

DESY-Notiz A 2. 56
Hamburg, den 17. Febr. 1960
M 6 - Co Ge

**BERICHT ÜBER DIE AUFSCHLIESSUNGSBOHRUNG
FÜR DIE WASSERVERSORGUNG DER DESY-ANLAGEN**

- 1.) **Versuchsordnung und Ausbau des Brunnens B 1. 1 im
1. Grundwasserhorizont**
- 2.) **Ausspiegelungs- und Pumpversuch im Brunnen B 1. 1**
- 3.) **Versuchsordnung und Ausbau des Brunnens B 1. 2 im
2. Grundwasserhorizont**
- 4.) **Ausspiegelungs- und Pumpversuch im Brunnen B 1. 2**
- 5.) **Kritik der Meßmethoden**
- 6.) **Lage der Brunnen**
- 7.) **Ausbautiefe der Brunnen**
- 8.) **Brunnenpumpe**

1.) VERSUCHSANORDNUNG UND AUSBAU DES BRUNNENS B 1.1 IM 1. GRUNDWASSERHORIZONT

- 1.1 Die Brunnenbohrung wurde im Januar 1959 an der Nordgrenze des DESY-Geländes 30 m östlich der bereits vorhandenen Pegelbohrung D 19 niedergebracht.
- 1.2 In der Umgebung der Hauptbohrung wurden gleichzeitig 6 Pegel auf 3 um 120° verdrehten Radien angeordnet wie die Skizze Nr 645/10.3 zeigt. Die Brunnenbaufirma bohrte ausserdem einen Betriebsbrunnen in 2 m Entfernung vom Hauptbrunnen, da die Pegelbrunnen zur Wasserförderung nicht geeignet waren. Aus ihm wurde mit einer Tauchmotorpumpe das Spülwasser für die Bohrarbeit gefördert. Die 6 Pegel sollten die Ausmessung der Absenkungskurve ermöglichen, sie sind zum Teil mit 4"-, zum Teil mit 2"-Rohren und Filtern von 2 m Länge ausgestattet und reichen bis in 30 m Tiefe.
- 1.3 Die Hauptbohrung stiess bei 36,5 m auf eine Mergelschicht. Hier wurde die Bohrarbeit unterbrochen und ein Filter von 200 mm \varnothing , 0,8 mm Schlitzweite und 10 m Länge mit einfacher Kiesschüttung (Körnung 1-2 mm) eingebracht.
- 1.4 Das geförderte Wasser wurde in ca. 200 m Entfernung in ein offenes Becken geleitet, durch dessen Boden es versickern sollte. Da die Schluckfähigkeit dieses Beckens jedoch nicht ausreichte, wurde ein 2. Becken angelegt. Bei über $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Förderung fassten beide Becken das Wasser nicht. Das war teilweise auf ein Verschlammen der Beckensohle durch abgespülte Lehme und Humusschichten vom Beckenrand zurückzuführen. Die Becken hatten eine Bodenfläche von $180 - 200 \text{ m}^2$ und liessen eine Wassermenge von $20 - 25 \text{ m}^3/\text{h}$ versickern.

2.) AUSSPIEGELUNGS- UND PUMPVERSUCH BRUNNEN 1.1

2.1 Der Ruhewasserspiegel wurde bei 17,56 m unter Gelände angetroffen. Der Pumpversuch wurde mit steigender Fördermenge (60 - 87 cbm pro Stunde) über 4 Tage (102,5 Std.) durchgeführt, bis der Brunnenpegel bei konstanter Förderung von 87 m³/h mehrere Stunden stehen blieb. Die Wasserspiegelbewegungen konnten in allen Brunnen ausser Pegel 3 einwandfrei ermittelt und aufgezeichnet werden. Hieraus lassen sich die Absenkungskurven für jeden Zeitpunkt recht gut festlegen.

2.2 Aus den Absenkungskurven ergibt sich eine Durchlässigkeit

$$k = \frac{Q \cdot \ln R/r}{(H^2 - h^2)} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Radius des Absenkungstrichters $R = 32 \text{ m}$

Brunnenradius $r = 0,25 \text{ m}$

Ruhewasserspiegelhöhe $H = 19,94 \text{ m}$

Brunnenwasserspiegelhöhe $h = 14,7 \text{ m}$

k ist die Durchlässigkeit einer Filterschicht in m³/s. Bei $k = 1 \text{ m/s}$ strömt 1 m³/s durch ein Filter der Fläche 1 m² und der Dicke 1 m. Die Druckdifferenz ist 1 m Ws auf 1 m Dicke der Filterschicht. Die Durchlässigkeit gibt ein Mass für den Porenraum des Bodens.

2.3 Die spezifische Ergiebigkeit eines Brunnens ist die Fördermenge in m³/h bei 1 m Absenkung des Brunnenwasserspiegels. Für den Brunnen 1.1 ergeben sich folgende Werte der spezifischen Ergiebigkeit.

$q_m = 14 \text{ m}^3/\text{hm}$	bei	$60 \text{ m}^3/\text{h}$
13,3 "	"	65 "
14,4 "	"	87 "

2.4 Ein Ausspiegelungsversuch wurde auf Wunsch von Prof. Jelinek durchgeführt. Es handelt sich dabei um einen negativen Pumpversuch. Der Brunnen wird mit Wasser aufgefüllt und das Fallen des Wasserspiegels gemessen. Die Wasserspiegelhöhe über der Zeit aufgetragen gibt ebenso wie die Absenkungskurve des Pumpversuchs Aufschluss über die Durchlässigkeit des Bodens. Der Verlauf der Ausspiegelungskurve

ist im beiliegenden Diagramm aufgezeichnet. Zur Durchführung des Ausspiegelungsversuches wurde ein Behälter aus dem Betriebsbrunnen mit ca. 2 m^3 Wasser gefüllt. Nach Ausgleich des Grundwasserspiegels wurde der Behälter in den Brunnen entleert. Die Wasserspiegeländerung wurde mit einem Pegelschreiber registriert. Aus dieser Kurve ergibt sich eine Durchlässigkeit $k = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

3.) VERSUCHSANORDNUNG UND AUSBAU BRUNNEN 1.2

- 3.1 Nach dem Ziehen des Versuchsfilters im 1. Horizont wurde die Bohrung durch die Mergelschicht getrieben, die sich als nur 2,3 m mächtig erwies und die Baustelle auf Saugbohren umgebaut. Die darunter angetroffene Sandschicht enthält sehr feinen Sand und einen mit der Tiefe zunehmenden Anteil an Schluff. Es war also mit einer geringeren Ergiebigkeit des Bodens zu rechnen. Bei 85 m wurde eine Tonschicht angetroffen. Nach dem Gutachten des Geologischen Landesamtes sollte sie eine Stärke von ca. 100 m haben. Um Gewissheit zu erhalten, dass es sich um diese Schicht und nicht nur um eine kleine Tonlinsc handelt, wurde die Bohrung bis 102 m fortgesetzt.
- 3.2 Die Bohrung, die unterhalb der Verrohrung (mit Bohrrohren 521 mm \varnothing bis 40 m Tiefe) auf 800 mm erweitert worden ist, musste bis 75 m mit Kies verfüllt werden. Zwischen 40 und 75 m ist ein 35 m langes Cu-Schlitzbrückenfilter mit 200 mm \varnothing eingebaut worden. Das Filter ist von einem Cu-Drahtsieb mit 300 mm \varnothing konzentrisch umgeben, das eine grobe Kiesfüllung (2 - 3 mm) enthält. Das restliche Volumen der Bohrung wurde mit feinem Kies (0,5 - 1 mm) verfüllt. Dieser zweischichtige Aufbau des Sandfilters musste vorgenommen werden, um den sehr feinen Sanden des Bodens den Zutritt zum Brunnen zu verwehren. Pegelbohrungen standen in diesem Horizont nicht zur Verfügung. Die Versickerung erfolgte durch die gleichen Becken wie bei dem Pumpversuch im oberen Horizont.

4.) AUSSPIEGELUNGS- UND PUMPVERSUCH BRUNNEN 1.2

4.1 Nach dem endgültigen Ausbau dieses Brunnens, der als Kühlwasserversorgungsbrunnen genutzt werden soll, wurde ein Pumpversuch von 116,5 Std. Dauer durchgeführt. Die Temperatur des Wassers, die im oberen Horizont $9,8^{\circ}\text{C}$ betragen hatte, lag hier bei $10,2^{\circ}\text{C}$. Der Ruhewasserspiegel wurde bei 17,73 m angetroffen; das bedeutet einen gespannten Grundwasserträger mit ähnlichen Druckniveau wie im ersten Horizont und lässt auf eine Verbindung beider Horizonte schliessen. Der Pumpversuch ergab - wie erwartet - eine geringere spezifische Ergiebigkeit als im ersten Horizont. Bei einer Absenkung von 15,5 m liessen sich nur $50\text{ m}^3/\text{h}$ Wasser fördern. Das ergibt eine mittlere spezifische Ergiebigkeit von $q_m = 3,2\text{ m}^3/\text{hm}$. Da keine Pegelbohrungen zur Verfügung standen, konnte die Absenkungskurve nur grob abgeschätzt werden. Nimmt man den Radius des Absenkungstrichters mit $R = 30\text{ m}$ an, so ergibt sich

$$k = \frac{Q \cdot \ln R/r}{(H^2 - h^2)} = \frac{50 \cdot 4,32}{3,600 \cdot 1,545 \cdot 10^5} = 1,207 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

4.2 Der Ausspiegelungsversuch wurde im Anschluss an den Pumpversuch durchgeführt. Der Brunnen wurde durch Entleerung der Pumpleitung in denselben aufgefüllt. Das Fallen des Pegels wurde mit einem Pegelschreiber verfolgt, der seinen Zeitvorschub von Hand erhielt. Der Ruhewasserspiegel wurde erst nach 20 Std. erreicht. Eine sehr gute Abdichtung des Brunnenrohres in der Mergelschicht konnte dadurch nachgewiesen werden, dass die Pegel im oberen Horizont fast keine Veränderung zeigten, während im unteren Horizont Pump- und Ausspiegelungsversuch durchgeführt wurden.

5.) KRITIK DER MESSMETHODEN

- 5.1 Die Genauigkeit der Messungen leidet zunächst darunter, dass die Ausgangshöhen nicht genau bestimmt waren. Ursache hierfür war teils die Eile, in der die Pegel gesetzt werden mussten, teils die sehr ungünstige Wetterlage. Eine genaue Vermessung der Pegel ist nachträglich durchgeführt worden. Die Messwerte wurden nach den Vermessungsdaten korrigiert.
- 5.2 Die Pegelschreiber liefern bei Seillängen von 18 m und mehr nur auf 4" Pegeln mit einem Schwimmerdurchmesser von 90 mm befriedigende Ergebnisse, da die Stellkräfte beim 2" Pegel (Schwimmer 40 mm \varnothing) erst bei mehreren cm Abweichung grösser werden als die Reibungskräfte des Messsystems. Eine Eichung der Pegelschreiber ist nur nach Abbau des Schreibers und Ziehen des Schwimmers einwandfrei möglich; sie wird mit einer Brunnenpfeife vorgenommen. Im Betriebsbrunnen selbst sind die Wasserspiegelbewegungen im allgemeinen so schnell, dass der Pegelschreiber nicht einwandfrei zu folgen vermag. Diese Schwierigkeit liesse sich nur dadurch beheben, dass man das Pegelschreiberrohr an seinem unteren Ende mit einer Drosselstelle versieht, die allerdings durch Schmutz oder Korrosion zugesetzt werden kann.
- 5.3 Die Brunnenpfeife gibt recht genaue Messungen, die allerdings so viel Zeit erfordern, dass bei grösserer Messdichte eine Arbeitskraft allein mit den Messungen ausgelastet ist.
- 5.4 Fehler in den Messungen traten auch durch schiefstehende Pegelrohre ein. Erstens wird die Reibung des Schwimmers vergrössert, zweitens ist die Lage des Pegels im Wasserspiegel von der Erdoberfläche aus nicht genau zu bestimmen. Der Pegel 5 z. B. steht schief auf den Brunnen zu, so dass er unten nur etwa 18 m vom Brunnen entfernt ist, während er oben 20 m Abstand hat.
- 5.5 Die messtechnische Erfassung bezog sich fast ausschliesslich auf den ersten Horizont. Über die Verhältnisse im zweiten Horizont geben nur der Ausspiegelungsversuch und die Differenz zwischen Ruhe- und Betriebswasserspiegel beim Pumpversuch Auskunft.

- 5.6 Der Pegel 3 versagte immer wieder durch Aussetzen des Uhrwerkes für den Zeitvorschub seinen Dienst, so dass keine brauchbaren Werte zu erhalten waren.

6.) LAGE DER BRUNNEN

- 6.1 Die Lage des ersten Brunnens wurde an der Nordseite des DESY-Geländes gewählt, weil der nächste Brunnennachbar, die Firma Reemtsma im Süden an das DESY-Gebiet grenzt.
- 6.2 Die Lage weiterer Brunnen wird durch folgende Gesichtspunkte bestimmt:
- 1.) Mindestentfernung zu eigenen Brunnen
 - 2.) Lage zu Nachbarbrunnen
 - 3.) Lage zur Versickerungsstelle
 - 4.) Richtung des Grundwasserstromes
- 6.2.1 Leider liegen keine Messungen über die Form des Absenkungstrichters im zweiten Horizont vor. Man kann nur vermuten, dass der Trichter wegen der feineren Sande kleiner und steiler ist als im oberen Horizont, wo der Durchmesser etwa 70 m beträgt. Eine Entfernung von 100 m zwischen zwei Brunnen dürfte genügen.
- 6.2.2 Am besten geeignet, weil am weitesten von Reemtsma entfernt, sind die Lagen an der Nordgrenze, in der Nordwestecke oder in der Nordostecke des Geländes.
- 6.2.3 Die Versickerungsstelle liegt wegen des Gefälles am günstigsten im Nordosten, wegen grobkörniger Sande am günstigsten im Süden.
- 6.2.4 Die Lage des Grundwasserstromes kann bisher nur für den ersten Horizont aus dem Gutachten des Geologischen Landesamtes und aus den Aufschliessungsbohrungen entnommen werden, auf denen der Bericht in diesem Punkt fusst. Die Höhenangaben dieser Messungen sind von begrenzter Genauigkeit.
Für den unteren Horizont fehlen alle Unterlagen zur Bestimmung des Grundwasserstromes.

7.) AUSBAUTIEFE DER BRUNNEN

Der erste Kühlwasserversorgungsbrunnen wurde im zweiten Horizont ausgebaut, obwohl die angetroffenen Sande - wie erwartet - sehr viel feiner sind als im ersten Horizont. Der Grund für den Ausbau im unteren Horizont wurde bereits in der DESY-Notiz A 2.39 angegeben. Das ablaufende Kühlwasser soll durch Versickerungsbecken dem oberen Horizont wieder zugeführt werden. Hierbei besteht die Gefahr einer Erwärmung des Grundwassers. Für die Kühlung des Synchrotron-Magneten und anderer Einrichtungen wird jedoch Wasser von niedriger Temperatur benötigt. Die Versickerung in dem ersten und die Entnahme aus dem zweiten Horizont sollen sicherstellen, dass eine Vermischung des Brunnenwassers mit Versickerungswasser nicht oder nur auf langen Wegen erfolgt.

Falls ein genügend langer Zeitraum zwischen der Versickerung und der erneuten Förderung des Wassers liegen genügt es, die Kalorienbilanz des Sickerwassers im Jahresdurchschnitt auszugleichen. Diesen Ausgleich kann dadurch erreicht werden, dass das Kühlwasser im Winter sehr langsam in grossflächigen Becken versickert, verregnet oder vor der Versickerung über einen Kühlturm geschickt wird.

Brunnen im zweiten Horizont haben eine grössere Wasserspiegelhöhe über Oberkante Filter zur Verfügung (der Ruhewasserspiegel in beiden Horizonten ist gleich) und können daher mit grösserer Absenkung arbeiten als Brunnen im ersten Horizont.

Brunnen im ersten Horizont fördern bei geringer Absenkung mehr und mit geringeren Anlage- und Förderkosten als tiefere Brunnen. Sie sind jedoch gegen ein Absinken des Wasserspiegels im Laufe der Zeit empfindlich. Hierzu kommt der Versickerungsgesichtspunkt.

Die günstigen Ergebnisse des ersten Pumpversuchs legen jedoch den Gedanken nahe, wenigstens ein^{en} Brunnen im ersten Horizont auszubauen. Die Grundwassererwärmung wird sich in den ersten Jahren kaum bemerkbar machen. Der Brunnen sollte bald niedergebracht und mit einem Filter grossen Durchmessers und nicht zu grosser Höhe versehen werden, damit die Pumpe bei fallendem Wasserspiegel nicht trocken läuft.

8) DIE BRUNNENPUMPE

Im Juli 1959 wurde eine Pleuger-Unterwasserpumpe in den Brunnen eingebaut (s. Zeichnung Nr. 645/7.1). Die Pumpe hängt an ihrer Druckleitung aus Bohrrohren 133 mm \varnothing bis in das Filteraufsatzrohr hinein. Das Motorkabel ist mit Gummischellen am Pumpendruckrohr befestigt. Neben dem Pumpendruckrohr wurde ein Strang verzinkte 4"-Gasrohre mit aussen ballig abgedrehten Muffen heruntergeführt. Dieses Rohr dient zur Führung des Schwimmers eines Pegelschreibers.

Leistungsdaten der Pleuger-Unterwasserpumpe

Type H 93/VII Nr. 101 319

<u>Pumpe</u>	<u>Unterwassermotor</u>	
7-stufige Kreiselpumpe	380 Volt	50 Hz
Fördermenge 1000 l/min	25,8 kW	
Förderdruck 100 m WS	54 A	
	n = 2900.U/min	

Anlagen:

Gutachten Dr. Niedermeyer

Gutachten Dr. Nöthlich

Zeichnungen

Pegelhöhen Brunnen 1.1 645/8.2

Pegelhöhen Brunnen 1.2 645/9.4

Absenkungskurven Brunnen 1.1 645/10.3

Ausspiegelungsversuch " 1.1 645/11.4

" " 1.2 645/12.3

Tiefbrunnen I und Bodenschichten 645/7.2

Pegelstandsmessung D1 und D9 M 7/B-8-3

Cornelius

(Cornelius)

GUTACHTEN

über die Möglichkeit einer Eigen-
wasserversorgung für das DESY-Projekt

in Hamburg-Bahrenfeld

mit 2 Anlagen

1.) Einleitung:

Im Auftrag des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY) sollen in dem nachfolgenden Gutachten die Möglichkeiten einer Eigenwasserversorgung aus dem Grundwasser für das betreffende Objekt untersucht und aufgezeigt werden.

Benötigt werden etwa $300 \text{ m}^3/\text{h}$ Wasser. Der grösste Teil davon soll als Kühlwasser benutzt werden, ein kleinerer Teil als Kesselspeisewasser. Das Wasser soll möglichst kühl sein (Kühlbereich $25 - 15^\circ \text{ C}$), die Anforderungen an die chemische Reinheit des Kühlwassers sind nicht sehr hoch, dagegen soll das Kesselspeisewasser möglichst rein und weich sein.

Ferner sollen Vorschläge über eine mögliche Versickerung des bis auf 30° C ablaufenden Kühlwassers gemacht werden, da das städtische Siel diese Wassermenge nicht aufnehmen kann.

2.) Die hydrogeologischen Verhältnisse in diesem Gebiet sind folgende:

Am Aufbau des tieferen Untergrundes sind Lockergesteine (sandige und tonige Schichten) des Pleistozäns (eiszeitliche Ablagerungen) bis etwa 60 m Tiefe und des oberen Tertiärs (Miozän-Stufe) beteiligt. In diesen Horizonten kann hier praktisch bis in eine Tiefe von etwa 350 m Grundwasser erschlossen werden. Das Gelände liegt an der Westflanke des bis in Oberflächennähe aufragenden Salzstockes von Bahrenfeld, dessen Salzgesteine das Grundwasser beeinflussen.

Die voraussichtliche Schichtenfolge ist auf Anlage 1 dargestellt. Danach kommen bis zu einer Tiefe von rund 400 m vier Grundwasserhorizonte vor:

Der 1. Grundwasserhorizont liegt in den pleistozänen Sanden, die auch von den Untersuchungsbohrungen für das DESY-Projekt erbohrt wurden. Die Basis dieser pleistozänen Serie wird von Geschiebemergel gebildet, der aber nicht überall vorhanden sein muss. Die Mächtigkeit dieser Pleistozän-sande beträgt ca. 50 m. Der Grundwasserspiegel wurde zwischen + 14 und + 16 m NN angetroffen. Im Norden und Westen des Geländes steht er am höchsten (vergl. Anlage 2).

Der 2. Grundwasserhorizont wird von feinen bis sehr feinen tertiären Sanden gebildet und wird ca. 30 m mächtig. In den Gebieten, in denen der wasserstauende Geschiebemergel zwischen 1. und 2. Grundwasserstockwerk fehlt, ist ein einheitlicher Grundwasserhorizont vorhanden. Die Druckunterschiede in diesen Horizonten sind nicht wesentlich verschieden voneinander.

Den 3. Grundwasserhorizont stellen die Oberen Braunkohlensande des Tertiärs (Mittelmiozän) dar, mit einer Mächtigkeit von ca. 90 m. Über ihnen liegen über 100 m praktisch wasserundurchlässige Glimmertone. Eingelagerte Tonbänke und dünne Braunkohlenflözchen sind für diese Sandschichten bezeichnend. Das in diesen Sanden vorkommende Grundwasser kann mitunter durch Huminstoffe etwas bräunlich gefärbt sein.

Der 4. Grundwasserhorizont liegt in den Unteren Braunkohlensanden des Untermiozäns. Er wird nach oben von 20 - 40 m mächtigen fetten Tonen abgeschirmt. In diesem Horizont können mindestens 80 m für die Grundwassererschliessung genutzt werden. Bei dem 3. und 4. Grundwasserstockwerk handelt es sich um Druckwasserhorizonte. Beim Anbohren steigt das Wasser bis über NN an.

3.) Die Eigenschaften des Grundwassers sind in den einzelnen Grundwasserleitschichten naturgemäss unterschiedlich.

Die Temperatur des Grundwassers nimmt nach unten mit der geothermischen Tiefenstufe zu. Dies wirkt sich etwa so aus, dass im 1. und 2. Grundwasserstockwerk ein Wasser mit 10-12° C erschlossen werden kann, im 3. und 4. Horizont jedoch ein wesentlich wärmeres Wasser mit 17-19° C.

Art und Menge der chemischen Beimengungen lässt sich beim Grundwasser nie mit Sicherheit voraussagen. In den benachbarten Brunnen der Zigarettenfabrik Reemtsma werden die beiden oberen Grundwasserhorizonte genutzt. Hier wurden in dem Wasser des letzten, 1955 bis 95 m Tiefe gebohrten Brunnens, 0,8 mg/l Eisen, nur Spuren von Mangan und 13 mg/l Chloride festgestellt, bei einer Gesamthärte von 7,8° d. H., davon 6,7° Karbonathärte. Der pH-Wert lag bei 6,8°, d. h. das Wasser reagiert schwach sauer (freie CO₂). Für die hiesigen Verhältnisse muss dieses Wasser als sehr gut bezeichnet werden. Mit ähnlichen Verhältnissen im Grundwasser der oberen Horizonte kann auch im DESY-Gelände gerechnet werden.

Das Wasser in den Oberen Braunkohlensanden (3. Horizont) kann - wie bereits erwähnt - eine mehr oder weniger grosse Beimengung von Huminstoffen besitzen. Der Eisengehalt ist meist gering, normalerweise auch die Sulfat- und Chloridgehalte.

Aus den Unteren Braunkohlensanden (4. Horizont) werden in Hamburg durch zahlreiche öffentliche und private Bohrbrunnen grosse Wassermengen gefördert. Hinsichtlich Quantität und Qualität ist dieser Grundwasserhorizont in grossen Teilen Hamburgs der günstigste.

Im DESY-Gelände liegen die Verhältnisse indessen weniger günstig. Erstens lagern die Braunkohlensande hier recht tief, so dass eine Bohrung über 350 m tief werden müsste und zweitens muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass das Grundwasser in diesen Bereichen bereits versalzen ist. Das Gelände des DESY liegt nämlich an der Westflanke eines grossen Salzstockes, der sich zwischen Altona, Bahrenfeld und Langenfelde erstreckt. Mehrere Bohrungen in diesem Raum haben bereits in Tiefen zwischen 70 und 200 m das Salz erreicht.

Die nächste dieser Salzbohrungen liegt etwa 1 km vom DESY-Gelände entfernt. Da die genaue Abgrenzung des Salzstockes infolge der Bebauung durch geophysikalische Methoden nicht möglich ist, muss damit gerechnet werden, dass die Westflanke des Salzstockes in unmittelbarer Nähe liegt.

4.) Diskussion der Möglichkeiten einer Grundwassererschliessung für DESY

Folgende Gegebenheiten müssen berücksichtigt werden.

- a) Nach Art der Geologischen Situation und Ausbildung der Grundwasserleiter, kann die Wassermenge von $300 \text{ m}^3/\text{h}$ aus nur einem Brunnen nicht gefördert werden.
- b) Ein Bohrbrunnen grosser Dimension ($\approx 800 \text{ mm } \phi$) mit 30 und mehr m Filterlänge in den beiden oberen Grundwasserhorizonten wird bei 5 m Absenkung voraussichtlich $60 - 70 \text{ m}^3/\text{h}$ fördern können. Es kommt nur eine gemeinsame Nutzung beider Horizonte in Betracht.
- c) Aus den Oberen Braunkohlensanden (3. Horizont) können mittels eines Brunnens moderner Bauart kaum mehr als $100 \text{ m}^3/\text{h}$ gefördert werden.
- d) Die erschliessbare Grundwassermenge aus den Unteren Braunkohlensanden ist grösser, sie mag zwischen 100 und über $200 \text{ m}^3/\text{h}$ liegen, je nach der vorhandenen Körnung der Sande, die örtlich wechseln kann.
- e) Mit einer unter Umständen starken Versalzung des 3. und besonders 4. Horizontes muss gerechnet werden. Jede Bohrung stellt unterhalb 200 m ein Risiko dar.

In Anbetracht dieser Gegebenheiten schlagen wir vor zu versuchen, die erforderliche Wassermenge dem Grundwasser der beiden oberen Horizonte zu entnehmen. Sowohl die verhältnismässig niedrige Temperatur als auch die vorhandenen Beimengungen scheinen hier günstig zu sein.

5.) Vorschläge für den Ausbau der Eigenwasserversorgung:

Aus dem bisher Gesagten ist zu entnehmen, dass die erforderliche Wassermenge von $300 \text{ m}^3/\text{h}$ nur aus mehreren Brunnen gefördert werden kann.

Aus den beiden oberen Grundwasserhorizonten können zusammen kaum mehr als $60 \text{ m}^3/\text{h}$ aus einem Brunnen gefördert werden. Bei stärkerer Entnahme wird eine zu starke Absenkung des Grundwassers erreicht, die sich sehr nachteilig auswirken kann. Dies besagt aber, dass 5 Brunnen normaler Bauart erforderlich sein werden. Zunächst sollte Brunnen Nr. 1 als Versuchsbrunnen erstellt werden. Vorzusehende Tiefe ca. 90 m . Es soll bis zur

Oberkante Glimmerton gebohrt werden. Der Ausbau des Brunnens hat sich nach den angetroffenen Sanden zu richten. Aus den Korngrössenanalysen der Sande und einem mindestens 3-tägigen gestaffelten Pumpversuch lassen sich dann Durchlässigkeit und spezifische Ergiebigkeit ermitteln. Erst danach wäre in etwa 100 m Entfernung Brunnen Nr. 2 zu erstellen. Aus dem Masse wie sich diese 2 Brunnen gegenseitig beeinflussen, wird dann der optimale Abstand der weiteren Brunnenerrechnet. Auf Anlage 2 ist die ungefähre Lage der vorgeschlagenen Brunnen eingetragen. Massgebend für diese örtliche Lage der Brunnen war einmal ein Gebiet hohen Grundwasserstandes, zum anderen eine möglichst grosse Entfernung zu den Brunnen der Fa. Reemtsma, um diese nicht zu beeinflussen.

6.) Versicherungsmöglichkeiten für das erwärmte, nicht verunreinigte Kühlwasser:

Das aus dem Grundwasser entnommene Kühlwasser soll im Untergrund versickert werden, weil diese Wassermenge von etwa $300 \text{ m}^3/\text{h}$ nicht vom städtischen Siel aufgenommen werden kann. Ausserdem ist es im Interesse des Grundwasserhaushaltes geradezu erwünscht, nicht belastete Abwässer wieder dem Entnahmegebiet zuzuführen. Die Möglichkeiten hierzu sind im DESY-Gelände verhältnismässig günstig, weil der Grundwasserspiegel hier ca. 15 m unter der Erdoberfläche liegt und die überlagernden Schichten aus wasserdurchlässigem Sand bestehen.

Die Versickerung kann durch Schluckbrunnen oder durch Sickerteiche erfolgen. Wahrscheinlich wird man letzteren den Vorzug geben, weil der Untergrund aus Sand besteht und das Gelände gross genug für die Anlage der Sickerteiche ist.

Die günstigste Stelle für die Versickerungsteiche ist in Anlage 2 eingetragen. Dieser Platz wurde deshalb gewählt, weil er eine möglichst grosse Entfernung von allen Entnahmebrunnen haben soll und ferner, weil in anderen Geländeteilen wasserstauer Geschiebelehm z. T. bis 13 m Tiefe ansteht und hier eine Oberflächenversickerung nicht möglich ist. Die Frage nach einer möglichen Aufheizung des Grundwassers durch das dem Untergrund zusickernde Kühlwasser ist nicht ohne grössere Voruntersuchungen zu beantworten.

Sie ist von mehreren, z. T. unbekanntem Faktoren abhängig. Wesentlich wäre zu wissen, mit welcher Temperatur das Kühlwasser aus der belüfteten Erdschicht eintritt. Weitere unbekanntem Faktoren sind die Fliessrichtung und Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers nach Wirksamwerden der Grundwasserabsenkung durch die zu bauenden Brunnen. Die Fliessrichtung wird eine Umkehr erfahren und die Fliessgeschwindigkeit wesentlich zunehmen. Auch der K-Wert (Durchlässigkeitsfaktor der Sande) ist nicht bekannt, er könnte geschätzt werden, wenn von den Baugrundbohrungen serienweise Korngrössenanalysen vorlägen, was aber nicht der Fall sein dürfte.

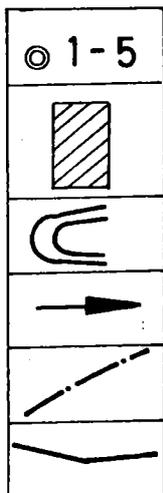
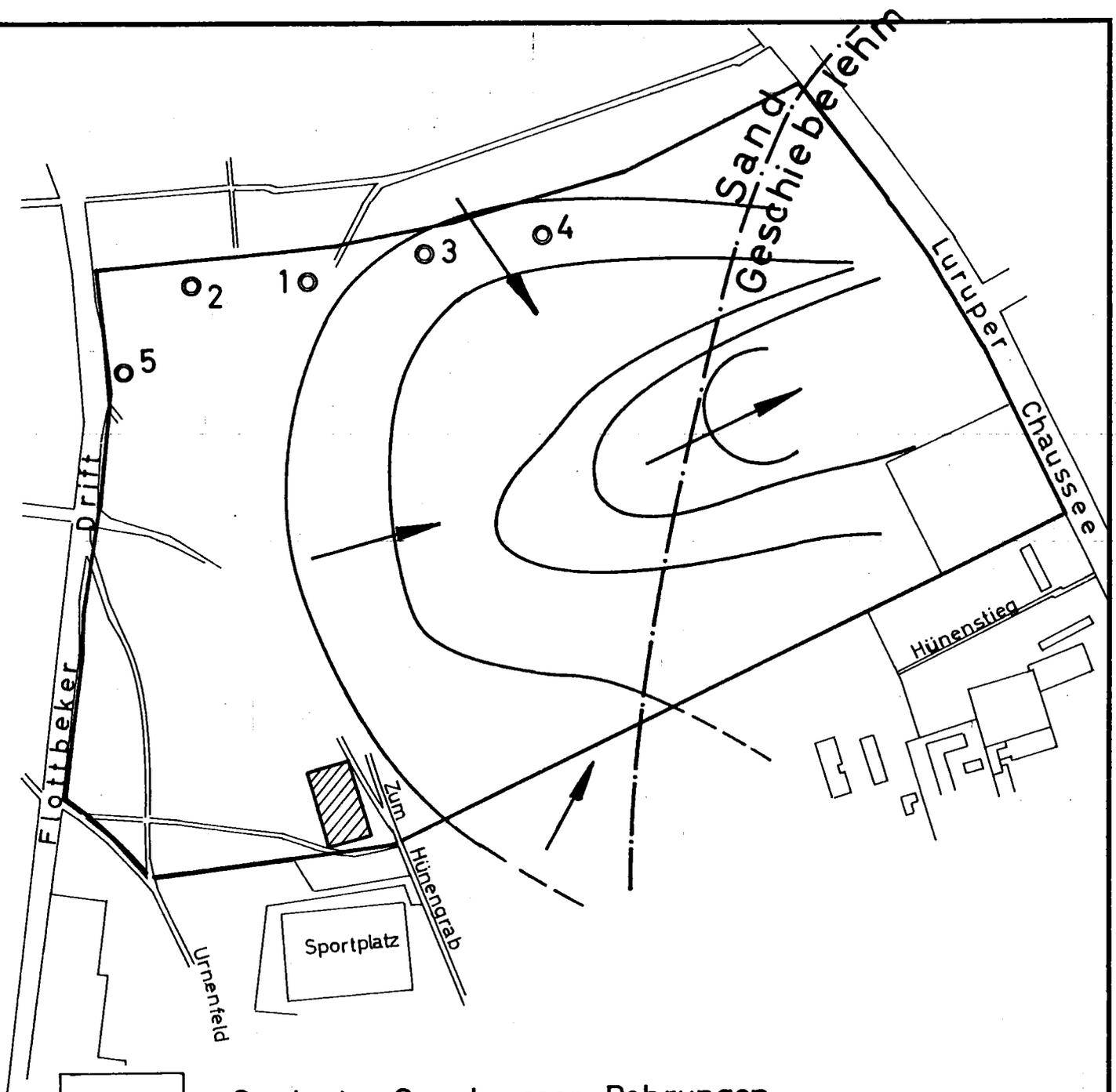
Aus rein hydrogeologischen Überlegungen heraus dürfte nach Lage der Dinge aber keine wesentliche Aufwärmung des Grundwassers im Bereich der Entnahmebrunnen eintreten, weil nur ein kleiner Teil der versickerten Wassermenge den Entnahmebrunnen zufließen wird.

7.) Zusammenfassung:

Es muss versucht werden, die benötigte Wassermenge aus mehreren Brunnen aus den oberen Grundwasserhorizonten zu fördern. Um eine Beeinflussung der bestehenden Wasserversorgungsanlagen der Firma Reemtsma möglichst klein zu halten, wird es zweckmässig sein, die Entnahmebrunnen für DESY im Norden des verfügbaren Geländes anzulegen. Der Ausbau soll in mehreren Bauabschnitten erfolgen, um die gewonnenen Erfahrungen beim Bau weiterer Brunnen verwerten zu können. Die Erschliessung von Grundwasser aus tieferen Horizonten wird hinsichtlich einer möglichen Versalzung und erhöhten Temperatur als grosses Risiko angesehen. Die Beseitigung des erwärmten Kühlwassers soll durch Versickerung in Sickerteichen in den Untergrund erfolgen. Die günstigste Lage dürfte nahe der südlichen Platzgrenze in der Nähe des Beschleunigerringes sein.

gez. Dr. J. Niedermayer

Leiter des Amtes



- 1-5 Geplante Grundwasser-Bohrungen
- ▨ " Lage der Versickerungsteiche oder Schluckbrunnen
- ∩ Linien gleichen Grundwasserstandes
- Grundwassergefälle 1958
- · - Grenze Sand / Geschiebelehm an der Oberfläche
- " des DESY - Geländes

DESY	gez.:	Datum	Name	Gruppe: M 6
	gepr.:	10.3.60	<i>[Signature]</i>	Zchg. No.: 645/13.4
	gen.:			Blatt No.:
				Ersatz für:
Maßstab: 1:5000	Hydrogeologie des DESY - Geländes			Ersetzt durch:
	(lt. Gutachten 402/58 Geol. Landesamt Hbg.)			x ausf.:
				ausgef. van:
				Auftrag No.:

Dr. Nöthlich
Hauptabteilung Wasserwirtschaft im Tiefbauamt
der Freien und Hansestadt Hamburg

Bericht über die Ergebnisse der Versuche zur
Herstellung einer Eigenwasser-Versorgung aus
dem Grundwasser auf dem Gelände des Deutschen
Elektronen-Synchrotrons in Bahrenfeld

Auf Grund eines Gutachtens des Geologischen Landesamtes Hamburg über die Möglichkeiten einer Eigenwasser-Versorgung auf dem Gelände des Deutschen Elektronen-Synchrotrons in Bahrenfeld vom 20. 8. 1958 wurde unter Berücksichtigung der Interessen des Forschungsprojektes der Bau eines Versuchsbrunnens durchgeführt. Nach Diskussion der Möglichkeiten einer Grundwasser-Erschliessung sollte festgestellt werden, ob im 1. und 2. Grundwasserhorizont nach Menge und Beschaffenheit günstige Grundwasser-Vorkommen vorhanden sind. Diese Voruntersuchungen sollen dazu dienen, dass für den Ausbau des Forschungsprojektes die erforderlichen hydrologischen Unterlagen beim Bau weiterer Brunnen vorliegen.

Auf Vorschlag des Geologischen Landesamtes wurde der erste Entnahmebrunnen im Norden des verfügbaren Geländes niedergebracht. Die Bohrarbeiten und den Ausbau führte die Brunnenbau-Firma Gebr. Lange Söhne durch, die auf Grund ihres Angebotes und ihrer Erfahrungen in der beschränkten Ausschreibung den Auftrag erhalten hatte. Es war dabei vorgesehen, den 1. und 2. Grundwasserhorizont zu erforschen und nach der Beendigung der Bohrarbeiten den brunnenbautechnischen Ausbau im 2. Grundwasserträger nach dem Leistungsverzeichnis durchzuführen, um diesen Versuchsbrunnen als vollwertige Wassergewinnungsanlage verwerten zu können.

Nach der Beendigung der Bohrarbeiten im 1. Grundwasserhorizont wurden die wasserführenden Sande ausgebaut. Der Ruhewasserspiegel lag bei 17,56 m unter Gelände. Ein Versuchsfilter wurde in einer Tiefe von 26,5 m bis 36,5 m mit Kiesummantelung zur Durchführung des Probepumpversuches eingebaut. Von seiten des DESY wurde in vorher festgelegten Abständen ein Grundwasser-

Beobachtungsnetz angelegt und mit selbstschreibenden Messgeräten versehen, um zu ermitteln, welches Ausmass der sich bildende Senkungstrichter erreichen kann. Für die Ableitung der Grundwasser-Fördermengen wurden in einer Entfernung von ca. 250 m Sickergruben ausgehoben, um festzustellen, ob eine Versickerung in den Untergrund möglich ist und wie gross die Sickergeschwindigkeit ist. Diese Untersuchungen wurden von der Technischen Abteilung DESY durchgeführt. Nach dem Entsandten der Filterstrecke, wurde stufenweise ansteigend von 60 cbm/Std. bis zu einer maximalen Leistung mit 87 cbm/Std. über einen Zeitraum von insgesamt 102 Stunden gepumpt bis ein annähernder Beharrungszustand auf Grund des Verlaufes der Ganglinien in den Kontrollbrunnen zu erkennen war.

Dieser Dauerpumpversuch aus dem 1. Grundwasser-Vorkommen ergab bei einer Förderleistung von 60 cbm/Std. eine mittlere spezifische Ergiebigkeit $q_m = 14$ cbm/Std./m, bei 65 cbm/Std. $q_m = 13,3$ cbm/Std./m und bei 87 cbm/Std. $q_m = 14,4$ cbm/Std./m. Die Leistung dieses Versuchsbrunnens ist damit bestimmt und besagt, dass bei 1 m Absenkung rd. 14 cbm/Std. Grundwasser gefördert werden kann. Da infolge der Tiefenlage des Ruhewasserspiegels (17,56 m) und entsprechend der Mächtigkeit der wasserführenden Schichten der Ausbau der Filterstrecke bei Verwendung einer Unterwasserpumpe begrenzt ist, können maximal bis zu 90 cbm/Std. Grundwasser entnommen werden.

Der besseren Übersicht wegen sind die Ergebnisse des Pumpversuches in einer Schaulinie aufgetragen worden (Abb. 1). Aus dieser sind die einzelnen Abschnitte ersichtlich. Man erkennt die Ruhelage RW, das Fallen des Betriebswasserspiegels in dem Verlauf der Ganglinie B bei den verschiedenen Förderleistungen. Die Messergebnisse des Grundwasserspiegels in der Nähe des Betriebsbrunnens werden durch die Ganglinien der Brunnen 5 und 3 veranschaulicht. Daraus ist zu ersehen, dass nur in unmittelbarer Nähe die Grundwasserstände beeinflusst werden. Aus dem Verlauf dieser Kurven muss ferner geschlossen werden, dass unter Berücksichtigung der jeweiligen Pumpzeit und der Fördermenge dem Grundwasserträger genügend Wasser zufliesst. Die ursprüngliche Wasserspiegellage wird in verhältnismässig kurzer Zeit wieder erreicht.

Die Temperatur des Grundwassers betrug im Mittel $+ 9,6^{\circ}$ C.

Die chemische Untersuchung des Rohwassers, die vom Hygienischen Institut, Abt. Wasserhygiene, durchgeführt wurde, hatte folgendes Ergebnis:

pH	6,0	Eisen	0,2 mg/l
Ammonium	0	Mangan	Spuren
Chloride	30 mg/l	Oxydierbarkeit	3 mg/l
Freie Kohlensäure	23 "	Gesamthärte	8,4° DH
kalkaggressive Kohlensäure	22 "	Karbonathärte	0,8 "
gebundene	" 7 "	Nitrit	0
		Nitrat	10 mg/l

Diese Wasserbeschaffenheit kann als günstig bezeichnet werden; ungeklärt ist der hohe Nitratgehalt im Grundwasser.

Nach dem Ziehen des Versuchsfilters wurden die Bohrarbeiten fortgesetzt und nach dem Durchteufen einer 2,3 m mächtigen Geschiebemergelschicht im 2. Grundwasserhorizont eine Endtiefe von 102 m erreicht. In den wasserführenden tonigen Feinsanden wurde auf 800 mm Durchmesser aufgebohrt, um eine ausreichende Kiesfüllung einbringen zu können. Die Filterlänge aus Kupfer-Schlitzbrückenfilter, 200 mm Durchmesser, betrug 35 m und wurde in 41 m bis 75 m Tiefe eingebaut. Das Kupferaufsatzrohr hat eine Länge von 6 m.

Der Dauerpumpversuch betrug 136 Stunden. Der Ruhewasserspiegel lag bei 17,73 m unter Gelände, war also gespannt. Die feinen bis sehr feinen wasserführenden Sande im 2. Grundwasserträger führten zu einer Absenkung des Betriebswasserspiegels von 16 m bei einer Förderleistung von 50 cbm/Std. Auch die Anwendung der Rückspülung hatte keinen wesentlichen Erfolg. Die spezifische Ergiebigkeit ist hier eine Funktion der Korngrößenverteilung der Sande und beträgt $q_m = 3,2 \text{ cbm/Std./m}$. Ein Wert, der auch beim Pumpversuch benachbarter Brunnen anderer Betriebe erreicht worden ist.

Der Verlauf der Ganglinie des Betriebswasserspiegels zeigt, abgesehen von kleineren periodischen Schwankungen, eine gewisse Stetigkeit. Die Grundwasserstände in den Kontroll-Brunnen des 1. Grundwasserhorizontes wurden nicht beeinflusst.

Die Temperatur des Rohwassers betrug + 10,1° C.

Die Grundwasserbeschaffenheit ist gegenüber der aus dem 1. Grundwasserhorizont in einzelnen chemischen Bestandteilen unterschiedlich.

ph	6,0	Eisen	1,0 mg/l
Ammonium	0 mg/l	Mangan	0 "
Chloride	16 "	Oxydierbarkeit	3 "
freie Kohlensäure	31 "	Gesamthärte	3,9° dH
kalkaggressive "	29 "	Karbonathärte	1,7 dH
gebundene "	13 "	Nitrit	0
		Nitrat	0

Der Gehalt an Eisen ist höher, die Gesamt- und Karbonathärte geringer.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass geologisch und hydrologisch die Voraussetzungen für die Wassergewinnung aus dem Grundwasser durch Brunnen gegeben sind. Die wasserführenden Sande sind aber in den beiden Grundwasserträgern unterschiedlich. Wenn auch die spezifische Ergiebigkeit im 1. Horizont rd. 14 cbm/Std./m beträgt, so ist nicht zu verkennen, dass bei der Tiefenlage des Grundwasserspiegels die Entnahme von Grundwasser im Dauerbetrieb begrenzt ist. Es muss auch damit gerechnet werden, dass der Ruhewasserspiegel Schwankungen unterworfen ist. Wie sich die geplante Einleitung von Kühlwasser in diesem Grundwasserträger auswirken wird, lässt sich vorher nicht sagen. Zu vermuten ist, dass bei Versickerung grösserer Mengen mit den Jahren eine Erhöhung der Temperatur und auch eine Änderung der chemischen Zusammensetzung eintreten kann. Im 2. Grundwasserträger sind die wasserführenden Sande sehr fein und führen dazu, dass die spezifische Ergiebigkeit nur 3,2 cbm/Std./m beträgt. Bei einer Förderleistung aus einem Brunnen von 60 cbm/Std. würde die Absenkung rd. 19 m betragen, d. h. der Betriebswasserspiegel fällt auf rd. 37 m unter Gelände.

Die Temperaturunterschiede sind in beiden Horizonten gering. Rechnet man im Mittel mit 10° C, so steht eine günstige Kühlwassertemperatur zur Verfügung.

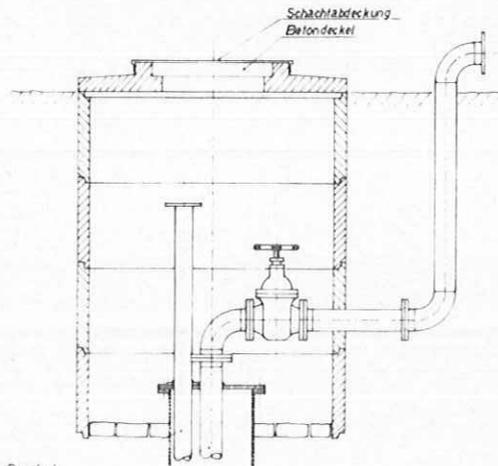
Abgesehen von dem erhöhten Gehalt an Eisen im Rohwasser des 2. Grundwasserträgers ist die Grundwasserbeschaffenheit als günstig zu bezeichnen.

Bedingt durch die angetroffenen geohydrologischen Verhältnisse auf Grund des Versuchsbrunnens auf dem Gelände des Deutschen Elektronen-Synchrotrons in Bahrenfeld und der geplanten Sicherstellung der Eigenwasser-Versorgung aus dem Grundwasser unter Berücksichtigung der Versickerung der Kühlwassermengen durch Sickerteiche oder Schluckbrunnen in den 1. Grundwasserhorizont wird vorgeschlagen, den Bedarf an Rohwasser für Kühlwasserzwecke aus Brunnen zu decken, die ihre Filter im 2. Grundwasserträger haben.

gez. Dr. Nöthlich

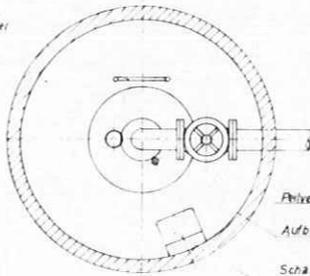
Brunnenkopf

M=1:20



Pegelrohr
Pumpenrohr

Einsteigleiter



Mantelrohr 250mm ϕ

Cu Aufsatzrohr
250mm ϕ

Plattverschraubung

Aufbohrung 800mm ϕ

Schallschutz für
Pumpenmotor

Kupfilter 200mm ϕ
Wand 3mm
Schützweite 1,5mm

Kuplerkorbe 350mm ϕ

Kiesschüttung
Körnung 2-3mm

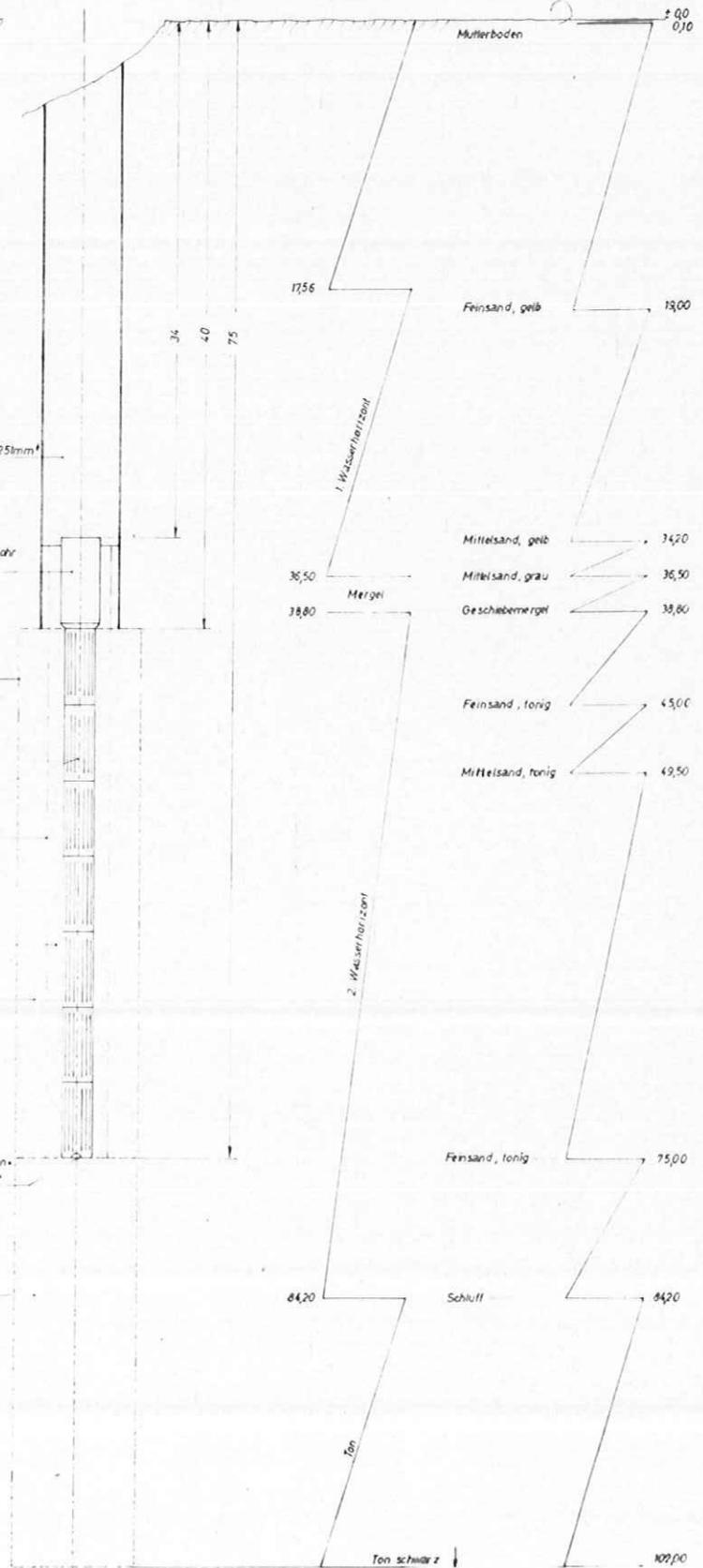
Kiesschüttung
Körnung 0,5-1mm

Filterboden mit Linksgewinde

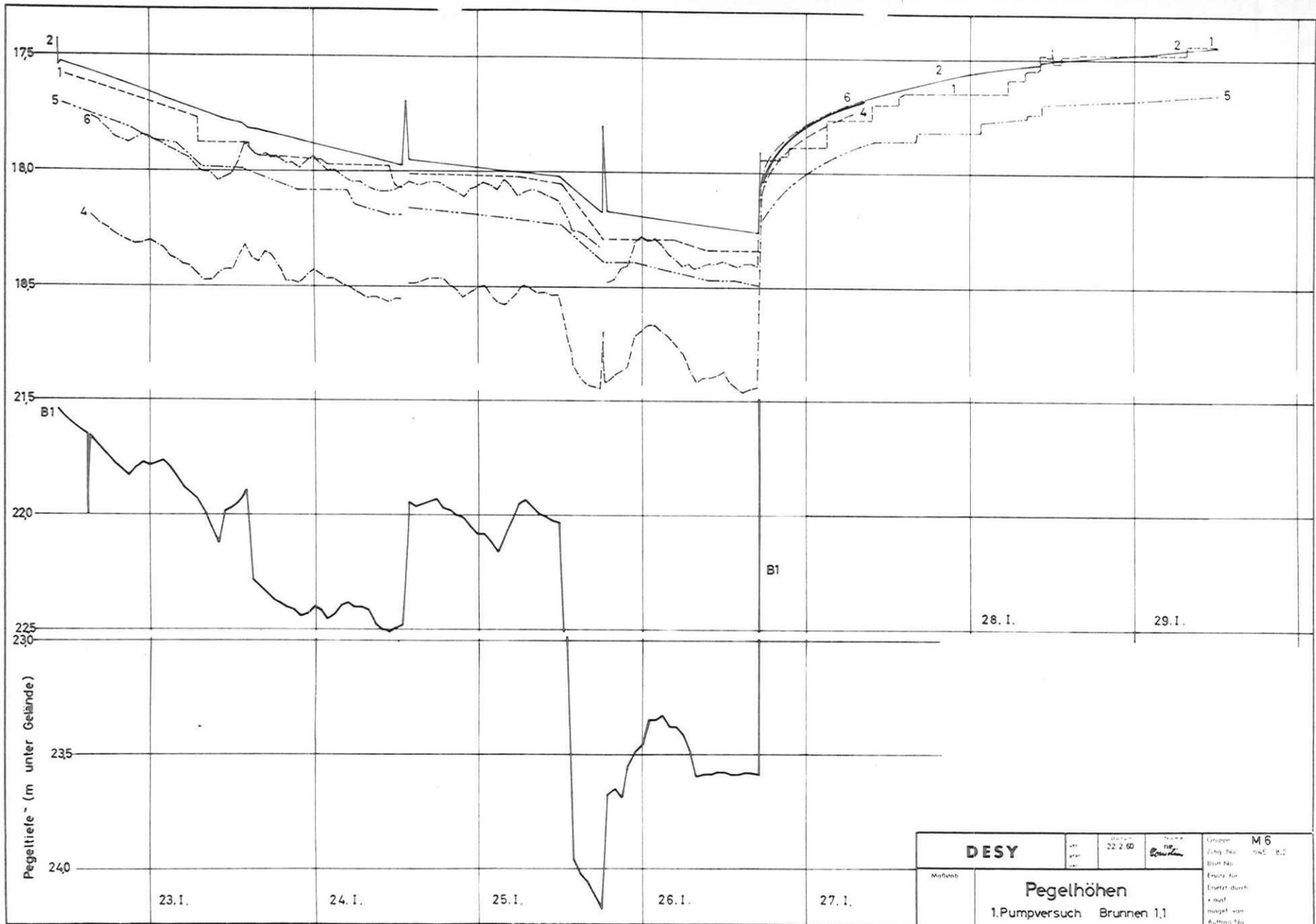
mit Kies verfüllt

Brunnen

Breite M=1:20
Länge M=1:200



DESY	1:20	1 60	Standard	645-72
	1:200			
Tiefbrunnen I mit Brunnenkopf u. Bodenschichten				



Maßstab	DESY		Blatt	22 2 60	Standort	ng Bauhof	Gruppen	M 6
	1. Pumpversuch		Brunnen 1,1		Erstellt durch		aufgestellt von	

A. F. 210 x 297 mm

17.73 m Ruhewasserspiegel

Ruhewasser- 17,64 m
spiegel

Deutsches Elektronen-Synchrotron Pegelhöhen Brunnen 1.2.

Pumpversuch vom 24. Febr. bis 1. März 1959

Zchnng Nr 645/9.4

Brunnenwasserspiegel [m unter Gelände]

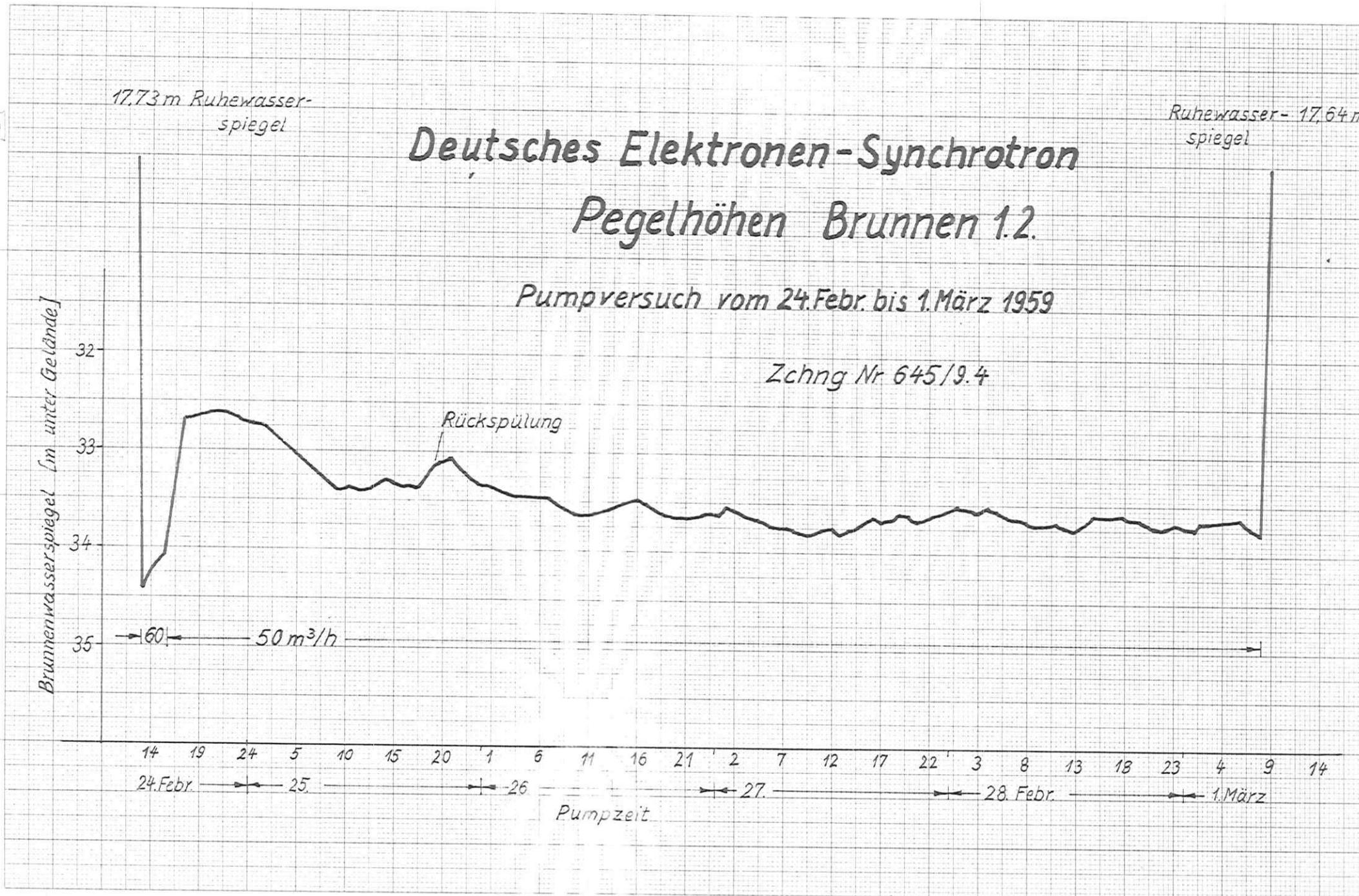
32
33
34
35

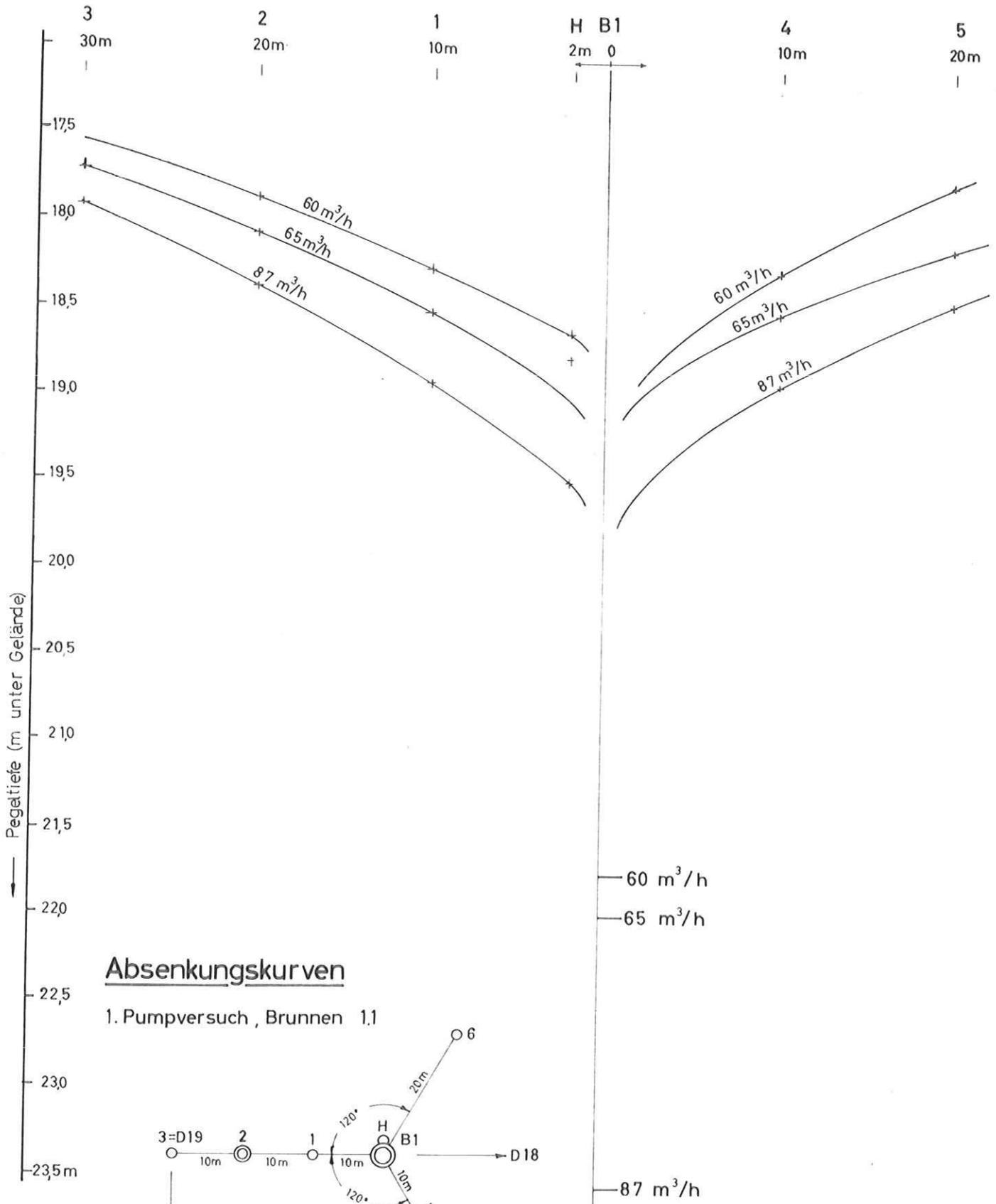
60 50 m³/h

Rückspülung

14 19 24 5 10 15 20 1 6 11 16 21 2 7 12 17 22 3 8 13 18 23 4 9 14
24. Febr. 25. 26. 27. 28. Febr. 1. März

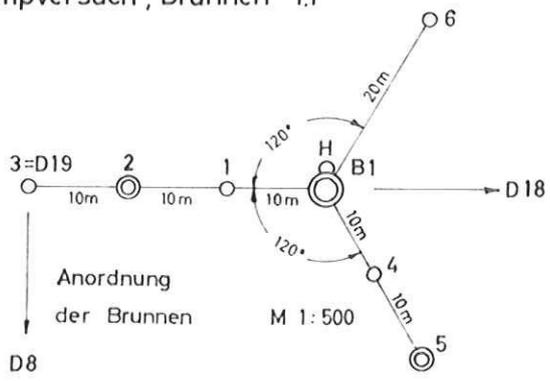
Pumpzeit





Absenkungskurven

1. Pumpversuch, Brunnen 1.1



Anordnung
der Brunnen

M 1: 500

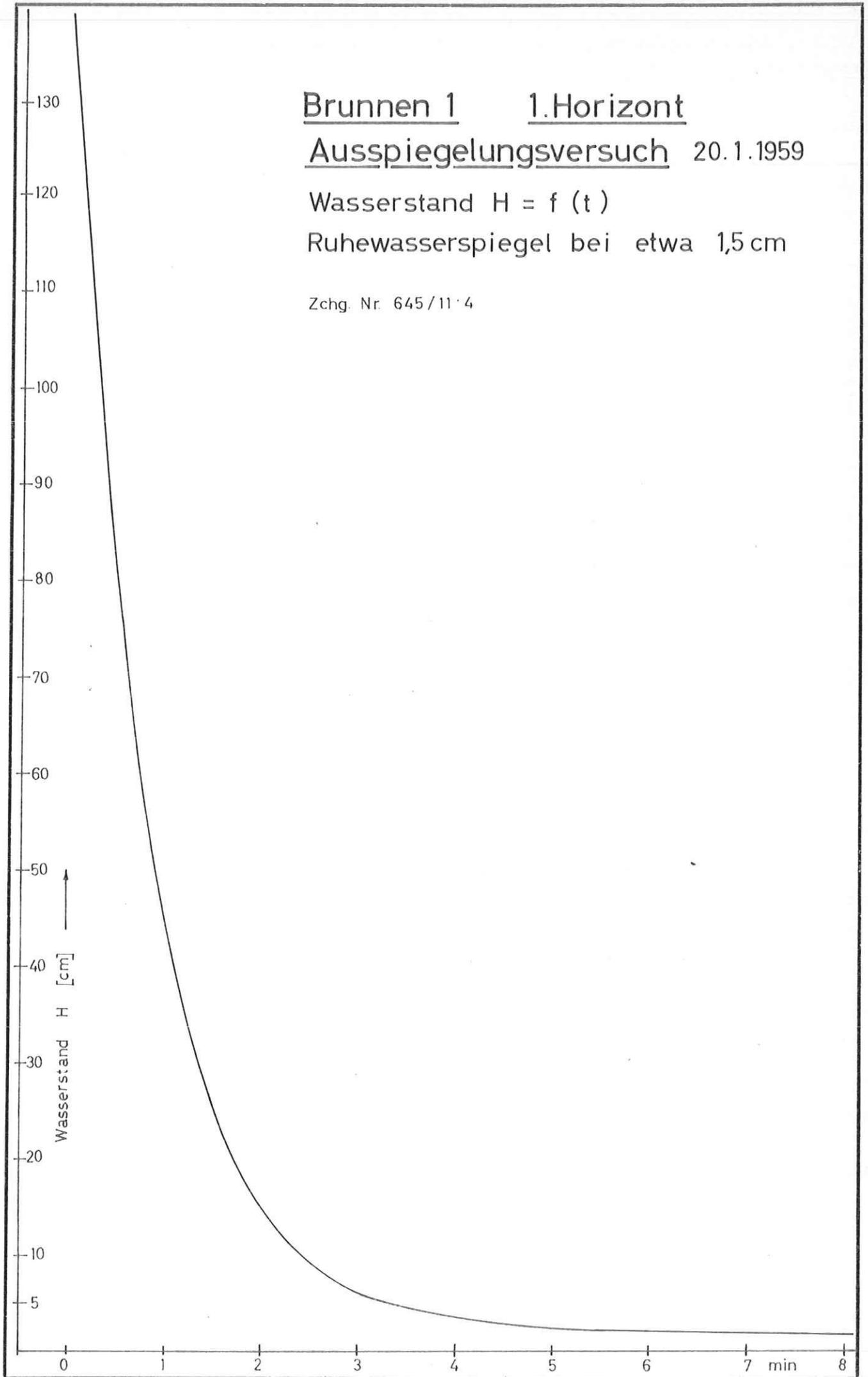
Brunnen 1 1. Horizont

Ausspiegelungsversuch 20.1.1959

Wasserstand $H = f(t)$

Ruhewasserspiegel bei etwa 1,5 cm

Zchg. Nr. 645/11·4

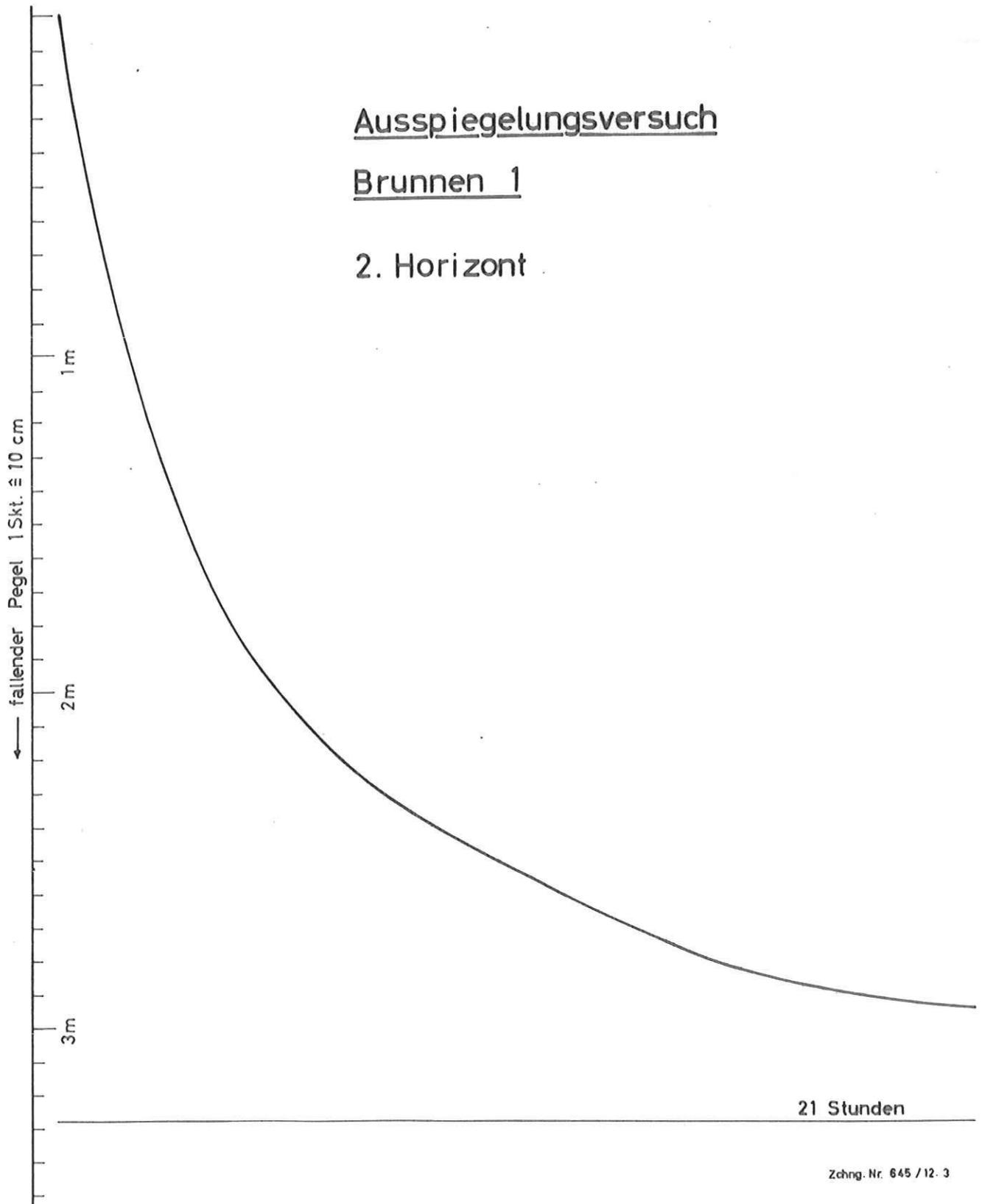


0 1 2 3 → Zeit (min) 10 15 20

Ausspiegelungsversuch

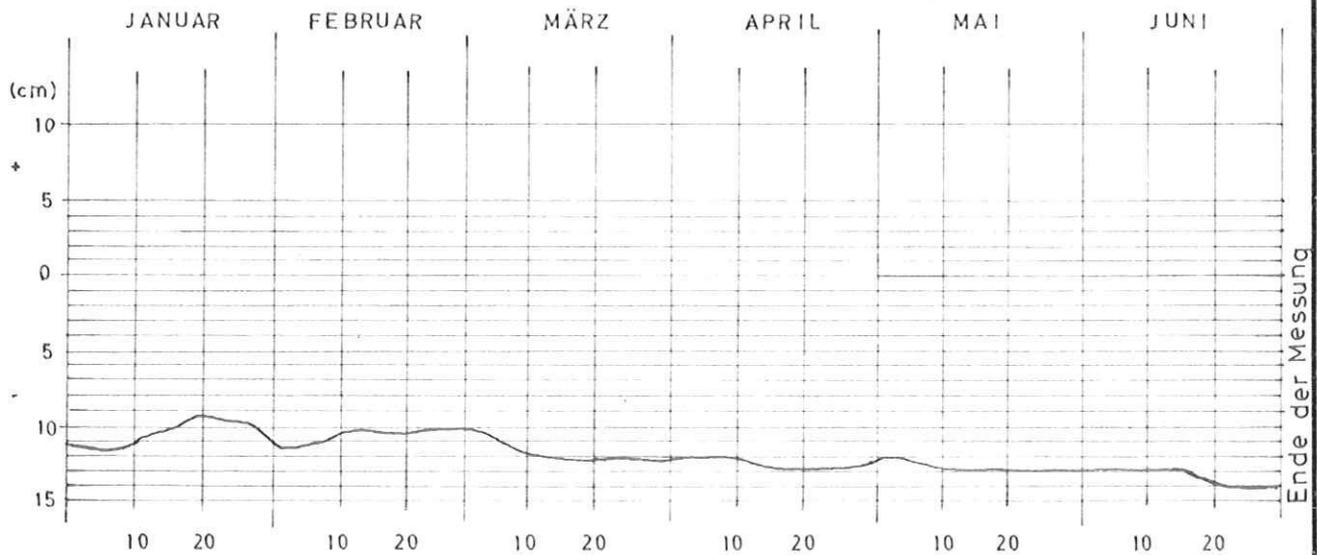
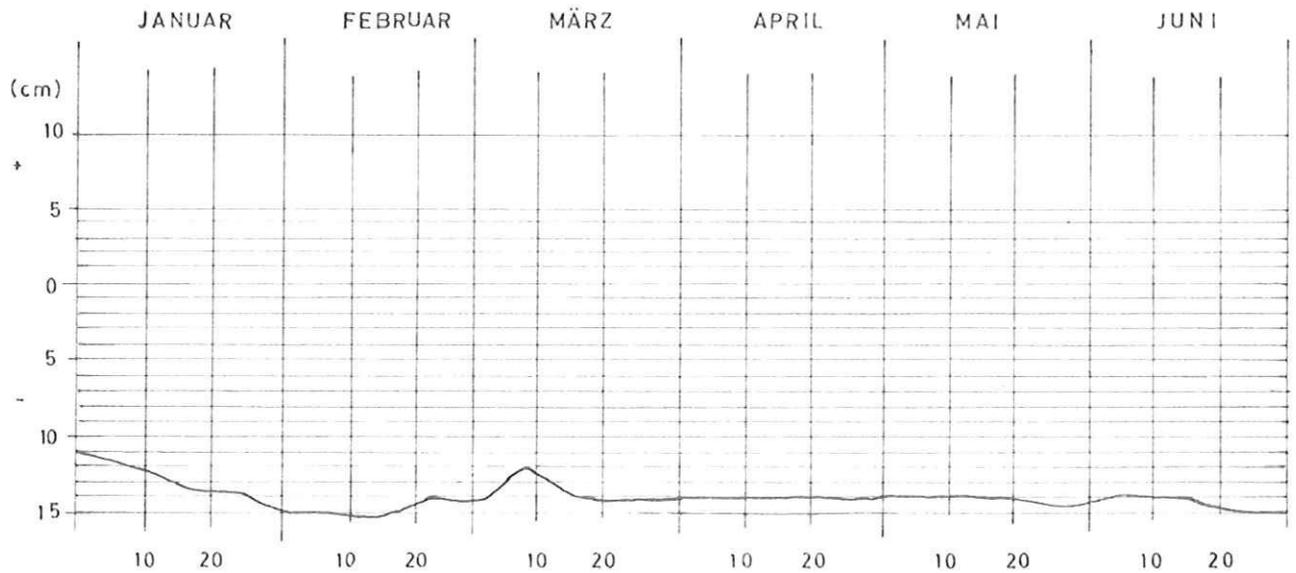
Brunnen 1

2. Horizont



Pegel 1
Bohrung: D1

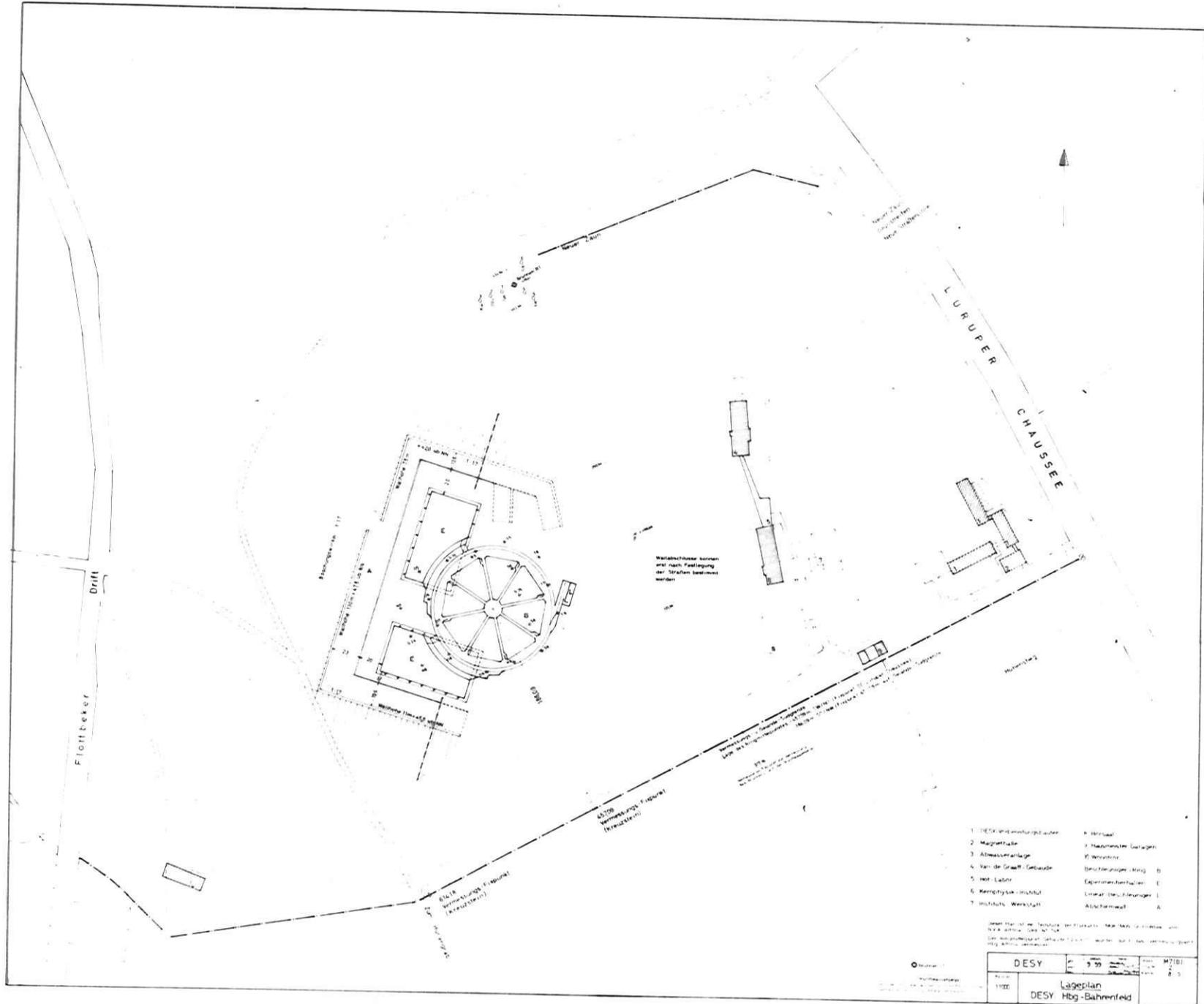
Grundw-Ansatzpkt.: 20,75 m
Bodenart: Fein-Mittelsand(to)



Pegel 2
Bohrung D9

Grundw-Ansatzpkt.: 22,15 m
Bodenart: Mittelsand

DESY	gez.:	Datum	Name	Gruppe: M7/B
	gepr.:	27.2.59	ne	Zchg. No.: 8
	gen.:		<i>(Signature)</i>	Blatt No.: 3
			<i>(Signature)</i>	Ersatz für:
Maßstab:	Pegelstandsmessung Grundwasserschwankung			Ersetzt durch:
	1959			x ausf.:
				ausgef. von:
				Auftrag No.:



- 1. DESY Mikroskopische Abteilung
- 2. Magnetische Abteilung
- 3. Abwasseranlage
- 4. Van de Graaff-Gebäude
- 5. Werk-Labor
- 6. Physikalische Institut
- 7. Institut Werkstatt
- 8. Mikroskop
- 9. Handwerker-Gebäude
- 10. Werkstatt
- 11. Dienstwagen-Hof
- 12. Experimentierhalle
- 13. Central (Dienstwagen)
- 14. Altes Parkhaus

DESY
 1:500
 Lageplan
 DESY Hbg-Bahnhof

Blatt	5/59	Blatt	M7(B)
Blatt	6/59	Blatt	8/59