



# Gutachten zur orientierenden Bewertung zu den Auswirkungen der geplanten Bebauung (B-Plan 1764) auf das Wasserregime Stadtentwässerung Hannover

## Endbericht

Auftragnehmer Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH  
Stiftstrasse 12, 30159 Hannover

Berichtsdatum Januar 2012

Gutachten zur orientierenden Bewertung zu den Auswirkungen der  
geplanten Bebauung (B-Plan 1764) auf das Wasserregime

Stadtentwässerung Hannover  
Endbericht

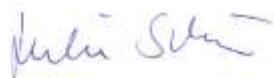
Aufgestellt: Hannover, den 16. Januar 2012

ifs Ingenieurgesellschaft für  
Stadthydrologie mbH  
Hannover

Dr.-Ing. Dieter Grotehusmann



Projektbearbeitung  
Dipl.-Ing. Julie Schröder



## Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2	Planerische Randbedingungen .....	1
3	Wertung vorhandener Unterlagen .....	2
3.1	Gutachten MULL/LANGE (1992).....	2
3.2	Weitere Unterlagen zur Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate .....	2
3.3	Grundwassermessungen im Bereich Seelhorstgraben .....	3
3.4	Sondierungsergebnisse Bereich EXPO-Parkplätze.....	3
3.5	Kanalisiertes Einzugsgebiet und Einleitungsstellen Seelhorstgraben.....	4
3.6	Antragsunterlagen – naturnaher Ausbau Seelhorstgraben.....	4
3.7	Vorhandene Regenrückhaltebecken im Bereich des Seelhorstgrabens .....	4
4	Ortsbesichtigung .....	5
4.1	Begehung des geplanten Baugebiets .....	5
4.2	Gewässerbegehung Seelhorstgraben.....	6
5	Abschätzung der Auswirkungen der Bebauung auf die Grundwasserverhältnisse .....	7
5.1	Abschätzung der Grundwasserabsenkung .....	7
5.2	Auswertung der vorhandenen Grundwasserpegel .....	9
5.2.1	Seelhorstwald .....	9
5.2.2	Baugebiet Logistikzentrum .....	11
5.3	Fazit.....	13
6	Abschätzung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens .....	14
6.1	Hydraulische Zwangspunkte im Gewässerverlauf.....	15
6.2	N-A-Simulation.....	16
6.2.1	Modellaufbau .....	16
6.2.2	Berechnung für den Istzustand.....	16
6.2.3	Planungszustand.....	17
6.3	Fazit.....	18
7	Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung .....	18
7.1	Allgemeines.....	18
7.2	Mögliche Maßnahmen im B-Plan Gebiet.....	19
8	Zusammenfassung und Folgerungen.....	21
9	Literatur .....	22

## Anlagen

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1      Fotodokumentation*
- Anlage 2      Statistische Auswertung Grundwasserpegel*
- Anlage 3      Auswertung N-A-Simulation*

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Östlich des Messegeländes in Hannover soll ein neues Gewerbegebiet entstehen. Hierzu wird der neue B-Plan Nr. 1764 erstellt. Heute wird das Gelände als Messeparkplatz genutzt und ist teildurchlässig mit Schotterrasen befestigt. Eine Sammlung und oberflächige Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers erfolgt z. Zt. nicht, so dass von einer reinen Versickerung bzw. Verdunstung des Niederschlagswassers auszugehen ist.

Durch die geplante Nutzung und der notwendigen verkehrstechnischen Infrastruktur wird ein Großteil der Oberfläche versiegelt, so dass mit einer Verminderung der Grundwasserneubildung und einer Erhöhung des Oberflächenabflusses zu rechnen ist.

Die Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie (ifs) wurde von der Stadtentwässerung Hannover mit dem Schreiben vom 7.11.2011 damit beauftragt, die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserspiegel und damit ggf. auf die Wälder Seelhorst und Eilenriede abzuschätzen. Zusätzlich ist zu überprüfen, ob die hydraulische Leistungsfähigkeit der Vorflut Seelhorstgraben für die zusätzlichen Abflüsse ausreichend ist. Die Ergebnisse werden nachfolgend aufgeführt.

In Kapitel 0 erfolgt zunächst eine Zusammenstellung und Wertung des vorhandenen Datenmaterials. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse der Ortsbegehung von Baugebiet und Seelhorstgraben dargestellt. Kapitel 5 erläutert die Vorgehensweise zur Abschätzung der Auswirkungen der Bebauung auf die Grundwasserneubildung. Die Abschätzung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens ist in Kapitel 6 beschrieben. Abschließend werden mögliche Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen auf das Wasserregime dargelegt.

## 2 Planerische Randbedingungen

Das zu beplanende Gebiet hat eine Gesamtgröße von ca. 26,5 ha (Entwurf B-Plan 1764, Stand 07.12.2011) inklusive der ca. 2 ha großen Fläche südlich der Stockholmer Allee, die als Fläche für Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen dienen soll. Die Grundflächenzahl beträgt 0,8.

Ausgehend von einer Grundflächenzahl vom 0,8 und maximal 10 % zusätzlich für Nebenanlagen wird im vorliegenden Gutachten als befestigte Fläche  $24,5 \text{ ha} * (0,8 + 0,1) = 22,1 \text{ ha}$  angenommen. Die Fläche für die Regenwasserbewirtschaftung ist darin nicht enthalten.

Für das B-Plan Gebiet ist nach Vorgaben der Region Hannover für Niederschlagswasser die Einleitmenge auf 3 l/s/ha zu begrenzen. Dieser Wert entspricht in etwa dem natürlichen Gebietszufluss aus dem Gebiet vor der Bebauung. Aus dem gesamten B-Plan Gebiet darf daher nur rd. 80 l/s in den Seelhorstgraben abgeleitet werden. Als weitere Randbedingung ist nach der Drucksache Nr. 1440/2007 der Stadt Hannover (Ökologische Standards beim Bauen im kommunalen Einflussbereich) für jede B-Planung eine systematische Prüfung der Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung erforderlich.

### 3 Wertung vorhandener Unterlagen

#### 3.1 Gutachten MULL/LANGE (1992)

*„Grundwasserverhältnisse im Kronsberggebiet“, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Landwirtschaftlichen Wasserbau, Prof. Dr.-Ing. R. Mull, Dipl.-Ing. A. Lange, im Auftrag der Stadt Hannover, Februar 1992*

In dem Gutachten wurde in einer Modellstudie der Einfluss einer teilweisen Versiegelung des Kronsbergs auf den Grundwasserstand vor Ort und in der näheren Umgebung untersucht.

Die in dem Gutachten damals zugrunde gelegten Bebauungsflächen umfassen auch die Fläche des B-Planes, so dass die Ergebnisse für die heutige Fragestellung herangezogen werden können.

Folgende Kernaussagen sind dem Gutachten in Bezug auf die heutige Fragestellung zu entnehmen:

- Das geplante Baugebiet liegt im Bereich des 250 ha großen Einzugsgebiets Kronsberg Westhang.
- Die Grundwasserströmung vom Westhang des Kronsbergs erfolgt in Richtung West
- Bei einer um 50 % bis 80 % verminderten Grundwasserneubildung infolge einer Bebauung des 250 ha großen Kronsberg Westhang würde der Grundwasserspiegel im Bereich Seelhorst um 20 bis 30 cm, im Mastbrucher Holz um 50 bis 100 cm sinken.
- Das aus einem Teilbereich des Kronsberg Westhangs über den Landwehrgraben in die südliche Eilenriede fließende Wasser versickert dort teilweise. Veränderungen der Wasserführung des Landwehrgrabens als Folge der Bebauung in diesem Teileinzugsgebiet würden die Grundwasserstände im Bereich der südlichen Eilenriede beeinflussen.
- Von einem absinkenden Grundwasserspiegel infolge der geplanten Bebauung wäre als schützenwertes Feucht- und Naherholungsgebiet der Seelhorstwald betroffen.
- Die für den Kronsberg Westhang zugrunde gelegte Grundwasserneubildungsrate beträgt  $6 \times 10^{-9}$  l/(s\*km<sup>2</sup>) entsprechend 189 mm/a.

Als Grundlage für die Abschätzung der Auswirkungen der Bebauung auf die Grundwasserneubildung wurde im Folgenden das Gutachten von MULL/LANGE (1992) verwendet.

#### 3.2 Weitere Unterlagen zur Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate

Angaben zur Grundwasserneubildungsrate im Bereich des B-Plan Gebietes stehen neben dem Gutachten von MULL/LANGE (1992) auch in folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Publikationsdatum 2008): NIBIS-Kartenserver für Grundwasserneubildung
- M. PIELKE (1992): Tabelle Grundwasserneubildung in Hannover in Abhängigkeit vom Versiegelungsgrad

Die vorhandenen Angaben zur Grundwasserneubildung sind in Tabelle 3-1 in Form von vergleichbaren Werten jeweils in mm/a und l/(s\*km<sup>2</sup>) zusammengestellt.

Tabelle 3-1: Grundwasserneubildungsraten

	mm/a	$l/(s^*km^2)$
MULL/LANGE (1992)	189	$6 \times 10^{-9}$
NIBIS	101	$3 \times 10^{-9}$
	150	$5 \times 10^{-9}$
M.PIELKE (1992)	140 <sup>1</sup>	$4 \times 10^{-9}$
	200 <sup>2</sup>	$6 \times 10^{-9}$

1) mäßiger Versiegelungsgrad

2) mittlerer Versiegelungsgrad

Die im Gutachten MULL/LANGE (1992) angegebene Grundwasserneubildungsr率e von 189 mm/a liegt verglichen mit den anderen aufgeführten Quellen im oberen Bereich und befindet sich hinsichtlich der Fragestellung dieses Gutachtens auf der sicheren Seite und wird für die weiteren Auswertungen verwendet.

### 3.3 Grundwassermessungen im Bereich Seelhorstgraben

*Lageplan zu Grundwassermessstellen im Bereich des Seelhorstgrabens und Tabelle mit dazugehörigen Grundwasserpegeldaten, Grundwassergleichenpläne mit Maximalwasserständen für 2003 und 2008, (Stadt Hannover, Stadtplanungsamt, Email vom 14.11.2011)*

Im geplanten Bebauungsgebiet und für den gesamten Verlauf des Seelhorstgrabens existieren 42 Grundwassermessstellen. Einige der Grundwassermessstellen sind nicht mehr aktiv bzw. bereits vernichtet. Daher liegen Pegeldaten für unterschiedlich lange Zeiträume vor.

Für die Auswertung im Rahmen des vorliegenden Gutachtens sind die Grundwassermessstellen insbesondere für den Bereich des B-Planes und im Seelhorstwald maßgebend. Zur Abschätzung der Auswirkungen der im Zuge der EXPO 2000 vorgenommenen Kronsbergbebauung sind im Wesentlichen Grundwasserpegeldaten für die Jahre vor der Bebauung bis mindestens unmittelbar nach der Bebauung im Jahr 2000 erforderlich. Von insgesamt 27 Grundwassermessstellen standen Pegeldaten mit entsprechenden Zeiträumen zur Verfügung. Für den unmittelbaren Bereich des Seelhorstwalds standen insgesamt vier, für den Bereich des Logistikzentrums drei Messstellen mit ausreichender Datengrundlage zur Verfügung (vgl. Bild 5-2 und Bild 5-4)

### 3.4 Sondierungsergebnisse Bereich EXPO-Parkplätze

*Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich der EXPO-Parkplätze anhand von Open-End-Tests, Erdauflabor GTU GmbH im Auftrag der Expo Grund GmbH (1996)*

Von der GTU GmbH sind für den Bereich der EXPO Parkplätze Bodensondierungen und open-end Versickerungsversuche durchgeführt worden. Die Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Laborversuchen an Bodenproben lagen im Bereich des B-Planes überwiegend bei  $k_f < 10^{-6} \text{ m/s}$ . Die Versickerungsversuche vor Ort nach dem open-end Verfahren ergaben um eine Zehnerpotenz höhere Werte. Im Genehmigungsverfahren für die EXPO

Parkplätze wurde daher von einer Durchlässigkeit von  $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$  m/s ausgegangen.  
Dieser Wert wird auch im Rahmen dieses Gutachtens angesetzt.

### 3.5 Kanalisiertes Einzugsgebiet und Einleitungsstellen Seelhorstgraben

*Gewässer der Stadt Hannover SO II – Seelhorstgraben Einzugsgebiete und Einleitungen als Lageplan und Tabelle, Stadtentwässerung Hannover (2011)*

Insgesamt existieren im kanalisierten Einzugsgebiet des Seelhorstgrabens 18 Einleitungsstellen. Die Gesamteinzugsgebietsgröße beträgt ca. 281 ha. Angaben zum Befestigungs- oder Versiegelungsgrad der Teileinzugsgebiete liegen nicht vor.

### 3.6 Antragsunterlagen – naturnaher Ausbau Seelhorstgraben

*Naturnaher Ausbau Seelhorstgraben im Bereich des B-Plans 1450, Abschnitt 1+933 bis 2+032 m Antragsunterlagen Stadtentwässerung Hannover (2005)*

Folgende Kernaussagen sind den Antragsunterlagen in Bezug auf die heutige Fragestellung zu entnehmen:

- Länge Seelhorstgraben: ca. 3 km
- Sohlhöhe Seelhorstgraben für Beginn (65 mNN) und Mündung (55,25 mNN). Daraus lässt sich ein durchschnittliches Gefälle von etwa 3,25 o/oo ableiten.
- Im Abschnitt „Abflussspende“ der Antragsunterlagen wird mit Bezug auf den Wasserrechtsantrag zur Umgestaltung des 1. Bauabschnittes auf das Entwässerungssystem der Abschnitte des Seehorstgrabens oberhalb des Durchlasses Wülfeler Bruch hingewiesen, welches aus hydraulisch-hydrologischer Sicht einen Speicherraum darstellt, bei dem die Rohrdurchlässe wie Drosselstrecken mit näherungsweise konstantem Abfluss bei Hochwasser wirken. Entsprechend sind unterhalb des Speicherraums bisher keine Hochwasserereignisse bekannt, die aufgrund eines Hochwasserzuflusses aus dem Oberlauf zu einer schädlichen Überlastung im Unterlauf des Seelhorstgrabens geführt haben.

### 3.7 Vorhandene Regenrückhaltebecken im Bereich des Seelhorstgrabens

*Angaben zu den vorhandenen Regenrückhaltebecken, Stadtentwässerung Hannover*

- RRB Messespange Nord (gemäß Einleitungsantrag Juli 1996)
  - $V_{\text{vorr.}} = 4.862 \text{ m}^3$
  - $Q_d = 100 \text{ l/s}$
- RRB Wülfeler Straße
  - $V_{\text{vorr.}} = 2.500 \text{ m}^3$  (gemäß Liste aus Aufstellung der Betriebsanlagen im Kanalnetz Oktober 2011)
  - Max.  $Q_{ab} = 353 \text{ l/s}$ , Beckenauslastung ca. 70 % (gemäß Einleitungsantrag RRB Messespange Nord, Abschnitt „Auslastung des Regenrückhaltebeckens „Wülfeler Straße“ Juli 1996)
- RRB Nixdorf
  - $V_{\text{vorr.}} = 2.200 \text{ m}^3$  (gemäß Liste aus Aufstellung der Betriebsanlagen im Kanalnetz Oktober 2011)

- Rohrdrossel DN 400 (gemäß Ortsbesichtigung)
- RRB Eupener Straße (gemäß Antrag auf Plangehmigung Juli 1996)
  - Im Nebenschluss des Seelhorstgrabens
  - $V_{\text{vorh.}} = 1.800 \text{ m}^3$
  - Rohrdrossel DN 250

## 4 Ortsbesichtigung

Im Zeitraum vom 10.11. bis 12.11.2011 wurden Ortsbesichtigungen des B-Plan Gebietes sowie eine Gewässerbegehung des Seelhorstgrabens durchgeführt. Die Fotodokumentation dazu ist in Anlage 1 enthalten.

### 4.1 Begehung des geplanten Baugebiets

Ziel der Begehung des geplanten Baugebiets war die Abschätzung der Entwässerungssituation im Istzustand (vgl. Bild 4-1 und Tabelle 4-1).

Das gesamte Gebiet ist 26,5 ha groß. Heute wird die Fläche überwiegend als Behelfsparkplatz für die Messe genutzt. Die Parkplätze sind als Versickerungsflächen mit Rasenschotter und Rigolenkörpern ausgebildet. Im Bereich östlich der Cousteaustraße sind darüber hinaus Rasenmulden angelegt. Etwa ein Drittel der Behelfsparkplätze wird nicht mehr genutzt und ist infolge dessen durch Pflanzenbewuchs vollständig verwildert. Im Zentrum des östlichen Parkplatzbereichs befindet sich derzeit noch ein Hubschrauberlandeplatz.

Das gesamte Gebiet ist nicht an das Kanalnetz angeschlossen. Hinweise, die auf einen Oberflächenabfluss schließen lassen, konnten im Rahmen der Begehung nicht festgestellt werden.

Tabelle 4-1: aktuelle Flächennutzung Bebauungsgebiet Logistikzentrum

Fläche	Lage	Fläche
1	Weltausstellungsallee	Behelfsparkplätze als Versickerungsflächen mit Rasenschotter, Fahrspuren Asphalt
2	Cousteaustraße	Behelfsparkplätze als Versickerungsflächen mit Rasenschotter, Rasenmulden, Fahrspuren Asphalt
3	Hubschrauberlandeplatz	im Wesentlichen Rasenfläche
4	Stockholmer Allee	verwildert, keine Parkplätze mehr erkennbar
5	Kattenbrookstrift	verwildert, keine Parkplätze mehr erkennbar
6	Straßenfläche	Im Wesentlichen Cousteaustraße



Bild 4-1: Flächennutzung Bebauungsgebiet Logistikzentrum  
(Quelle: Luftbildaufnahme: Google Maps)

#### 4.2 Gewässerbegehung Seelhorstgraben

Die Gewässerbegehung des Seelhorstgrabens vom RRB Messespange Nord bis zur Mündung in den Landwehrgraben beinhaltete auch

- die Aufnahme von Gewässerprofilen an einigen charakteristischen Querschnitten (ohne Vermessung mit Bezug auf NN-Höhen),
- die Detektierung von hydraulischen Zwangspunkten (z. B. Durchlässe, Verlegung des Gewässerprofils) und
- die Besichtigung der Regenrückhaltebecken (RRB), insbesondere der Ablaufbauwerke mit Abschätzung der Drosselwirkung.

Insgesamt wurden elf Gewässerprofile aufgenommen (vgl. Bild 4-2).

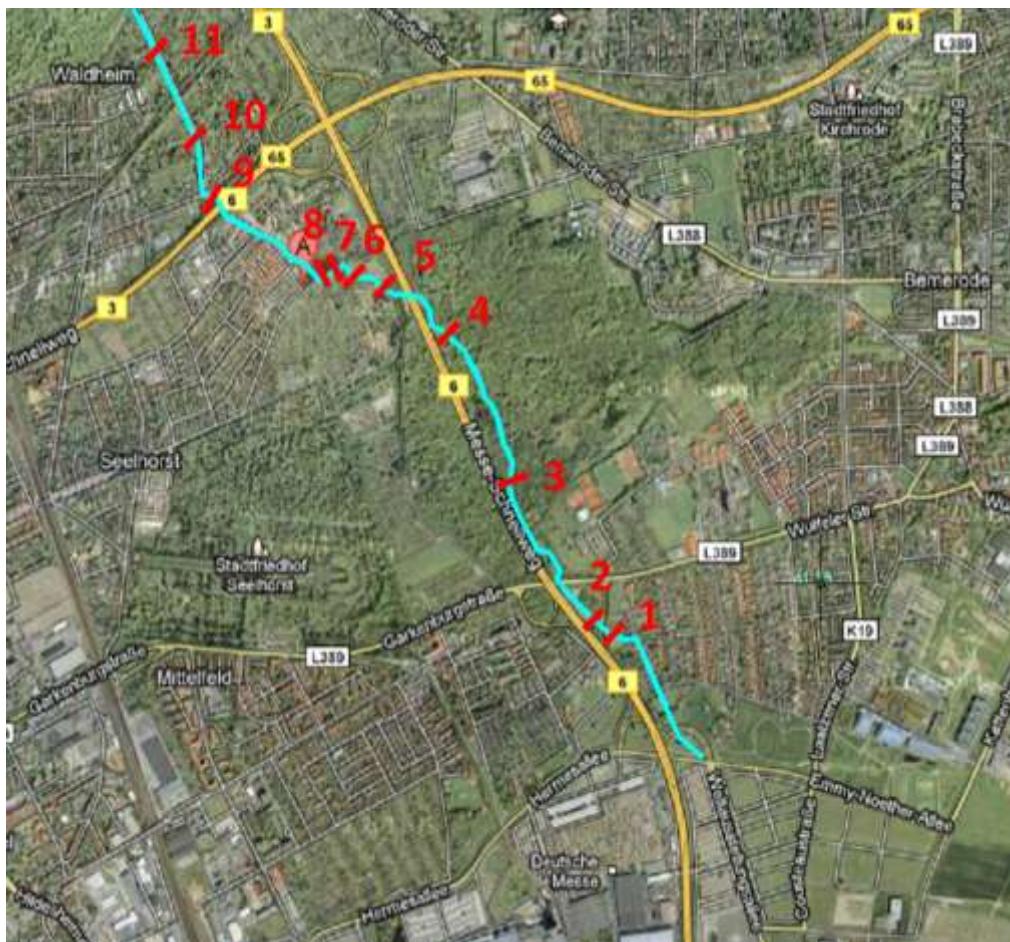


Bild 4-2: Aufgenommene Gewässerprofile Seelhorstgraben (Quelle  
Luftbildaufnahme: Google Maps)

## 5 Abschätzung der Auswirkungen der Bebauung auf die Grundwasserverhältnisse

Bei der Abschätzung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die Grundwasserneubildung wird im Folgenden von einer vollständigen Versiegelung aller befestigten Flächen unter voller Ausnutzung der Grundflächenzahl inklusive Nebenanlagen ( $24,5 \text{ ha} * 0,9 = 22,1 \text{ ha}$ ) ausgegangen, so dass hier keine Grundwasserneubildung mehr stattfinden kann. Damit werden für das potentielle Absinken des Grundwasserspiegels die ungünstigsten Verhältnisse angenommen.

### 5.1 Abschätzung der Grundwasserabsenkung

Bei einer Grundwasserneubildung von  $189 \text{ mm/a}$  und einer durch die geplante Bebauung versiegelten Fläche von  $22,1 \text{ ha}$  würde sich die Grundwasserneubildung im Jahr wie folgt reduzieren:

$$189 \text{ mm/a} * 10 \text{ m}^3/\text{ha/mm} * 22,1 \text{ ha} = 41.769 \text{ m}^3/\text{a}$$

Die Auswirkungen der um ca.  $42.000 \text{ m}^3/\text{a}$  verminderten Grundwasserneubildung auf die Absenkung des Grundwasserspiegels wurden im Rahmen dieser Ausarbeitung durch eine ingenieurmäßige Abschätzung auf Grundlage des Gutachtens MULL/LANGE (1992) vorgenommen:

Das B-Plan Gebiet liegt am Westhang des Kronsbergs. MULL/LANGE gehen in ihrem Gutachten für den 250 ha großen Westhang von einer um 50 % bis 80 % vermindernden Grundwasserneubildung infolge der damals geplanten Bebauung (vgl. Bild 5-1) aus. Dadurch würde nach der durchgeföhrten Modellrechnung der Grundwasserspiegel im Bereich Seelhorst um 20 bis 30 cm und im Mastbrucher Holz um 50 bis 100 cm sinken. Aufgrund der Grundwasserströmung in westlicher Richtung wird sich die geplante Bebauung lediglich bis in den Bereich Seelhorst auswirken.

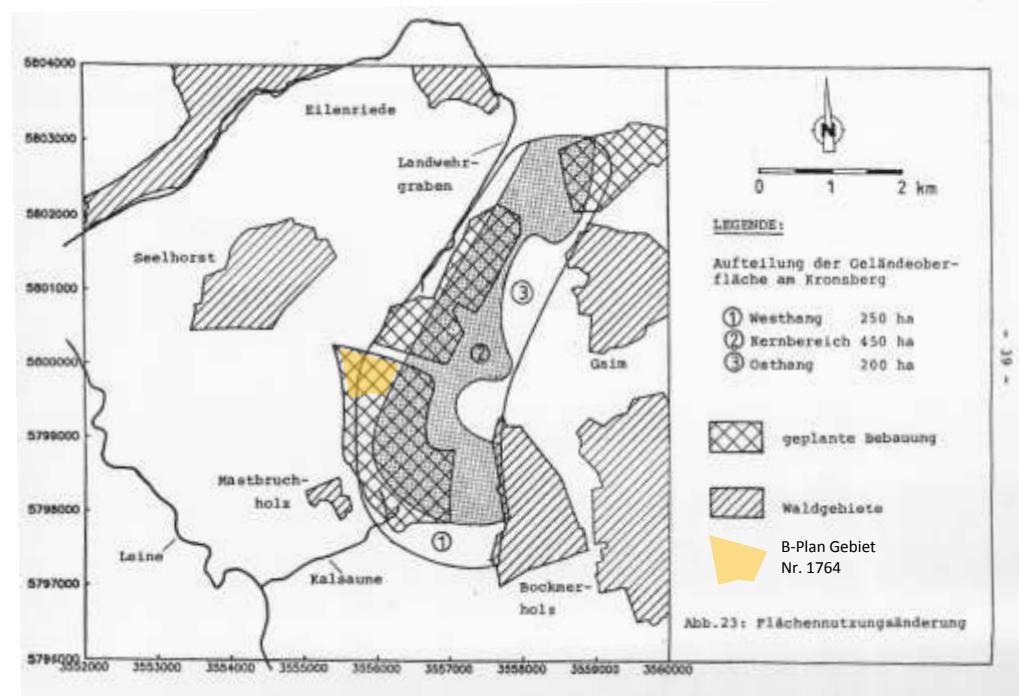


Bild 5-1: Flächennutzungsänderung durch die geplante Kronsbergbebauung (verändert nach Mull/Lange, 1992), gelb markiert ist der Bereich des geplanten Logistikzentrums

Die von MULL/LANGE angenommene Verminderung der Grundwasserneubildung um 50% – 80% wird einer Flächenversiegelung in gleicher Höhe gleichgesetzt. Demnach liegt den Berechnungen zur Grundwasserabsenkung eine versiegelte Fläche von  $0,5 * 250 \text{ ha} = 125 \text{ ha}$  bzw.  $0,8 * 250 \text{ ha} = 200 \text{ ha}$  zugrunde:

Versiegelte Fläche	Grundwasserabsenkung in Seelhorst
200 ha	30 cm
125 ha	20 cm
$\Delta = 75 \text{ ha}$	$\Delta h = 10 \text{ cm}$

Eine zusätzlich versiegelte Fläche von 75 ha bewirkt nach dem MULL/LANGE (1992) Gutachten demnach eine zusätzliche Grundwasserabsenkung um 10 cm.

Durch die geplante Bebauung kann maximal eine Fläche von 22,1 ha versiegelt werden. Die daraus resultierende Grundwasserspiegelabsenkung wird durch eine Dreisatzrechnung zu

$$\Delta h = 10 \text{ cm} * 22,1 / 75 = 2,9 \text{ cm}$$

abgeschätzt.

Durch die vollständige Versiegelung der befestigten Flächen würde sich in der Seelhorst der Grundwasserstand um ca. 3 cm verringern. Hierbei sind die unter Kapitel 7 angeführten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen nicht berücksichtigt.

Auswirkungen auf die südliche Eilenriede können ausgeschlossen werden, da die Grundwasserneubildung dort über die Versickerung von Wasser aus dem Landwehrgraben erfolgt und sich das B-Plan Gebiet nicht im Einzugsgebiet des Landwehrgrabens befindet (vgl. Kapitel 3.1).

## 5.2 Auswertung der vorhandenen Grundwasserpegel

Um die Auswirkungen der berechneten Grundwasserspiegelabsenkung von ca. 3 cm in der Seelhorst einschätzen zu können, wurden die dort vorhandenen Grundwasserpegel ausgewertet. Hierzu wurden für die 27 Grundwassermessstellen die Grundwasserflurabstände als Ganglinie aufgetragen sowie eine statistische Auswertung durchgeführt. In diesem Rahmen konnte bei Vorliegen ausreichend langer Messzeiträume auch die Auswirkungen der Kronsbergbebauung in den 90er Jahren untersucht werden. Die Auswertung für alle 27 Grundwassermessstellen ist im Anhang 2 enthalten. Im Folgenden werden nur die Bereiche Seelhorstwald und geplantes Baugebiet betrachtet.

### 5.2.1 Seelhorstwald

Für den Bereich des Seelhorstwalds stehen insgesamt vier Messstellen mit ausreichender Datengrundlage zur Verfügung (vgl. Bild 5-2).

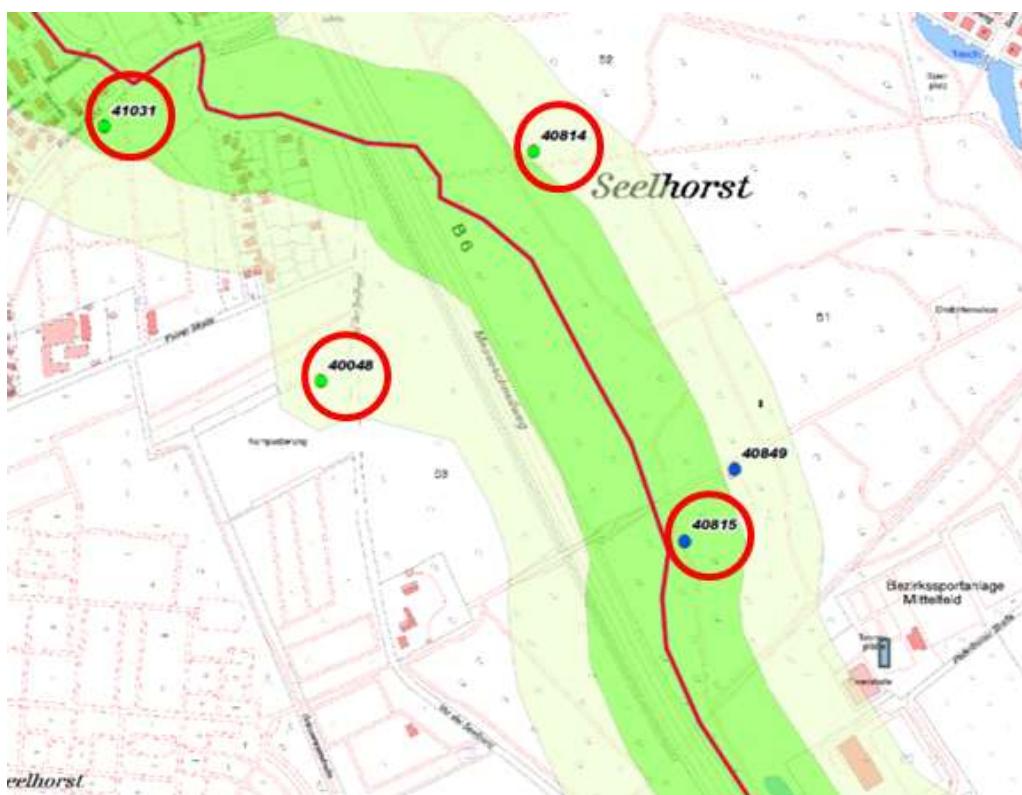


Bild 5-2: Ausgewertete Grundwassermessstellen im Bereich Seelhorstwald

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Grundwasserflurabstände sind in Tabelle 5-1 aufgeführt. Bild 5-3 zeigt die entsprechenden Ganglinien.

Tabelle 5-1: Statistische Auswertung Flurabstände im Bereich des Seelhorstwalds

Pegel	40048	40814	40815	41031
Jahre	1996 - 2011	1992 - 2011	1992 - 2005	1994 - 2011
Mittelwert	5,52 m	1,56 m	2,86 m	2,07 m
Maximum	6,42 m	2,60 m	3,98 m	2,69 m
Minimum	4,10 m	0,60 m	1,32 m	1,48 m
Standardabweichung	0,45 m	0,51 m	0,60 m	0,24 m

Die Messergebnisse zeigen, dass bis auf Messstelle 40048, die sich am Rande des Seelhorstwalds bereits im Bereich von Wohnbebauung befindet, die Grundwasserflurabstände mit Mittelwerten von 1,56 bis 2,86 m gering sind. Bei Grundwasserflurabständen von weniger als 2 m können sich Pflanzen direkt aus dem Grundwasser bzw. aus dem Kapillarsaum mit Wasser versorgen, so dass in diesen Zonen eine Grundwasserabsenkung als besonders sensibel anzusehen ist.

Die Schwankungen des Grundwasserspiegels zwischen gemessenem Minimal- und Maximalwasserstand liegen zwischen 1,21 m bei Messstelle 41031 und 2,66 m bei Messstelle 40815.

Anhand der Ganglinien ist insbesondere bei den Messstellen, die sich direkt im Seelhorstwald befinden (40814 und 40815), ein deutlicher Jahresgang erkennbar, welcher durch den Wasserverbrauch während der Vegetationsperiode und der Grundwasserneubildung in den Wintermonaten begründet ist. Betrachtet man bei den Ganglinien jeweils die Jahresminima in den Sommermonaten ist ein Schwankungsbereich von rd. 50 cm zu erkennen.

Die Trendlinie zeigt für alle vier Messstellen einen leichten Anstieg des Grundwasserspiegels über den gesamten Messzeitraum. Die Kronsbergbebauung hat demnach nicht zu einem Absinken des Grundwasserspiegels in diesem Bereich geführt. Die konsequente Umsetzung der Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (z. B. Entwässerung über Mulden-Rigolen-Systeme) haben demnach die von MULL/LANGE (1992) prognostizierten Auswirkungen vollständig kompensieren können.

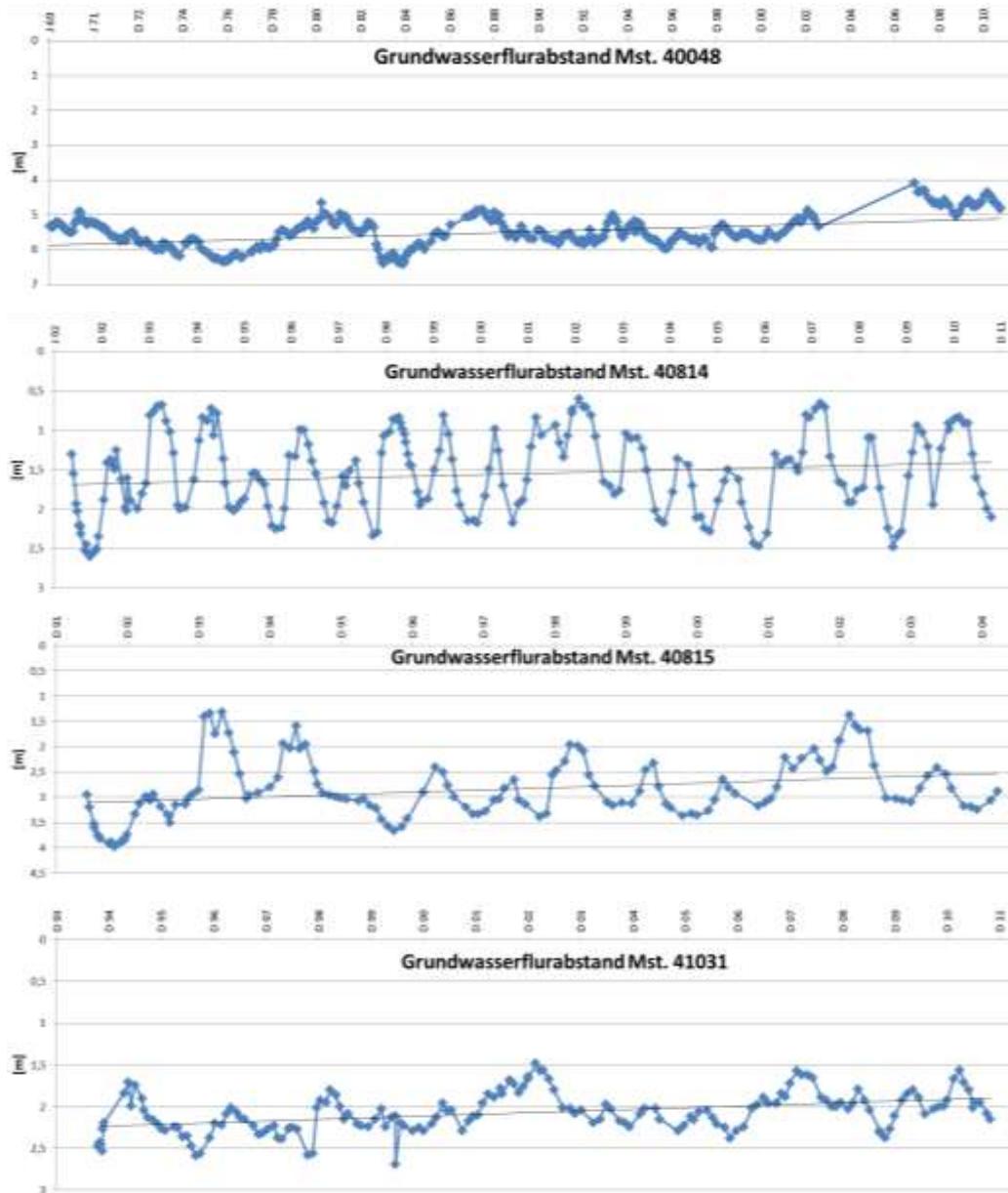


Bild 5-3: Ganglinien der Grundwassermessstellen im Bereich Seelhorstwald

### 5.2.2 P-Plan Gebiet

Für den Bereich des B-Plan Gebietes standen insgesamt drei Messstellen mit ausreichender Datengrundlage zur Verfügung.

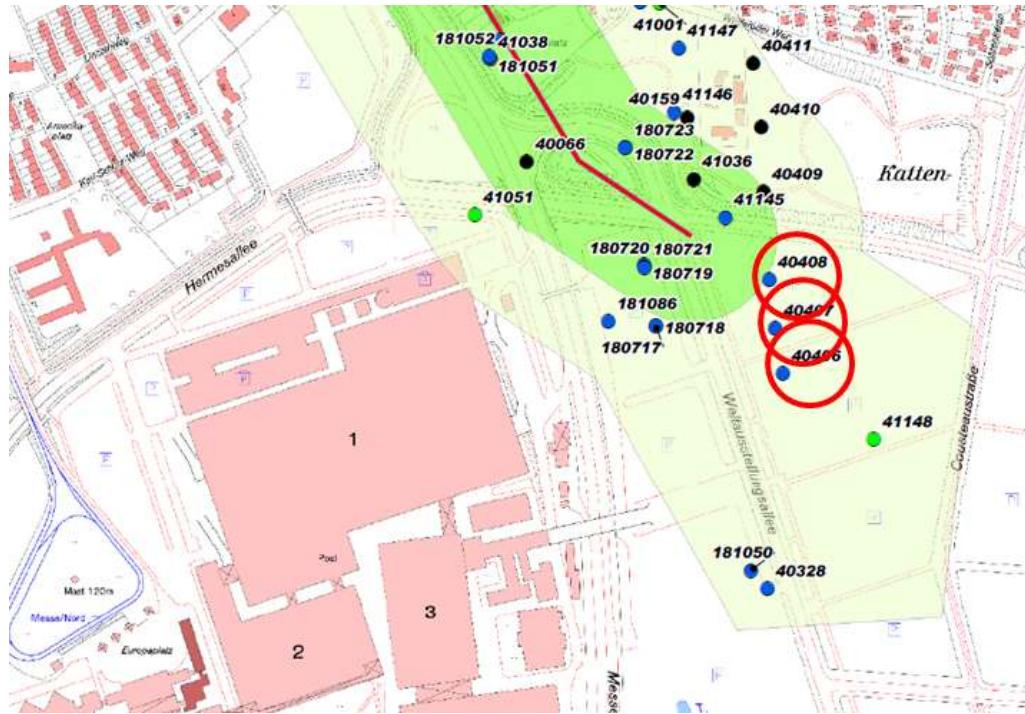


Bild 5-4: Ausgewertete Grundwassermessstellen im Bereich Bebauungsgebiet Logistikzentrum

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Grundwasserflurabstände sind in Tabelle 5-2 aufgeführt. Bild 5-5 zeigt die entsprechenden Ganglinien.

Tabelle 5-2: Statistische Auswertung Flurabstände im B-Plan Gebiet

Pegel	40406	40407	40408
Jahre	1988 - 2011	1988 - 2011	1988 - 2011
Mittelwert	7,65 m	8,04 m	8,33 m
Maximum	8,62 m	8,89 m	9,16 m
Minimum	6,37 m	6,91 m	7,23 m
Standardabweichung	0,50 m	0,47 m	0,44 m

Im Bereich des Bebauungsgebiets sind mit durchschnittlich 8 m bezogen auf den Mittelwert deutlich höhere Grundwasserflurabstände als im Seelhorstwald zu verzeichnen.

Die Schwankungen des Grundwasserspiegels zwischen gemessenem Minimal- und Maximalwasserstand liegen zwischen 1,93 m bei Messstelle 40408 und 2,25 m bei Messstelle 40406 und damit etwa in der gleichen Größenordnung wie die Schwankungsbreite im Seelhorstwald.

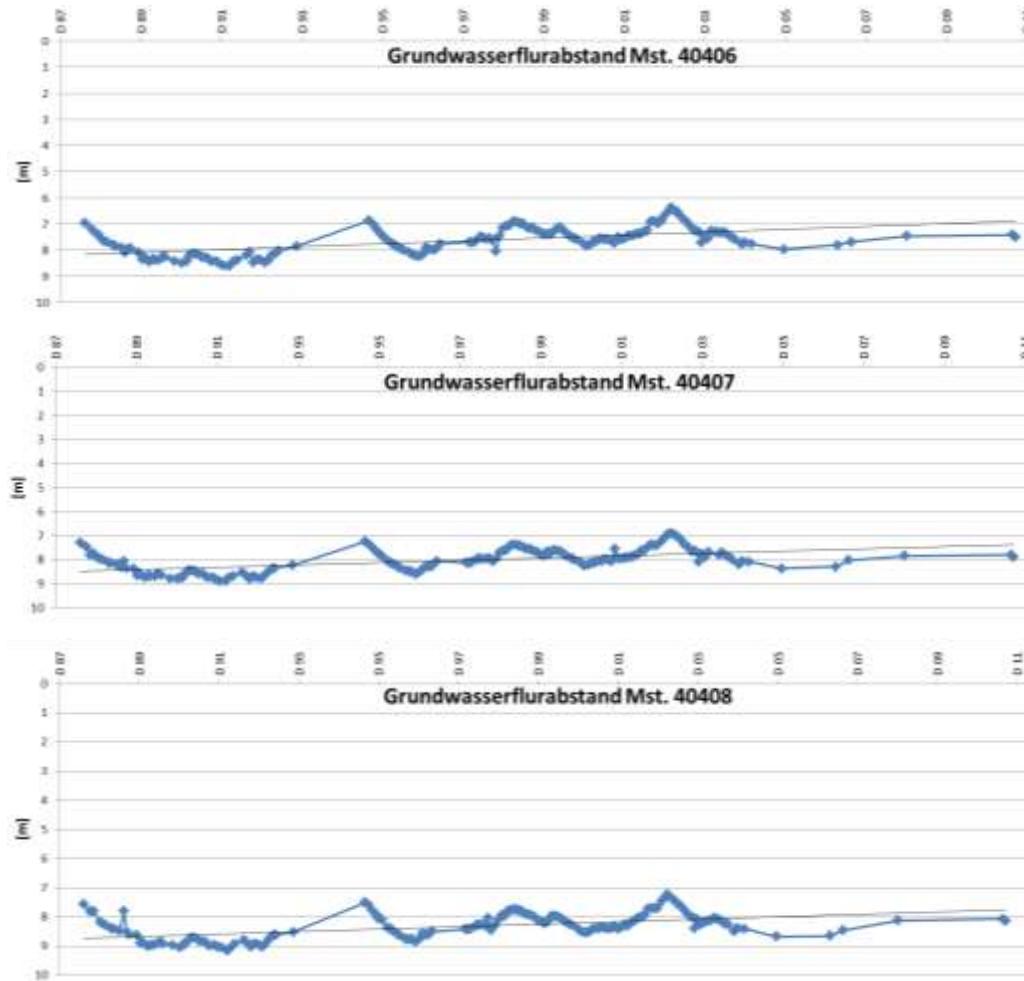


Bild 5-5: Ganglinien der Grundwassermessstellen im B-Plan Gebiet

An allen drei Messstellen zeigen die Messwerte einen vergleichbaren Ganglinienverlauf auf. Ein ausgeprägter Jahresgang wie im Bereich des Seelhorstwalds ist im Bebauungsgebiet aufgrund der höheren Grundwasserflurabstände jedoch nicht zu verzeichnen.

Auch hier ist anhand der Trendlinie ein leichter Anstieg des Grundwasserspiegels über den gesamten Messzeitraum zu erkennen. Auswirkungen, wie ein Absinken des Grundwasserspiegels durch die Kronsbergbebauung im Vorfeld der EXPO 2000, sind im Bebauungsgebiet aus den Ganglinien nicht abzuleiten.

### 5.3 Fazit

Im Gutachten von MULL/LANGE (1992) wurde infolge einer bebauungsbedingten reduzierten Grundwasserneubildung von 50 bis 80 % im Bereich des Kronsberg Westhangs eine Grundwasserabsenkung von 20 bis 30 cm in der Seelhorst prognostiziert. Zur Vermeidung dieser Grundwasserabsenkungen bzw. Erhalt der natürlichen Grundwassersituation erfolgte im Zuge der Bebauung in den 90er Jahren eine flächendeckende Umsetzung von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen.

Die gemessenen Grundwasserpegel für den Zeitraum vor und nach der Bebauung belegen, dass kein Absinken des Grundwasserspiegels infolge der Bebauung stattgefunden hat. Es ist sogar ein leichter Anstieg zu verzeichnen.

Die natürliche Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels beträgt sowohl im Bereich des Seelhorstwalds als auch im Bereich des B-Plans im Mittel etwa 2 m.

Die auf Grundlage des Gutachtens von MULL/LANGE (1992) für den Bereich des Seelhorstwalds geschätzte Grundwasserabsenkung von etwa 3 cm ist bezogen auf die bislang gemessenen Schwankungen der Jahresminima von etwa 50 cm eher gering und eine Auswirkung auf die Vegetation voraussichtlich nicht zu erwarten. Bei der geplanten Umsetzung von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen im geplanten Baugebiet sind geringere Auswirkungen zu erwarten.

## 6 Abschätzung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens

Durch die Versiegelung der Flächen im Baugebiet wird sich künftig der Oberflächenabfluss erhöhen und somit zusätzlich in den Seelhorstgraben eingeleitet. Bei einer versiegelten Fläche von 22,1 ha, einem mittleren Jahresniederschlag von 650 mm und einem geschätzten (Jahres)Abflussverhältnis von  $\Psi=0,75$  würde sich ein zusätzlicher Oberflächenabfluss von rd. 108.000 m<sup>3</sup> ergeben.

Hydraulische Berechnungen zur Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens liegen nicht vollständig vor. Im Rahmen dieses Gutachtens wurde die maximale Abflussleistung des Seelhorstgrabens aus den Gewässerquerprofilen und dem Längsgefälle berechnet. Die Querprofile wurden bei der Gewässerbegehung aufgenommen. Sofern keine Angaben zum Längsgefälle vorlagen, wurde dieses anhand von Planunterlagen zu den RRB, Durchlässen oder an den Einleitstellen des RW-Netzes in den Seelhorstgraben abgeleitet.

Die Leistungsfähigkeit der Durchlässe wurde unter Annahme von sinnvollen Spiegeldifferenzen zwischen Ober- und Unterwasser berechnet.

Für die Berechnung der maßgebenden Zuflüsse aus den einzelnen Einleitstellen in den Seelhorstgraben wurde eine einfache kontinuierliche N-A-Simulation mit einem hydrologischen Modell durchgeführt, um so auch den Einfluss der vier vorhandenen RRB erfassen zu können. Erforderliche Flächendaten und Bauwerksdaten zu RRB wurden aus dem Bestand der Stadtentwässerung Hannover übernommen. Die Zuflüsse an den hydraulischen Zwangspunkten (z. B. Durchlässe) wurden unter Berücksichtigung einer reinen Wellentranslation summiert, hinsichtlich der Überschreitung des Vollfüllungsabflusses statistisch ausgewertet und mit der hydraulischen Gewässerleistungsfähigkeit an den Zwangspunkten verglichen. Eine Verformung der Abflusswelle im Gewässer und damit eine Verringerung des Spitzenabflusses im Seelhorstgraben wurden nicht berücksichtigt.

Die stationäre hydraulische Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens einschließlich der Durchlässe kann so für den Vollfüllungsabfluss abgeschätzt und den maßgebenden Zuflüssen gegenübergestellt werden.

Einen Systemplan zum Seelhorstgraben mit Angaben zu Einzugsgebietsgrößen, Bauwerksdaten, Rohrdurchmessern, Gefälleangaben und Fließzeiten auf Grundlage der in Kapitel 3.5 beschriebenen Bestandsunterlagen zeigt Bild 6-1.

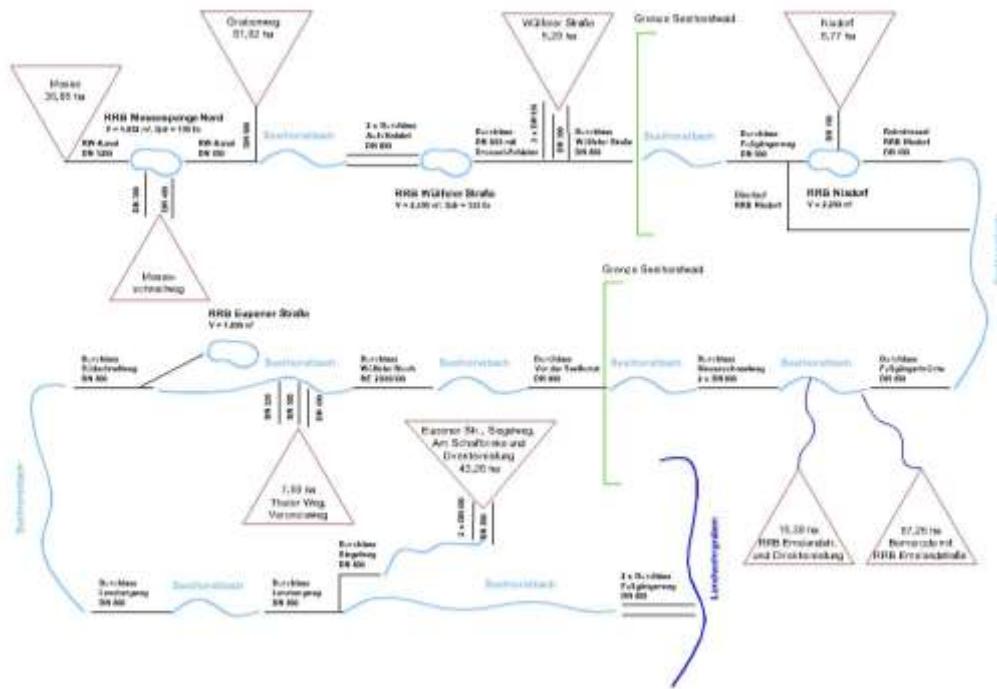


Bild 6-1: Systemplan zum Gewässerverlauf des Seelhorstgrabens

## 6.1 Hydraulische Zwangspunkte im Gewässerverlauf

Auf Grundlage der vorhandenen Systemverknüpfung von Gewässer und Einleitungsstellen aus dem Kanalnetz sowie der Erkenntnisse der Gewässerbegehung wurden folgende hydraulische Zwangspunkte im Gewässer definiert:

- Drosselabfluss RRB Messespange Nord (Drosselbauwerk und weiterführender RW-Kanal DN 600)
  - Gewässerprofil 1: offener Gewässerabschnitt Grabenweg
  - Zufluss RRB Wülfeler Straße: zwei Durchlässe DN 800
  - Zufluss/Überlauf RRB Nixdorf: Durchlass DN 800
  - Gewässerprofil 3: offener Gewässerabschnitt im Seelhorstwald unterhalb RRB Nixdorf
  - Durchlass Fußgängerbrücke Seelhorstwald: DN 600
  - Gewässerprofil 4: offener Gewässerabschnitt im Seelhorstwald zwischen Durchlass Fußgängerbrücke und Durchlass Messeschnellweg
  - Durchlass Messeschnellweg: 2 mal DN 800
  - Gewässerprofile 5/6: offene Gewässerabschnitte unterhalb Durchlass Messeschnellweg
  - Durchlass Wülfeler Straße: Gedrücktes Rechteckprofil etwa RE 2000/30

## 6.2 N-A-Simulation

### 6.2.1 Modellaufbau

Für die N-A-Simulation wurde das eigene hydrologische Modell *erwin* (Version 4.03, IFS 2002) eingesetzt. Der Modellaufbau erfolgte auf Grundlage des Systemplans „Seelhorstgraben“ (Bild 6-1). Der Anteil der befestigten Fläche der in den Seelhorstgraben entwässernden Teileinzugsgebiete wurde anhand von Luftbildaufnahmen geschätzt.

Als Regenbelastung wurden Regendaten der Station Hannover Sorststraße von 1982 bis 1994 verwendet (mittlerer Jahresniederschlag 600 mm).

Die Befestigungsgrade der Teileinzugsgebiete wurden anhand von Luftbildaufnahmen abgeschätzt. Für die Abflussbildungsparameter des N-A-Modells wurden Standardwerte verwendet. Fließzeiten innerhalb der Teileinzugsgebiete wurden überschlägig berechnet. Die Wasserstands-Volumen-Beziehungen der RRB sind aus den Bestandsunterlagen abgeleitet worden.

Das RRB Wülfeler Straße ist aufgrund der Besonderheiten der Verknüpfung von Trockenwetterrinne (Basisabfluss Seehorstgraben), Drossel- und Überlauf sowie dem unterhalb liegenden Durchlass DN 800 modelltechnisch nur bedingt abbildbar. Die mit *erwin* berechnete hohe Überstauhäufigkeit entspricht nicht den in Realität stattfindenden Ablaufprozessen. Gemäß Einleitungsantrag RRB Messespange Nord ist das Becken derzeit nur zu 70 % ausgelastet (vgl. Kapitel 3.7). Auch im Rahmen der Gewässerbegehung konnten keine Hinweise auf in letzter Zeit aufgetretene Überstauungen festgestellt werden. Dafür spricht auch, dass der Rückhalteraum derzeit als Lagerfläche für Baumschnitt genutzt wird.

### 6.2.2 Berechnung für den Istzustand

Die Auswertung der Langzeitsimulation erfolgt bezogen auf die Spitzenabflüsse. Für jedes einzelne Regenereignis werden die Spitzenabflüsse berechnet. Die Bestimmung der Häufigkeit erfolgt durch Sortierung der Spitzenabflusshöhe nach der Größe. Den Werten dieser partiellen Serie wird mit Hilfe der nachfolgenden Plotting-Formel nach Arbeitsblatt DWA-A 117 und einer logarithmischen Verteilungsfunktion ein Wiederkehrintervall zugeordnet.

$$T_n = \frac{L+1}{k} \cdot \frac{M}{L}$$

mit: T<sub>n</sub>

Wiederkehrzeit [a]

L

Anzahl der Werte der Stichprobe

M

Simulationszeitraum (Anzahl der Jahre)

k

Rang des Elementes der Stichprobe

(der Größe nach geordnet: k=1 größter Wert, k=L kleinster Wert)

Die Ergebnisse des Abgleichs der berechneten Regenwasserzuflüsse mit dem Vollfüllungsabfluss und dem berechneten 2-jährlichen Maximalabfluss an den hydraulischen Zwangspunkten sind in Tabelle 6-1 dargestellt.

*Tabelle 6-1: Abgleich der berechneten Regenwasserzuflüsse mit dem Vollfüllungs- bzw. Maximalabfluss an den hydraulischen Zwangspunkten*

Gewässerabschnitt (hydr. Zwangspunkte)	Vollfüllungs- abfluss [l/s]	Abfluss NA- Simulation $T = 2a$ [l/s]	Häufigkeit Vollfüllungs- abfluss T [a]	Bemerkung
Ablauf RRB Messespange Nord DN 600	475			Drosselabfluss 100 l/s, kein Beckenüberlauf vorhanden
Gewässerprofil 1 (Grabenweg)	1.500	1.450	2,4	Laut Anwohneraussagen keine Überstauungen <sup>3)</sup>
Zufluss RRB Wülfeler Straße 2 mal DN 800	1.500	1.450	2,4	
Zufluss/Überlauf RRB Nixdorf DN 900 (EZG Nixdorf Direkt- einleitung DN 700)	1.500	1.300	2,7	Überlauf RRB Nixdorf im Nebenschluss
Gewässerprofil 3 (oberhalb Fußgängerbrücke)	1.500	1.100	3,1	
Durchlass Fußgängerbrücke DN 600	763 <sup>1)</sup>		1,1	Hydraulische Leistung nicht ausreichend
Gewässerprofil 4 (oberhalb Messeschnellweg)	1.500	3.163	1	Hydraulische Leistung nicht ausreichend
Durchlass Messeschnellweg 2 mal DN 800	2.250 <sup>1)</sup>		2,3	Hydraulische Leistung nicht ausreichend
Gewässerprofil 5/6 (unterhalb Messeschnellweg)	1.200/1.600			Hydraulische Leistung nicht ausreichend
Durchlass Wülfeler Bruch RE 2000/30	750 <sup>2)</sup>			Hydraulische Leistung nicht ausreichend

1) Max. Durchfluss bei Wasserspiegel 0,9 m

2) Max. Durchfluss gem. Antragsunterlagen „Naturnaher Ausbau Seelhorstgraben“ (vgl. Kapitel 3.6)

3) Seit Verlegung des zweiten Durchlasses DN 800 zum RRB Wülfeler Straße

Gemäß Aussage in den Antragsunterlagen „Naturnaher Ausbau Seelhorstgraben“ (vgl. Kapitel 3.6) stellt der Seelhorstgraben in den Abschnitten oberhalb des Durchlasses Wülfeler Bruch einen Speicherraum mit gedrosseltem Ablauf über die jeweiligen Durchlässe dar. Die Erkenntnisse aus der Gewässerbegehung bestätigen diese Aussage. So tritt der Seelhorstgraben bereits heute durch die Drosselwirkung der Durchlässe im Bereich des Seelhorstwalds regelmäßig über die Ufer.

Eine Untersuchung für die weiter unterhalb liegenden Zwangspunkte im Verlauf des Seelhorstgrabens war zur Beurteilung der bestehenden hydraulischen Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens im Hinblick auf die zusätzliche Einleitungswassermenge aus dem B-Plan Gebiet im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht erforderlich.

### 6.2.3 Planungszustand

Für die zusätzliche Einleitungswassermenge aus dem B-Plan Gebiet von maximal 80 l/s in das RRB Messespange Nord muss der bestehende Drosselabfluss von 100 l/s auf insgesamt 180 l/s erhöht werden. Der Regenwasserkanal DN 600 unterhalb des RRB hat

einen Vollfüllungsabfluss von 475 l/s und kann diese Wassermenge somit problemlos ableiten.

Für ein zweijährliches Ereignis wird mit der zusätzlich eingeleiteten Wassermenge von 80 l/s rein rechnerisch der Vollfüllungsabfluss der Gewässerabschnitte bis zum RRB Wülfeler Straße geringfügig überschritten. Unter Berücksichtigung der Sicherheiten bei den Berechnungsannahmen (keine Wellenverformung, reine Translation) sowie den Beobachtungen vor Ort (RRB Wülfeler Straße nach der Ortsbegehung deutlich geringer ausgelastet als nach der Berechnung) wird dennoch die Leistung in diesen Abschnitten als ausreichend erachtet. Für die folgenden Abschnitte stellt der zusätzliche Abfluss wegen der Retentionswirkung des Seelhorstwalds keine Belastung dar.

### 6.3 Fazit

Durch die geplante Bebauung wird sich der Oberflächenabfluss, der in den Seelhorstgraben eingeleitet wird, um jährlich rd. 108.000 m<sup>3</sup> erhöhen. Durch die geplante Anordnung von Regenrückhaltebecken mit einer maximalen Drosselleistung von 80 l/s ist die hydraulische Leistungsfähigkeit der Vorflut Seelhorstgraben aus heutiger Sicht auch für den zusätzlichen Abfluss aus dem B-Plan Gebiet ausreichend. Lediglich der bestehende Drosselabfluss des RRB Messespange Nord ist entsprechend zu erhöhen. Die zusätzliche Wassermenge kann über die unterhalb liegenden Gewässerabschnitte mit abgeleitet werden.

Im Bereich des Seelhorstwalds, der als „Auenwald“ ausreichend Retentionsvolumen zur Verfügung stellt, spielt die zusätzliche Wassermenge nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Durchlässe wirken wie Drosselbauwerke, die einen Rückhalt der Abflussmengen im Seelhorstwald bewirken und zu zusätzlicher Grundwasserneubildung führen.

Weitere Anpassungen im Gewässerverlauf des Seelhorstgrabens sind aus heutiger Sicht nicht erforderlich.

## 7 Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung

### 7.1 Allgemeines

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG, § 6) ist allgemeines Ziel der Gewässerbewirtschaftung, dass Beeinträchtigungen des Wasserhaushalts zu vermeiden sind und unvermeidbare Beeinträchtigungen so weit wie möglich auszugleichen sind.

Die Regenwasserbewirtschaftung setzt an diesem Punkt an. Als Regenwasserbewirtschaftung wird das Vermeiden, Verringern und Verzögern der Niederschlagsabflüsse möglichst nah am Entstehungsort und der Trennung der Niederschlagsabflüsse nach ihrer Verunreinigung verstanden. Durch konsequente Umsetzung der Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen können die Auswirkungen einer entwässerungstechnischen Erschließung von Neubaugebieten minimiert werden.

Als Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung sind zu nennen:

- Verminderung der Versiegelung (z. B. durch flächensparendes Bauen bzw. Verwendung von teildurchlässigen Materialien)
- Versickerung von Niederschlagsabflüssen möglichst nah am Ort der Entstehung (dezentral)
- Gründächer als Speicher von Niederschlagsabfluss und zur Erhöhung der Verdunstung

- Speicherbauwerke (möglichst dezentral) zur zeitverzögerten Ableitung der Niederschlagsabflüsse
- Regenwassernutzung zur Trinkwassersubstitution

## 7.2 Mögliche Maßnahmen im B-Plan Gebiet

Bislang sind lediglich Regenrückhaltebecken zur verzögerten Ableitung der anfallenden Niederschlagsabflüsse im geplanten Baugebiet vorgesehen. Angesichts der Geländetopografie und der vorgesehenen Nutzung der Flächen könnten durch

- die Verwendung von durchlässigem Pflaster für die Parkplatzflächen,
- Versickerung in Versickerungsrigolen
- Versickerung in einem Mulden-Rigolen-System

die Auswirkungen der Bebauung auf Grundwasser und Oberflächenabfluss verringert werden.

Die für Mitarbeiter vorgesehenen Parkplatzflächen können wasserdurchlässig befestigt werden. Angesichts der hohen Nutzungs frequenz kommen hierfür z. B. Pflasterungen aus haufwerksporigen Betonsteinen in Frage. Eine Ausweitung dieser Pflasterungen auf stark frequentierte Lieferzone wird wegen der starken Belastung durch LKW-Verkehr und häufige Rangiervorgänge nicht empfohlen.

Es ist beim Einsatz von diesen wasserdurchlässigen Pflasterungen darauf zu achten, dass die durchsickerten Wassermengen auch vom Untergrund aufgenommen werden können. Hierzu ist unterhalb der Pflasterungen ggf. ein Bodenaustausch vorzunehmen.

Als durchlässige Pflastersteine werden solche mit DIBt Zulassung empfohlen. Im Zulassungsverfahren sind Versickerungsfähigkeit und Reinigungsmöglichkeit der Steine sowie das Stoffrückhaltevermögen bezogen verkehrsspezifische Schmutzstoffe abgeprüft worden.

Um die Auswirkungen der Regenwasserbewirtschaftung auf das Wasserregime abzuschätzen, wird exemplarisch folgendes denkbare System aus einer Kombination von Anlagen erstellt:

### Durchlässige Befestigung der Mitarbeiter Stellplätze (1,8 ha)

- Verwendung von DIBt zugelassenen Steinen auf der gesamten Parkplatzfläche
- Ggf. Bodenaustausch unterhalb der durchlässigen Pflasterung

### Versickerungsrigolen für Dachablauf der Hallenfläche (8 ha)

- 2 Rigolen, Länge 450 m (Anordnung z.B. südlich parallel zur Halle)
- Breite 2 m, Höhe 1,5 m, Porenanteil 25 %
- Drosselabfluss aus Rigole 3 l/s/ha in Seelhorstgraben
- $k_f$ -Wert  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s
- Speichervolumen ca. 720 m<sup>3</sup>

### Mulden-Rigolen-System parallel zur Weltausstellungsallee für Dach- und Verkehrsflächen (4 ha)

- Mulden-Rigolen System, Länge 200 m
- Muldenbreite 4 m, Muldentiefe 0,5 m,  $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$  m/s (Bodenschicht zwischen Mulde und Rigole)
- Rigolenbreite 3 m, Rigolenhöhe 1,5 m, Porenanteil 25 %,  $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$  m/s, Drosselabfluss aus Rigole 3 l/s/ha in Seelhorstgraben

- Gesamtes Speichervolumen ca. 550 m<sup>3</sup>

Versickerungsbecken mit Rigole in südlicher Retentionsfläche für Dach- und Verkehrsflächen (8,3 ha)

- Versickerungsbecken 80 m \* 40 m, Tiefe 0,5 m,  $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$  m/s
- Unter Versickerungsbecken liegende „Rigole“ 80 m \* 40 m, Rigolenhöhe 0,5 m, Porenanteil 25 %  $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$  m/s
- Drosselabfluss aus Rigole 3 l/s/ha in Seelhorstgraben
- Gesamtes Speichervolumen ca. 2.000 m<sup>3</sup>

Für das System wird eine Niederschlags-Abfluss-Simulation unter Verwendung der Regendaten der Station Hannover Sorststraße (1982 bis 1994) durchgeführt. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe dieser Station beträgt in diesem Zeitraum 600 mm. In Tabelle 7-1 werden die Auswirkungen auf die Wasserbilanz dargestellt.

*Tabelle 7-1: Auswirkungen möglicher Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (mittlere Jahresergebnisse, N-A-Simulation 1982 – 1994)*

Zufluss	Verdunstung	Versickerung	Abfluss in Seelhorstgraben
Durchlässige Parkplatzflächen (1,8 ha)			
	10.800 m <sup>3</sup> /a	7.400 m <sup>3</sup> /a	3.400 m <sup>3</sup> /a
Rigolen südlich der Halle f. Dachablauf (8 ha)			
	37.000 m <sup>3</sup> /a		13.900 m <sup>3</sup> /a 23.100 m <sup>3</sup> /a
Mulden-Rigolen-System Weltausstellungsallee (4 ha)			
	19.500 m <sup>3</sup> /a	300 m <sup>3</sup> /a	4.100 m <sup>3</sup> /a 15.100 m <sup>3</sup> /a
Versickerungsbecken mit Rigole in südlicher Retentionsfläche (8,3 ha)			
	43.600 m <sup>3</sup> /a	1.500 m <sup>3</sup> /a	23.100 m <sup>3</sup> /a 19.000 m <sup>3</sup> /a
Summen		9.200 m <sup>3</sup> /a	44.500 m <sup>3</sup> /a 57.200 m <sup>3</sup> /a

Aufgrund des hohen angesetzten Dachflächenanteils mit hohem Abflussbeiwert ist der gesamte berechnete mittlere Zufluss mit rd. 111.000 m<sup>3</sup>/a trotz der geringeren Niederschlagshöhe etwas höher als der in Kapitel 6 abgeschätzte Wert von 108.000 m<sup>3</sup>.

Von den 1,8 ha großen mit durchlässigen Pflastersteinen befestigten Parkplatzflächen für die Mitarbeiter entsteht kein Oberflächenabfluss, die gesamte Niederschlagsmenge versickert bzw. verdunstet. Für die Versickerung ist hier die Grundwasserneubildung von 189 mm/a angesetzt worden.

Aus den Versickerungsanlagen versickern rd. 44.500 m<sup>3</sup>/a Richtung Grundwasser und 57.200 m<sup>3</sup>/a werden auf max. 3 l/s/ha gedrosselt in den Seelhorstgraben abgeleitet.

In der Summe wird somit der in Kapitel 5 abgeschätzte Fehlbetrag der Grundwasserneubildung durch die Bebauung in Höhe von rd. 41.800 m<sup>3</sup> sogar noch etwas überschritten. Eine Grundwasserabsenkung wäre nicht zu befürchten. Der Abfluss in den Seelhorstgraben würde gegenüber einer vollständigen Ableitung aller Abflüsse aus dem Gebiet um mehr als 50 % reduziert.

Die durchgeföhrten Berechnungen zur Regenwasserbewirtschaftung haben ausdrücklich nur exemplarischen Charakter. In jedem Fall muss eine detaillierte Konzeption der Regenwasserbewirtschaftung aufgestellt werden, die im Rahmen dieses Gutachtens nicht zu leisten ist.

## 8 Zusammenfassung und Folgerungen

Am Westhang des Kronsbergs soll ein neues Gewerbegebiet mit einer Fläche von 26,5 ha entstehen. Laut aktuellem Stand des B-Planes können dabei maximal 22,1 ha Fläche versiegelt werden. Das vorliegende Gutachten soll Aussagen zu den Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die Grundwasserstände im Bereich der Seelhorst und der Eilenriede sowie auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Seelhorstgrabens treffen.

Die Auswirkungen auf die Grundwasserstände wurden anhand eines Gutachtens von MULL/LANGE (1992) und der Auswertung von Grundwasserpegeln abgeschätzt: Das geplante Baugebiet liegt in dem Bereich, für den die Gutachter MULL/LANGE (1992) die im Rahmen der Kronsbergbebauung im Vorfeld der EXPO 2000 durch eine Grundwassermödellierung ein Absenken der Grundwasserstände berechnet hatten. Aus diesem Gutachten wird für die geplante Bebauung durch das Logistikzentrum eine Grundwasserspiegelabsenkung von rd. 3 cm im Bereich der Seelhorst abgeleitet. Für die Eilenriede werden keine Auswirkungen erwartet.

Die mittleren Grundwasserflurabstände in der Seelhorst sind mit 1,56 bis 2,86 m gering und liegen in einem für Grundwasserabsenkungen sensiblen Bereich, da sich die Vegetation direkt aus dem Grundwasser bzw. aus dem Kapillarraum mit Wasser versorgt. Eine geschätzte Grundwasserabsenkung von etwa 3 cm ist bezogen auf die bislang gemessenen Schwankungen der Jahresminima von etwa 50 cm eher gering, und somit sind Auswirkungen auf die Vegetation voraussichtlich nicht zu erwarten.

Durch die geplante Bebauung wird sich der Oberflächenabfluss um ca. 108.000 m<sup>3</sup>/a erhöhen. Aufgrund der Einleitbeschränkung von 3 l/s/ha dürfen die Abflüsse nur mit maximal 80 l/s zeitverzögert in den Seelhorstgraben eingeleitet werden.

Durch eine Gewässerbegehung und eine Niederschlags-Abfluss-Berechnung für die an den Seelhorstgraben angeschlossenen Einzugsgebietsflächen mit vorhandenen Regenrückhaltebecken wurde die hydraulische Belastung des Seelhorstgrabens ermittelt und mit dem Vollfüllungsabfluss verglichen. Sowohl die Berechnungsergebnisse als auch die Gebietsbegehung zeigen hydraulische Zwangspunkte auf. Vorhandene Durchlässe wirken wie Abflussdrosseln. Diese führen dazu, dass das Gewässer bei stärkeren Regenfällen im Seelhorstwald ausufert. Dadurch wird die natürliche Grundwasserneubildung unterstützt. Der Seelhorstwald stellt so einen natürlichen großen Retentionsraum für die Niederschlagsabflüsse dar. Weiter unterhalb liegende Bebauung wird nicht beeinträchtigt. Die zusätzlichen gedrosselt eingeleiteten Niederschlagsabflüsse aus dem geplanten Baugebiet können vom Gewässer unter Berücksichtigung des natürlichen Retentionsraumes Seelhorstwald aufgenommen werden.

Durch die im B-Plan festgeschriebene Umsetzung von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen im geplanten Baugebiet können die Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung fast vollständig kompensiert werden. Diese aus einer Modellrechnung abgeleitete Aussage wird durch die bisherige Kronsbergbebauung gestützt: Die im Rahmen der EXPO 2000 durchgeföhrten Baumaßnahmen haben durch die Umsetzung der Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen keine Grundwasserabsenkung bewirkt.

## 9 Literatur

IFS (2002):

Programm: erwin. Regenwasserbewirtschaftung, Version 4.03, Ingenieurgesellschaft für  
Stadthydrologie

MULL, R.; LANGE, A. (1992):

**Endbericht zum Gutachten „Grundwasserverhältnisse im Kronsberggebiet“**, Institut für  
Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität  
Hannover, Februar 1992

PIELKE, M. (1992):

Bewirtschaftung des Grundwassers urbaner Räume, Heft 78 der Mitteilungen des  
Instituts für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der  
Universität Hannover, August 1992

## Anlagen

- Anlage 1      Fotodokumentation
- Anlage 2      Statistische Auswertung Grundwasserpegel
- Anlage 3      Auswertung N-A-Simulation

## Anlage 1

### Fotodokumentation

**Fotodokumentation der Begehung der Messeparkplätze im Bereich des geplanten Logistikzentrums****Teilfläche 1: Behelfsparkplätze mit Versickerungsflächen zwischen Weltausstellungsallee und Couteaustraße**

	
Weltausstellungsallee, Blick Richtung Norden zum RRB Messespange Nord	Weltausstellungsallee, Blick Richtung Nord-Osten
	
Muldenkaskaden Weltausstellungsallee, Blick Richtung Süden	Ecke Stockholmer Allee / Couteaustraße, Blick Richtung Nord-Westen
	
Fahrbahnbefestigung Asphalt, Parkplätze Schotterrasen	Fahrbahnbefestigung Asphalt, Parkplätze Schotterrasen

**Teilfläche 2: Behelfsparkplätze mit Versickerungsmulden östlich der Cousteaustraße**

	
Verwilderte Behelfsparkplätze Ecke Cousteaustraße / Stockholmer Allee	Cousteaustraße, Blick Richtung Norden
	
Cousteaustraße, Blick Richtung Osten zum Hubschrauberlandeplatz	Fahrbahnbefestigung Asphalt, Parkplätze Schotterrasen
	
Emmy-Noether-Allee, Blick Richtung Osten	Verwilderte Behelfsparkplätze Ecke Emmy-Noether-Allee / Kaltenbrookstrift

**Fotodokumentation der Gewässerbegehung des Seelhorstgrabens****Abschnitt 1: RRB Messespange Nord bis Anschluss RW-Kanal Bereich Grabenweg**

	
<p>Trockenbecken mit kleinem Nassbereich mit Schilfbewuchs</p>	<p>Ablauf RRB DN 600</p>
	
<p>Ablauf-/Drosselbauwerk</p>	<p>Schieberdrossel und ehemaliger Überlauf (zubetoniert)</p>
	
<p>Ablauf DN 600</p>	<p>Anschluss Ablauf DN 600 an RW-Kanal DN 900</p>

### Fotodokumentation der Gewässerbegehung des Seelhorstgrabens

#### Abschnitt 2: Seelhorstgraben Bereich Grabenweg bis Durchlass RRB Wülfeler Straße

	
Übergang Verrohrter Seelhorstgraben bzw. RW-Kanal DN 900 in Seelhorstgraben	Böschungsbefestigung mit Gabionen
	
Gewässerprofil 1, stark zugewachsener Böschungsbereich	Rechter Durchlass DN 800 in RRB Wülfeler Straße, rechts Einleitung DN 200
	
Rechter Durchlass DN 800 in RRB Wülfeler Straße, darüber Einleitung DN 350	Linker Durchlass DN 800 in RRB Wülfeler Straße, links Rinne Böschungsentwässerung

**Fotodokumentation der Gewässerbegehung des Seelhorstgrabens****Abschnitt 3: RRB Wülfeler Straße**

	
Zufluss RRB über zwei Durchlässe à DN 800 (Auf- und Abfahrt Messeschnellweg)	Trockenwetterrinne (Basisabfluss Seelhorstgraben) im RRB
	
Ablauf RRB: Schieberdrossel im Durchlass DN 800 (oberhalb)	Ablauf RRB: Durchlass DN 800 (unterhalb)
	
Einleitung unterhalb Ablauf RRB	Durchlass DN 800 (Wülfeler Straße)

**Abschnitt 4: Durchlass Wülfeler Straße bis Ablauf RRB Nixdorf**

	
Abschnitt Seelhorstgraben unterhalb Durchlass DN 800 Wülfeler Straße	Freigespülte Baumwurzeln, abgetragene Böschungsbereiche
	
Zufluss RRB Nixdorf über Durchlass DN 900	Überlauf RRB Nixdorf (im Nebenschluss) im offenen Profil parallel zum Messeschnellweg
	
Ablauf RRB Nixdorf über Rohrdrossel DN 400	Einmündung offenes Profil Überlauf in offenes Profil Ablauf RRB Nixdorf

**Abschnitt 5: Ablauf RRB Nixdorf bis Fußgängerbrücke**

	
Gewässerprofil 3	Fußgängerbrücke über Messeschnellweg mit Durchlass DN 600
	
Blick von Brücke oberhalb Durchlass	Durchlass oberhalb
	
Blick von Brücke unterhalb Durchlass	Durchlass unterhalb

**Abschnitt 6: Fußgängerbrücke bis Durchlass Messeschnellweg**

	
Gewässerverlauf unterhalb Brücke	Gewässerprofil 4
	
Einmündung Dreibirkenbach	Gewässerverlauf oberhalb Durchlass Messeschnellweg
	
2 x Durchlass DN 800 Messeschnellweg oberhalb	2 x Durchlass DN 800 Messeschnellweg oberhalb

**Abschnitt 7: Durchlass Messeschnellweg bis Durchlass Vor der Seelhorst**

	
Offener Gewässerverlauf unterhalb Durchlass Messeschnellweg	Gewässerprofil 5
	
Offener Gewässerlauf Bereich „Vor der Seelhorst“	Durchlass DN 800 „Vor der Seelhorst“ oberhalb
	
Blick Richtung Gewässerverlauf oberhalb	Durchlass DN 800 „Vor der Seelhorst“ unterhalb

**Abschnitt 8: Durchlass Vor der Seelhorst bis Durchlass Wülfeler Bruch**

	
Gewässerprofil 7, geböscht, bewachsen	Gewässerprofil geböscht, bewachsen
	
Gewässerprofil, Gabionen	Durchlass Wülfeler Bruch RE 2000/30 oberhalb
	
Durchlass Wülfeler Bruch RE 2000/30 unterhalb	Blick Richtung Gewässerlauf unterhalb Durchlass Wülfeler Bruch

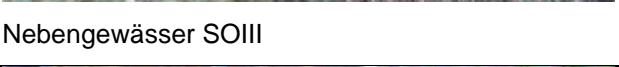
**Abschnitt 9: Durchlass Wülfeler Bruch bis RRB Eupener Straße**

	
Blick Richtung Gewässerlauf unterhalb Durchlass Wülfeler Bruch	Gewässerlauf zwischen Durchlass Wülfeler Bruch und Brücke Veronicaweg
	
Durchlass Brücke Veronicaweg	Blick von Brücke Veronicaweg Richtung Wülfeler Bruch
	
Blick von Brücke Veronicaweg Richtung Südschnellweg	Links offener Gewässerlauf, Rechts Damm zum RRB Eupener Straße

**Abschnitt 10: RRB Eupener Straße bis Durchlass Südschnellweg**

	
RRB Eupener Straße, Blick Richtung Norden	RRB Eupener Straße, Blick Richtung Norden
	
RRB Eupener Straße, Blick Richtung Westen (Überlauf Seelhorstgraben in RRB)	Blick vom Damm zwischen Bach und RRB auf Überlauf in RRB
	
Durchlass DN 800 Südschnellweg oberhalb	Durchlass DN 800 Südschnellweg unterhalb

**Abschnitt 11: Durchlass Südschnellweg bis Durchlass Lenzbergweg/Siegelweg**

	 Gewässerprofil 8 (unterhalb Durchlass)
 1. Durchlass DN 800 Lenzbergweg (unterhalb)	
 2. Durchlass DN 800 Lenzbergweg (oberhalb)	 Nebengewässer SOIII
 Durchlass Nebengewässer SOIII Siegelweg (oberhalb)	 2. Durchlass DN 800 Lenzbergweg (unterhalb) und Durchlass DN 800 Nebengewässer SOIII (unterhalb)

**Abschnitt 12: Durchlass Lenzbergweg/Siegelweg bis Einleitung Landwehrgraben**

	
Gewässerverlauf parallel zum Lenzbergweg	Durchlass DN 800 unter Grundstückszufahrt (unterhalb)
	
Durchlass DN 800 unter Grundstückszufahrt (oberhalb)	Seelhorstgraben oberhalb der Mündung in den Landwehrgraben
	
Mündung in den Landwehrgraben über 2 Durchlässe DN 800	

## Anlage 2

### Statistische Auswertung Grundwasserpegel

### Statistische Auswertung der Grundwasserpegel im Verlauf des Seelhorstgrabens

Pegel	40048	40050	40159	40328	40406	40407
Jahre	1996 - 2011 Lücken	1996 - 2011 Lücken	1978 - 1998	1982 - 2011	1988 - 2011	1988 - 2011
Mittelwert	5,52 m	7,00 m	5,27 m	3,32 m	7,65 m	8,04 m
Maximum	6,42 m	7,68 m	5,99 m	4,16 m	8,62 m	8,89 m
Minimum	4,10 m	6,04 m	4,35 m	1,89 m	6,37 m	6,91 m
STABW	0,45 m	0,33 m	0,39 m	0,47 m	0,50 m	0,47 m
Pegel	40408	40409	40410	40411	40814	40815
Jahre	1988 - 2011	1988 - 1998	1988 - 1998	1988 - 1998	1992 - 2011	1992 - 2005
Mittelwert	8,33 m	7,94 m	6,63 m	5,94 m	1,56 m	2,86 m
Maximum	9,16 m	8,79 m	7,69 m	7,06 m	2,60 m	3,98 m
Minimum	7,23 m	6,69 m	5,60 m	4,10 m	0,60 m	1,32 m
STABW	0,44 m	0,48 m	0,44 m	0,56 m	0,51 m	0,60 m
Pegel	41001	41031	41037	41038	41051	180689
Jahre	1994 - 2011	1994 - 2011	1994 - 2011	1994 - 2011	1995 - 2011	1995 - 2011
Mittelwert	4,24 m	2,07 m	4,40 m	4,74 m	5,90 m	1,79 m
Maximum	5,05 m	2,69 m	5,11 m	5,26 m	6,30 m	2,35 m
Minimum	3,37 m	1,48 m	3,65 m	3,93 m	4,92 m	1,15 m
STABW	0,29 m	0,24 m	0,26 m	0,28 m	0,20 m	0,22 m
Pegel	180717	180718	180719	180720	180721	180722
Jahre	1996 - 2011	1996 - 2011	1996 - 2011	1996 - 2011	1996 - 2011	1996 - 2011
Mittelwert	7,44 m	6,91 m	16,32 m	7,82 m	6,93 m	6,74 m
Maximum	8,34 m	7,57 m	17,00 m	8,84 m	7,47 m	7,21 m
Minimum	6,23 m	6,09 m	13,86 m	6,94 m	6,19 m	5,99 m
STABW	0,54 m	0,31 m	0,50 m	0,34 m	0,29 m	0,23 m
Pegel	180723	180724	180725		Bereich Seelhorst	
	1996 - 2011	1996 - 2004	1996 - 2011		Bereich Parkplatz	
Mittelwert	5,58 m	4,70 m	3,43 m			
Maximum	6,05 m	5,14 m	3,83 m			
Minimum	4,77 m	3,93 m	2,80 m			
STABW	0,25 m	0,26 m	0,21 m			

Nicht ausgewertete Pegel aufgrund ungeeigneter oder zu kurzer Zeiträume

40066	1972 - 1997		180515	1 Jahr	
40849	1992 - 1994		180517	1 Jahr	
41036	1994 - 1997		181050	1 Jahr	
41145	ab 2000		181051	1 Jahr	
41146	ab 2000		181052	1 Jahr	
41147	ab 2000		181086	2 Jahre	
41148	ab 2000				
41156	ab 2002				
41157	ab 2002				

## Anlage 3

### Auswertung N-A-Simulation

**Gewässerprofil 1 (Grabenweg)**

Datum	Spitzenabfluss [l/s]	Rang (k)	T [a]
20.05.1984 06:10	2.827	1	13,33
31.07.1991 16:50	2.665	2	6,67
07.08.1991 22:00	2.565	3	4,44
27.06.1990 11:45	2.560	4	3,33
14.08.1985 22:05	2.251	5	2,67
20.06.1985 06:05	1.150	6	2,22
11.08.1988 00:10	1.100	7	1,90
12.08.1982 23:55	1.032	8	1,67
22.06.1982 20:05	997	9	1,48
31.08.1990 04:20	944	10	1,33
14.07.1993 10:20	924	11	1,21
26.12.1990 19:00	886	12	1,11
01.08.1984 08:10	846	13	1,03
01.08.1992 21:40	822	14	0,95
19.06.1990 19:55	739	15	0,89
04.06.1992 01:50	697	16	0,83
13.09.1993 16:45	674	17	0,78
11.07.1984 21:10	666	18	0,74
20.08.1992 20:00	663	19	0,70
05.05.1986 17:45	654	20	0,67
03.07.1986 23:45	641	21	0,63
15.07.1987 14:50	638	22	0,61
30.05.1987 16:55	634	23	0,58
19.04.1983 08:05	619	24	0,56
05.08.1986 01:00	616	25	0,53
26.04.1992 16:55	616	26	0,51
16.11.1982 17:10	605	27	0,49
23.01.1990 16:05	602	28	0,48
16.06.1993 12:00	579	29	0,46
04.08.1983 10:40	572	30	0,44

→ 1.450 l/s

**Zufluss/Überlauf RRB Nixdorf**

Datum	Spitzenabfluss [l/s]	Rang (k)	T [a]
27.06.1990 11:45	1.692	1	13,33
14.08.1985 22:05	1.574	2	6,67
20.05.1984 06:10	1.549	3	4,44
07.08.1991 22:00	1.543	4	3,33
31.07.1991 16:50	1.506	5	2,67
20.06.1985 06:05	1.306	6	2,22
12.08.1982 23:55	1.265	7	1,90
11.08.1988 00:10	1.223	8	1,67
22.06.1982 20:05	1.208	9	1,48
26.12.1990 19:00	1.151	10	1,33
31.08.1990 04:20	1.138	11	1,21
01.08.1992 21:40	1.115	12	1,11
19.06.1990 19:55	1.114	13	1,03
14.07.1993 10:20	1.100	14	0,95
13.09.1993 16:45	1.095	15	0,89
01.08.1984 08:10	1.094	16	0,83
04.06.1992 01:50	1.083	17	0,78
05.05.1986 17:45	1.068	18	0,74
20.08.1992 20:00	1.066	19	0,70
03.07.1986 23:45	1.053	20	0,67
15.07.1987 14:50	1.053	21	0,63
11.07.1984 21:10	1.048	22	0,61
30.05.1987 16:55	1.044	23	0,58
19.04.1983 08:05	1.032	24	0,56
26.04.1992 16:55	1.030	25	0,53
05.08.1986 01:00	1.026	26	0,51
16.11.1982 17:10	1.018	27	0,49
23.01.1990 16:05	1.006	28	0,48
05.11.1985 10:45	997	29	0,46
16.06.1993 12:00	989	30	0,44

→ 1.300 l/s

**Gewässerprofil 3 (oberhalb Fußgängerbrücke)**

Datum	Spitzenabfluss [l/s]	Rang (k)	T [a]
14.08.1985 22:05	1.857	1	13,33
20.05.1984 06:10	1.797	2	6,67
07.08.1991 22:00	1.606	3	4,44
31.07.1991 16:50	1.576	4	3,33
27.06.1990 11:45	1.354	5	2,67
31.08.1990 04:20	1.145	6	2,22
22.06.1982 20:05	1.049	7	1,90
12.08.1982 23:55	999	8	1,67
14.07.1993 10:20	992	9	1,48
20.06.1985 06:05	969	10	1,33
11.08.1988 00:10	963	11	1,21
26.12.1990 19:00	812	12	1,11
13.09.1993 16:45	530	13	1,03
19.04.1983 08:05	499	14	0,95
04.08.1983 10:40	469	15	0,89
20.05.1993 17:40	458	16	0,83
26.04.1992 16:55	453	17	0,78
16.06.1993 12:00	420	18	0,74
01.08.1992 21:40	398	19	0,70
01.08.1984 08:10	398	20	0,67
11.07.1984 21:10	356	21	0,63
19.06.1990 19:55	308	22	0,61
25.08.1989 11:30	261	23	0,58
29.10.1989 14:20	259	24	0,56
04.06.1992 01:50	255	25	0,53
20.08.1992 20:00	254	26	0,51
15.05.1983 22:35	240	27	0,49
04.09.1984 19:15	235	28	0,48
25.12.1985 16:55	234	29	0,46
03.10.1993 00:30	223	30	0,44

→ 1.100 l/s

**Gewässerprofil 4 (oberhalb Messeschnellweg: Summe von 3 Teilgebieten)**

- Max. Zufluss durch Fußgängerbrücke DN 600 mit Einstau oberhalb (0,9 m): 763 l/s
- Zufluss Dreibirkenbach
- Zufluss Bach Kohnestraße

**Dreibirkenbach****Bach Kohnestraße**

Datum	Spitzenabfluss [l/s]	Rang (k)	T [a]	Datum	Spitzenabfluss [l/s]	Rang (k)	T [a]
27.06.1990 11:45	3.117	1	13,33	27.06.1990 11:45	1.342	1	13,33
07.08.1991 22:00	2.912	2	6,67	07.08.1991 22:00	1.104	2	6,67
31.07.1991 16:50	2.828	3	4,44	14.08.1985 22:05	1.097	3	4,44
20.05.1984 06:10	2.677	4	3,33	31.07.1991 16:50	1.087	4	3,33
14.08.1985 22:05	2.567	5	2,67	20.05.1984 06:10	866	5	2,67
20.06.1985 06:05	1.389	6	2,22	20.06.1985 06:05	647	6	2,22
11.08.1988 00:10	1.383	7	1,90	11.08.1988 00:10	549	7	1,90
12.08.1982 23:55	1.199	8	1,67	12.08.1982 23:55	493	8	1,67
22.06.1982 20:05	1.123	9	1,48	01.08.1992 21:40	460	9	1,48
01.08.1984 08:10	1.058	10	1,33	01.08.1984 08:10	453	10	1,33
01.08.1992 21:40	1.037	11	1,21	31.08.1990 04:20	444	11	1,21
26.12.1990 19:00	1.017	12	1,11	22.06.1982 20:05	404	12	1,11
31.08.1990 04:20	985	13	1,03	05.08.1986 01:00	389	13	1,03
14.07.1993 10:20	932	14	0,95	05.05.1986 17:45	385	14	0,95
05.05.1986 17:45	833	15	0,89	15.07.1987 14:50	380	15	0,89
15.07.1987 14:50	816	16	0,83	20.08.1992 20:00	376	16	0,83
04.06.1992 01:50	812	17	0,78	03.07.1986 23:45	374	17	0,78
20.08.1992 20:00	812	18	0,74	05.11.1985 10:45	368	18	0,74
30.05.1987 16:55	811	19	0,70	11.07.1984 21:10	366	19	0,70
03.07.1986 23:45	806	20	0,67	30.05.1987 16:55	355	20	0,67
19.06.1990 19:55	794	21	0,63	26.12.1990 19:00	348	21	0,63
05.08.1986 01:00	793	22	0,61	04.06.1992 01:50	348	22	0,61
11.07.1984 21:10	754	23	0,58	04.08.1983 10:40	336	23	0,58
23.01.1990 16:05	745	24	0,56	23.01.1990 16:05	333	24	0,56
04.08.1983 10:40	731	25	0,53	14.07.1993 10:20	332	25	0,53
05.11.1985 10:45	709	26	0,51	15.05.1983 22:35	311	26	0,51
15.05.1983 22:35	707	27	0,49	21.07.1992 15:50	300	27	0,49
13.09.1993 16:45	701	28	0,48	26.04.1992 16:55	279	28	0,48
19.04.1983 08:05	694	29	0,46	13.09.1986 21:30	268	29	0,46
26.04.1992 16:55	679	30	0,44	17.06.1986 16:55	261	30	0,44

→ 763 + 1.700 + 700 = 3.163 l/s