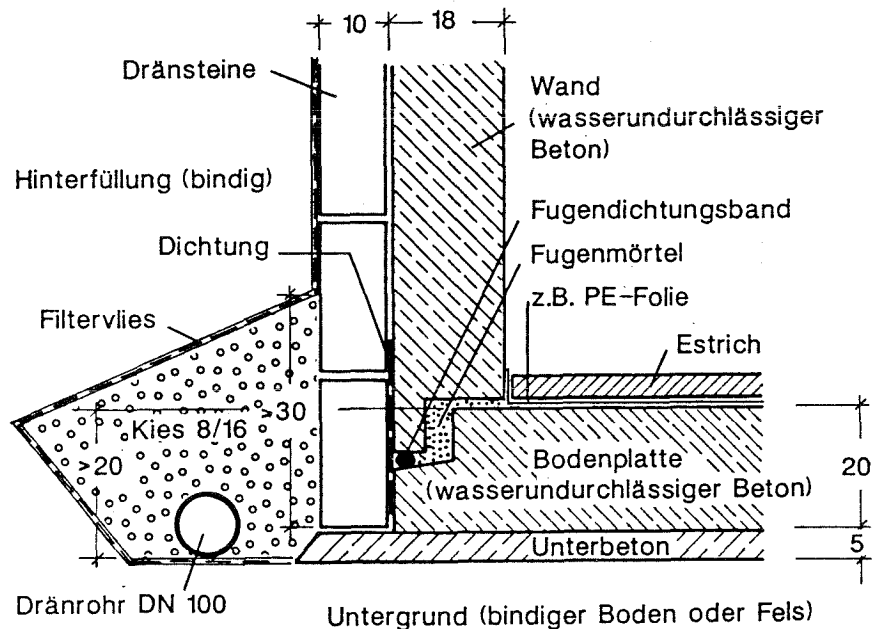


Bild 4: Einfache Nutzung der Kellerräume

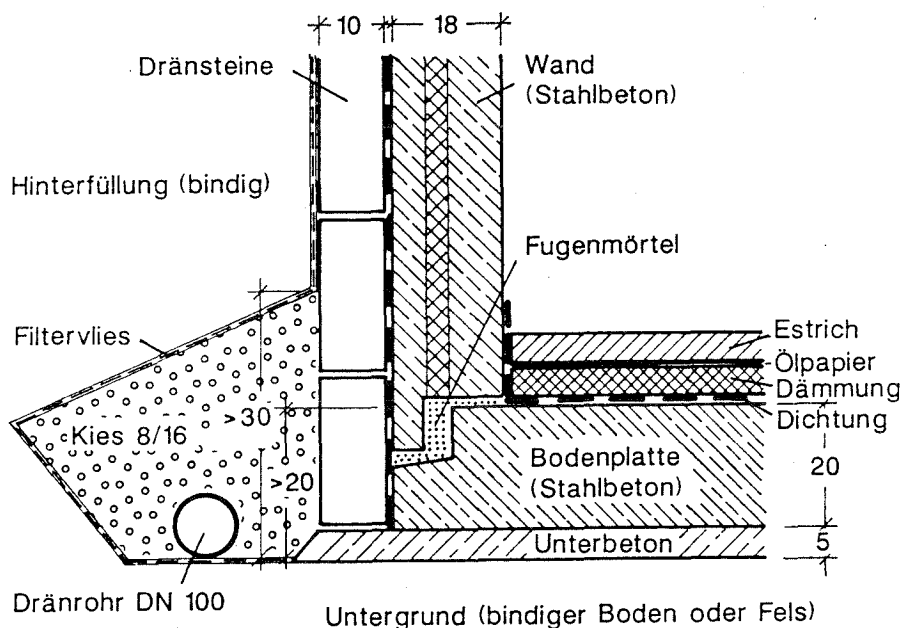


Bild 5: Nutzung der Kellerräume als Hobbyräume, Arbeitsräume etc.

In beiden Fällen sorgt eine einwandfrei ausgeführte Ringdränleitung DN 100 aus starren Rohren dafür, daß sich auch vorübergehend kein drückendes Wasser im Bereich Bodenplatte/Wand einstellen kann. Um die Rohre wird seitlich und über dem Rohr Kies der Körnung 4/16 oder 8/16 eingebaut (Bild 6).



Bild 6: Verlegung der Dränleitung

Um das Einschlämmen von Feinteilen aus der Hinterfüllung zu vermeiden, wird ein Filtervlies verwendet. Die Dränsteine reichen mindestens 0,3 m in die Dränschicht, die die Dränleitung umgibt. Im Wandbereich wurden Dränsteine mit Filtervlies angeordnet (Bild 7). Die Fugen der Betonfertigteilelemente werden auch bei der einfachen Lösung abgedichtet.

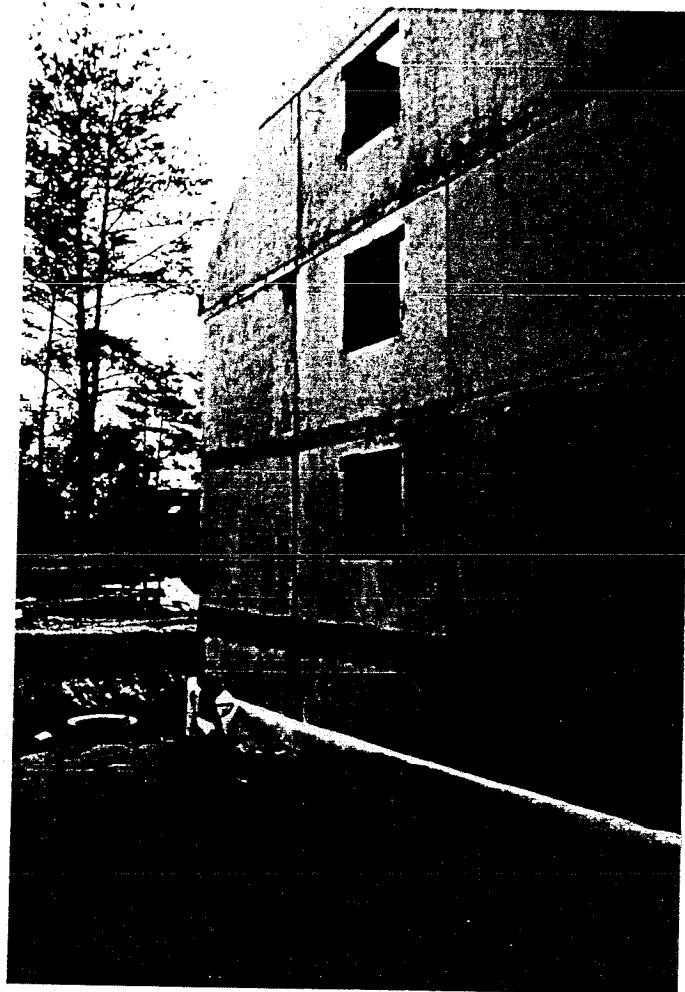


Bild 7: Dränsteine mit Filtervlies

Ein Sammel schacht DN 1000 wird am Übergang zum Regenwassersamm-
ler angeordnet. Kontroll- und Spülrohre DN 300 sind an den
Knickpunkten vorhanden. Somit ist eine Kontrolle nach dem Rohbau
möglich und eine Wartung der Anlage gewährleistet.

Die anspruchsvollere Lösung unterscheidet sich von der einfachen
Lösung durch die aufwendigere Dämmung von Boden und Wand sowie
die Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit!

Stellungnahme:

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß vor Baubeginn die Beanspruchungsart im Kellerbereich durch eine Baugrunduntersuchung erkundet wurde. Vom Architekten wurden in Grundriß- und Schnittzeichnungen alle Detailpunkte der Dränung und Abdichtung festgelegt. Die Ausschreibung war vollständig und übertrug der Bau-firma nur die Ausführungsverantwortung. Bauüberwachung während der Bauzeit und Abnahme am Ende gewährleisten eine einwandfreie Ausführung (Bild 8).



Bild 8: Kontrolle der Dränleitungen nach dem Einbau

Abweichend von den einschlägigen Normen wurde hier die sogenannte kapillARBrechende Schicht oder horizontale Dränschicht unter den Bodenplatten eingespart. Die Fundierung mit einer wasserundurchlässigen Bodenplatte ist wirtschaftlicher als Streifenfundamente.

Die Abdichtung nach DIN 18195, Teil 4, gegen Bodenfeuchtigkeit reicht aus. Eine Abdichtung nach DIN 18195, Teil 5, ist hier nicht erforderlich.

3. Kirchenzentrum in Nürnberg-Langwasser

Bauwerk:

Im Jahr 1984 entstand in Nürnberg-Langwasser das Ökumenische Kirchenzentrum. Aus Bild 9 ist die Gebäudesituation ersichtlich. Die Bauwerke sind teilweise unterkellert. Die nichtunterkellerten Gebäude wurden auf Einzel- und Streifenfundamente gegründet. Die unterkellerten Bereiche wurden auf einer bewehrten Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton gegründet.

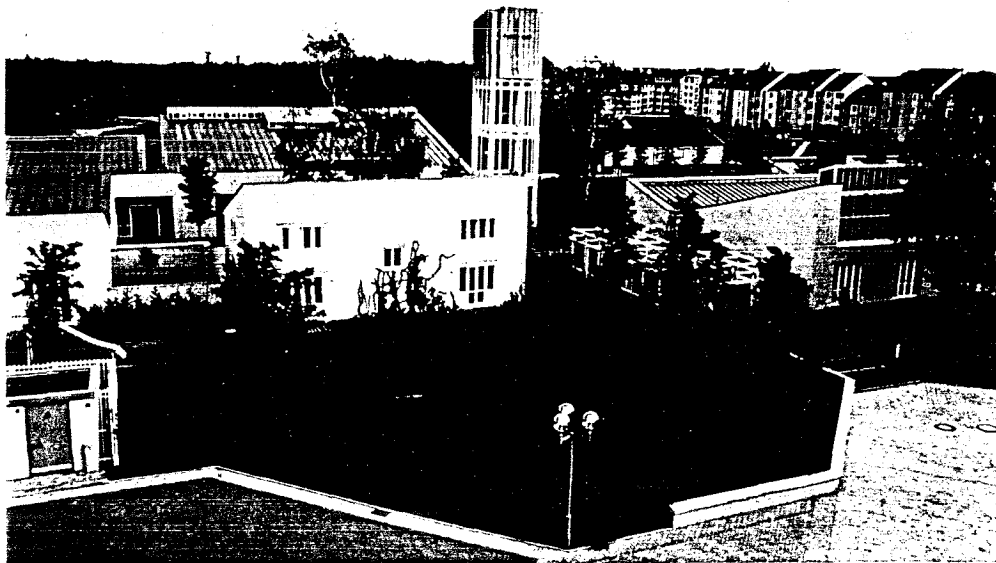


Bild 9: Ökumenisches Kirchenzentrum

(Entwurf Prof. Schunck + Partner, München)

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse:

Nach der Baugrunderkundung des Grundbauinstitutes steht unter einer geringmächtigen Sandüberdeckung der Keuperuntergrund an. Bild 10 zeigt einen Teilbereich der ausgehobenen Baugrube.



Bild 10: Baugrube

Deutlich erkennt man die dunkelroten Keupertoneinlagerungen im Sandstein. Nach den Grundwasserbeobachtungen im Nahbereich liegt der maximale Grundwasserstand ca. 1,5 m unter der Kellerfußbodenoberkante.

Sicherung gegen Wasserbeanspruchung im Kellerbereich (Planung und Ausführung):

Nach den vorliegenden Erkundungen muß mit Stau- und Schichtwasser auf dem Keuperton bzw. in den wiederverfüllten Arbeitsräumen gerechnet werden.

Da die Untergeschoßräume eine hochwertige Nutzung als Jugendräume erforderten, wurde eine ausreichende Dämmung und eine Abdichtung nach DIN 18195 Teil 4 empfohlen. Das anfallende Stauwasser in der verfüllten Baugrube wurde durch Ringdränleitungen DN 100 abgeleitet. Die Dränleitungen wurden mit Kies ummantelt (Bild 11).

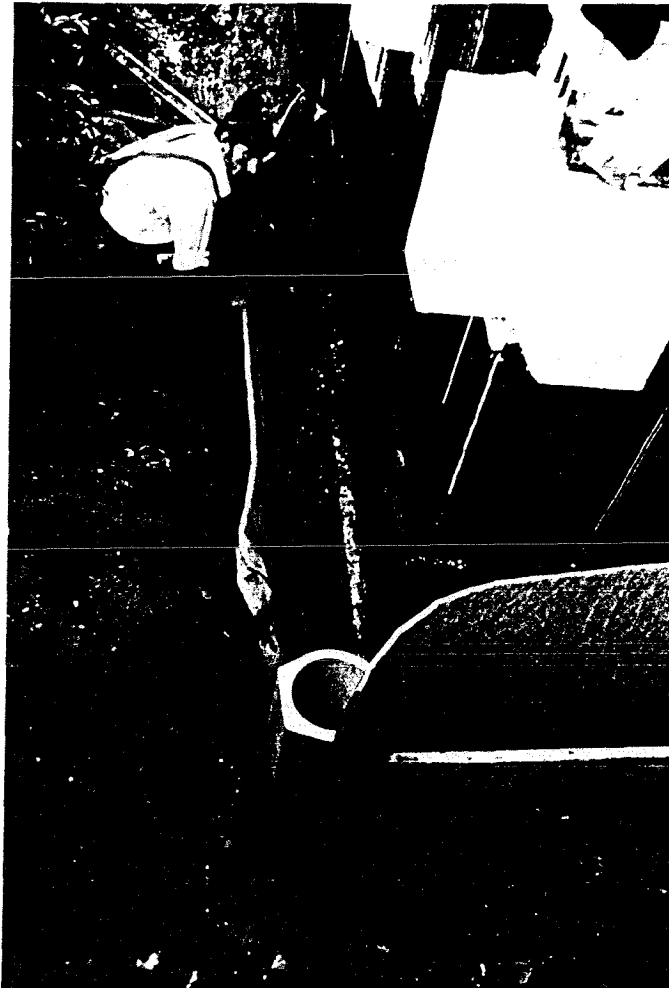


Bild 11: Einbau der Dränleitung und der Dränschicht

Um die Dränschicht wurde ein Filtervlies gelegt (Bild 12).



Bild 12: Abdeckung der Dränleitung mit einem Filtervlies

Im Wandbereich wurden Dränmatten verwendet. Die Wände wurden mit einer Spachtelmasse abgedichtet (Bild 13).



Bild 13: Einbau der vertikalen Dränmatten und Verfüllen des Arbeitsraumes

An den Eckpunkten wurden Spül- und Kontrollschächte DN 600 eingebaut (Bild 13).

Im Sammelshacht wurde eine Rückstausicherung gegen Rückstau aus dem Regenwassersammler eingebaut.

Stellungnahme:

Auch eine trockene Baugrube, wie im Bild 10 ersichtlich, darf Bauherrn und Planer nicht zu dem Trugschluß verleiten, daß hier auf eine Ringdränleitung und vertikale Dränschichten verzichtet werden darf. Einige Schadensfälle auch in Nürnberg-Langwasser zeigen, daß der Bauherr beim nächsten Regenereignis bestraft wird, wenn er an falscher Stelle Einsparungen vornimmt, zumal die Kosten für die Anlage eines Dränsystems in keinem Verhältnis zu denen späterer Sanierungsmaßnahmen stehen.

4. Klinikum Nürnberg-Süd

Bauwerk:

Im März 1979 hat der Stadtrat von Nürnberg beschlossen, das Klinikum an der Flurstraße zu teilen und in Langwasser ein Krankenhaus mit ca. 1000 Betten zu errichten. Nachdem der Architektengruppe Prof. Dr. Joedicke/Prof. Dr. Mayer/ Kubanek/Müller/Röder im Dezember 1981 der 1. Preis des bundesoffenen Wettbewerbs zugesprochen wurde, konnte am 1. September 1986 mit dem Erdaushub auf dem ca. 150 000 m² großen Grundstück begonnen werden. Das bauliche Konzept sieht in dem gesamten Gebäudekomplex zwei in sich abgeschlossene Kliniken für Innere Medizin und Chirurgie vor, deren Pflegebereiche durch einen Zentralbau verknüpft werden. Der gegliederte Baukörper mit bis zu 3 Unter- und 5 Obergeschossen erstreckt sich auf einer Grundfläche von ca. 240 m x 180 m. Das Modell des Klinikums ist in Bild 14 zu ersehen.

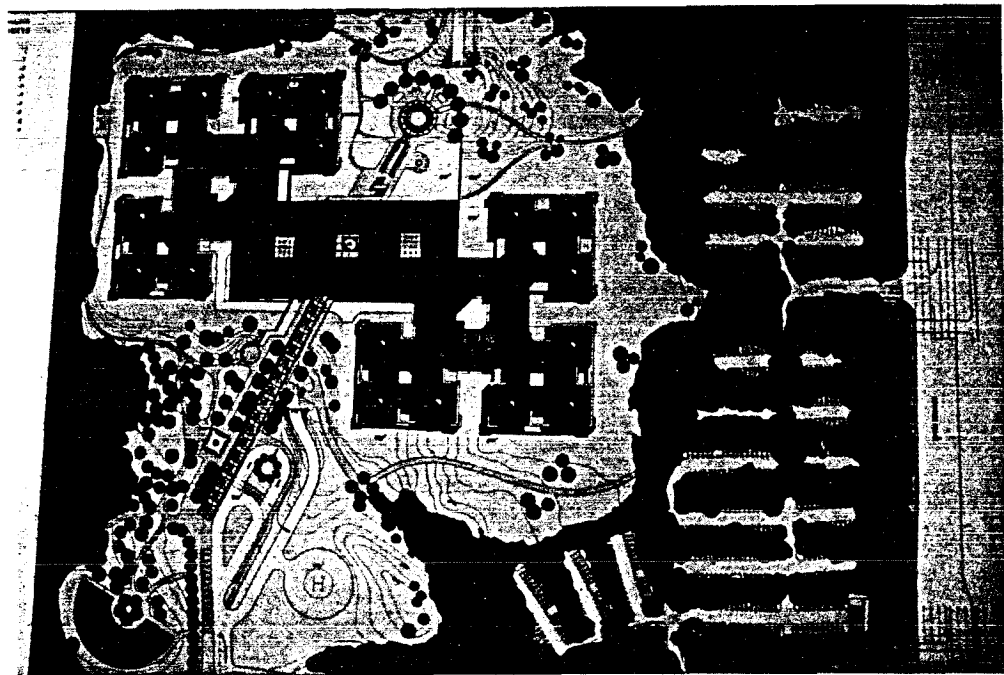


Bild 14: Modell des Klinikums Nürnberg-Süd

(Entwurf Architektengruppe Prof. Dr. Joedicke/
Prof. Dr. Mayer/Kubanek/Müller/Röder)

Da die tieferliegenden Bauteile bis zu 3 m in das Grundwasser einbinden, eine wasserdichte Wanne wegen unterschiedlicher Höhen in der Gründungsplatte jedoch sehr aufwendig und technisch schwierig wäre, wird der Grundwasserspiegel durch Flächen- und Ringdränagen örtlich abgesenkt und das abdränierte Wasser im Bereich der Langwassertalauen wieder versickert.

Die Grundsteinlegung für das Bauwerk fand am 9. Oktober 1986 statt. Mit der Inbetriebnahme des neuen Klinikums ist in den Jahren 1993/94 zu rechnen.

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse:

Die Untergrundverhältnisse im Baugelände wurden durch insgesamt 12 Bohrungen und 16 Rammsondierungen erschlossen. Zur Beobachtung der Grundwasserstände wurden 10 Bohrungen zu Pegeln ausgebaut. Das Grundbauinstitut der LGA erarbeitete in mehreren ausführlichen Berichten die geologischen und hydrologischen Grundlagen.

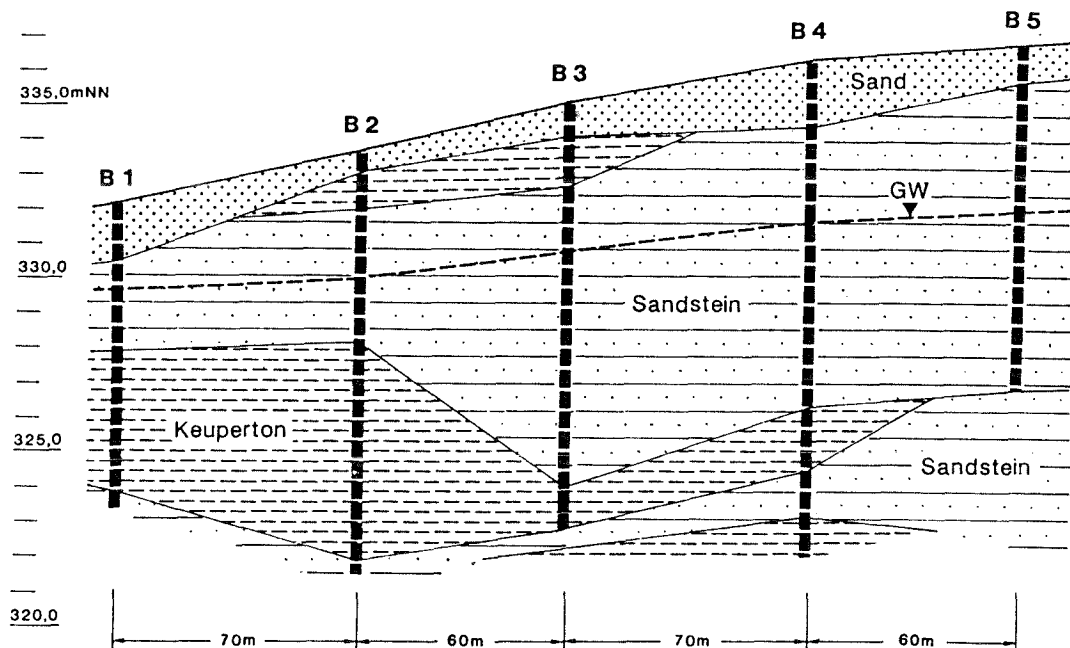


Bild 15: Geologisches Profil

Bild 15 zeigt die Bohrerergebnisse in einem repräsentativen Schnitt. Daraus ist ersichtlich, daß unter dem Mutterboden zunächst eine ca. 0,5 m bis 3,0 m dicke Sandschicht angetroffen wurde. Der weitere Untergrund wird von sehr mürben bis mittelharten Sandsteinen eingenommen. Bei einzelnen Bohrungen ist zwischen Sand und Sandstein eine ca. 1 m dicke Schicht aus halbfesten, schluffig-sandigen Tonen ausgebildet. Unterhalb der Koten 328 bis 326 mNN wird der Sandstein zunehmend feinkörnig und tonig, teilweise wurden auch ca. 1 bis 3 m dicke Schichten aus festem Keuperton angetroffen.

Die aufgeschlossenen Sand- und Tonsteine gehören dem Burgsandstein der Keuperformation an, während die sandige Überdeckung dem Quartär zuzuordnen ist. Die Klüftung der Sandsteine kann stark wechseln, im allgemeinen liegen jedoch mittlere bis weite Kluftabstände vor. Eine Schichtung ist nicht immer erkenntlich.

Wasser wurde in allen Bohrungen festgestellt. Die bisherigen Pegelmessungen ergaben Wasserstandshöhen zwischen 329,5 mNN und 331,0 mNN, wobei ein leichtes Gefälle nach Südwesten zu erkennen ist. Die Wasserbewegung erfolgt im Sandstein nahezu ausschließlich auf Kluft- und Bankungsflächen.

Mit einem Anstieg des Wasserspiegels bis zu 1 m muß erfahrungsgemäß gerechnet werden.

Sicherung gegen Wasserbeanspruchung in den Untergeschossen (Planung und Ausführung):

Aufgrund des Auftrages der Stadt Nürnberg waren vom Grundbauinstitut der LGA zwei Schwerpunkte zu bearbeiten (Bild 16).

Klinikum Nürnberg-Süd



Bild 16: Geotechnische Fragestellungen

Einen wichtigen Schwerpunkt bildeten alle Aufgaben in Zusammenhang mit der Sicherung des Gebäudes gegen drückendes Wasser. Dies waren die Erkundung der hydrologischen Verhältnisse, die Erstellung eines Vorentwurfs für die geplanten Dränmaßnahmen, Mitwirkung bei der Ausschreibung, Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis, Einbindung der Dränwassermessungen in dieses Forschungsprogramm, Bemessung und Entwurf der Wasserhaltung, Überprüfung der Dränentwürfe des Projektanten, geotechnische Beratung während der Bauzeit.

Wie bereits erwähnt, mußten aufgrund der komplexen Bauwerks-situation der nordöstliche Seitentrakt und der Mitteltrakt (Fuß-bodenoberkante 327,5 mNN) des geplanten Klinikums gegen drücken-des Grundwasser geschützt werden. Da eine geklebte Wanne ein enormes Schadensrisiko beinhaltet hätte, bot sich eine Dauer-dränung mit Versickerung im Bereich des nahegelegenen Langwas-serbaches als wirtschaftliche und bessere Lösung an. Mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10^{-5}$ m/s ergab sich eine abzu-führende Wassermenge von 5 - 10 l/s. Die Dränmaßnahmen sind für den Grundwasserhaushalt unschädlich, da das Dränwasser wieder versickert wird. Auswirkungen der Dränung auf die Umgebung sind nicht zu befürchten, da eine Abschätzung ergeben hat, daß sich der Absenktrichter um das Gebäude sehr steil einstellen wird.

Die Dränmaßnahmen und die Abdichtung nach DIN 18195 Teil 5 wurden im Detail vom Planungsbüro ausgearbeitet und vom Grund-bauinstitut geprüft. Die Dränmaßnahmen werden im einzelnen be-schrieben.

Nachdem die Baugrube ausgehoben war (Bild 17 und Bild 18) und eine provisorische Ringdränleitung zur Wasserhaltung verlegt war, konnte mit den Fundierungsarbeiten begonnen werden.

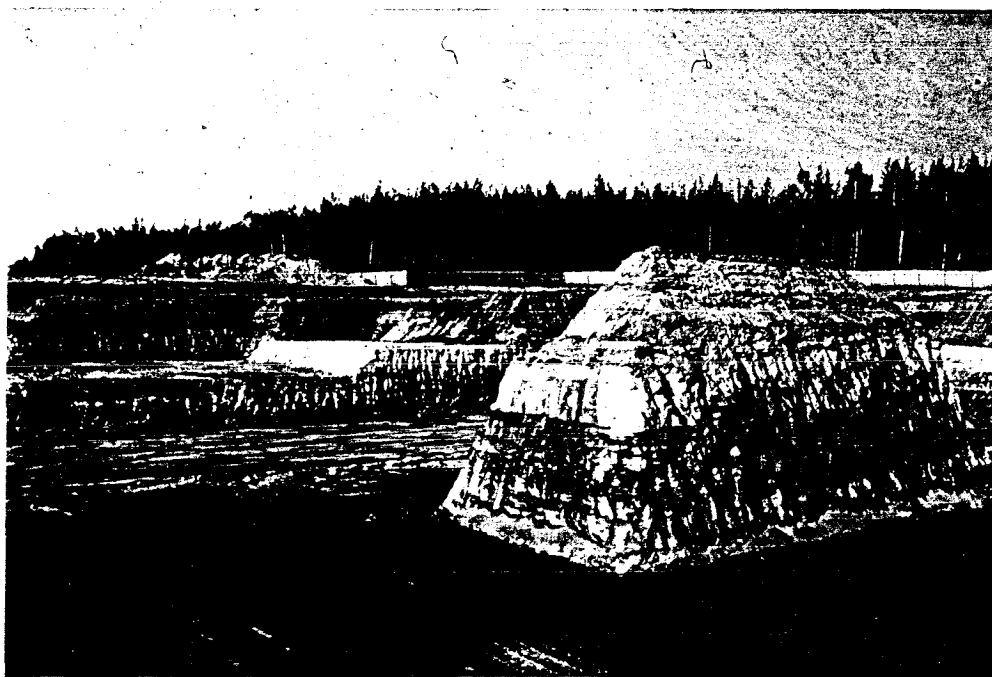


Bild 17: Ausgehobene Baugrube, Teilansicht



Bild 18: Gesamtbaugrube (März 1985)

(Luftbild Bischof & Broel, Freig. Lan-6301)

Dränmaßnahmen unter den Bodenplatten:

Im Anschluß daran wurden die Dränmaßnahmen unter den Bodenplatten ausgeführt. Es wurden Sicker- und Filterschichten mit Dränleitungen DN 100 bis DN 150 in einem Gefälle $I = 0,2 \%$ eingebaut (Bild 19).

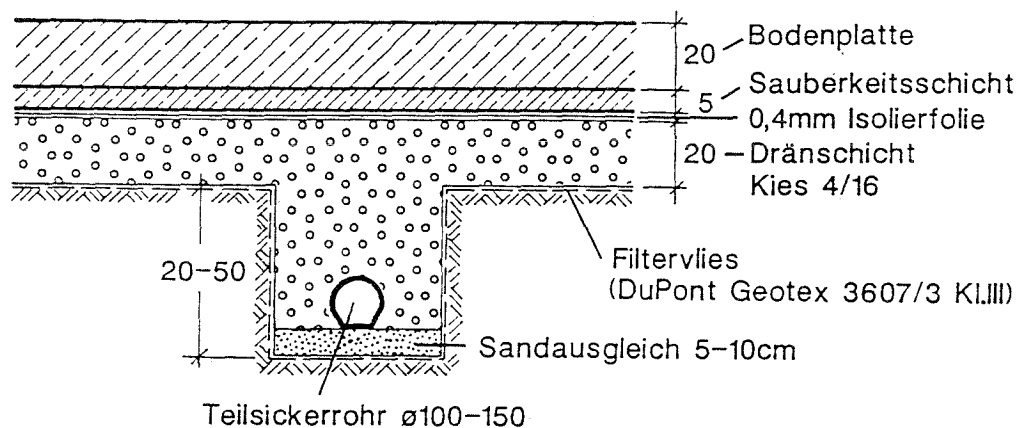


Bild 19: Dränung unter den Bodenplatten

Das Filtervlies soll verhindern, daß Feinteile in die Sickerschicht aus Kies der Körnung 4/16 eindringen. Als Dränrohre wurden starre Teilsickerrohre verwendet. Über den Flächendrän von minimal 0,2 m Dicke wurde eine Folie gelegt, die das Zuschlämmen beim Betonieren der Unterbetonschicht verhindern soll. Bild 20 zeigt den Einbau des Flächendräns.



Bild 20: Einbau des Flächendräns unter der Bodenplatte

Dränmaßnahmen im Wandbereich:

Die Querleitungen unter den Bodenplatten wurden an die Außenwanddränagen angeschlossen. Hier wurden Teilsickerrohre DN 150 verlegt, die mit Kies der Körnung 4/16 ummantelt wurden. Ein Filtervlies schützt die Dränschicht vor Feinteilen aus dem Untergrund. Der weitere Aufbau im Wandbereich ist aus Bild 21 ersichtlich.

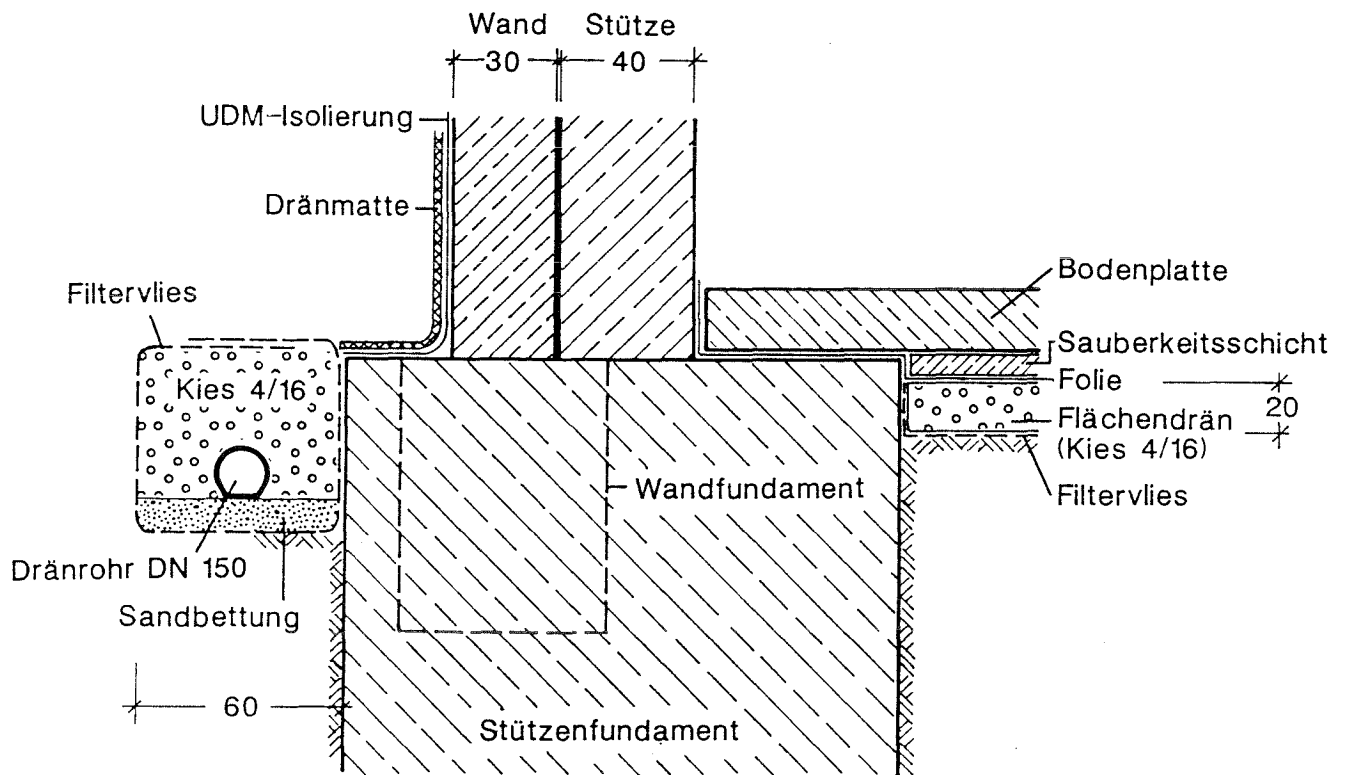


Bild 21: Wanddränung

Kontroll- und Spülschächte:

Zur Spülung der Rohre im Außenwandbereich wurden im Abstand von 50 - 60 m sogenannte Spül- und Kontrollschächte DN 1000 angeordnet.

Ableitung:

Die Ableitung des anfallenden Wassers (ca. 5 l/s) erfolgte über eine geschlossene Rohrleitung DN 200 mit einem Gefälle $I = 2 ‰$. Die Leitung wurde im Hauptentwässerungsgraben mitverlegt.

Versickerungsanlage:

Im Bereich des Langwasserbachs wurde ein Versickerungsschacht installiert (Bild 22). Die Sohle des Sickerschachtes ist offen. Der Außenbereich des Schachtes wurde mit Kies der Körnung 4/16 angefüllt. Die Abdeckung im oberen Bereich erfolgte mit bindigem Aushubmaterial. Ein Notüberlauf ist für den Fall der Verschlammung der Versickerungsanlage vorgesehen. Er mündet in den Übergabeschacht des Regenwassersammlers mit Rückstausicherung zum Langwasserbach.

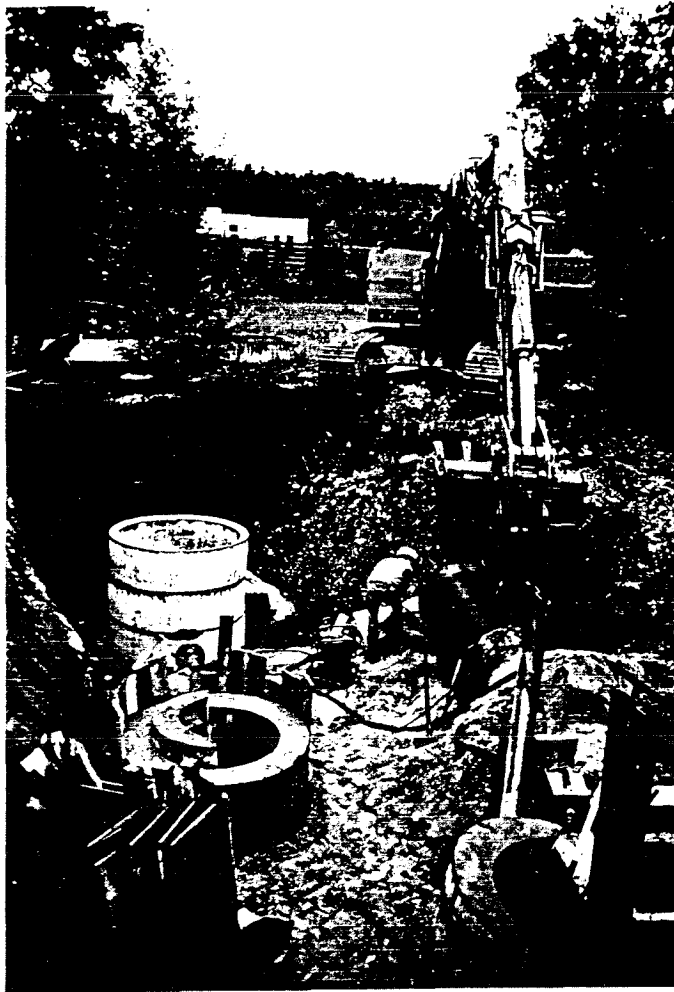


Bild 22: Versickerungsschacht

Prüfung der Dränanlage:

Nach DIN 4095, Entwurf Juni 1987, ist eine Prüfung der Dränanlage erforderlich. Diese erfolgt nach Verfüllen der Baugrube durch Befahren mit Kanalfernauge, Spülung und Nivellement. Die Videoaufzeichnungen werden aufbewahrt. Es wird ein Wartungsvertrag mit einer Rohrreinigungsfirma abgeschlossen, die das Dränsystem regelmäßig auf seine Funktionstüchtigkeit überprüft.

Stellungnahme:

Bei diesem komplexen Bauvorhaben konnte durch Zusammenwirken aller Beteiligten eine wirtschaftlich und technisch einwandfreie Lösung gefunden werden. Nach den geltenden Normen wäre nur eine geklebte Wanne nach DIN 18195 Teil 6 bzw. eine sogenannte "Weiße Wanne" nach DIN 1045 möglich gewesen. Diese Lösungen wären jedoch wesentlich teurer und risikoreicher gewesen.

Abschließend sei noch erwähnt, daß bei diesem Bauvorhaben die abgeleiteten Wassermengen registriert werden, so daß für zukünftige Bauvorhaben wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden.

Dränung zum Schutz baulicher Anlagen Planung und Ausführung (Vorschlag zur DIN 4095)

- 1 Anwendungsbereich und Zweck
- 2 Begriffe
- 3 Untersuchungen
 - 3.1 Einzugsgebiet
 - 3.2 Art und Beschaffenheit des Baugrunds
 - 3.3 Wasseranfall und Grundwasserstände
 - 3.4 Chemische Beschaffenheit des Wassers
 - 3.5 Vorflut
 - 3.6 Fälle zur Festlegung der Dränmaßnahmen
- 4 Voraussetzungen
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Regelausführung
 - 4.3 Sonderausführung
- 5 Planung
 - 5.1 Allgemeines
 - 5.2 Dränanlagen vor Wänden
 - 5.2.1 Dränschicht
 - 5.2.2 Dränleitung
 - 5.2.3 Ausführungsbeispiele

- 5.3 Dränanlagen auf Decken
 - 5.3.1 Dränschicht
 - 5.3.2 Deckeneinläufe
 - 5.3.3 Dränleitungen
- 5.4 Dränanlagen unter Bodenplatten
- 5.5 Vorflut
- 5.6 Darstellung der Dränanlagen
- 6 Bemessung
 - 6.1 Allgemeines
 - 6.2 Regelfall
 - 6.3 Sonderfall
- 7 Baustoffe
- 8 Bauausführung
 - 8.1 Dränleitung
 - 8.2 Sickerschicht
 - 8.2.1 Allgemeines
 - 8.2.2 Vor Wänden
 - 8.2.3 Auf Decken
 - 8.2.4 Unter Bodenplatten
 - 8.3 Filterschicht
 - 8.4 Verfüllung
 - 8.5 Prüfung

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Norm gilt für die Dränung auf, an und unter erdberührten baulichen Anlagen als Grundlage für Planung, Bemessung und Ausführung.

Sie gilt im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung (DIN 18195).

Sofern bei erdüberschütteten Decken die Dränschicht auch zur Wasserbevorratung dient, ist sie nicht Gegenstand dieser Norm.

In dieser Norm werden Regelausführungen für definierte Voraussetzungen angegeben, für die keine weiteren Nachweise erforderlich sind (Regelfall). Für vom Regelfall abweichende Bedingungen sind besondere Nachweise zu führen (Sonderfall).

2 Begriffe

Im Sinne dieser Norm gilt:

2.1 Dränung

Dränung ist die Entwässerung des Bodens durch Dränschicht und Dränleitung, um das Entstehen auch von vorübergehend drückendem Wasser zu verhindern. Dabei soll ein Ausschlämmen von Bodenteilen nicht auftreten (filterfeste Dränung).

2.2 Dränanlage

Eine Dränanlage besteht aus Drän, Kontroll- und Spüleinrichtungen sowie Ableitungen und Übergabeschacht.

2.3 Drän

Drän ist der Sammelbegriff für Dränleitung und Dränschicht.

2.4 Dränleitung

Dränleitung ist die Leitung aus Dränrohren zur Aufnahme und Ableitung des aus der Dränschicht anfallenden Wassers.

2.5 Dränschicht

Dränschicht ist die wasserdurchlässige Schicht, bestehend aus Sickerschicht und Filterschicht oder aus einer filterfesten Sickerschicht (Mischfilter).

2.6 Filterschicht

Filterschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Ausschlämmen von Bodenteilchen infolge fließenden Wassers verhindert.

2.7 Sickerschicht

Sickerschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Wasser aus dem Bereich des erdberührten Bauteiles ableitet.

2.8 Dränelement

Dränelement ist das Einzelteil für die Herstellung eines Dräns, z.B. Dränrohr, Dränmatte, Dränplatte, Dränstein.

2.9 Dränrohr

Dränrohr ist der Sammelbegriff für Rohre, die Wasser aufnehmen und ableiten.

2.10 Stufenfilter

Stufenfilter ist der Teil der Dränschicht, bestehend aus mehreren Filterschichten unterschiedlicher Durchlässigkeit.

2.11 Mischfilter

Mischfilter ist der Teil der Dränschicht, bestehend aus einer gleichmäßig aufgebauten Schicht abgestufter Körnung. Dieser kann auch die Funktion der Sickerschicht übernehmen.

2.12 Schutzschicht

Schutzschicht ist die Schicht vor Wänden und Decken, welche die Abdichtung vor Beschädigungen schützt.

2.13 Trennschicht

Trennschicht ist die Schicht zwischen Bodenplatte und Dränschicht, durch die das Einschlämmen von Zementleim in die Dränschicht verhindert wird.

3 Untersuchungen

3.1 Einzugsgebiet

Größe, Form und Oberflächengestalt des Einzugsgebietes sind durch Augenschein zu erfassen. Ergänzende Erhebungen, wie die Auswertung topografischer und geologischer Karten sind zweckmäßig. Im Hanggelände bei Muldenlagen, wasserführenden Schichten und Klüften, in Quellgebieten, bei Grundwasservorkommen sowie bei großflächigen Bauwerken sind weitergehende Untersuchungen erforderlich (siehe Abschnitt 4.3).

3.2 Art und Beschaffenheit des Baugrunds

Art, Beschaffenheit und Durchlässigkeit des Baugrunds sind durch Bohrungen oder Schürfen zu erkunden (DIN 4021, DIN 4022 Teil 1 bis Teil 3), sofern die örtlichen Erfahrungen keinen ausreichenden Aufschluß geben.

3.3 Wasseranfall und Grundwasserstände

Der Wasseranfall an den erdberührten baulichen Anlagen ist von der Größe des Einzugsgebietes, Geländeneigung, Schichtung und Durchlässigkeit des Bodens und der Niederschlagshöhe abhängig.

Der ungünstigste Grundwasserstand soll ermittelt werden. Hierzu dienen Schürfen und Bohrungen, langfristige Pegelbeobachtungen, örtliche Erfahrungen bei Nachbargrundstücken oder das Befragen von Ämtern.

Trockene Baugruben geben noch keinen Anhalt, ob Dränmaßnahmen erforderlich werden. Außerdem ist zu beachten, daß der Wasseranfall durch Regen, Schneeschmelze und Grundwasserspiegelschwankungen beeinflußt wird und wesentlich größer sein kann, als beim Aushub beobachtet.

Bei erdberührten Wänden und Decken ist der zusätzliche Wasseranfall aus angrenzenden Einzugsgebieten, benachbarten Deckenflächen und Gebäudefassaden zu verhindern.

Eine durch Dränanlagen mögliche Beeinträchtigung der Grundwasser- und Untergrundverhältnisse der Umgebung ist zu verhindern.

Der Wasseranfall ist von der Dränschicht aufzunehmen. Die von der Dränung aufzunehmende Abflußspende ist abzuschätzen. Vor erdberührten Wänden wird die Abflußspende q' in $l/(s \cdot m)$ auf die Länge der Wand bezogen. Auf Decken und unter Bodenplatten wird die Abflußspende q in $l/(s \cdot m^2)$ auf die zu dränende Fläche bezogen.

3.4 Chemische Beschaffenheit des Wassers

Die chemische Beschaffenheit des Wassers muß bekannt sein oder durch eine Wasseranalyse erkundet werden, um das Entstehen von Kalkablagerungen oder Verockerungen erkennen zu können. Beton-aggressives Wasser kann zu Kalkausspülungen aus dem Beton und damit zu Ablagerungen in der Dränleitung führen.

3.5 Vorflut

Es ist zu prüfen, wohin das Wasser abgeleitet werden kann, und zwar in baulicher und wasserrechtlicher Hinsicht.

3.6 Fälle zur Festlegung der Dränmaßnahmen

Die Entscheidung über die Art und Ausführung von Dränung und Bauwerksabdichtung ist entsprechend den Ergebnissen der Untersuchungen nach den Abschnitten 3.1 bis 3.5 festzulegen.

Für die Entscheidung, ob eine Dränung an der Wand erforderlich ist, ist von den Fällen nach Bild 1 auszugehen.

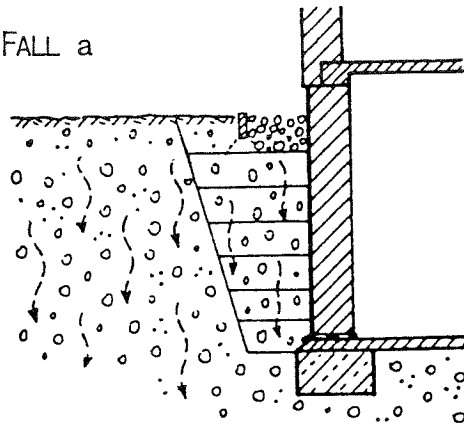
Fall a) liegt vor, wenn nur Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden auftritt (Abdichtung nach DIN 18195 Teil 4, ohne Dränung).

Fall b) liegt vor, wenn das anfallende Wasser über eine Dränung beseitigt werden kann, so daß nur Bodenfeuchtigkeit entsteht (Abdichtung nach DIN 18195 Teil 4, mit Dränung).

Anmerkung:

Wenn durch die Dränung nicht sichergestellt ist, daß kein Stau auftritt, d.h. der Lastfall Bodenfeuchtigkeit nicht maßgebend ist, dann muß die Abdichtung nach DIN 18195 Teil 5 ausgeführt werden.

FALL a

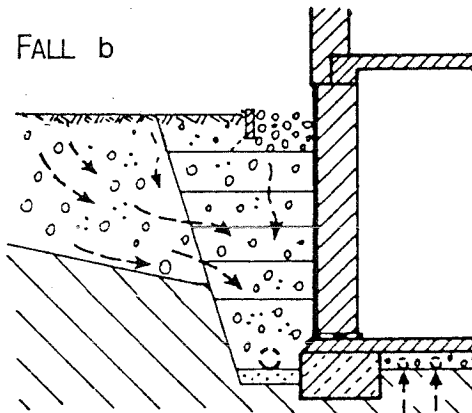


stark durchlässiger Boden

Fall a liegt vor,
wenn nur Bodenfeuchtigkeit
stark durchlässiger
Böden auftritt.

Abdichtung nach DIN 18195
Teil 4. ohne Dränung

FALL b

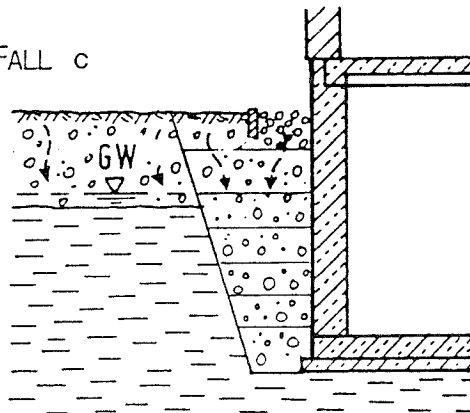


schwach durchlässiger Boden

Fall b liegt vor,
wenn das anfallende Wasser
über eine Dränung beseitigt
werden kann, so daß nur
nichtdrückendes
Wasser entsteht.

Abdichtung nach DIN 18195
Teil 5. mit Dränung

FALL c



Boden mit Grundwasser

Fall c liegt vor,
wenn drückendes Wasser,
in der Regel in Form
von Grundwasser, ansteht
oder wenn eine Ableitung des
Wassers nicht möglich ist.

Abdichtung nach DIN 18195
Teil 6

Bild 1: Fälle zur Festlegung der Dränung

Fall c) liegt vor, wenn drückendes Wasser, in der Regel in Form von Grundwasser, ansteht oder wenn eine Ableitung des anstehenden Wassers über eine Dränung nicht möglich ist (Abdichtung nach DIN 18195 Teil 6, ohne Dränung).

Bei Decken mit Gefälle liegt oberhalb des Grundwasserspiegels der Fall b) nichtdrückendes Wasser vor (Abdichtung nach DIN 18195 Teil 5, mit Dränung).

4 Voraussetzungen

4.1 Allgemeines

Der Drän muß filterfest sein. Die anfallende Abflußspende q' in $l/(s \cdot m)$ muß in der Dränschicht abgeführt und vom Dränrohr bei einem Aufstau von höchstens 0,2 m bezogen auf Dränrohrsohle aufgenommen werden.

4.2 Regelausführung

Der Regelfall liegt vor, wenn der das Bauwerk umgebende Boden schlecht durchlässig ($k \leq 10^{-5} \text{ m/s}$) ist, die Länge zwischen Hochpunkt und Tiefpunkt nicht größer als 60 m ist und kein zusätzlicher Anfall von Oberflächenwasser aus angrenzenden Einzugsgebieten, benachbarten Deckenflächen und Gebäudefassaden aufzunehmen ist.

Anmerkung:

Schlecht durchlässig ist z.B. Ton, Schluff, schluffiger Sand.

Die Planung der Dränlage erfolgt dann nach Abschnitt 5; besondere Nachweise sind nicht erforderlich.

Tabelle 1: Abflußspende im Regelfall

Lage	Abflußspende
vor Wänden	0,1 $l/(s \cdot m)$
auf Decken	0,03 $l/(s \cdot m^2)$
unter Bodenplatten	0,005 $l/(s \cdot m^2)$

4.3 Sonderausführung

Wenn die Abflußspenden größer als die für die Regelausführung (Tabelle 1) genannten sind, sind für Entwurf und Bemessung der Dränanlage folgende Untersuchungen durchzuführen:

- Geländeaufnahme
- Bodenprofil-Aufnahmen
- Ermittlung des Wasseranfalls
- Statische Nachweise der Dränschichten und Dränleitungen
- Hydraulische Bemessung (Durchlässigkeitsbeiwert und Abflußspende) aller Dränelemente
- Bemessung der Sickeranlage
- Auswirkung auf Bodenwasserhaushalt, Vorfluter, Nachbarbebauung

5 Planung

5.1 Allgemeines

Die Dränanlage ist in den Entwässerungsplan aufzunehmen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Dränanlagen vor Wänden, auf Decken und unter Bodenplatten. Die Standsicherheit des Bauwerks darf durch Dränanlagen nicht beeinträchtigt werden.

5.2 Dränanlage vor Wänden

5.2.1 Dränschicht

Die Dränschicht muß alle erdberührten Flächen bedecken und etwa 0,15 m unter Geländeoberfläche im Regelfall so abgedeckt werden, daß kein Oberflächenwasser in die Dränanlage eindringen kann. Am Fußpunkt ist die drucklose Weiterleitung des Wassers in die Dränleitung sicherzustellen. Die Dränschicht muß an Durchdringungen, Lichtschächten usw. dicht anschließen.

5.2.2 Dränleitung

Die Dränleitung muß alle erdberührten Wände erfassen. Bei Gebäuden ist sie so weit wie möglich als geschlossene Ringleitung (Bild 2) zu planen.

Bei Verwendung von Kiessand der Sieblinie B32 muß die Breite oder der Durchmesser der Wassereintrittsöffnung der Rohre $\leq 1,2$ mm sein. Die Wassereintrittsfläche muß ≥ 20 cm² je Meter Rohrlänge sein. Bei Verwendung von gebrochenem Material muß die Eignung mit dem Rohrhersteller abgestimmt werden.

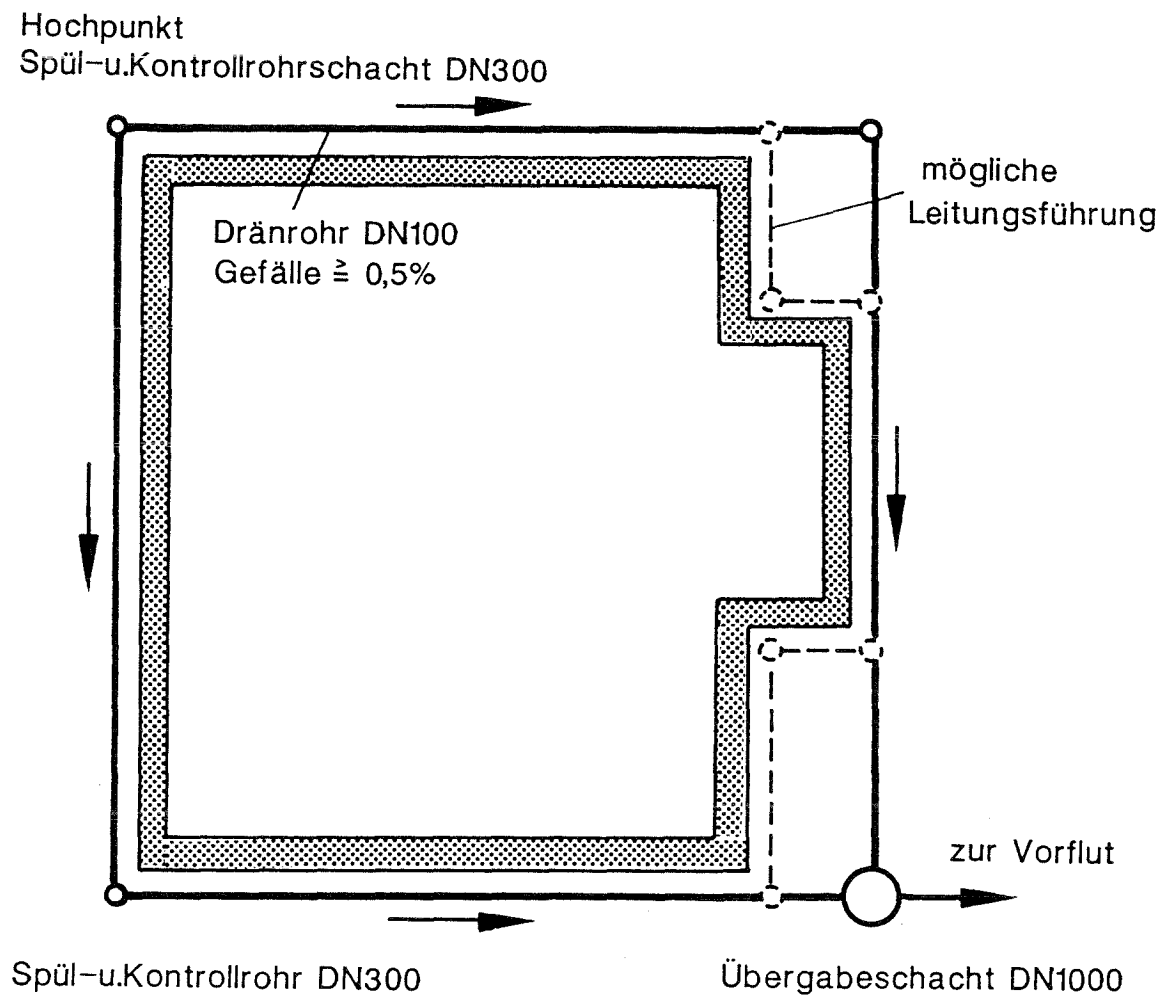


Bild 2: Beispiel einer Anordnung von Dränleitungen, Kontroll- und Reinigungseinrichtungen bei einer Ringdränage

Die Dränleitung ist entlang der Außenfundamente anzuordnen. Die Auflagerung auf Fundamentvorsprüngen ist im Regelfall unzulässig. Bei unregelmäßigen Grundrissen ist ein größerer Abstand von den Streifenfundamenten zulässig. Die Rohrsohle ist am Hochpunkt mindestens 0,2 m unter Oberfläche Rohbodenplatte (OFR) anzuordnen. In keinem Fall darf der Rohrscheitel die Oberfläche der Rohbodenplatte überschreiten. Der Rohrgraben darf nicht tiefer als die Fundamentsohle geführt werden; die Fundamente sind notfalls zu vertiefen oder der Rohrgraben ist außerhalb des Druckausbreitungsbereiches der Fundamente zu verlegen.

Spülrohre ($DN \geq 300$) sollen bei Richtungswechsel der Dränleitung angeordnet werden. Der Abstand der Spülrohre soll höchstens 50 m betragen.

Für Kontrollzwecke dürfen anstelle der Spülrohre auch Kontrollrohre mit mindestens DN 100 angeordnet werden. Der Übergabeschacht soll mindestens DN 1000 betragen.

5.2.3 Ausführungsbeispiele

Mögliche Ausführungen von Dränanlagen vor Wänden sind in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Andere Kombinationen von flächigen Dränschichten, Dränleitungen und Umhüllungen der Dränleitungen sind möglich (Bild 5).

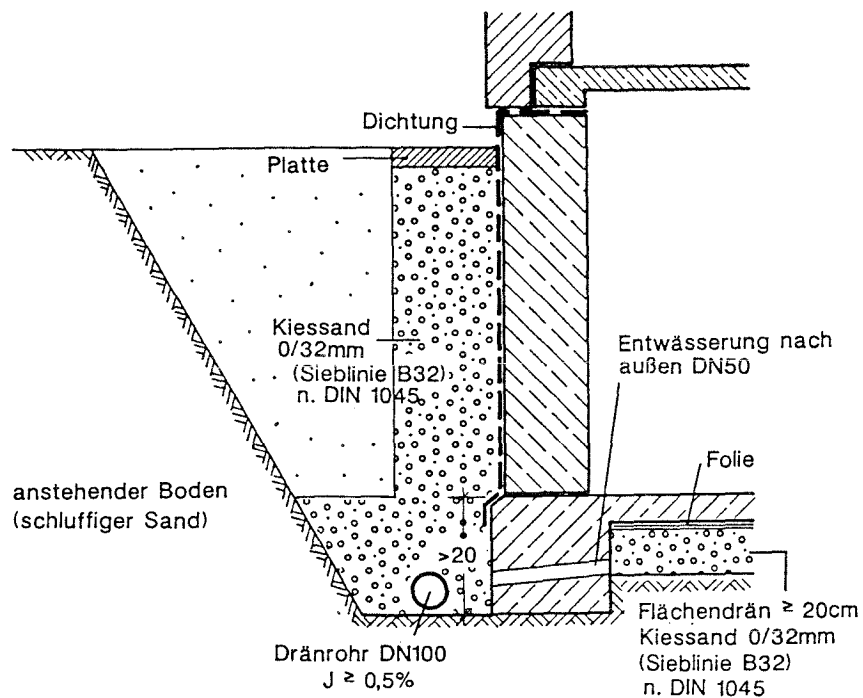


Bild 3: Beispiel einer Dränanlage mit mineralischer Dränschicht

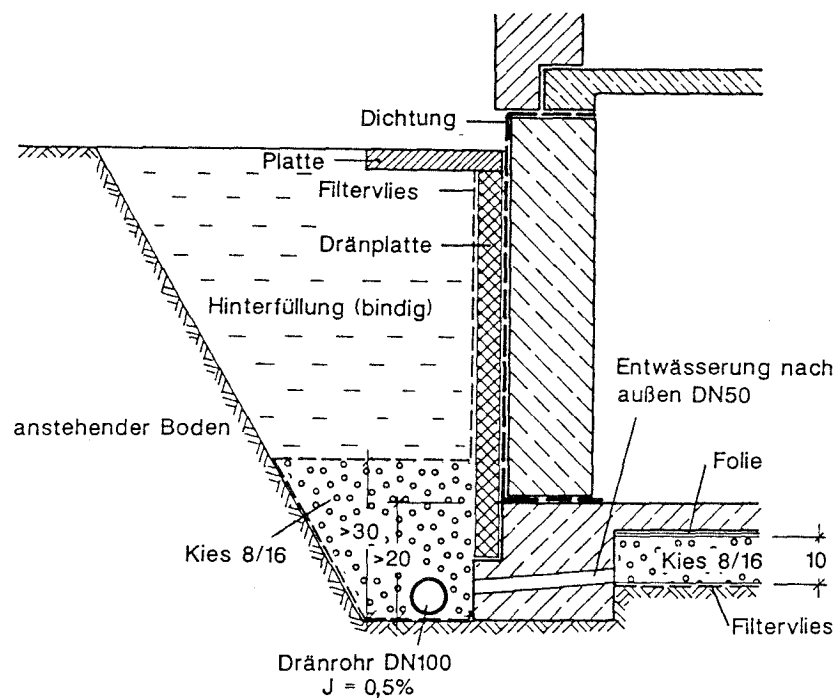


Bild 4: Beispiel einer Dränanlage mit Dränelementen

5.3 Dränanlagen auf Decken

5.3.1 Dränschicht

Die Dränschicht muß alle Decken- und ggf. angrenzenden Flächen (z.B. Brüstungen, aufgehende Wände) vollflächig bedecken. Sie ist durch eine Filterschicht gegen Einschlüssen von Bodenteilchen zu sichern. Bei Geotextilien muß die Stoßüberdeckung mindestens 0,1 m betragen.

5.3.2 Deckeneinläufe

Das aus der Dränschicht anfallende Wasser muß rückstaufrei abgeleitet werden. Für Anzahl und Durchmesser der Deckeneinläufe gelten DIN 1986 Teil 2 und DIN 18460. Zur Überprüfung und Wartung müssen Deckeneinläufe von oben zugänglich sein.

5.3.3 Dränleitungen

Dränleitungen sind vorzusehen, wenn bei Anwendung von Deckeneinläufen ein kurzzeitiger Anstau des Wassers über die Dränschicht hinaus eintreten würde. Der Scheitel der Dränrohre soll dabei nicht über die Oberfläche der Sickerschicht herausragen. Bei dünnen Sickerschichten sind die Dränleitungen in vertieften Rinnen zu verlegen, zu denen die Deckenflächen mindestens 3 ‰ Gefälle haben müssen. Sammelleitungen sollen ein Gefälle von mindestens 0,5 ‰ besitzen. Zuleitungen zu ihnen dürfen gefällelos verlegt werden.

5.4 Dränanlagen unter Bodenplatten

Die Dränmaßnahmen sind abhängig von der Größe der bebauten Fläche. Bei Flächen $\leq 200 \text{ m}^2$ darf eine Flächendränschicht ohne Dränleitungen zur Ausführung kommen. Die Entwässerung muß sichergestellt sein, z.B. durch Durchbrüche in den Streifenfundamenten mit ausreichendem Querschnitt (größer DN 50) und Gefälle zur äußeren Dränleitung.

Bei Flächen über 200 m² ist ein Flächendrän zu planen, der über Dränleitungen entwässert wird. Der Abstand der Leitungen untereinander ist zu bemessen. Kontrolleinrichtungen sind erforderlichenfalls anzuordnen.

5.5 Vorflut

Voraussetzung für eine wirksame Dränung ist eine ausreichende Vorflut unter Berücksichtigung auch des höchsten Wasserstandes im Vorfluter. Es ist anzustreben, einen Anschluß in freiem Gelände an einen offenen Vorfluter oder Regenwasserkanal zu schaffen, also möglichst ohne Pumpen auszukommen. Sind Pumpen notwendig, ist eine regelmäßige Wartung erforderlich.

Die Ableitung ist, falls notwendig, durch geeignete Vorrichtungen, z.B. Rückstauklappen, gegen Stau aus dem Vorfluter zu sichern. Die Stausicherungen müssen zugänglich sein und gewartet werden. Das Wasser kann auch in einem wasseraufnahmefähigen Untergrund, beispielsweise über einen Sickerschacht, versickert werden.

Sickerschächte dürfen im Bereich der sickerfähigen Schicht gelochte Wände haben. Für geringe Abflüsse ist der dargestellte Sickerschacht ausreichend. Die lichte Weite muß mindestens 1,0 m betragen. Für größere Abflüsse ist der Sickerschacht zu bemessen.

5.6 Darstellung der Dränanlage

In den Bauplänen sind die Bauteile der Dränanlage darzustellen, siehe Bilder 2 - 4. Die Bauteile sind mit den Sinnbildern nach Tabelle 2 darzustellen. Dabei sind Angaben über Lage, Art der Baustoffe, Dicke, Flächengewicht, Maße und Sohlhöhen zu machen.

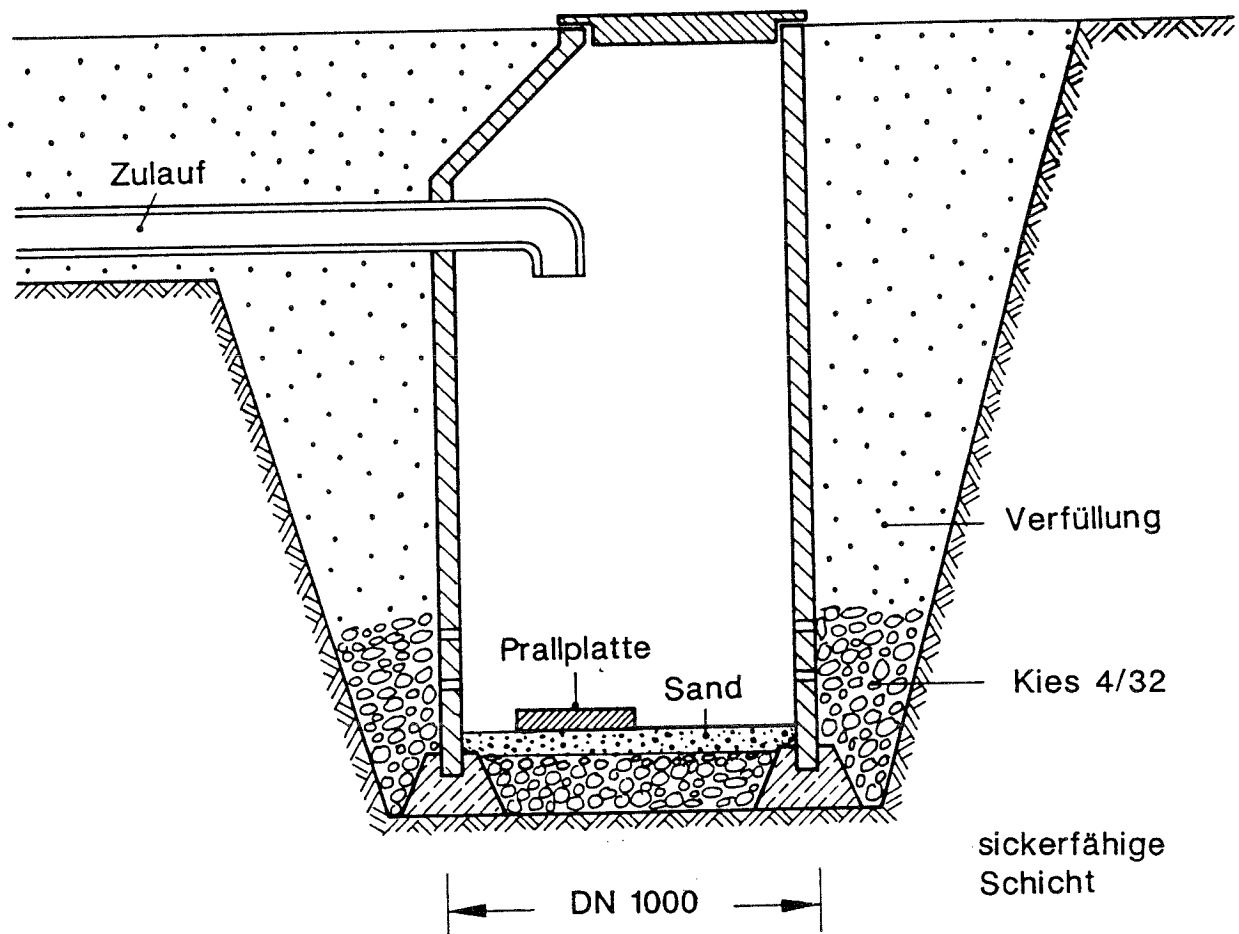


Bild 5: Beispiel eines Sickerschachtes für geringe Abflüsse

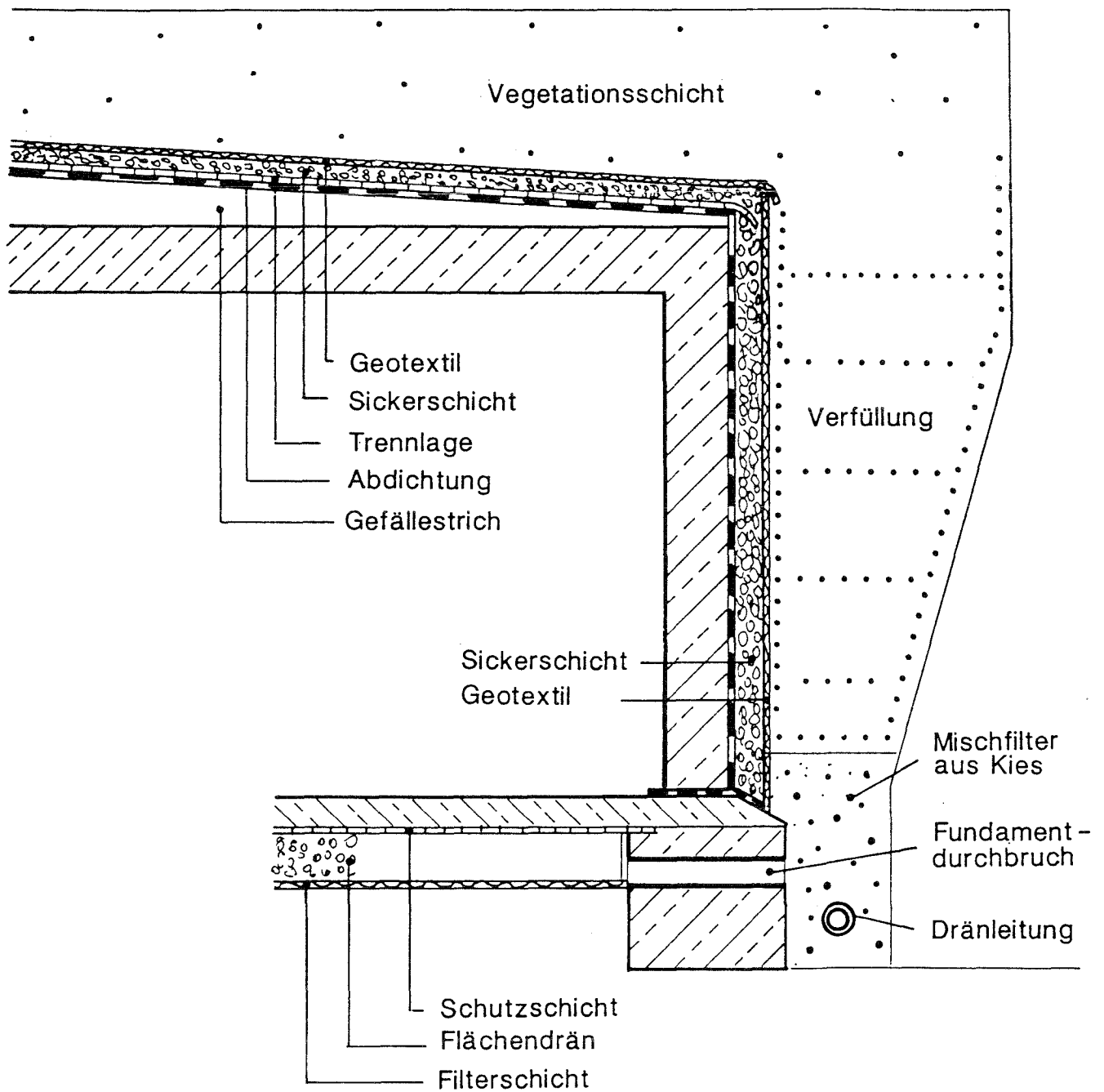
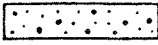
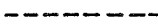
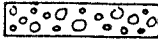
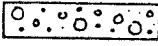
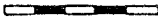


Bild 6: Bauteilangaben in Ausführungsplänen

Tabelle 2: Angaben über Bauteile und Zeichen

Bauteil	Art	Zeichen
Filterschicht	Sand Geotextil	 
Sickerschicht	Kies Einzelelement (Dränstein, -platte)	 
Dränschicht	Kiessand Verbundelement (Dränmatte)	 
Trennschicht	Folie	
Abdichtung		
Dränleitung Spül-/Kontrollrohr Spül-/Kontroll- Übergabeschacht		  

6 Bemessung

6.1 Allgemeines

Je nach Wasseranfall und örtlichen Verhältnissen kann die Bemessung als Regelausführung (Regelfall) oder als Einzelnachweis (Sonderfall) durchgeführt werden.

Für die Abflußspende in der Dränschicht ist ein Sicherheitsbeiwert mit $\eta = 2$ anzusetzen. Bei verformbaren Dränschichten sind für den Nachweis des Abflusses und der Wasseraufnahme die Dicke und der Durchlässigkeitsbeiwert zugrunde zu legen, die sich unter Beachtung des Zeitstandverhaltens für eine Belastungszeit von 50 Jahren ergeben wird. Diese Werte sind in Abhängigkeit von der Druckbelastung anzugeben.

6.2 Regelfall

Mit den Werten nach Tabelle 1 ergeben sich im Regelfall für die Dränschicht aus mineralischen Baustoffen die Ausführungsempfehlungen nach Tabelle 3.

Tabelle 3: Beispiele für die Ausführung und Dicke der Drän-
schicht mineralischer Baustoffe für den Regelfall

Lage	Baustoff	Dicke min. in m
vor Wänden	Kiessand B32 nach DIN 1045	0,50
	Filterschicht Körnung 0/4 mm und	0,10
	Sickerschicht Körnung 4/32 mm	0,20
	Kies Körnung 8/16 mm und Geotextil	0,20
auf Decken	Kies Körnung 8/16 mm und Geotextil	0,15
unter Bodenplatte	Filterschicht Körnung 0/4 mm und	0,10
	Sickerschicht Körnung 4/32 mm Körnung 4/32 mm	0,10
	Kies Körnung 8/16 mm und Geotextil	0,10
um Dränrohre	Kiessand B32 nach DIN 1045	0,15
	Sickerschicht Körnung 4/32 mm	0,15
	Filterschicht Körnung 0/4 mm	0,10
	Kies Körnung 8/16 mm und Geotextil	0,10

Richtwerte min. für Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen im Regelfall enthält Tabelle 4.

Tabelle 4: Richtwerte für Abmessungen der Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen im Regelfall

Bauteil	Richtwerte min.
Dränleitung	Nennweite DN 100 Gefälle 0,5 ‰
Spül-/Kontrollrohr	Nennweite DN 300 (Tiefe $\leq 2,5$ m)
Kontrollrohr	Nennweite DN 100
Übergabeschacht	Nennweite DN 1000

Für die Bemessung im Sonderfall wird auf den Kommentar zur Norm und auf die Literatur verwiesen.

7 Baustoffe

Die Eignung der Baustoffe muß nachgewiesen werden. Soweit Güterichtlinien vorhanden sind, müssen die Baustoffe diesen entsprechen. Beispiele für Baustoffe sind in Tabelle 5 festgelegt.

Tabelle 5: Beispiele von Baustoffen für Dränelemente

Bauteil	Art	Baustoff
Filterschicht	Schüttung	Mineralstoffe (Sand und Kiessand)
	Geotextilien	Filtervlies
Sickerschicht	Schüttung	Mineralstoffe (Kiessand und Kies)
	Einzelelemente	Dränsteine (z.B. aus haufwerkporigem Beton) Dränplatten (z.B. aus Schaumkunststoff) Geotextilien (z.B. aus Spinnvlies)
Dränschicht	Schüttungen	Kornabgestufte Mineralstoffe Mineralstoffgemische (z.B. Kiessand B32 nach DIN 1045)
	Einzelelemente	Dränsteine (z.B. aus haufwerkporigem Beton, ggf. ohne Filtervlies) Dränplatten (z.B. aus Schaumkunststoff, ggf. ohne Filtervlies)
	Verbundelemente	Dränmatten aus Kunststoff (z.B. aus Höckerprofilen mit Spinnvlies, Wirrgelege mit Nadelvlies, Gitterstrukturen mit Spinnvlies)
Dränrohr	gewellt oder glatt	Steinzeug Kunststoff, Faserzement Beton Ton mit Muffen
	gelocht oder geschlitzt	Vollsickerrohr (allseitig) Teilsickerrohr (seitlich und oben)
	mit Filtereigenschaften	Kunststoffrohre mit Ummantelung Rohre aus haufwerkporigem Beton

8 Bauausführung

8.1 Dränleitung

Vor dem Verlegen von Dränleitungen ist ein stabiles Rohrleitungsplanum im vorgesehenen Gefälle herzustellen. Für Rinnensteine ist ein Betonaufleger notwendig. Die Dränleitungen werden in der Regel am Tiefpunkt beginnend, geradlinig zwischen den Kontrolleinrichtungen verlegt. Auf Decken beginnt die Verlegung in den Tiefpunkten unmittelbar auf der Abdichtung oder deren Schutzschicht. Die Überwachung und Reinigung der gesamten Dränleitung muß möglich sein. Daher sind bei stumpfen Stößen und Einmündungen Muffen oder Kupplungen zu verwenden. Die Dränleitungen sind gegen Lageveränderung zu sichern, z.B. durch gleichzeitigen beidseitigen Einbau der Sickerschicht. Die erste Lage bis 15 cm über Rohrscheitel ist leicht zu verdichten. Darüber darf ein Verdichtungsgerät eingesetzt werden.

8.2 Sickerschicht

8.2.1 Allgemeines

Der Einbau der Sickerschicht ist vollflächig mit staufreiem Anschluß an die Dränleitung durchzuführen. Die Abdichtung darf nicht beschädigt werden.

8.2.2 Vor Wänden

Mineralstoffgemische (Sand/Kies) werden vor Wänden entweder im gesamten Arbeitsraum oder nur in Teilbereichen eingebaut. Entmischungen dürfen beim Einbau nicht auftreten. Entsprechend den Anforderungen an die Oberfläche ist zu verdichten.

Dränsteine sind vor Wänden im Verband so zu verlegen, daß die Kammern lotrecht ineinander übergehen. Für Anschlüsse oder Aussparungen sind Formsteine zu verwenden. Dränkörper dürfen nur bis zu standsicherer Höhe errichtet werden. Bei größeren Wandhöhen muß abschnittsweise beigefüllt werden.

Dränplatten sind vor Wänden mit versetzten Fugen lückenlos zu verlegen und punktwise mit einem geeigneten Kleber zu befestigen.

Dränmatten werden vor Wänden stumpf gestoßen oder mit Überdeckung verlegt und sind entweder auf Dauer (z.B. durch Kleben) oder bis zum Abschluß der Baugrubenverfüllung (z.B. durch vorübergehende Befestigung oberhalb der Abdichtung) zu befestigen. Befestigungen durch die Abdichtung müssen gegen nichtdrückendes Wasser dicht sein.

Die Überlappungen der Geotextilien sind gegen Abheben zu sichern. Ein sattes Anliegen am Bauwerk muß sichergestellt sein, was besonders an Knickpunkten zu beachten ist (z.B. durch Beschweren des Fußpunktes).

8.2.3 Auf Decken

Mineralstoffe sind auf Decken in erforderlicher Dicke einzubauen und leicht zu verdichten. Dränplatten und Dränsteine werden mit versetzten Stoßfugen lückenlos verlegt. Dränmatten werden dicht gestoßen und die Vliesüberlappungen gegen Abheben gesichert (z.B. durch Verklammern).

Randaufkantungen sind wie aufgehende Wände zu behandeln. Ist ein Traufstreifen nicht möglich, ist eine Sicherung gegen Verschmutzung vorzusehen.

8.2.4 Unter Bodenplatten

Das Planum ist eben unter Bodenplatten auszubilden und vor Aufweichen zu schützen. Geotextilien sind vollflächig und überlappt zu verlegen. Mineralstoffe sind in erforderlicher Dicke einzubauen und leicht zu verdichten.

8.3 Filterschicht

Die Filterschicht ist vollflächig und lückenlos auf und um die Sickerschicht bzw. das Dränelement zu verlegen. Bei Verwendung von Mineralstoffen darf keine Entmischung eintreten.

Geotextilien sind an den Stößen mindestens 0,1 m zu überlappen und durch Verklammern oder Verkleben miteinander zu verbinden.

8.4 Verfüllung

Die Verfüllung der Baugrube ist entsprechend den Anforderungen zu wählen und zu verdichten. Sie ist nach Einbau des Dräns umgehend vorzunehmen.

8.5 Prüfungen

Die Dränanlage muß gegen Verschiebung, Beschädigung und Verschlammung geschützt werden. Nach der endgültigen Verfüllung der Baugrube muß die Funktionsfähigkeit der Dränleitungen, beispielsweise durch Spiegelung und Spülung, überprüft werden. Das Prüfergebnis ist in einem Protokoll niederzuschreiben.

Messung von Dränwassermengen

1. Allgemeines
2. Beschreibung der Meßverfahren
 - 2.1 Pumpe mit Stromzähler
 - 2.2 Kippgerät
 - 2.3 Auslaufmeßgerät
 - 2.4 Magnetisch-induktive Durchflußmessung (IDM)
3. Meßergebnisse
 - 3.1 Wohnhaus in Büchenbach
 - 3.2 Wohnhäuser in Lauf-Rudolfshof
 - 3.3 Reihenhäuser in Nürnberg
 - 3.4 Wohnhaus in Weiherhaus
4. Wertung der Meßergebnisse
5. Zusammenfassung und Ausblick

1. Allgemeines

Bei der Messung von Dränwassermengen an vorhandenen Bauwerken sind zumeist örtliche Verhältnisse zu berücksichtigen, die die Wahl des Meßverfahrens entscheidend beeinflussen. Die bestimmenden Faktoren sind dabei im wesentlichen

- Höhenlage von Dränleitung und Vorflut
- Größenordnung der anfallenden Wassermenge
- Gleichmäßigkeit des Wasseranfalls
- Personelle Möglichkeiten der Wartung und Ablesung

Hinzu kommen zum Teil rein technische Probleme wie z.B. Einbaumöglichkeiten für Meß- und Registriergeräte oder Stromanschlüsse und natürlich die bei den einzelnen Verfahren sehr unterschiedlichen Kosten.

Meßwerte über einen längeren Zeitraum liegen bisher an 3 Bauwerken vor, wobei an einem Objekt ein Kippgerät mit Zähleinrichtung für die Anzahl der Kippungen und an den beiden anderen Objekten je eine Pumpe mit Zähluhr für den Stromverbrauch installiert ist. Bei einem weiteren Objekt wird die Dränwassermenge seit Juli 1988 ebenfalls mit einem Kippgerät gemessen, wobei die Anzahl der Kippungen jedoch über einen Linienschreiber fortlaufend aufgezeichnet wird.

Die Messung mit einem Magnetisch-Induktiven-Durchflußmesser (IDM) bei fortlaufender Aufzeichnung der Meßwerte beginnt Anfang Oktober beim Klinikum Nürnberg Süd (KNS), nachdem baubetriebliche Probleme zu einer erheblichen Verzögerung des Einbaus geführt haben. Weitere Objekte stehen zur Verfügung, bei denen auch andere Meßgeräte verwendet werden sollen.

2. Beschreibung der Meßverfahren

2.1 Pumpe mit Stromzähler

Hierbei handelt es sich um das wohl einfachste, zugleich aber ungenaueste Verfahren. Eine handelsübliche Gartenpumpe fördert das anfallende Dränwasser aus einem Sammel-schacht entweder zu einer geeigneten Vorflut oder in einen Sickerschacht, eine Beregnungsanlage oder dgl. Die Pumpe ist an einen eigenen Stromzähler angeschlossen, der in einem bestimmten Rhythmus (meist täglich) abgelesen wird. Nachdem durch eine "Eichung" die geförderte Wassermenge und die dabei verbrauchte elektrische Energie gemessen wurden, läßt sich die geförderte Wassermenge pro Ablesezeitraum angeben.

Für eine möglichst genaue Messung sollte das Verhältnis zwischen Stromverbrauch und Fördermenge von Zeit zu Zeit überprüft werden, da sich dieses wegen Verschleiß, Wasserverschmutzung u.ä. auf Dauer verändern könnte. Durch den relativ geringen Stromverbrauch ergeben sich bei täglicher Ablesung, insbesondere bei geringem Wasseranfall, oft Schwankungen in der rückgerechneten Wassermenge. Ein Ablesefehler von 0,1 kWh pro Tag kann das Tagesmittel bis zu ca. 0,5 l/min verändern. Dennoch erhält man auch mit dieser Meßmethode einen guten Überblick über einen längeren Zeitraum, da sich solche Ablesefehler bereits am nächsten Tag ausgleichen. Zur Ablesung des Zählerstandes ist man in der Regel auf die Mitarbeit von Hauseigentümern, Hausmeister oder anderen angewiesen, da das tägliche Aufsuchen der Meßstelle mit erheblichem Aufwand verbunden wäre.

2.2 Kippgerät

Beim Kippgerät (siehe Bild 1) handelt es sich um zwei benachbarte Kammern, die auf einer Achse so gelagert sind, daß sich eine Kammer füllen kann, während die andere entleert wird. Dieser Vorgang wiederholt sich laufend, so daß aus der Anzahl der Kippungen die anfallende Wassermenge berechnet werden kann, wenn das Füllvolumen der beiden Kammern jeweils bis zum Kippvorgang bekannt ist.

Die Registrierung der Kippungen kann mechanisch oder durch einen elektrischen Impuls, über ein Zählwerk oder über Linienschreiber erfolgen. In beiden Fällen läßt sich die Wassermenge sehr genau erfassen, die Auswertintervalle, für die eine mittlere Wassermenge angegeben wird, sind beliebig.

Der Einsatz des Kippgerätes erfordert eine Höhendifferenz von mindestens 30 cm zwischen Wasserzu- und ablauf. Die Größe des Kippgerätes muß der anfallenden Wassermenge angepaßt sein, so daß die einzelnen Kippvorgänge nicht zu schnell hintereinander erfolgen.

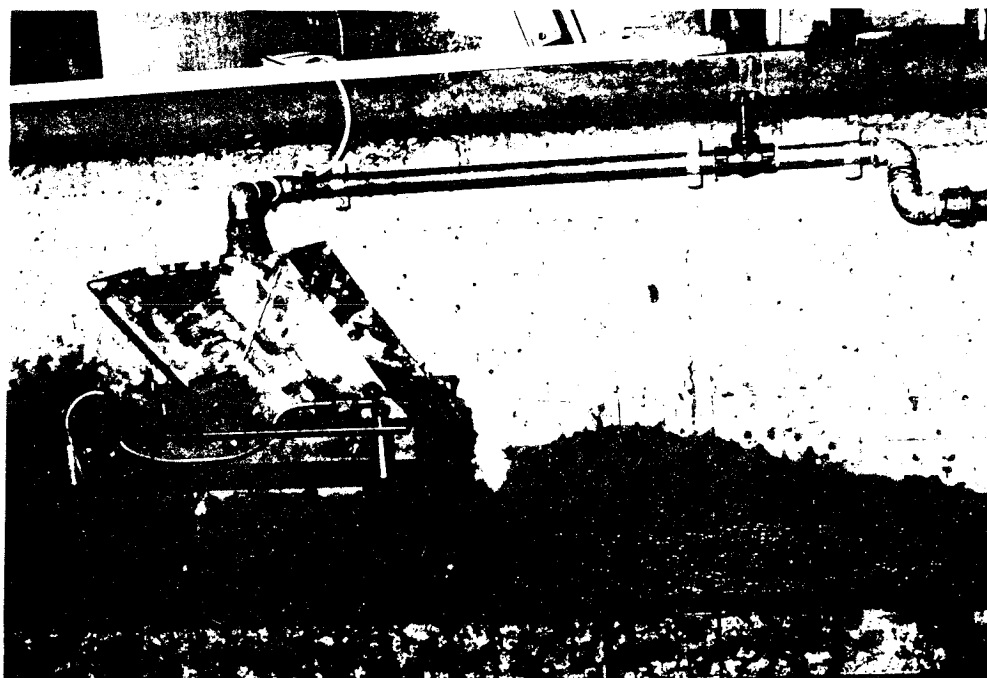
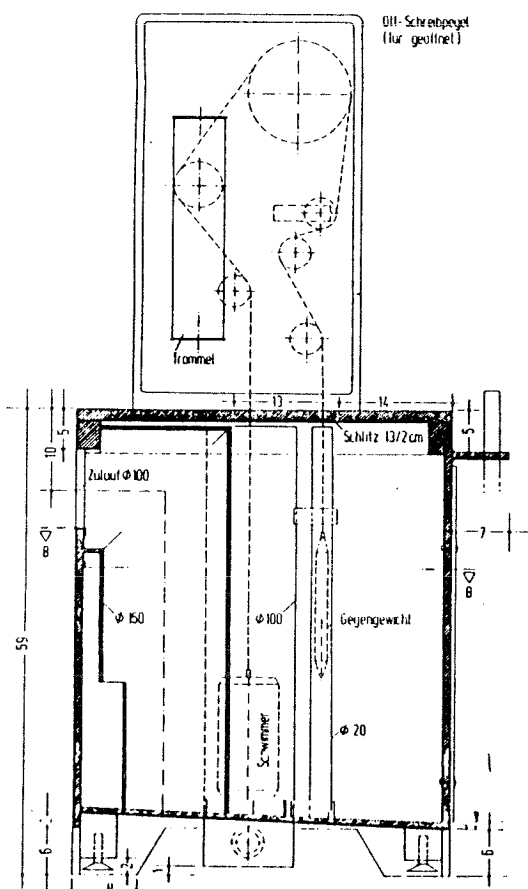


Bild 1: Kippgerät (mit Impulszählung) beim Entleeren.

2.3 Auslaufmeßgerät

Beim Auslaufmeßgerät wird das zulaufende Wasser in einem Behälter mit beliebigem Auslauf gefaßt und der Wasserstand im Behälter fortlaufend registriert. Zu diesem Zweck läuft ein Schwimmer mit einem Gegengewicht über einen Schreibpegel. In Bild 2 ist eine Konstruktionszeichnung des Horizontal- und Vertkalschnitts dargestellt, die uns freundlicherweise vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellt wurde.

VERTIKALSCHNITT A-A



HORIZONTALSCHNITT B-B

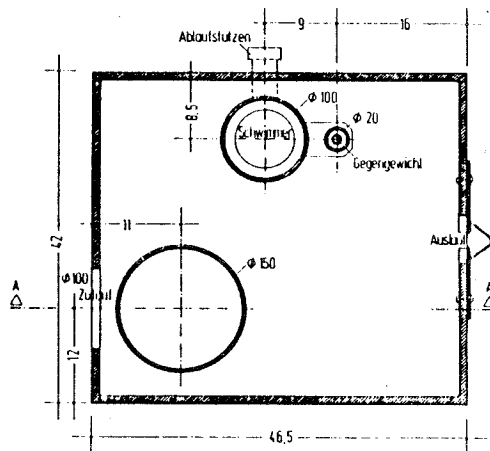


Bild 2: Auslaufmeßgerät (Schnitte)

Der Auslauf kann durch Form und Größe der Öffnung der anfallenden Wassermenge angepaßt werden. Über eine Eichkurve wird der Wasserstand im Behälter in Abhängigkeit von der abfließenden Wassermenge dargestellt. Mit diesem Verfahren können auch größere Wassermengen erfaßt werden, es erfordert jedoch einen Höhenunterschied von ca. 50 cm zwischen Zulauf und Ablauf. Der Einbau dieses Gerätes ist bei einem Projekt vorgesehen, das sich derzeit im Bau befindet und bei dem die erforderlichen Höhenverhältnisse rechtzeitig berücksichtigt werden konnten. Erfahrungen mit dieser Methode liegen demnach noch nicht vor.



Bild 3: Auslaufmeßgerät

2.4 Magnetisch-induktive Durchflußmessung (IDM)

Grundlage der magnetisch-induktiven Durchflußmessung ist das Faradaysche Induktionsgesetz.

Wird in ein sich zeitlich veränderndes Magnetfeld eine Leiterschleife gebracht, so wird in ihr eine Spannung induziert. Bei der gerätetechnischen Ausnutzung dieses Meßprinzips fließt der Meßstoff (Wasser) durch ein Rohr, in dem senkrecht zur Fließrichtung ein Magnetfeld erzeugt wird. In dem Rohr sind zwei Elektroden diametral so angeordnet, daß ihre gedachte Verbindungslinie senkrecht zur Fließrichtung und zum Magnetfeld steht. Die in dem Meßstoff induzierte Signalspannung ist der mittleren Fließgeschwindigkeit proportional und wird durch diese zwei Elektroden abgegriffen. Im Meßumformer wird die Spannung in ein Gleichstromeinheitssignal und ein Frequenzsignal umgeformt.

Der Rohrquerschnitt muß stets vollständig mit Wasser gefüllt sein, so daß die Elektroden über das Wasser leitend verbunden sind. Beim Klinikum Nürnberg-Süd wurde daher ein Meßschacht errichtet, wo das Dränwasser, aus dem Sammeldschacht kommend, durch einen Düker geleitet wird, in den der Durchflußmesser eingebaut werden soll. Bild 4 zeigt eine Prinzipskizze des Meßschachts. Mit Beginn der Messungen ist im Oktober 1988 zu rechnen.

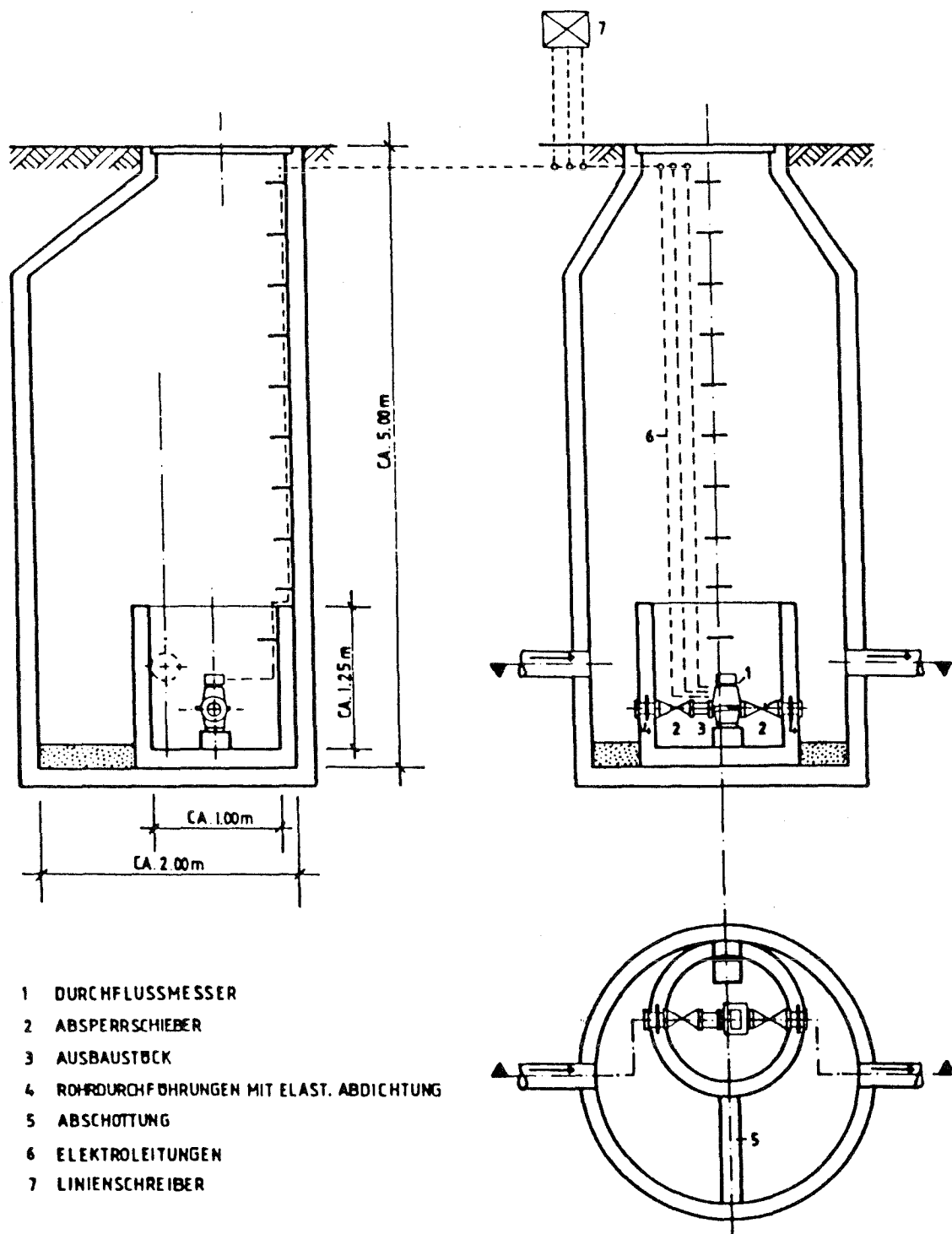


Bild 4: Meßschacht mit IDM

3. Meßergebnisse

3.1 Wohnhaus in Büchenbach

Bei dem in Abschnitt 2 beschriebenen Wohnhaus in Büchenbach sind im Keller zwei Schächte angeordnet, die in Bild 5 dargestellt sind.

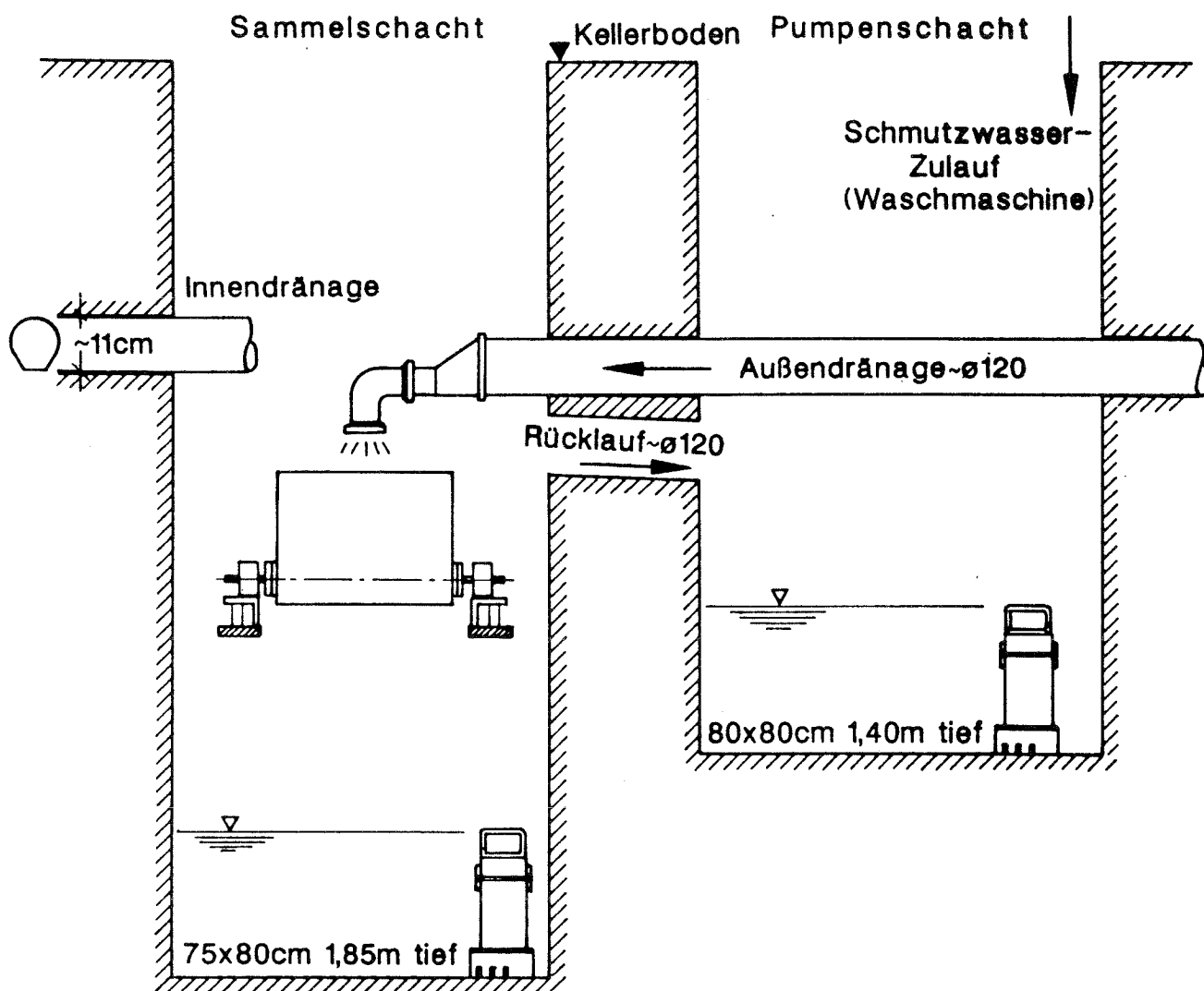


Bild 5: Anordnung der Meßschächte

In den Sammel-schacht münden sowohl die äußere als auch die innere Dränleitung. Der Zufluß aus der äußeren Dränage wird in das Kippgerät geleitet, das seit August 1987 im Sammel-schacht installiert ist (Bild 6). Der Zufluß aus der inneren Dränage wurde dabei nicht berücksichtigt. Der neben dem Sammel-schacht liegende Pumpenschacht hat einen Schmutzwasserzulauf (Waschmaschine) und wird in die Kanalisation entleert. Der Rücklauf aus dem Sammel-schacht wird nicht mehr benötigt, nachdem dort eine Pumpe mit Anschluß an eine Vorflut den Wasserspiegel unterhalb des Kippgerätes hält.

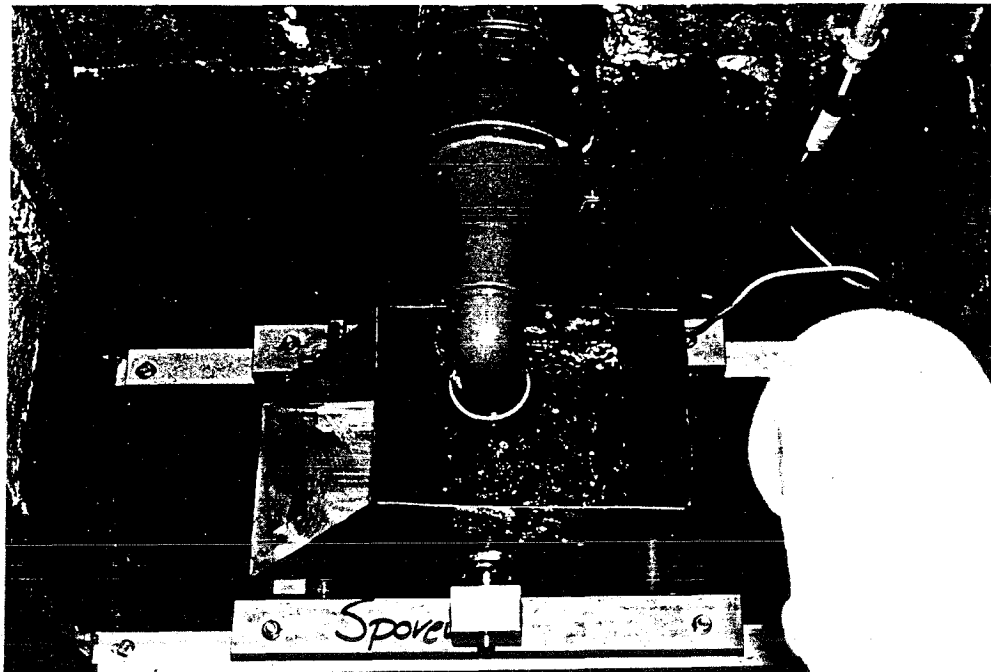


Bild 6: Kippgerät in Büchenbach

Die Anzahl der Kippungen wird über einen Impulsgeber auf ein Zählwerk übertragen. Dank der Aufgeschlossenheit und der Hilfe der Hauseigentümer, die sich bereit erklärt haben, den Zählerstand täglich abzulesen, wurde seit dem August 1987 eine vollständige Meßreihe erstellt, die den Wasseranfall im Tagesmittel zeigt. Die errechneten Wassermengen sind in der Anlage 1 zusammen mit den daraus resultierenden Monatsmitteln aufgetragen. Zum Vergleich sind die in Nürnberg gemessenen mittleren Niederschläge in mm dargestellt.

3.2 Wohnhäuser in Lauf-Rudolfshof

In Lauf-Rudolfshof wurden mehrere Doppelhäuser in einer leichten Hanglage errichtet. Grundwasser fließt auf bindigem Untergrund. Bei einem der Doppelhäuser (siehe Bild 7) wurden die Höhenverhältnisse von Dränleitung und Vorflut für den Einbau eines Kippgerätes im Sammel-schacht berücksichtigt.



Bild 7: Doppelhäuser in Lauf-Rudolfshof

Bild 8 zeigt das Kippgerät mit den beiden Dränleitungen, die rings um das Doppelhaus verlaufen und vor diesem in den Sammel-schacht münden. Die Anzahl der Kippungen wird bei diesem Objekt durch einen Linienschreiber festgehalten, der im Keller des Hauses aufgestellt ist. Aufzeichnungen existieren erst seit dem Anschluß des Gebäudes an das Stomnetz im Juni 1988, sie sind in der Anlage 2 beigegeben.

Der Vorteil dieser Aufzeichnung liegt darin, daß der zeitliche Verlauf der Kippungen dokumentiert ist und in beliebigen Intervallen ausgewertet werden kann.

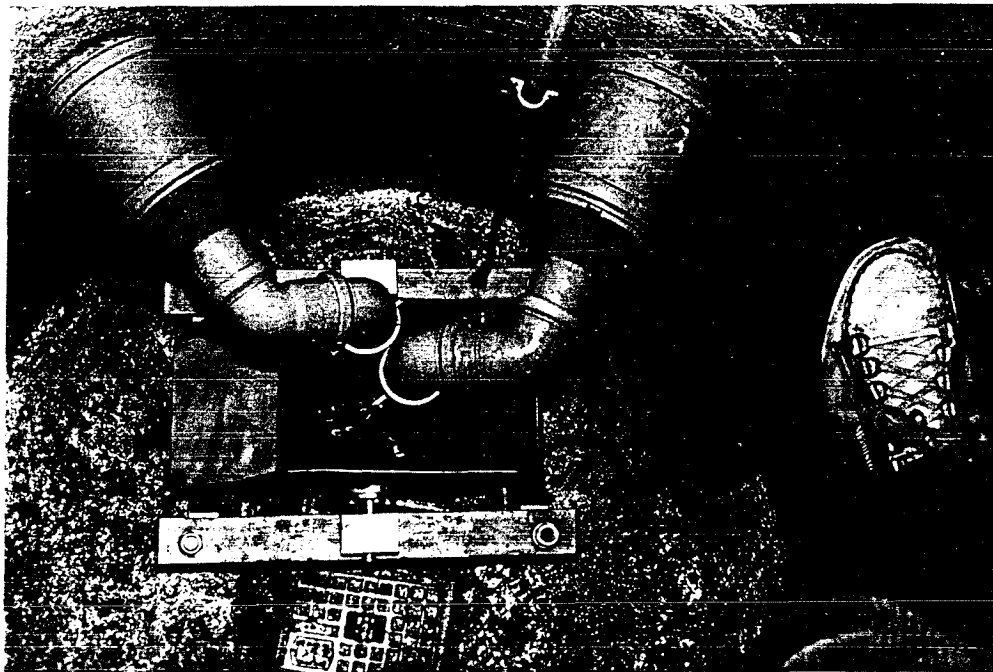


Bild 8: Kippgerät im Sammel-schacht

3.3 Reihenhäuser in Nürnberg

Bei den in Abschnitt 2 beschriebenen Reihenhäusern ist im Pumpenschacht eine Gartenpumpe mit eigenem Stromzähler im Haus installiert. Hier wurden bereits seit 1984 Ablesungen durch den Hauseigentümer vorgenommen, zunächst in größeren Abständen, später täglich. Die daraus berechneten Wassermengen sind in der Anlage 3 aufgetragen.

Das anfallende Dränwasser wird in einen Sickerschacht gepumpt, in dem sich bei einem bestimmten Wasserstand eine automatische Verrieselungsanlage einschaltet.

3.4 Wohnhaus in Weiherhaus

Bei diesem Objekt wurde nach Fertigstellung Wasserzutritt im bindigen Keuperboden oberhalb der Kellersohle festgestellt, was, je nach Jahreszeit, zu verschiedenen Feuchteschäden im Keller geführt hat. Als erste kostengünstige Sanierungsmaßnahme wurde eine Dränage mit Sammel-schacht und einer Pumpe angelegt, die das Wasser zu einer natürlichen Vorflut leitet. Auch hier kann der Stromverbrauch der Pumpe mit einem eigenen Stromzähler festgestellt werden. Die aus dem abgelesenen Stromverbrauch errechneten Wassermengen sind in der Anlage 4 aufgetragen.

4. Wertung der Meßergebnisse

Die in den Anlagen 1 bis 4 aufgetragenen Meßwerte geben deutlich den Verlauf der anfallenden Wassermenge über die Zeit wieder. Hervorzuheben ist dabei die Meßreihe in Büchenbach, wo durch die konsequente tägliche Ablesung des Zählerstandes und die genaue Eichmöglichkeit des Kippgerätes eine sehr zuverlässige Aussage über die anfallende Wassermenge gemacht werden kann. Der Vergleich mit den mittleren Monatsniederschlägen in Nürnberg zeigt insgesamt sehr gute Übereinstimmung. Jahreszeitlich bedingte Veränderungen im Dränwasseranfall sind ebenfalls gut zu erkennen.

Die Meßreihe in Weiherhaus zeigt insgesamt geringere Schwankungen, was wohl auf den direkteren Einfluß des Grundwasserspiegels zurückzuführen ist, der für einen gewissen Ausgleich sorgt. Jahreszeitliche Veränderungen sind kaum zu erkennen, die Monatsmittel verlaufen auch hier im wesentlichen entsprechend den mittleren Niederschlägen. Längere Ableseintervalle, bedingt durch Abwesenheit der Hauseigentümer, vergleichmäßigen die Kurve der Tagesmittel, lassen jedoch trotzdem den jahreszeitlichen Verlauf durch die Berechnung der Monatsmittel erkennen.

Aus der noch sehr kurzen Meßreihe in Lauf kann bisher nur entnommen werden, daß alle Werte (mit einer Ausnahme) unter 1 l/min liegen. Hier müssen weitere Aufzeichnungen abgewartet werden.

Die längste Meßreihe liegt bei den Reihenhäusern in Nürnberg vor. Hier wurde ein höchstes Tagesmittel von 43 l/min gemessen, das auch den weitaus größten Wert aller Meßstellen darstellt. Zugleich zeigt sich aber, daß über einen Zeitraum von rund 3 Jahren ein Tagesmittel von z.B. 15 l/min nur 9mal überschritten wurde und die Wassermengen nur an 41 Tagen (= ca. 4 % aller Meßwerte) größer als 5 l/min war.

Der Wasseranfall an den erdberührten baulichen Anlagen ist von der Größe des Einzugsgebietes, Geländeneigung, Schichtung und Durchlässigkeit des Bodens und der Niederschlagshöhe abhängig. Er unterliegt demnach Veränderungen durch Regen, Schneeschmelze und Grundwasserspiegelschwankungen. In der DIN 4095 (Entwurf Juni 1987) sind in den Tabellen 1 und 3 in Abhängigkeit von den genannten Parametern Werte für die Abflußspende vor Wänden (q' in $l/s \cdot m$) und unter Bodenplatten (q in $l/s \cdot m^2$) angegeben, die für die Bemessung von Dränanlagen zugrunde zu legen sind. In der folgenden Tabelle 1 ist der daraus resultierende Wasseranfall für die einzelnen Meßstellen als Größt- und Kleinstwert sowie als wahrscheinlicher Wert bei Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse angegeben. Im Vergleich dazu sind in der letzten Spalte dieser Tabelle die größten während des Untersuchungszeitraumes gemessenen Tagesmittel eingetragen.

Meßstelle	Länge der Dränleitung	Wasseranfall nach DIN 4095 [l/min]			gemessen max. Tagesmittel [l/min]
		Kleinstwert	Größtwert	wahrsch. Wert	
Büchenbach	60 m	180	1080	500	14
Lauf	50 m	150	900	190	1
Nürnberg	110 m	330	1980	600	43
Weierhaus	20 m	60	360	150	4

Tabelle 1: Wasseranfall vor Wänden

Es zeigt sich, daß die danach zu erwartenden Wassermengen erheblich über den tatsächlich gemessenen Werten liegen. Besonders auffällig ist, daß selbst die nach DIN 4095 anzunehmenden Kleinstwerte der Abflußspende den 10- bis 100-fachen Wert der tatsächlichen Wassermenge erreichen.

Obwohl bei den untersuchten Objekten keine Flächendrains vorhanden sind, wird in der folgenden Tabelle 2 der Vergleich zwischen Meßwerten und Werten gemäß DIN 4095 gezogen.

Meßstelle	Grundfläche	Wasseranfall nach DIN 4095 [l/min]			gemessen max. Tagesmittel [l/min]
		Kleinstwert	Größtwert	wahrsch. Wert	
Büchenbach	216 m ²	13	130	80	14
Lauf	240 m ²	20	200	40	1
Nürnberg	450 m ²	27	270	110	43
Weiherhaus	100 m ²	6	60	15	4

Tabelle 2: Wasseranfall unter Bodenplatten

Demnach liegt auch der Wasseranfall unter Bodenplatten, der nach DIN 4095 zu erwarten ist, erheblich über den an den Wanddrainagen gemessenen Werten.

Unberücksichtigt bleibt bei diesen Vergleichen die Tatsache, daß die maximalen Tagesmittel zum Teil ganz erheblich über den Monatsmittelwerten liegen und entsprechend selten auftreten. Bei der Meßstelle Nürnberg wurde z.B. ein größtes Monatsmittel von 7 l/min (Januar 1986) errechnet, was nur etwa 1/6 des größten gemessenen Tagesmittels von 43 l/min entspricht.

Bezüglich der Meßverfahren kann gesagt werden, daß die fortlaufende Aufzeichnung der Kippungen mit einem Linienschreiber ein sehr gutes und zugleich relativ unkompliziertes Verfahren darstellt, das eine exakte Auswertung, z.B. auch von Stundenmit-

teilen, zuläßt. Der personelle Aufwand ist gering und die Ergebnisse sind dokumentiert.

Die Ablesung von Kippzahlen liefert zwar ebenso genaue Angaben über den Wasseranfall, erfordert jedoch einen relativ hohen personellen Aufwand, insbesondere wenn kleine Meßintervalle gewünscht werden.

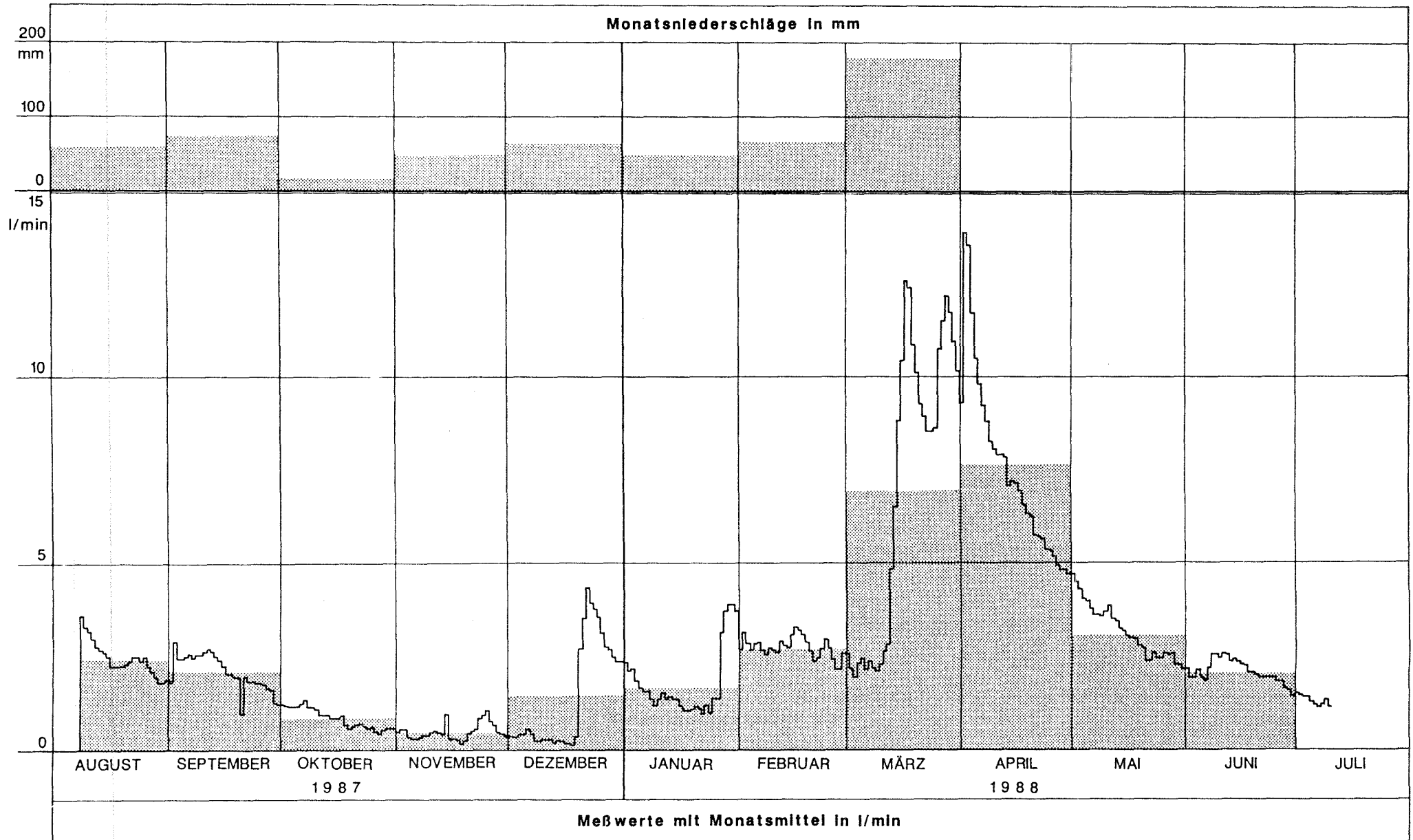
Dagegen ist die Ablesung des Stromverbrauchs mit Rückrechnung der Pumpenleistung mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet, die nur durch fortlaufende Eichmessungen zu umgehen sind. Dennoch sind auch diese Ergebnisse ausreichend genau für den hier angestrebten Zweck.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die bisher vorliegenden Meßwerte zeigen einen erheblich geringeren Wasseranfall als nach den in der DIN 4095 (Entwurf Juni 1987) angegebenen Abflußspenden zu erwarten wäre. Die unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse abgeschätzten Werte wurden ebensowenig erreicht wie die Mindestwerte für sehr schwach durchlässige Böden ohne Stauwasser und ohne Oberflächenwasser. Dies gilt sowohl für die Abflußspende vor Wänden als auch unter Bodenplatten. Der Umfang der Meßwerte erlaubt es bisher jedoch noch nicht, die in der DIN 4095 (Entwurf Juni 1987) genannten Werte zu korrigieren. Hierzu sind die Beobachtung weiterer Meßstellen und die Aufstellung längerer Meßreihen erforderlich, beides ist von den Verfassern geplant. Insbesondere soll dabei in stärkeren Hanglagen sowie bei Dränflächen unter größeren Bauwerken gemessen werden, wobei auch weitere Meßverfahren angewendet werden sollen. Über weitere Ergebnisse wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

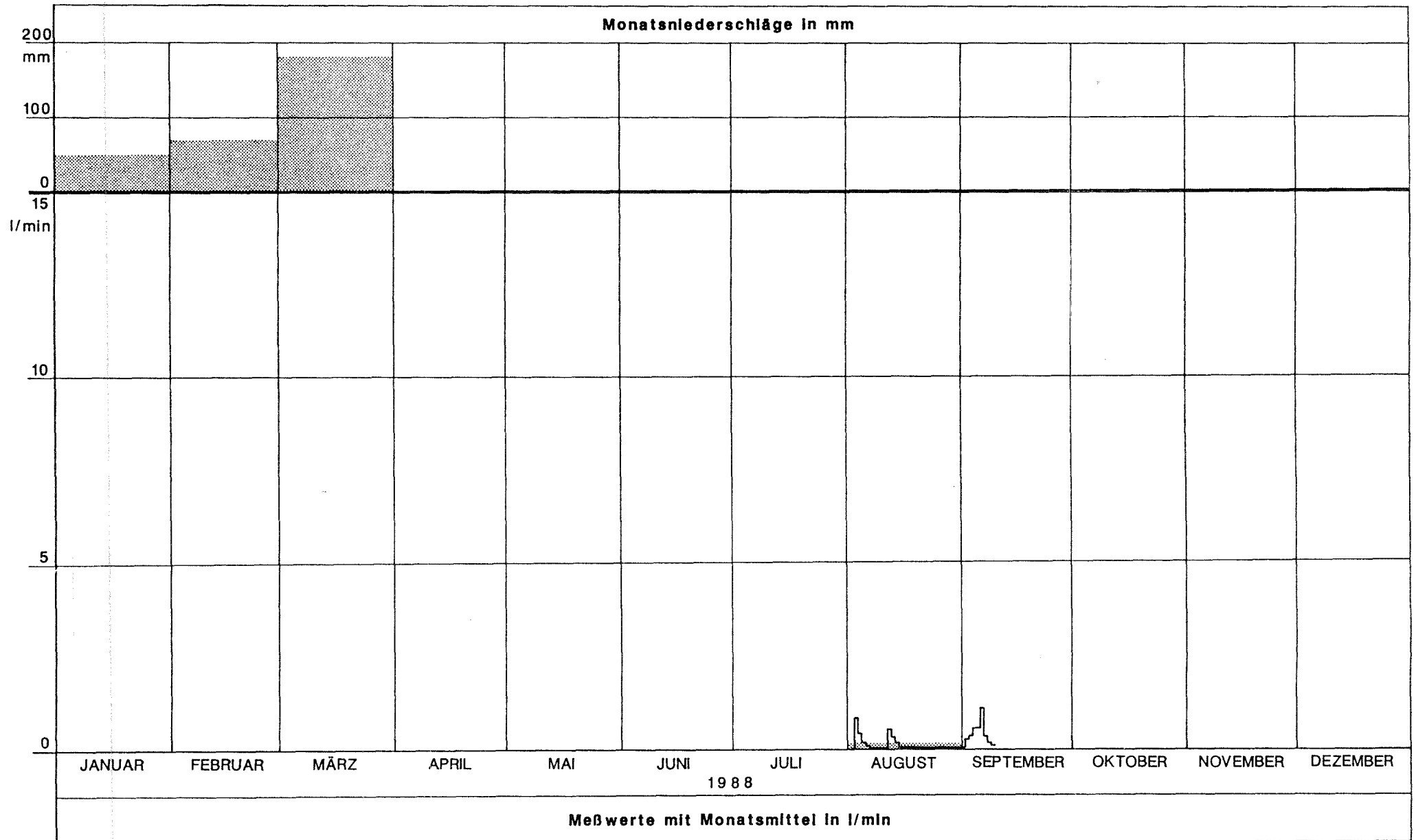
MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: BÜCHENBACH



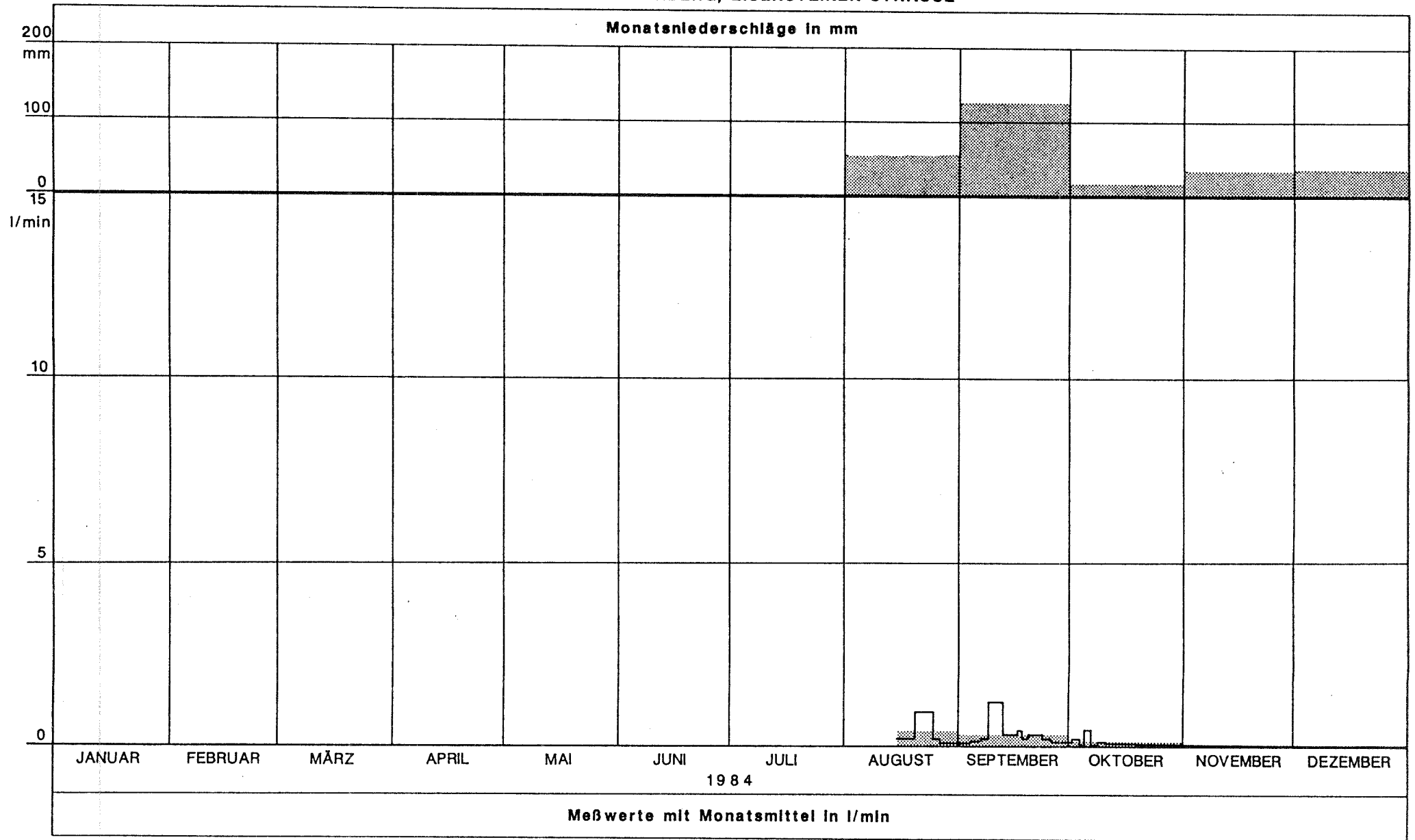
MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: LAUF/RUDOLFSHOF



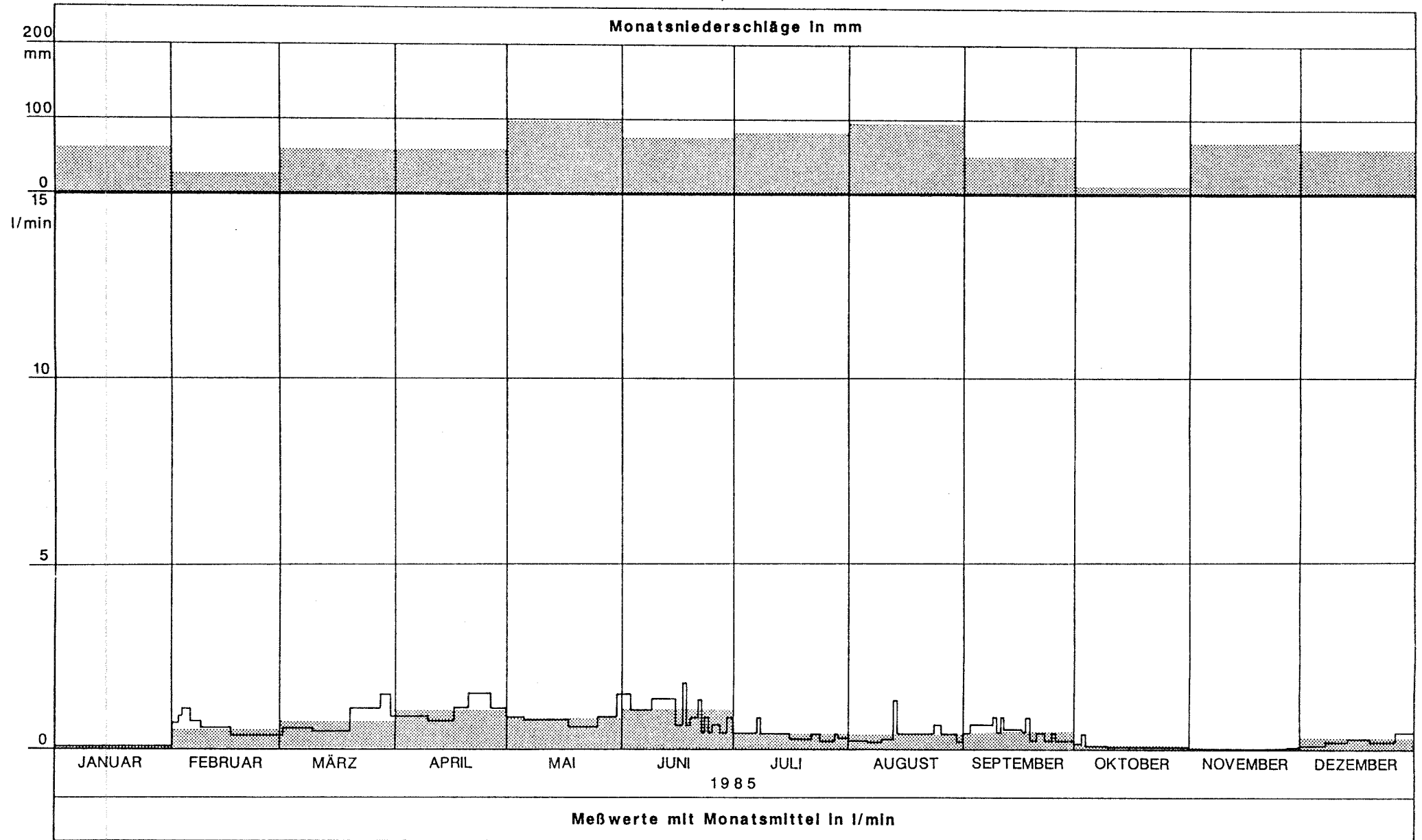
MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: NÜRNBERG, EISENSTEINER STRASSE



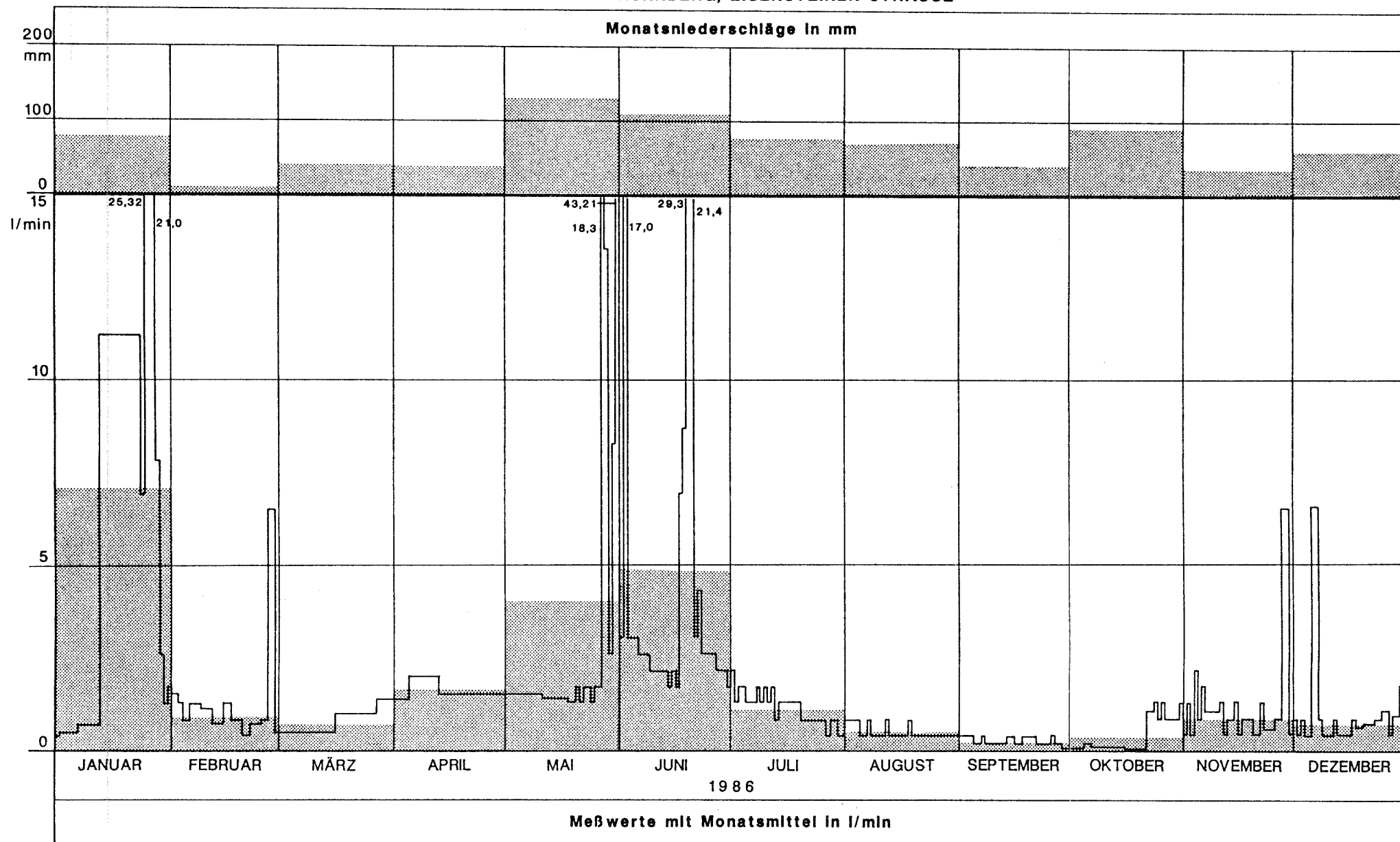
MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: NÜRNBERG, EISENSTEINER STRASSE



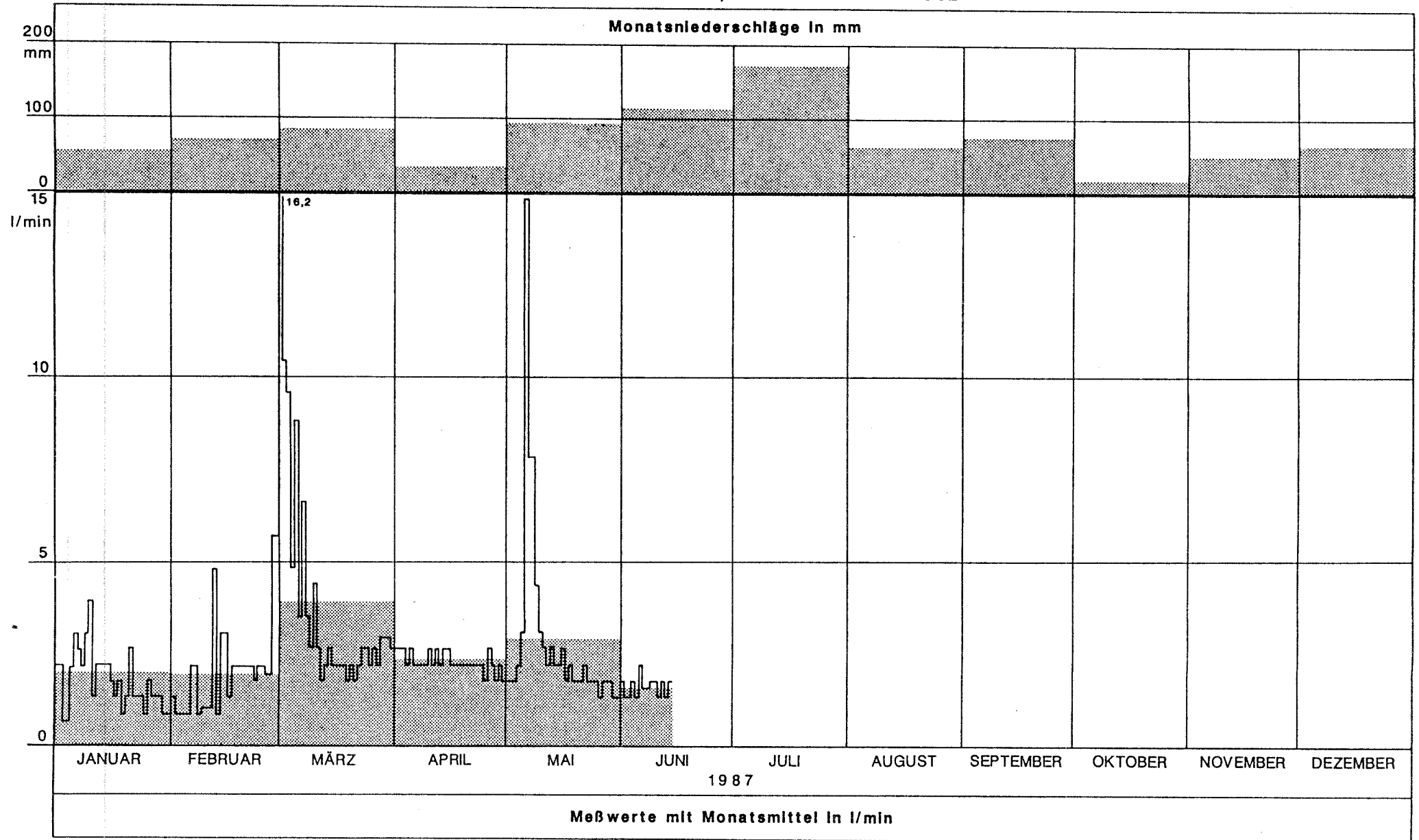
MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: NÜRNBERG, EISENSTEINER STRASSE



MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: NÜRNBERG, EISENSTEINER STRASSE



MONATSNIEDERSCHLÄGE UND MESSWERTE DER DRÄNWASSERMENGEN

Meßstelle: WEIHERHAUS

