©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Herbert Grubinger, Temperaturmessungen im Grundwasser bei Stixenstein im Sierningtale.

Innerhalb der hydrologischen Untersuchungsverfahren zur Bestimmung von Mächtigkeit und Fließrichtung von Grundwasserströmen wird die Temperaturmessung im allgemeinen sehr wenig als Hilfsmittel verwendet. Auch in den Lehr- und Handbüchern finden sich nur kurze Hinweise und gemittelte Zahlenwerte über Jahrestemperaturen des Grundwassers und geothermische Tiefenstufen.

In zahlreichen Fällen aber kann die Grundwassertemperatur einen sehr feinen Indikator bei speziellen Untersuchungen darstellen. Die im allgemeinen geringe Verwendung dieser Methode ist verständlich, weil die Grundwassertemperatur von einer Reihe von Faktoren anhängig ist, deren Einfluß wechselndes Gewicht hat. Es sind dies etwa:

1. Beschaffenheit und Lage des Grundwasserleiters (Fest- oder Lockergestein, Porenvolumen, Mächtigkeit, Gefälle u. a. m.).

2. Die Sickergeschwindigkeit des Grundwassers und seine Menge, sowie die Frage, ob es unter Druck steht.

3. Tiefenlage unter Gelände und die Schwankungsamplitude.

4. Der Gang der Lufttemperatur während des Jahres und das Klima;

5. dieses ist zum Teil wieder von der geographischen Breite und der Höhenlage abhängig.

Die Temperaturverhältnisse in Festgesteinen, in welchen Wasser vielfach in Klüften oder Karsthöhlensystemen gespeichert und geleitet wird, gehorchen ganz besonderen Gesetzmäßigkeiten und müssen daher zusammen mit den zugehörigen Quellen von der folgenden Betrachtung ausgeschlossen werden.

Man kann behaupten, daß die jeweilige Bodentemperatur, als Ausdruck der thermischen Eigenschaften des Bodens, bei der Beeinflussung der Grundwassertemperatur die Hauptrolle spielt. Es soll kurz auf diese Eigenschaften eingegangen werden:

Die Temperaturänderungen der Luft in ihrem täglichen und jährlichen Gang sowie in ihren Mittelwerten als Kriterium des Klimas übertragen sich auf den Boden und werden je nach dessen Bedeckung durch Pflanzen und seine Farbe sowie seine Wärmeleitfähigkeit verschieden rasch in den Boden eindringen können. Aus zahlreichen Messungen ist nun bekannt, daß mit zunehmender Tiefe die oft scharf gezackten Kurven der Lufttemperatur in zunehmendem Maße gedämpft werden und eine Phasenverschiebung erleiden, d. h. die Extremwerte im Boden treten mit einer Verspätung gegenüber der Luft auf. Dämpfend wirkt weiters auch fehlende Sonnenbestrahlung des Bodens. Festzuhalten ist dabei noch, daß wassererfüllter Boden eine größere Wärmeleitfähigkeit und damit Wärmeleitgeschwindigkeit aufweist, als ausgetrockneter Boden mit lufterfüllten Poren. Messungen in verschiedenen Bodentiefen haben auch bestätigt, daß unter einer bestimmten Tiefe, also etwa 2 m, nur der gedämpfte Jahresgang der Lufttemperatur und tiefer unten, etwa 5 m, nur mehr ein gleichmäßiges Jahresmittel zu messen ist. Der Einfluß der geothermischen Tiefenstufe ist in dieser geringen Tiefe, weil es sich um Locker-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

gesteine handelt, noch nicht merkbar, sofern keine besonderen tektonischen Gegebenheiten vorliegen. Die engere und an größeren Flächen erfolgende Berührung zwischen Grundwasser und Bodenteilchen wird diesem den Gang der Bodentemperatur aufprägen bzw. die Grundwassertemperatur gleichmäßig zu einer Mischtemperatur verändern, sollte das Grundwasser, besonders bei größerer Sickergeschwindigkeit, mit einer spezifischen Eigentemperatur ankommen.

Es ist also notwendig, daß die sozusagen „normalen" Verhältnisse beim Gang der Grundwassertemperatur auf Grund der thermischen Bodeneigenschaften genau bekannt sind, um Abweichungen davon zu erkennen und im weiteren bestimmte Einflüsse einordnen zu können.

Mit dieser Methode können am besten folgende praktisch auftretende Fragen untersucht werden:

1. Hängen Grund- und Oberflächenwasser direkt zusammen und welches der beiden dringt in das andere ein?

2. Kann man in einem Grundwasservorkommen einzelne Wassertypen verschiedener Herkunft auf Grund ihrer Temperatur trennen?

3. Von wo fließt dem Grundwasserleiter aus verdeckten Quellaustritten allenfalls Wasser zu?

Es ist natürlich richtig, daß diese Fragen auch mit Färbe- und Salzungsmethoden zu untersuchen sind; in neuester Zeit will man deren Mängel mittels bakterieller Methoden und schließlich der Verwendung von radioaktiven Isotopen ausschalten. Diese Methoden und Pegelbeobachtungen allein vermögen aber nicht immer eine Klärung zu bringen. Dazu kommt noch, daß das Gelingen eines solchen Versuches ungleich größere Vorbereitungen und Beobachtungen erfordert als eine Temperaturmessung und deshalb bedeutend kostspieliger ist. Bei Temperaturmessungen fallen die Pegelwerte ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand ebenfalls an. Man benötigt außer den richtig verteilten Beobachtungsrohren nur einen rasch einzuschulenden Beobachter. Wichtig ist es hervorzuheben, daß durch Färb- und Salzungsversuche das Grundwasservorkommen auf längere Zeit verunreinigt werden kann.

An einem praktischen Beispiel, bei dem anläßlich eines Färbeversuches auch Temperaturmessungen angestellt wurden, sollen die Ergebnisse der Temperaturauswertung mitgeteilt werden:

Der Sierningbach fließt vom N kommend in den Talkessel der Stixensteiner Quellen (Abb. 1) und dort am SE-Rand der sogenannten Mahrwiese durch das Becken hindurch und verläßt es in einem engen Durchbruchstal („Eng") in Richtung Sieding, er müdet bei Ternitz in die Schwarza. Diese Talerweiterung von rund 650 m Länge und rund 270 m größter Breite liegt insgesamt in äußerst klüftigen und deutlich gebankten hellen Kalken. An den nördlichen Abhängen (die Abstürze des Gahns) entspringen als Karstquellen die Stixensteiner Schloß- und die Kreuzquelle, die beide gefaßt und der I. Hochquellenleitung zugeführt werden. Quellaustritte in den Teichen bestätigen die Annahme, daß einzelne kleinere Quellriesel unter der Talfüllung begraben sind und ins Grundwasser übertreten. Die an der

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

südlichen Talseite neben dem Sierningbach entspringende Eleonorenquelle steht mit den Quellen am N-Hang in engem Zusammenhang[1]).

Die „Eng" ist der Durchbruch des Baches durch einen quer über das Tal ziehenden Felsriegel mit NS-Streichen, gegen S einfallenden Faltenachsen und steilem W-Fallen der Schichten. Diese Barre ist durch eine Störung von WE-streichenden gleichartigen obertriadischen Kalken (Riffkalk) getrennt. An der Durchbruchsstelle besteht etwa 6 m oberhalb der derzeitigen Talsohle am linken Bachufer ein Seitenkolk.

Die Beckenfüllung besteht nach den Ergebnissen der niedergebrachten Bohrbrunnen aus wechselnden Lockersedimenten (Kalkschottern, -kiesen, -sanden, sowie einer Seekreide). Aus diesen Gegebenheiten läßt sich die Geschichte des Baches erkennen und sind damit Schlüsse auf den Grundwasserleiter sowie die Durchlässigkeit zu ziehen. Hochwässer haben bestehende Vegetationsdecken immer wieder mit Ablagerungen überdeckt, durch Verklausungen in der „Eng" waren gelegentlich Seen aufgestaut und schließlich hat der Bach wieder in die Ablagerungen eingegraben. Es ist also eine Wechsellagerung verschieden durchlässiger Straten zu erwarten. Infolge der vielen groben Sedimente ist mit reichlicher Grundwasserführung zu rechnen, was durch Pumpversuche auch bewiesen wurde.

In 15 Sonden wurde während vier Wochen fast täglich Grundwasserstand und Temperatur gemessen, gleichzeitig wurden Luft- und Wassertemperatur bestimmt. Um ein übersichtliches Bild zu gewinnen, werden alle diese Werte als Ganglinien aufgetragen (Abb. 2).

Die Grundwasser-Ganglinien: Der Durchfluß des Baches (Q l/s) ist um diese Jahreszeit und bei dem Wettercharakter des Herbstes 1953 als die Niedrigstabflußspende (NNq l/s. km²) des Einzugsgebietes anzusehen, die auf die Frosttage um den 9., 13. und 18. November sofort mit einer Abflußverminderung reagierte. Die Grundwasserganglinien zeigen ein davon völlig unabhängiges Verhalten. So ist der Abbildung zu entnehmen, daß der Grundwasserspiegel gegen Ende der Beobachtungszeit sogar leicht angestiegen ist, während der Bach absank. Die Absenkungen am 24. und 25. sind auf Pumpversuche anläßlich des Färbeversuches zurückzuführen.

Die Temperatur-Ganglinien: Die Lufttemperatur zeigt infolge der herbstlichen Frosteinbrüche einen sehr unruhigen Gang. Die Temperatur des Bachwassers läßt nun deutlich die Beeinflussung durch die Luft erkennen; sie folgt, in ihrer Amplitude etwas gedämpft, ohne merkliche Verzögerung der Lufttemperatur. Völlig anders stellen sich nun aber die Ganglinien der Grundwassertemperaturen dar. Die Linien der Sonden 8 und 15 sollen außer Betracht bleiben, da sie bereits unterhalb der „Eng" liegen. Die übrigen Sonden, einschließlich der Brunnen A, B und C, finden sich in einem Ganglinienband von etwa 2° C Breite. Dieses Temperaturband fällt in seiner Gesamtheit mit wechselndem Gefälle langsam ab.

---

[1]) Einige wertvolle Hinweise verdanke ich Herrn Dipl.-Ing. Raab von den Wiener Wasserwerken.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Der Grundwasserspiegel liegt im oberen Teil der Mahrwiese etwa in 1—1·5 m Tiefe, gegen die „Eng" zu 2·5 m tief; er befindet sich somit in dem Bodenbereich, der infolge kräftiger Dämpfung der Oberflächentemperatur und Gangverschiebung annähernd dem mittleren Jahresgang der Lufttemperatur folgt. Im Herbst sinkt nun die Bodentemperatur ab, durch Kälteeinbrüche gelegentlich beschleunigt, und überträgt sich auch auf das Grundwasser. Zum Vergleich ist die konstante Temperatur der Stixensteiner Quelle (7·8 °C) eingezeichnet. Die Kälteeinbrüche am 13. und 17. November sind mit einem Tag Verschiebung und Senkung um 0·4—0·5 °C zuerst bei den großen Brunnen zu bemerken, da dort die Luft besseren Zutritt in die Tiefe hat. In den nur 3 Zoll starken verschlossenen Rohren der Sonden beträgt die Verschiebung 2—3 Tage, die Temperatur sinkt nur um etwa 0·2 °C. Von diesem Zeitpunkt an verstärkt sich das Gefälle des Temperaturbandes. Die Unterschiede im Gefälle sind damit zu erklären, daß der Talboden an vielen Stellen verschieden feucht ist und daher eine wechselnde Wärmeleitfähigkeit aufweist. Die Sonden mit größerer Überdeckung (Abb. 1), also Nr. 10, 13 und 14, lassen den bereits weiter abgeschwächten Einfluß der Lufttemperatur erkennen.

Die Analyse der Temperatur-Ganglinie läßt eine Beantwortung der Frage 1 bereits zu. Bei Eindringen von Bachwasser in das Grundwasser müßten besonders die dem Bach naheliegenden Sonden 4, 10, 11, 12, 13 einen unregelmäßigeren Gang zeigen, diese zeichnen sich aber durch besonders gleichmäßige Werte aus. Eine Verbindung vom Bach zum Grundwasser besteht also nicht; der umgekehrte Vorgang ist unmöglich, weil der Grundwasserspiegel bedeutend tiefer als die Bachsohle liegt, wie auch an dem Probeschurf in der „Eng" neben dem Bachufer zu beobachten war. Die Sonde Nr. 9 liegt nahe den sehr stark durchfeuchteten Flächen um den unteren Teich und zeigt die entsprechend größere Leitfähigkeit des Bodens an. Wiewohl sie den Quellaustritten am nächsten liegt, kann man aus der gegenüber den Quellen höheren Grundwassertemperatur keine Zusammenhänge mit diesen ableiten.

Verschiedene Grundwassertypen sind in dem eng begrenzten Gebiet nicht zu erwarten und aus den Beobachtungen nicht auszuscheiden, wie dies der Frage 2 entsprechen würde.

Das sicherlich von allen Seiten dem Grundwasser zusickernde Quellwasser aus verschütteten Quellaustritten dürfte allgemein von gleichbleibender Temperatur sein (siehe die Messungen an der Stixensteiner- und der Kreuzquelle) und hat daher für die Beurteilung der Temperaturschwankung keine Bedeutung, wohl aber seiner Menge entsprechend für die absolute Grundwassertemperatur als Mischtemperatur zwischen Quell- und Bodentemperatur. Für das vorliegende Beispiel kann darüber nichts ausgesagt werden, da Beobachtungen in dieser Richtung nicht angesetzt wurden.

Wie das Beispiel zeigt, sind systematische Messungen über einen längeren Zeitraum erforderlich, da bei einer der statistischen Methode ähnlichen Auswertung sehr viele Beobachtungen vorliegen müssen, um keiner Täuschung zu unterliegen; diese Meßwerte sind aller-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

dings verhältnismäßig einfach und billig zu erhalten. Dabei sind die Ergebnisse oft sehr leicht durch die Beobachtung der Spiegelschwankungen zu sichern. Besonders günstig für die Beantwortung der angeführten Fragen sind Beobachtungszeiträume mit einem unruhigen Verlauf der Lufttemperatur und Niedrigstabflußspenden in den Bächen, wie dies im Herbst der Fall ist.

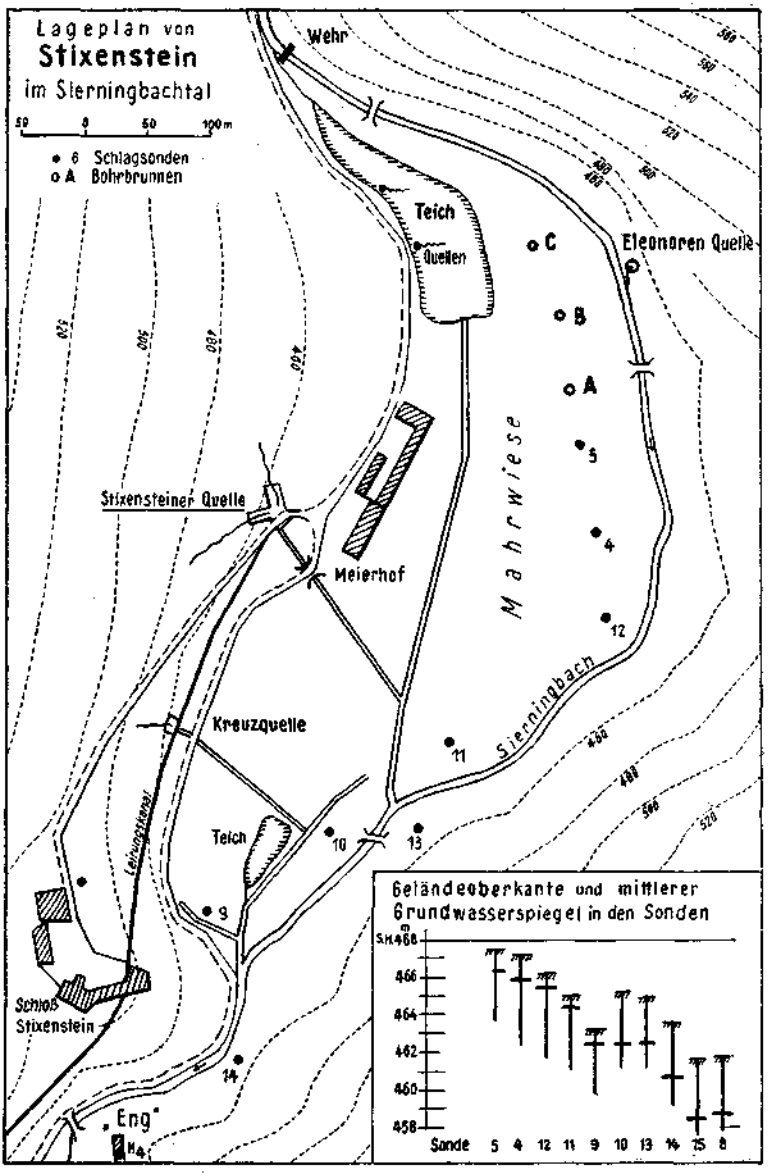


Abb. 1

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Für orientierende Untersuchungen über größere Gebiete hat eine zweite Methode günstige Aussichten. Zu möglichst gleicher Zeit sind an den verschiedenen interessierenden Punkten Temperaturmessungen vorzunehmen und diese als Ausdruck der augenblicklichen Temperaturverhältnisse miteinander, unter Berücksichtigung des Lufttemperaturganges in der Beobachtungszeit, zu vergleichen, wie dies Küpper vorgeschlagen und an einem praktischen Beispiel demonstriert hat.

Literatur.

Küpper, H., Die Charakterisierung von Gewässern durch Temperaturmessungen. Österr. Wasserwirtschaft. H. 4, 1954.

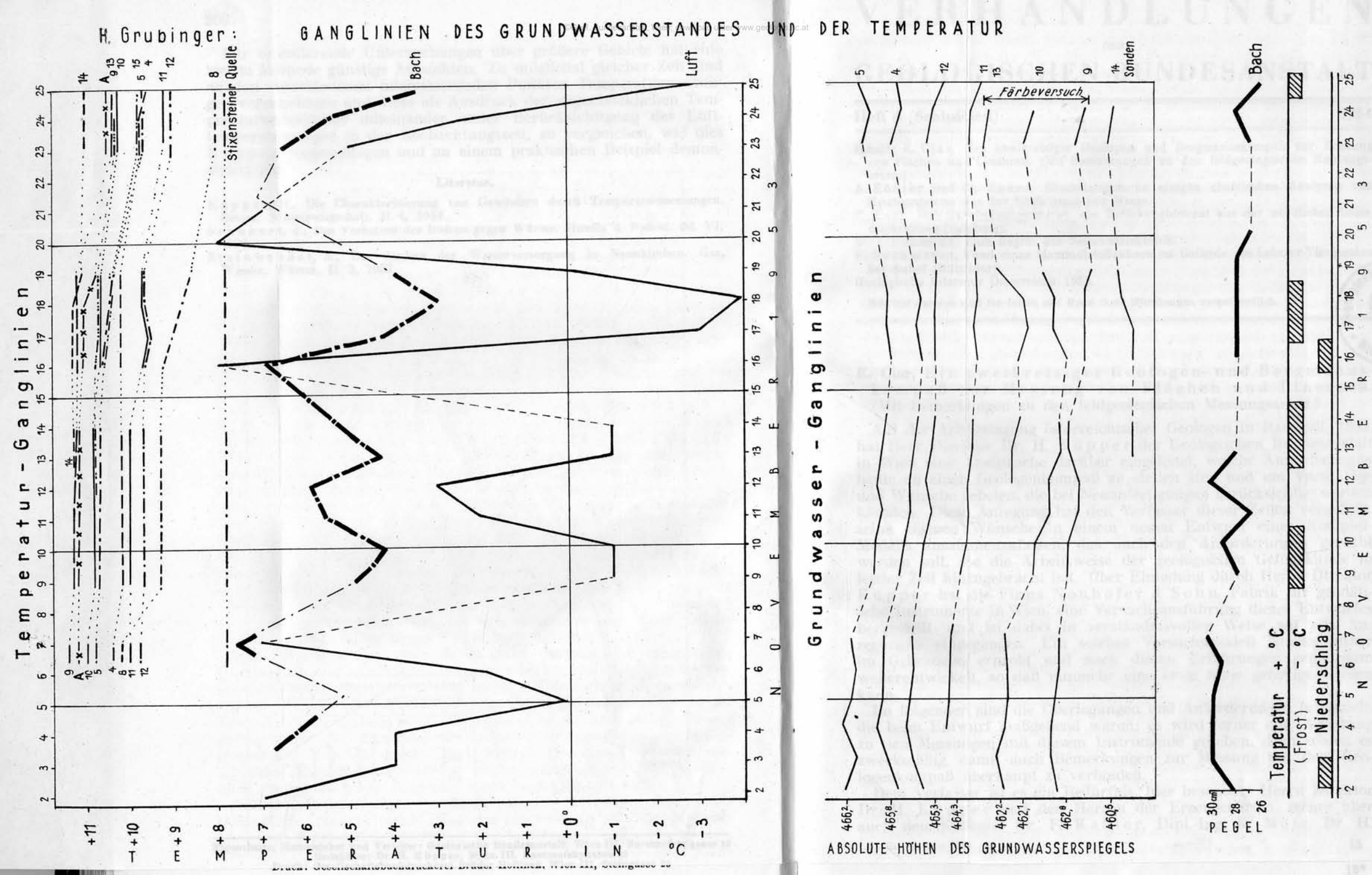
Schubert, J., Das Verhalten des Bodens gegen Wärme. Handb. d. Bodenl. Bd. VI, 1930.

Steinwender, A., Der Ausbau der Wasserversorgung in Neunkirchen. Gas, Wasser, Wärme, H. 2, 1953.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt, Wien III, Rasumofskygasse 23
Redaktion: Dr. H. Küpper, Wien III, Rasumofskygasse 23
Druck: Gesellschaftsbuchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III, Steingasse 25

H. Grubinger:

GANGLINIEN DES GRUNDWASSERSTANDES UND DER TEMPERATUR



Druck: Gesellschaftsbuchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III, Steingasse 25

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1954

Band/Volume: 1954

Autor(en)/Author(s): Grubinger Herbert

Artikel/Article: Temperaturmessungen im Grundwasser bei Stixenstein im Sierningtale 195-200