

74.

326

Amt der O.Ö. Landesregierung

Abteilung Wasserbau

U.Abt. Wasserwirtschaft und Hydrographischer Dienst

**EINSATZ VON
Grundwasser-
Wärmepumpen
IN OBERÖSTERREICH**

**Ausbreitung
der Kältefront**

1. Teilbericht

6/82

O. Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. techn. Kurt Ingerle

Vorstand des Institutes für Siedlungswasserbau und
Umwelttechnik an der Universität Innsbruck

Innsbruck,
im September 1982



O. UNIV.- PROF. DIPL.- ING. DR. TECHN. KURT INGERLE

VORSTAND DES INSTITUTES FÜR SIEDLUNGSWASSERBAU AN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK - INGENIEURKONSULENT FÜR BAUWESEN

A-6020 INNSBRUCK
TECHNIKERSTRASSE 13
TELEFON (0 52 22) 816 51/320

An das
Amt der OÖ Landesregierung
z. Hd. Hrn. Dipl. Ing. G. Marek

Kärntnerstraße 12
4020 Linz

1982-09-27

EINSATZ VON GRUNDWASSERWÄRMEPUMPEN

IN OBERÖSTERREICH

AUSBREITUNG DER KÄLTEFRONT

I. TEILBERICHT

1. Veranlassung

Das Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Unterabteilung Wasserwirtschaft und Hydrographischer Dienst, gab mit Schreiben vom 4. 8. 1982, Bau 2-II-7/61-1982 den Auftrag, Untersuchungen über die Ausbreitung der Kältefront im Grundwasserkörper durch den Betrieb von Wärmepumpenanlagen durchzuführen.

2. Allgemeines

In letzter Zeit ist die Anzahl der Anträge um Zulassung von GW. Wärmepumpenanlagen stark gestiegen. Die Oberösterreichische Landesregierung, Unterabteilung Wasserwirtschaft und Hydrographischer Dienst,

hat deshalb detaillierte Untersuchungen im Raum Linz - Wels in Auftrag gegeben. Hinsichtlich der Auswirkungen von solchen Anlagen auf den Grundwasserkörpern sind aber noch einige Fragen nicht vollständig abgeklärt. Es ist deshalb sehr wichtig, in einer Modellanlage diese Fragen näher zu untersuchen.

Um möglichst klare Aussagen machen zu können, sollte die Modellanlage folgende Eigenschaften aufweisen:

- Möglichst einfache und gut bekannte geologische und hydrologische Verhältnisse
- Der Flurabstand sollte 3,0 m nicht überschreiten, um eine größere Anzahl von Beobachtungs sonden billig herstellen zu können und um den Einfluß der atmosphärischen Tempersturschwankungen studieren zu können.
- Leistungsfähige Wärmepumpen, um gut meßbare Auswirkungen zu bekommen.

In den Traunauen zwischen Linz und Wels sin sehr günstige Verhältnisse für solche Untersuchungen vorhanden: Der Schlier bildet einen ebenen, dichten Untergrund, die Grundwassermächtigkeit liegt bei 3,0 bis 5,0 m und der Flurabstand weist die ideale Größe von 2,0 bis 3,0 m auf. Der GW. Träger ist relativ homogen mit hoher Durchlässigkeit.

Voraussichtlich werden folgende Leistungen zu erbringen sein:

- Aufstellen eines Arbeitsprogrammes
- Aufsuchen einer für die Untersuchungen geeigneten Stelle zwischen Linz und Wels
- Herstellen von Schlier-, GW Spiegel- und Geländeschichtenplänen *(vorhanden!)*
- Herstellen eines Sondenplanes
- Wahl einer geeigneten Wärmepumpenanlage

- Betreuen und Messen während der Versuche gemeinsam mit dem Hydrographischen Dienst
- Auswerten der Meßergebnisse
- Ausarbeiten von Zwischenberichten
- Ausarbeitung des Endberichtes in fünffacher Ausfertigung

Da mehrere unterschiedliche Betriebsweisen untersucht werden sollen, ist mit einer Versuchsdauer von ca. 3 Jahren zu rechnen.

Die OKA hat sich bereit erklärt, sich an den Untersuchungen zu beteiligen.

Erste Überlegungen haben gezeigt, daß es sehr hohe Kosten verursacht, Wärmepumpen mit einer Leistung von 10 - 20 l/s zu installieren und zu betreiben. Viel wirtschaftlicher ist es dagegen, kaltes, reines Oberflächenwasser zur Versickerung zu bringen. Die Versuche müssen dann allerdings im Winter durchgeführt werden. Im Sommer könnte die Ausbreitung einer Wärme front durch Einbringen von warmem Oberflächenwasser studiert werden. Dies stellt eine Bereicherung des Programmes dar.

Die erste schwierige Aufgabe besteht deshalb im Finden einer geeigneten Stelle in der Nähe eines möglichst reinen Oberflächengewässers. Vorhandene Brunnenanlagen sollten nicht beeinträchtigt werden.

3. Versuchsgelände

Am 24. 9. 1982 wurden von Herrn OR. Dipl.Ing. Wehinger, Amt der Oö. Landesregierung, von Dipl.Ing. Kropf und Ing. Prokop, OKA, und von dem Berichtersteller mehrere mögliche Standorte besichtigt und schließlich ein Gebiet in Hafeld als sehr gut geeignet ausgewählt.

Das Versuchsfeld liegt ca. 800 m östlich der Mündung der Alm in die Traun und weist folgende Merkmale auf:

- Geländehöhe ca. 336,80 m ü. A.
- GW. Höhe (NMW) ca. 333,50 m ü. A.
- Schlierhöhe ca. 328,50 m ü. A.
- GW. Fließrichtung: Norden
- GW. Gefälle: 2,5 %
- Durchlässigkeit: $K_f = 0,02 \text{ m/s}$ (geschätzt)
- Stögmühlbach: Sohle: 335,00 m ü. A.
W.Sp.: 335,80 m ü. A.

Der Stögmühlbach, der unmittelbar am Versuchsfeld vorbeiführt, bezieht sein Wasser aus dem Almfluß. Die Wasserqualität kann deshalb als sehr gut bezeichnet werden. Das Bachbett ist relativ dicht. Der Wasserspiegel liegt mehr als 2,00 m über dem Grundwasserspiegel.

Bei entsprechender Situierung des Sickerbrunnens kann eine Beeinträchtigung von Hausbrunnen ausgeschlossen werden.

4. Versuchseinrichtung

Die Versuchseinrichtung besteht aus folgenden Anlageteilen:

- Sickerbrunnen mit Entnahme- und Rückspülpumpe
- Meßbehälter mit Sandfilter
- Doppelleitung vom Stögmühlbach zum Brunnen
- Sondennetz
- vorhandene Beobachtungssonden

Der Sickerbrunnen soll eine Wassermenge bis zu 20 l/s zur Versickerung bringen können. Er wird ca. 60 m vom Stögmühlbach entfernt situiert.

Das Oberflächenwasser wird dem Stögmühlbach mit einer Pumpe entnommen und in einer Pumpleitung über den Meßbehälter und Sandfilter dem Sickerbrunnen zugeführt. Um ein Verschlammen des Sickerbrunnens zu verhindern, wird dieser in gewissen Zeitabständen mit einer Pumpe, die im Brunnen fix montiert wird, rückgespült. Das Spülwasser wird in den Stögmühlbach geleitet.

Um die Wassermenge genau messen zu können, ist ein Meßbehälter mit Überfall erforderlich. In diesen kann gleich ein Sandfilter eingebaut werden, der die groben Verunreinigungen entfernt.

Die Doppelleitung vom Stögmühlbach zum Brunnen weist eine Länge von ca. 60 m auf und besteht aus zwei Leitungen ϕ 200 und ϕ 150 mm.

Mit Hilfe des Sondennetzes sollen die Temperaturen und die GW. Spiegelhöhen gemessen werden. Auch Tracerversuche zur Ermittlung der GW. Fließgeschwindigkeiten sind vorgesehen.

Schließlich werden die vier vorhandenen Sonden bzw. Hausbrunnen 32.9, 33.8, 34.1 und 35.7 in das Beobachtungsprogramm einbezogen.

5. Geologische und hydrologische Verhältnisse

Das Versuchsfeld zeichnet sich durch äußerst einfache und klare geologische und hydrologische Verhältnisse aus. Auf einem nahezu horizontalen, wasserundurchlässigen Schlier (Tertiär) lagern gut durchlässige quartäre Schotter. Die Schlier- und Grundwasserhöhen können dem Lageplan 1 : 2500 entnommen werden. Auch das Gelände ist nahezu horizontal.

Der Stögmühlbach liegt mehr als 2,00 m über dem Grundwasser. Das Bachbett dürfte relativ dicht sein.

Die Bodenkennwerte wie

- Durchlässigkeit K_f
- Speicherkoeffizient
- durchströmte Porosität
- Siebkurve

werden beim Bau des Sickerbrunnens ermittelt.

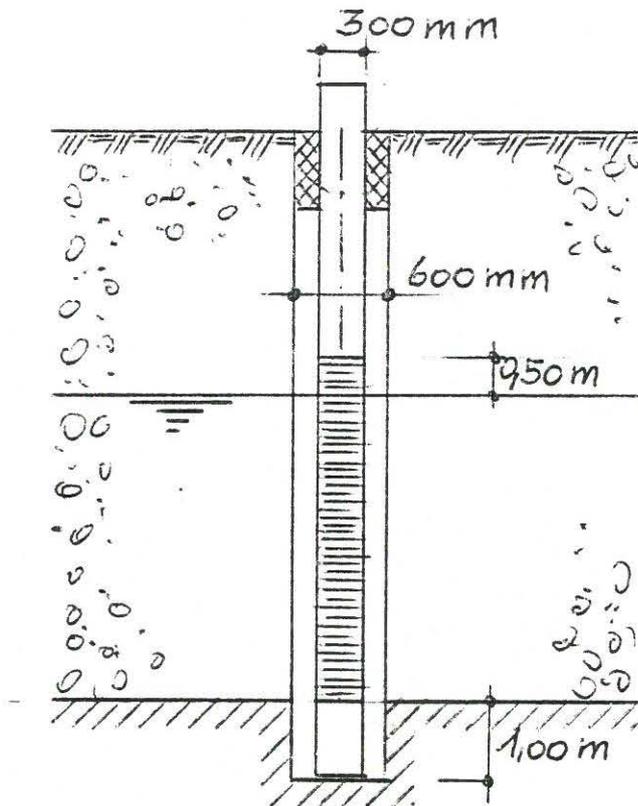
6. Sickerbrunnen

Die Berechnung eines Sickerbrunnens erfolgt auf gleiche Weise wie die eines Entnahmebrunnens. Bei Niederwasser dürfte die GW. Mächtigkeit bei 4,00 m liegen. Die Durchlässigkeit wird mit 0,02 m/s angenommen. Mit einem Bohrdurchmesser von 600 mm erhält man

$$Q = \frac{\pi K_f (H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r}} ; \quad 0,02 = \frac{\pi \cdot 0,02 (4,00^2 - h^2)}{\ln \frac{30}{0,3}}$$

$$h = 3,80 \text{ m} ; \quad \underline{S = 0,20 \text{ m}}$$

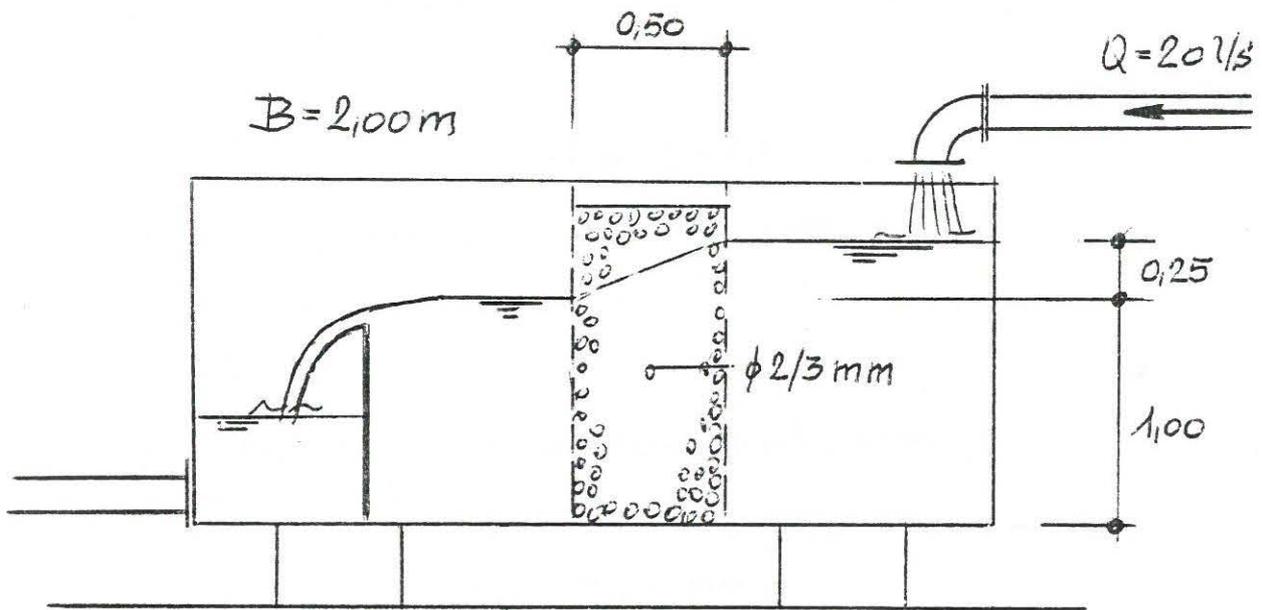
Die Verfilterung sollte einen halben Meter über dem GW. Spiegel gezogen werden. Als Mindestrohrdurchmesser wird 600 mm vorgeschlagen. Das Filterrohr sollte einen Durchmesser von 300 mm aufweisen. Zum Freipumpen des Brunnens sollte eine Pumpe mit einer Leistung von 50 l/s im Brunnen montiert werden.



Während der Bohrarbeiten sind dem GW. Körper je Meter Bohrtiefe ca. 10 l gestörte Bodenproben zu entnehmen, die für Untersuchungen im Labor benötigt werden.

Nach Fertigstellung des Sickerbrunnens und entsprechender Entsandung ist ein Pumpversuch durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt sollten allerdings die Sonden auch schon zur Verfügung stehen. Der Pumpversuch wird dann Aufschluß über die tatsächliche Durchlässigkeit des GW. Trägers geben.

7. Meßbehälter und Sandfilter



Eine Filterkieskörnung von 2/3 mm weist eine Durchlässigkeit von ca. 0,020 m/s auf. Um eine Wassermenge von 20 l/s durch den horizontal angeordneten Filter schicken zu können, braucht man bei einer durchströmten Fläche von 2,0 m² ein Gefälle von

$$Q = F \cdot K_f \cdot I; \quad 0,02 = 2,0 \cdot 0,020 \cdot I; \quad I = 0,5$$

8. Sondennetz

Der Berechnung des Sondennetzes wird ein K_f -Wert von 0,02 m/s zugrunde gelegt. Man erhält dann:

$$Q = 20 \text{ l/s}; \quad H = 4,00 \text{ m}; \quad I = 2,5 \text{ ‰}$$

$$Q = B \cdot H \cdot K_f \cdot I; \quad 0,02 = B \cdot 4,00 \cdot 0,02 \cdot 0,0025$$

$$B = 100 \text{ m}$$

Vorerst bildet sich der radiale Bereich um den Brunnen aus (durchströmte Porosität 0,2)

$$V = 35^2 \cdot \pi \cdot 4,00 \cdot 0,2 = 3080 \text{ m}^3$$

$$\frac{V}{Q} = t; \quad \frac{3080}{0,02 \cdot 86400} = 1,8 \text{ d}$$

Die Längsausbreitung des Wassers ergibt sich zu

$$\frac{X \cdot 100 \cdot 4,00 \cdot 0,2}{0,02 \cdot 86400} = 1,0 \text{ d}; \quad X = 21 \text{ m/d}$$

Die Kältefront breitet sich annähernd halb so schnell aus

$$v_w = 0,5 \cdot 21 \cong 10 \text{ m/d}$$

Einen ähnlichen Wert erhält man mit der Formel $v_{tat} = 5 \cdot K_f \cdot I = 21 \text{ m/d}$

Bei einer Versuchsdauer von 30 Tagen hat sich die Kältefront ca. 300 m ausgedehnt.

Da die Verhältnisse stark von der Durchlässigkeit abhängen, kann die endgültige Versuchsdurchführung erst nach Kenntnis des genauen K_f -wertes festgelegt werden.

Die Sonden sind so festzulegen, daß die Ausbreitung der Kältefront quer und längs der GW. Fließrichtung ermittelt werden kann. Die Lage der Sonden ist im Lageplan ersichtlich. Es sollten mindestens 10 Sonden errichtet werden.

Es sollte versucht werden, gelochte Stahlrohre ϕ 1 1/2" in den Boden zu rammen. Ob solche Rohre eingesetzt werden können, hängt von der erzielbaren Rammtiefe ab. Um größere Tiefen zu erreichen, sollten mit einfachen Bohrgeräten "Vorlöcher" mit einer Tiefe von 1,0 bis 2,0 m hergestellt werden und anschließend die Stahlrohre gerammt werden.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Übersichts- LAGEPLAN

1:25000

BASIEREND AUF DEM GRUND-
WASSERSCHICHTENPLAN (MNQ)

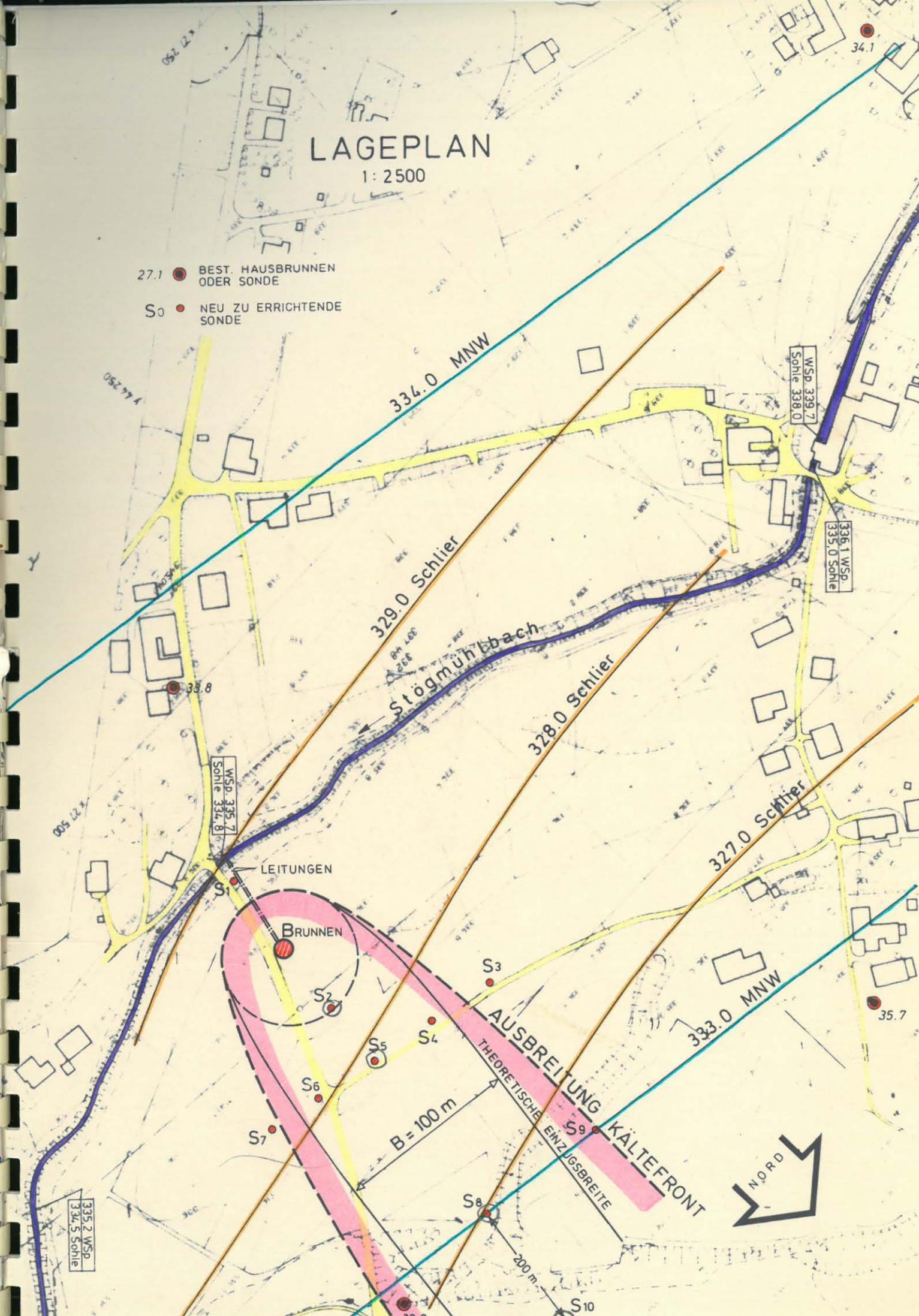


LAGEPLAN

1:2500

27.1 ● BEST. HAUSBRUNNEN
ODER SONDE

S₀ ● NEU ZU ERRICHTENDE
SONDE



WSP. 335.7
Sohle 334.8

WSP. 339.7
Sohle 338.0

336.1 WSP.
335.0 Sohle

335.2 WSP.
334.5 Sohle

LEITUNGEN

BRUNNEN

AUSBREITUNG
THEORETISCHE ENZUGSBEITE
KÄLTFRONT

B = 100 m

