

STADT JÜLICH

Stadtverwaltung Jülich - Große Rurstraße 17 - 52428 Jülich

Anlage 6 zur
Vorlagen-Nr.: 51 / 2014

Bebauungsplan Jülich - Kirchberg Nr. 13 "Donatusweg II"

Einleitung von Niederschlagswasser in den Untergrund

Nachweis gemäß § 51a LWG NRW

Hydrogeologische Stellungnahme





3..Ausfertigung

Stadt Jülich
Bebauungsplan-Gebiet Kirchberg Nr. 9 „Donatusweg“

Gutachten zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Auftraggeber:	Stadt Jülich
Auftrag Nr:	19.760
Auftragsdatum:	05.04.2001
Projekt-Nr.:	184-01
Abschluß der Bearbeitung:	09.05.2001



Inhalt

1	Vorgang	3
2	Unterlagen	4
3	Bauvorhaben, örtliche Situation	7
4	Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	8
4.1	Untergrundaufschlüsse	8
4.2	Laborversuche	9
5	Geologischer Überblick	10
6	Hydrogeologische Situation	13
6.1	Niederschläge	13
6.2	Oberflächenwasser	13
6.3	Grundwasser	13
6.4	Kapillarwasser	15
7	Bodensenkungen	16
8	Seismologische Aspekte	16
9	Baugrundaufbau, Klassifizierung und bodenmechanische Beurteilung	17
9.1	Allgemeines	17
9.2	Oberboden	18
9.3	Lößlehm	18
9.4	Jüngere Hauptterrasse	18
9.5	Klassifizierung und Kennwerte	20
9.6	Durchlässigkeit der Bodenschichten	21
9.7	Kontaminationen	24
10	Hinweise und Empfehlungen zum Bau der Versickerungsanlagen	25
11	Schlußbemerkung, Unterschrift	28



Anlagen

- Anlage 1.1: Übersichtslageplan i.M. 1 : 25.000
- Anlage 1.2: Lageplan, Lage der Erkundungen i.M. 1 : 1.000
- Anlage 2: Baugrundschnitt A – A', M.d.L. 1 : 500, M.d.H. 1 : 50
- Anlage 3: Schichtenverzeichnisse der Rammkernbohrungen (RKB1 – RKB3)
- Anlage 4: Ergebnisse der Versickerungsversuche in den Rammkernbohrungen RKB1 – RKB3
- Anlage 5: Bestimmungen der Kornverteilung (KV)
- Anlage 6.1: Grundwassergleichenplan, 1. Grundwasserstockwerk, Stand: Oktober 2000, Erftverband, 4/2001
- Anlage 6.2: Grundwasserganglinie der Meßstelle 860831 Kirchberg, Stand 27.04.2001, Erftverband
- Anlage 6.3: Meßstelle 860831 Kirchberg, Hydrochemische Untersuchung des Grundwassers vom 10.07.1992, Erftverband
- Anlage 7: Zeitungsartikel aus den Aachener Nachrichten Nr. 91 vom 19.04.2001



1 Vorgang

Die Stadt Jülich plant die Bebauung von bislang ackerbaulich genutzten Flurstücken am Donatusweg im Ortsteil Kirchberg. Der Bebauungsplan Nr. 9 weist auf einer Länge von etwa 200 m westlich des Donatusweges 11 Parzellen mit einer Tiefe von ca. 40 – 45 m aus. Dort sollen 10 Wohnhäuser mit Garten und eine Anliegerstraße etwa in Höhe der Straße „Am Schrickenhof“ entstehen.

Das Ingenieurbüro Gell & Partner GbR wurde von der Stadt Jülich mit Datum vom 05.04.2001 (Auftrag Nr. 19.760) beauftragt, eine gutachterliche Stellungnahme zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im geplanten Bebauungsgebiet zu verfassen. Hierzu gehören sämtliche Untergrundaufschlüsse, die Versickerungsversuche und die bodenmechanischen Laborversuche, welche zum Teil von Nachunternehmern ausgeführt und von unserem Büro fachtechnisch betreut wurden. Das Gutachten enthält weiterhin Hinweise und Empfehlungen für die Bauausführung von Anlagen zur Versickerung des anfallenden nicht schädlich verunreinigten Niederschlagswassers.



2 Unterlagen

Dem Ingenieurbüro Gell & Partner GbR wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- 2.1 Bebauungsplan Nr. 9 „Donatusweg“, 1. Änderung, Bereichsgrenzenplan i.M. 1:750, RWE Rheinbraun, Köln, 26.01.2001
- 2.2 Grundwassergleichenplan, 1. Grundwasserstockwerk, Stand: Oktober 2000, Grundwasserganglinie der Meßstelle 860831 Kirchberg, Stand 27.04.2001, Meßstelle 860831 Kirchberg: Hydrochemische Untersuchung des Grundwassers vom 10.07.1992, Erftverband

Desweiteren wurden folgende Unterlagen zur Topographie, Geologie und Hydrogeologie ausgewertet:

- 2.3 Topographische Karte i.M. 1:25.000, Blatt 5104 Düren, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen
- 2.4 Geologische Übersichtskarte i.M. 1:200.000, Blatt 122/123, Aachen/Köln, Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin, 1939
- 2.5 Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:100.000, Blatt C 5102 Mönchengladbach, und die zugehörigen Erläuterungen, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1990
- 2.6 Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:25.000, Grundriß- und Profilkarte, Blatt 5104 Düren, Landesamt für Wasser- und Abfall Nordrhein-Westfalen, Stand 1993
- 2.7 Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:25.000, Grundriß- und Profilkarte, Blatt 5004 Jülich, Landesamt für Wasser- und Abfall Nordrhein-Westfalen, Stand 1987
- 2.8 Grundwassergleichen Rur-Scholle, Grundwassergleichenkarten 1970 ... 1986 i.M. 1:100.000, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen



- 2.9 Mittlere jährliche Niederschlagssummen (mm) der Perioden 1931 ... 1960 im Lande Nordrhein - Westfalen i.M. 1: 500.000, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 1982
- 2.10 Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:50.000, Blatt L 5104 Düren, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1976
- 2.11 Karte der Grundwasserlandschaften in Nordrhein-Westfalen i.M. 1:500.000, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 2. Auflage 1980
- 2.12 Karte der Verschmutzungsgefährdung der Grundwasservorkommen in Nordrhein-Westfalen i.M. 1:500.000, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 2. Auflage 1980

Richtlinien, Merkblätter:

- [R1]: ATV – Arbeitsblatt A 138 – Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, Januar 1990
- [R2]: Kreis Düren – Merkblatt NW 3 – Möglichkeiten der Versickerung von Niederschlagswasser in reinen Wohngebieten

Literatur:

- [L1]: Meidow, H.; Ahorner, L.: Macroseismic effects in Germany of the 1992 Roermond earthquake and their interpretation, *Geologie en Mijnbouw*, 73, S. 271 - 279, 1994
- [L2]: Rosenhauer, W.; Ahorner, L.: Seismic hazard assessment for the Lower Rhine Embayment before and after the 1992 Roermond earthquake, *Geologie en Mijnbouw*, 73, S. 415 - 424, 1994
- [L3]: Richter, D.: *Ingenieur- und Hydrogeologie*, de Gruyter Verlag, Berlin 1989



[L4]: Simmer, K.: Grundbau 1, B. G. Teubner, Stuttgart, 1994

[L5]: Hötting, B.: Hydrogeologie, Enke Verlag, 1996



3 Bauvorhaben, örtliche Situation

Das Bebauungsplan-Gebiet Kirchberg Nr. 9 befindet sich am südwestlichen Ortsrand westlich der Teichstraße, die in Verlängerung der von Inden kommenden L 241 durch Kirchberg führt, und westlich des parallel zu dieser verlaufenden Altdorf-Kirchberg-Koslarer Mühlenteiches (siehe Anlage 1.1). Dort soll der östliche ca. 40 – 45 m breite Randstreifen einer bislang landwirtschaftlich genutzten Fläche am Donatusweg erschlossen bzw. bebaut werden. Nach Westen hin wird das Gelände durch den Lohbergweg mit dem Friedhof und einen Bach eingegrenzt. Im Süden befindet sich ein Wirtschaftsweg.

Das Bebauungsplan-Gebiet schließt unmittelbar an die südliche Grundstücksgrenze des Hauses Donatusweg Nr. 2 an und erstreckt sich von dort aus rund 200 m nach Süden (siehe Anlage 1.2). Die der RWE Rheinbraun gehörende Fläche ist derzeit an einen Landwirt verpachtet. Das Gelände befindet sich auf etwa 109 – 110 mNN und fällt sanft von Süden nach Norden ab.

Das Projektgebiet befindet sich westlich des Tagebaugesbietes Zukunft/Inden I (siehe Anlage 1.1). Östlich von Kirchberg ist das Naturschutzgebiet Rurauenwald-Indemündung ausgewiesen. Im Norden und Nordosten liegen Kiesgruben und Sedimentationsbecken der Zuckerfabrik Jülich.

Das im geplanten Neubaugebiet anfallende Niederschlagswasser soll dezentral in den Untergrund versickern. Die Lage der geplanten Versickerungsflächen bzw. -orte geht aus den uns zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht hervor.



4 Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen

4.1 Untergrundaufschlüsse

Zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowie zur Entnahme von Bodenproben wurden die folgenden Erkundungen durchgeführt:

- 3 Rammkernbohrungen \varnothing 80 – 50 mm (RKB1 – RKB3) mit Tiefen zwischen 5,00 m und 6,00 m, ausgeführt von der Fa. Geo-Service-Soltenborn, Aachen am 17.04.2001.

Die Ansatzpunkte der Rammkernbohrungen wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Die Rammkernbohrungen wurden zunächst bis in das Hangende der Jüngeren Hauptterrasse hinein abgeteuft (ca. 0,1 – 1,2 m unter OK Terrasse bzw. rund 1,3 – 2,6 m unter GOK). Dort wurden insgesamt 4 Versickerungsversuche durchgeführt. Zur Erkundung der tieferen Bodenschichten wurden die Rammkernbohrungen bis mindestens 2,5 m in die Terrassensedimente verlängert. Als Regelendteufe wurden 6 m unter GOK angestrebt, um mit Sicherheit ausschließen zu können, daß in den Terrassensedimenten oberflächennah ein bindiger Horizont eingeschaltet ist. Lediglich die RKB3 mußte wegen des hohen Eindringwiderstandes vorzeitig abgebrochen werden.

Die fachtechnische Betreuung der Erkundungen sowie das lage- und höhenmäßige Einmessen der Rammkernbohrungen erfolgte durch unser Ingenieurbüro. Als Bezugspunkt für die Vermessung der Ansatzhöhen wurde die Höhe eines Kanaldeckels im Donatusweg herangezogen (siehe Anlage 1.2). Eine Zusammenstellung aller Untergrundaufschlüsse zeigt Tabelle 4.1.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse geht aus Anlage 1.2 hervor. Die angetroffenen Bodenschichten werden in einem Baugrundschnitt dargestellt (siehe Anlage 2). Die Schichtenverzeichnisse der Rammkernbohrungen sind in Anlage 3 abgelegt. Die Bodenproben wurden nach Abschluß der Erkundungen in unser Ingenieurbüro gebracht.



Aufschluß Nr. [-]	Länge [m]	Ansatzhöhe [mNN]	Probe Nr. [-]	Versickerungs- versuch Nr. [-]
RKB1	6,00	108,77	G1 – G5	1, 1b
RKB2	6,00	109,50	G1 – G4	2
RKB3	5,00	110,20	G1 – G5	3

Tabelle 4.1: Zusammenstellung der Untergroundaufschlüsse

Ergebnisse früherer Erkundungen liegen uns nicht vor. Spaziergänger berichteten während der Arbeiten in situ, daß bereits von Rheinbraun Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Bodens durchgeführt worden seien.

4.2 Laborversuche

An 2 Proben aus den Rammkernbohrungen wurde im Labor mittels Naßsiegung die Kornverteilung der für die Versickerung relevanten Kiessande bestimmt. Es wird darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse den Grobkornanteil des Bodens möglicherweise unterschätzen, da Körner größeren Durchmessers mit dem gewählten Verfahren nicht erbohrt werden. Die Versuche dienten der näherungsweise Bestimmung des die Durchlässigkeit der Kiese und Sande beeinträchtigenden Feinkornanteils. Tabelle 4.2 faßt die bodenmechanischen Laborversuche zusammen.

Aufschluß Nr. [-]	Probe Nr. [-]	Teufe [m unter GOK]	Siebanalyse [-]
RKB1	G3	1,50 – 2,30 m	x
RKB2	G2	1,70 – 3,20 m	x

Tabelle 4.2: Zusammenstellung der bodenmechanischen Laborversuche



5 Geologischer Überblick

Seiner naturräumlichen Gliederung nach gehört Kirchberg zur Jülicher Börde, einer Haupteinheit der Niederrheinischen Bucht.

Geologisch läßt sich der Untergrund in zwei Stockwerke unterteilen: Ein paläozoisches Faltengebirge und ein vorwiegend im Tertiär und Quartär entstandenes Deckgebirge. Die Faltenstrukturen des im Karbon gebildeten variscischen Gebirges sind von jüngeren Sedimenten verhüllt. Das schon in der Perm-Zeit vor rund 250 Mio. Jahren weitgehend eingeebnete Gebirge mit seinen SW – NO streichenden Falten tritt linksrheinisch z.B. in der Eifel und rechtsrheinisch z.B. im Bergischen Land zutage. Die geologischen Karten zeigen eine von Aachen/Düren nach Mönchengladbach/Grevenbroich deutlich abnehmende Intensität der Faltungstektonik.

Im Gegensatz zur Karbon-Oberfläche ist das Deckgebirge ausschließlich durch bruchtektonische Bewegungen geprägt. Eine Vielzahl von NW – SO streichenden Querstörungen zerlegt den gewachsenen Untergrund in einzelne Schollen. Das Projektgebiet liegt auf der Rur-Scholle. Diese wird bruchtektonisch nach Nordosten hin, etwa 4,5 km vom Projektgebiet entfernt auf der Linie Stetternich – Jülich/Nord – Broich, durch den Rurrand-Sprung, der wohl bedeutendsten Verwerfung der Niederrheinischen Bucht, von der Erft-Scholle getrennt. „Wie fast alle anderen Verwerfungen der Niederrheinischen Bucht setzt sich auch der Rurrand aus mehreren Verwerfungen zusammen, die sich gegenseitig ablösen“ (siehe Unterlage 2.5). Eine dieser Nebenverwerfungen ist der Rur-Sprung, der ca. 2 km nordöstlich des Projektgebietes auf der Linie Jülich (Stadtgebiet) – Krauthausen – Sehlhausen (südwestlicher Ortsrand) verläuft (siehe Unterlagen 2.5 und 2.8). Eine weitere NW – SO streichende Störung ist der Frauenrather Sprung, der etwa 2,3 km südwestlich des Projektgebietes durch Aldenhoven führt. Unterlage 2.8 weist etwa 1 km südwestlich des Projektgebietes auf der Linie Linnich – Merzenhausen – Altdorf den Altdorfer Sprung aus. Auf dem aktuellen Grundwassergleichenplan des Erftverbandes sind südwestlich von Kirchberg mehrere, etwa parallel verlaufende untergeordnete Störungen verzeichnet. Die nordöstlichste Störung dieser Gruppe ist etwa 400 m vom Projektgebiet entfernt.



Der Versatzbetrag der Schichten am Rurrand-Sprung nimmt von Südosten nach Nordwesten hin zu. So liegt die Tertiärbasis bei Hambach auf der Rur-Scholle etwa 600 m tiefer als auf der Erft-Scholle, bei Wassenberg bereits mehr als 1000 m. „Die kräftigen Senkungsbewegungen setzten sich während des gesamten Quartärs fort ... So sind die Älteren Hauptterrassen bei Merzenich ... um 30 m versetzt, im Bereich Hambach-Stetternich bereits um 40-50 m, zwischen Jülich und Broich bereits um 50-70 m und im Norden bei Ratheim schließlich um 140 m“ (siehe Unterlage 2.5).

„Die tektonischen Senkungsbewegungen dauern bis in die heutige Zeit an. Sie finden ihren Ausdruck in einer deutlichen Geländekante, die bei Stetternich 17 m hoch ist. Nördlich von Birgelen hat sie bereits eine Höhe von 40 m“ (siehe Unterlage 2.5).

Die Rur-Scholle ist kräftig nach Nordosten hin eingekippt. Die Oberfläche des karbonischen Festgesteins liegt hier etwa 800 m unter NN. Darüber folgen die Ablagerungen des Tertiärs, das Oligozän, das Miozän und schließlich das Pliozän. Das Hangende des Pliozäns und damit die Oberkante des Tertiärs bildet der Reuver-Ton, dessen Oberfläche im Projektgebiet etwa bei 84 mNN anstehen dürfte.

Nach den Profilkarten der Hydrologischen Karten von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5104 Düren und Blatt 5004 Jülich (siehe Unterlagen 2.6 und 2.7), bestehen die quartären Deckschichten aus den Jülicher Schichten im Liegenden (Grobsand mit Mittel- und Feinkies, Mittelsand und Grobkies), der Älteren Hauptterrasse der Maas (Mittel- und Feinkies mit Grobsand, Grobkies und Mittelsand) und der Jüngeren Hauptterrasse des Rheins (Mittel- und Grobkies mit Grobsand und Feinkies). Zwischen der Jüngern Hauptterrasse des Rheins und den älteren Terrassensedimenten ist eine bindige Zwischenlage aus Schluff, Feinsand und Ton eingeschaltet (Tegelenton). Der Tegelenton streicht südwestlich von Kirchberg aus (siehe Unterlage 2.6 und Anlage 6.1). Seine Oberfläche befindet sich im Projektgebiet ca. 11 m unter GOK.

Die Geologische Karte (siehe Unterlage 2.5) weist übereinstimmend für das Projektgebiet Sedimente der Jüngeren Hauptterrasse (braungelbe Kiese in Wechsellagerung mit hellgrauen, teilweise rotbraunen Sanden) aus, die im oberen Teil stellenweise stark verwittert sein können.



Die Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, Blatt L 5104 Düren (siehe Unterlage 2.10), beschreibt sehr ausführlich den Aufbau der oberflächennahen Bodenschichten bis in eine Tiefe von 2 m. Danach stehen im Bebauungsplan-Gebiet Sande und Kiese der Hauptterrasse an, die von einer geringmächtigen Schicht ($d = 0,3 - 0,6$ m) aus schwach kiesigen schluffigen Lehmen (Lößlehm) überlagert werden. Die Lehm Böden besitzen nach Unterlage 2.10 eine mittlere Wasserdurchlässigkeit, bei verdichtetem Unterboden kann es jedoch zur Ausbildung von Stau- oder Hangnässe kommen.



6 Hydrogeologische Situation

6.1 Niederschläge

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt im Projektgebiet nach der Hydrologischen Karte (Zeitraum von 1953 – 1972, siehe Unterlage 2.6) ca. 675 – 700 mm/a. Unterlage 2.9 gibt einen Wert von ca. 640 mm/a (Periode 1931 – 1960) an.

6.2 Oberflächenwasser

Ungefähr 500 m ost-nordöstlich des Bebauungsplan-Gebietes verläuft der Altdorf-Kirchberg-Koslarer Mühlenteich (AKK). Das Wasser, daß der Mühlenteich führt, wird bei Altdorf von der Inde abgezweigt und gelangt bei Floßdorf in die Rur. Etwa 400 m westlich des Donatusweges verläuft ein Bach, der nördlich von Kirchberg der Rur zufließt. Über die Rur gelangt das Wasser bei Roermond in die Maas.

Derzeit kann das Niederschlagswasser auf der Ackerfläche versickern und wird über den Grundwasserstrom nach Nordwesten der Rur zugeführt (siehe Anlage 6.1). Dränleitungen sind nicht bekannt.

6.3 Grundwasser

Die tertiären und quartären Kiese und Sande als Porengrundwasserleiter werden durch Ton- und Braunkohleformationen vielfach gegliedert. Das Projektgebiet liegt auf der Rur-Scholle, in deren tiefstem Teil, am Rurrand-Sprung bei Jülich, 8 übereinanderliegende Grundwasserstockwerke in der mehrere hundert Meter mächtigen Lockergesteinsfolge über dem karbonischen Festgestein enthalten sind (siehe Unterlage 2.5).



Das oberste und für die geplante Bebauung bedeutsame Grundwasserstockwerk bilden die Jüngere Hauptterrasse des Rheins, die Ältere Hauptterrasse der Maas und die Älteste Hauptterrasse von Rhein und Maas (Jülicher Schichten) oberhalb des Reuver-Tons. Jedoch ist der insgesamt rund 24 m dicke Schichtkomplex nur im Bereich der Jülicher Schichten oberhalb des Reuvertons grundwasserführend. Die Mächtigkeit der grundwassererfüllten Schicht beträgt ca. 1 m gemäß der Profilkarte der Hydrologischen Karte, Blatt 5104 Düren (Unterlage 2.6).

Die Hydrologische Karte (siehe Unterlage 2.6) weist einen Grundwasserspiegel von ca. 86 mNN (Stand 1955) aus. Unterlage 2.8 gibt einen Wasserspiegel von etwa 85,0 – 85,5 mNN (Stand Oktober 1986) bzw. ca. 86,5 – 87,5 mNN (Stand Oktober 1970) an.

Nach dem aktuellen Grundwassergleichenplan des Erftverbandes (Stand Oktober 2000) liegt der Grundwasserspiegel im Bebauungsplan-Gebiet Donatusweg zwischen 81,6 – 82,5 mNN (siehe Unterlage 2.2 und Anlage 6.1). Die Grundwasserströmung ist im engeren Projektgebiet nach Nordwesten gerichtet.

Der Erftverband unterhält am Donatusweg ca. 120 m süd-südöstlich der Bebauungsgrenze die Grundwassermeßstelle 860831 Kirchberg. Die Ganglinie, die uns für diese Meßstelle zur Verfügung gestellt wurde, umfaßt den Zeitraum von 1960 – 1997 (siehe Anlage 6.2). Sie weist einen Höchststand von rund 88,6 mNN (1967) und einen Tiefststand von rund 85,9 mNN (1979/80) auf. Nach Auskunft des Erftverbandes ist die Meßstelle zwischenzeitlich trocken gefallen (Ukf: 82,40 mNN), da sie sich in unmittelbarer Nähe zum offenen Tagebau befindet.

Das Ergebnis der hydrochemischen Untersuchung einer Grundwasserprobe aus der Meßstelle 860831 Kirchberg vom Juni 1992 ist in Anlage 6.3 beigefügt. Die Konzentrationen an Ammonium, Magnesium und Sulfat sind nach DIN 4030 nicht als betonangreifend einzustufen, auch der pH-Wert ist danach unbedenklich. Der Gehalt an aggressiver Kohlensäure ist im Ergebnisprotokoll nicht angegeben.

Nach Auskunft der Kreisverwaltung Düren, Amt für Wasser, Abfall und Umwelt sind in unmittelbarer Nähe zum Projektgebiet keine Wasserschutzzone ausgewiesen.



6.4 Kapillarwasser

Die Bearbeitbarkeit des Lößlehms ist nach starken Niederschlägen erschwert. Bei verdichtetem Unterboden kann stellenweise Staunässe auftreten. Aufgrund des niedrigen Grundwasserspiegels ist nicht mit Kapillarwasser zu rechnen. Der Boden ist sehr empfindlich gegen Bodendruck.



7 Bodensenkungen

Bedingt durch den Braunkohlentagebau und den damit verbundenen Grundwasserentzug besonders in den tieferen Stockwerken kommt es im Großraum Jülich zu erheblichen Bodensenkungen.

Detailliertere Angaben über Bodensenkungen im Bereich Kirchberg liegen uns nicht vor. Jedoch ist in den nächsten Jahrzehnten mit gleichmäßigen Bodensenkungen im Dezimeterbereich zu rechnen.

8 Seismologische Aspekte

Das Gebiet gehört zur Erdbebenzone 4 gemäß DIN 4149. Als Hilfsmittel für die Einteilung und Abgrenzung der Erdbebenwirkungen wird in DIN 4149 die vereinfachte M-S-K Skala (Medwedjew, Sponheuer, Karnik) benutzt. Demnach beträgt in der Erdbebenzone 4 die größte Intensität $I = 8$ (große Spalten im Mauerwerk; Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein). Während des Bebens bei Roermond war die Intensität im Bereich Jülich $I = 5 \dots 6$ [1]. Rosenhauer und Ahorner [2] haben die seismische Gefährdung in der Niederrheinischen Bucht nach dem Erdbeben bei Roermond im Jahr 1992 überprüft. Danach ergeben sich für Jülich folgende Epizentralintensitäten (Intensitäten bei einem Erdbeben mit dem Epizentrum Jülich):

- für eine Eintrittsrate von $10^{-3}/a$ (Erdbeben einmal in 1.000 Jahren): $I = 7,4$;
- für eine Eintrittsrate von $10^{-4}/a$ (Erdbeben einmal in 10.000 Jahren): $I = 8,0$.



9 Baugrundaufbau, Klassifizierung und bodenmechanische Beurteilung

9.1 Allgemeines

Die Schichtenfolge im Projektgebiet wurde durch insgesamt 3 Rammkernbohrungen aufgeschlossen. Die Erkundungen reichen bis in die pleistozäne Jüngere Hauptterrasse.

Aufgrund seiner geologischen und morphologischen Position ist der Untergrund in dem erkundeten Tiefenbereich relativ einheitlich aufgebaut. Zwischen den einzelnen Aufschlußpunkten können abweichende Verhältnisse, insbesondere im Hinblick auf die Mächtigkeit und Zusammensetzung einzelner Schichten, nicht ausgeschlossen werden.

Die einzelnen Schichten werden in der Folge ihres Auftretens von oben nach unten beschrieben. Die Bodenklassifikation erfolgt nach DIN 18196 (Bodengruppe), DIN 18300 (Bodenklasse), DIN 18301 (Bodenklasse) und ZTVE - StB 94 - Fassung 1997 (Frostempfindlichkeit).

Die bodenmechanischen Kennwerte werden auf der Grundlage der Feld- und Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten festgelegt. Es wird darauf hingewiesen, daß es sich hierbei nicht um feste Größen im Sinne von Materialkonstanten handelt, sondern um bereichsweise variierende Werte, die auch von der Art und Dauer der Beanspruchung abhängen.

Die Grobansprache des Bohrgutes erfolgte vor Ort durch den Bohrmeister. Anschließend wurden sämtliche Proben in unser Ingenieurbüro gebracht und einer eingehenden organoleptischen Beurteilung unterzogen.

Der Untergrund läßt sich im Projektgebiet in die folgenden Schichtkomplexe gliedern:

- Mutterboden (Oberboden)
- Lößlehm
- Jüngere Hauptterrasse



9.2 Oberboden

In allen Rammkernbohrungen wurde eine ca. 0,50 m dicke humose Oberbodenschicht an der Geländeoberfläche erkundet. Dabei handelt es sich um einen feinsandigen Schluff von dunkelbrauner Farbe, der im Projektgebiet eine steife Konsistenz aufweist.

Klassifizierung und bodenmechanische Kennwerte entsprechen in etwa dem Lößlehm. Daneben ist in unmittelbarer Nähe des Donatusweges mit den üblichen Tragschichten zu rechnen.

9.3 Lößlehm

Unterhalb des Oberbodens wurde in den Aufschlüssen eine 0,40 – 2,00 m dicke Lößlehm-schicht angetroffen. Als Lößlehm bezeichnet man den oberflächennah vollständig entkalkten und durch verwitterungsbedingte Tonmineralbildung und Tonverlagerung stark verlehnten Löß. Der feinsandige Schluff ist im Projektgebiet meist kiesig, örtlich auch tonig. Vor allem im Liegenden, in der Übergangszone zur Jüngeren Hauptterrasse, nimmt der Kies- und Sandanteil in der Lehmschicht zu. Der Lößlehm weist meist eine steife, örtlich auch weiche – steife Konsistenz auf.

9.4 Jüngere Hauptterrasse

Die Oberkante der Jüngeren Hauptterrasse des Rheins liegt im Projektgebiet ca. 0,9 – 2,5 m unter GOK auf rund 107,7 – 107,9 mNN. Im Hangenden der Terrasse wurden stark sandige Kiese mit z.T. erheblichen Schluffbeimengungen erkundet. Die Kiesfraktion besteht hauptsächlich aus Fein- bis Mittelkiesen, jedoch können mit dem gewählten Aufschlußverfahren kaum größere Körner als Mittelkiese (\varnothing 6 – 20 mm) erbohrt werden. Der gold- bis linoleumbraune



Boden war zum Zeitpunkt der Erkundungen feucht und von klebriger Beschaffenheit. Nach Unterlage 2.5 ist die Jüngere Hauptterrasse im oberen Bereich stellenweise stark verwittert.

Die stark sandigen Kiese werden in den Rammkernbohrungen RKB1 und RKB2 von kiesigen Mittel- bis Grobsanden bzw. Sanden unterlagert. In der RKB3 wurden bis zur Endteufe in 5,00 m unter GOK sandige Kiese angetroffen. Innerhalb der hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung meist weitgestuften Terrassensedimente sind Fein- bzw. Mittelsandlagen zwischengeschaltet. Der Schluffanteil nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Die Unterkante der Jüngeren Hauptterrasse wurde in den Erkundungen nicht erreicht.

Nach den Ergebnissen der beiden Korngrößenanalysen besteht das Hangende der Jüngeren Hauptterrasse aus schwach schluffigen, stark mittel- bis grobsandigen Kiesen bzw. stark kiesigen Grob- bis Mittelsanden. Die Körnungslinien sind in Abbildung 9.1 dargestellt. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß der Grobkornanteil mit dem gewählten Aufschlußverfahren nicht zutreffend erkundet werden kann. Außerdem ist die in der Schlitzsonde gewonnene Probenmenge geringer als für eine „DIN-gerechte“ Versuchsdurchführung erforderlich.

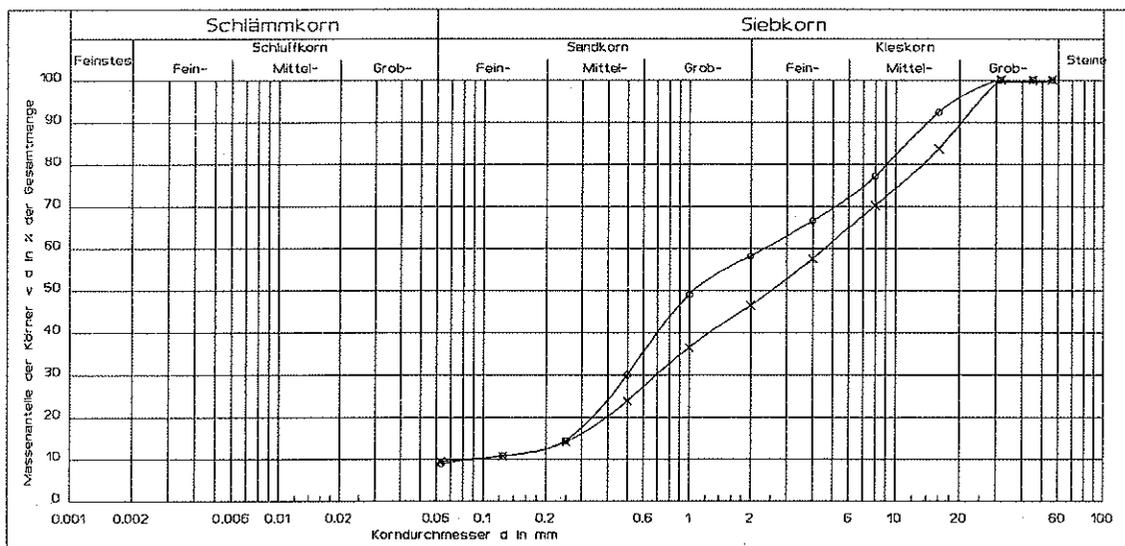


Bild 9.1: Körnungslinien der Hangendschicht der Jüngeren Hauptterrasse

Es handelt sich bei dem Hangenden der Jüngeren Hauptterrasse um einen sehr ungleichförmigen Boden mit einer weitgestuften Kornverteilung (Ungleichförmigkeitszahl $U = 26$ bzw. 51 ,



Krümmungszahl $C_c = 1,2$). Der Schlämmkornanteil (Korndurchmesser $\varnothing < 0,063$ mm) der beiden untersuchten Proben liegt bei rund 9 Massen-%. Der Boden ist als Kies-Schluff-Gemisch (Bodengruppe GU nach DIN 18196) einzustufen.

9.5 Klassifizierung und Kennwerte

Die Klassifizierung der erkundeten Bodenschichten enthält Tabelle 9.1. Die auf der Grundlage von Erfahrungen in der Umgebung des Projektgebietes festgelegten bodenmechanischen Kennwerte sind in Tabelle 9.2 zusammengefaßt.

Bodenschichten	Klassifizierung			
	Bodengruppen nach DIN 18196	Bodenklassen nach DIN 18300	Bodenklassen nach DIN 18301	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 (97)
Oberboden	OU	1	LO	F3
Lößlehm	UM, UL, SU*	4, stark aufgeweichte Partien 2	LB	F3
Jüngere Hauptterrasse	GW, SW, SE, SI, im Hangenden auch GU, SU	3, (mit Steinen auch 5)	LN (örtlich Zusatzklasse S1)	F1 (im Hangenden z.T. F2)

Tabelle 9.1: Zusammenstellung der Bodenklassifizierungen



Bodenschicht	Rechenwerte (cal-Werte) bodenmechanischer Parameter				
	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul $E_s = f(\sigma)$ [MN/m ²]
Oberboden	19 (im Mittel)	10 (im Mittel)	27,5	2	-
Lößlehm	19 (im Mittel)	10 (im Mittel)	27,5 (im Mittel)	2 (im Mittel)	4 ... 10
Jüngere Hauptter- rasse	20 (im Mittel)	11 (im Mittel)	35,0 (im Mittel)	0	50 ... 100

Tabelle 9.2: Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

9.6 Durchlässigkeit der Bodenschichten

Oberboden und Lößlehm sind als schwach durchlässige Böden einzustufen. Die Bodenkarte (siehe Unterlage 2.10) gibt für die Parabraunerden/Pseudogley-Parabraunerden Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 16 - 40$ cm/Tag an. Dies entspricht in etwa einer Größenordnung von $k_f = 5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6}$ m/s. Nach vorliegenden Erfahrungen kann die Durchlässigkeit örtlich auch geringer ausfallen. Bei verdichtetem Unterboden kann es zur Bildung von Staunässe kommen. Auf dem noch ungepflügten Acker sammelte sich das Niederschlagswasser zum Zeitpunkt der Erkundungen am nördlichen Ende des Projektgebietes im Bereich der RKB1 an der Geländeoberfläche an. Für Anlagen zur dezentralen Versickerung, d.h. zur konzentrierten Einleitung von Niederschlagswasser sind die bindigen Deckschichten nicht geeignet.

Die Jüngere Hauptterrasse ist i.a. als durchlässiger bis stark durchlässiger Boden einzustufen. Die Hydrologische Karte gibt für die Jüngere Hauptterrasse einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7 \times 10^{-3}$ m/s an (siehe Unterlage 2.6). Im Rahmen von eigenen Feldversuchen in Großbohrlöchern bei Puffendorf wurde für die dort anstehenden Terrassensedimente (schwach schluffige, sandige Kiese bzw. schwach schluffige kiesige Sande im Hangenden der



Hauptterrasse) ein Durchlässigkeitsbeiwert von rund 1×10^{-5} m/s ermittelt. Feldversuche im Raum Mönchengladbach im Jahr 1998 haben Werte zwischen $k_f = 9,8 \times 10^{-5}$ m/s und $6,0 \times 10^{-4}$ m/s für die nichtbindigen tieferen Partien der Jüngeren Hauptterrasse ergeben. Daneben wurde im Rahmen dieses Vorhabens eine Vielzahl von Kornverteilungskurven ausgewertet. Danach liegen die Durchlässigkeitsbeiwerte dort zwischen rund $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s und 1×10^{-3} m/s.

Der Feinkornanteil $< 0,063$ mm ist für die Durchlässigkeit der Kiessande von entscheidender Bedeutung.

Die Versickerungsversuche im Bebauungsplan-Gebiet Kirchberg Nr. 9 „Donatusweg“ wurden wenige Dezimeter unterhalb der Schichtgrenze Lößlehm – Jüngere Hauptterrasse mit Hilfe eines Multilevelpermeameters (MLP) als Versickerungsversuch im offenen Bohrloch gemäß Earth Manual (1974) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt. Das Bohrloch wird provisorisch mit Filterrohren ausgebaut. Mit Hilfe eines eingebauten Schwimmerschalters wird der Tiefenbereich des Bohrloches festgelegt, in dem die Versickerungsleistung des Bodens bestimmt wird. Über den Schwimmerschalter wird eine Wassermenge pro Zeiteinheit in das Bohrloch eingeleitet, wobei die Zuflußmenge der versickerten Wassermenge im Bohrloch entspricht. Die infiltrierte Wassermenge wird mittels eines Datenloggers über die Versuchsdauer aufgezeichnet. In der RKB1 wurde ein zweiter Versickerungsversuch (1b) rund 1,0 – 1,2 m unter UK Lößlehmschicht gefahren.

Die Dokumentation und Auswertung der Versuchsergebnisse enthält Anlage 4. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Tabelle 9.3 zusammengefaßt.

Die Feldversuche wurden zu einem sehr ungünstigen Zeitpunkt ausgeführt. Infolge langandauernder Niederschläge waren die Deckschichten und das verlehnte Hangende der Jüngeren Hauptterrasse nahezu wassergesättigt. Außerdem floß den Bohrlöchern über die Geländeoberfläche bzw. die Ackerkrume schwebstoffhaltiges Niederschlagswasser zu. Dies führte dazu, daß sich die vergleichsweise kleine Versickerungsfläche im Bohrloch zumindest z.T. zu-



schlammte. Als Beleg für die ungünstigen Witterungsverhältnisse möge ein Artikel aus den Aachener Nachrichten vom 19.04.2001 dienen (siehe Anlage 7).

So liegen die Ergebnisse der Versuche in situ allesamt unter den sonst üblichen Werten für Kiessande mit 7 – 10 Massen-% Feinkornanteil. Die mit dem MLP ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte betragen $k_f = 1 - 5 \times 10^{-6}$ m/s, im zweiten Versuch in der RKB1 sogar nur 4×10^{-8} m/s. Dort stand nach Beendigung des Versuches immer noch Wasser im Bohrloch. Letzteres ist ein untrügliches Zeichen dafür, daß Bohrlochsohle und -wandung in den Terrassensedimenten durch eingetragene Feinteile abgedichtet worden waren.

Versuch [-]	Tiefe [m unter GOK]	Tiefe [mNN]	k_f -Wert [m/s]
1	1,16 – 1,32	107,61 – 107,45	4×10^{-6}
1b	1,99 – 2,12	106,78 – 106,65	ca. 4×10^{-8}
2	2,26 – 2,40	107,24 – 107,10	1×10^{-6}
3	2,41 – 2,63	107,79 – 107,57	5×10^{-6}

Tabelle 9.3: Ergebnisse der Versickerungsversuche in den Rammkernbohrungen

Aus diesem Grund wurden zusätzlich an zwei Proben aus dem verlehnten Hangenden der Jüngeren Hauptterrasse im Labor die Sieblinien bestimmt (siehe Anlage 5 und vergleiche Abschnitt 9.4). Anhand der Kornverteilungskurven lassen sich ebenfalls die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte abschätzen. Sie stellen mittlere Rechenwerte für den untersuchten Teufenbereich dar.

Aufgrund des großen Ungleichförmigkeitsgrades ($U > 20$) greifen die üblichen Auswerteverfahren nach Hazen, Nahrgang oder Beyer (siehe [L3]) nicht. Auch die in [L4] angegebenen Berechnungsformeln nach Beyer und Carrier / Beckmann führen zu keinem Ergebnis. Als Anhaltswerte mögen die Zahlen der Tabelle 9.4 dienen. Hier werden die k_f -Werte gemäß [L5] nach der Überschlagsformel von Beyer ($k_f = 0,006 \times (d_{10} [\text{mm}])^2$) in Abhängigkeit vom Ungleichförmigkeitsgrad ermittelt.



Probe [-]	Tiefe		d ₁₀ [mm]	k _f -Wert nach Beyer [L5] [m/s]
	[m u. GOK]	[mNN]		
RKB1/G3	1,50 – 2,30	107,27 – 106,47	0,09	$4,9 \times 10^{-5}$
RKB2/G2	1,70 – 3,20	107,80 – 106,30	0,09	$4,9 \times 10^{-5}$
Mittelwert				5×10^{-5}

Tabelle 9.4: Bestimmung des k_f-Wertes nach der Korngrößenverteilung

Nach dem Arbeitsblatt A 138 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser [R1] kommen für die Versickerung Lockergesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen $k_f = 5 \times 10^{-3}$ und 5×10^{-6} m/s in Frage. Für das verlehnte Hangende der Jüngerer Hauptterrasse, also ab Unterkante Lößlehm bis in eine Tiefe von etwa 3,5 – 4,0 m unter GOK (siehe Anlage 2), kann mit Durchlässigkeitsbeiwerten von 5×10^{-6} – 5×10^{-5} m/s (im Mittel 1×10^{-5} m/s) gerechnet werden. In den „reinen“ Kiessanden darunter darf $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt werden. Die Zahlenwerte sind ggf. im Zuge der Herstellung der Versickerungsanlagen vor Ort zu überprüfen.

9.7 Kontaminationen

Die organoleptische Ansprache des Bohrgutes lieferte keinen Hinweis auf Verunreinigungen. Das Vorhandensein von Bauschutt in begrenztem Umfang an den Rändern des Bebauungsplan-Gebietes kann nicht ausgeschlossen werden.



10 Hinweise und Empfehlungen zum Bau der Versickerungsanlagen

Das auf befestigte Flächen wie Straßen, Hofeinfahrten und Dächer fallende Niederschlagswasser soll im geplanten Bebauungsgebiet am Donatusweg versickern können. Über die Art und den genauen Standort solcher Versickerungseinrichtungen liegen noch keine Planunterlagen vor.

Grundlage für den Bau und die Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser ist das ATV-Regelwerk Abwasser-Abfall mit dem Arbeitsblatt A 138 aus Januar 1990 [R1]. Das Merkblatt NW 3 des Kreises Düren [R2] baut auf dem ATV-Arbeitsblatt auf. Danach gibt es die Möglichkeit der Flächenversickerung, der Mulden- und der Rigolenversickerung sowie der Versickerung über Schächte.

Böden mit Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten $k_f = 5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-6}$ m/s können nach [R1] als geeignet für den Bau solcher Versickerungsanlagen angesehen werden. Damit scheidet die bindigen Deckschichten, der humose Oberboden und der Lößlehm, deren Durchlässigkeit $k_f < 5 \times 10^{-6}$ m/s beträgt, für die Versickerung aus. Dies zeigte sich auch während der Erkundungen, als sich das Wasser nach langandauernden Niederschlägen an der Geländeoberfläche ansammelte.

Die in den Rammkernbohrungen auf etwa 107,5 – 108,0 mNN angetroffenen Kiessande der Jüngeren Hauptterrasse besitzen eine ausreichende Durchlässigkeit. Allerdings sollte bei der Bemessung der Versickerungsanlagen zwischen dem verlehmtten Hangenden und den tieferen nichtbindigen Partien der Terrassensedimente unterschieden werden. Nach den Felderkundungen wächst die Dicke der weniger gut durchlässigen Hangendschicht der Hauptterrasse von $d \approx 1,0$ m im Süden auf $d \approx 3,0$ m im Norden an (siehe Anlage 2). Die Oberkante der gut durchlässigen Kiessande liegt danach ca. 3,5 – 4,0 m unter GOK.

Bei der Dimensionierung der Versickerungsanlagen kann im oberflächennahen verlehmtten Horizont der Jüngeren Hauptterrasse von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s und in den darunter anstehenden



„reinen“ Kiessanden von $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s ausgegangen werden. Aufgrund der Entstehungsgeschichte der Böden – die Kiese und Sande wurden vom Rhein in die Niederrheinische Bucht geschwemmt und dort z.T. mehrfach umgelagert, weswegen die einzelnen häufig sehr dünnen Sedimentlagen einer Schicht wie der Jüngeren Hauptterrasse verschiedene Kornzusammensetzungen besitzen – sind die o.a. k_f -Werte als Mittelwerte anzusehen. Wir empfehlen, die Wasserdurchlässigkeit der in der Versickerungsebene anstehenden Böden im Zuge der Baumaßnahmen stichprobenartig zu überprüfen.

Von großer Bedeutung für die Wahl der geeigneten Versickerungsanlage sind neben dem Untergrundaufbau die Grundwasserverhältnisse. Im geplanten Neubaugebiet am Donatusweg steht der Grundwasserspiegel derzeit aufgrund der tagebaubedingten Absenkungen ca. 27 m unter GOK an. Der in früheren Zeiten in der nahegelegenen Meßstelle 860831 Kirchberg festgestellte höchste Grundwasserstand liegt auf rund 88,6 mNN (Beobachtungszeitraum 1960 – 1997, siehe Anlage 6.2) und damit bezogen auf das Projektgebiet immer noch mindestens 20 m unter GOK. Der in [R1] formulierte Gewässerschutz, der einen Mindestabstand zwischen der Versickerungsebene und dem höchsten Grundwasserspiegel fordert, stellt im vorliegenden Fall grundsätzlich kein Ausschlußkriterium für das eine oder andere Verfahren dar.

Für eine Flächenversickerung bietet sich allenfalls der nördliche Bereich des Projektgebietes an. Hier sind die bindigen Deckschichten vergleichsweise geringmächtig. Die Tragschicht unter der durchlässigen Oberflächenbefestigung muß bis auf die Terrassensedimente hinabreichen.

Eine Muldenversickerung kann im gesamten Neubaugebiet zur Ausführung kommen, wenn die Mulden über Sickerschlitze an die Jüngere Hauptterrasse angeschlossen werden. Ein entsprechendes Verfahren wurde in unserem Gutachten für das Bebauungsplan-Gebiet „Lindenallee“ vom 23.02.2001 beschrieben.

Vor dem Hintergrund niedriger Grundwasserspiegel dürfte allerdings eine Rigolenversickerung sinnvoller sein. Hierbei kann die Speicherkapazität des Kieskörpers (Rigole) angesetzt und so die erforderliche Versickerungsfläche verringert werden. Auch die Rigole ist bis auf die Ter-



rassensedimente auszuheben. Wenn die Rigole nicht in die Kiessande einbindet sondern nur aufsitzt, kann als versickerungswirksame Breite b_w nur die Sohlbreite b angesetzt werden.

Beim Bau von Versickerungsschächten empfiehlt es sich, diese wegen der größeren Leistungsfähigkeit bis in die nicht verlehmtten Kiessande der Jüngeren Hauptterrasse hinein, also bis in rund 4 m unter GOK herzustellen.

Es sind die baulichen und betrieblichen Hinweise für Versickerungsanlagen in Abschnitt 3.2 des ATV-Arbeitsblattes A 138 [R1] zu beachten. Die Bemessung soll nach den Abschnitten 3.3 – 3.5 des ATV-Regelwerkes [R1] erfolgen.



11 Schlußbemerkung, Unterschrift

Bei Änderungen der dieser gutachterlichen Stellungnahme zugrundeliegenden Entwurfsunterlagen, Annahmen oder Angaben ist Rücksprache mit dem Bodengutachter zu halten, da sich dann Änderungen in der Beurteilung ergeben können.

Aachen, den 09.05.2001

i. V. Harolt

Dr. M. Knops



Dipl.-Ing. J. Knops