



Bayerisches Landesamt
für Wasserwirtschaft

A large, stylized blue brushstroke graphic that starts as a thick, rounded shape on the left and tapers into a long, thin, slightly curved line extending towards the top right of the page.

**Grundwassertemperatur-
Tiefenprofilmessungen der
bayerischen Wasserwirt-
schaftsverwaltung**

– Zusammenfassender Bericht –

Materialien Nr. 103 (Nov. 2001)

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-80636 München,
eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung
und Umweltfragen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Hans Willy, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

Druck: Tyroller Grafische Dienstleistung, München
Für den Druck wurde umweltfreundliches, chlorfreigebleichtes Papier verwendet.

Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers

Vorwort

Die Grundwassertemperatur ist ein leicht zu messender Parameter. Sie wurde bei den Grundwassermessungen über Jahrzehnte regelmäßig zusammen mit dem Wasserstand erfasst. Eine Auswertung der Daten hat jedoch nur in Einzelfällen stattgefunden.

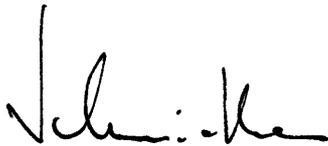
Zum einen waren die Auswertemöglichkeiten begrenzt, da nur die Temperatur an der Grundwasseroberfläche gemessen wurde. Zum anderen war das Messstellennetz sehr dünn, weshalb damit z. B. die Konstruktion von Temperaturgleichenplänen nicht möglich war.

Im Jahr 1987 gab die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) eine neue Richtlinie zur Messung der Grundwassertemperatur heraus. Danach ist die Temperatur in einer Grundwassermessstelle immer in einem Temperaturprofil zu erfassen.

Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft hat in einer mehrjährigen Messkampagne an rd. 350 Messstellen Temperaturprofile aufnehmen lassen. Die Ergebnisse sind in diesem Bericht zusammengestellt. Außer neuen Erkenntnissen über die geothermische Situation in tiefen Grundwasserleitern konnten auch wichtige Informationen über die Temperaturverhältnisse im Untergrund – und die damit eng gekoppelten Strömungsverhältnisse in den Messstellen – gewonnen werden.

Die Ergebnisse geben Anlass für weitere Temperatur-Messprogramme im Rahmen des Landesgrundwasserdienstes. Dabei sollten an sorgfältig ausgewählten Messstellen – insbesondere an neu gebauten Tiefmessstellen – die Temperaturschwankungen in den verschiedenen Grundwasserleitern untersucht werden, um damit auch Aufschluss über regionale Anomalien zu erhalten.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
Abteilung Gewässerkundlicher Dienst
München, im November 2001



Prof. Dr.-Ing. R. F. Schmidtke
Leitender Baudirektor

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	7
2	Grundlagen der Temperatur-Tiefenprofilmessung	7
3	Messprogramm	10
4	Messumfang	12
4.1	Anzahl der Messpunkte je Messstelle	12
4.2	Tiefe der untersuchten Messstellen	13
5	Ergebnisse	14
5.1	Extremwerte der Grundwassertemperatur	14
5.2	Besonderheiten bei Messstellen bis zu 20 m Tiefe	18
5.3	Besonderheiten bei Messstellen mit über 20 m Tiefe	18
5.4	Festgestellte Vertikalströmungen	19
5.5	Hinweise auf Wasserzutritte oder defekte Abdichtungen	19
5.6	Bewertung der Vertikalzirkulation an Grundwassermessstellen	20
5.7	Bedeutung der Temperaturmessung für Beschaffenheitsdaten	21
5.8	Folgerung für kontinuierliche Temperatur- bzw. Beschaffenheitsmessungen	21
6	Empfehlung für künftige Messprogramme	22
7	Zusammenfassung, Ausblick	23
8	Literatur	24
9	Verzeichnis der Tabellen	25
10	Verzeichnis der Abbildungen	25
11	Verzeichnis der Anlagen	26
12	Stammdaten der Grundwassermessstellen in Anlage 1 bis 6	28

1 Vorbemerkung

Seit 1990 wurden von der Bayer. Wasserwirtschaftsverwaltung an ca. 350 Grundwassermessstellen in vierteljährlichem Turnus Tiefenprofilmessungen der Grundwassertemperatur im Beobachtungsrohr vorgenommen.

Die Messungen wurden nach Vorgaben des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft (LfW) von den Bayer. Wasserwirtschaftsämtern durchgeführt. Die Auswertung der Ergebnisse und die wesentlichsten fachlichen Aussagen sind in nachfolgendem Bericht zusammengefasst.

2 Grundlagen der Temperatur-Tiefenprofilmessung

Der Wärmehaushalt im Untergrund ergibt sich aus den einzelnen Anteilen der Wärmehaushaltsgrößen, und zwar den natürlichen Einflüssen (wie z.B. Erderwärmung durch die Sonne, Wärmeeintrag durch versickernden Niederschlag, aufsteigendes geothermisch erwärmtes Wasser) und den anthropogenen Einflüssen (z.B. Wärmeeintrag durch Leitungen und Gebäude).

Die Temperaturganglinien weisen in der Regel mit zunehmender Messtiefe eine Phasenverschiebung gegenüber dem jahreszeitlichen Verlauf der Lufttemperatur auf. Bild 1 zeigt diese Erscheinung am Beispiel einer Messstelle in den quartären Flusstalfüllungen der Isar. Dabei ist gut erkennbar, dass der Verlauf der Temperaturganglinien an der Grundwasseroberfläche erheblich größeren Schwankungen unterliegt und demgegenüber mit zunehmender Tiefe die Amplitude der Temperaturschwankungen deutlich flacher wird. Dies ist u.a. von Relevanz für die Temperaturstabilität von Messgeräten, z.B. bei den temperaturempfindlichen Drucksonden.

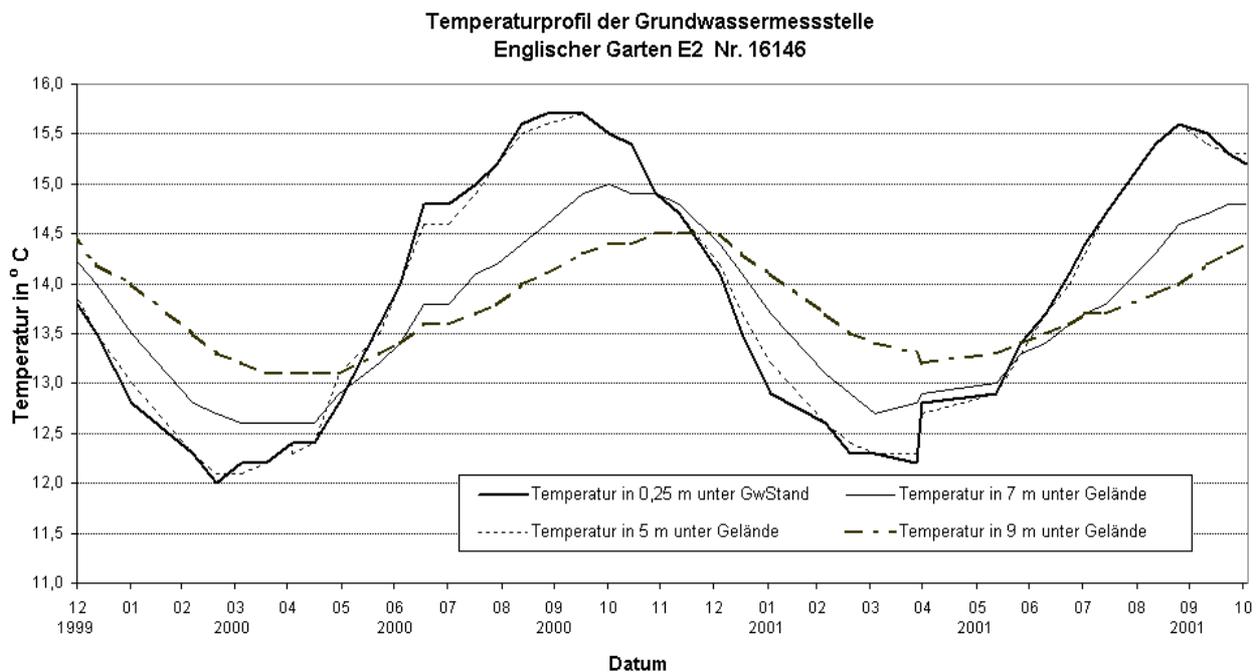


Bild 1 Ergebnis der Temperatur-Tiefenprofilmessungen an der Grundwassermessstelle Englischer Garten-E2, Nr. 16146 mit einem mittleren Flurabstand von 3,6 m und einer Entfernung von ca. 800 m vom Isarufer und ca. 200 m vom Eisbach

Die Wärmeübertragung im Untergrund erfolgt fast ausschließlich über den Wärmetransport des fließenden Wassers. Zur Temperaturverteilung im Untergrund heißt es in der Fachliteratur :

- Die Temperaturschwankungen sind im Grundwasser in Nähe der Erdoberfläche infolge des jahreszeitlich wechselnden Wärmeaustausches relativ hoch.
- In einer Tiefe von 20 m ist ein Jahrestemperaturgang kaum feststellbar.
- Die Grundwassertemperatur steigt im Untergrund mit der Tiefe (bezogen auf die Erdoberfläche) pro 100 m um etwa 3 °C an.

Diese drei Sachverhalte sind schematisch in Bild 2 veranschaulicht.

Da die Wärme eine tracerähnliche Eigenschaft hat und die Wassertemperatur von allen Kenngrößen am leichtesten zu messen ist, sind neben den vorgenannten geophysikalischen Gegebenheiten mit Hilfe der Temperaturverteilung folgende Aussagen möglich:

- Die Temperaturmessungen ermöglichen einen Nachweis über lokale Grundwasserströmungsvorgänge, z.B. Aufsteigen von warmem Grundwasser aus der Tiefe (vgl. Bild 3).
- In der Nähe von Baumaßnahmen können mit Temperaturmessungen eventuelle Auswirkungen auf das Grundwasser festgestellt werden (z.B. bei Wärmekraftwerken).
- Für die Funktionskontrolle von Grundwassermessstellen sind aufgrund der Temperaturverteilung Rückschlüsse möglich, ob z.B. Undichtigkeiten im Vollrohr bestehen (vgl. Bild 3).

Bei der Auswertung der gewonnenen Temperaturmessdaten wird festzustellen sein, in wieweit die relativ umfangreichen Messergebnisse in Bayern diese Aussagen stützen, oder ob sich ggf. neue Erkenntnisse ableiten lassen.

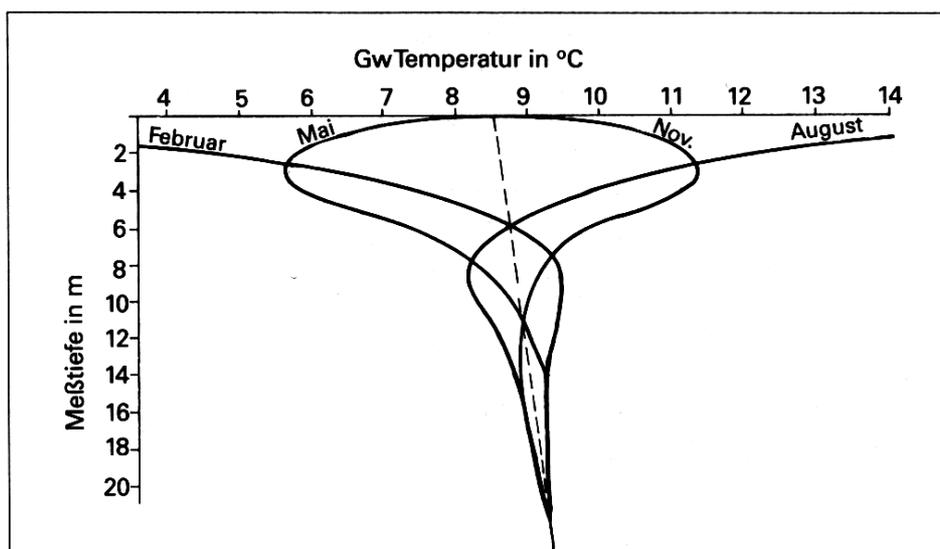
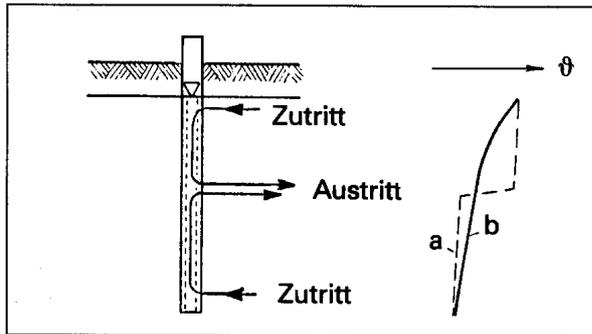
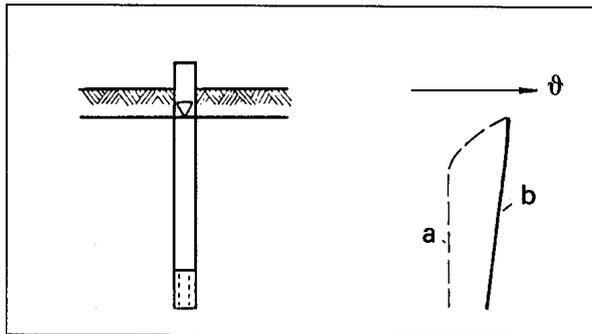


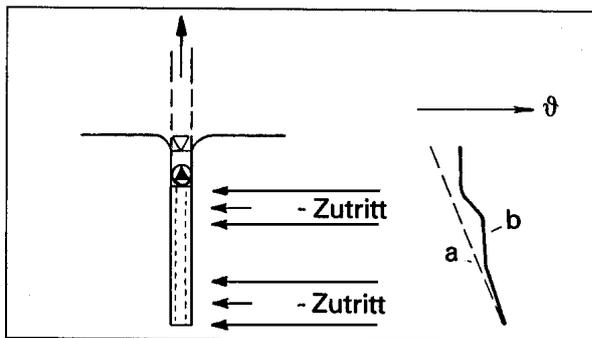
Bild 2 Temperaturprofile im Untergrund zu verschiedenen Jahreszeiten (nach [1])



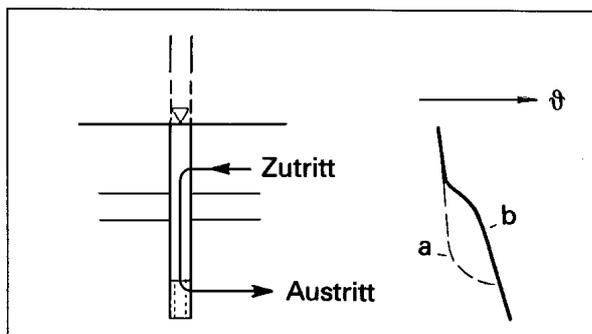
Temperaturprofil während des Sommers bei **oberflächennahem** Grundwasser
 (a) mit Vertikalströmung
 (b) ohne Vertikalströmung



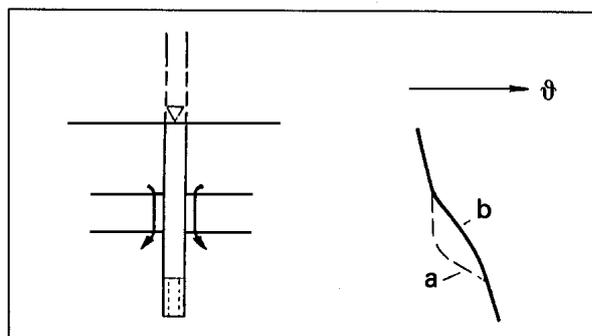
Temperaturprofil während des Sommers bei **oberflächennahem** Grundwasser
 (a) bei aufwärtsgerichteter Vertikalströmung
 (b) bei abwärtsgerichteter Vertikalströmung



Temperaturprofil in **tiefen** Messstellen
 (a) ohne Grundwasserentnahmen
 (b) mit Grundwasserentnahmen



Temperaturprofil in **tiefen** Messstellen
 (a) mit Grundwasserzutritt im Vollrohr
 (b) ohne Grundwasserzutritt im Vollrohr



Temperaturprofil in **tiefen** Messstellen
 (a) Bei defekter Abdichtung des Ringraums
 (b) Bei wirksamer Abdichtung des Ringraums

Bild 3 Schematische Darstellung typischer Temperaturprofile und deren Interpretation (nach [1])

3 Messprogramm

Die Grundwassertemperatur wurde bis zum Jahr 1990 primär direkt unterhalb des Wasserspiegels gemessen. Die Messergebnisse waren dabei nur schwer vergleichbar und waren zudem beeinflusst durch den Temperaturexaustausch mit der Lufttemperatur im Beobachtungsrohr.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser hat 1987 in der "Richtlinie für die Beobachtung und Auswertung der Grundwassertemperatur" [1] die Erkenntnisse aus geophysikalischen Forschungen umgesetzt. Die Richtlinie sieht primär die Messung der Grundwassertemperatur an fest definierten Tiefenmesspunkten vor (s. Bild 4), und zwar an jeder Messstelle vom Wasserspiegel bis zur Sohle, bzw. bis zur Unterkante der eingebauten Filterrohre.

Die Tiefenmesspunkte sind in der Richtlinie genau vorgegeben und sind ab der Geländeoberkante definiert (vgl. Bild 4). Die Festlegung auf diese bestimmten Tiefenmesspunkte hat den Vorteil, dass die Messergebnisse an den verschiedenen Grundwassermessstellen miteinander verglichen werden können.

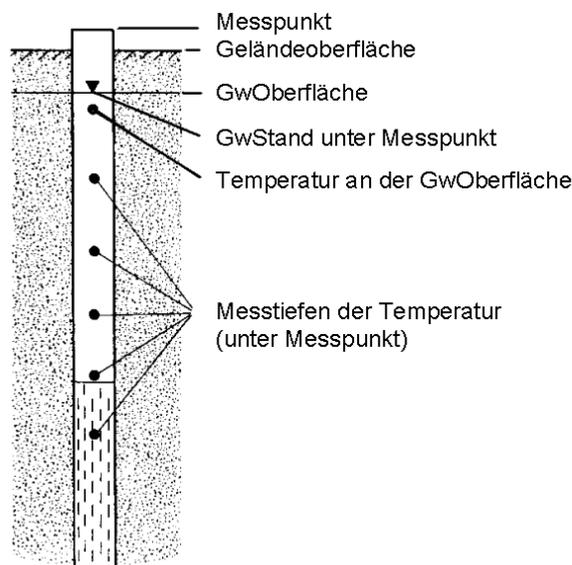


Bild 4 Schemaskizze zur Anordnung der Temperatur-Messpunkte im Untergrund (nach [1])

Im Messprogramm für die Bayer. Wasserwirtschaftsämter [2] war vorgesehen:

- Pro Messstelle erfolgen vier Messtermine im Jahr, und zwar im Februar, Mai, August und November. Damit können die Temperaturverhältnisse bezüglich der Temperatur-Tiefenprofile hinreichend genau ermittelt werden, wie die Voruntersuchungen des LfW zeigten (s. Bild 1).
- Aus dem Landesmessnetz wurden ca. 350 Messstellen ausgewählt, die länger als 30 Jahre beobachtet wurden bzw. tiefer als 100 m sind.
- Die Messergebnisse wurden in spezielle Messlisten eingetragen, bei denen die Tiefenmesspunkte bereits bezogen auf die jeweils maßgebliche Messpunkthöhe umgerechnet waren (Anmerkung: da die Temperaturmessgeräte i.a. nur ab Oberkante des Beobachtungsrohres eingesetzt werden können, die Temperaturmesspunkte aber ab Geländeoberkante festgelegt sind, ist eine Umrechnung unerlässlich).
- die Messtiefen sollten auf ± 10 cm genau eingehalten werden.

In Bild 5 wird die Lage der Messstellen gezeigt, deren Ergebnisse im Anlagenteil dargestellt sind.



Bild 5 Ausgewählte Grundwassermessstellen mit Temperatur-Tiefenprofilmessungen

4 Messumfang

4.1 Anzahl der Messpunkte je Messstelle

Die Grundwasserstände waren im Zeitraum der Untersuchungen auf relativ niedrigem Niveau, so dass einige Tiefenmesspunkte bei den oberflächennahen Messstellen nicht wassererfüllt waren und somit nur relativ wenige Messpunkte erreicht werden konnten..

Bei den untersuchten 347 Messstellen wurden insgesamt rund 1900 Messpunkten erfasst. Aus vorgenannten Gründen konnten an den oberflächennahen Messstellen häufig jedoch nur in 2 bis 3 Messtiefen die Grundwassertemperatur an den vier Messterminen im Jahr gemessen werden. Mit zunehmender Messstellentiefe nimmt die Anzahl der Messstellen deutlich ab (s. Bild 6).

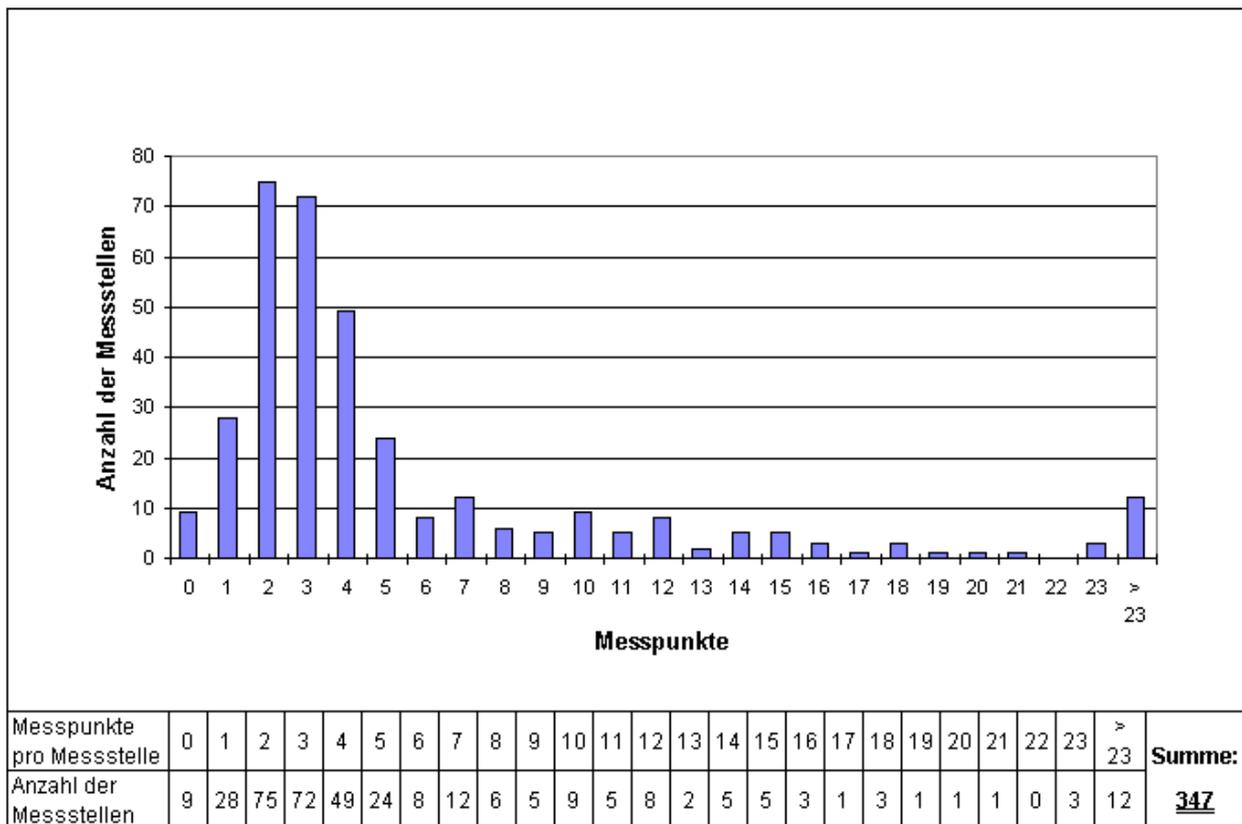


Bild 6 Anzahl der Messpunkte bei den untersuchten Messstellen (nach [3])

In einem vorläufig internen, ersten Bericht [3] über die Auswertung der Temperatur-Tiefenprofilmessungen wird zwischen Besonderheiten bei den Messungen und bei den Messstellen selbst unterschieden. Diese geben unter anderem messtechnische Hinweise, die für eine Fortführung der Untersuchungen von Bedeutung sind (s. Abschnitt 6).

So zeigte sich bei der Messung der Tiefenprofile, dass z.B. einige Messstellen beschädigt waren, oder aber das Temperaturlichtlot an der Rohwand so anhaftete, weshalb eine Messung nicht möglich war. Hier ist anzumerken, dass die Messungen teilweise vor der Neuordnung des Messnetzes Grundwasserstand durchgeführt wurden. Erst im Zusammenhang mit dieser Aktion wurden beschädigte Messstellen saniert oder aufgelassen.

Bei einzelnen Messstellen waren die verfügbaren Temperaturlichtlote mit einer Länge von 100 m bzw. 200 m zu kurz (hier waren z.T. die Ausbaupläne bzw. Stammdaten zu korrigieren).

4.2 Tiefe der untersuchten Messstellen

Die Verteilung der Tiefenpunkte in Bild 6 zeigt, dass an 65% der untersuchten Messstellen nur maximal vier Tiefenpunkte gemessen wurden. Dies lag unter anderem daran, dass 60% der untersuchten Messstellen, lediglich eine Tiefe von maximal 10 m aufwiesen.

Ursächlich hängt das damit zusammen, dass bei der Auswahl der Messstellen die damals verfügbaren langjährig beobachteten Messstellen mit einbezogen wurden, um einen Einblick in das örtliche Temperatur-Schwankungsverhalten zu erlangen. Bild 7 zeigt eine Übersicht der Messstellentiefen.

Bei einzelnen Tiefmessstellen gibt es einen teleskopartigen Ausbau, d.h. die Rohrdurchmesser nehmen zur Tiefe hin ab. Aufgrund der stufenartig ausgebildeten Verengungen sitzen die Temperatursensoren des Kabellichtlots auf, so dass nicht immer die gesamte Ausbautiefe erreicht werden konnte. An Messstelle 06142 reicht dieser teleskopartige Ausbau bis in eine Tiefe von 300 m, obwohl die Filterunterkante bei 128 m unter Gelände liegt. Die Temperaturwerte konnten hier bis in eine Tiefe von 190 m unter Gelände erhoben werden. Die Messergebnisse haben generell Gültigkeit auch im Vollrohrbereich der Messstellen.

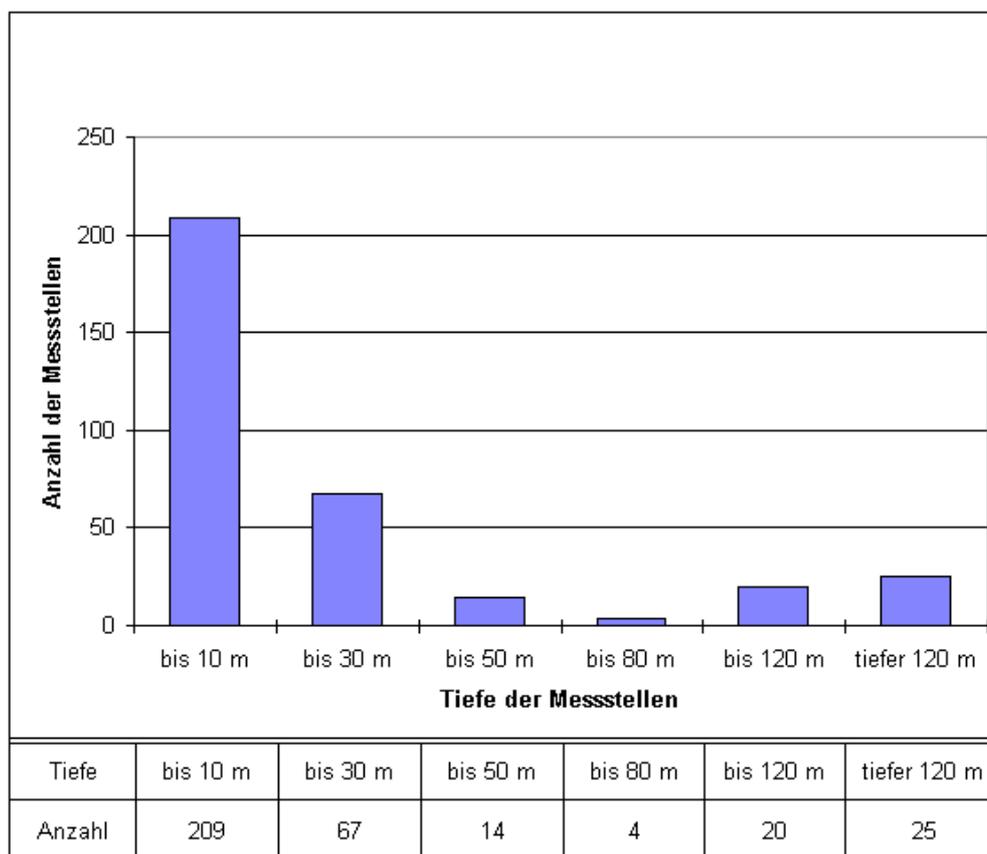


Bild 7 Tiefe der untersuchten Messstellen (nach [3])

Bei künftigen Temperatur-Tiefenprofilmessungen werden die vielen neuen Tiefmessstellen mit einzubeziehen sein, die im Rahmen der Neuordnung des Messnetzes Grundwasserstand bereits gebaut wurden, bzw. noch fertig zu stellen sind.

5 Ergebnisse

Von den insgesamt 347 Messstellen waren an 95 Messstellen Messwerte in allen vier Quartalen vorhanden (Unberücksichtigt blieben dabei die Temperaturwerte, die 20 cm unter dem Grundwasserspiegel lagen, sowie vereinzelt zusätzlich durchgeführte Temperaturmessungen an der Sohle der Messstellen). Die nachfolgenden Aussagen beziehen sich daher auf diese 95 Messstellen.

Auf Basis der Auswertungen von G. WITTMER [3] sind in den Anlagen 1 bis 4 für eine Auswahl von 44 Messstellen die gemessenen Temperatur-Tiefenprofile grafisch aufbereitet. Wie aus den Profilen zu ersehen ist, konnten teilweise nicht alle Messungen wie geplant in den Monaten Februar, Mai, August und November durchgeführt werden. Für die Gesamtbewertung geben die Ergebnisse dennoch einen guten Einblick in das Schwankungsverhalten. Nachfolgend werden Details zu den Ergebnissen erläutert.

Bei der Auswertung werden die Messtiefen aus den Messprotokollen zugrundegelegt. Messungenauigkeiten bezüglich der tatsächlichen Messtiefen (z.B. durch Verdrillen der Maßbänder gemäß [4], [5]) werden vernachlässigt, da diese keine Auswirkung auf die Temperaturwerte haben.

5.1 Extremwerte der Grundwassertemperatur

Auf Grundlage der Messlisten wurden die Extremwerte der Temperaturdaten ausgewertet. In Tabelle 1 sind die absoluten Temperaturminima und -maxima je Messstelle und deren Temperaturdifferenzen zusammengestellt. Ferner wurden die minimalen und maximalen Temperaturen der untersuchten 95 Messstellen für jede Messtiefe ermittelt (s. Anlage 5 und Anlage 6). Aus allen Minima- und Maxima-Werten der Messstellen wurden für jeden Tiefenmesspunkt die absoluten Extremwerte ermittelt und tabellarisch (s. Tabelle 2) bzw. graphisch dargestellt (s. Bild 8).

Die Ergebnisse nach Bild 8 weichen grundlegend von den bisherigen Veröffentlichungen [10], [11], [12] ab und sind von wesentlicher Bedeutung für die Temperaturkompensation von Sensoren für die Messung verschiedener Parameter (wie Drucksonden, Multiparametersonden).

Die absoluten Temperaturminima und -maxima der untersuchten Messstellen schwanken zwischen 4,3 °C (an Messstelle 06100, im Februar 1992, bei 2 m Tiefe) und 16,9 °C (an Messstelle 11103, im August 1992, bei 2 m Tiefe). Diese Extremwerte wurden erwartungsgemäß in den Winter- bzw. Sommermonaten bei nur geringen Flurabständen gemessen. In der Literatur [13] ist ein Mindestwert von ca. 5 °C in einer Tiefe von 2 m genannt.

Die größte Temperaturdifferenz von 11 °C wurde an der Messstelle 02311 zwischen April 1991 (mit 5 °C) und Juli 1991 (mit 16 °C) in einer Tiefe von nur 1 m unter Gelände gemessen. An 19 oberflächennahen Messstellen betragen die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Temperaturen über 5 °C (s. Tabelle 1).

Die exponentielle Abnahme der Temperaturschwankungen ist in den oberen 20 m unter Gelände zwar grob erkennbar, jedoch sind die Schwankungen nicht auf eine Tiefe von 20 m beschränkt (wie in der Grundwasserrichtlinie [1] ausgeführt; vgl. Bild 2), sondern sind in den untersuchten Messstellen bis in eine Tiefe von 190 m festzustellen. Selbst in dieser Tiefe von 190 m unter Gelände wurde eine Schwankungsbreite von rund 5 °C beobachtet (s. Tabelle 2).

Ursache der starken Einschnitte der beiden Einhüllenden z.B. bei 12 m oder bei ca. 200 m unter Gelände ist die geringe Anzahl entsprechender Messdaten in diesen Tiefen (da bei tiefen Messstellen in der Regel auch die Grundwasserstände nicht bis zur Geländeoberkante anstehen).

Für den Bereich von 200 m bis 350 m unter Gelände war nur eine einzige Messstelle verfügbar, so dass der dargestellte Verlauf sich lediglich auf diese Messstelle (Nr. 11155) bezieht.

Ab 200 m Tiefe steigt die Temperatur in den untersuchten Messstellen lediglich mit einem Gradienten von ca. $1,9\text{ °C pro }100\text{ m}$ an. Die gemessenen Temperaturen von ca. $16,5\text{ °C}$ in einer Tiefe von 350 m liegen damit $2\text{ °C bis }3\text{ °C}$ unter den im Regelfall (bei einem theoretischen Gradienten von ca. $3\text{ °C pro }100\text{ m Tiefe}$) zu erwartenden Temperaturen.

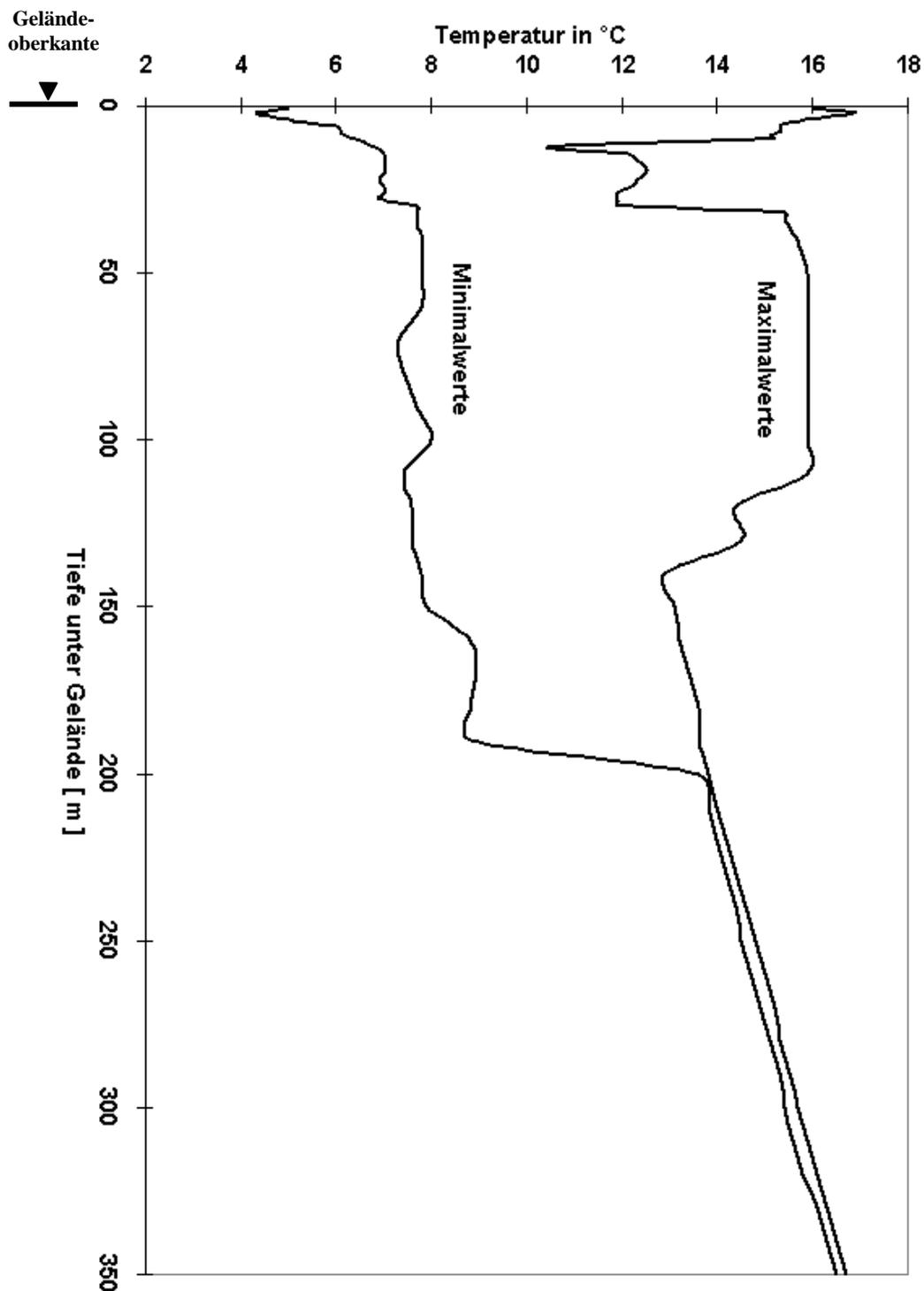


Bild 8 Extremwerte aller Messstellen je Messtiefe (aus [3])

Tiefe unter Gelände [m]	Minimum	Maximum	Differenz
1	5	16	11
2	4,3	16,9	12,6
3	4,5	16,4	11,9
4	5	16	11
5	5,2	15,5	10,3
6	6	15,3	9,3
7	6,1	15,3	9,2
8	6,1	15,3	9,2
9	6,2	15,1	8,9
10	6,4	15,2	8,8
12	6,8	10,5	3,7
14	7	12,1	5,1
16	7	12,3	5,3
18	7	12,5	5,5
20	7	12,5	5,5
22	6,9	12,3	5,4
24	7	12,2	5,2
26	7	11,9	4,9
28	6,9	11,9	5
30	7,7	11,9	4,2
32	7,7	15,4	7,7
34	7,7	15,4	7,7
36	7,7	15,5	7,8
38	7,8	15,6	7,8
40	7,8	15,7	7,9
50	7,8	15,9	8,1
60	7,8	15,9	8,1
70	7,3	15,9	8,6
80	7,4	15,9	8,5
90	7,7	15,9	8,2
100	8	15,9	7,9
110	7,4	15,9	8,5
120	7,6	14,4	6,8
130	7,6	14,5	6,9
140	7,8	12,9	5,1
150	7,9	13,1	5,2
160	8,8	13,2	4,4
170	8,9	13,4	4,5
180	8,8	13,6	4,8
190	8,8	13,6	4,8
200	13,6	13,8	0,2
210	13,8	14	0,2
220	14	14,2	0,2
230	14,2	14,4	0,2
240	14,4	14,6	0,2
250	14,5	14,8	0,3
260	14,7	15	0,3
270	14,9	15,2	0,3
280	15,1	15,3	0,2
290	15,3	15,5	0,2
300	15,4	15,7	0,3
310	15,6	15,9	0,3
320	15,8	16,1	0,3
330	16,1	16,3	0,2
340	16,3	16,5	0,2
350	16,5	16,7	0,2

Tabelle 2 Extreme Temperaturwerte aller Messstellen je Messtiefe (aus [3])

5.2 Besonderheiten bei Messstellen bis zu 20 m Tiefe

Die Temperatur-Tiefenprofile (in Anlage 2 bis Anlage 4) wurden mit dem idealisierten, theoretischen Temperaturprofil der Grundwasserrichtlinie (Bild 2) verglichen. Die Profile zeigen an manchen Messstellen eine ähnliche Tendenz, vor allem im oberflächennahen Bereich bis 20 m unter Gelände (vgl. Anlage 1 und Anlage 2). Der überwiegende Anteil der untersuchten Messstellen weicht aber deutlich von dem idealisierten Temperaturprofil ab.

Dem Idealprofil am nächsten kamen die Temperatur-Tiefenprofile der Messstellen 17112 (s. Anlage 1.6), Messstelle 17110 (s. Anlage 2.6), ferner mit gewissen Abstrichen auch die Messstelle 02128 (s. Anlage 2.2), sowie Messstelle 05006 (s. Anlage 2.4).

Dass die Temperaturschwankungen von über 5 °C bis 11,0 °C (s. Abschnitt 5.1) durch die Temperatur des Messfühlers im Sommer bzw. Winter beeinflusst sind, kann nicht ausgeschlossen werden. Die Bedeutung der sog. „Ansprechzeit“ wird zukünftig zu beachten sein (s. Abschnitt 6).

5.3 Besonderheiten bei Messstellen mit über 20 m Tiefe

Nach Aussage der Grundwasserrichtlinie [1] gibt es im Grundwasser unterhalb einer Tiefe von 20 m keine jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen (s. Abschnitt 2).

Mit Hilfe der Temperaturprofile wurde ermittelt, an wie vielen der untersuchten Messstellen jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen auftreten. Bei insgesamt 16 der untersuchten 95 Messstellen wurden unterhalb einer Tiefe von 20 m noch jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen größer 0,5 °C festgestellt (s. Bild 9). Davon weisen sieben Messstellen Schwankungen von über 1 °C auf.

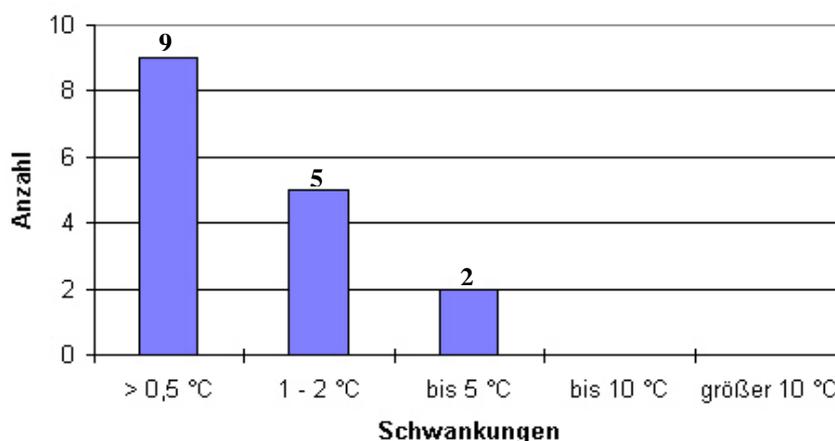


Bild 9 Häufigkeit der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankung über 0,5 °C in einer Tiefe von über 20 m unter Gelände (nach [3])

Die größten Temperaturschwankungen wurden mit 4,1 °C an der Messstelle 25127 von 22 bis 24 m unter Gelände festgestellt, sowie an der Messstelle 25124 mit 2,3 °C in 22 m unter Gelände. Die Messstellen liegen südlich von Weilheim und erschließen frühwürmglaziale, sehr gut durchlässige Schotter, in die im Winter relativ rasch kaltes Wasser eindringen kann.

Temperaturschwankungen über ca. 4 °C, die evtl. in den Karstgrundwasserleitern erwartet werden könnten, wurden nicht festgestellt.

Einen Zusammenhang zu einzelnen geologischen Formationen herzustellen, ist nicht möglich. Hierzu müsste der Untersuchungsumfang deutlich erhöht werden.

5.4 Festgestellte Vertikalströmungen

Gemäß Grundwasserrichtlinie [1] können mit Hilfe der Temperaturmessungen gewisse hydraulische Eigenschaften, wie z.B. Vertikalströmungen, Grundwasserzutritte, defekte Abdichtungen an den Messstellen überprüft werden. Es wurde daher untersucht, in wieweit die Ergebnisse der Temperaturmessungen den typischen Temperatur-Tiefenprofile gemäß Bild 3 zuzuordnen sind. Dabei ergaben sich im Bereich von oberflächennahen Grundwasserleitern an 14 Messstellen Hinweise auf **Vertikalströmungen** (s. Bild 10). **Abwärtsströmungen** wurden lediglich an einer Messstelle beobachtet (s. Bild 11).

Vier dieser Messstellen sind artesisch gespannt (Messstelle Nr. 06100, 16117, 21951, 25668). Wie bereits oben erwähnt könnten, an diesen Messstellen aber auch Vertikalströmungen durch die Messvorbereitungen (Standrohrverlängerungen) entstanden sein.

Nachfolgend sind die Schemaskizzen aus Bild 3 wiedergegeben und ergänzt um die jeweils festgestellten Besonderheiten.

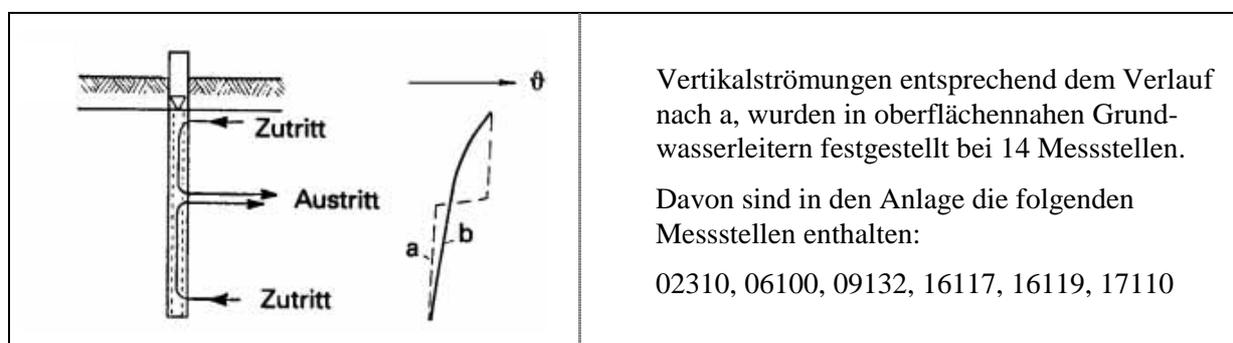


Bild 10 Vertikalströmungen an oberflächennahen Grundwassermessstellen

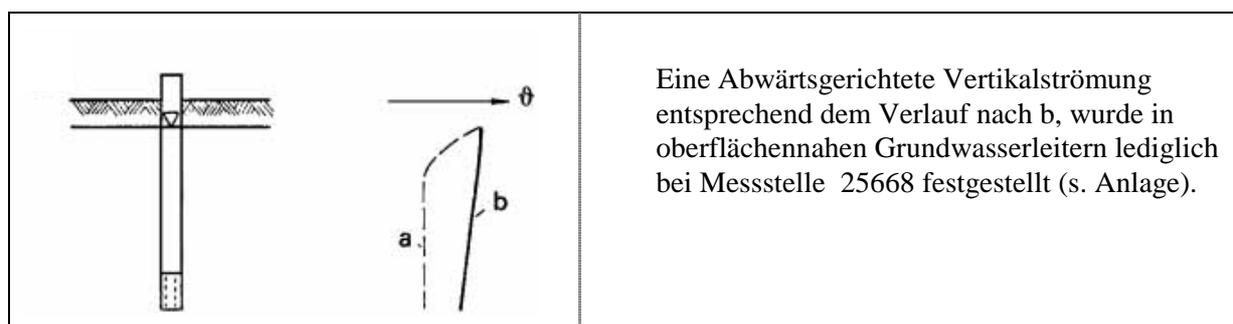


Bild 11 Abwärtsgerichtete Vertikalströmungen an oberflächennahen Grundwassermessstellen

5.5 Hinweise auf Wasserzutritte oder defekte Abdichtungen

Die Grundwasserrichtlinie [1] nennt Beispiele von Temperaturprofilen für tiefere Grundwasserleiter, bei denen der Temperaturverlauf auf undichte Vollwandrohre (mit Wasserzutritten im Vollwandrohrbereich) bzw. auf anderweitig defekte Messstellen hinweist. Die Auswertung ergab, dass 21 Messstellen Ähnlichkeiten zu diesen Temperaturverläufen zeigten und somit hier Undichtigkeiten im Vollrohrbereich möglich sind.

Bei drei Messstellen (Nr. 02110, 04139 und 06132) lässt der Vergleich der Temperaturprofile an diesen Messstellen mit den typischen Profilverläufen gemäß Bild 3 den Schluss zu, dass hier keine Wasserzutritte im Vollwandrohr bestehen bzw. die Abdichtungen im Ringraum wirksam sind.

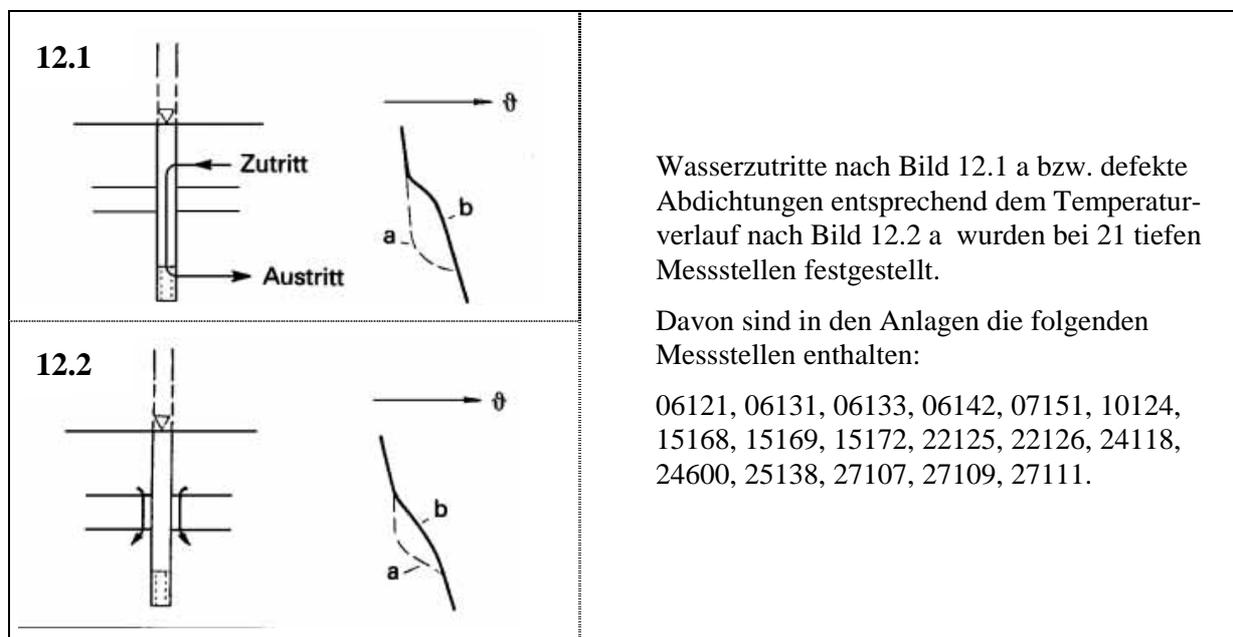


Bild 12 Erkenntnisse über Wasserzutritte oder defekte Abdichtungen in tiefen Grundwassermessstellen

Die Temperaturprofile an den Messstellen 4142, 4144, 21130, 21131 weisen wechselnde Temperaturverläufe auf, die den typischen Temperaturprofilen nach Bild 3 nicht zuordenbar sind.

Die übrigen Messstellen zeigen bezüglich Vertikalströmungen, bzw. Undichtigkeiten oder defekten Abdichtungen keine Auffälligkeiten.

5.6 Bewertung der Vertikalzirkulation an Grundwassermessstellen

Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass an Grundwassermessstellen generell Vertikalzirkulationen möglich sind. In der Grundwasserrichtlinie [1] wird darauf besonders aufmerksam gemacht. Eine Erklärung für diesen Sachverhalt ist die Tatsache, dass gerade bei Tiefmessstellen in Bereich der Messstellensohle meist eine höhere Temperatur vorherrscht, als in Höhe des aktuellen Grundwasserspiegels. Hierdurch werden Dichteströmungen verursacht.

Als Gegenmaßnahme wird in dieser Richtlinie empfohlen, die Temperaturmessungen bevorzugt an Messstellen mit einem Durchmesser von maximal 50 mm durchzuführen. Ein Rohrdurchmesser von DN 50 ist im Praxisbetrieb nicht unproblematisch, da Pumpen leicht festsetzen können (zumal die Rohre nicht völlig lotrecht eingebaut werden können) und Schwimmerseile an der Rohrwandung festsitzen. Speziell bei den Kabellichtloten mit Temperaturanzeige können die Maßbänder an der Rohrwand anhaften. Da die Messstellen im Landesgrundwasserdienst in der Regel einen Querschnitt von DN 100 bis DN 150 aufweisen, sind Vertikalzirkulationen nicht vermeidbar, bzw. dürften einen relativ großen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Vertikalzirkulationen werden aber auch durch die Schwankungen des Grundwasserstands beeinflusst [11]; ferner bei allen Messungen bzw. Untersuchungen, bei denen ein Gegenstand in die Messstelle abgelassen und hernach durch die Wassersäule hindurch zu Tage gefördert wird.

Im Rahmen dieser Untersuchungen ist daher nicht auszuschließen, dass bei dem Temperaturverlauf an den 21 Messstellen gemäß Bild 12 derartige Vertikalzirkulationen die Messergebnisse mit beeinflusst haben.

Im **Gesamtergebnis** der gemessenen Extremwerte aller Messstellen nach Bild 8 ist davon auszugehen, dass die gezeigte Temperaturspannen durch Vertikalzirkulationen erheblich beeinflusst sind. Da selbst in Messtiefen von 100 m unter Gelände die Differenz der Extremwerte pro Tiefenhorizont noch rund 8 °C beträgt (und in 150m Tiefe rund 6 °C), lässt sich dies durch die physikalischen Gegebenheiten im Untergrund nicht erklären (vgl. Abschnitt 2). Vielmehr entspricht die Schwankungsbreite der gemessenen Temperaturwerte den Verhältnissen im oberflächennahen Bereich.

Dennoch geben diese Messergebnisse – auch wenn sie durch verschiedene Randbedingungen beeinflusst sind -, doch die tatsächlichen Verhältnisse an den Grundwassermessstellen wieder, weshalb z.B. beim Einsatz von temperaturempfindlichen Messgeräten (z.B. Drucksonden) unbedingt auf eine entsprechende Temperaturstabilität zu achten ist. Die Temperaturkompensation von Drucksonden, die in Grundwassermessstellen eingesetzt werden, sollte auf die Temperaturspanne von 5 °C bis mindestens 16 °C ausgerichtet sein.

5.7 Bedeutung der Temperaturmessung für Beschaffenheitsdaten

Zur Beschreibung der Beschaffenheit und der Herkunft des Grundwassers sowie zur Bewertung chemischer Analysen ist die Kenntnis der Grundwassertemperatur unerlässlich [8]. Die Zersetzungsvorgänge von Gesteinsbestandteilen und das Ausfällen von Bestandteilen des Grundwassers werden bei erhöhter Temperatur gesteigert [10]. Die Geschwindigkeit der Lösungsvorgänge im Gestein ist nach [10] proportional zum Sättigungsdefizit, das mit steigender Temperatur wächst.

Die Kenntnis über den Temperaturgradienten an den Messstellen kann hier Aufschluss über mögliche Einflussfaktoren geben.

5.8 Folgerung für kontinuierliche Temperatur- bzw. Beschaffenheitsmessungen

In den 80er Jahren wurde relativ häufig die Grundwassertemperatur auch kontinuierlich gemessen und auf analogen Schreibdiagrammen registriert. Bei derartigen Aufzeichnungen bewirken Vertikalströmungen im Messrohr eine deutliche Verfälschung der tatsächlichen Temperaturverhältnisse im ungestörten Untergrund.

Die in einem bestimmten Tiefenhorizont punktuell eingebaute Messsonde wird in diesen Fällen Schwankungen aufzeigen, die mit den Temperaturschwankungen im Untergrund (in Höhe der Einbautiefe) aufgrund der Vertikalströmungen nicht übereinstimmen.

Aus diesen Gründen wird derzeit auf kontinuierlichen Temperaturmessungen an Grundwassermessstellen für die Zwecke des Landesgrundwasserdienstes verzichtet. Gleiches gilt analog auch für andere Beschaffenheitsparameter (z.B. Leitfähigkeit, pH-Wert).

Ungeachtet dessen können kontinuierliche Messungen der Grundwassertemperatur (oder anderer chem. Parameter) für Beweissicherungen von großem Nutzen sein, um damit - ohne aufwändige Analytik - Hinweise zu erhalten auf mögliche temporäre Beeinträchtigungen im Untergrund. Da diese Beweissicherungen sehr häufig im oberflächennahen Grundwasser erfolgen und an den relativ flachen Messstellen die Temperaturdifferenz zwischen Wasserspiegel und Sohle nur gering ist, wird sich hier eine Vertikalströmungen nur selten, bzw. nur sehr abgeschwächt zeigen.

6 Empfehlung für künftige Messprogramme

Der **Messturnus** der Temperaturmessungen sollte gemäß der Grundwasserrichtlinie [1] so festgelegt werden, dass zwischen zwei Messungen keine größeren Temperaturschwankungen zu beobachten sind. Die Temperaturen in den Messlisten sowie die Temperaturprofile in Anlage 2 bis Anlage 4 zeigen jedoch, dass die Temperaturschwankungen zwischen zwei Messungen bis zu 11 °C betragen (s. Messstelle 02311 in Anlage 1.1).

Zum Messturnus sollten bei künftigen Messprogrammen alle beteiligten Stellen versuchen, die monatlich datierten Messtermine im Februar, Mai, August und November einzuhalten, zumal für jeden Messtermin eine Zeitspanne von ca. 30 Tagen besteht. An einzelnen Messstellen mit extremen Temperaturschwankungen könnten Temperaturmessungen in monatlichem Intervall sinnvoll sein, sofern eine konkrete Aufgabenstellung besteht und aufgrund der Lage der Messstelle der Messaufwand vertretbar ist.

Auf die Bedeutung der **Ansprechzeit der Temperatursensoren** ist hinzuweisen [8]. Da der Temperatursensor speziell im Sommer bzw. im Winter durch die Eigentemperatur des Messfühlers die Temperaturwerte beeinflussen kann, sollte nach dem Eintauchen ins Grundwassers eine gewisse Wartezeit vorgesehen werden.

Die vorgesehenen **Messtiefen** sollten möglichst genau eingehalten werden (im Rahmen der Toleranz von 10 cm). Nur so sind eine gute Interpretation möglich und ein Vergleich der Ergebnisse sinnvoll. Bei Messtiefen über 50 m wird die Verwendung von Zusatzgewichten empfohlen [4], [5], [6]. Bei älteren Messstellen ist vor der Temperaturmessung eine Entschlammung zu empfehlen. Die verwendeten Messlisten [7] haben sich bewährt.

Sofern an einer Messstelle **kurzzeitige bauliche Veränderungen** vorgenommen werden (z.B. Verlängerung des Standrohrs bei Messstellen mit artesisch gespanntem Grundwasser) sollte dies auf den Messlisten vermerkt werden.

Die **Beschaffung der Temperatur-Messgeräte** sind von den beteiligten Stellen rechtzeitig zu veranlassen. Bei dem Messprogramm, das dieser Untersuchung zugrunde liegt, konnten 18 Messstellen nicht bis zur Messstellensohle untersucht werden, da die verfügbaren Kabellichtlote nur maximal 100 m (bzw. 200 m) lang waren. Bild 8 zeigt deutlich die Auswirkungen hieraus.

Bei der Durchführung künftiger Messprogramme zur Ermittlung natürlicher oder anthropogen beeinflusster Temperaturprofile ist besondere Sorgfalt auf die **Auswahl der Messstellen** zu legen. Ein orientierendes Messprogramm, wie es hier abgewickelt wurde, kann dazu wichtige Hinweise geben. So können damit z.B. beschädigte oder aus anderen Gründen ungeeignete Messstelle ausgeschieden werden.

Die generellen Anforderungen an die Messstellen sind in der Grundwasserrichtlinie [1] beschrieben. Da der Bau neuer Temperaturmessstellen (mit DN 50) nicht möglich ist, müssen die im Landesgrundwasserdienst verfügbaren Grundwassermessstellen (DN 125) weiter genutzt werden.

Da die **regionale Temperaturverteilung** auf der Erde zu örtlichen spezifischen Anomalien führt [10] und auch einzelne Grundwasserleiter hierbei ein typisches Verhalten zeigen können, sollte die Messstellenauswahl für ein neues Messprogramm diese Aspekte mit einschließen..

Die **kontinuierliche Messung** der Grundwassertemperatur sollte auf wenige Einzelfälle beschränkt bleiben, z.B. dort wo sich die Temperaturwerte zeitlich schnell ändern, oder wo dies für eine zeitlich lückenlose Überwachung erforderlich ist (vgl. [8]). Bei tiefen Messstellen sind die kontinuierlich erhobenen Messergebnisse aufgrund der Vertikalzirkulationen i.d.R. beeinflusst.

7 Zusammenfassung, Ausblick

Die Auswertung der Temperaturprofile von rund 350 Grundwassermessstellen hat gezeigt, dass bei den tiefen Messstellen nur in wenigen Fällen der zu erwartende natürliche Temperaturverlauf erfasst wurde. Entgegen den bisherigen Angaben in der Literatur wurden bis in eine Tiefe von 100 m unter Gelände noch Temperaturschwankungen von rund 8 °C gemessen und selbst in einer Tiefe von 190 m betragen diese Schwankungen immer noch 5 °C.

Ursache für diese Abweichungen sind bei der Mehrzahl der Messstellen Dichteströmungen infolge der Temperaturunterschiede im Messrohr. Daneben gibt es an einigen Messstellen Anzeichen für Schäden am Messrohr, die eine Verbindung von Grundwasserstockwerken mit unterschiedlichem Druckniveau ermöglichen.

Bei der Grundwasserstandsmessungen sind diese Temperaturverhältnisse primär für die Wasserstandsmessung mit Drucksonden von Bedeutung. Die Temperaturkompensation von Drucksonden ist entsprechend anzupassen, wofür diese Messergebnisse grundlegende Informationen liefern.

Sofern nur Mischproben gezogen werden, haben die Dichteströmungen auf Beschaffenheitsuntersuchungen keinen Einfluss. Die Entnahme von weitgehend unverfälschten horizontalen Proben [9] ist nur möglich, wenn besondere Vorkehrungen getroffen werden (Verwendung von Packern, lange Abpumpzeiten).

Die relativ einfach aufzunehmenden Temperaturprofile sind gute Hilfsmittel zur Beurteilung einer Grundwassermessstelle. Die Messungen sollten deshalb zumindest an allen tieferen Grundnetz- und an Beschaffenheitsmessstellen zur Ergänzung der Messstellenunterlagen durchgeführt werden. Auch eine Wiederholung in größerem Zeitabstand kann sinnvoll sein.

Die Durchführung von Messprogrammen zur Erkundung der Temperaturverhältnisse im Untergrund ist eine sehr anspruchsvolle Aufgabe und wird sich auf kleinere Untersuchungsgebiete oder auf ein sehr weitmaschiges Messnetz beschränken müssen. Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse legen die Vermutung nahe, dass nur ein geringer Teil der vorhandenen Messstellen für solche Untersuchungen geeignet sind. Für die Messprogramme müsste somit eine sorgfältige Messstellenauswahl vorgenommen werden.

Das Thema der thermischen Nutzung über Wärmepumpenanlagen ist gerade in Bayern interessant [14], [15] speziell im Molassebecken und in der sogenannten "Süddeutschen Senke" (nördlich der Donau bis nach Oberfranken). Da Erdwärmesonden üblicherweise Tiefen von 10 bis 200 m erreichen [13], können mit den Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes gerade für diesen Einsatzbereich auf effektive Weise gewässerkundliche Basisdaten gewonnen werden.

8 Literatur

- [1] LAWA (= Länderarbeitsgemeinschaft Wasser); Grundwasser, Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 2 (1987), Grundwassertemperatur, Woeste Druck und Verlag, Essen.
- [2] LfW-Rundschreiben an alle Wasserwirtschaftsämter vom 28.02.1991, Az. 114-4425.1, für den Landesgrundwasserdienst; zum neuen Messprogramm für die Erfassung der Grundwassertemperatur.
- [3] WITTMER, G. (1996): Auswertung der Grundwasser-Temperatur-Tiefenprofile des Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, unveröffentlicht, 225 Seiten.
- [4] SCHENK, V.; WILLY, H.; FREIMANN, R. (1996): Messungenauigkeiten bei der Ermittlung von Grundwasserständen mit Kabellichtloten, Zeitschrift Wasserwirtschaft, Heft 86, Seite 26 bis 30.
- [5] LfW-Rundschreiben an alle Wasserwirtschaftsämter vom 04.12.1996, Az. 114-4421.7, für den Landesgrundwasserdienst; zur Messgenauigkeiten von Kabellichtloten.
- [6] LfW (2000): Messanweisung für Kabellichtlote; in: Anwendung der Grundwasserrichtlinie Teil 1, Grundwasserstand; Merkblatt Nr. 2.1/4, Anlage 8.
- [7] LfW (2000): Grundwasserrichtlinie Teil 2, Grundwassertemperatur; Merkblatt Nr. 2.1/2.
- [8] DVWK (=Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.), 1994: DVWK-Schriften, Heft 107, Grundwassermessgeräte, 241 Seiten.
- [9] DVWK (=Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.), 1997: DVWK-Merkblätter, Nr. 245/1997, Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermessstellen, 14 Seiten.
- [10] MATTHESS, G. (1973): Die Beschaffenheit des Grundwassers, Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 2, Verlag Gebrüder Borntraeger Berlin, Stuttgart.
- [11] HÖLTING, B. (1984): Hydrogeologie, Einführung in die allgemeine Hydrogeologie, Enke Verlag, Stuttgart.
- [12] KAPPELMEYER, O. (1961): Geothermik; Lehrbuch der angewandten Geologie, Enke Verlag, Stuttgart.
- [13] VDI (= Verein Deutscher Ingenieure), 2001: VDI-Richtlinien 4640, Blatt 2; Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen; September 2001, Beuth Verlag, Berlin.
- [14] KAYSER, M.; PEER, H.; KALTSCHMITT, M. (1998): Potentiale und Kosten einer geothermischen Energiegewinnung in Deutschland; In: Geothermie, Forschung Entwicklung Markt, Tagungsband der 5 Geothermischen Fachtagung, 12.-15.05.1998, 587 Seiten, Straubing.
- [15] ERBAS, K., SEIBT, A.; HOTH, P.; HUENGES, E. (1999): Evaluierung geowissenschaftlicher und wirtschaftlicher Bedingungen für die Nutzung hydrogeothermaler Ressourcen; Abschlußbericht zum BMBF-Projekt BEO 0326969; Scientific Technica Report STR99/09, Geothermie Report 99-2 des Geoforschungszentrums Potsdam.

9 Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1 Absolute Temperaturminima und -maxima je Messstelle (aus [3])	16
Tabelle 2 Extreme Temperaturwerte aller Messstellen je Messtiefe (aus [3])	17

10 Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Bild 1 Ergebnis der Temperatur-Tiefenprofilmessungen an der Grundwassermessstelle Englischer Garten-E2, Nr. 16146 mit einem mittleren Flurabstand von 3,6 m und einer Entfernung von ca. 800 m vom Isarufer und ca. 200 m vom Eisbach	7
Bild 2 Temperaturprofile im Untergrund zu verschiedenen Jahreszeiten (nach [1])	8
Bild 3 Schematische Darstellung typischer Temperaturprofile und deren Interpretation (nach [1])	9
Bild 4 Schemaskizze zur Anordnung der Temperatur-Messpunkte im Untergrund (nach [1])	10
Bild 5 Ausgewählte Grundwassermessstellen mit Temperatur-Tiefenprofilmessungen	11
Bild 6 Anzahl der Messpunkte bei den untersuchten Messstellen (nach [3])	12
Bild 7 Tiefe der untersuchten Messstellen (nach [3])	13
Bild 8 Extremwerte aller Messstellen je Messtiefe (aus [3])	15
Bild 9 Häufigkeit der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankung über 0,5 °C in einer Tiefe von über 20 m unter Gelände (nach [3])	18
Bild 10 Vertikalströmungen an oberflächennahen Grundwassermessstellen	19
Bild 11 Abwärtsgerichtete Vertikalströmungen an oberflächennahen Grundwassermessstellen	19
Bild 12 Erkenntnisse über Wasserzutritte oder defekte Abdichtungen in tiefen Grundwassermessstellen	20

11 Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Ausbautiefe bis 10 m unter Gelände

Oberflächennahe Messstellen

Messstelle-Nr.	Zuständiges Amt (WWA / SWA)	Anlage Nr.	Seite
02311	Amberg	1.1	33
06100	Bayreuth	1.2	34
09132	Krumbach	1.3	35
15124	Landshut	1.4	36
16117	Freising	1.5	37
17112	Nürnberg	1.6	38
21950	Rosenheim	1.7	39

Anlage 2: Ausbautiefe bis 40 m unter Gelände

Oberflächennahe Messstellen *

Messstelle-Nr.	Zuständiges Amt (WWA / SWA)	Anlage Nr.	Seite
02117	Amberg	2.1	43
02128	Amberg	2.2	44
02310	Amberg	2.3	45
05006	Bamberg	2.4	46
16119	Freising	2.5	47
17110	Nürnberg	2.6	48
21923	Rosenheim	2.7	49
25153	Weilheim	2.8	50
25668	Weilheim	2.9	51

* Anmerkung: Bei den Messstellen bis 40 m Tiefe steht der Wasserspiegel bei 1 bis 5 m unter Gelände an, weshalb diese als oberflächennahen Messstellen bezeichnet werden.

Anlage 3: Messtiefe bis 100 m unter Gelände

Tiefe Messstellen

Messstelle-Nr.	Zuständiges Amt (WWA / SWA)	Anlage Nr.	Seite
04139	Aschaffenburg	3.1	55
04141	Aschaffenburg	3.2	56
04145	Aschaffenburg	3.3	57
07151	Deggendorf	3.4	58
10124	Hof	3.5	59
10126	Hof	3.6	60
15169	Landshut	3.7	61
15172	Landshut	3.8	62
21128	Rosenheim	3.9	63
21130	Rosenheim	3.10	64
21131	Rosenheim	3.11	65
22125	Schweinfurt	3.12	66
25138	Weilheim	3.13	67

Anlage 4: Messtiefe bis 350 m unter Gelände**Tiefe Messstellen**

Messstelle-Nr.	Zuständiges Amt (WWA / SWA)	Anlage Nr.	Seite
02110	Amberg	4.1	71
06121	Bayreuth	4.2	72
06131	Bayreuth	4.3	73
06132	Weiden	4.4	74
06133	Bayreuth	4.5	75
06142	Bayreuth	4.6	76
11155	Ingolstadt	4.7	77
15168	Landshut	4.8	78
22126	Schweinfurt	4.9	79
24118	Amberg	4.10	80
24119	Amberg	4.11	81
24600	Weiden	4.12	82
27107	Würzburg	4.13	83
27109	Würzburg	4.12	84
27111	Würzburg	4.13	85

12 Stammdaten der Grundwassermessstellen in Anlage 1 bis 6

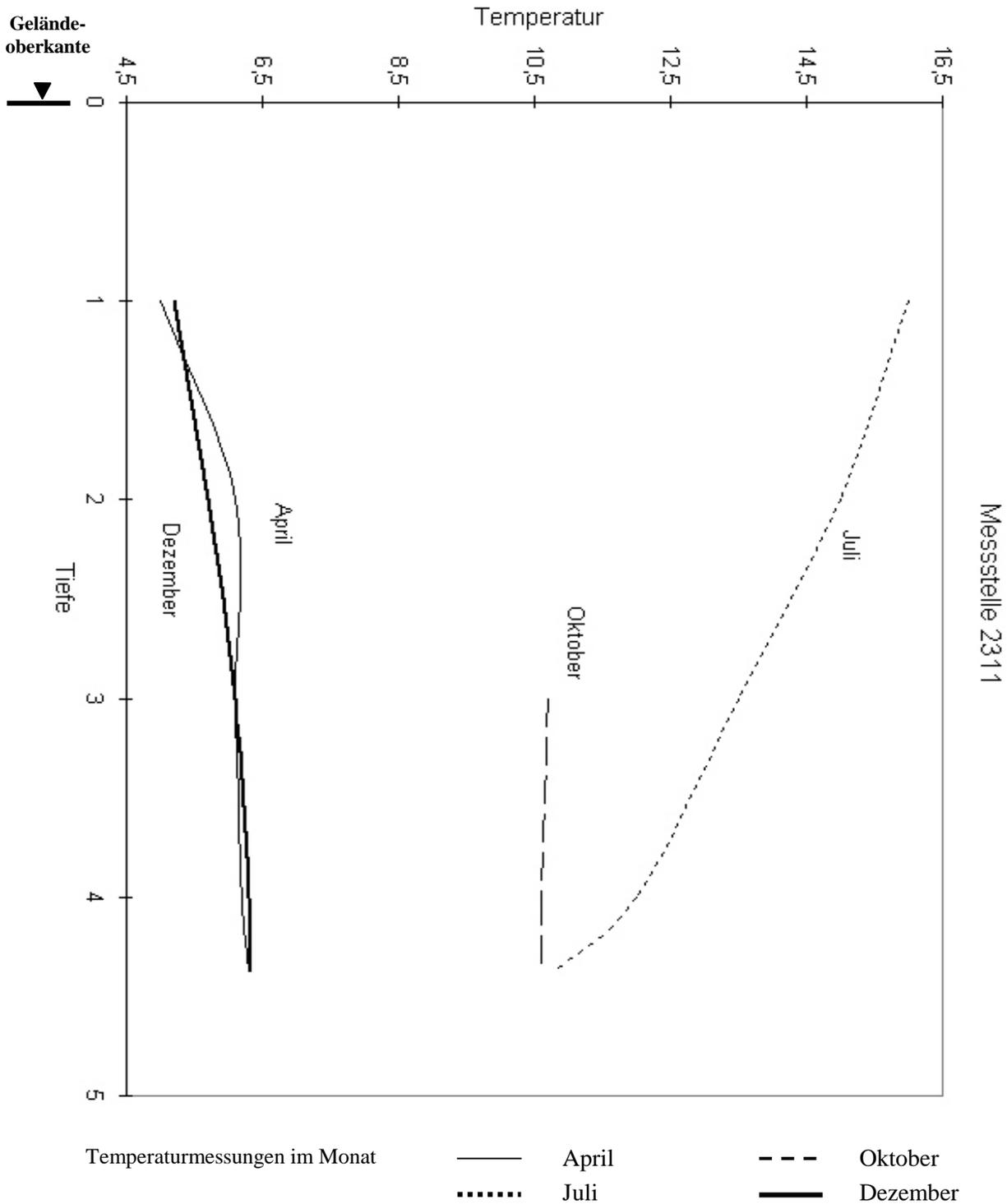
Messstelle Nummer	Messstellenname	Landkreis / kreisfr.Stadt	Ausbautiefe [m]
2110	FREIHUNGSAND II 657	Amberg-Sulzbach	178,00
2117	MOENCHSHOLZ 721	Amberg-Sulzbach	30,00
2128	AM WEIHER 732	Schwandorf	19,00
2135	TAUBENB.FORST B 937	Amberg-Sulzbach	86,00
2310	SULZBACH-ROSENBG. 402	Amberg-Sulzbach	38,00
2311	ASBACH 179A	Schwandorf	6,32
4001	SCHOENBUSCH 85A	Aschaffenburg	9,07
4005	ERLENBACH 98	Miltenberg	19,30
4108	FRUEHLINGSLUST 86A	Aschaffenburg	9,87
4123	MEERHOF ALZENAU 94C	Aschaffenburg	9,60
4124	GROSSOSTHEIM 84B	Aschaffenburg	30,86
4139	GROSSWALLSTADT 161	Miltenberg	99,04
4140	GROSSWALLSTADT 162	Miltenberg	97,89
4141	RUECK 178	Miltenberg	137,00
4142	SCHNEEBERG 179	Miltenberg	100,21
4144	KIRSCHFURT 181	Miltenberg	117,85
4145	KIRSCHFURT 182	Miltenberg	120,00
5006	POMMERSFELDEN 58A	Bamberg	16,79
5115	UNTERHAID 10	Bamberg	9,20
6001	MELKENDORF 16B	Kulmbach	5,50
6100	STADTSTEINACH 9A	Kulmbach	5,50
6120	LOHGRABEN B TFBR 953	Bayreuth	169,00
6121	NORDL.OTTENBERG C 199	Bayreuth	255,00
6127	MOGGENDORF 186	Bayreuth	145,00
6128	SACHSENDORF 187	Bayreuth	119,60
6129	WEIHERAECKER A 996	Bayreuth	121,00
6131	SAULOHE C 998	Bayreuth	153,00
6132	RAMLESREUTH D 999	Neustadt a.d.Waldnaab	152,70
6133	LESSAU TB 201	Bayreuth	132,00
6142	WEIDENSEES A (TB) 215	Bayreuth	300,00
7124	GILSENSOED HS 65 334	Deggendorf	5,65
7151	WOLFERSZELL 743	Straubing-Bogen	95,00
8001	FESSENHEIM 46	Donau-Ries	8,30
8111	Genderkingen Bhf. 64a	Donau-Ries	11,00
9132	SENDEN 6B	Neu-Ulm	7,20
10116	DOERFLES 12	Kronach	6,58
10124	STEINACHTAL 154	Kronach	100,00
10126	KNELLENDORF VB C 170	Kronach	68,00
11103	EBENHAUSEN NEU 125	Pfaffenhofen a.d.Ilm	10,50
11111	LENTING A BR. K 2	Eichstätt	26,00
11134	KARLSKRON-PROBF. 132C	Neuburg-Schrobenhausen	6,28
11155	SEHENSAND	Neuburg-Schrobenhausen	357,96
13126	EBENHOFEN 758	Ostallgäu	32,60
13128	EBENHOFEN 760	Ostallgäu	40,70
13130	HANDWERKS/GSENGH. 795	Lindau (Bodensee)	19,80
13131	HANDWERKS/OB.STR. 796	Lindau (Bodensee)	20,60
15124	NIEDERLEIERNDF.ORT S4	Kelheim	5,20

Messstelle Nummer	Messstellenname	Landkreis / kreisfr.Stadt	Ausbautiefe [m]
15126	NIEDERLEIERNDF.MU. S6	Kelheim	5,20
15168	LOHSTADT 825	Kelheim	108,00
15169	GUNDELSHAUSEN 826	Kelheim	341,60
15172	GEM. STAUBING A 853	Kelheim	130,00
16104	SIEGERTSBRUNN 261	München	35,70
16105	GRASBRUNN 263A	München	29,95
16117	FREISING 275C	Freising	9,30
16119	ECHING 275D	Freising	18,00
17110	WACHENDORF 117	Fürth	15,70
17111	SCHMAUSENBUECK 118	Nürnberg	12,50
17112	VACH VA 14	Nürnberg	10,10
18101	KRIESDORF 350	Passau	5,71
21128	GEISELHARTING A F 856	Mühlendorf a.Inn	155,00
21130	WENDLING B FB 858	Mühlendorf a.Inn	140,00
21131	WENDLING B TB 859	Mühlendorf a.Inn	235,00
21133	BAYRISCHZELL BO.b	Miesbach	19,37
21922	WEIDACH R 6	Rosenheim	32,50
21923	WESTERHAM,SUEDL. R 7	Rosenheim	36,00
21926	JENKOFEN R 10	Rosenheim	20,50
21934	WEIDACH R 20	Rosenheim	19,60
21945	UNT.-HEUFELD R 32	Rosenheim	14,50
21950	HEUFELD R 38	Rosenheim	15,00
21951	NOE.WEIHENLINDEN R 39	Rosenheim	7,50
22111	ETTLEBEN 80A	Schweinfurt	10,00
22125	OBERTHULBA A 211	Bad Kissingen	99,00
22126	OBERTHULBA B 212	Bad Kissingen	123,00
23221	RAITEN II 951	Traunstein	15,00
24103	ZIEGELHUETTE 11	Tirschenreuth	11,50
24118	NEUDORFER WEG 792	Amberg-Sulzbach	123,00
24119	SANDPLATZ 793	Amberg-Sulzbach	129,80
24600	PARKSTEIN EB VI TR	Neustadt a.d.Waldnaab	199,00
25100	WINKL KLAFFENB. 246A2	Bad Tölz-Wolfratshsn.	13,44
25101	LENGGRIES 961A	Bad Tölz-Wolfratshsn.	9,54
25111	WEINDORF 573	Garmisch-Partenkirchen	50,21
25124	EBERFING 660	Weilheim-Schongau	28,50
25125	WV.MURNAU BR.I 679	Garmisch-Partenkirchen	60,00
25127	EBERFING HARTWIE. 761	Weilheim-Schongau	40,50
25138	PENZING I TB 822	Landsberg a.Lech	96,08
25145	RIEGSEE 1 873	Garmisch-Partenkirchen	8,66
25153	SINDELSDORF 885	Weilheim-Schongau	14,50
25600	PEISSENBG-SONNENSTR 1	Weilheim-Schongau	9,00
25603	PEISSENBG-WOERTH 4	Weilheim-Schongau	6,30
25668	OBERAU 2/3 TR	Garmisch-Partenkirchen	13,92
27107	RIENECK 164	Main-Spessart	117,00
27109	WOMBACH TIEFBR. 166	Main-Spessart	110,00
27111	WOMBACH III 177	Main-Spessart	115,00
27609	KAERRNERGASSE 10	Würzburg	7,00
27614	AM PLEIDENTURM 15	Würzburg	7,50

Anlage 1

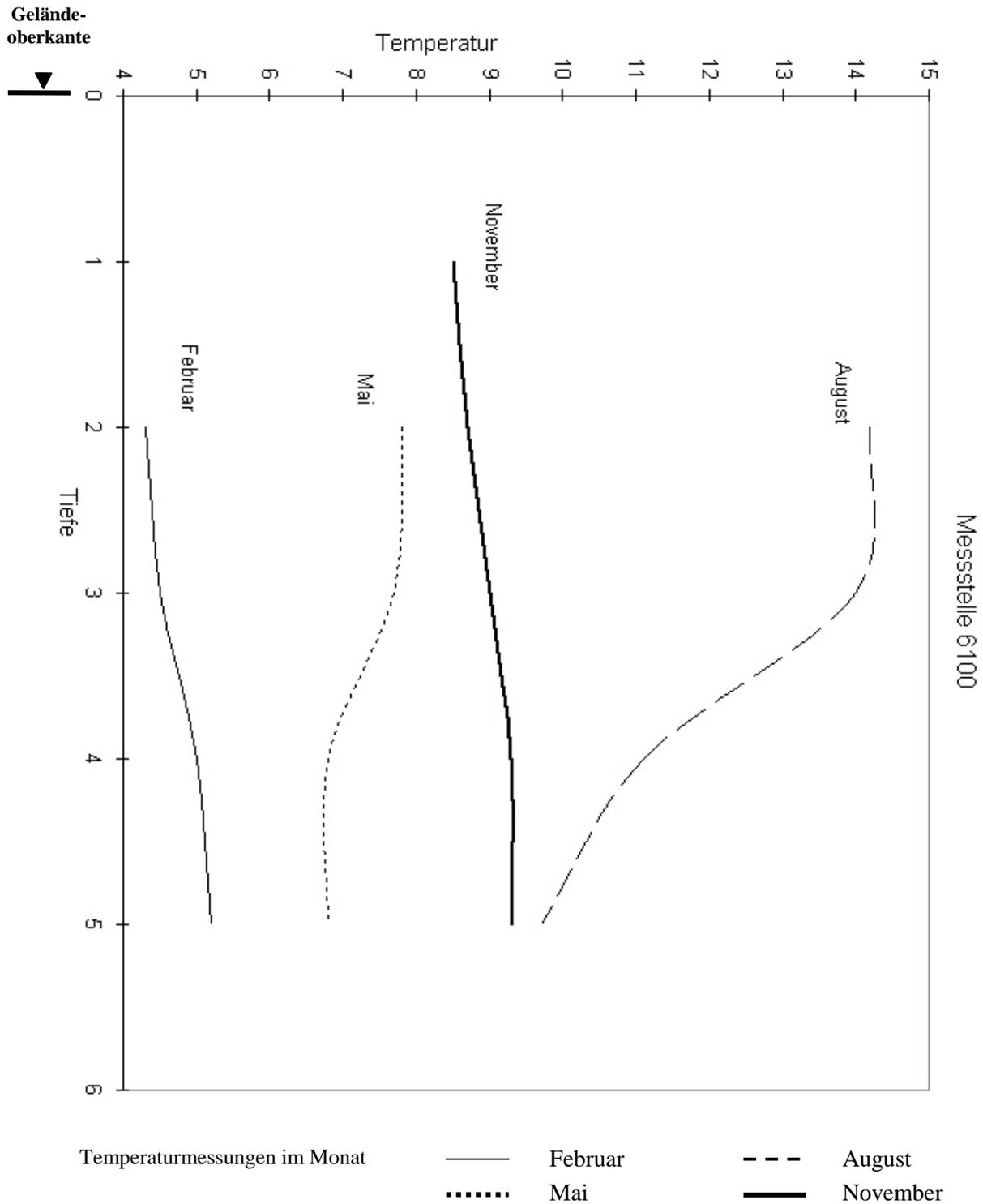
Ausbautiefe bis 10 m unter Gelände

Oberflächennahe Messstellen



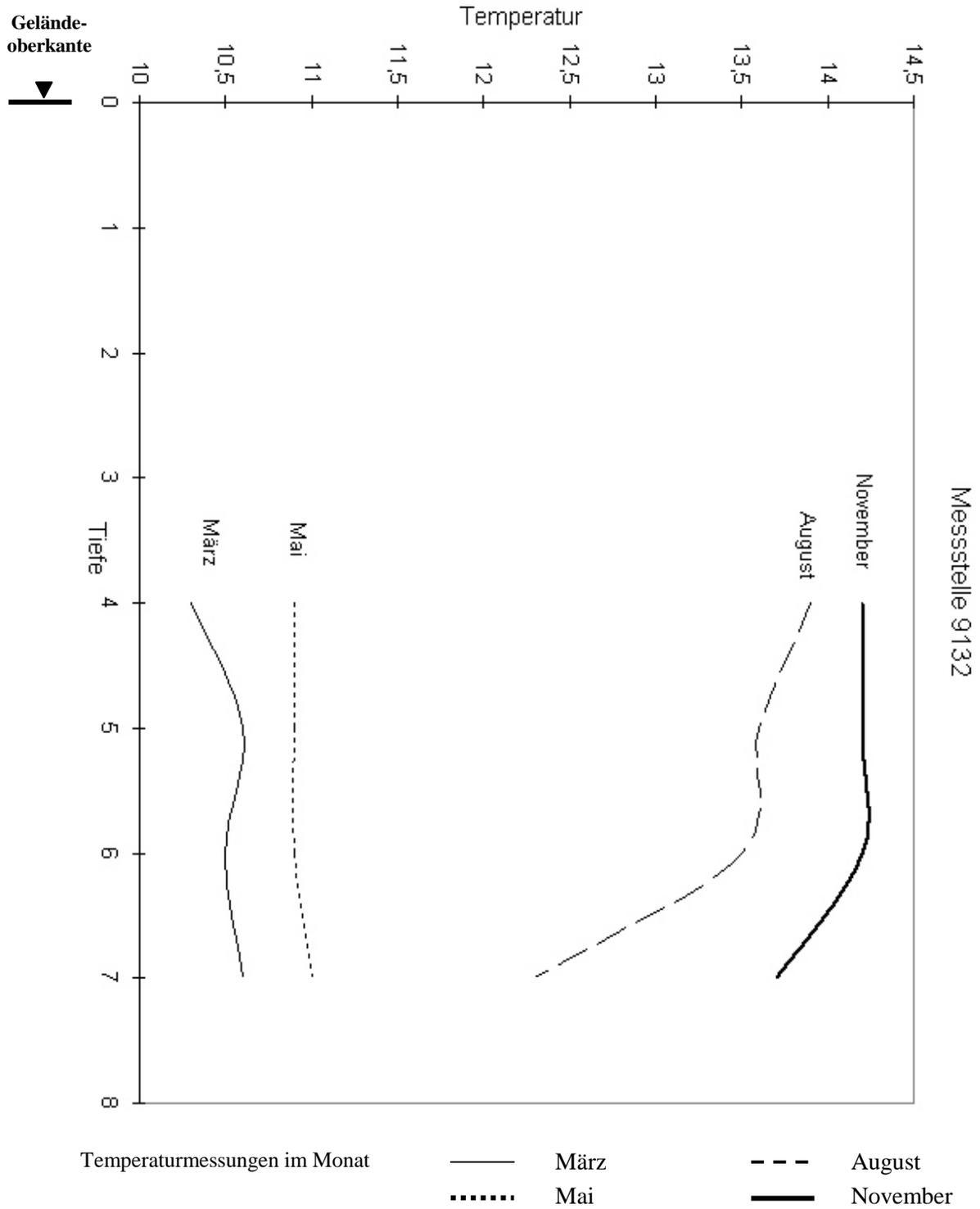
Anlage 1.1 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 02311

Messstellenname **ASBACH 179A**
 Landkreis Schwandorf
 Ausbautiefe 6,32 m unter Gelände



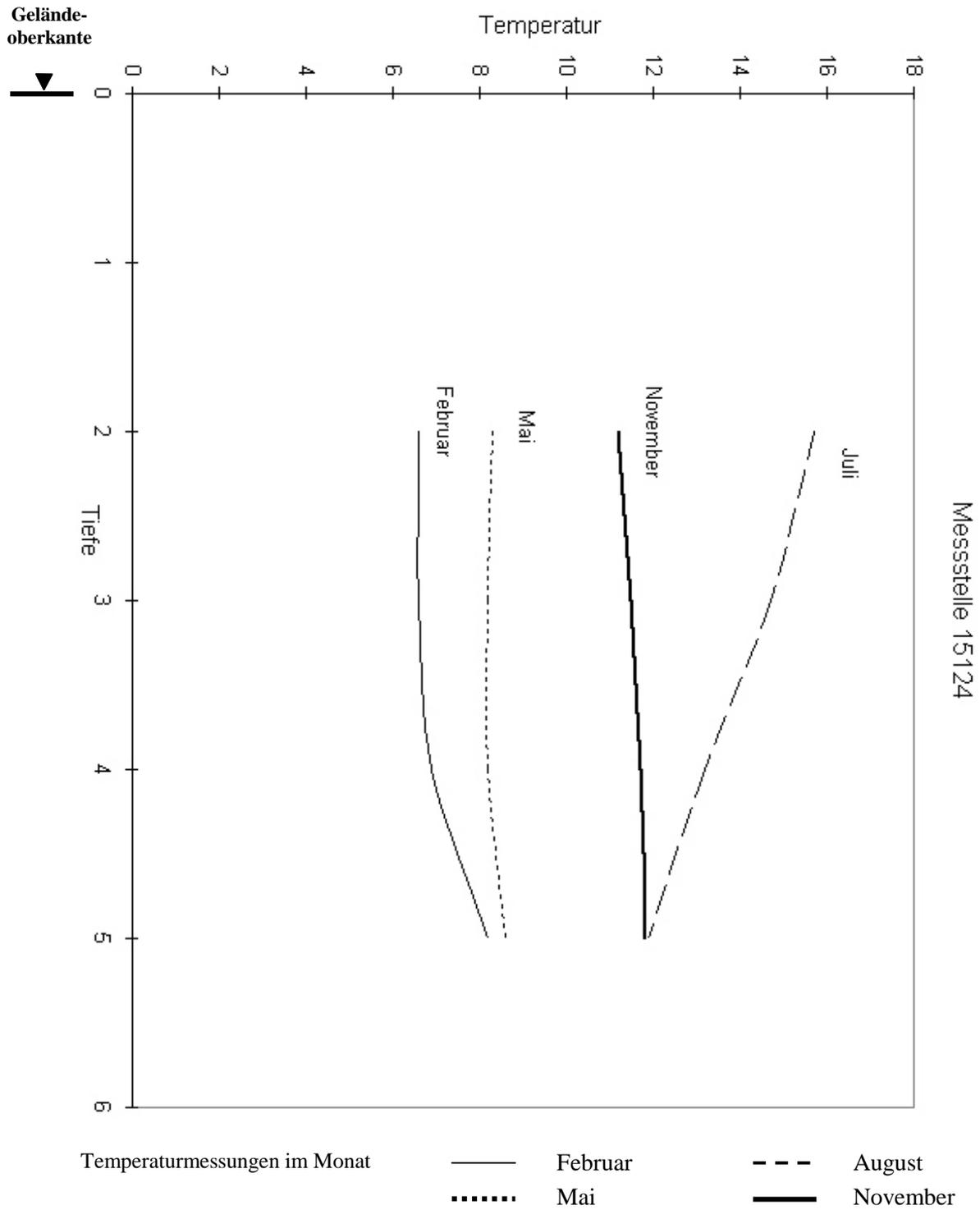
Anlage 1.2 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06100

Messstellenname **STADTSTEINACH 9A**
 Landkreis **Kulmbach**
 Ausbautiefe **5,50 m unter Gelände**



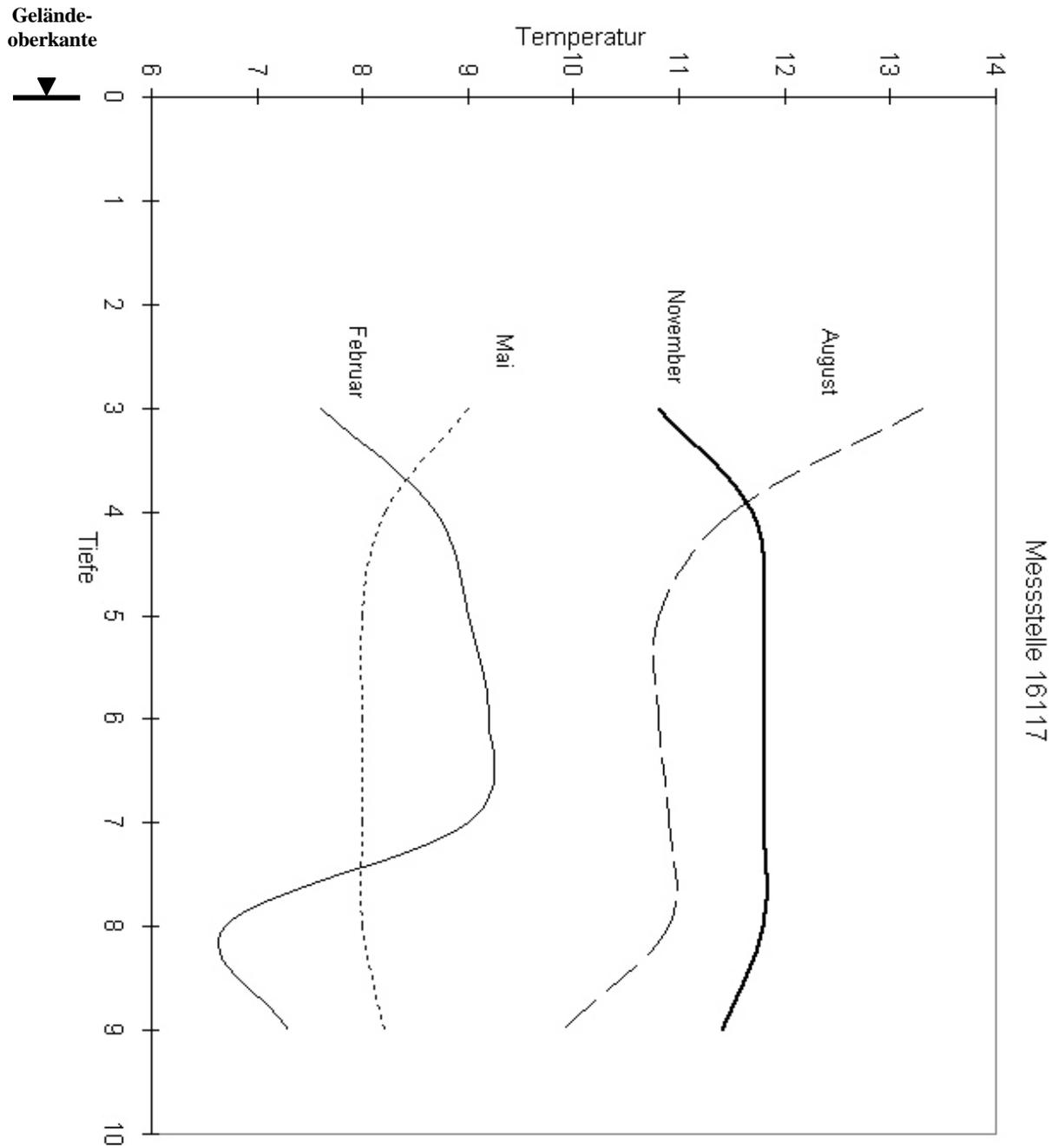
Anlage 1.3 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 09132

Messstellenname **SENDEN 6B**
 Landkreis Neu-Ulm
 Ausbautiefe 7,20 m unter Gelände



Anlage 1.4 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 15124

Messstellenname **NIEDERLEIERNDF.ORT S4**
 Landkreis Kelheim
 Ausbautiefe 5,20 m unter Gelände

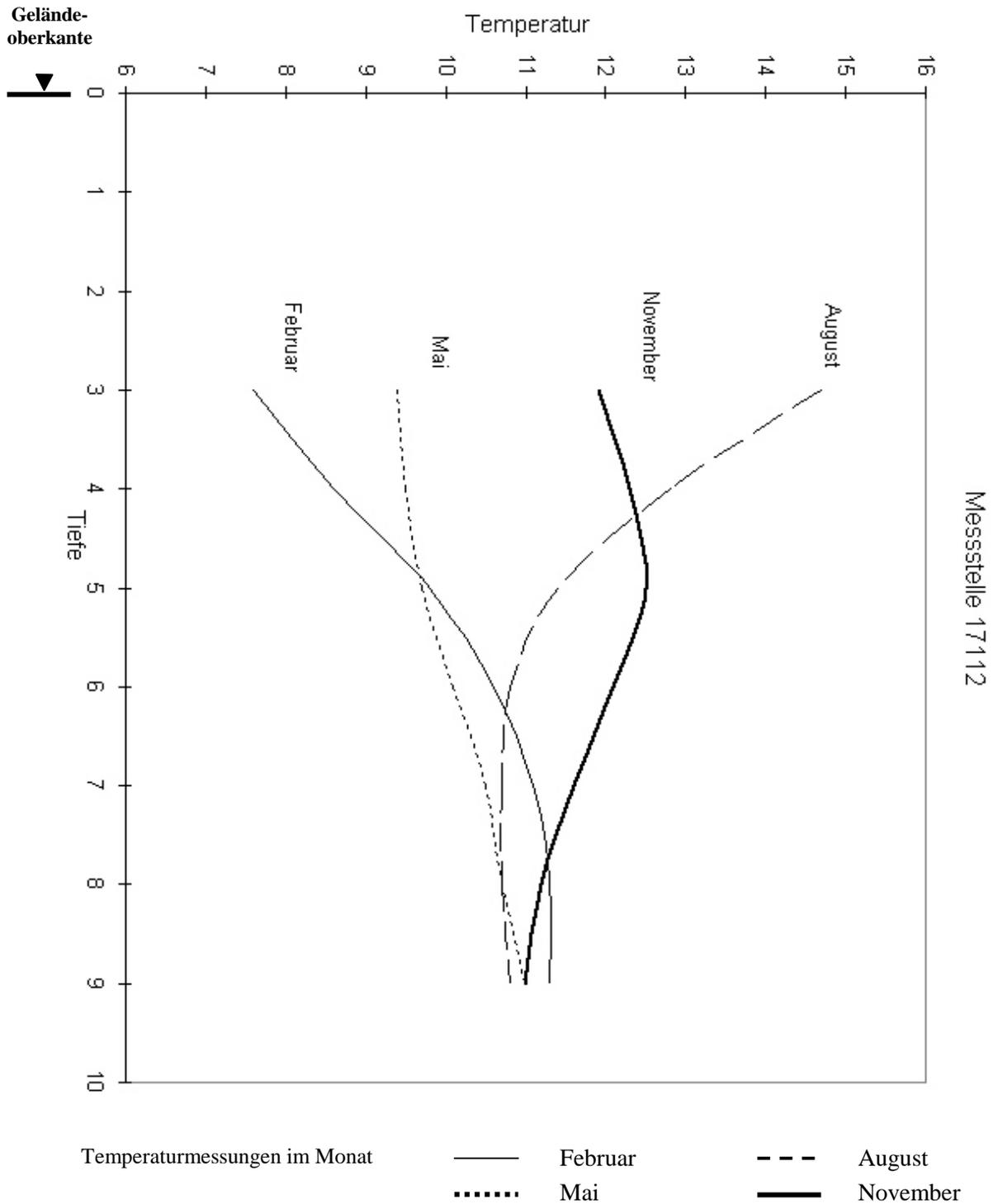


Temperaturmessungen im Monat

—	Februar	- - -	August
.....	Mai	—	November

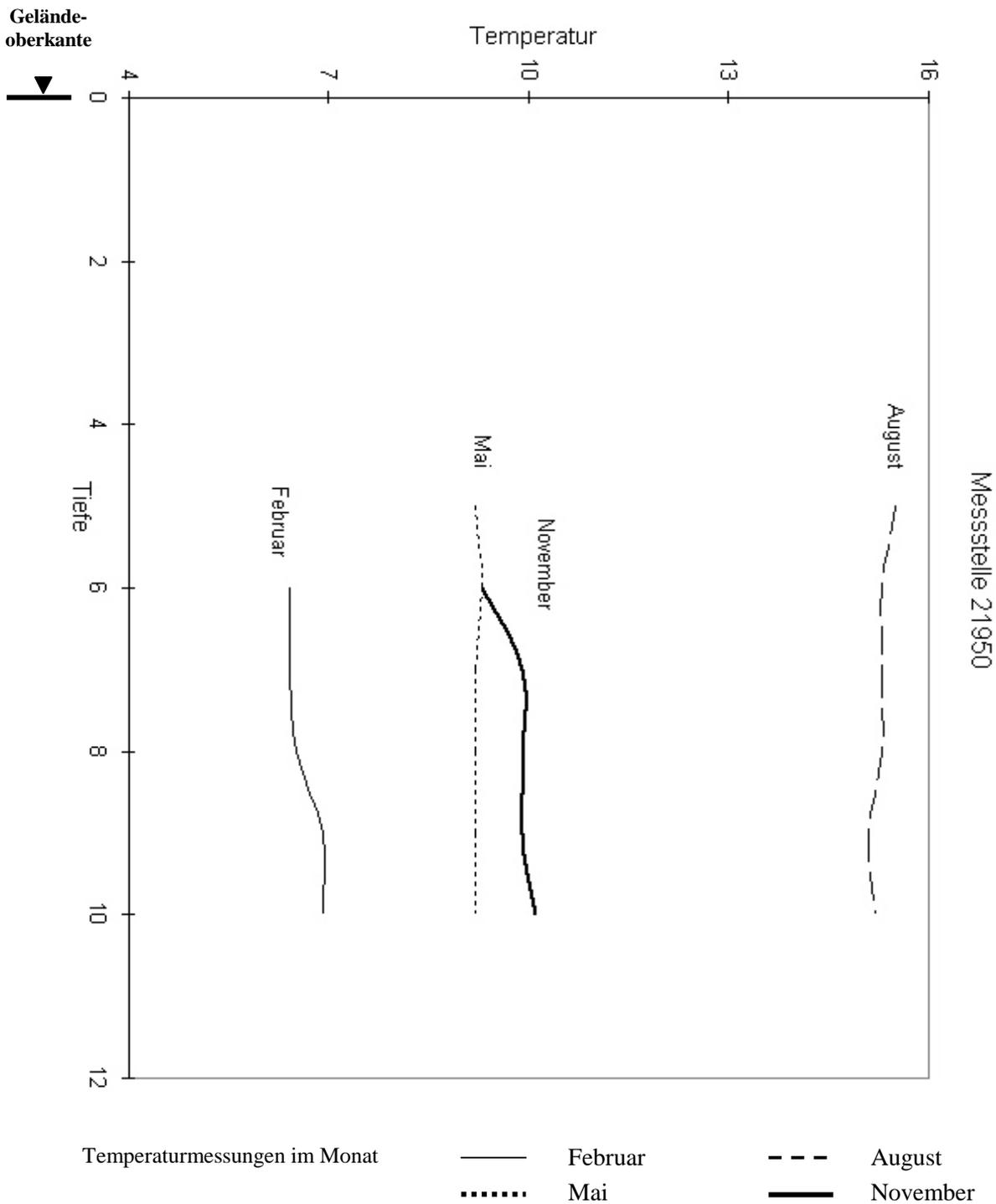
Anlage 1.5 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 16117

Messstellenname **FREISING 275C**
 Landkreis Freising
 Ausbautiefe 9,30 m unter Gelände



Anlage 1.6 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 17112

Messstellenname **VACH VA 14**
 Landkreis **Fürth**
 Ausbautiefe **10,10 m unter Gelände**



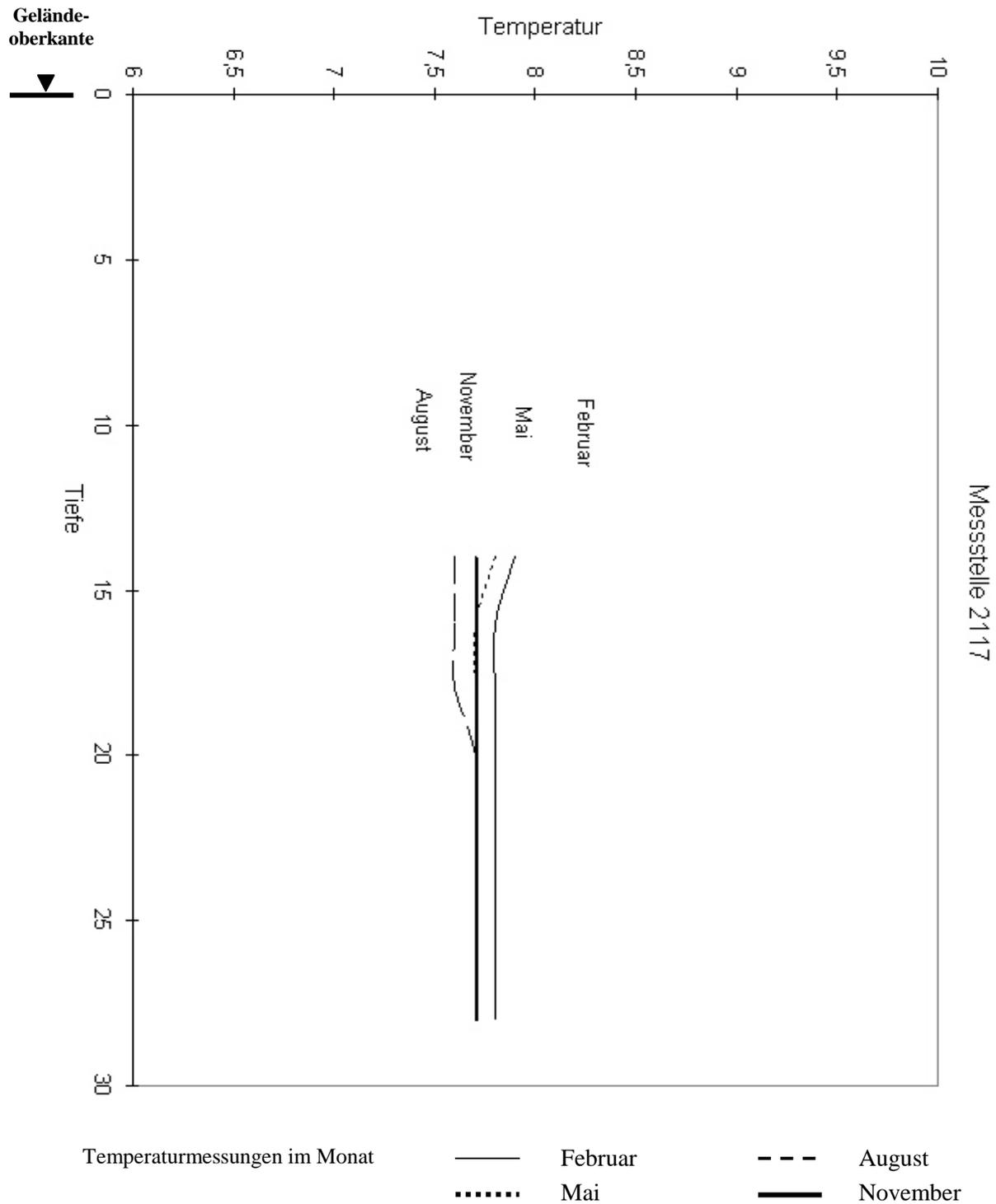
Anlage 1.7 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 21950

Messstellenname **HEUFELD R 38**
 Landkreis **Rosenheim**
 Ausbautiefe **15,00 m unter Gelände**

Anlage 2

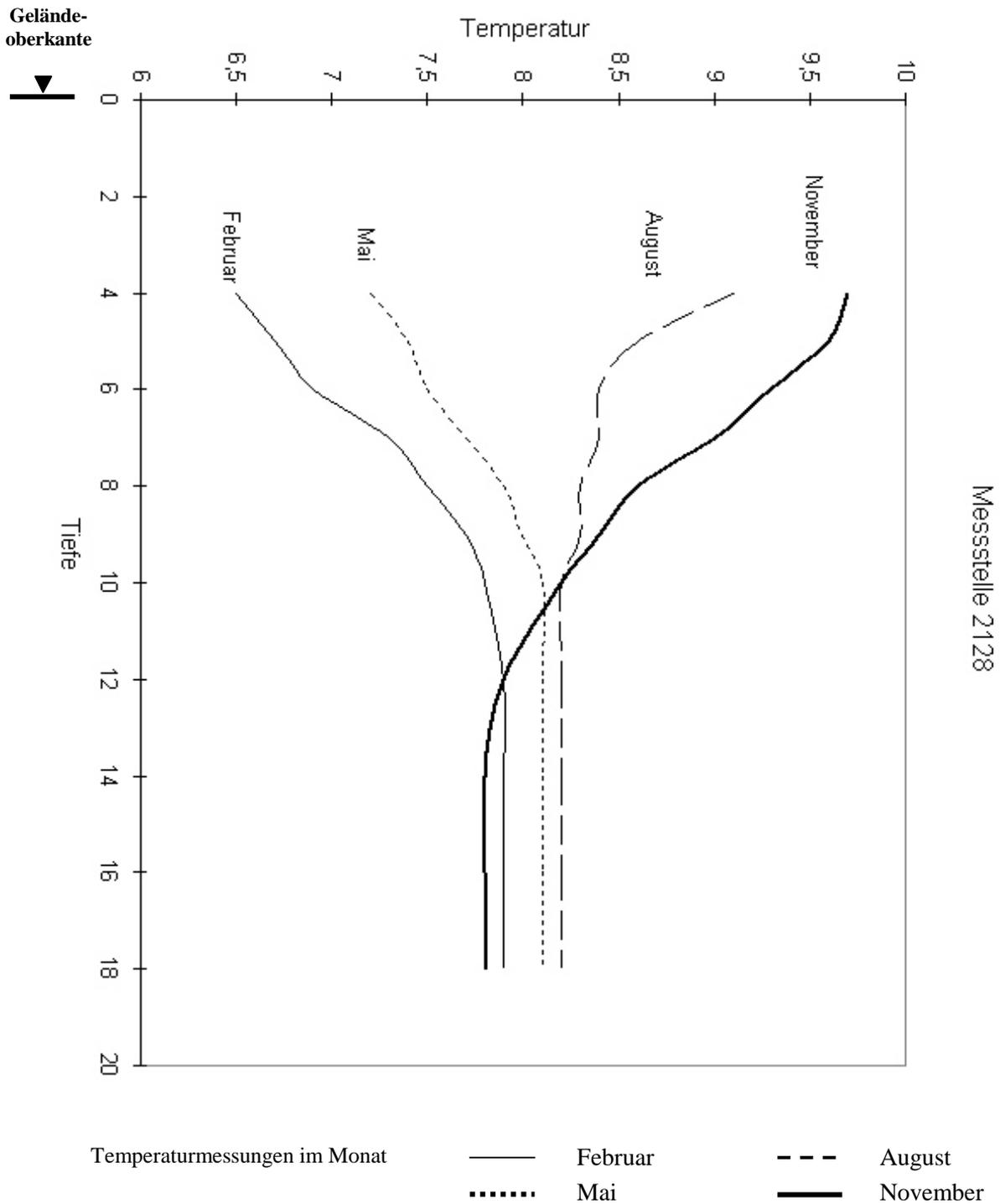
Ausbautiefe bis 40 m unter Gelände

Oberflächennahe Messstellen



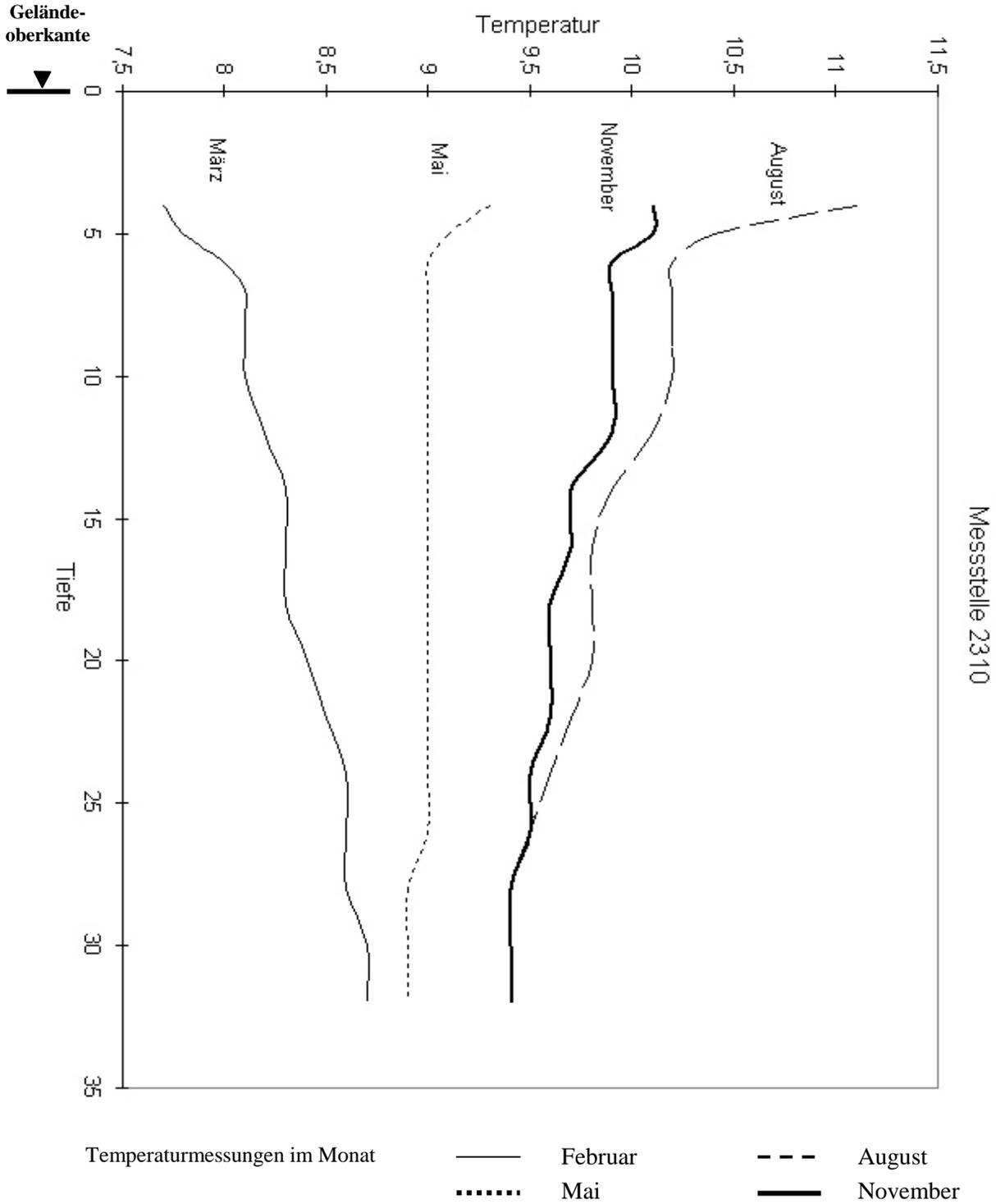
Anlage 2-1 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 02117

Messstellenname	MOENCHSHOLZ	721
Landkreis	Amberg-Sulzbach	
Ausbautiefe	30,00 m unter Gelände	



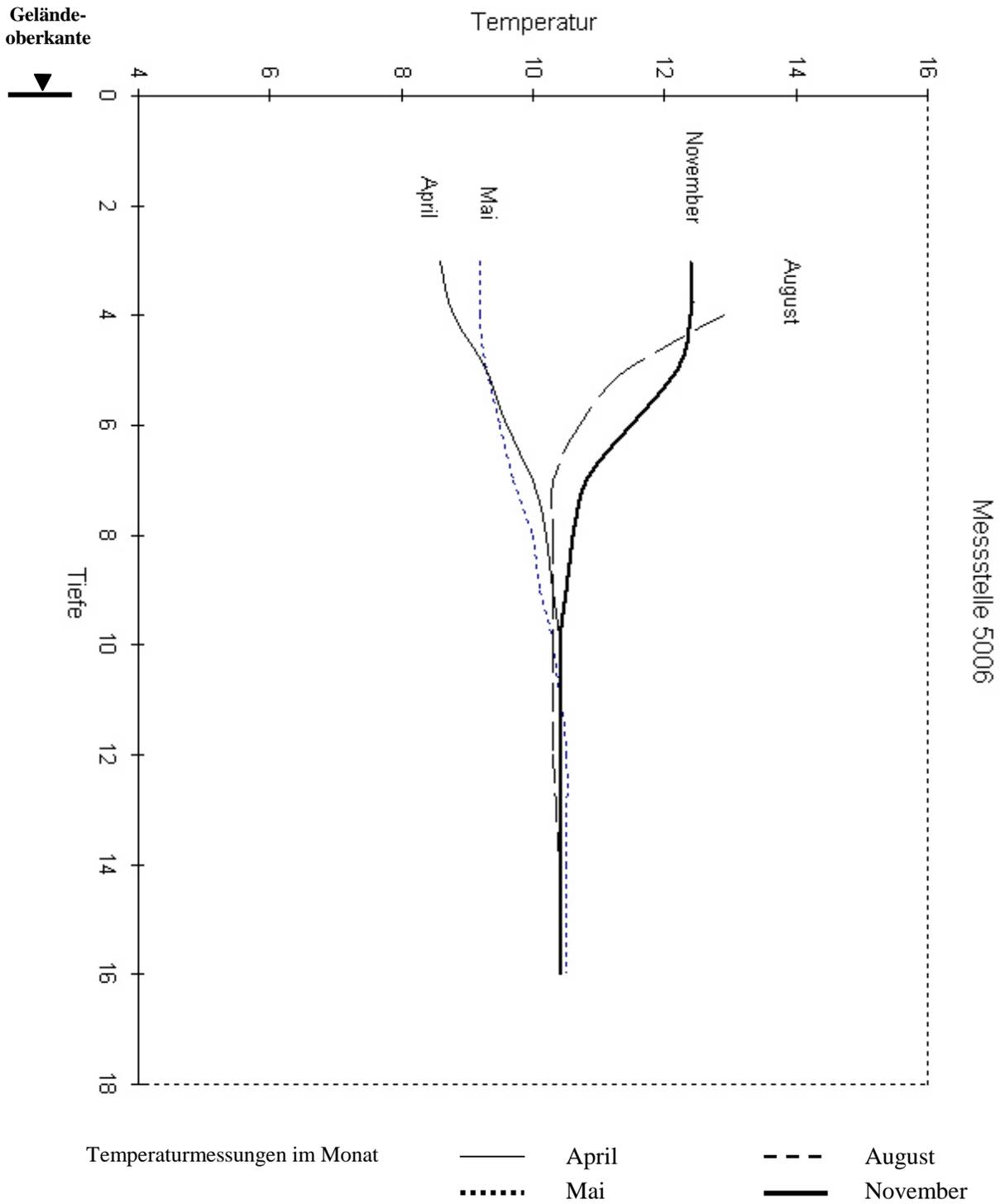
Anlage 2-2 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 02128

Messstellenname	AM WEIHER	732
Landkreis	Schwandorf	
Ausbautiefe	19,00 m unter Gelände	



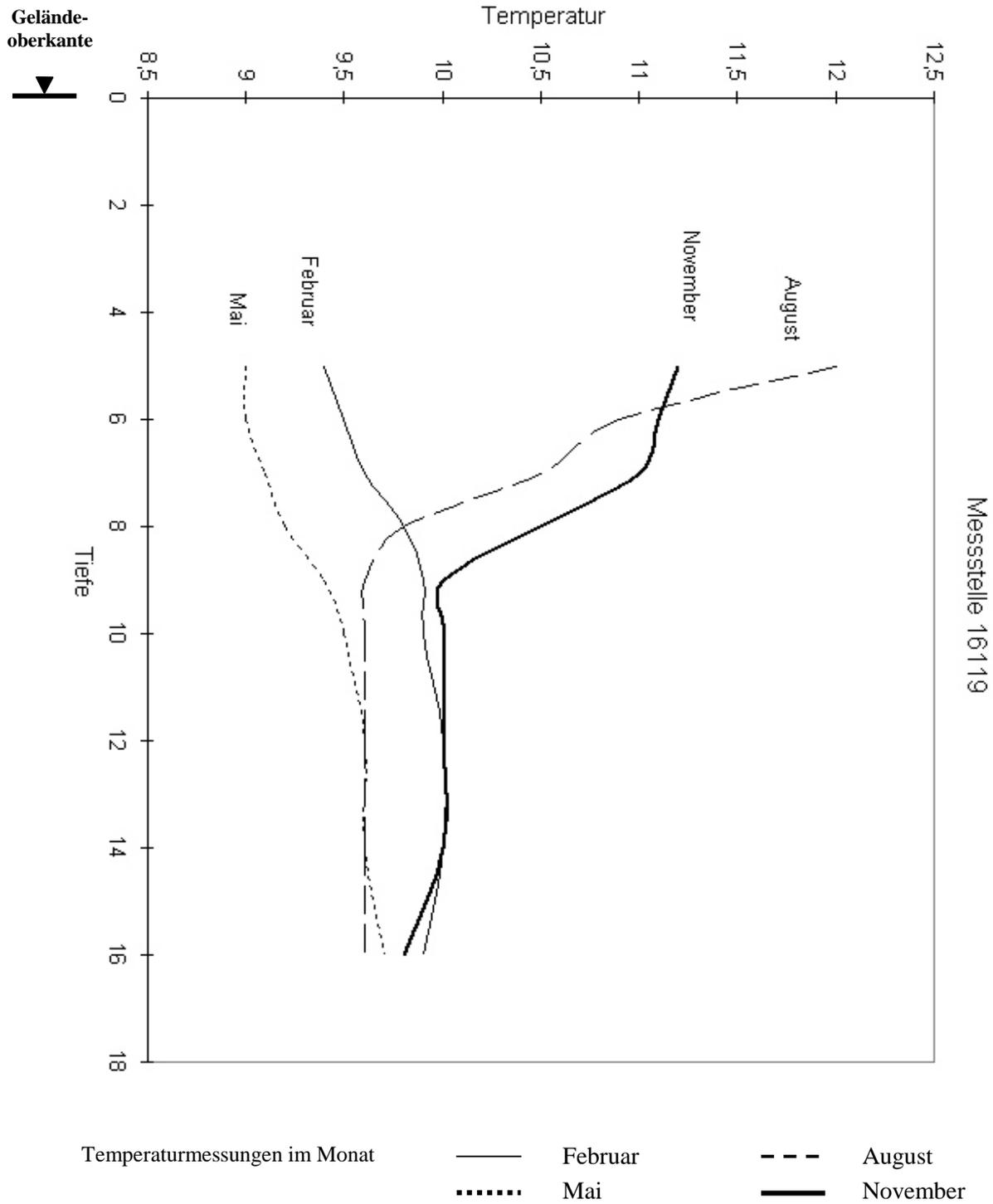
Anlage 2-3 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 02310

Messstellenname	SULZBACH-ROSENBG. 402
Landkreis	Amberg-Sulzbach
Ausbautiefe	38,00 m unter Gelände



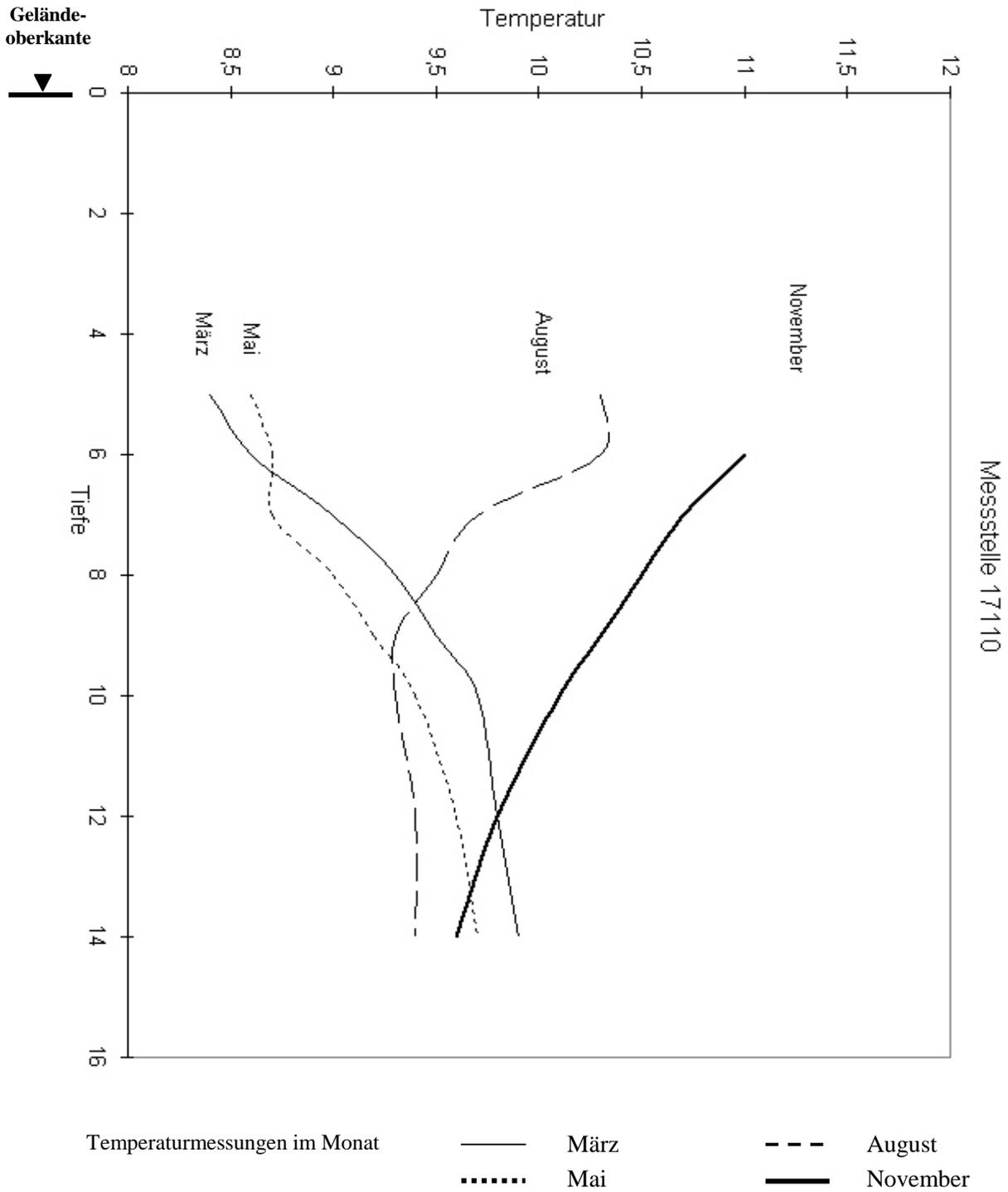
Anlage 2-4 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 05006

Messstellenname **POMMERSFELDEN 58A**
 Landkreis Bamberg
 Ausbautiefe 16,79 m unter Gelände



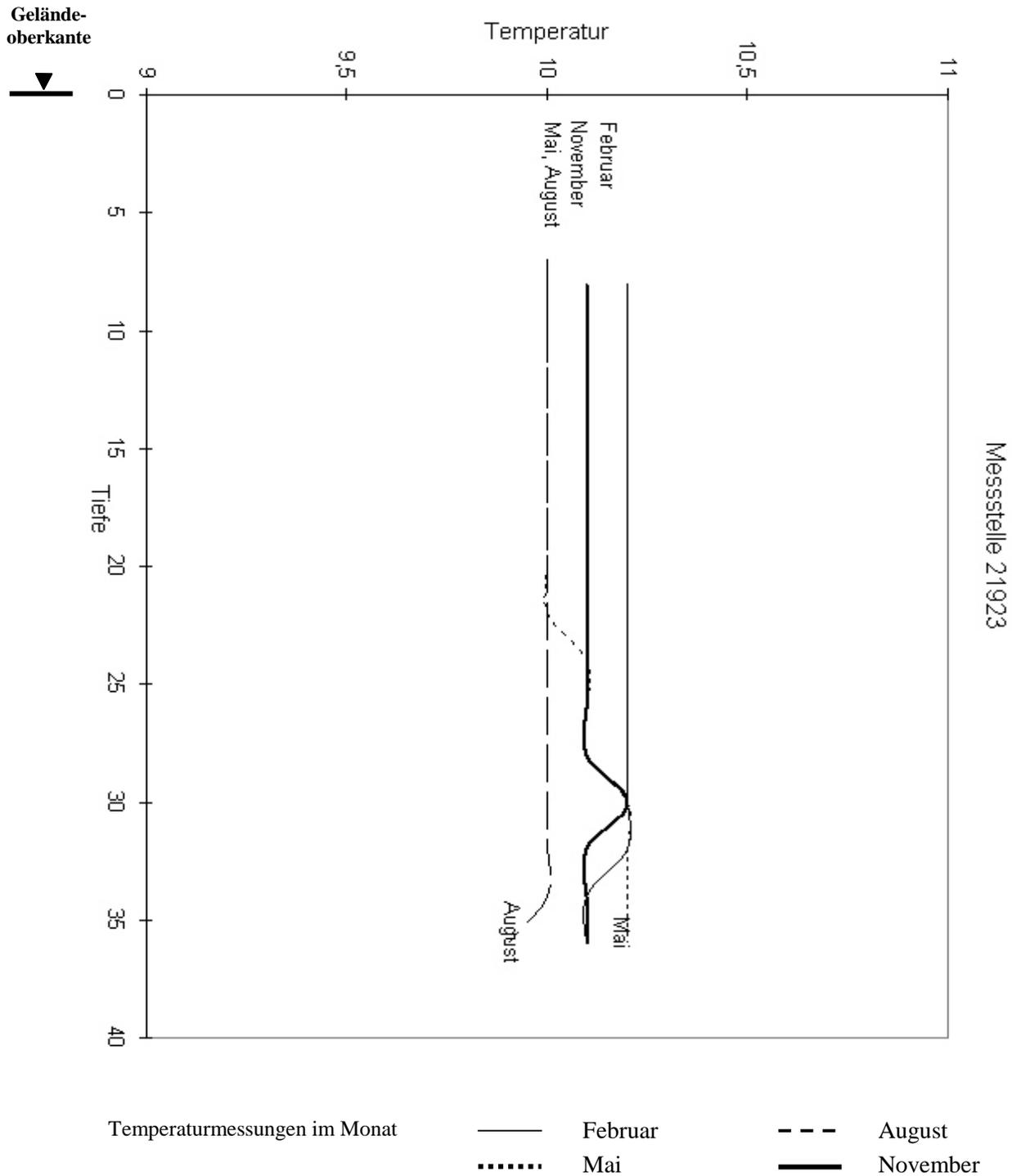
Anlage 2-5 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 16119

Messstellenname	ECHING	275D
Landkreis	Freising	
Ausbautiefe	19,00 m	unter Gelände



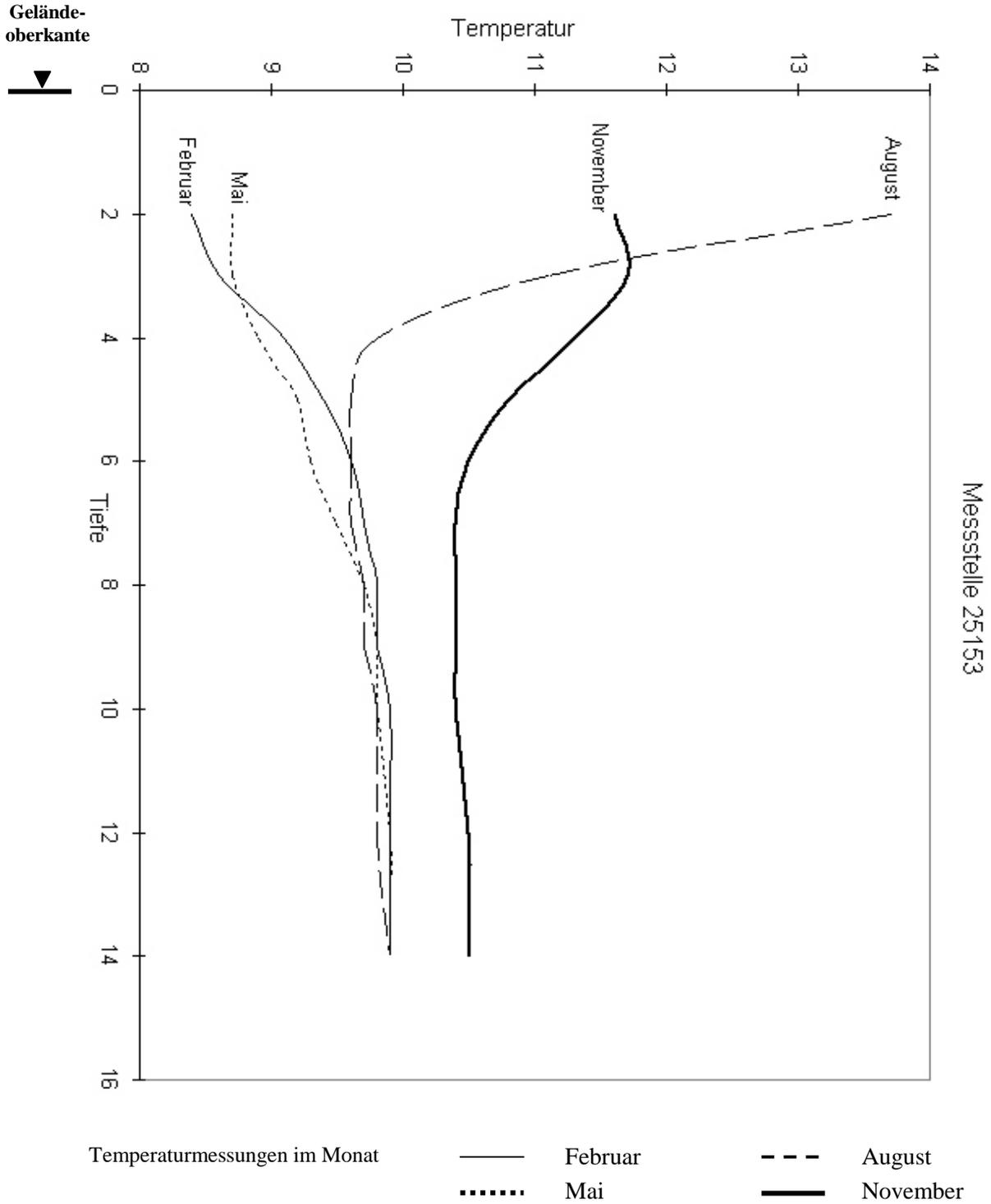
Anlage 2-6 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 17110

Messstellenname **WACHENDORF 117**
 Landkreis **Fürth**
 Ausbautiefe **15,70 m unter Gelände**



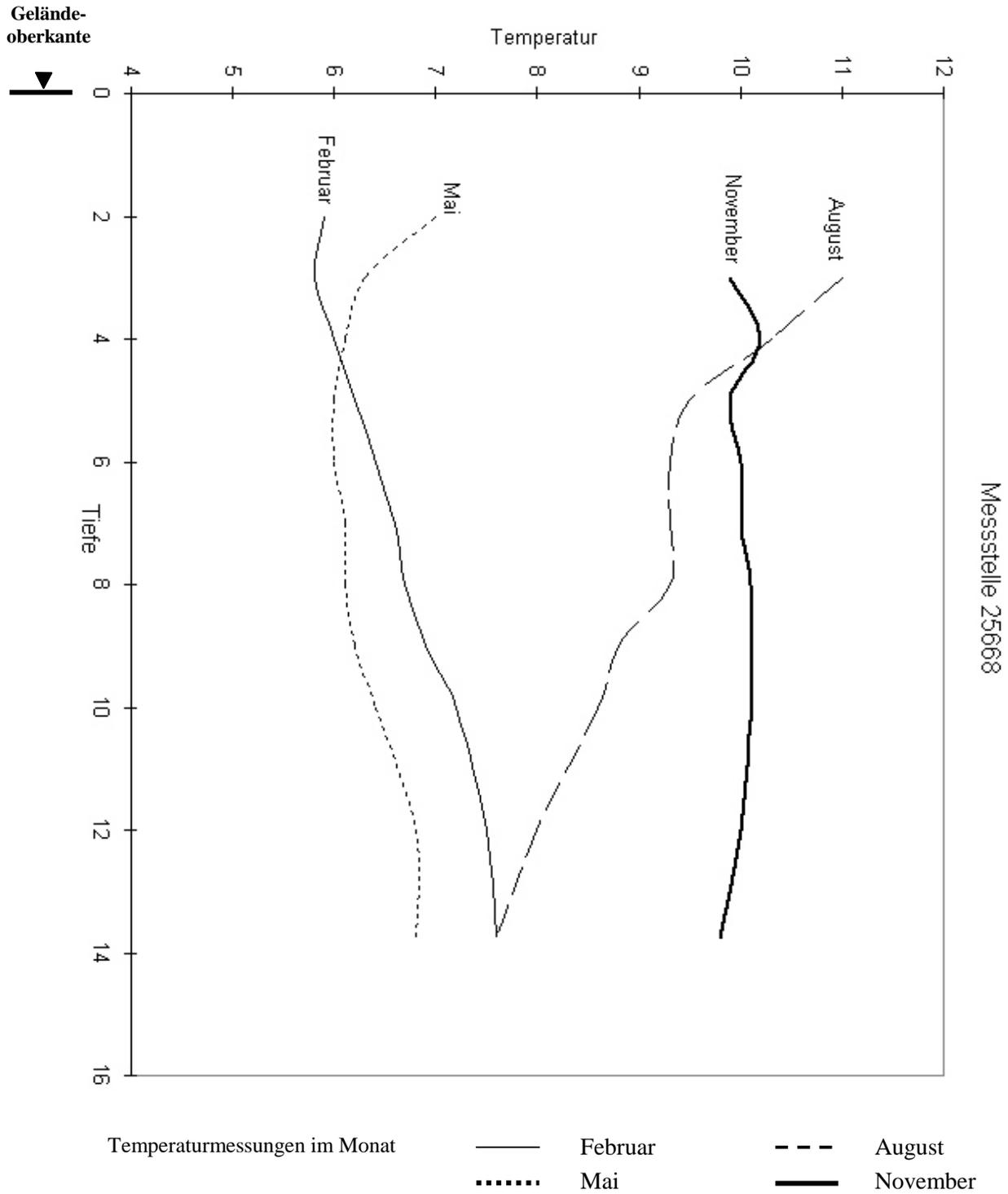
Anlage 2-7 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 21923

Messstellenname	WESTERHAM,SUEDL. R 7
Landkreis	Rosenheim
Ausbautiefe	38,05 m unter Gelände



Anlage 2-8 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 25153

Messstellenname	SINDELSDORF 885
Landkreis	Weilheim-Schongau
Ausbautiefe	14,50 m unter Gelände



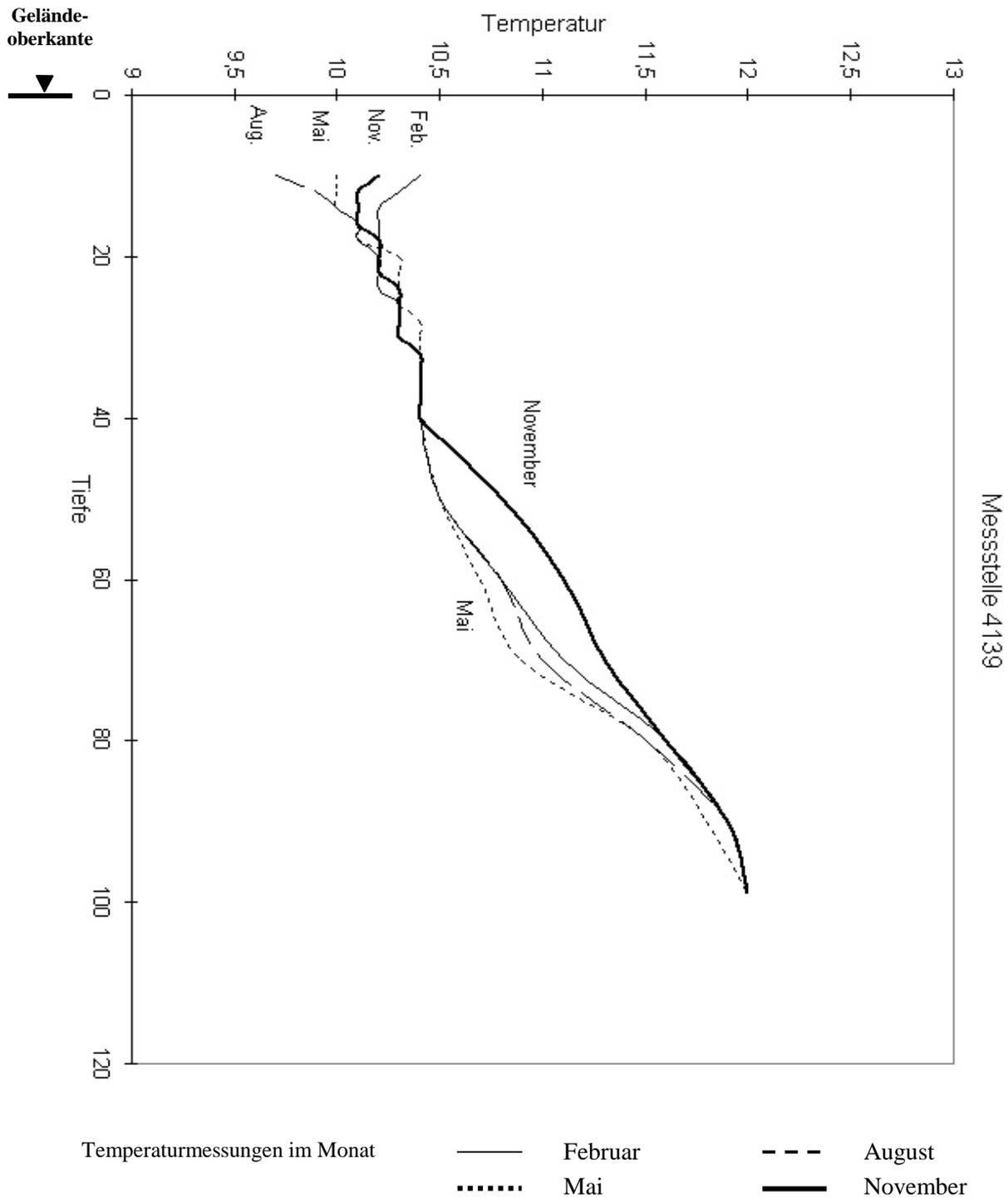
Anlage 2-9 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 25668

Messstellenname	OBERAU 2/3 TR
Landkreis	Garmisch-Partenkirchen
Ausbautiefe	13,92 m unter Gelände

Anlage 3

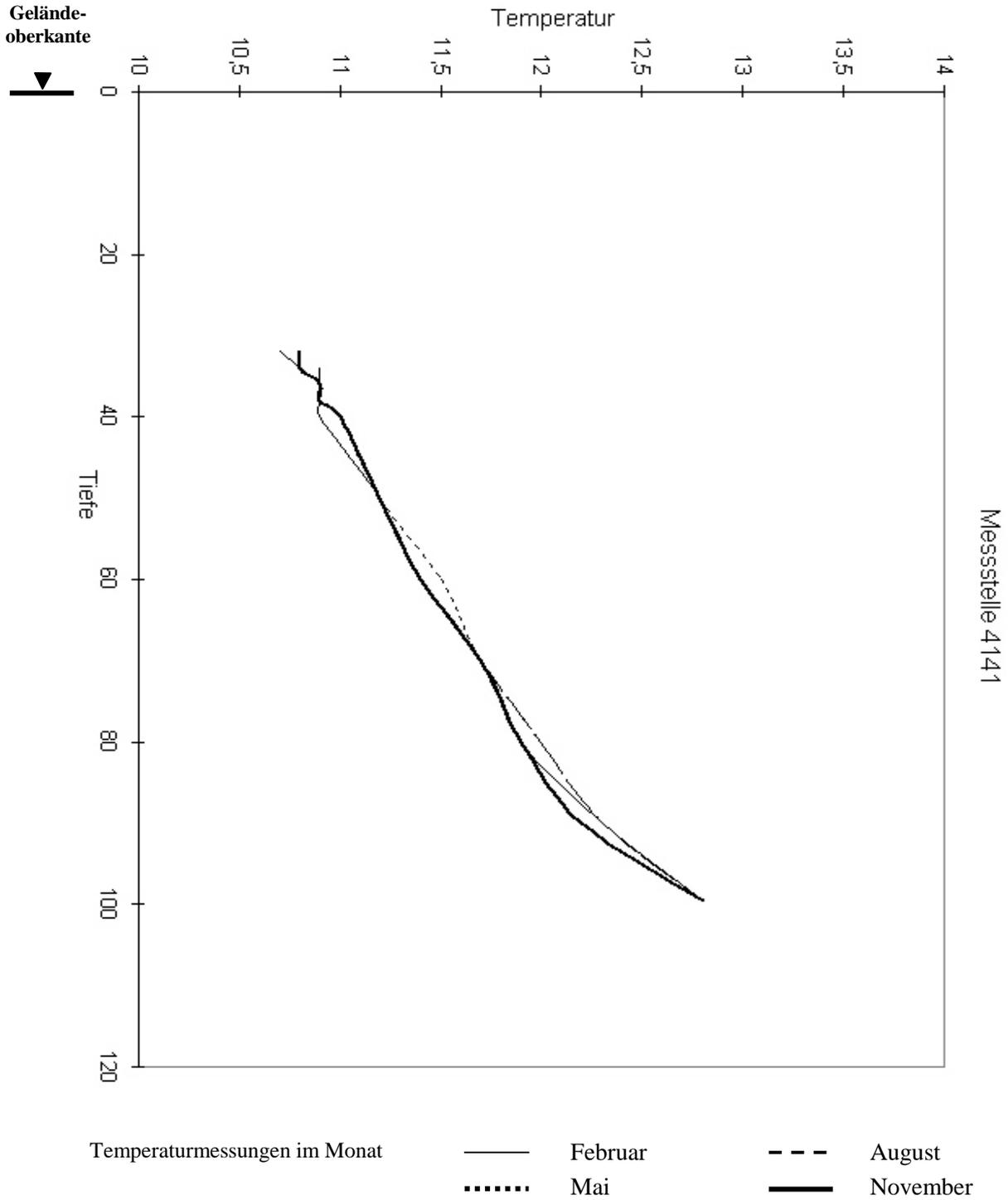
Messtiefe bis 100 m unter Gelände

Tiefe Messstellen



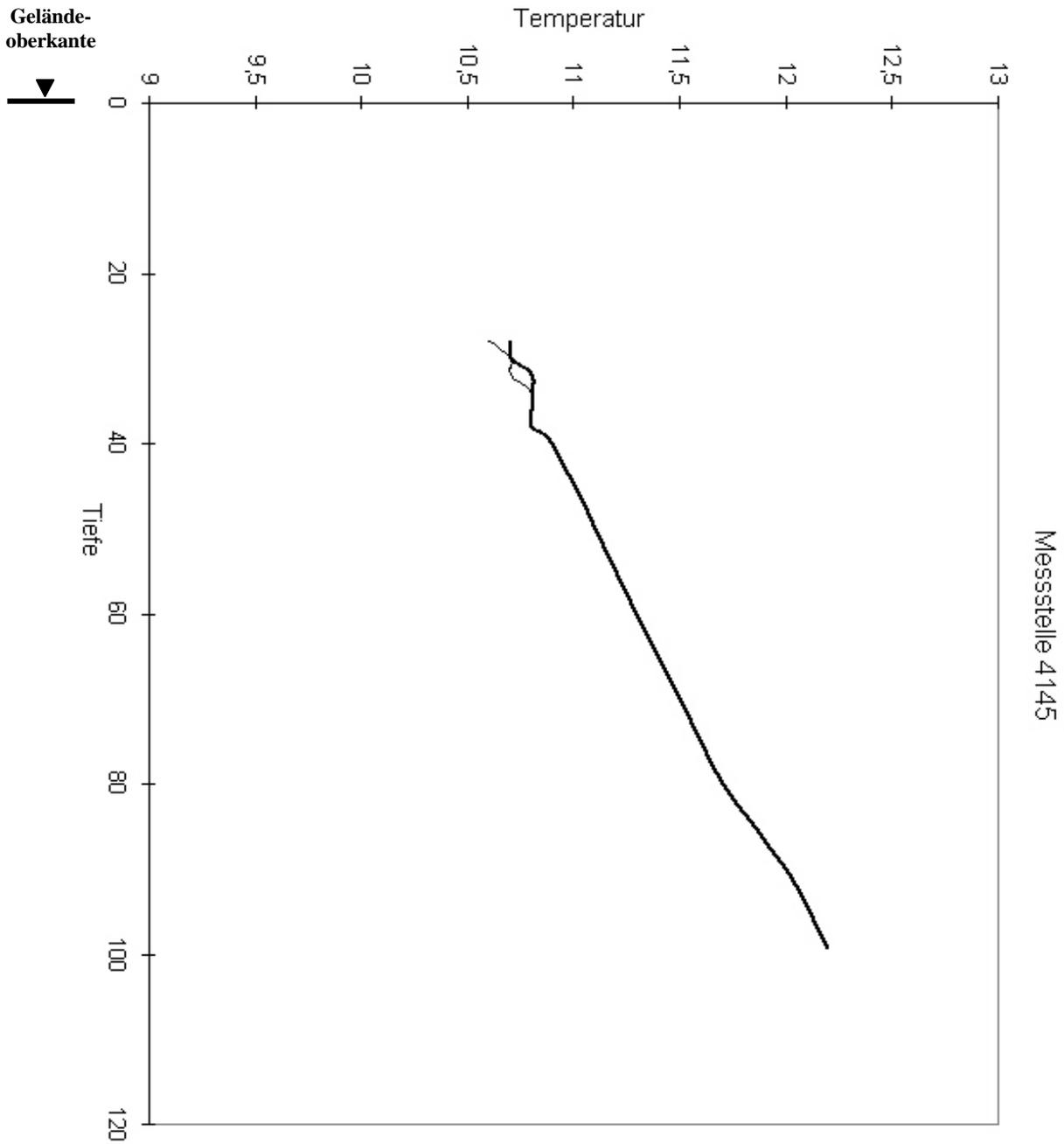
Anlage 3-1 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 04139

Messstellenname	GROSSWALLSTADT 161
Landkreis	Miltenberg
Ausbautiefe	99,04 m unter Gelände



Anlage 3-2 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 04141

Messstellenname	RUECK 178
Landkreis	Miltenberg
Ausbautiefe	137,00 m unter Gelände

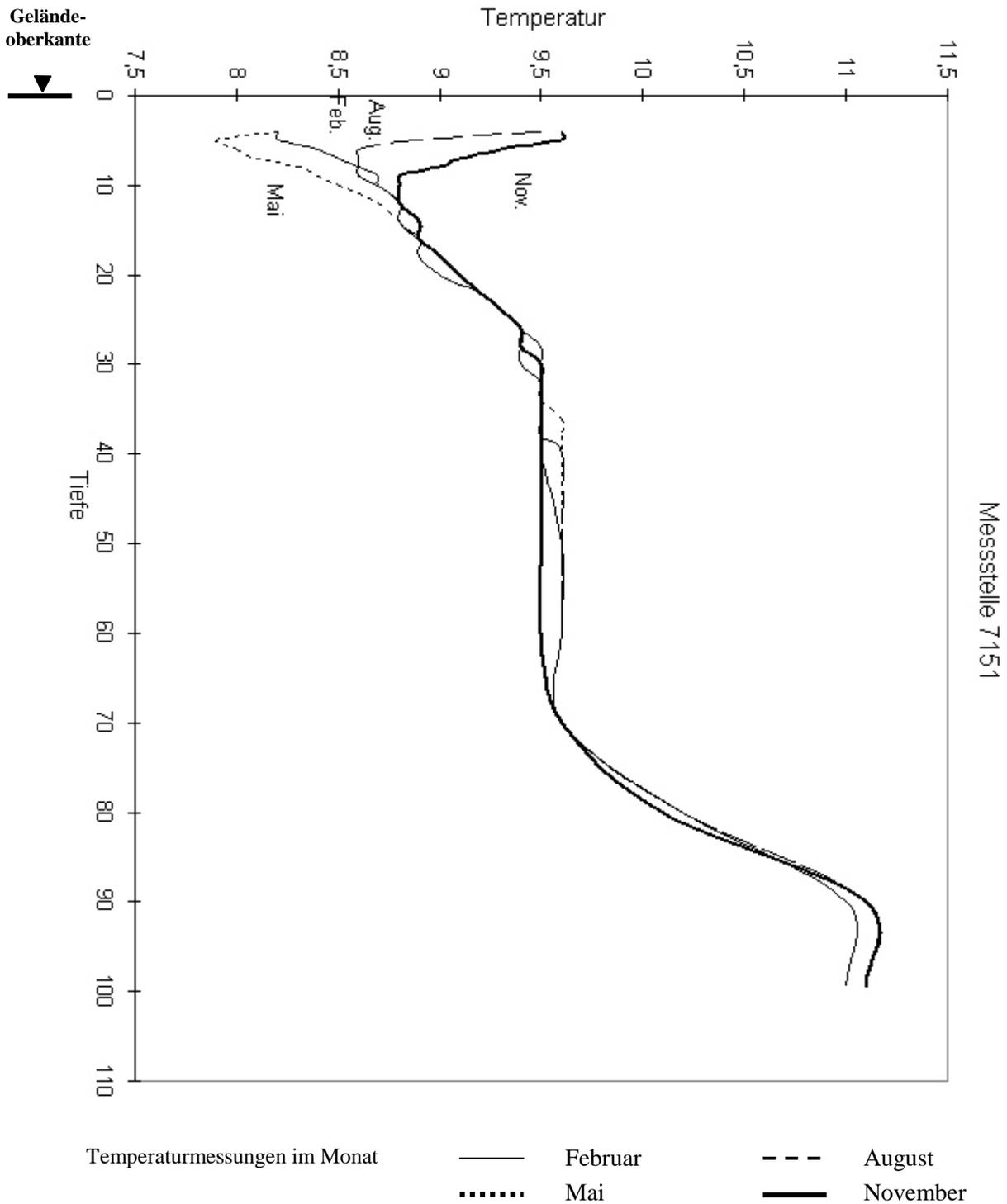


Temperaturmessungen im Monat

—	Februar	- - -	August
.....	Mai	—	November

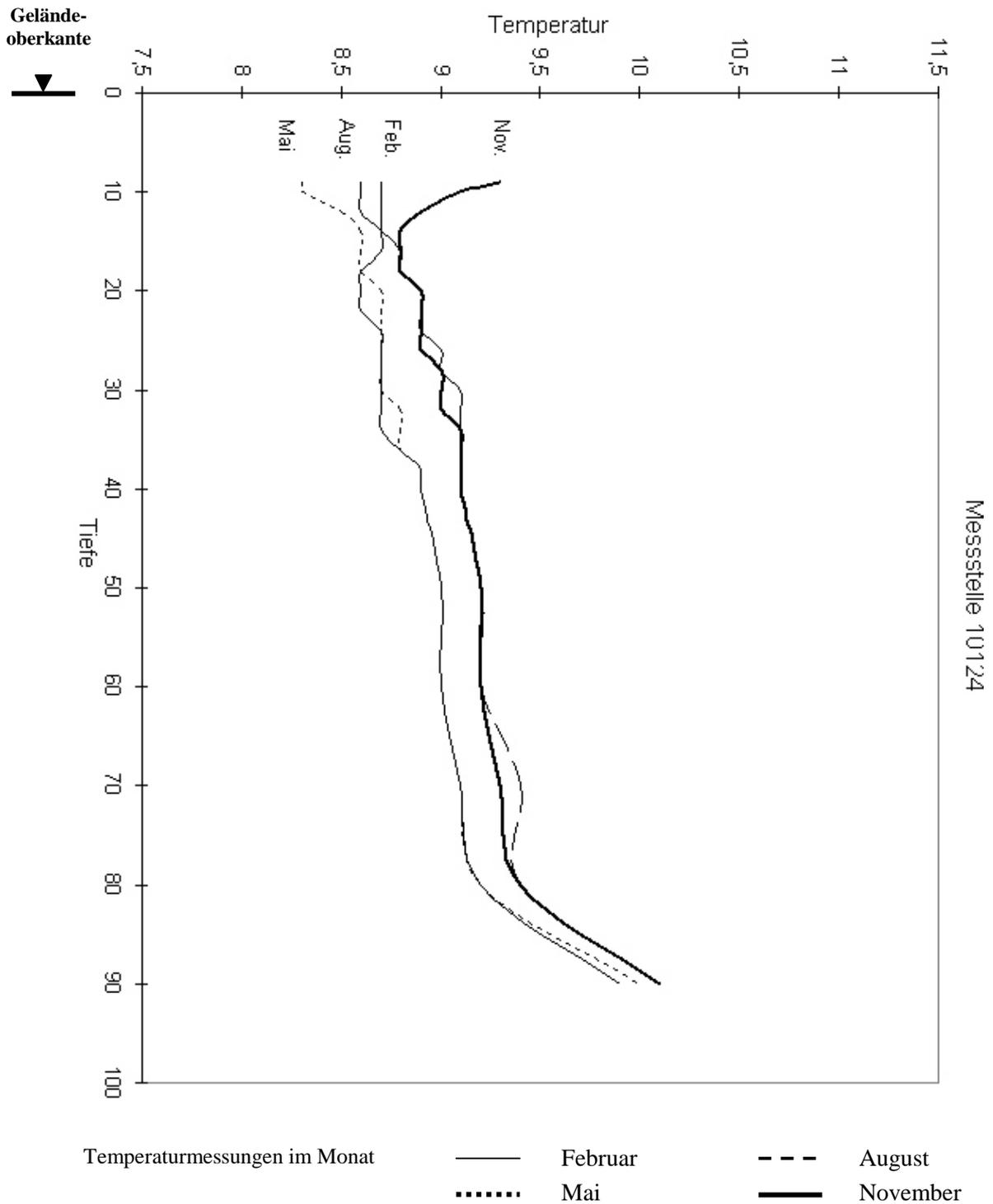
Anlage 3-3 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 04145

Messstellenname	KIRSCHFURT 182
Landkreis	Miltenberg
Ausbautiefe	120,00 m unter Gelände



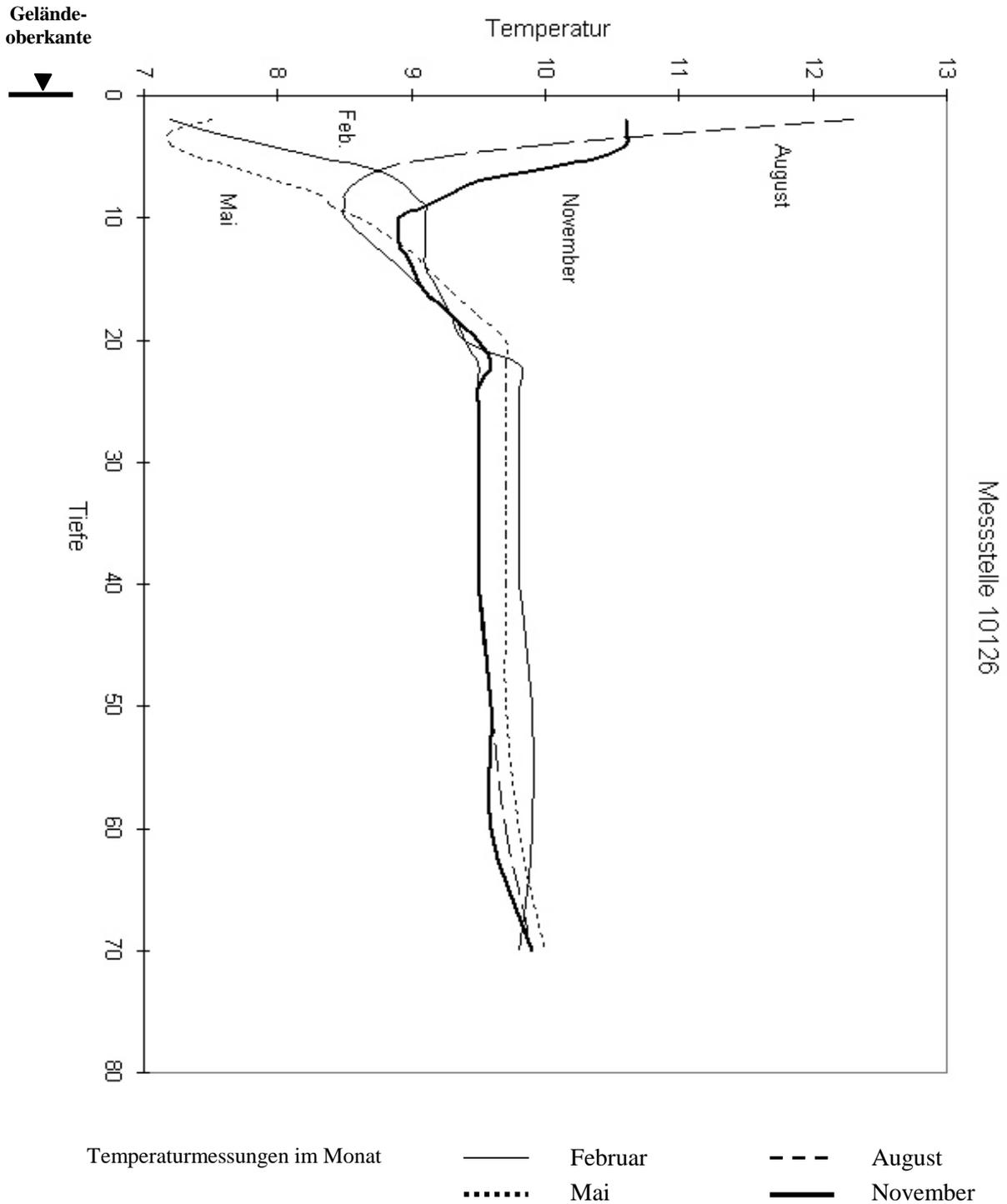
Anlage 3-4 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 07151

Messstellenname	WOLFERSZELL 743
Landkreis	Straubing-Bogen
Ausbautiefe	108,00 m unter Gelände



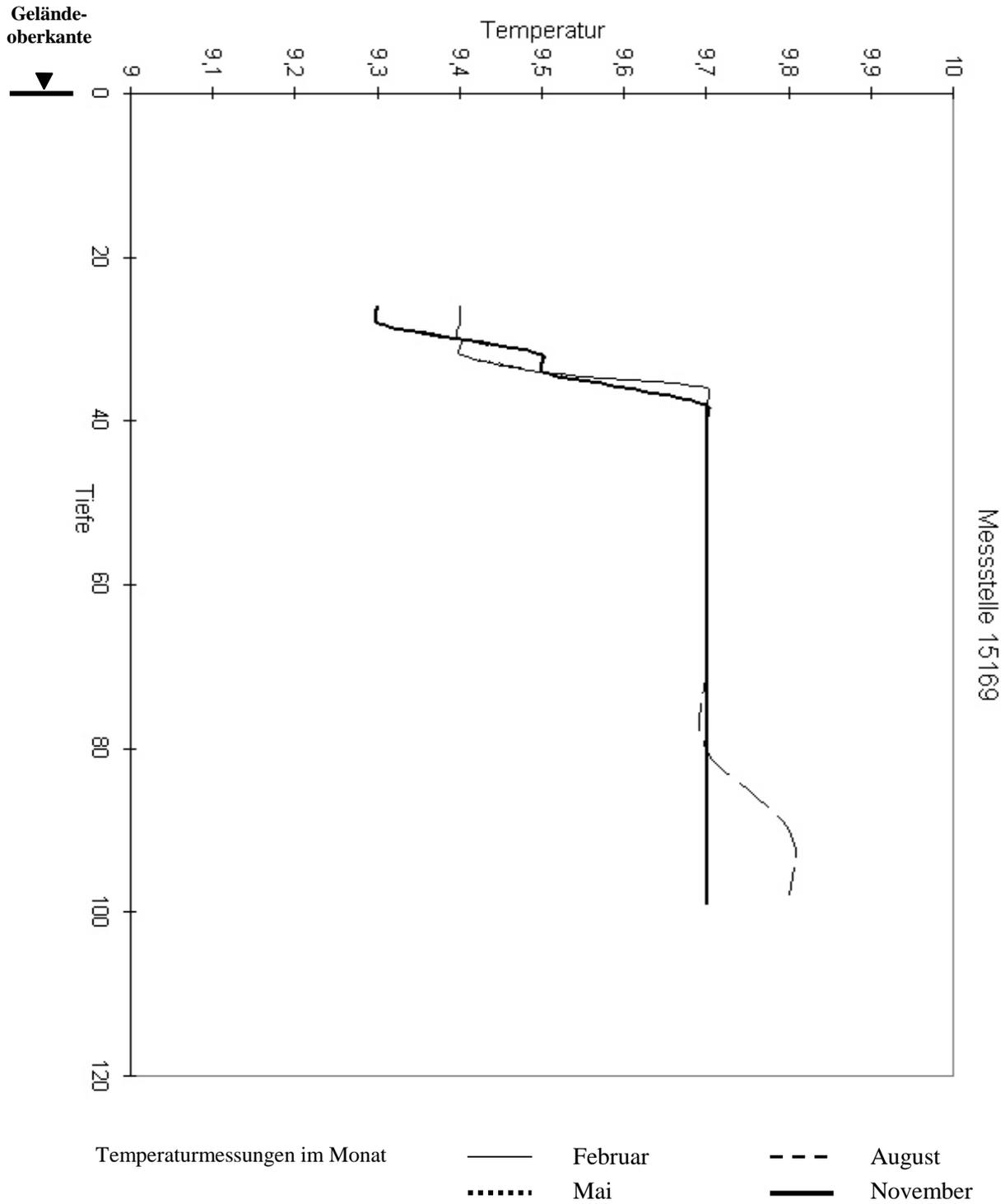
Anlage 3-5 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 10124

Messstellenname	STEINACHTAL 154
Landkreis	Kronach
Ausbautiefe	100,00 m unter Gelände



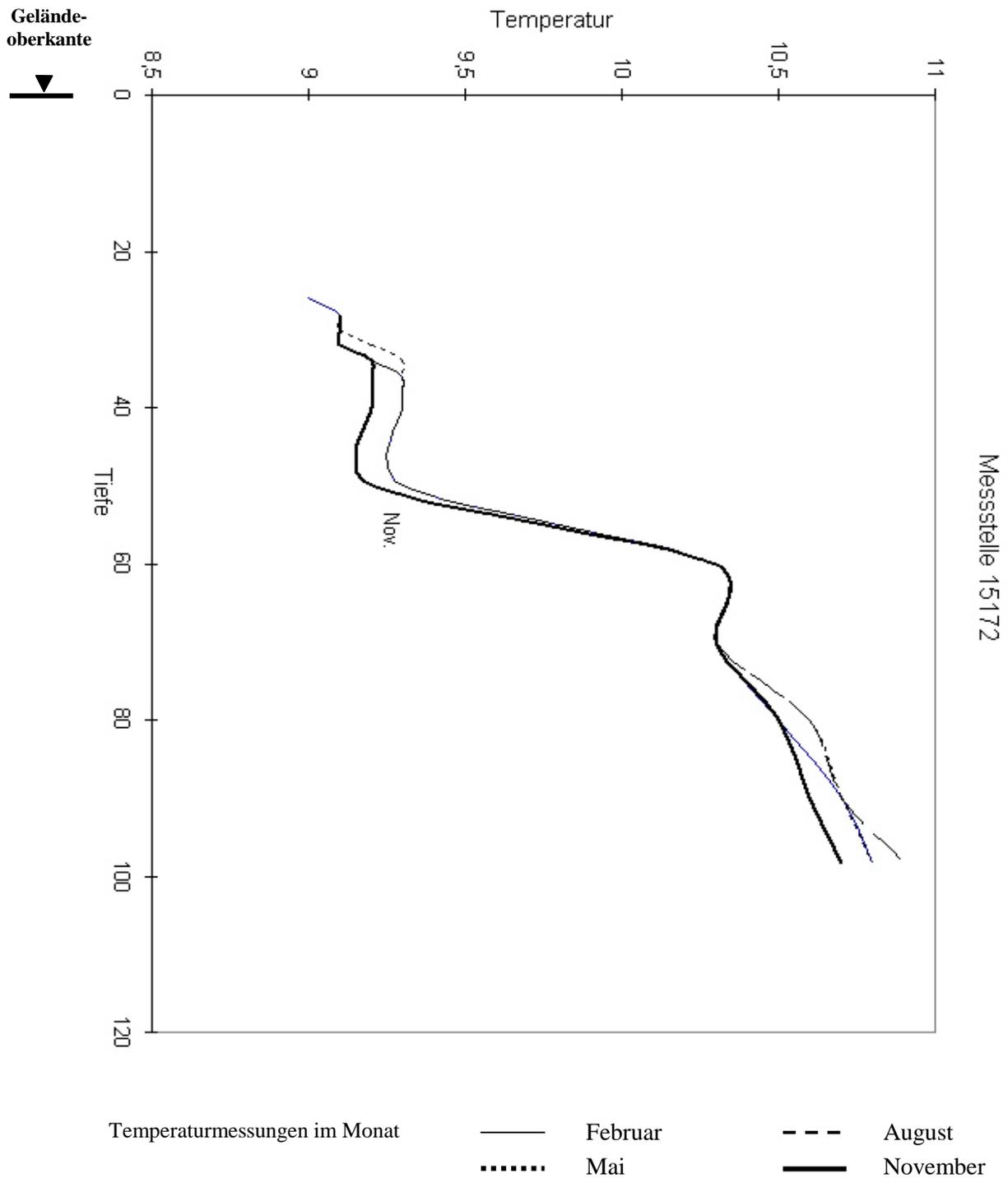
Anlage 3-6 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 10126

Messstellenname	KNELLENDORF VB C 170
Landkreis	Kronach
Ausbautiefe	68,00 m unter Gelände



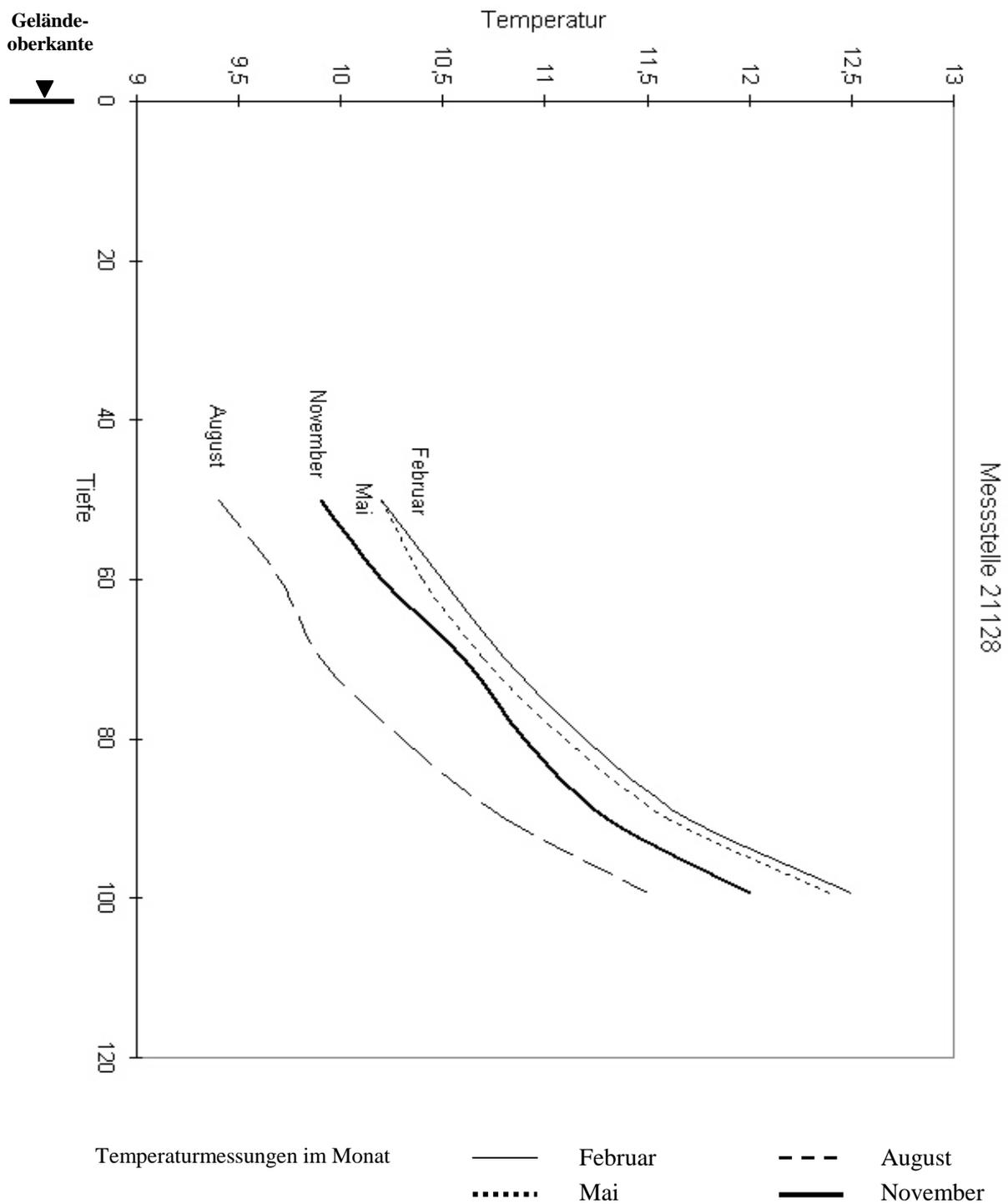
Anlage 3-7 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 15169

Messstellenname	GUNDELSHAUSEN 826
Landkreis	Kelheim
Ausbautiefe	341,60 m unter Gelände



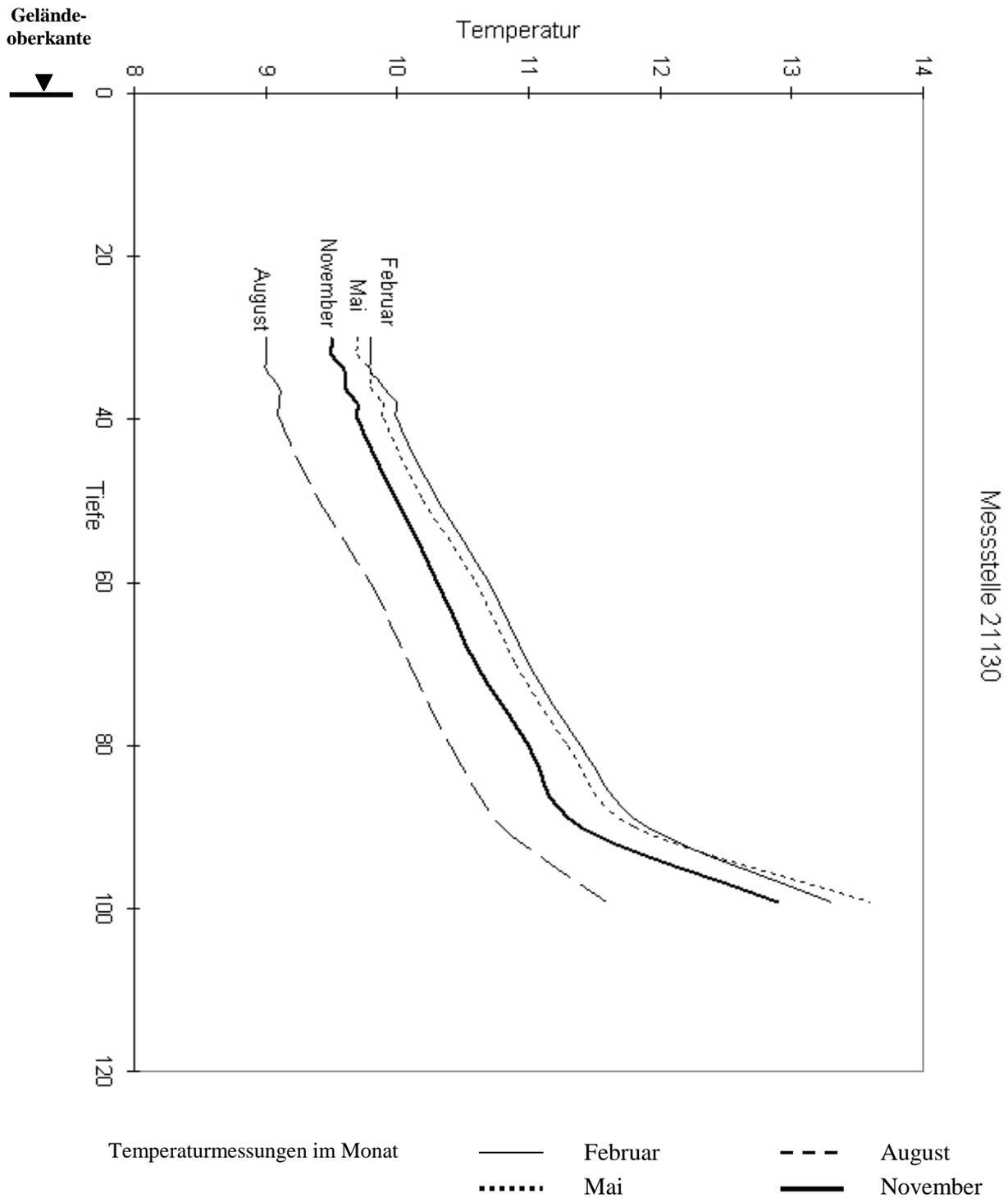
Anlage 3-8 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 15172

Messstellenname	GEM. STAUBING A 853
Landkreis	Kelheim
Ausbautiefe	130,00 m unter Gelände



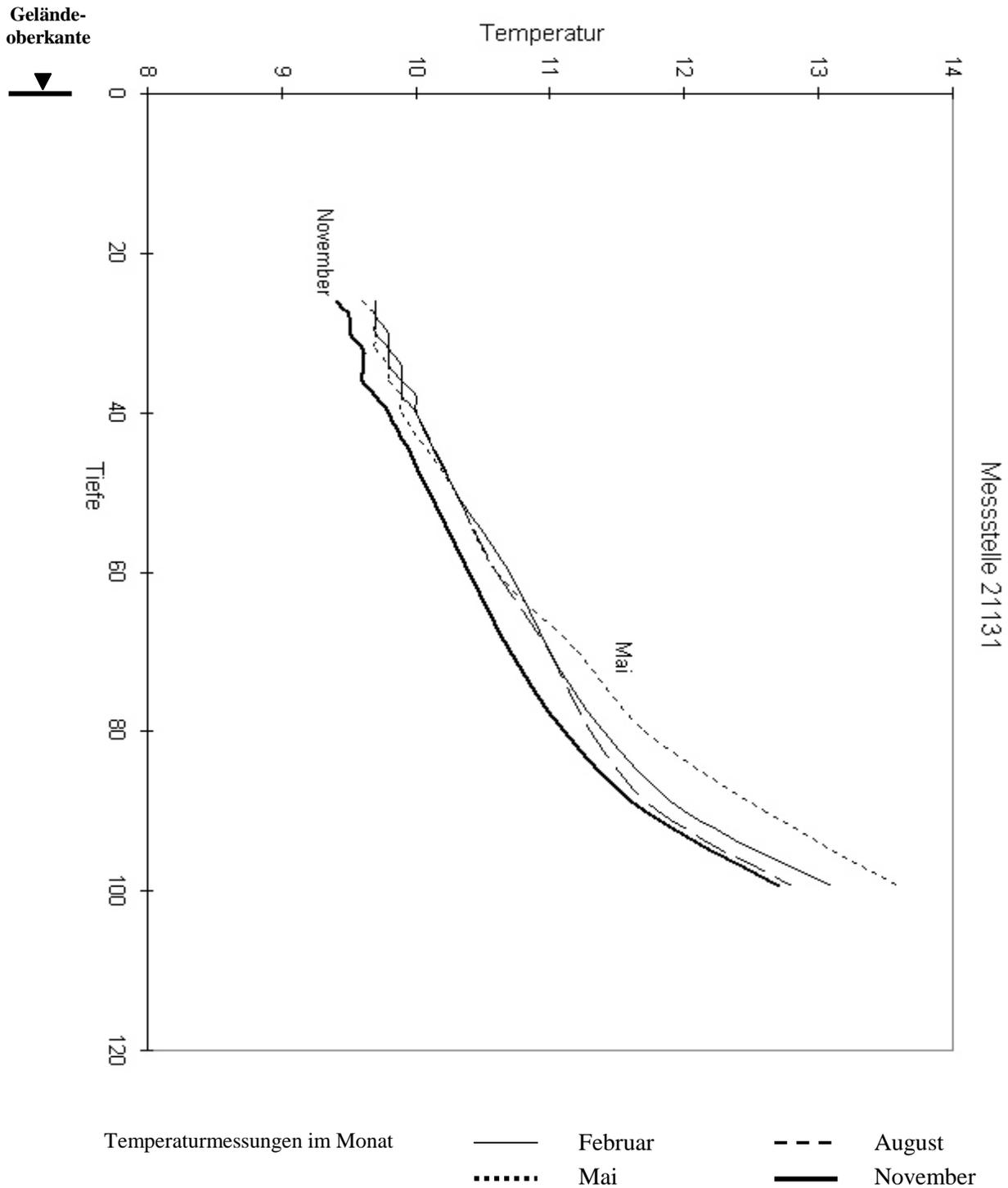
Anlage 3-9 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 21128

Messstellenname	GEISELHARTING A F 856
Landkreis	Mühldorf a.Inn
Ausbautiefe	155,00 m unter Gelände



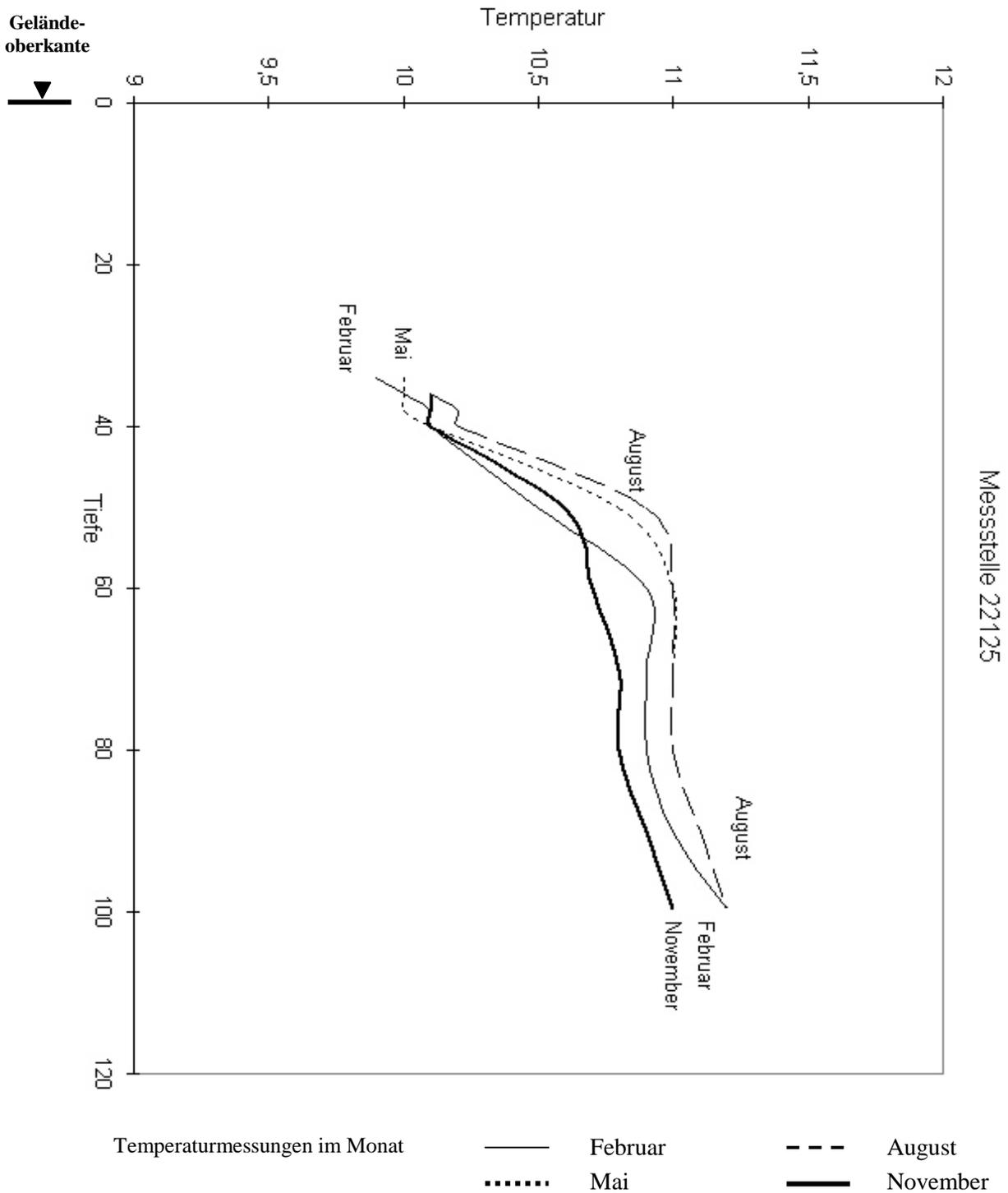
Anlage 3-10 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 21130

Messstellenname	WENDLING B FB 858
Landkreis	Mühldorf a.Inn
Ausbautiefe	140,00 m unter Gelände



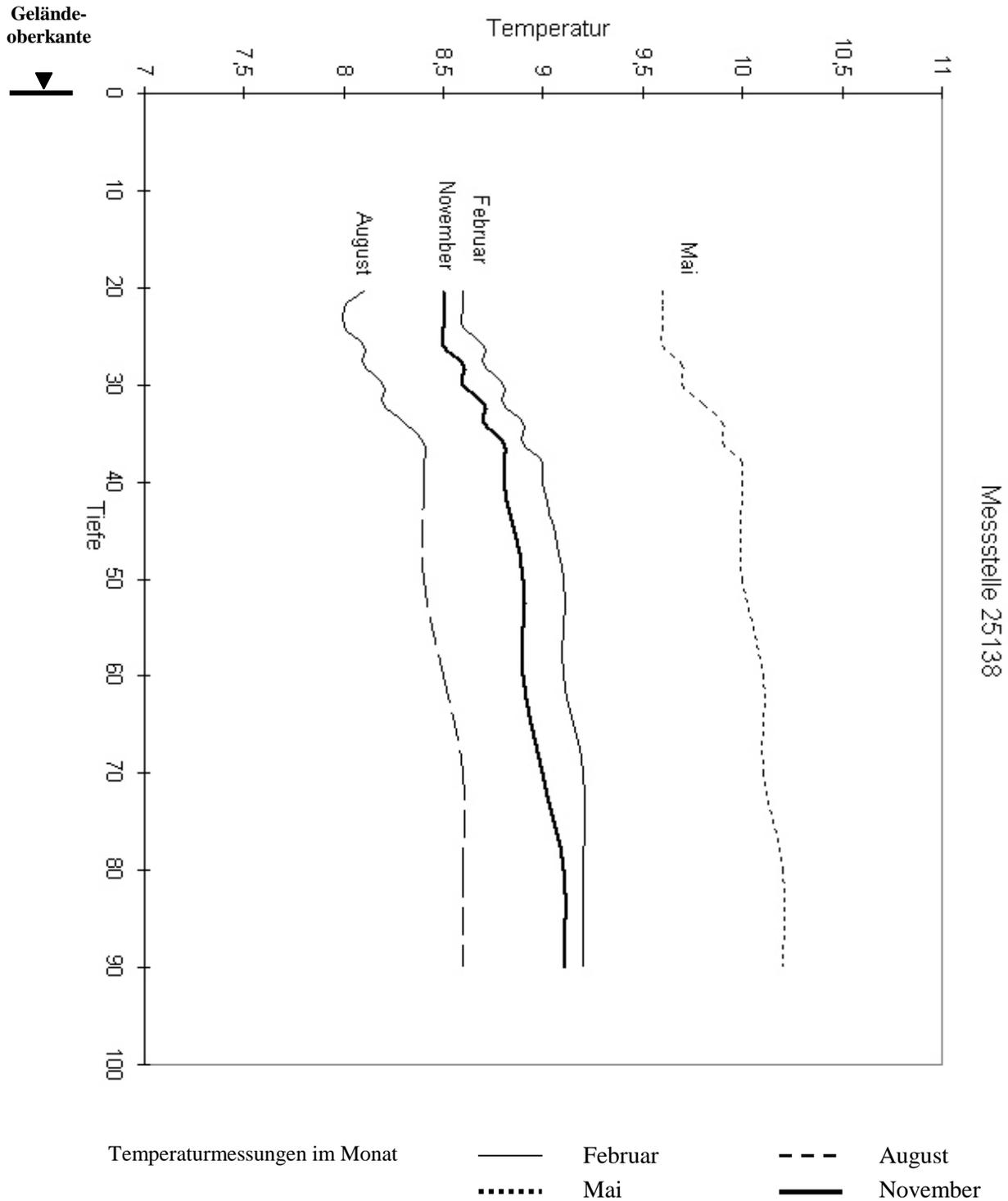
Anlage 3-11 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 21131

Messstellenname	WENDLING B TB 859
Landkreis	Mühldorf a. Inn
Ausbautiefe	235,00 m unter Gelände



Anlage 3-12 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 22125

Messstellenname	OBERTHULBA A 211
Landkreis	Bad Kissingen
Ausbautiefe	101,00 m unter Gelände



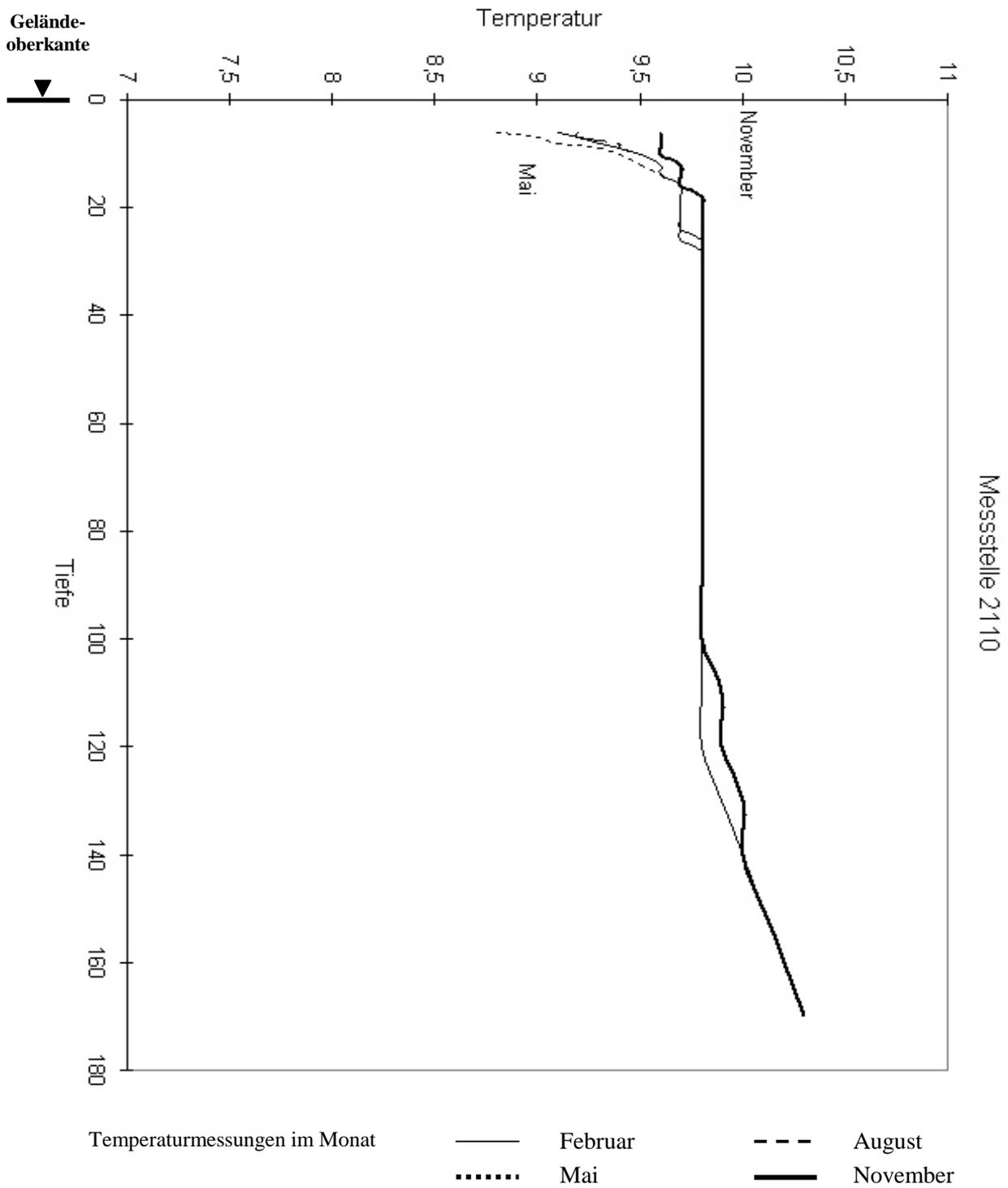
Anlage 3-13 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 25138

Messstellenname	PENZING I TB 822
Landkreis	Landsberg a. Lech
Ausbautiefe	96,08 m unter Gelände

Anlage 4

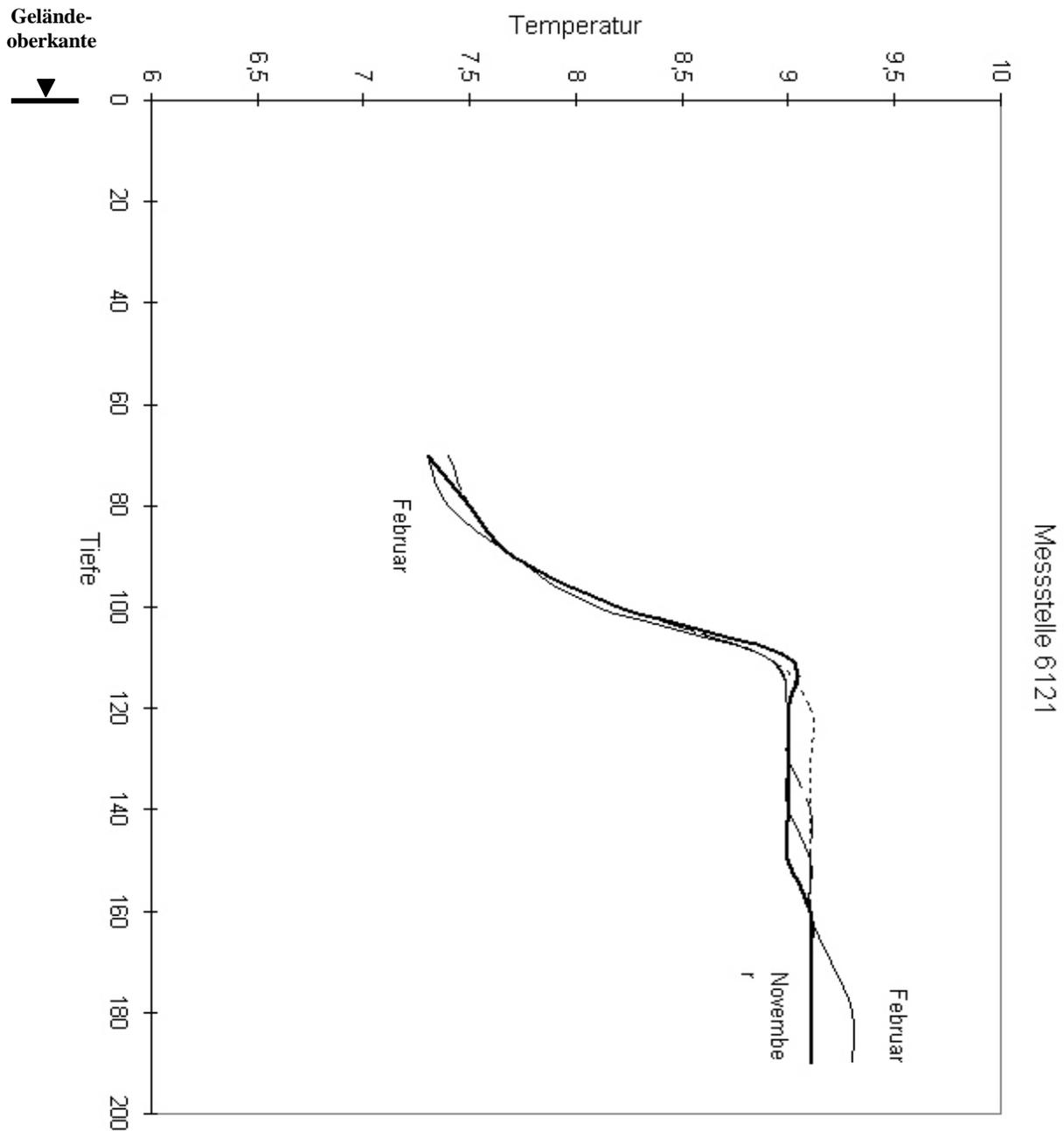
Messtiefe bis 350 m unter Gelände

Tiefe Messstellen



Anlage 4-1 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 02110

Messstellenname	FREIHUNGSAND II 657
Landkreis	Amberg-Sulzbach
Ausbautiefe	178,00 m unter Gelände

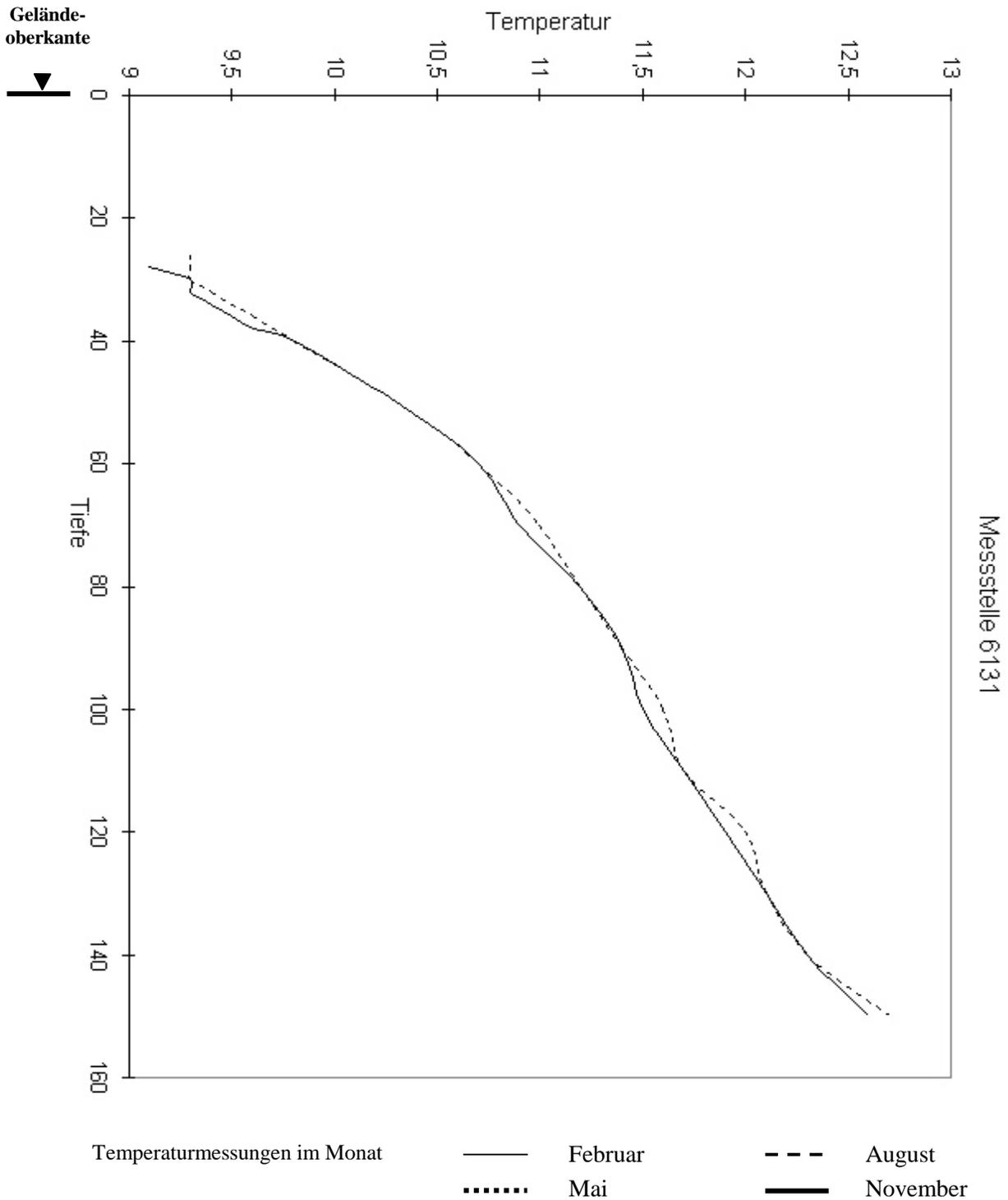


Temperaturmessungen im Monat

—	Februar	- - -	August
.....	Mai	—	November

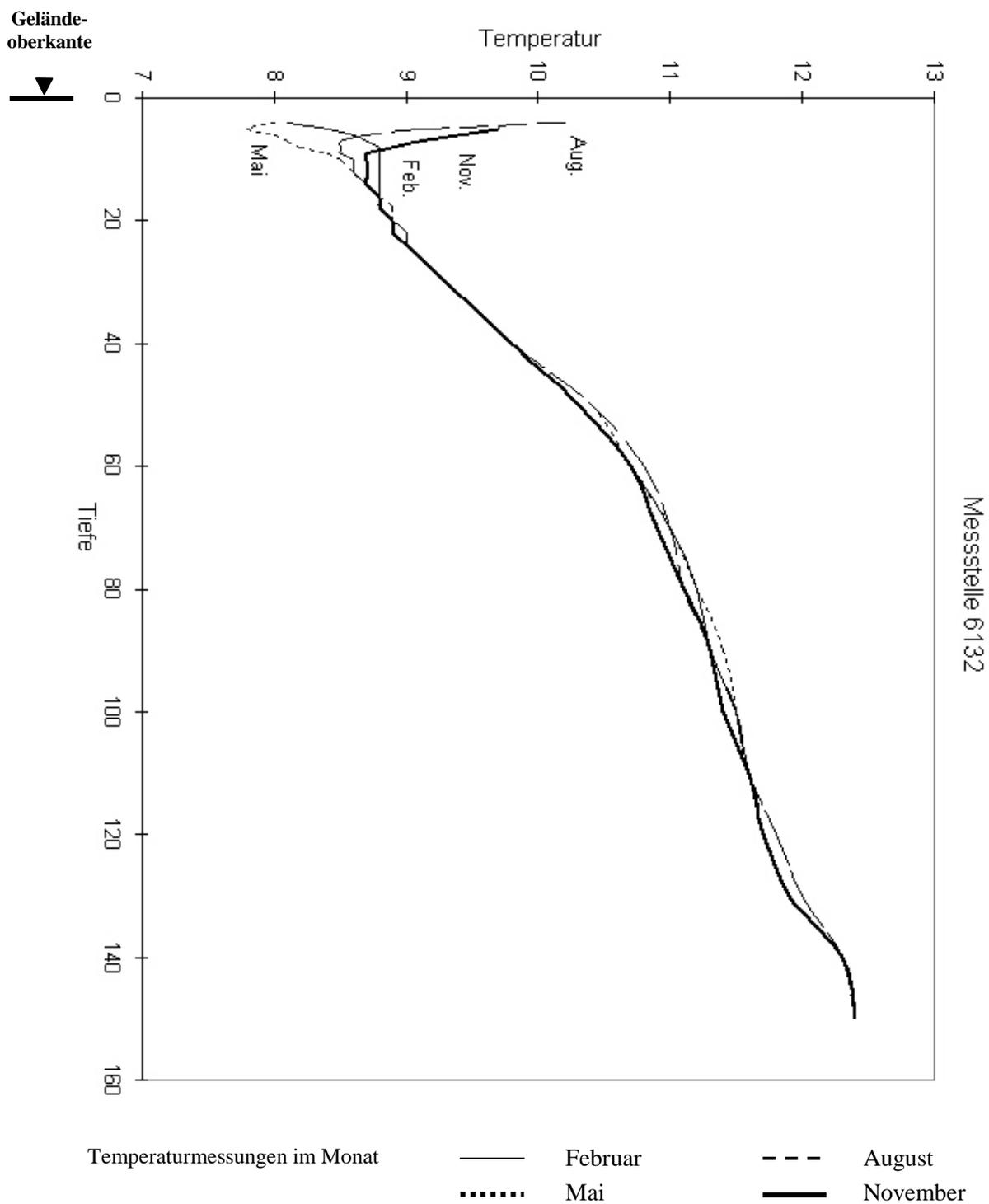
Anlage 4-2 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06121

Messstellenname	NORDL.OTTENBERG C 199
Landkreis	Bayreuth
Ausbautiefe	255,00 m unter Gelände



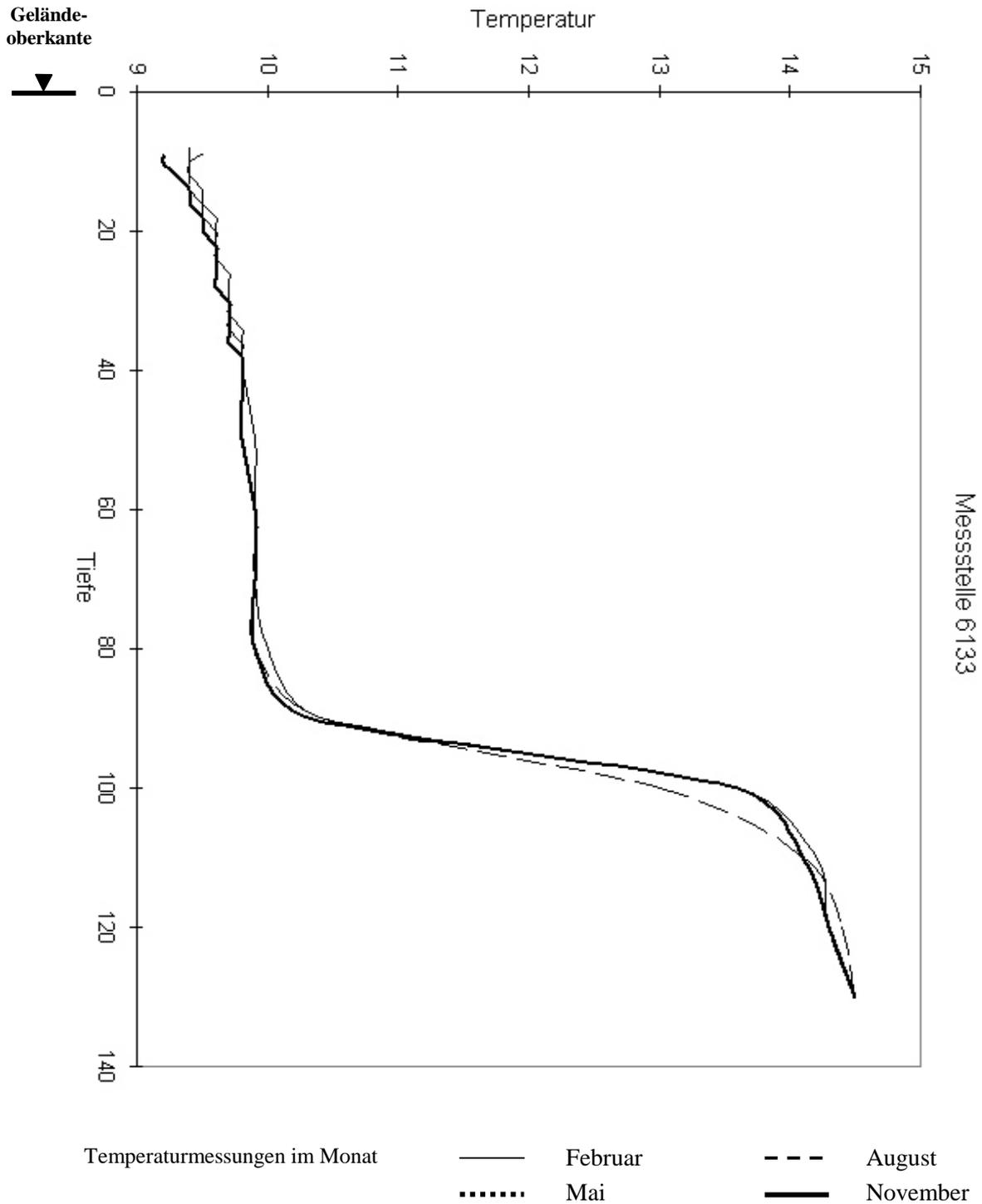
Anlage 4-3 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06131

Messstellenname	SAULOHE C 998
Landkreis	Neustadt a.d.Waldnaab
Ausbautiefe	152,70 m unter Gelände



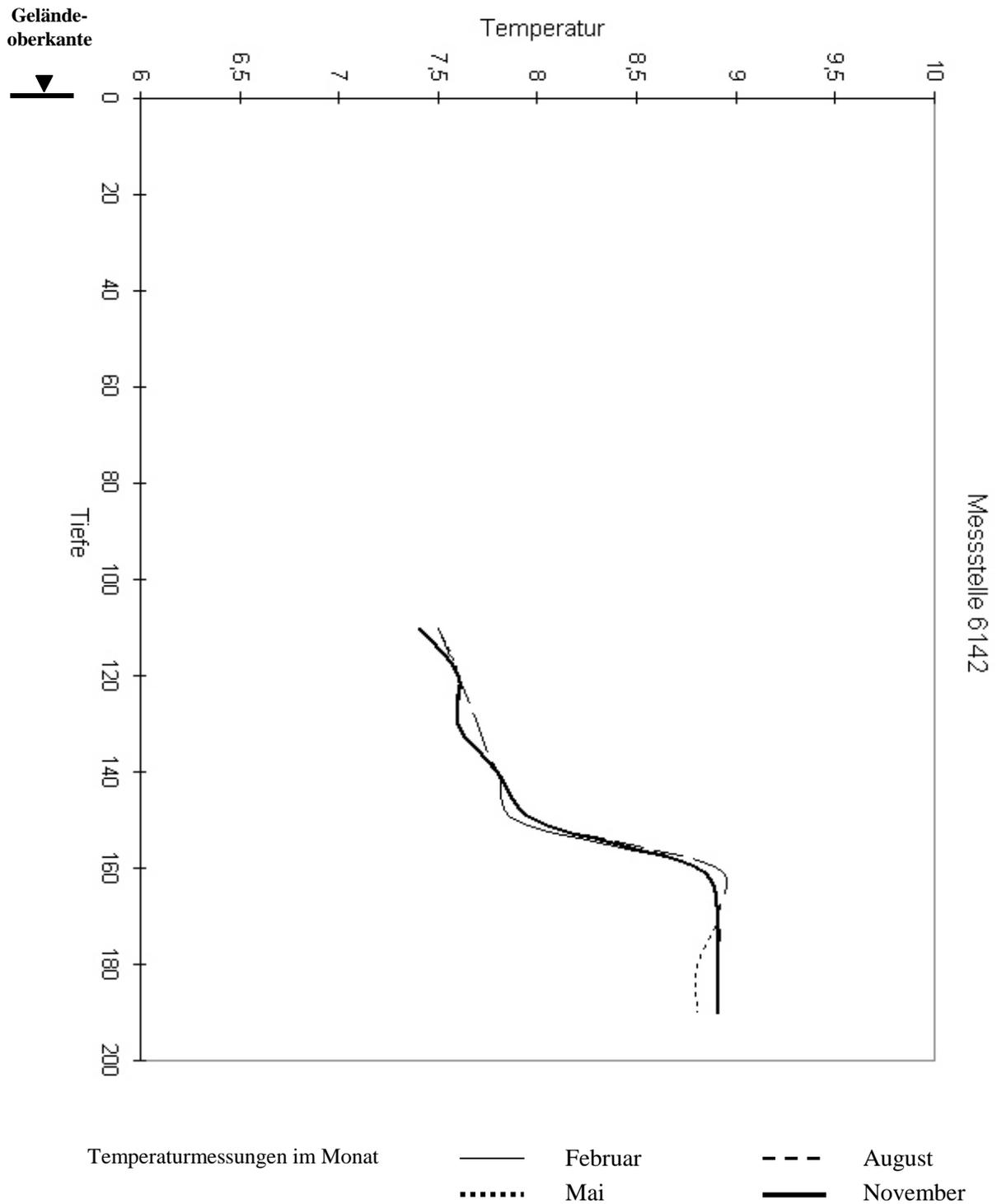
Anlage 4-4 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06132

Messstellenname	RAMLESREUTH D 999
Landkreis	Neustadt a.d.Waldnaab
Ausbautiefe	152,70 m unter Gelände



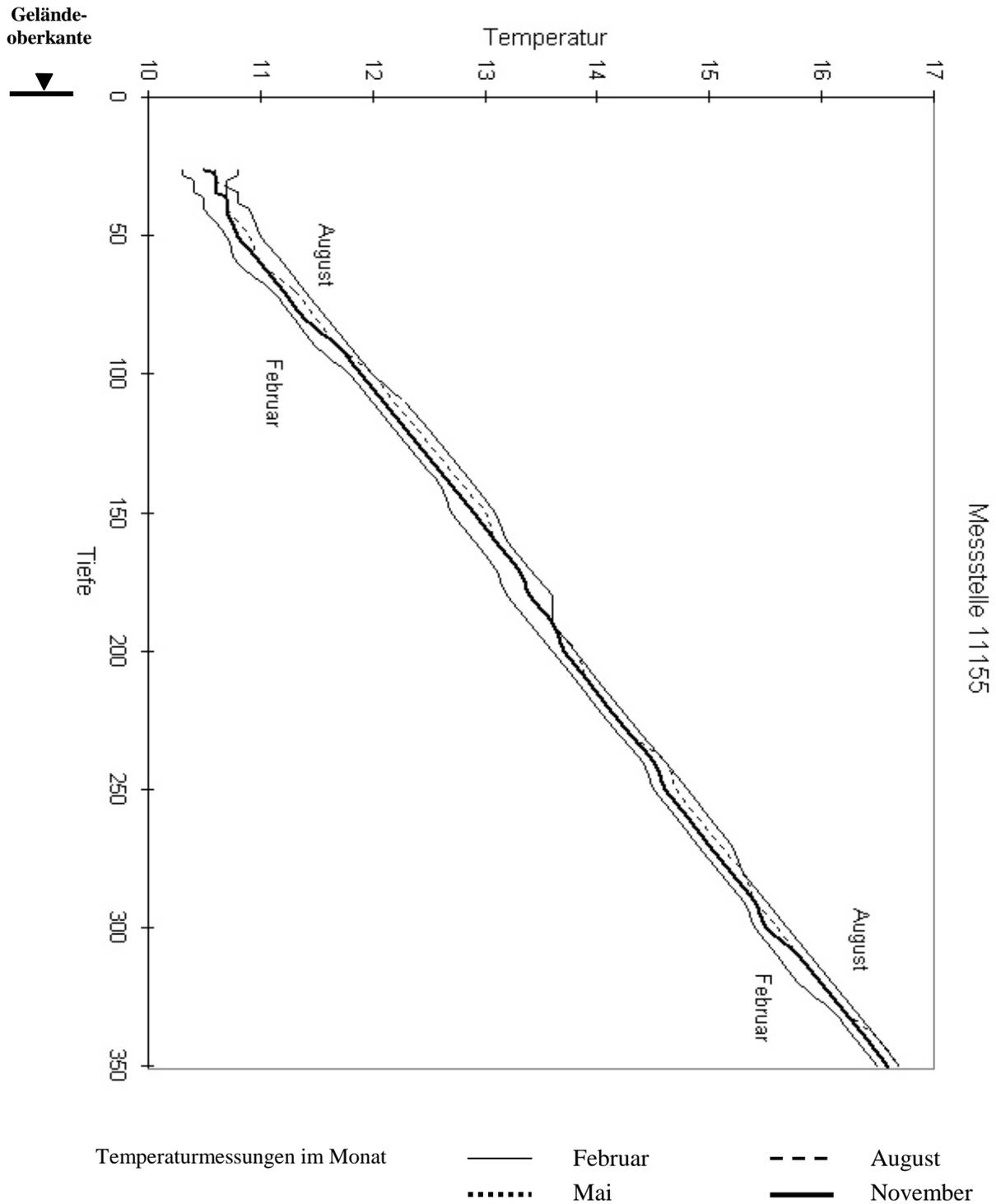
Anlage 4-5 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06133

Messstellenname	LESSAU TB 201
Landkreis	Bayreuth
Ausbautiefe	132,00 m unter Gelände



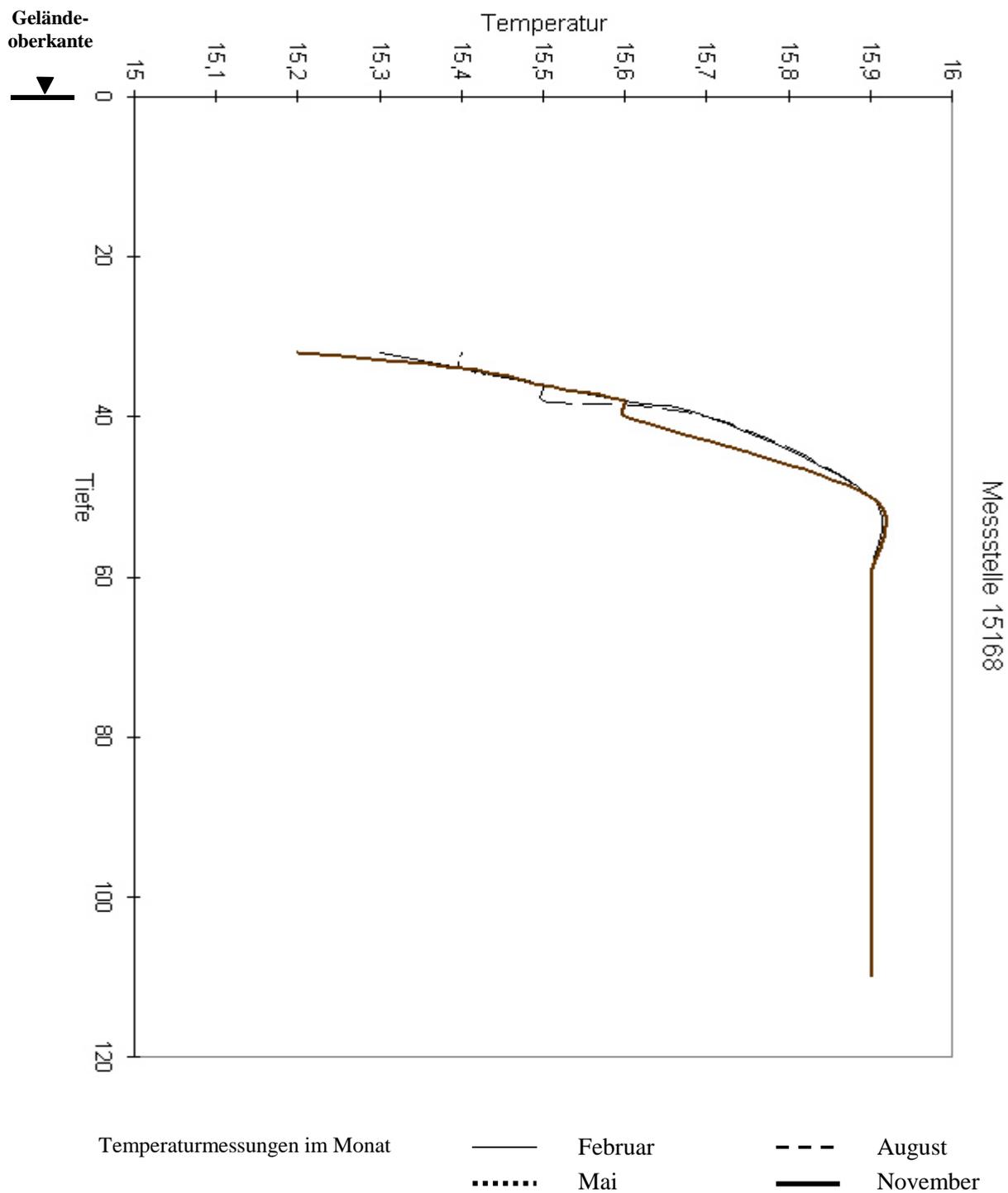
Anlage 4-6 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 06142

Messstellenname	WEIDENSEES A (TB) 215
Landkreis	Bayreuth
Ausbautiefe	300,00 m unter Gelände



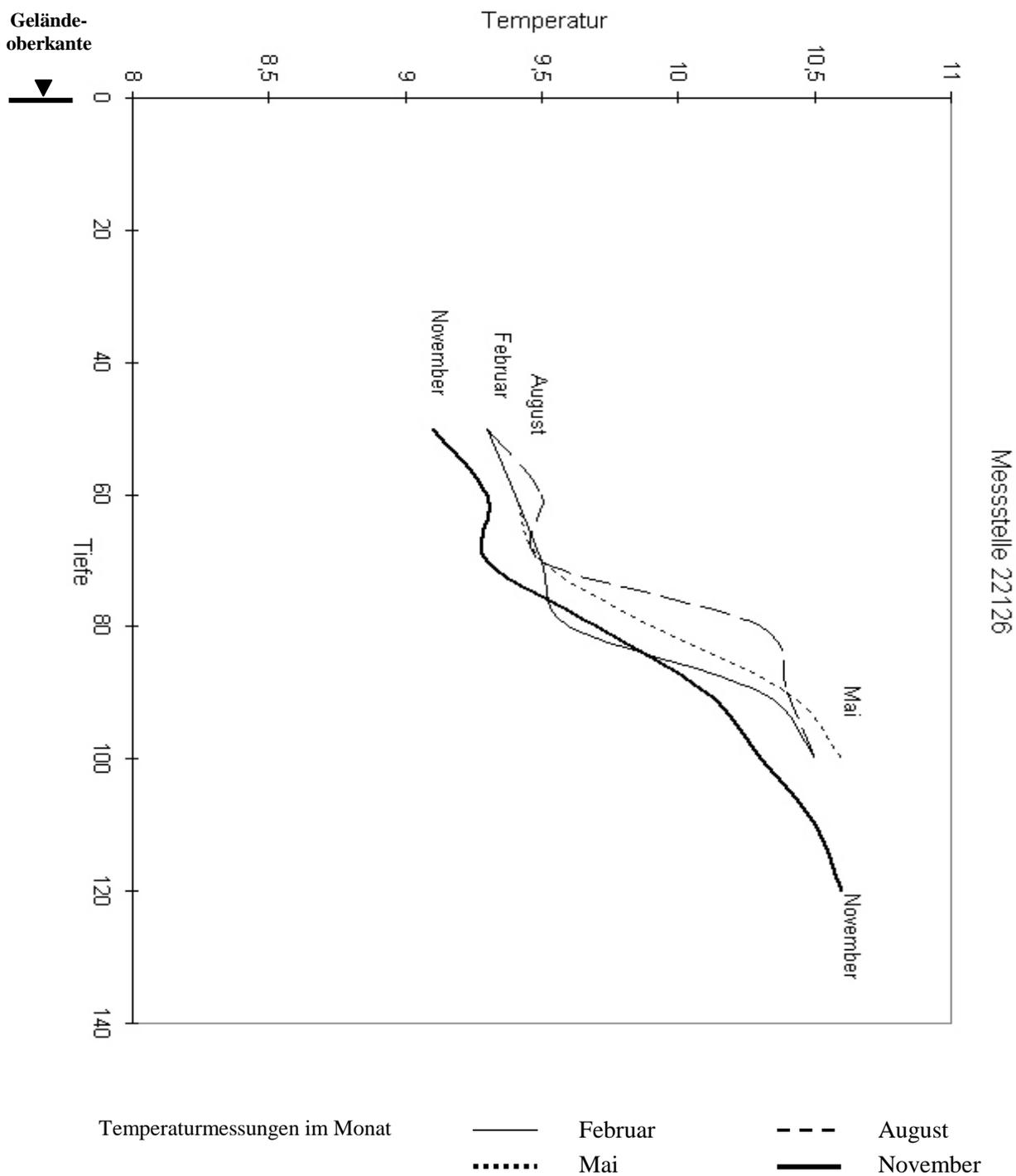
Anlage 4-7 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 11155

Messstellenname	SEHENSAND
Landkreis	Neuburg-Schrobenhausen
Ausbautiefe	357,96 m unter Gelände



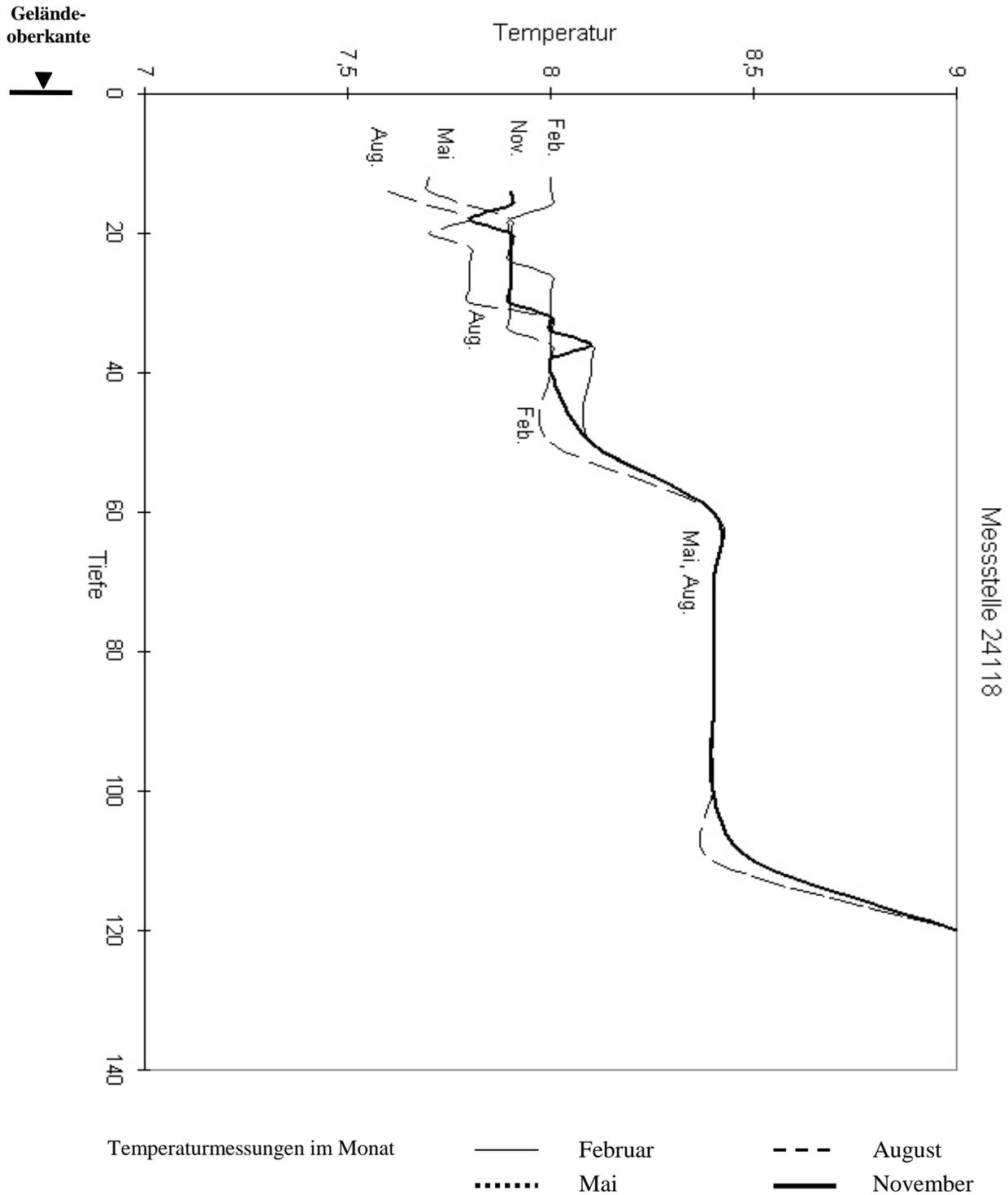
Anlage 4-8 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 15168

Messstellenname **LOHSTADT 825**
 Landkreis Kelheim
 Ausbautiefe 108,00 m unter Gelände



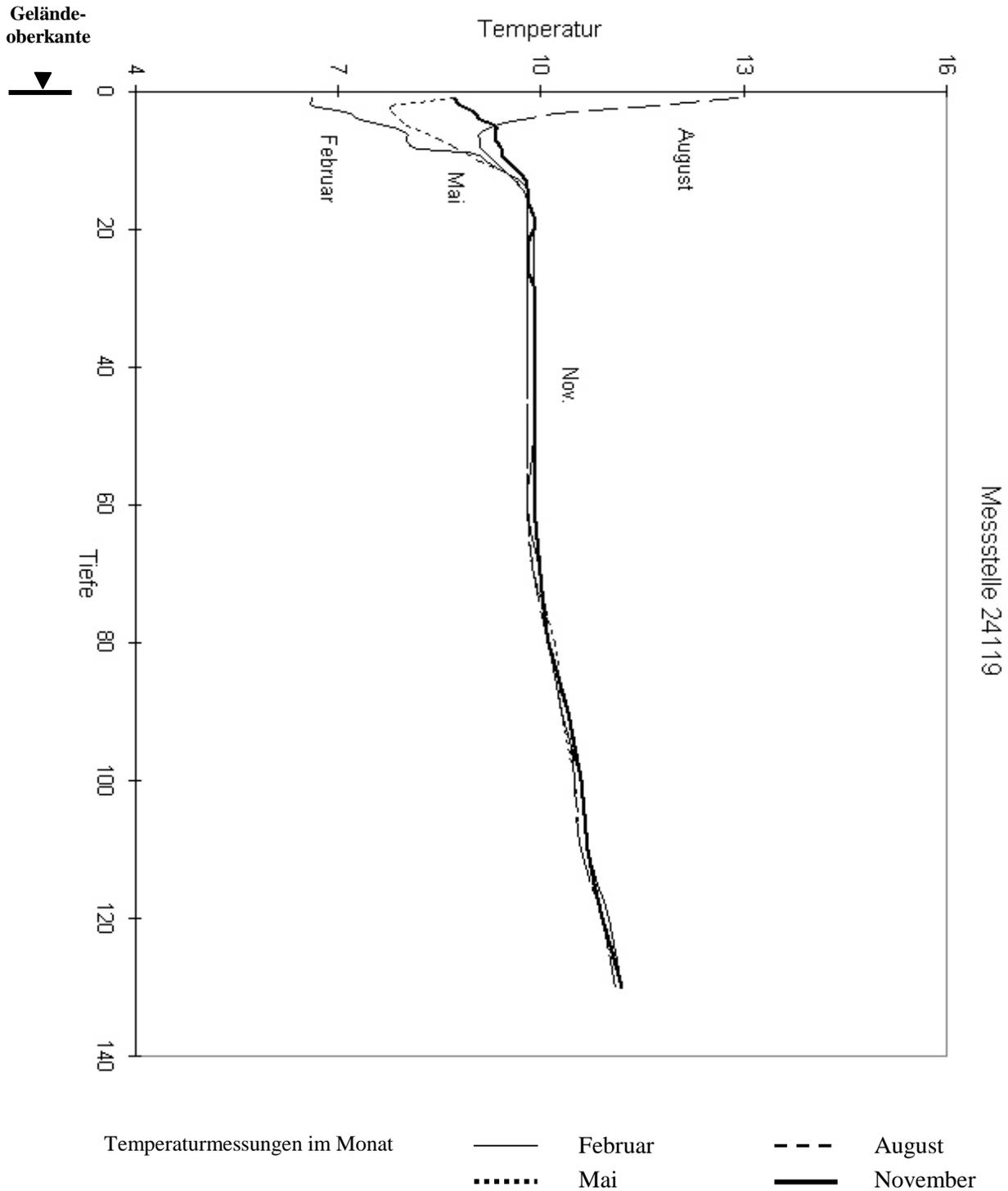
Anlage 4-9 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 22126

Messstellenname	OBERTHULBA B 212
Landkreis	Bad Kissingen
Ausbautiefe	125,00 m unter Gelände



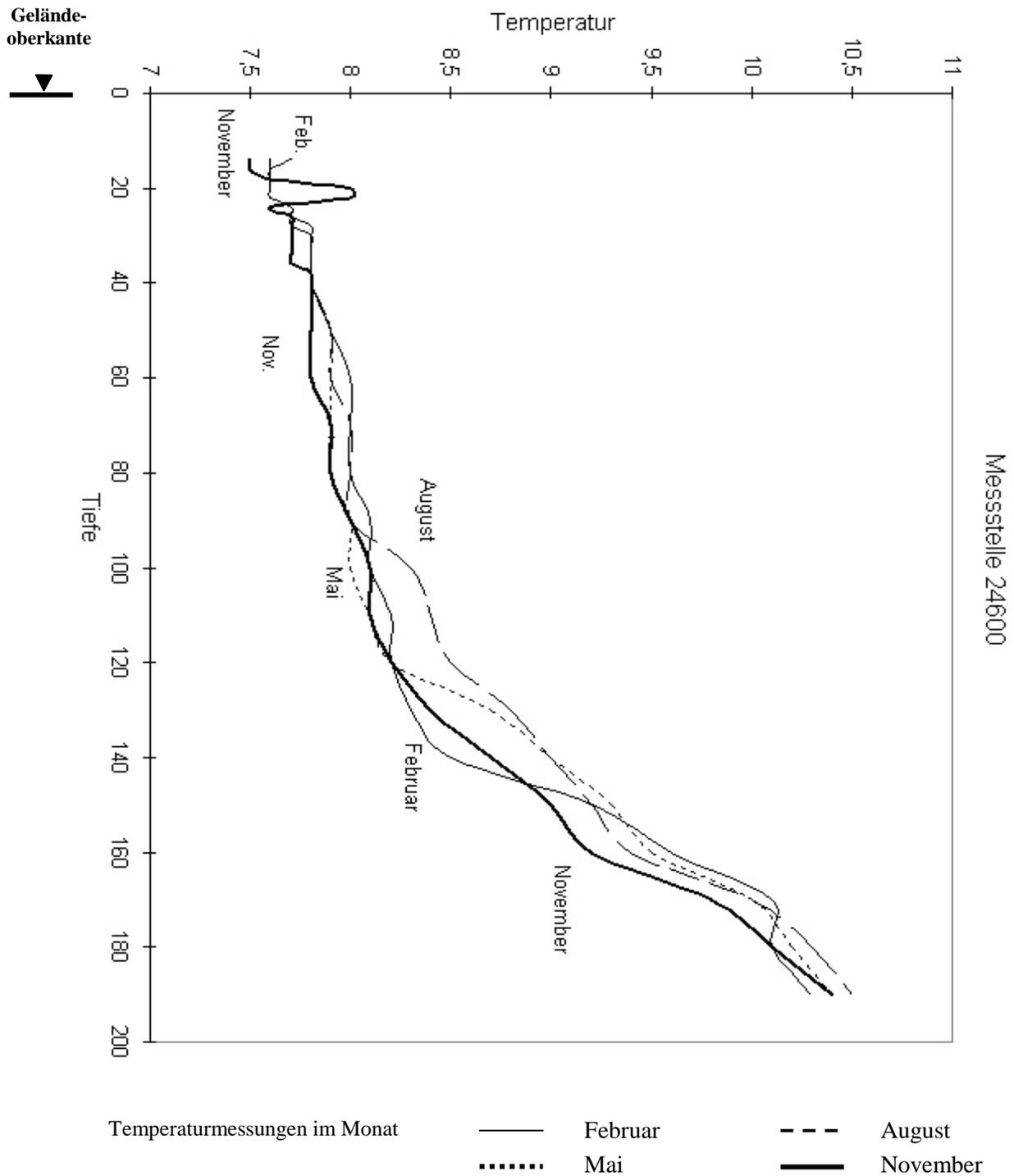
Anlage 4-10 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 24118

Messstellenname	NEUDORFER WEG 792
Landkreis	Amberg-Sulzbach
Ausbautiefe	124,10 m unter Gelände



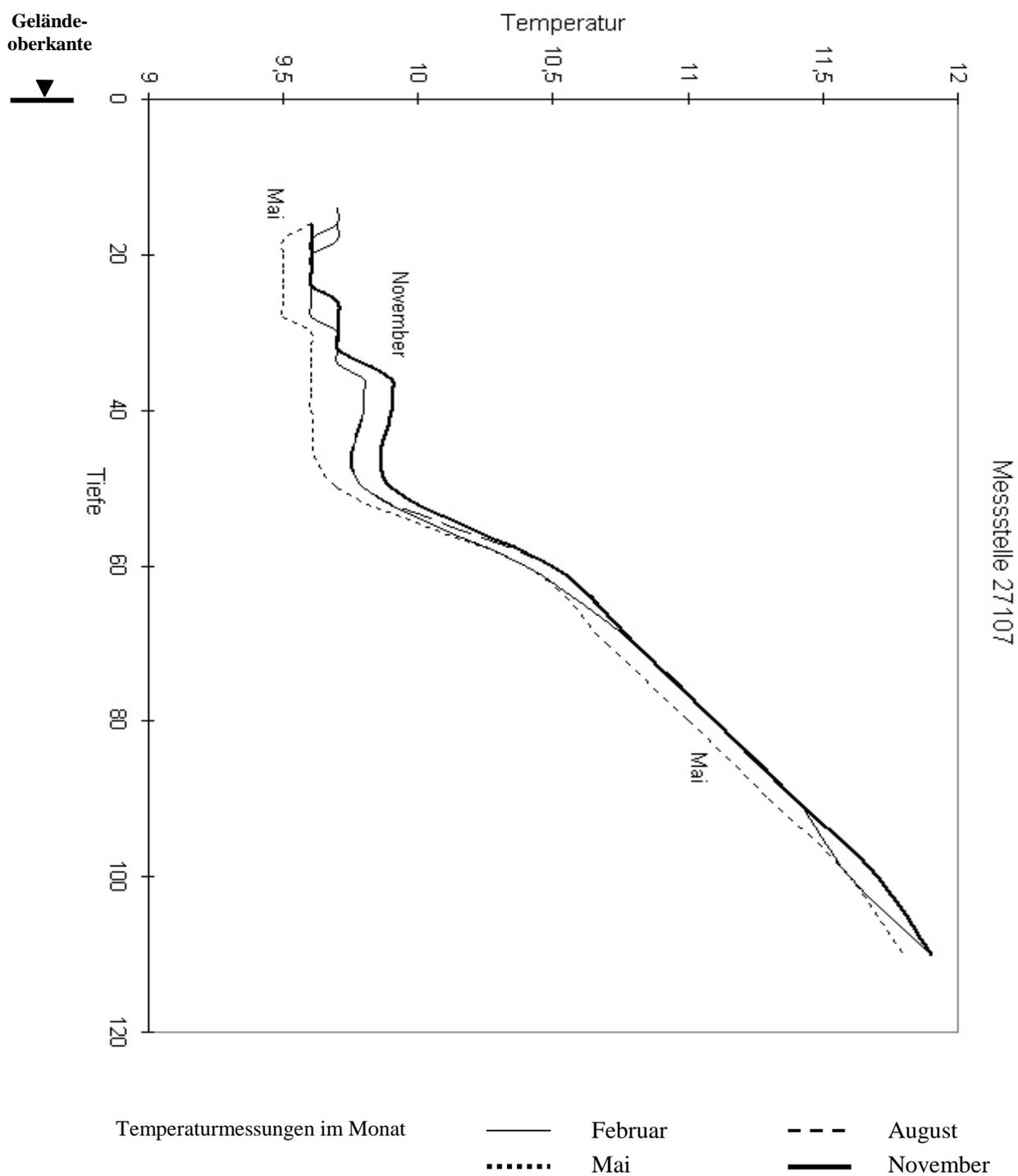
Anlage 4-11 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 24119

Messstellenname **SANDPLATZ 793**
 Landkreis Amberg-Sulzbach
 Ausbautiefe 133,08 m unter Gelände



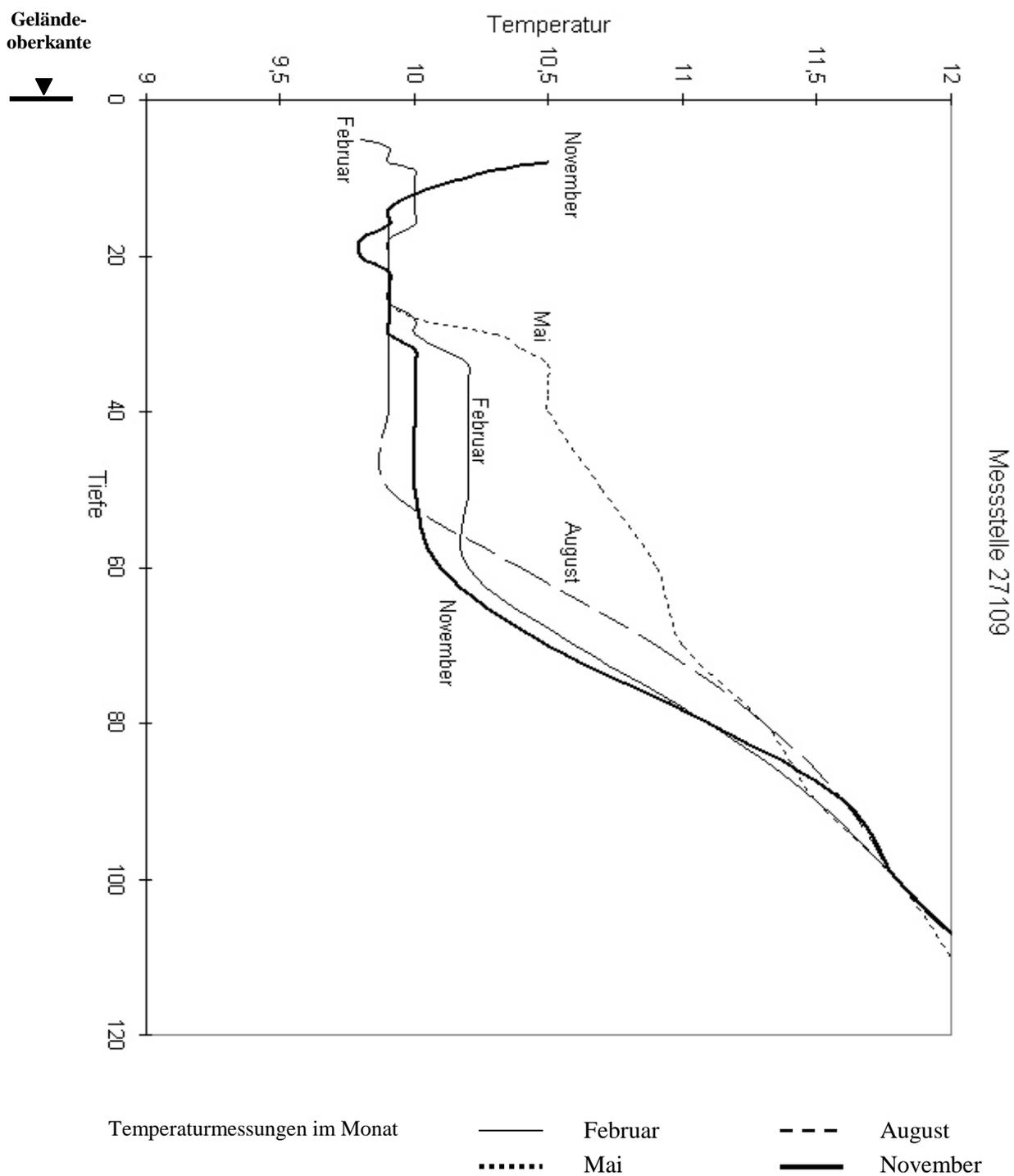
Anlage 4-12 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 24600

Messstellenname	PARKSTEIN EB VI TR
Landkreis	Neustadt a.d.Waldnaab
Ausbautiefe	200,00 m unter Gelände



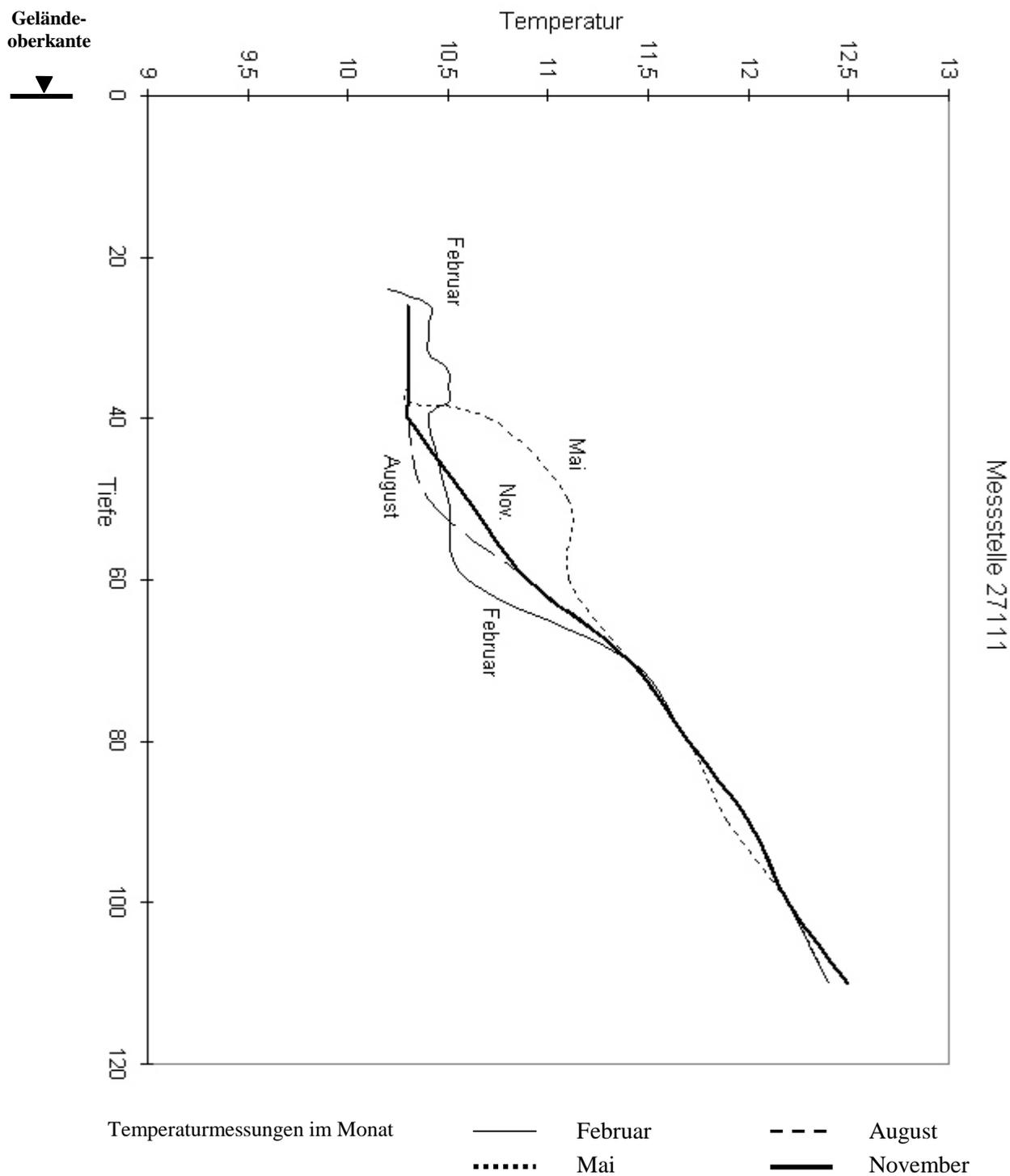
Anlage 4-13 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 27107

Messstellenname	RIENECK	164
Landkreis	Main-Spessart	
Ausbautiefe	120,00 m unter Gelände	



Anlage 4-14 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 27109

Messstellenname	WOMBACH TIEFBR. 166
Landkreis	Main-Spessart
Ausbautiefe	115,00 m unter Gelände



Anlage 4-15 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 27111

Messstellenname	WOMBACH III	177
Landkreis	Main-Spessart	
Ausbautiefe	119,00 m unter Gelände	

Anlage 5

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe
für 95 Grundwassermessstellen
- oberflächennahe und tiefe Messstellen -

Tiefe unter Gelände (m)	<u>02110</u>	<u>02117</u>	<u>02128</u>	02135	<u>02310</u>	<u>02311</u>	04001	04005	04108	04123	04124	<u>04139</u>	04140	<u>04141</u>
1						16,0								
2						15,0								
3						13,5								
4			9,7		11,1	12,0				10,3				
5			9,6		10,4					11,0				
6	9,6		9,3		10,2		11,0		12,7	10,8				
7	9,6		9,0		10,2		10,9		12,5	10,6				
8	9,6		8,6		10,2		10,6		12,1	10,5				
9	9,6		8,4		10,2				11,5					
10	9,6		8,2		10,2							10,4		
12	9,7		8,2		10,1			10,4				10,3		
14	9,7	7,9	8,2		9,9			10,4				10,2		
16	9,7	7,8	8,2		9,8			10,5				10,2		
18	9,8	7,8	8,2		9,8			10,5				10,2		
20	9,8	7,8		7,6	9,8						11,1	10,3		
22	9,8	7,8		7,6	9,7						10,8	10,3		
24	9,8	7,8		7,7	9,6						10,7	10,3		
26	9,8	7,8		7,7	9,5						10,7	10,3		
28	9,8	7,8		7,8	9,4						10,6	10,3	10,7	
30	9,8			7,9	9,4						10,6	10,3	10,7	
32	9,8			7,9	9,4							10,4	10,7	10,8
34	9,8			7,9								10,4	10,7	10,9
36	9,8			7,9								10,4	10,7	10,9
38	9,8			8,0								10,4	10,7	10,9
40	9,8			8,0								10,4	10,7	11,0
50	9,8			8,3								10,8	10,8	11,2
60	9,8			8,5								11,1	10,9	11,5
70	9,8			8,5								11,3	10,9	11,7
80	9,8			8,5								11,6	10,9	12,0
90	9,8											11,9	10,9	12,3
100	9,8													
110	9,9													
120	9,9													
130	10,0													
140	10,0													
150	10,1													
160	10,2													
170	10,3													
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 02110 bis 04141
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	04142	04144	<u>04145</u>	<u>05006</u>	05115	06001	<u>06100</u>	06120	<u>06121</u>	06127	06128	06129	<u>06131</u>	<u>06132</u>
1							8,5							
2						14,8	14,2							
3				12,4		13,1	14							
4				12,9		13,7	11,1							10,2
5				12,2		11,3	9,7							9,7
6				11,5	12,3									9,4
7				10,8	11,8			8,0						9,1
8				10,6	11,3			8,0						8,9
9				10,5	10,9			8,0						8,8
10				10,4				8,0						8,8
12				10,5				8,2						8,8
14				10,5				8,3		8,7				8,8
16				10,5				8,3		8,7	8,3			8,8
18								8,4		8,7	8,2			8,9
20								8,5		8,8	8,2			8,9
22								8,5		8,8	8,2			9,0
24								8,5		8,8	8,2			9,0
26	10,0							8,6		8,9	8,2		9,3	9,1
28	10,1		10,7					8,6		8,9	8,2		9,3	9,2
30	10,2	10,5	10,7					8,7		8,9	8,2		9,3	9,3
32	10,2	10,6	10,8					8,8		9,0	8,2		9,4	9,4
34	10,2	10,5	10,8					8,8		9,0	8,2		9,5	9,5
36	10,2	10,5	10,8					8,8		9,0	8,2		9,6	9,6
38	10,2	10,6	10,8					8,8		9,0	8,3		9,7	9,7
40	10,2	10,5	10,9					8,8		9,0	8,3		9,8	9,8
50	10,3	10,6	11,1							9,1	8,4	9,5	10,3	10,4
60	10,4	10,8	11,3							9,1	8,4	9,6	10,7	10,8
70	10,8	10,9	11,5						7,4	9,1	8,4	9,8	11,0	11,0
80	11,2	11,0	11,7						7,5	9,1	8,4	9,9	11,2	11,2
90	11,5	11,6	12,0						7,7	9,2	8,4	10,1	11,4	11,4
100									8,2	9,2	8,4	10,3	11,6	11,5
110									9,0	9,2	8,5	10,3	11,7	11,6
120									9,1	9,2		10,4	12,0	11,8
130									9,1	9,5			12,1	12,0
140									9,1	9,6			12,3	12,3
150									9,1				12,7	12,4
160									9,1					
170									9,2					
180									9,3					
190									9,3					
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 04142 bis 06132
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	<u>06133</u>	<u>06142</u>	07124	<u>07151</u>	08001	08111	<u>09132</u>	10116	<u>10124</u>	<u>10126</u>	11103	11111	11134	<u>11155</u>
1														
2			15,8			12,1		12,8		12,3	16,9		13,9	
3			11,6		13,6	10,8		11,7		11,1	16,2		12,7	
4			10,5	9,6	12,9	10,6	14,2	10,9		10,6	15,8		11,6	
5			10,3	9,6	12,8	10,1	14,2	10,9		10,4	15,5		11,0	
6				9,3	12,4		14,2	10,9		10,0	15,2		11,1	
7				9,1	12,1		13,7			9,5	14,9			
8	9,4			9,0						9,3	14,5	10,0		
9	9,5			8,8					9,3	9,1	13,8	10,0		
10	9,4			8,8					9,1	9,1	11,8	9,9		
12	9,4			8,8					8,9	9,1		9,7		
14	9,5			8,9					8,8	9,1		9,6		
16	9,5			8,9					8,8	9,3		9,6		
18	9,6			9,0					8,8	9,5		9,7		
20	9,6			9,1					8,9	9,7		9,7		
22	9,6			9,2					8,9	9,8		9,7		
24	9,6			9,3					8,9	9,8		9,7		
26	9,7			9,4					9,0	9,8				10,8
28	9,7			9,5					9,0	9,8				10,8
30	9,7			9,5					9,1	9,8				10,7
32	9,7			9,5					9,1	9,8				10,7
34	9,8			9,5					9,1	9,8				10,8
36	9,8			9,6					9,1	9,8				10,8
38	9,8			9,6					9,1	9,8				10,8
40	9,8			9,6					9,1	9,8				10,9
50	9,9			9,6					9,2	9,9				11,0
60	9,9			9,6					9,2	9,9				11,2
70	9,9			9,6					9,4	10,0				11,4
80	10,0			10,2					9,4					11,6
90	10,4			11,1					10,1					11,8
100	13,6													12,0
110	14,2	7,5												12,3
120	14,4	7,6												12,5
130	14,5	7,7												12,7
140		7,8												12,9
150		8,0												13,1
160		8,9												13,2
170		8,9												13,4
180		8,9												13,6
190		8,9												13,6
200														13,8
210														14,0
220														14,2
230														14,4
240														14,6
250														14,8
260														15,0
270														15,2
280														15,3
290														15,5
300														15,7
310														15,9
320														16,1
330														16,3
340														16,5
350														16,7

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 06133 bis 11155
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	13126	13128	13130	13131	<u>15124</u>	15126	<u>15168</u>	<u>15169</u>	<u>15172</u>	16104	16105	<u>16117</u>	<u>16119</u>	<u>17110</u>
1														
2					15,7	12,5								
3					14,7	10,8						13,3		
4					13,2	10,6						11,7		
5				8,7	11,9	10,4						11,8	12,0	10,3
6			8,9	8,6								11,8	11,1	11,0
7			8,9	8,6								11,8	11,0	10,7
8			8,9	8,6								11,8	10,5	10,5
9			9,0	8,6								11,4	10,0	10,3
10			9,0	8,6									10,0	10,1
12	8,8	8,8	9,0	8,6									10,0	9,8
14	8,8	8,8	8,9	8,6									10,0	9,9
16	8,7	8,6	8,9	8,6									9,9	
18	8,7	8,6	9,0	8,6										
20	8,7	8,5		8,6							8,5			
22	8,7	8,5									8,5			
24	8,7	8,5									8,5			
26	8,7	8,5						9,4	9,0		8,5			
28	8,7	8,5						9,4	9,1		8,5			
30	8,7	8,5						9,4	9,1	8,3	8,5			
32	8,6	8,6					15,4	9,5	9,2	8,3				
34		8,5					15,4	9,5	9,3	8,3				
36		8,5					15,5	9,7	9,3	8,3				
38		8,5					15,6	9,7	9,3	8,3				
40		8,5					15,7	9,7	9,3	8,3				
50							15,9	9,7	9,3					
60							15,9	9,7	10,3					
70							15,9	9,7	10,3					
80							15,9	9,7	10,6					
90							15,9	9,8	10,7					
100							15,9							
110							15,9							
120														
130														
140														
150														
160														
170														
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 13126 bis 17110
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	17111	<u>17112</u>	18101	<u>21128</u>	<u>21130</u>	<u>21131</u>	21133	21922	<u>21923</u>	21926	21934	21945	<u>21950</u>	21951
1														14,1
2			14,1									15,6		13,0
3		14,7	12,7									14,0		12,3
4		12,8	11,5				6,4					13,3		12,1
5		12,5	11,2				6,4					12,4	15,5	12,1
6		12,1					6,4				9,3	11,5	15,3	12,0
7	9,7	11,6					6,4		10,0		12,9	11,2	15,3	10,9
8	9,4	11,3					6,4		10,2		12,9	11,2	15,3	
9	9,3	11,3					6,5	10,4	10,2	9,8	12,8	11,4	15,1	
10	9,0						6,6	10,4	10,2	10,2	12,8	11,1	15,2	
12	8,8						6,6	10,4	10,2	10,2		10,5		
14							6,4	10,9	10,2	10,1		10,3		
16							6,3	10,9	10,2	10,0				
18							6,3	10,9	10,2	10,0				
20								10,9	10,2	9,9				
22								11,0	10,2					
24								11,0	10,2					
26						9,7			10,2					
28						9,7			10,2					
30					9,8	9,8			10,2					
32					9,8	9,8			10,2					
34					9,8	9,9			10,2					
36					9,9	9,9			10,2					
38					10,0	10,0								
40					10,0	10,0								
50				10,2	10,3	10,3								
60				10,5	10,7	10,7								
70				10,8	11,0	11,2								
80				11,2	11,4	11,7								
90				11,7	11,9	12,6								
100														
110														
120														
130														
140														
150														
160														
170														
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 17111 bis 21951
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	22111	<u>22125</u>	<u>22126</u>	23221	24103	<u>24118</u>	<u>24119</u>	<u>24600</u>	25100	25101	25111	25124	25125	25127
1							12,9							
2					12,7		11,7							
3				9,5	11,1		10,5							
4	12,3			9,8	9,6		9,7							
5	12,3			10,0	8,9		9,3							
6	12,4			9,9	8,8		9,3		8,2					
7	12,6			10,0	8,8		9,3		8,2	10,1				
8	12,8			9,9	8,8		9,4		8,7	9,2				
9	12,8			9,9	8,8		9,4		8,7	9,0				
10				9,9	8,8		9,5		8,7	9,0		9,3		
12				9,8		8,0	9,7		8,7			9,2		
14						8,0	9,8	7,7				9,2		12,1
16						8,0	9,8	7,6				9,2		12,3
18						7,9	9,9	7,6				9,2		12,5
20						7,9	9,9	8,0				9,2		12,5
22						7,9	9,8	8,0				9,2		12,3
24						7,9	9,8	7,7				9,2		12,2
26						8,0	9,8	7,7				9,2		11,9
28						8,0	9,9	7,8				9,2	9,0	11,9
30						8,0	9,9	7,8			9,1		9,5	11,9
32						8,0	9,9	7,8			9,5		9,5	11,9
34		10,0				8,0	9,9	7,8			9,3		9,5	11,9
36		10,1				8,1	9,9	7,8			9,3		9,5	11,9
38		10,2				8,1	9,9	7,8			9,3		9,5	11,8
40		10,2				8,1	9,9	7,8			9,3		9,4	11,8
50		10,9	9,3			8,1	9,9	7,9			9,4		9,5	
60		11,0	9,5			8,4	9,9	8,0					9,6	
70		11,0	9,5			8,4	10,0	8,0						
80		11,0	10,3			8,4	10,2	8,0						
90		11,1	10,4			8,4	10,4	8,1						
100			10,6			8,4	10,6	8,3						
110			10,5			8,5	10,7	8,4						
120			10,6			9,0	11,0	8,5						
130							11,2	8,8						
140								9,0						
150								9,3						
160								9,6						
170								10,1						
180								10,3						
190								10,5						
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 22111 bis 25127
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	<u>25138</u>	25145	<u>25153</u>	25600	25603	<u>25668</u>	<u>27107</u>	<u>27109</u>	<u>27111</u>	27609	27614
1											
2			13,7		12,7	7,0					
3			11,7		12,3	11,0				16,4	
4		9,7	11,3		12,1	10,3				16,0	15,9
5		9,6	10,8	10,5	12,0	9,9		9,8		15,4	15,0
6		9,4	10,5	10,5	12,0	10,0		9,9		14,9	14,9
7		9,0	10,4	10,3		10,0		9,9			14,7
8			10,4	10,3		10,1		10,5			
9			10,4	10,3		10,1		10,3			
10			10,4			10,1		10,2			
12			10,5			10,0		10,0			
14			10,5				9,7	10,0			
16							9,7	10,0			
18							9,7	9,9			
20	9,6						9,6	9,9			
22	9,6						9,6	9,9			
24	9,6						9,6	9,9	10,2		
26	9,6						9,7	9,9	10,4		
28	9,7						9,7	10,0	10,4		
30	9,7						9,7	10,3	10,4		
32	9,8						9,7	10,4	10,4		
34	9,9						9,8	10,5	10,5		
36	9,9						9,9	10,5	10,5		
38	10,0						9,9	10,5	10,5		
40	10,0						9,9	10,5	10,7		
50	10,0						9,9	10,7	11,1		
60	10,1						10,5	10,9	11,1		
70	10,1						10,8	11,0	11,4		
80	10,2						11,1	11,3	11,7		
90	10,2						11,4	11,6	12,0		
100							11,7	11,8	12,2		
110							11,9	12,1	12,5		
120											
130											
140											
150											
160											
170											
180											
190											
200											
210											
220											
230											
240											
250											
260											
270											
280											
290											
300											
310											
320											
330											
340											
350											

Maximale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 25138 bis 27614
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Anlage 6

Minimale Temperaturwerte je Messtiefe
für 95 Grundwassermessstellen
- oberflächennahe und tiefe Messstellen -

Tiefe unter Gelände (m)	<u>02110</u>	<u>02117</u>	<u>02128</u>	02135	<u>02310</u>	<u>02311</u>	04001	04005	04108	04123	04124	<u>04139</u>	04140	<u>04141</u>
1						5,0								
2						5,7								
3						6,1								
4			6,5		7,7	6,2				9,0				
5			6,7		7,8					9,0				
6	8,8		6,9		8,0		9,2		9,6	9,1				
7	9,0		7,3		8,1		9,2		9,7	9,3				
8	9,1		7,5		8,1		9,2		9,8	9,7				
9	9,3		7,7		8,1				10,0					
10	9,4		7,8		8,1							9,7		
12	9,5		7,9		8,2			9,9				9,9		
14	9,6	7,6	7,8		8,3			9,9				10,0		
16	9,7	7,6	7,8		8,3			9,9				10,1		
18	9,7	7,6	7,8		8,3			9,9				10,1		
20	9,7	7,7		7,5	8,4						10,6	10,2		
22	9,7	7,7		7,5	8,5						10,7	10,2		
24	9,7	7,7		7,6	8,6						10,6	10,2		
26	9,7	7,7		7,6	8,6						10,6	10,3		
28	9,8	7,7		7,6	8,6						10,6	10,3	10,6	
30	9,8			7,7	8,7						10,6	10,3	10,6	
32	9,8			7,7	8,7							10,4	10,6	10,7
34	9,8			7,7								10,4	10,6	10,8
36	9,8			7,8								10,4	10,7	10,9
38	9,8			7,9								10,4	10,7	10,9
40	9,8			7,9								10,4	10,7	10,9
50	9,8			8,2								10,5	10,8	11,2
60	9,8			8,4								10,7	10,8	11,4
70	9,8			8,5								10,9	10,8	11,7
80	9,8			8,5								11,5	10,8	11,9
90	9,8											11,8	10,8	12,3
100	9,8													
110	9,8													
120	9,8													
130	9,9													
140	10,0													
150	10,1													
160	10,2													
170	10,3													
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Anlage 6.1 Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 02110 bis 04141
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	04142	04144	<u>04145</u>	<u>05006</u>	05115	06001	<u>06100</u>	06120	<u>06121</u>	06127	06128	06129	<u>06131</u>	<u>06132</u>
1							8,5							
2						6,5	4,3							
3				8,6		6,9	4,5							
4				8,8		7,3	5,0							8,0
5				9,3		7,5	5,2							7,8
6				9,5	9,3									8,0
7				9,7	9,2			7,9						8,1
8				10,0	9,5			7,8						8,2
9				10,1	9,6			7,9						8,4
10				10,3				7,9						8,5
12				10,3				8,0						8,6
14				10,4				8,2		8,5				8,7
16				10,4				8,3		8,6	8,2			8,8
18								8,4		8,6	8,2			8,8
20								8,4		8,7	8,2			8,9
22								8,5		8,7	8,2			8,9
24								8,5		8,8	8,2			9,0
26	10,0							8,5		8,8	8,2		9,3	9,1
28	10,0		10,6					8,6		8,9	8,2		9,1	9,2
30	10,0	10,5	10,7					8,7		8,9	8,2		9,3	9,3
32	10,0	10,5	10,7					8,8		8,9	8,2		9,3	9,4
34	10,0	10,5	10,8					8,8		8,9	8,2		9,4	9,5
36	10,0	10,5	10,8					8,8		9,0	8,2		9,5	9,6
38	10,1	10,5	10,8					8,8		9,0	8,2		9,6	9,7
40	10,1	10,5	10,9					8,8		9,0	8,2		9,8	9,8
50	10,2	10,6	11,1							9,1	8,3	9,4	10,3	10,3
60	10,3	10,7	11,3							9,1	8,3	9,5	10,7	10,7
70	10,8	10,8	11,5						7,3	9,1	8,3	9,7	10,9	10,9
80	11,2	11,0	11,7						7,4	9,1	8,3	9,9	11,2	11,1
90	11,5	11,6	12,0						7,7	9,1	8,4	10,1	11,4	11,3
100									8,1	9,1	8,4	10,2	11,5	11,4
110									8,9	9,2	8,4	10,2	11,7	11,6
120									9,0	9,2		10,4	11,9	11,7
130									9,0	9,3			12,1	11,9
140									9,0	9,5			12,3	12,3
150									9,0				12,6	12,4
160									9,1					
170									9,1					
180									9,1					
190									9,1					
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Anlage 6.2 Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 04142 bis 06132
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	<u>06133</u>	<u>06142</u>	07124	<u>07151</u>	08001	08111	<u>09132</u>	10116	<u>10124</u>	<u>10126</u>	11103	11111	11134	<u>11155</u>
1														
2			8,8			12,1		7,3		7,2	9,1		6,3	
3			8,8		10,5	7,3		6,9		7,2	9,1		6,7	
4			8,9	8,2	10,5	8,0	10,3	7,3		7,2	9,1		7,2	
5			8,9	7,9	10,5	8,7	10,6	7,4		7,4	9,3		7,7	
6				8,0	10,5		10,5	7,5		7,7	9,3		7,8	
7				8,1	10,5		10,6			8,0	9,4			
8	9,4			8,3						8,3	9,4	9,3		
9	9,2			8,4					8,3	8,4	9,5	9,4		
10	9,2			8,5					8,3	8,5	9,6	9,5		
12	9,3			8,7					8,5	8,7		9,5		
14	9,4			8,8					8,6	8,9		9,5		
16	9,4			8,9					8,6	9,1		9,5		
18	9,5			8,9					8,6	9,3		9,5		
20	9,5			9,0					8,6	9,4		9,5		
22	9,6			9,2					8,6	9,5		9,5		
24	9,6			9,3					8,7	9,5		9,5		
26	9,6			9,4					8,7	9,5				10,3
28	9,6			9,4					8,7	9,5				10,3
30	9,7			9,4					8,7	9,5				10,4
32	9,7			9,5					8,7	9,5				10,4
34	9,7			9,5					8,7	9,5				10,4
36	9,7			9,5					8,8	9,5				10,5
38	9,8			9,5					8,9	9,5				10,5
40	9,8			9,5					8,9	9,5				10,5
50	9,8			9,5					9,0	9,6				10,7
60	9,9			9,5					9,0	9,6				10,8
70	9,9			9,6					9,1	9,8				11,1
80	9,9			10,1					9,2					11,3
90	10,3			11,0					9,9					11,5
100	13,0													11,8
110	14,1	7,4												12,0
120	14,3	7,6												12,2
130	14,5	7,6												12,4
140		7,8												12,6
150		7,9												12,7
160		8,8												12,9
170		8,9												13,1
180		8,8												13,2
190		8,8												13,4
200														13,6
210														13,8
220														14,0
230														14,2
240														14,4
250														14,5
260														14,7
270														14,9
280														15,1
290														15,3
300														15,4
310														15,6
320														15,8
330														16,1
340														16,3
350														16,5

Anlage 6.3 Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 06133 bis 11155
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	13126	13128	13130	13131	<u>15124</u>	15126	<u>15168</u>	<u>15169</u>	<u>15172</u>	16104	16105	<u>16117</u>	<u>16119</u>	<u>17110</u>
1														
2					6,6	6,9								
3					6,6	7,0						7,6	9,0	
4					6,9	7,3						8,2	9,0	
5				8,6	8,2	7,3						8,0	9,1	8,4
6			8,9	8,6								8,0	9,2	8,6
7			8,8	8,5								8,0	9,4	8,7
8			8,8	8,5								6,7	9,5	9,0
9			8,8	8,5								7,3	9,6	9,2
10			8,8	8,5									9,6	9,3
12	8,5	8,5	8,8	8,5									9,6	9,4
14	8,5	8,4	8,8	8,5										9,4
16	8,5	8,4	8,8	8,5										
18	8,5	8,4	8,9	8,6										
20	8,5	8,4		8,6							8,4			
22	8,5	8,4									8,4			
24	8,5	8,3									8,4			
26	8,6	8,3						9,3	9,0		8,4			
28	8,6	8,3						9,3	9,1		8,4			
30	8,6	8,2						9,4	9,1	8,3	8,4			
32	8,6	8,2					15,2	9,4	9,1	8,3				
34		8,2					15,4	9,5	9,2	8,3				
36		8,2					15,5	9,6	9,2	8,3				
38		8,2					15,5	9,7	9,2	8,3				
40		8,2					15,6	9,7	9,2	8,3				
50							15,9	9,7	9,2					
60							15,9	9,7	10,3					
70							15,9	9,7	10,3					
80							15,9	9,7	10,5					
90							15,9	9,7	10,6					
100							15,9							
110							15,9							
120														
130														
140														
150														
160														
170														
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Anlage 6.4 Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 13126 bis 17110
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	17111	<u>17112</u>	18101	<u>21128</u>	<u>21130</u>	<u>21131</u>	21133	21922	<u>21923</u>	21926	21934	21945	<u>21950</u>	21951
1														14,1
2			6,6									15,6		7,3
3		7,6	6,6									8,9		7,5
4		8,6	6,6				6,4					8,9		7,7
5		9,7	6,6				6,4					8,9	9,2	7,8
6		10,1					6,4				9,1	8,9	6,4	7,8
7	7,8	10,5					6,4		10,0		9,0	9,0	6,4	8,2
8	8,0	10,7					6,4		10,0		8,9	9,0	6,5	
9	8,2	10,8					6,5	9,6	10,0	9,8	8,9	9,0	6,9	
10	8,2							9,6	10,0	9,7	8,9	9,3	6,9	
12	8,3							9,6	10,0	9,7		9,9		
14								9,6	10,0	9,8		10,0		
16								9,6	10,0	9,8				
18								9,6	10,0	9,8				
20								9,6	10,0	9,8				
22								9,8	10,0					
24								9,8	10,0					
26						9,4			10,0					
28						9,5			10,0					
30					9,0	9,5			10,0					
32					9,0	9,6			10,0					
34					9,0	9,6			10,0					
36					9,1	9,6			9,9					
38					9,1	9,7								
40					9,1	9,8								
50				9,4	9,4	10,1								
60				9,7	9,8	10,4								
70				9,9	10,1	10,7								
80				10,3	10,4	11,1								
90				10,8	10,8	11,7								
100														
110														
120														
130														
140														
150														
160														
170														
180														
190														
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 17111 bis 21951
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	22111	<u>22125</u>	<u>22126</u>	23221	24103	<u>24118</u>	<u>24119</u>	<u>24600</u>	25100	25101	25111	25124	25125	25127
1							6,6							
2					7,8		6,6							
3				9,5	7,8		7,1							
4	9,3			7,9	7,8		7,3							
5	9,4			7,8	7,8		7,7							
6	9,5			7,9	7,8		8,0		8,0					
7	9,5			7,9	7,8		8,0		7,8	7,9				
8	9,6			8,1	7,8		8,1		7,7	8,0				
9	9,7			8,1	7,9		8,9		7,7	8,0				
10				8,2	7,9		9,1		7,7	8,0		6,9		
12				8,2		7,7	9,5		7,7			7,0		
14						7,6	9,7	7,5				7,0		8,7
16						7,7	9,8	7,5				7,0		8,7
18						7,8	9,8	7,6				7,0		8,5
20						7,7	9,8	7,6				7,0		8,4
22						7,8	9,8	7,6				6,9		8,2
24						7,8	9,8	7,6				7,0		8,1
26						7,8	9,8	7,7				7,0		8,2
28						7,8	9,8	7,7				6,9	8,6	8,2
30						7,8	9,8	7,7			9,1		8,7	8,3
32						7,9	9,8	7,7			8,6		8,7	8,3
34		9,9				7,9	9,8	7,7			8,7		8,7	8,3
36		10,0				8,0	9,8	7,7			8,6		8,7	8,3
38		10,0				8,0	9,8	7,8			8,6		8,7	8,5
40		10,1				8,0	9,8	7,8			8,6		8,7	8,8
50		10,5	9,1			8,0	9,8	7,8			8,6		8,8	
60		10,7	9,3			8,4	9,8	7,8					8,9	
70		10,8	9,3			8,4	9,9	7,9						
80		10,8	9,6			8,4	10,1	7,9						
90		10,9	10,1			8,4	10,3	8,0						
100			10,3			8,4	10,5	8,0						
110			10,5			8,4	10,6	8,1						
120			10,6			9,0	10,9	8,2						
130							11,1	8,3						
140								8,5						
150								9,0						
160								9,2						
170								9,8						
180								10,1						
190								10,3						
200														
210														
220														
230														
240														
250														
260														
270														
280														
290														
300														
310														
320														
330														
340														
350														

Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 22111 bis 25127
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)

Tiefe unter Gelände (m)	<u>25138</u>	25145	<u>25153</u>	25600	25603	<u>25668</u>	<u>27107</u>	<u>27109</u>	<u>27111</u>	27609	27614
1											
2			8,4		12,7	5,9					
3			8,6		6,4	5,8				12,2	
4		6,9	8,9		6,5	6,0				12,2	12,0
5		6,9	9,2	10,5	6,7	6,0		9,8		12,2	12,7
6		7,0	9,3	9,5	7,5	6,0		9,9		12,3	12,1
7		7,1	9,5	9,3		6,1		9,9			12,7
8			9,7	9,3		6,1		9,9			
9			9,7	9,3		6,2		10,0			
10			9,8			6,4		10,0			
12			9,8			6,8		10,0			
14			9,9				9,7	9,9			
16							9,6	9,9			
18							9,5	9,8			
20	8,1						9,5	9,8			
22	8,0						9,5	9,9			
24	8,0						9,5	9,9	10,2		
26	8,1						9,5	9,9	10,3		
28	8,1						9,5	9,9	10,3		
30	8,2						9,6	9,9	10,3		
32	8,2						9,6	9,9	10,3		
34	8,3						9,6	9,9	10,3		
36	8,4						9,6	9,9	10,3		
38	8,4						9,6	9,9	10,3		
40	8,4						9,6	9,9	10,3		
50	8,4						9,7	9,9	10,4		
60	8,5						10,4	10,1	10,6		
70	8,6						10,7	10,5	11,4		
80	8,6						11,0	11,1	11,7		
90	8,6						11,3	11,5	11,9		
100							11,6	11,8	12,2		
110							11,8	12,0	12,4		
120											
130											
140											
150											
160											
170											
180											
190											
200											
210											
220											
230											
240											
250											
260											
270											
280											
290											
300											
310											
320											
330											
340											
350											

Minimale Temperaturwerte je Messtiefe für die Messstellen 25138 bis 27614
(die unterstrichenen Messstellen sind in Anlage 1 bis 4 grafisch dargestellt)