

4 Ausfertigung

Bürgermeisteramt Reilingen			
Eing. 15. Mai 1995			
u. o. n.	u. o. n.	u. o. n.	u. o. n.

S.F. ✓ u.F.

GUTACHTEN

Auftrag Nr.:

GEO 95.6137

Objekt:

Bebauungsplan "Nachtwaid" in Reilingen

**Baugrunderkundung und allgemeine
Gründungsberatung**

Auftraggeber:

**Bürgermeisteramt Reilingen
Hockenheimer Str. 1
68799 Reilingen**

Datum:

11.05.95

1 EINFÜHRUNG

Die Gemeinde Reilingen plant die Bebauung des Plangebietes "Nachtwaid" am nördlichen Ortsrand von Reilingen

WPW Geoconsult GmbH wurde von der Gemeinde Reilingen mit der Erkundung der Baugrundverhältnisse und einer allgemeinen Gründungsbeurteilung beauftragt.

2 VORHANDENE UNTERLAGEN

Für die Bearbeitung der nachstehenden Ausführungen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Bebauungsplan 1 : 500 (Datum 02/95 - Entwurf)

3 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geländebeschreibung und Aufschlußprogramm

Das geplante Neubaugebiet liegt im Norden von Reilingen, zwischen der Wilhelm-Straße und dem Neubaugebiet "Holzrott".

Das Bebauungsgebiet liegt stellenweise 1 - 2 m tiefer als die angrenzende Wilhelm-Straße und das Neubaugebiet "Holzrott".

Im nördlichen und nordöstlichen Bereich ist das Gelände z.T. bebaut (Hallengebäude und Lagerplätze des Gemeinde-Bauhofs und einer Baufirma). Der restliche Bereich ist Acker- bzw. Brachland.

Mittendurch das Bebauungsgebiet verläuft der Nachtwaidgraben, der zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen trocken war.

Zur Baugrunderkundung wurden 9 kleinkalibrige Rammkernbohrungen (B) mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Tiefe von 5 m durchgeführt.

Die Lagerungsdichte der rolligen Böden bzw. Konsistenz der bindigen Böden wurde ferner durch Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) überprüft.

Sämtliche Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen und sind in den Lageplänen der Anlage 2 dargestellt.

3.2 Bodenverhältnisse

Die durch die Aufschlüsse vorgefundenen Böden werden, bodenmechanisch vereinfachend, zu 5 Schichten zusammengefaßt.

Mutterboden

Die schluffig-sandige Mutterbodendecke ist zwischen 0,20 und 0,40 m mächtig.

Auffüllung

Auffüllung wurde im z.T. bebauten und befestigten nördlichen und nordöstlichen Geländebereich angetroffen. Hier handelt es sich hauptsächlich um sandig-kiesige Erdmassen sowie Schottermaterial, das im Zuge einer Geländeaufhöhung bzw. Baugrundverbesserung eingebaut worden ist. Die Auffüllung ist mitteldicht bis dicht gelagert. Ihre aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt 0,50 bis 0,90 m.

Decklehm

Unter der Schichtenbezeichnung Decklehm werden feinsandige Schluffe bis schluffige Feinsande zusammengefaßt. Die Konsistenz dieser Schichten ist als steif bzw. weich-steif zu bezeichnen. Insgesamt handelt es sich um bindige Böden mit Feinkornanteilen ($\varnothing < 0,0623$ mm) > 15 Gew. %, d.h. leicht plastische, witterungs- und stark frostempfindliche Böden. Im Bereich der festgestellten Auffüllungen wurden diese Schichten z.T. abgetragen.

humose Tone und Torf

Unter dem Decklehm folgen die meistens schwarz gefärbten, organische Tone sowie Torfe mit geringen tonigen und sandigen Anteilen. Die Tone und organische Tone haben eine weiche Konsistenz, sowie eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität.

Die Unterkante der Torfschichten wurde bei 0,80 bis 2,70 m unter Ansatzpunkt bzw. bei 99,3 bis 97,4 m ü. NN ermittelt.

Sande und Kies

Die bindigen Schichten (Decklehm und Ton) und Torfe werden von rolligen Böden - Sand und Kies - unterlagert. Zum größten Teil liegen die rolligen Böden als enggestufte Sande, z.T. aber auch als weitgestufte Sande und Kiese vor. Nach den Rammsondierungen sind die Sande im Bereich von B 6/DPM 11 bis ca. 3,5 m unter GOK locker, darunter mitteldicht gelagert. Im Bereich von B 2/DPM 10 dagegen sind die Sande unterhalb der humosen Ton-

schichten mitteldicht gelagert.

Im allgemeinen sind die Sande im oberen Bereich je nach Kornzusammensetzung locker bis mitteldicht (enggestufte Sande) oder mitteldicht (weitgestufte Sande) gelagert. In tieferen Bereichen dagegen sind sie aufgrund des zunehmenden Grobkornanteiles mitteldicht gelagert.

3.3 Laboruntersuchungen

Zur Durchführung bodenmechanischer Laborversuche wurden aus dem Bohrgutmaterial Bodenproben entnommen und hinsichtlich ihrer Zustandsgrenzen (bindige Schichten), Kornverteilung (rollige Schichten) untersucht.

Die Versuchsprotokolle sind der Anlage 4 beigelegt.

Die Fließgrenzen einer aus den humosen Tonschichten entnommenen Bodenprobe liegt bei 59,8 %, ihre Ausrollgrenze bei 16,9 %. Bei einem natürlichen Wassergehalt von 29,8 % besitzt sie eine weiche Konsistenz. Nach DIN 18196 kann sie aufgrund ihrer Plastizitätszahl der Bodengruppe TA (ausgeprägt plastische Tone) zugeordnet werden.

Die Proben aus den Sandschichten gehören aufgrund ihrer Kornverteilungskurven zu den Bodengruppen SE und SW - GW nach DIN 18196.

Die natürlichen Wassergehalte der Proben aus den Sandschichten betragen 8 - 11 %, die der organischen Böden sogar 75 bzw. 110 %.

Der Glühverlust einer Torfschicht wurde mit 14 % ermittelt.

3.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Zum Zeitpunkt der Aufschlußarbeiten (April '95) wurde das Grundwasser je nach Höhenlage des Bohransatzpunktes zwischen 2,3 und 1,20 m unter Gelände angetroffen. Dies entspricht 98,83 - 99,18 m ü. NN.

Bei den oben gemessenen Grundwasserständen handelt es sich nicht um Ruhewasserstände. Aufgrund des ermittelten Schichtenaufbaus (bindige, gering durchlässige Schichten über rolligen und gut durchlässigen) sind hier stellenweise gespannte bzw. teilgespannte Grundwasserhältnisse zu erwarten.

Die Extremgrundwasserstände sind von den in der Nähe des untersuchten Gebietes befindlichen Grundwassermessstellen bekannt, deren Lage in Abb. 1 dargestellt wird. Die Meßstelle 100307 wird seit 1914, die Meßstelle 106307 seit 1975 und die Meßstelle 131306 seit 1979 gelesen.

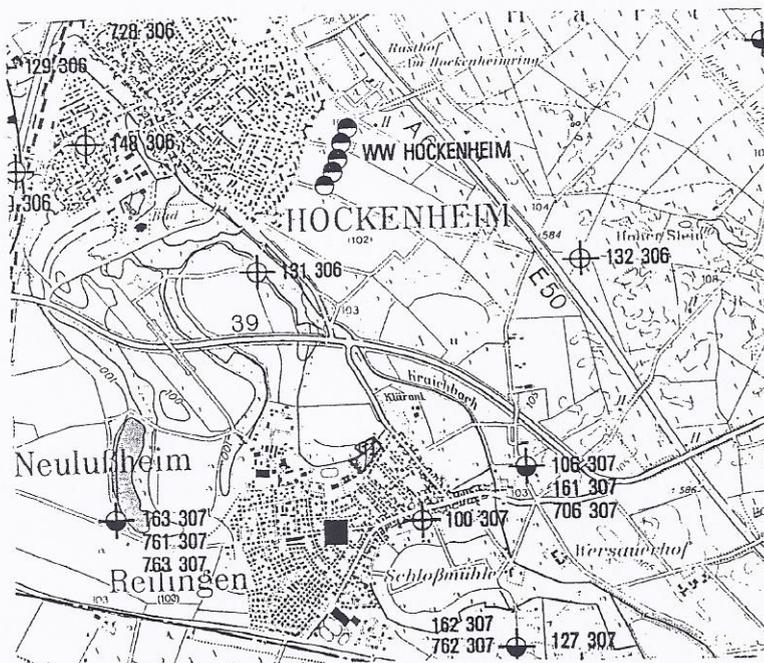


Abbildung 1: Grundwassermessstellen (aus "Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar Raum", 1987)

Die höchsten Hochwasserstände (HHW) traten, abgesehen von dem 1920, im Jahre 1983 wie folgt auf:

Meßstelle 131306	HHW = 98,97 m NN
Meßstelle 100307	HW = 100,45 m NN
Meßstelle 106307	HHW = 100,62 m NN

Aufgrund der Grundwasserhöhengleichen im Oktober 1983 kann der MW (Mittlerer Wasserstand 1983) im Bebauungsgebiet Nachtwaid mit ca. 99,50 m ü. NN und der HW entsprechend mit ca. 100,00 m ü. NN angegeben werden. Im Hinblick auf den HHW-Stand in Reilingen-Mitte von 101,35 m NN (1920) empfiehlt sich für das Neubaugebiet ein Sicherheitszuschlag von 0,5 m, so daß der HHW-Stand im Bebauungsgebiet Nachtwaid mit 100,50 m

NN anzunehmen ist. Beim angegebenen anzunehmenden HHW-Stand von 100,50 m ü. NN steht das Grundwasser dann 0,20 bis 0,90 m unter GOK; im Bereich der nah dem Nachtwaidgraben ausgeführten Bohrungen B 7 und B 6 sogar oberhalb GOK.

3.5 Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300

Die aufgeschlossenen Schichten wurden nach DIN 18196 den jeweiligen Bodengruppen und nach DIN 18300 den entsprechenden Bodenklassen zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte gemäß der Schichtenzusammenfassung in den Aufschlußprofilen sowie den Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen. Die Bodenklassen jeder Einzelschicht sind den Aufschlußprofilen zu entnehmen.

Tabelle 1: Bodengruppen und Bodenklassen

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300
Mutterboden	OH	1
Auffüllung	SE; SU, GU	3
Decklehm	SU, SU*, UL	3, 4
humose Tone und Torf	TM, TA, OT, HZ	2, 4, 5
Sand und Kiessand	SE, SW, GW	3

3.6 Bodenkenngößen

Auf der Grundlage der Laborversuche und vorhandener Erfahrungswerte wurden den definierten Schichten Bodenkenngößen zugeordnet. Es handelt sich dabei um Rechenwerte (c_{al}), die bei erdstatischen Berechnungen anzusetzen sind.

Tabelle 2: Bodenkenngrößen

Bodenart	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte u.A. γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung	18 - 19	9 - 10	32,5 - 35	0	20 - 60
<u>Decklehm</u>					
weich	19	9	27,5	-	3 - 5
steif	20	10	27,5	10	4 - 8
Ton, weich	17	7	17,5	5	2, 5
Torf	11	1	15	5	0,4 - 1

4 BAUGRUNDBEURTEILUNG

Vorgesehen ist nach dem Bebauungsplan (Entwurf vom Februar 1994) eine Bebauung mit 1- und 2-geschossigen Einzel- und Doppelwohnhäusern in offener Bauweise.

Sollte eine grundwasserfreie Gründung angestrebt werden, so soll zur Bemessung der Sockelhöhe bzw. der Festlegung der OK Fertigfußboden EG der angenommene HHW-Stand von 100,50 m ü. NN zugrunde gelegt werden, und zwar als die Fundamentunterkante bzw. U.K. Kellerfußboden der Bauwerke.

Bei einer Kellergeschoßhöhe von ca. 3 m ergeben sich Sockelhöhen (=OK FFBE) von 103,5 m ü. NN.

Unterhalb des Gründungsniveaus von 100,50 m ü. NN stehen nach den Bohrergergebnisse die nicht tragfähigen und stark setzungsempfindlichen organische Tone und Torfe mit stark wechselnden Mächtigkeiten an (s. Schnitte Anlage 3).

Bedingt durch ihre wechselnden Mächtigkeit können diese Schichten, wenn sie unterhalb von Bauwerken anstehen, zu Setzungsdifferenzen benachbarter Fundamente führen, die für die Bauwerke schädlich sein können.

Aus diesen Gründen scheidet eine normale Flachgründung ohne Zusatzmaßnahmen aus.

Als Zusatzmaßnahme wird hier ein Bodenaustausch vorgeschlagen. Dabei sind die nicht tragfähigen Schichten (und vor allem die Torfschichten) vollständig auszukoffern und durch rolliges verdichtbares Material zu ersetzen.

Alternativ zu der Flachgründung kommt auch eine Tiefgründung in Frage.

Im folgenden werden die oben gemachten Gründungsempfehlungen eingehender beschrieben.

a) Flachgründung

Wie bereits weiter oben erwähnt kann eine Flachgründung nur in Verbindung mit einem Bodenaustausch erfolgen.

Aus diesem Grund sind die weichen organischen Tone sowie die Torfschichten vollständig auszukoffern. Die somit entstehenden Mehrtiefen können durch den Einbau von verdichtungsfähigem Material (z.B. Sand, Kies oder Schotter) oder Magerbeton (gezielt unter den Fundamenten) ausgeglichen werden.

Der Einbau des Bodenaustauschmaterials geschieht lagenweise mit einer Schütmächtigkeit der Lagen ≤ 30 cm. Für das eingebaute Material gilt ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100$ %. Die erreichte Verdichtung ist zu überprüfen (durch Sondierungen bzw. Plattendruckversuche).

Der Bodenaustausch soll bis in den Sand reichen. Im Austauschmaterial unter den Fundamenten muß eine Lastausbreitung unter 1 : 1 gewährleistet sein; d.h., die Breite des allseitigen Fundamentüberstandes ist gleich der Dicke des Austauschbodens.

Ergibt sich für die Austauschschicht eine geringe Mächtigkeit, ist es vielleicht wirtschaftlicher, die Mehrtiefen durch Magerbeton auszugleichen. In diesem Fall sollen die nicht tragfähigen Schichten "punktuell" bis auf den Sand ausgehoben und mit Unterbeton bis zur Unterkante des konstruktiven Fundamentes verfüllt werden.

Die einwandfreie Ausführung und die Wirtschaftlichkeit des Bodenersatzes hängt ab von

- der Mächtigkeit der nichttragfähigen Schicht
- der Lage des Grundwasserspiegels zum Zeitpunkt der Ausführung des Bodenaustausches und
- der Lagerungsdichte der unter den bindigen Schichten und Torfen anstehenden Sanden.

Ein hochanstehender Grundwasserspiegel erschwert die auszuführenden Arbeiten insoweit,

daß sowohl die Auskofferung des Bodens als auch der Einbau des Austauschmaterials z.T. im Nassen stattfinden soll. Dieses ist noch möglich, wenn die Grundwassertiefe mehr als ca. 0,5 m beträgt.

In diesem Fall soll als Austauschmaterial unter dem Grundwasserspiegel grobkörniges Material (z.B. Schotter 0/56) verwendet werden. Über dem Grundwasser kann dann als Austauschmaterial Sand, Kies oder Schotter (0/32 bzw. 0/56) eingebracht werden.

Es wurde bereits erwähnt, daß die oberen Bereiche der Sande stellenweise locker bis mitteldicht gelagert sind, so daß nach der Auskofferung der Torfschichten und vor dem Einbau des Austauschmaterials eine starke Nachverdichtung der Aushubsohle erforderlich ist. Im trockenen (d. h. über dem Grundwasser) kann dies durch den Einsatz eines Oberflächenrüttlers, im Nassen dagegen (d. h. im Grundwasser) durch den Einsatz eines Tiefenrüttlers ermöglicht werden. Nach der Verdichtung der Sandschichten kann der Einbau des Ersatzmaterials, wie weiter oben beschrieben, erfolgen.

Alternativ zum Einbau des Austauschmaterials unter Wasser, kann ein trockener Einbau kombiniert mit einer offenen Wasserhaltung ausgeführt werden. Dieser Vorschlag wäre nur für größere Bauvorhaben sowie eine großflächigen Baugrundverbesserung vom Vorteil. Für kleinere Vorhaben (1- bis 2-Familienhäuser) ist er unwirtschaftlich. Außerdem ist eine Grundwasserabsenkung genehmigungspflichtig. Bei größeren Absenkbeträgen kann es bei unsachgemäßen Gründungen zu Schäden kommen, so daß diese Methode fraglich ist!

b) Tiefgründung

Alternativ zu der Flachgründung kann auch eine Tiefgründung ausgeführt werden. Die Vorteile einer Tiefgründung sind:

- Die Ausführung ist unabhängig vom jeweiligen Grundwasserstand
- Die anfallenden Aushubmassen sind bedeutend geringer.
- Die Aufnahme höherer Lasten wird ermöglicht.

Nachteilig wirken bei der Tiefgründung die anfallenden hohe Kosten, die diesen Gründungsvorschlag für kleinere Vorhaben (1- bis 2-Familienhäuser) unattraktiv machen.

Im Falle einer Tiefgründung kommen neben den Bohrpfählen auch vermörtelte Stopfsäulen oder Betonrüttelsäulen in Frage, die gegenüber den Bohrpfählen oft wirtschaftlicher sind.

5 GRÜNDUNGSBEURTEILUNG

Ausgehend von einem Gründungsniveau bei 100,50 m ü. NN und unter Zugrundelegung der zum Zeitpunkt der Durchführung der Baugrunduntersuchungen ermittelten Grundwasserstände, sind - hinsichtlich der Gründung- folgende Bereiche zu unterscheiden:

- **Bereich 1 (Bohrung B1, B3, B6 und B7):** Hier ergibt sich eine Mächtigkeit der Austauschschicht von < 1 m. Der Grundwasserspiegel liegt unterhalb der Aushubsohle(= U.K Austauschschicht); der Bodenaustausch findet im trockenen statt. Statt Bodenaustausch kann der Ausgleich der entstehenden Mehrtiefen durch Magerbeton unterhalb der Fundamente erfolgen.
- **Bereich 2 (Bohrung B2, B4, B5):** Die Mächtigkeit der erforderlichen Austauschschicht schwankt zwischen 1 m und 1,5 m. Der Grundwasserspiegel wurde unmittelbar unter den bindigen Schichten ermittelt, so daß aufgrund der zu erwartenden gespannten Grundwasserverhältnissen nach der Entfernung dieser Schichten mit einem Grundwasseranstieg zu rechnen ist. Der Bodenaustausch findet z.T. im Nassen statt, und wird dadurch stark erschwert. Alternativ kann hier eine Tiefgründung empfehlenswert sein.
- **Bereich 3 (Bohrung B8):** Die Mächtigkeit der Torfschichten beträgt ca. 2 m, so daß hier eine ca. 2.5 m starke Austauschschicht erforderlich ist. Dadurch müßten die untersten 1,50 m der Austauschschicht im Nassen eingebaut und verdichtet werden, was sehr schwer ist. Hier ist eine Tiefgründung zu empfehlen.
- **Bereich 4 (Bohrung B9):** Setzungempfindliche Torfschichten stehen unter dem vorgeschlagenen Gründungsniveau nicht an. Die Gründungssohle kommt innerhalb der Decklehmschichten, die eine steife Konsistenz besitzen zu liegen. Unter Berücksichtigung der ca. 1,50 m tiefer anstehenden bindigen Sandschicht von weicher bis steifer Konsistenz wird hier eine Plattengründung in Verbindung mit einer geringmächtigen (ca. 0,30 m) Baugrundverbesserung empfohlen.

Bei Flachgründungen in den Sandschichten mitteldichter Lagerung sowie in den verdichtet eingebauten Austauschschichten können die in DIN 1054 genannten zulässigen Bodenpressungen verwendet werden; der maximal mögliche Grundwasserstand ist hierbei zu berücksichtigen.

Sofern die Kellersohlen unter dem Niveau 100,50 m ü. NN geplant sein sollten werden Bauwerksabdichtungen (weiße Wanne/ schwarze Wanne entsprechend den vorgesehenen Anforderungen) erforderlich.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Anhand der Recherchen über Extremgrundwasserständen der letzten Jahrzehnte wird ein maximaler Grundwasserstand von 100,50 m ü. NN angegeben. Für die Planung wird vorgeschlagen, diese Kote als Mindesthöhe für die Unterkante des Kellerfußbodens bzw. Fundamentunterkante festzusetzen.

Unterhalb des empfohlenen Gründungsniveaus stehen - nach den Bohrergebnissen - gering tragfähige und stark setzungsempfindlichen humosen Tonschichten und Torfe mit stark wechselnden Mächtigkeiten an, so daß entweder Zusatzmaßnahmen (im Fall einer Flachgründung) oder Tiefgründungen erforderlich sind. Die Ausführbarkeit und die Wirtschaftlichkeit der Zusatzmaßnahmen oder der Tiefgründung hängen von Mächtigkeit der setzungsempfindlichen Schichten und den Grundwasserstand während der Bauausführung ab.

Unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Durchführung der Baugrunduntersuchungen ermittelten Grundwasserstände wird das Bebauungsgebiet hinsichtlich der notwendigen Gründungsmaßnahmen in 4 Bereichen unterteilt.

Insgesamt müssen die Baugrundverhältnisse für den Bau von einzelnen Ein- oder Zweifamilienhäusern als ungünstig angesehen werden. Bodenaustausch und besonders Tiefgründungen fallen weniger ins Gewicht, wenn sie für mehrgeschossige Häuser oder für Reihenhäuser erforderlich sind.

Das vorliegende Gutachten dokumentiert die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und nimmt Stellung zu den allgemeinen Gründungsverhältnissen. Aufgrund der sich stark wechselnden Bodenverhältnissen sind für jedes einzelne Bauvorhaben bauwerksspezifische Untersuchungen (Gründungsgutachten) erforderlich.

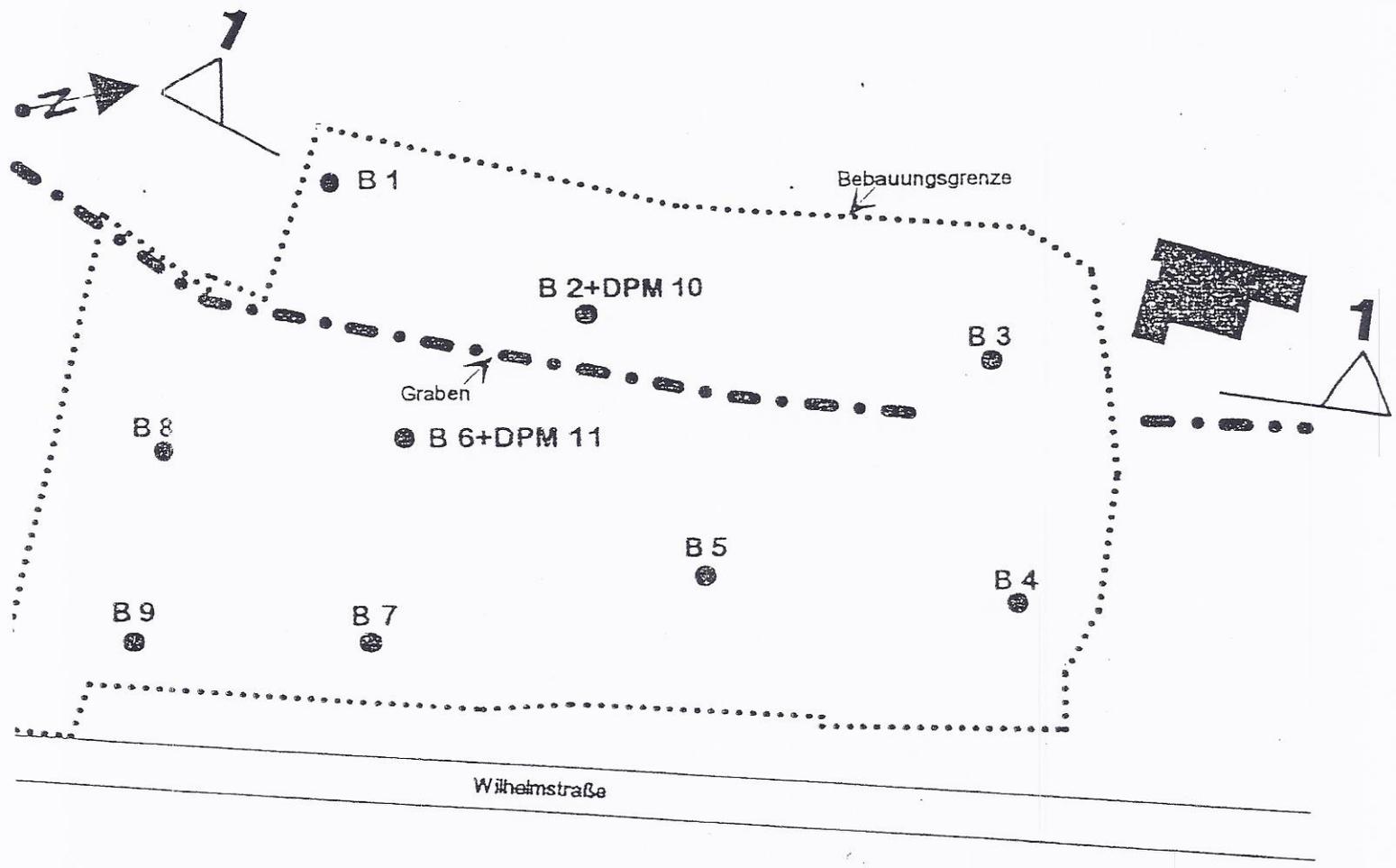
Mannheim, den 11.05.1995
apr/ke

Dr.-Ing. F. Deman
(Gesellschafter)



Dipl.-Geol. A. Pourikas
(Sachbearbeiter)

WPW GEOCONSULT
BAUGRUND · HYDROGEOLOGIE · UMWELT
Luisenstraße 19
68165 Mannheim
Telefon 06 21 / 41 35 75
Telefax 06 21 / 41 35 52



Lageskizze o. M.

BAUVORHABEN: Bebauungsplan "Nachtwaid" in Reilingen		
PLANBEZEICHNUNG: Schnitt 1-1 (B 1, B 2 B 3 DPM 10)		
ANLAGE: 3.1	MABSTAB: 1: 500/50	
WPW GEOCONSULT Baugrund Hydrogeologie Umwelt Feldmannstraße 72-74 66119 Saarbrücken Erzberger Straße 19 68165 Mannheim Liselotte-Herrmann-Str. 4 08625 Bautzen	Bearbeiter: A. Pounikas	Datum:
	Gezeichnet: V. Krstanovic	04.04.9
	Geändert :	30 * 71
	Gesehen :	
	DDD IEKT-LND · GEO 05 6427	