

# Ingenieurbüro für Grundbau und Umwelttechnik Günther & Lippick GbR

IGU GbR • Friedrich-Wilhelm-Platz 13 • 12161 Berlin

Tel (030) 857 57 43-0 • Fax (030) 857 57 43-9

email: [igu-berlin@freenet.de](mailto:igu-berlin@freenet.de) • [www.igu-berlin.de](http://www.igu-berlin.de)

**Gründungsberatung / Verbaustatik**  
**Baumanagement / Controlling**  
**Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator**  
**Altlastenerkundung / -bewertung**  
**Abrißbegleitung / Entsorgungsmanagement**  
**Hydrogeologie / Grundwassermanagement**  
**Regenwasserversickerung**  
**Dimensionierung von Erdwärmeanlagen**

## Der Einsatz von eingefrästen Horizontaldränagen zur Entwässerung von Baugruben



## **1. Einleitung**

Im Berliner Urstromtal werden bei geplanten Neubaumaßnahmen infolge des hoch liegenden Grundwasserspiegels häufig Grundwasserabsenkungsmaßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich.

Grundwasserabsenkungsmaßnahmen müssen grundsätzlich bei der zuständigen Behörde (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VIII) in schriftlicher Form beantragt werden. Die Grundwasserabsenkung kann hierbei in Abhängigkeit von der Lage des Bauvorhabens und den örtlichen Randbedingungen i.d.R. bis zu einem maximalen Absenkziel von etwa 2,0 – 2,5 m konventionell mittels Tiefbrunnen und / oder Vakuumlansen realisiert werden. Tiefer reichende Absenkungsmaßnahmen werden dahingegen ausschließlich im Schutze eines wassersperrenden Troges genehmigt.

Bei Grundwasserförderungen werden 0,31.- € je m<sup>3</sup> entnommenen Grundwassers an Gebühren erhoben, wobei die ersten 6.000 m<sup>3</sup> je Baumaßnahme und Jahr gebührenfrei sind.

Zur Reduzierung der im Rahmen einer Grundwasserabsenkung anfallenden Wassermengen und somit auch der Grundwasserentnahmegebühren wurden in den vergangenen Jahren vermehrt Horizontaldränagen eingesetzt, die bis unterhalb der Baugrubensohle eingefräst werden. Um eine höhere Zuverlässigkeit bzgl. der anfallenden Wassermengen und des prognostizierten Absenktrichters zu erreichen, hat die IGU Günther & Lippick GbR bestehende Berechnungs- und Dimensionierungsverfahren angepaßt, die die hydrogeologischen und baugrundgeologischen Randbedingungen des Berliner Urstromtales berücksichtigen.

## **2. Aufbau und Funktionsweise der Horizontaldränagen**

Horizontaldränagen, in der Literatur vielfach auch als Tiefendränagen, Schlitzdränagen bzw. Dränschlitz benannt, bestehen aus geschlitzten PVC-Rohren, die je nach Aufgabenstellung Durchmesser von DN 30 bis DN 150 aufweisen. Sie werden mit Hilfe einer sog. Schlitzfräse (Abb. 1) im Baugrund verlegt.

Die möglichen Frästiefen liegen je nach Gerätetyp bei 2 bis 4 m, 4 bis 6 m und  $\leq 10$  m. Im Berliner Raum kommen i.d.R. Schlitzfräsen mit einer Frästiefe von 4 bis 6 m zum Einsatz.

An der Fräse ist ein Grabbaum montiert, der den Boden in einer Breite von ca. 0,25 – 0,40 m ausfräht und den Dränageschlauch auf der Schlitzsohle verlegt. Falls erforderlich, kann der Graben anschließend über einen Einfüllkasten mit einem dem Boden angepaßten Filtermaterial verfüllt werden.

Die Stützung der Schlitzwände erfolgt durch an den Grabbaum angeschweißte Seitenbleche. Ein Verbau ist daher nicht erforderlich.

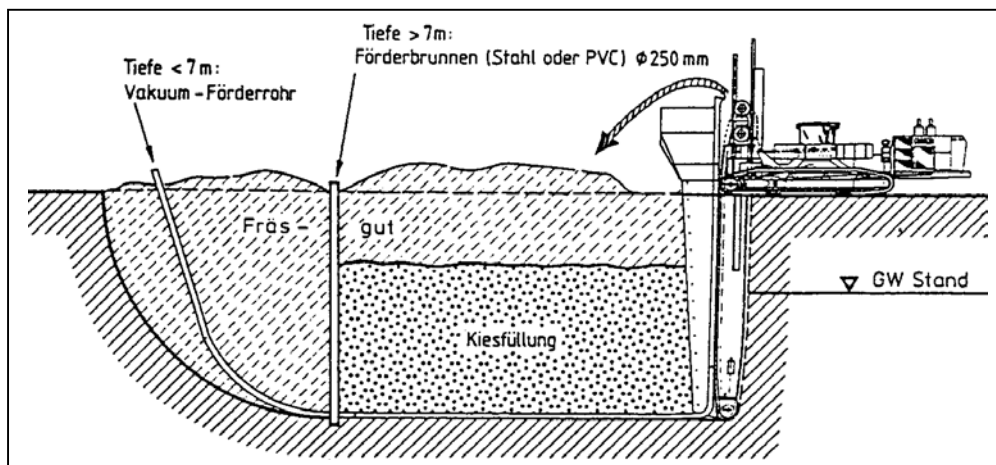


Abb. 1: Verlegen einer Horizontaldränage mit einer Schlitzfräse

Die Horizontaldränagen werden innerhalb der Baugrube parallel zueinander eingefräst. Die Abstände der Dränagen zueinander liegen, je nach den hydrogeologischen Gegebenheiten zwischen 6 m und 10 m. Um eine ausreichende Absenkung des Grundwassers unter das geplante Gründungsniveau zu erreichen, werden die Dränagen in einem Niveau zwischen etwa 1,5 m und 2,5 m unter der Gründungssohle verlegt.

Die im Baugrund eingebrachten Dränagen werden einseitig verschlossen. Das zweite Dränageende tritt am Baugrubenrand aus und wird an eine Vakuumpumpe bzw., im Falle höherer Durchlässigkeiten des Baugrundes, an eine Kolbenpumpe angeschlossen. Je Pumpe kann ein etwa 50 – 60 m langer Dränagestrang entwässert werden. Im Falle größerer Baugrubengeometrien sind zusätzliche Dränagestränge zu verlegen. Bei tiefer reichenden Absenkungsmaßnahmen ist auch eine Tiefenstaffelung der Dränagen möglich.

Zur Verfüllung des Schlitzes kann bei rolligem, schlufffreiem Baugrund das Fräsgut selbst verwendet werden. Bei bindigem Baugrund bzw. sandig-schluffigen Wechselagerungen, wie sie für Geschiebemergel-Hochflächen typisch sind, ist der Schlitz mit ausreichend durchlässigem Material (z.B. Kiessand) zu verfüllen.

### **3. Eingesetzte Berechnungsverfahren**

Zur Ermittlung realistischer Förderraten wurden von der IGU Günther & Lippick GbR bestehende Berechnungsverfahren nach DUPUIT-THIEM an die hydrogeologischen Randbedingungen des Berliner Urstromtales angepaßt. Weitere Verfahren z.B. nach CHAPMANN und DAVIDENKOFF konnten dahingegen im Berliner Urstromtal in der Praxis nicht überzeugen.

Der Einfluss der Mächtigkeit des Grundwasserleiters sowie des Abstandes der Dränagen zu einem tiefer liegenden Grundwasserstauer (= Unvollkommenheit der Dränagen) auf die prognostizierte Förderrate wird hierbei nach dem Typkurven-Verfahren von BREITENÖDER ermittelt.

Zur Ermittlung der Reichweite des aus der Grundwasserentnahme resultierenden Absenktrichters werden verschiedene Berechnungsverfahren nach SICHARDT, WEBER und KUSSAKIN herangezogen, die für den Berliner Raum zuverlässige Ergebnisse liefern.

Grundvoraussetzung für eine hinreichend genaue Ermittlung der Fördermengen ist die genaue Kenntnis der baugrund- und hydrogeologischen Randbedingungen (geologischer Aufbau, Durchlässigkeitsbeiwerte  $K$ , positive oder negative Randbedingungen wie zusätzliche Infiltration durch ein offenes Gewässer oder die laterale Begrenzung des Grundwasserleiters). Diese müssen vor den durchzuführenden Berechnungen durch ausreichende Gelände- und Laboruntersuchungen sowie durch Auswertung entsprechender Kartenunterlagen ermittelt werden.

### **4. Vergleich der Horizontaldränagen mit Vertikalbrunnen**

Der wesentliche Vorteil der Horizontaldränagen gegenüber vertikalen Brunnenanlagen (Schwerkraftbrunnen, Vakuumbrunnen) besteht in der aufgrund der geringeren Einbautiefe und gleichmäßigeren Anordnung der Dränagen deutlich verminderten Fördermenge bei gleichem Absenkziel (Abb. 2, 3).

Hinzu kommt, dass die Dränagen bei genauer Kenntnis der geologischen Gegebenheiten gezielt in geringer durchlässige Bodenschichten verlegt werden können. Erfahrungsgemäß reduziert sich die anfallende Wassermenge gegenüber den herkömmlichen Grundwasserentnahmeverfahren je nach geologischen Randbedingungen um etwa 20 – 40 %.

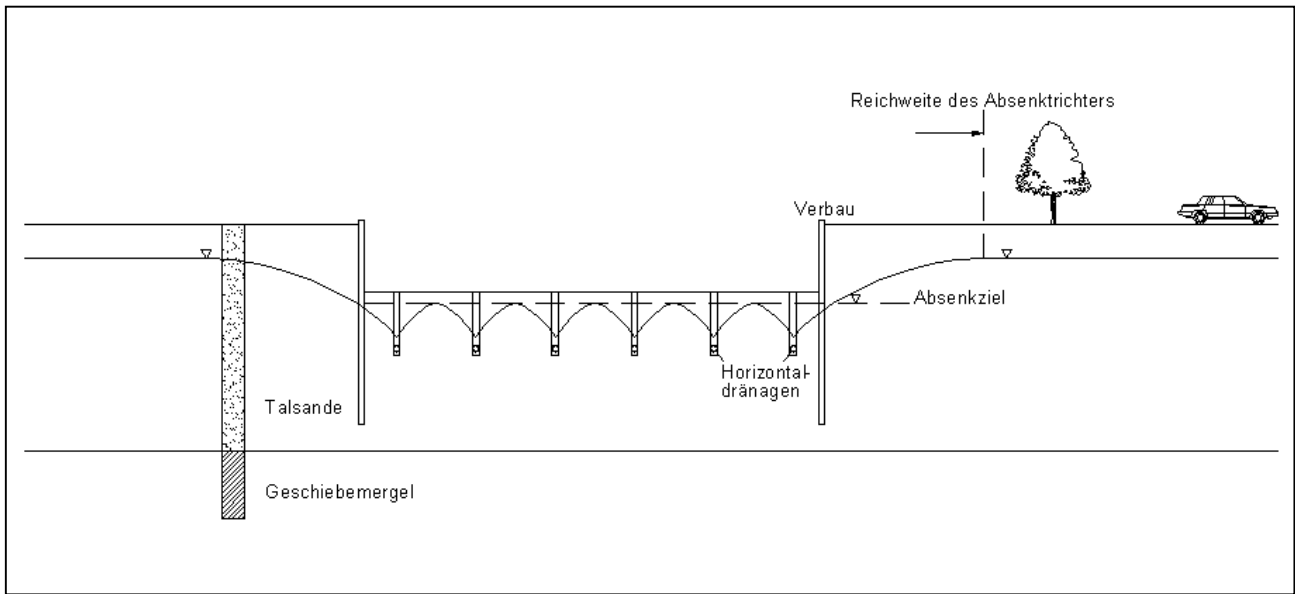


Abb. 2: Absenkung des Grundwasserspiegels über Horizontadränagen mit reduzierter Reichweite des Absenktrichters

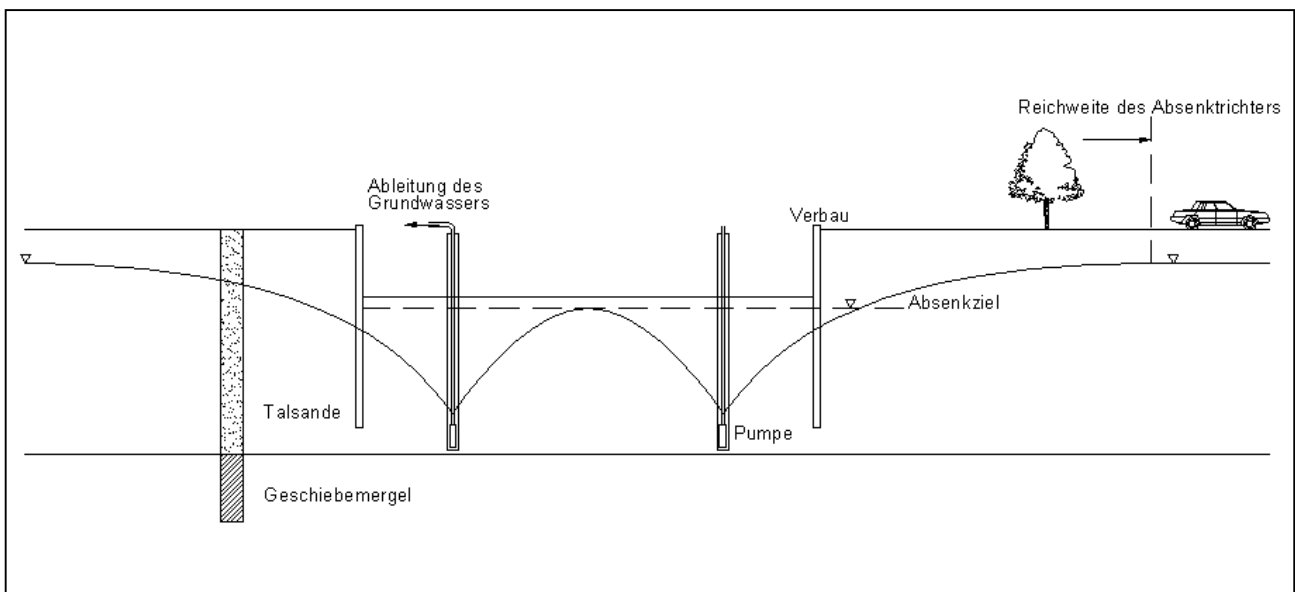


Abb. 3: Absenkung des Grundwasserspiegels über Tiefbrunnen mit größerer Reichweite des Absenktrichters und erhöhten Fördermengen

Infolge der gleichmäßigeren Absenkung und der geringeren Fördermenge stellt sich außerhalb der Baugrube ein wesentlich kleinerer Absenktrichter ein. Dieser Sachverhalt bietet den zusätzlichen Vorteil, dass die umliegende Nachbarbebauung weniger von den Wasserhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird und somit auch Beweissicherungsmaßnahmen geringeren Umfangs erforderlich werden. Weiterhin werden etwaige, in der Umgebung vorhandene Grundwasserkontaminationen in geringerem Ausmaß verfrachtet.

Da die Horizontaldränagen unterhalb der Gründungssohle verlaufen und am Baugrubenrand an die Pumpen angeschlossen werden, entfallen die Kosten für den Einbau von Brunnentöpfen in der Bodenplatte, wie sie meistens im Falle einer Nutzung von Brunnenanlagen erforderlich werden.

## **5. Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten der Horizontaldränagen / Hinweise zur Ausführung**

Da die Horizontaldränagen je nach Aufgabenstellung bis in größere Tiefen verlegt werden müssen, weisen die Schlitzfräsen aufgrund der erforderlichen Geräteabmessung einen relativ hohen Platzbedarf auf. Vor allem im Bereich der Dränageenden benötigen die Geräte ein etwa 10 m breites Areal zum Ansatz und zum Wenden. Demzufolge ist der Einsatz von Schlitzfräsen vornehmlich im Bereich größerer, freistehender Baugruben zu empfehlen. Im Bereich von Lückenbebauungen kommen die Geräte hingegen nur untergeordnet zum Einsatz.

Beim Einfräsen der Dränagen treten beim Anfahren des Gerätes sowie insbesondere bei etwaigen Hindernissen im Baugrund dynamische Einwirkungen auf, die vor allem bei sandigen Böden zu kleinräumigen Setzungen im cm-Bereich führen können. Diesbezüglich wird empfohlen, dass die Schlitzfräse die Dränagen senkrecht zu etwaigen Baugrubenverbauten einfräht bzw. ein Mindestabstand von 3 m – 4 m zum Verbau bzw. zu den Grundstücksgrenzen eingehalten wird.

Im Falle einer Gründung des geplanten Bauwerkes über eine tragende Bodenplatte können die Horizontaldränagen ohne zusätzliche Maßnahmen eingefräst werden. Eine Erhöhung der Bewehrung der Bodenplatte im Bereich der Frässtrecken ist nicht erforderlich. Im Falle einer geplanten Gründung über Einzel- und Streifenfundamente wird demgegenüber empfohlen, dass die Dränagen außerhalb des Lastabstrahlungs-

winkels eingefräst werden. Weiterhin sollten die Schlitzgräben zur Erhöhung der Tragfähigkeit mit einem Filterkies verfüllt werden.

Die am Grabbaum angebrachte Grabkette weist eine relativ hohe Empfindlichkeit gegenüber Baugrundhindernissen auf. Aus diesem Grunde sollten oberflächennah anstehendes Auffüllungsmaterial sowie Fundamentreste der Altbebauung vor dem Einfräsen vollständig entfernt werden. Alternativ können die Hindernisse im Bereich der geplanten Frässtrecken ausgehoben und die Aushubgräben mit sandigem Material verfüllt werden.

## **6. Anwendungsbeispiel**

Im Rahmen des geplanten Neubaus der Bundesverwaltung der Vereinten Dienstleistungsgewerkschaft ver.di in Berlin-Mitte mußte das anstehende Grundwasser auf einer Grundfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> um etwa 2,3 m, im Bereich der Tiefteile um etwa 3,0 m abgesenkt werden.

Infolge der hohen Durchlässigkeit der anstehenden Talsande des Berliner Urstromtales von etwa  $1 - 2 \times 10^{-3}$  m/s und der zusätzlichen Infiltration durch die nahe gelegene Spree wurde auf Empfehlung der IGU Günther & Lippick GbR eine Grundwasserabsenkung über eingefräste Horizontaldränagen durchgeführt. Für die Entscheidung sprach auch das Vorhandensein einer potentiellen Grundwasserkontamination in der weiteren Umgebung, deren Verfrachtung infolge der Wasserhaltungsmaßnahmen unbedingt vermieden werden mußte.

Zum Einsatz kamen 21 Horizontaldränagen DN 100, die nach Entfernung der Auffüllung etwa 2,5 m unter dem Gründungsniveau, in einer Schicht schwach grobsandiger Mittelsande eingefräst wurden. Die Dränagestränge wiesen Einzellängen zwischen etwa 50 m und 55 m auf. Jeder Strang wurde an eine Kolbenpumpe angeschlossen (Abb. 4, 5). Da das geplante Gebäude über Einzel- und Streifenfundamente gegründet wurde, wurden die Dränagen außerhalb des Lastabstrahlungsbereiches eingefräst und mit Kies verfüllt.

Zur Kontrolle des Absenktrichters sowie möglicher Verfrachtungen einer Grundwasserkontamination wurden außerhalb der Baugrube 6 Grundwassermeßstellen eingerichtet, die mit automatischen Meßeinrichtungen (Datenlogger) bestückt wurden (Abb. 6).

Die Wasserhaltungsmaßnahmen wurden über einen Zeitraum von 60 Tagen durchgeführt. Das geförderte Grundwasser wurde mittels zweier Druckrohrleitungen in die etwa 25 m nordöstlich des Bauvorhabens verlaufende Spree eingeleitet.



Abb. 4: Einfräsen der Horizontaldränagen mit der Schlitzfräse

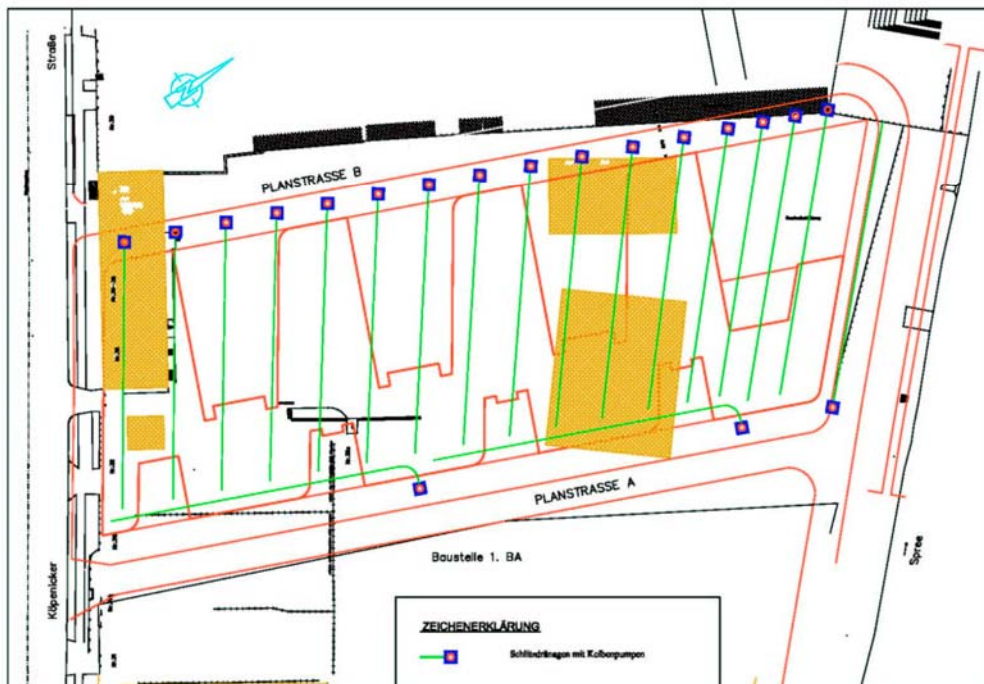


Abb. 5: Anordnung der Horizontaldränagen und der angeschlossenen Kolbenpumpen



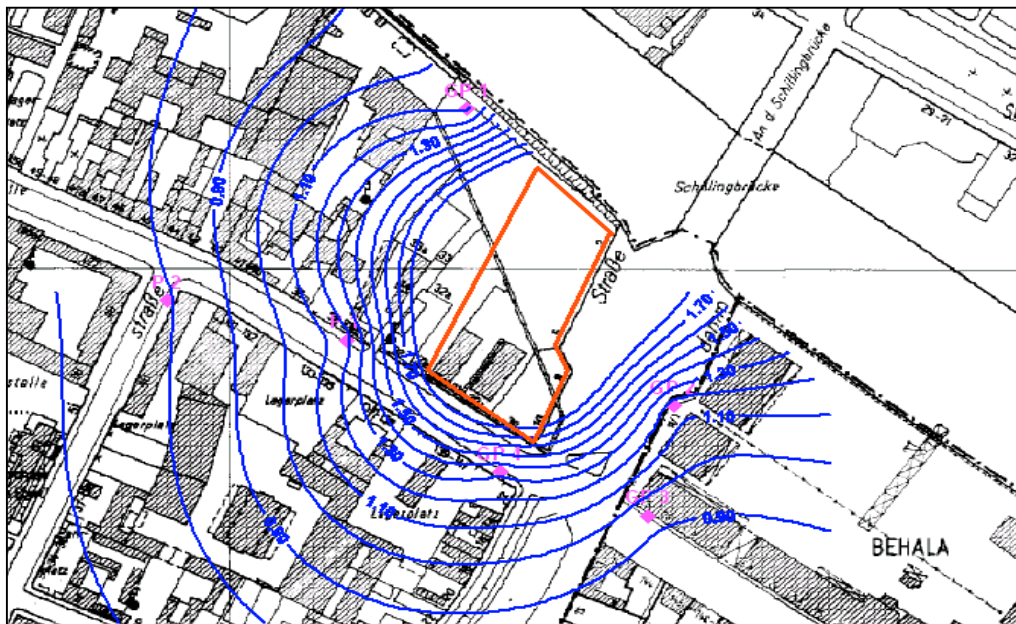


Abb. 6: Isolinien-Verlauf des Absenktrichters infolge der Grundwasserabsenkungsmaßnahmen

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden vor Beginn der Baumaßnahme mögliche Grundwasserabsenkungsmaßnahmen mittels Tiefbrunnen den Horizontaldränagen gegenübergestellt. Bei den hydrogeologischen Berechnungen wurden der zusätzliche Einfluss der Spree sowie die Zunahme der Korngröße und somit der Durchlässigkeit des anstehenden Baugrundes mit zunehmender Tiefe berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die Ergebnisse der vorab durchgeführten hydrogeologischen Berechnungen mit den tatsächlich entnommenen Grundwasserentnahmemengen verglichen. Weiterhin werden die Reichweiten der prognostizierten Absenktrichter und des tatsächlich mittels Datenloggern erfaßten Absenktrichters angegeben.

	Wasserentnahme Q (60 Tage)	Absenktradius (0,8 m Restabsenkung)
Horizontaldräns (prognostiziert)	630.000 m <sup>3</sup>	170 m
Tiefbrunnen (prognostiziert)	885.000 m <sup>3</sup>	250 m
Horizontaldräns (gemessen)	591.700 m <sup>3</sup>	160 m

Tab. 1: Prognostizierte und gemessene Wasserentnahmemengen sowie Reichweiten des Absenktrichters in Abhängigkeit vom Wasserhaltungsverfahren

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass bei den Dränagen, aufgrund der gleichmäßigeren Absenkung sowie deren Einbindung in die gering durchlässigeren Mittelsande, deutlich geringere Entnahmemengen anfallen als bei den Tiefbrunnen. Ebenso weist der Absenktrichter eine signifikant geringere Reichweite auf.

Die bezüglich den Horizontaldränagen prognostizierten Entnahmemengen und die Reichweite des Absenktrichters stimmen gut mit den tatsächlich gemessenen Werten überein. Ähnliche genaue Ergebnisse wurden bereits bei einer Vielzahl von der IGU Günther & Lippick GbR betreuten Grundwasserabsenkungen erzielt. Beispielhaft sei der Neubau der Landesvertretung von Nordrhein-Westfalen in Berlin-Tiergarten, der Neubau der Botschaft der Vereinigten Arabischen Emirate in Berlin-Tiergarten sowie der Neubau eines Gesundheits- und Wellnesszentrums mit 5 Teilbaugruben auf dem Gelände der ehemaligen Schultheiss-Brauerei in Berlin-Spandau genannt.

Aus den gewonnenen Meßdaten und registrierten Fördermengen läßt sich ableiten, dass die zugrunde gelegten Kennwerte und die für den Berliner Raum modifizierten hydrogeologischen Berechnungsverfahren zutreffen und hinreichend genaue Ergebnisse liefern.

### **Ansprechpartner**

Für weitergehende Fragen zu Grundwasserabsenkungsmaßnahmen über eingefräste Horizontaldränagen stehen wir Ihnen unter folgender Anschrift gerne zur Verfügung:

IGU Günther & Lippick GbR  
Herr Diplom-Geologe J. Günther  
Friedrich-Wilhelm-Platz 13  
12161 Berlin

Tel.: 030/857 57 43-0  
Fax: 030/857 57 43-9  
email: [igu-berlin@freenet.de](mailto:igu-berlin@freenet.de)  
Internet: [www.igu-berlin.de](http://www.igu-berlin.de)