

Beiträge zur Hydrogeologie des Tullner Feldes

VON MICHAEL F. SCHUCH

Mit 1 Abbildung und 17 Tafeln (Beilagen 1 bis 17)

Schlüsselwörter
*Hydrogeologie
Tullner Feld*

1.0. Einleitung

Unter dem Tullner Feld wird in der vorliegenden Arbeit die gesamte Stromebene zwischen Krems und Wiener Pforte bei Stockerau verstanden. Die nördliche Begrenzung ist durch den Wagram und die südliche Begrenzung durch den Abhang der Flyschzone und eine Linie, die etwa von Königstetten nach Judenau, Moosbierbaum, Traismauer und Mauthern verläuft, gegeben.

Die W-E-Ausdehnung des untersuchten Gebietes beträgt ca. 45 km, die max. N-S-Ausdehnung rund 14 km und die Flächenausdehnung rund 560 km².

Die quartären Lockersedimente in diesem Raume stellen, entsprechend ihrem petrofaziellen Aufbau, größtenteils ein ausgezeichnetes Durchgangs- bzw. Speichermedium für das unterirdische Wasser dar. In Hinblick auf die Größenordnung und die Wasseranreicherungsverhältnisse dieses Lockersedimentkörpers muß daher das Tullner Feld als potentieller Großlieferant des so ungemein wichtigen Rohstoffes „Grundwasser“ angesehen werden.

2.0. Problemstellung

Entsprechend den Sedimentationsbedingungen der ehemaligen Donau, kann es sich bei dem hier vorliegenden quartären Lockersedimentkörper um keinen in Hinblick auf den Kornaufbau homogenen Körper handeln. Die ehemaligen wechselnden Sedimentationsbedingungen haben einen Akkumulationskörper geschaffen, der sich aus meist langgestreckten und ineinander verzahnten Linsen differenzierten Kornaufbaues zusammensetzt. Dort, wo Linsen gröberer Kornaufbaues aneinandergrenzen und ein zusammenhängendes System bilden, ergibt sich dann eine potentielle bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine generelle großräumige Übersicht über diese bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser in den quartären Lockersedimenten des Tullner Feldes zu geben.

Anschrift des Verfassers: Pelzgasse 13/3, A-1150 Wien.

3.0. Gliederung der hydrogeologischen Untersuchung

Die integrierenden Faktoren bei der Ermittlung der bevorzugten Wegigkeit des unterirdischen Wassers in einem Lockersedimentkörper sind im wesentlichen:

- die Lagerungsverhältnisse
- die Mächtigkeit
- die Durchlässigkeitsverhältnisse

dieses Lockersedimentkörpers.

4.0. Untersuchung der Lagerungsverhältnisse des quartären Lockersedimentkörpers

4.1. Der Grundwasserstauer

Für die Lagerungsverhältnisse eines weit ausgedehnten Lockersedimentkörpers ist in hydrogeologischer Hinsicht vor allem das Relief der Dachkante des Grundwasserstauers maßgeblich.

Im Tullner Feld ist die Dachkante des Grundwasserstauers mit der Tertiäroberkante identisch. Es handelt sich bei diesem Stauer des obersten quartären Grundwasserstockwerkes in den östlichen Bereichen vorwiegend um marine Schlierablagerungen burdigalisch-helvetischen Alters, während gegen Westen die brackischen Oncophorasande des Helvet an Verbreitung zunehmen. Bei dem Schlier handelt es sich um ein feinschichtiges, mergeliges, schwach sandiges Sediment, dessen unmittelbarer Dachflächenbereich meist aus Tonen besteht. Er kann demnach in hydrogeologischer Hinsicht als „echter“ Grundwasserstauer angesprochen werden, da die Wasserbewegung in den Porenräumen des Tons praktisch Null gesetzt werden kann.

Bei den Oncophoraschichten handelt es sich dagegen um feinkörnige glimmerreiche locker gelagerte Sande. Für diese kann, soferne in ihren unmittelbaren Dachflächenbereichen keine stärkeren Tonkomponenten auftreten, die Bezeichnung Stauer hier natürlich nur als Relationsbezeichnung gegenüber den Durchlässigkeitsverhältnissen der hangenden quartären Lockersedimente aufgefaßt werden. Ausgedrückt in Größenordnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes würde hier ein Unterschied von mindestens zwei Zehnerpotenzen bestehen.

Obwohl demnach die petrofazielle Ausbildung beider Stauer mehr oder minder stark voneinander abweicht, können doch beide in hydrogeologischer Hinsicht — gegenüber dem hangenden quartären Lockersedimentkörper — als einheitlicher Stauer aufgefaßt werden.

4.2. Aufnahme des Reliefs der Dachkante des Grundwasserstauers

Für die Erstellung der beiliegenden Karte des Reliefs der Dachkante des Grundwasserstauers (Taf. 1) wurde, von 37 Aufschlußbohrungen (Taf. 9 bis 17) ausgehend, der gesamte Untersuchungsraum seismisch vermessen. Es wurden 15 N-S-Profile und 3 E-W-Profile gelegt, deren Situierung aus der Tafel 8 ersichtlich ist. Die Abstände der Schlußpunkte betragen im allgemeinen 600 m.

Die seismischen Messungen wurden nach dem Refraktionsverfahren mit einer zwölfkanaligen tragbaren Refraktionsmeßapparatur, die eine Registrierung seismischer Wellen bis ca. 1,5 sec. Laufzeit gestattet, durchgeführt.

Bei der Auswertung der refraktionsseismischen Messungen wurde sowohl eine Tiefenberechnung unter den Schußpunkten, als auch eine Tiefenberechnung an den Geophonpunkten vorgenommen. Die Laufzeiten in den Deckschichten des Quartärkörpers schwankten örtlich im allgemeinen zwischen 330 m/s und 600 m/s, in dem Grundwasserleiter zwischen 1300 m/s und 1700 m/s, während der Dachkantenbereich des Grundwasserstauers, entsprechend seiner differenzierten petrofaziellen Ausbildung stark unterschiedliche Laufzeiten aufwies, deren Minimalwerte bei etwa 1900 m/s lagen. In den Bereichen mit einem diskontinuierlichen Übergang vom Grundwasserleiter zur Staueroberkante, vor allem bei einem diskontinuierlichen Übergang von einem Kies-Sand-Körper zu einem Tonmergel konnten — wie aus Vergleichen mit Bohrprofilen hervorging — Genauigkeiten in der Teufenangabe der Staueroberkante von 0,1 m bis 0,2 m erzielt werden. In Bereichen, wo das unmittelbar Hangende der Staueroberkante als tonig-sandige Übergangslage ausgebildet ist, konnte diese Genauigkeit nicht erreicht werden. Die Abweichung von der effektiven Höhenlage der Stauerdachkante erreicht hier etwa ± 70 cm.

Schwierigkeiten bei der Anwendung der refraktionsseismischen Messungen zur Ermittlung der Dachkante des Grundwasserstauers ergaben sich vor allem in den Bereichen, wo der Übergang von dem Kies-Sand-Körper zu dem Ton durch eine Wechsellagerung von geringmächtigen Tonlagen mit geringmächtigen Kies-Sand-Lagen gekennzeichnet ist. Es muß allerdings angenommen werden, daß in diesem Falle die geringmächtigen Kies-Sand-Lagen für den Durchgang von unterirdischen Wasser aus hydrodynamischen Gründen nur von untergeordneter Bedeutung sind. Entsprechend dieser Annahme, wurde in der Tafel 1 die Dachkante des Stauers mit dem obersten Bereich der Wechsellagerung identifiziert. Die Höhenlagen der Schußpunkte und der Geophone wurden mittels eines technischen Nivellements an das Präzisionsnivellement des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen angehängt. Demnach sind die Koten der Dachkante des Grundwasserstauers auf über Adria bezogen.

4.3. Das Relief der Dachkante des Grundwasserstauers

Das Relief der Dachkante des Grundwasserstauers im Tullner Feld, wie es auf Grund der Bohrprofile und Ergebnisse der refraktionsseismischen Messungen ermittelt werden konnte, ist in Form eines Schichtenplanes in Tafel 1 dargestellt. Die Bereiche, in denen noch — wenn auch nicht grundlegende — Verschiebungen der Isohypsen der Dachkante möglich sind, sind durch einen strichlierten Isohypsenverlauf gekennzeichnet.

Eine nähere Betrachtung der Darstellung der Dachfläche des Grundwasserstauers in Tafel 1 zeigt zunächst, daß die Höhendifferenzen zwischen den aneinandergrenzenden Höhen- und Tallagen nicht besonders groß sind — es handelt sich meist um Höhendifferenzen zwischen 4 und 8 m — dennoch ergibt sich eine deutlich ausgeprägte Gliederung der Dachfläche.

Als wesentlichste Elemente dieses Reliefs der Dachkante zeichnet sich je eine ausgedehnte Mulde im Westen und im Osten des Untersuchungsgebietes und eine diese beiden Mulden verbindende Rinne ab.

Die Mulde im Westen des Untersuchungsgebietes, im Raume Stratzdorf, Haitzendorf, Donaudorf, weist eine mäßige NW-SE-Streckung auf. Der Muldenrand ist im Südostbereich der Mulde niedriger, demnach muß zwangsläufig nach einer Auffüllung dieser Mulde bei einer weiteren Anreicherung hier zuerst ein Überlauf erfolgen. Hier setzt auch eine relativ seichte Rinne an, die im wesentlichen zunächst dem Verlaufe der Donau am rechten Ufer bis Altenwörth folgt. Im weiteren Verlaufe tieft sich diese Rinne dann stärker ein und folgt dem Verlaufe der Donau bis Tulln. Ab Tulln verlagert sich dann die Rinne zunehmend nach Norden, entfernt sich damit von der Donau und mündet schließlich in eine SW von Stockerau gelegene Mulde. Diese Mulde zeigt eine deutliche SW-NE-Ausdehnung und weist einen Überlauf SE von Stockerau gegen die Wiener Pforte auf.

4.4. Auswirkungen des Reliefs auf die geohydrodynamischen Verhältnisse

Ein Gedankenmodell dieser Dachfläche des Grundwasserstauers ohne die quartäre Überlagerung würde bei einem angenommenen, über das gesamte Gebiet gleichmäßig verteilten und kontinuierlichen Niederschlag auf Grund seiner orographischen Verhältnisse die folgenden Abflußverhältnisse aufweisen:

Nach einer Auffüllung der Mulde im Westen würde anschließend ein Überlauf über den südöstlichen Muldenrand in die hier sich abzeichnende Rinne erfolgen. Diese Wassermengen und weitere, entsprechend den Gefällsverhältnissen aus den Nord- und Südbereichen der Rinne (Hangbereichen) zuströmende Wassermengen würden dann in der Rinne gegen Osten in die SW von Stockerau gelegene Mulde gelangen. Nach Auffüllung dieser Mulde muß zwangsläufig ein Überlauf über den tiefer gelegenen nordöstlichen Muldenrand in den Bereich der Wiener Pforte erfolgen.

Wenn man nun den theoretischen Abflußverhältnissen dieses Gedankenmodelles den aus einem Grundwasserschichtenplan (Taf. 2) ermittelten Potentialströmungsverlauf des Grundwassers gegenüberstellt, zeigt sich eine weitestgehende Übereinstimmung.

Daraus kann natürlich nicht geschlossen werden, daß die Grundwasserströmungsverhältnisse einzig und allein von den orographischen Verhältnissen der Dachkante des Grundwasserstauers abhängig sind. Sie werden ganz wesentlich von den Durchlässigkeitsverhältnissen des hangenden Grundwasserleiters beeinflusst. Nun hängt diese Durchlässigkeit, wie schon eingangs erwähnt, mit den ehemaligen Sedimentationsbedingungen zusammen, und diese stehen wieder in einem engen Zusammenhang mit der vorangegangenen Erosionstätigkeit und damit mit dem Relief der Dachkante des Grundwasserstauers.

5.0. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Definitionsgemäß handelt es sich bei der Mächtigkeit des Grundwasserleiters in Lockersedimenten um den mit Grundwasser gesättigten Höhenintervall in dem Lockersediment. Für die Abgrenzung des Grundwasserleiters im Hangendbereich des Lockersedimentkörpers wird in allen praktischen Fällen der Grundwasserspiegel, wie er in den Beobachtungs sonden gemessen wird, verwendet. Theoretisch müßte als Begrenzung im Hangenden die Grundwasseroberfläche eingesetzt werden, die infolge der Kapillarkräfte meist höher liegt als der Grundwasserspiegel in den Brunnen und Sonden.

Da die Höhenlage des Grundwasserspiegels bekanntermaßen temporären Schwankungen unterworfen ist und somit die Mächtigkeit des Grundwasserleiters einen variablen Wert darstellt, wurde die Mächtigkeit des Grundwasserleiters in der vorliegenden Arbeit auf mittlere Grundwasserverhältnisse bezogen. Es wurde die Grundwasserspiegellage vom 24. Mai 1966 für die Begrenzung des Grundwasserleiters in dem Hangendbereich des quartären Lockersedimentkörpers verwendet. Diese Grundwasserspiegellage kann nach den Ergebnissen des Beobachtungszeitraumes 1956 bis 1966 als annähernd repräsentativ für mittlere Grundwasserverhältnisse angesehen werden. Die Ermittlung der Mächtigkeit für den 24. Mai 1966 erfolgte mittels einer graphischen Subtraktion der absoluten Höhenwerte der Dachkante des Grundwasserstauers von der absoluten Höhenlage des Grundwasserspiegels.

Eine kartenmäßige Darstellung der örtlichen Verteilung der Mächtigkeit des Grundwasserleiters bei einer Grundwasserspiegellage wie am 24. Mai 1966 erfolgte in Form von Linien gleicher Mächtigkeit und ist in Tafel 4 dargestellt.

6.0. Die Durchlässigkeitsverhältnisse des Grundwasserleiters

6.1. Auswahl der Untersuchungsmethode

In Hinblick auf den finanziellen Aufwand konnte eine Untersuchung der Durchlässigkeitsverhältnisse des Grundwasserleiters in dem gesamten Bereiche des Tullner Feldes nach der konventionellen Methode mit Hilfe von Bohrungen und Pumpversuchen nicht durchgeführt werden. Ein weitmaschiges Bohrnetz, zwangsläufig nur nach geometrischen Überlegungen situiert, birgt die Gefahr in sich, daß wesentliche Details nicht transparent werden — und ein sehr engmaschiges Bohrnetz für den gegenständlichen Raum würde in Verbindung mit den unumgänglich notwendigen Pumpversuchen in den einzelnen Teufenlagen jeder Bohrung eben kaum tragbare finanzielle Aufwendungen verursachen.

Aus diesem Grunde wurde für die Untersuchung der örtlichen Verteilung der durch den Kornaufbau bedingten Durchlässigkeitsverhältnisse in dem Grundwasserleiter in dem gegenständlichen Raume vom Verfasser eine Methode angewandt, die aus der Kombination einer geoelektrischen Kartierung des Grundwasserleiters mit den aus einigen wenigen Anschlußbohrungen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten des Grundwasserleiters bestand.

6.2. Zusammenhang zwischen dem spezifischen elektrischen Widerstand und dem Kornaufbau eines Lockersedimentgrundwasserleiters

Der spezifische elektrische Widerstand (bzw. die elektrische Leitfähigkeit) jedes wassergesättigten Lockersedimentkörpers ist im wesentlichen einerseits durch die elektrochemischen Verhältnisse im Gerüst des an den Bodenteilchen angelagerten und miteinander in Verbindung stehenden hygroskopischen Wassers und andererseits durch den Chemismus des Grundwassers in den Porenräumen dieses Lockersedimentkörpers bedingt. Wenn man nun die Komponente des spezifischen elektrischen Widerstandes, die durch den Chemismus des Grundwassers gebildet wird, ausschaltet, so ergibt der spezifische elektrische Widerstand, der aus dem hygroskopischen Wasser resultiert, einen indirekten Hinweis auf den Kornaufbau in diesem Lockersedimentkörper. Demnach weist ein wassergesättigter Grobkies mit seiner kleinen spezifischen Oberfläche und damit relativ geringem hygroskopischem Flüssigkeitsnetz einen hohen spezifischen elektrischen Widerstand auf. Ein Feinsand hätte dann — den gleichen Grundwasserchemismus vorausgesetzt — infolge seiner bedeutend größeren spezifischen Oberfläche und damit seinem wesentlich dichteren hygroskopischen Flüssigkeitsnetz einen wesentlich geringeren spezifischen elektrischen Widerstand. Schließlich weist ein reiner Ton infolge seiner sehr großen aktiven Oberfläche einen ganz geringen spezifischen elektrischen Widerstand auf.

Infolge der so überaus mannigfachen Kombinationsmöglichkeiten der bodenphysikalischen und elektrochemischen Faktoren in Lockersedimentkörpern kann es naturgemäß auch keine allgemein gültige quantitative Beziehung zwischen dem spezifischen elektrischen Widerstand und dem Kornaufbau eines Lockersedimentkörpers geben. Es gelten für verschiedene Lockersedimentgrundwasserleiter dementsprechend auch verschiedene funktionelle Abhängigkeiten des spezifischen elektrischen Widerstandes von dem Kornaufbau.

In einem einzigen zusammenhängenden Lockersedimentgrundwasserleiter dagegen vermag eine Kartierung des spezifischen elektrischen Widerstandes ausgezeichnete Hinweise auf die örtliche Änderung des Sand-Tonanteiles bzw. der Zunahme der Grobkomponente in der Kiesfraktion zu geben.

6.3. Geoelektrische Kartierung

Es wurde eine geoelektrische Kartierung des Grundwasserleiters in der Weise durchgeführt, daß in dem gesamten Untersuchungsraume rund 500 Punkte nach dem Vierpunkteverfahren (Meßordnung nach dem Verfahren Schlumberger) bis zu einer Teufe von durchschnittlich 25 m vermessen wurden.

Bei der überwiegenden Anzahl der Punkte handelt es sich um ein Vierschichtenproblem (Deckschichte, Trockenkiese- und Sande, Grundwasserleiter, Grundwasserstauer). Vor der Auswertung der Meßergebnisse wurden diese einer Korrektur unterzogen. Die Korrekturen, die in Hinblick auf den im Untersuchungsraum unterschiedlichen Grundwasserchemismus (Taf. 3) vorgenommen werden mußten, schwankten zwischen 0 und 30 Ω m. Die Auswertung selbst, die

nur die Ermittlung des spezifischen elektrischen Widerstandes des Grundwasserleiters an dem jeweiligen Meßpunkt zum Ziele hatte, wurde graphisch mit Hilfe eines Kurvenkataloges durchgeführt. Der ermittelte Wert stellt demnach einen Integralwert von dem gesamten grundwasserführenden Bereich an der betreffenden Meßstelle dar.

6.4. Ergebnisse der geoelektrischen Kartierung

In Hinblick auf die Problemstellung (2.0) erfolgte die Darstellung der Ergebnisse der geoelektrischen Kartierung des Grundwasserleiters in Form von Isoresistiven — das sind Linien gleichen spezifischen elektrischen Widerstandes — die differenzierte Größenbereiche des spezifischen elektrischen Widerstandes abgrenzen (Taf. 5). Es wurden dabei — entsprechend dem Ziel der vorliegenden Arbeit, einen großräumigen generellen Überblick zu geben — nur stärker differenzierte Größenbereiche herausgearbeitet, wobei einige wenige örtlich engbegrenzte Einlagerungen mit abweichendem spezifischen elektrischen Widerstand unberücksichtigt blieben. Die Darstellung der Ergebnisse der geoelektrischen Kartierung in Tafel 5 zeigt zunächst einen zusammenhängenden Bereich größer als 500 Ω m, der, von Krems ausgehend, sich in wechselnder Breite zunächst entlang der Donau über Altenwörth nach Zwentendorf erstreckt und dann weiter am Südufer der Donau und etwa parallel zu dieser bis in den Raum von Wördern verläuft. Eine ausgedehnte, W-E-gestreckte Linse setzt im Raume von Urzenlaa an und verläuft quer über den Strombereich bei Tulln gegen die SW von Stockerau befindliche Mulde in der Dachkante des Stauers. N der Donau bestehen in den Bereichen von Grafenwörth, Neustift im Felde und S Gaisruck W-E-gestreckte Linsen mit Werten größer als 500 Ω m.

Entsprechend den Ausführungen in 6.2., können die Bereiche größer als 500 Ω m mit Bereichen relativ gröberer Kornaufbaues identifiziert werden. Demgegenüber müssen die Bereiche kleiner als 100 Ω m als repräsentativ für einen Kornaufbau mit überwiegender Feinkomponente angesehen werden.

Aus diesem Blickwinkel lassen die N der Donau gelegenen Linsen größer als 500 Ω m auf ein ehemals zusammenhängendes Sedimentationsband groben Kornaufbaues schließen, das erst später durch die Migration von Feinteilen aus dem nördlichen Hangbereich des Wagrams in Linsen aufgelöst wurde. Besonders deutlich zeichnet sich in diesem Sinne auch die Einschwemmung von Feinmaterial aus dem Einzugsgebiet des Kamp in das Tullner Feld ab. Die Form dieses Ablagerungsbereiches im Raume der Ortschaft Kamp erlaubt, selbst noch Rückschlüsse auf die Strömungsverhältnisse der ehemaligen Donau in diesem Raume zu ziehen.

Ein weiterer deutlich sichtbarer Einschwemmbereich von Feinsedimenten in den Grundwasserleiter kann im Bereiche des Austrittes der Großen Tulln in das Tullner Feld bei Judenau festgestellt werden.

Von diesem Blickwinkel aus betrachtet, zeichnen die Ergebnisse der geoelektrischen Kartierung des Grundwasserleiters ein ziemlich genaues Bild der Sedimentationsverhältnisse in diesem Raume.

7.0. Die bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser in dem quartären Lockersedimentkörper des Tullner Feldes

7.1. Relatives Durchsatzvermögen

Für die bevorzugte Wegigkeit des unterirdischen Wassers in einem Lockersedimentkörper stellt, neben einer durch den Kornaufbau bedingten maximalen Durchlässigkeit eines bestimmten Bereiches, dessen Mächtigkeit einen weiteren entscheidenden Faktor dar. Das Produkt aus der Durchlässigkeit und der Mächtigkeit einer grundwasserleitenden Lockersedimentschichte wird als ein Ausdruck für ihr Durchsatzvermögen verwendet.

Wenn man nun von der Voraussetzung ausgeht, daß die Durchlässigkeit allein von dem Kornaufbau des betreffenden Lockersedimentes abhängt, so besteht, wie in 6.2 ausgeführt wurde, die Möglichkeit, diese Durchlässigkeit dann indirekt durch den spezifischen elektrischen Widerstand auszudrücken. Dann kann aber gleichzeitig das Produkt aus dem spezifischen elektrischen Widerstand und der Mächtigkeit des Grundwasserleiters als relatives Maß für das Durchsatzvermögen gelten. Die miteinander verbundenen Bereiche mit einem größeren Produkt aus spezifischem elektrischem Widerstand und Mächtigkeit stellen dann die bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser innerhalb des betreffenden Lockersedimentkörpers dar. Eine kartenmäßige Darstellung der bevorzugten Wegigkeit für das unterirdische Wasser innerhalb des grundwasserleitenden Bereiches der quartären Lockersedimente auf Grund der örtlichen Verteilung des „relativen Durchsatzvermögens“ befindet sich in Beilage 6.

Die Linie $25 \cdot 10^3 \Omega \text{ m} \cdot \text{m}$ umschließt hier im wesentlichen zwei ausgedehnte und in sich geschlossene Bereiche größeren relativen Transportvermögens innerhalb des Grundwasserleiters.

Ein Bereich mit Werten größer als $25 \cdot 10^3 \Omega \text{ m} \cdot \text{m}$ nimmt seinen Ausgang im Raume der Westmulde bei Krems und folgt dann im wesentlichen der Rinne in der Dachkante des Grundwasserstauers bis knapp E von Tulln.

Der zweite ausgedehnte Bereich mit Werten größer als $25 \cdot 10^3 \Omega \text{ m} \cdot \text{m}$ liegt N von Tulln und weist eine hufeisenförmige Gestalt auf. Der Südteil dieses Hufeisens deckt sich wieder mit der Rinne und der Ostmulde in der Dachkante des Grundwasserstauers.

Es reicht demnach eine nahezu geschlossene Zone größeren relativen Durchsatzvermögens im Grundwasserleiter von der Westmulde bei Krems bis zur Ostmulde bei Stockerau.

Eine Bestätigung, daß der durch das größere relative Durchsatzvermögen in der Beilage 6 gekennzeichnete Bereich auch tatsächlich die bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser darstellt, zeigt die Grundwasserpotentialströmung, wie sie aus dem Grundwasserschichtenplan für den 24. Mai 1966 (Taf. 2) hervorgeht.

7.2. Darstellung der örtlichen Verteilung der Transmissibilität

Für eine Darstellung der bevorzugten Wegigkeit des unterirdischen Wassers in einem Lockersedimentkörper, die aber gleichzeitig eine quantitative Aussage

bezüglich des Transportvermögens dieser Wegigkeit erbringen soll, eignet sich am besten eine kartenmäßige Darstellung der Transmissibilität. Als Transmissibilität wird das Produkt aus dem Durchlässigkeitswert (k_f) und der Mächtigkeit des grundwasserleitenden Bereiches eines Lockersedimentkörpers verstanden. Eine analoge Vorgangsweise bei der Ermittlung der Transmissibilität wie bei der Ermittlung des relativen Transportvermögens (7.1) stößt insofern auf Schwierigkeiten, als bisher keine exakte Beziehung zwischen dem spezifischen elektrischen Widerstand eines nichtbindigen Lockersedimentkörpers und seinen Durchlässigkeitsbeiwert gefunden werden konnte. Es dürfte dies vor allem darin seine Ursache haben, daß zwar eine relativ enge funktionelle Abhängigkeit zwischen Kornaufbau und spezifischen elektrischem Widerstand besteht, daß aber andererseits die Durchlässigkeit nicht nur eine Funktion des Kornaufbaues, sondern gleichzeitig auch eine Funktion der Korneinregelung darstellt. Da es praktisch nicht möglich war, diesen Korneinregelungsfaktor meßtechnisch zu erfassen, müssen größere Streubreiten in der Relation: Spezifischer elektrischer Widerstand — Durchlässigkeitsbeiwert k_f in Kauf genommen werden (Abb. 1).

7.2.1. Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten im Zuge der Aufschlußbohrungen

Die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Grundwasserleiters bei einer Aufschlußbohrung in dem gegenständlichen Raume erfolgte mittels Kurzpumpversuchen in einzelnen Teufenlagen (gewöhnlich in Meterintervallen) in der Weise, daß das Bohrhilfsrohr zur entsprechenden vorgebohrten Teufenlage nachgezogen wurde, bis es satt auf dem ungestörten Liegenden aufsaß. Es wurde dann jeweils ein 25 Minuten dauernder Pumpversuch mit einer konstanten kleinen Fördermenge durchgeführt und die damit verbundene Wasserspiegelabsenkung im Bohrhilfsrohr kontinuierlich registriert. Die Auswertung der Ergebnisse wurde nach der Beziehung $k_f = \frac{Q}{4 \cdot r \cdot s}$ (Q = Entnahmemenge, r = Halbmesser des Bohrhilfsrohres, s = Wasserspiegelabsenkung) durchgeführt. Als repräsentativer Durchlässigkeitsbeiwert für den gesamten Grundwasserleiter im Bereiche der Bohrung wurde das gewogene Mittel der Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Kurzpumpversuchen verwendet.

Diese gewogenen Mittel der Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Kurzpumpversuchen sind in den Tafeln 9 bis 17 angeführt.

7.2.2. Erstellung einer Relation spezifischer elektrischer Widerstand — Durchlässigkeitsbeiwert

Um den bei der geoelektrischen Kartierung ermittelten spezifischen elektrischen Widerstandswerten des Grundwasserleiters zumindest *g r ö ß e n o r d n u n g s m ä ß i g* einen Durchlässigkeitsbeiwert zuordnen zu können, wurden alle Bohrungen in dem Untersuchungsgebiet, von denen Durchlässigkeitsbeiwerte des grundwasserführenden Bereiches vorlagen, als Anschlußpunkte bzw. Eichstellen verwendet.

Diese Relation: Spezifischer elektrischer Widerstand — Durchlässigkeitsbeiwert k_f ist in Abbildung 1 ersichtlich.

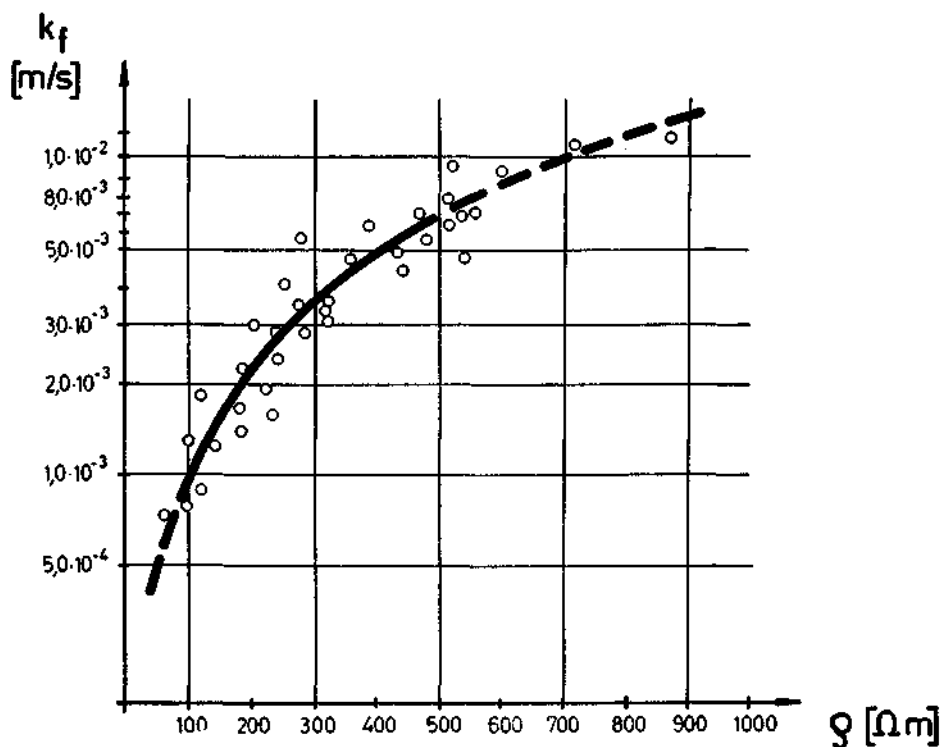


Abb. 1. Relation: Spezifischer elektrischer Widerstand Ω — Durchlässigkeitsbeiwert k_f

Die Streubreite bewegt sich in einem noch vertretbaren Ausmaße. Aus einer mittleren Funktionskurve ergibt sich dann beispielsweise für einen spezifischen elektrischen Widerstand von 100 Ωm ein Durchlässigkeitsbeiwert von $9,0 \cdot 10^{-4} m/s$ und für einen spezifischen Widerstand von 500 Ωm ein Durchlässigkeitsbeiwert von $6,4 \cdot 10^{-3} m/s$. Es muß aber nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß es sich trotz dieser genau erstellten Relation jeweils nur um einen in seiner Größenordnung repräsentativen Wert handeln kann.

7.3. Aussagewert der kartenmäßigen Darstellung der Transmissibilitätsverteilung im Grundwasserleiter

Wie schon in 7.2 angeführt wurde, gibt eine kartenmäßige Darstellung der örtlichen Verteilung der Transmissibilität vor allem einen ausgezeichneten Hinweis auf die bevorzugte Wegigkeit des unterirdischen Wassers in einem nicht-bindigen Lockersediment. Eine Darstellung der örtlichen Verteilung der Trans-

missibilität in dem Grundwasserleiter des Tullner Feldes befindet sich in Tafel 7. Bezüglich einer Berechnung von Durchgangsmengen muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Karte der Transmissibilität ($k_f \cdot M$), streng genommen, nur für eine bestimmte Grundwasserspiegellage (identisch mit der Grundwasserspiegellage am 24. Mai 1966) gilt. Mit einer Änderung der Grundwasserspiegellage ändert sich die Mächtigkeit des Grundwasserleiters (M) und damit natürlich auch das Produkt $k_f \cdot M$. Bei einem angenommen im ganzen Raume gleichmäßigen Absinken des Grundwasserspiegels würden alle Transmissibilitätswerte generell um den gleichen Prozentsatz vermindert werden, wobei aber das Verhältnis der einzelnen Transmissibilitätswerte zueinander und damit auch die bevorzugte Wegigkeit im wesentlichen ungestört bleibt. Bei einem starken Ansteigen des Grundwasserspiegels können dagegen örtlich unterschiedliche Schichten des Hangendbereiches mit stark abweichenden Durchlässigkeitsbeiwerten einbezogen wrden, so daß sich dann auch das Verhältnis der einzelnen Transmissibilitätswerte zueinander ändern kann.

Bezüglich der quantitativen Aussage wird nochmals auf die Ausführungen in 7.2 hingewiesen und betont, daß die vorliegenden Transmissibilitätswerte, entsprechend ihrer Ableitung aus geophysikalischen funktionellen Zusammenhängen, nur als Größenordnungen aufgefaßt werden können.

Zusammenfassung

Entsprechend den ehemaligen fluviatilen Sedimentationsbedingungen, besteht der quartäre Lockersedimentkörper des Tullner Feldes in der Stromniederung zwischen Krems und der Wiener Pforte aus meist langgestreckten und ineinander verzahnten Linsen differenzierten Kornaufbaues. Dort, wo Linsen gröberem Kornaufbaues aneinandergrenzen und ein zusammenhängendes System bilden, ergibt sich eine bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser.

Für das Ausmaß des Wasserdurchsatzes in einem Lockersediment ist neben der Durchlässigkeit auch dessen Mächtigkeit entscheidend. Die bevorzugte Wegigkeit in einem Lockersedimentkörper stellt demnach einen Bereich dar, der auf Grund seines Kornaufbaues und seiner Mächtigkeit relativ zu den angrenzenden Bereichen einen größeren Durchsatz von unterirdischem Wasser ermöglicht.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine generelle großräumige Übersicht von dieser bevorzugten Wegigkeit für das unterirdische Wasser in dem quartären Lockersedimentkörper des Tullner Feldes zu geben.

Infolge der großen räumlichen Ausdehnung des Untersuchungsgebietes mußte von der konventionellen Untersuchungsmethode, mittels eines engmaschigen Bohrnetzes Unterlagen über die Lagerungsverhältnisse, die Mächtigkeit und die Durchlässigkeitsverhältnisse zu erhalten, in Hinblick auf die dafür notwendigen finanziellen Aufwendungen Abstand genommen werden.

Für die Abklärung der Mächtigkeit des grundwasserleitenden Bereiches innerhalb des quartären Lockersedimentkörpers wurde zunächst das Relief der tertiären Dachkante des Grundwasserstauers und der Schichtenplan eines Grundwasserspiegels bei mittleren Grundwasserverhältnissen ermittelt. Die höhenmäßige Ver-

messung der Dachkante des Grundwasserstauers erfolgte mit dem refraktionsseismischen Meßverfahren, wobei die einzelnen refraktionsseismischen Profile an insgesamt 37 Anschlußbohrungen angehängt wurden.

Das Relief der Dachkante des Grundwasserstauers (Taf. 1) zeigt als wesentliche Elemente je eine Mulde im Raume E Krems und SW Stockerau, die durch eine Rinne verbunden sind. Beachtlich ist vor allem der Verlauf der Rinne E Tulln, der sich hier nach Norden verlagert und zunehmend von der Donau entfernt.

Mit den Ergebnissen einer Grundwasserspiegelmessung am 24. Mai 1966 an rund 250 Grundwasserspiegelbeobachtungssonden und Brunnenanlagen, deren Bezugspunkte mittels eines Nivellements verbunden und an das amtliche Höhennetz angehängt wurden, konnte ein Grundwasserschichtenplan (Taf. 2) erstellt werden, der als repräsentativ für mittlere Grundwasserverhältnisse angesehen werden kann.

Die Ermittlung der Mächtigkeit des Grundwasserleiters (Taf. 4) für diesen Zeitpunkt erfolgte mittels einer graphischen Subtraktion der absoluten Höhenwerte der Dachkante des Grundwasserstauers von der absoluten Höhenlage des Grundwasserspiegels.

Die Untersuchung der örtlichen Verteilung der Durchlässigkeitsverhältnisse in dem Grundwasserleiter auf Grund seines örtlich differenzierten Kornaufbaues erfolgte mittels einer geoelektrischen Kartierung. Es ist dies dadurch möglich, da bekanntermaßen ein enger funktioneller Zusammenhang zwischen Kornaufbau und spezifischem elektrischen Widerstand in einem wassergesättigten Lockersediment besteht. Die Ergebnisse der geoelektrischen Kartierung wurden kartenmäßig in Form von Isoresistiven (= Linien gleichen spezifischen elektrischen Widerstandes), die differenzierte Größenbereiche des spezifischen elektrischen Widerstandes abgrenzen, dargestellt (Taf. 5). Entsprechend der Zielsetzung eines generellen, großräumigen Überblickes, wurden dabei nur stärker differenzierte Größenbereiche herausgearbeitet, wobei einige wenige örtlich engbegrenzte Einlagerungen mit abweichendem spezifischem elektrischem Widerstand unberücksichtigt blieben. Auf Grund des empirisch ermittelten funktionellen Zusammenhanges können die größeren Werte des spezifischen elektrischen Widerstandes mit einem größeren Kornaufbau und damit mit einer größeren Durchlässigkeit und analog die kleineren Werte des spezifischen elektrischen Widerstandes mit einem feineren Kornaufbau und damit einer geringeren Durchlässigkeit identifiziert werden. Entsprechend diesem funktionellen Zusammenhang, besteht aber dann die Möglichkeit, mit der Bildung eines Produktes aus spezifischem elektrischem Widerstand und Mächtigkeit eines Grundwasserleiterbereiches ein *R e l a t i v* maß für das Durchsatzvermögen innerhalb des Lockersedimentkörpers zu schaffen. Bei einer kartenmäßigen Darstellung der örtlichen Verteilung des Produktes aus spezifischem elektrischem Widerstand des Grundwasserleiters und seiner jeweiligen Mächtigkeit zeigen dann die zusammenhängenden Bereiche mit größeren Werten die bevorzugte Wegigkeit für das unterirdische Wasser (Taf. 6).

Für eine Darstellung der bevorzugten Wegigkeit, die aber gleichzeitig eine quantitative Aussage über das Transportvermögen dieser Wegigkeit machen soll, wurde eine kartenmäßige Darstellung der Transmissibilität gewählt. Als Trans-

missibilität wird das Produkt aus dem Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) und der Mächtigkeit eines Lockersedimentgrundwasserleiters verstanden.

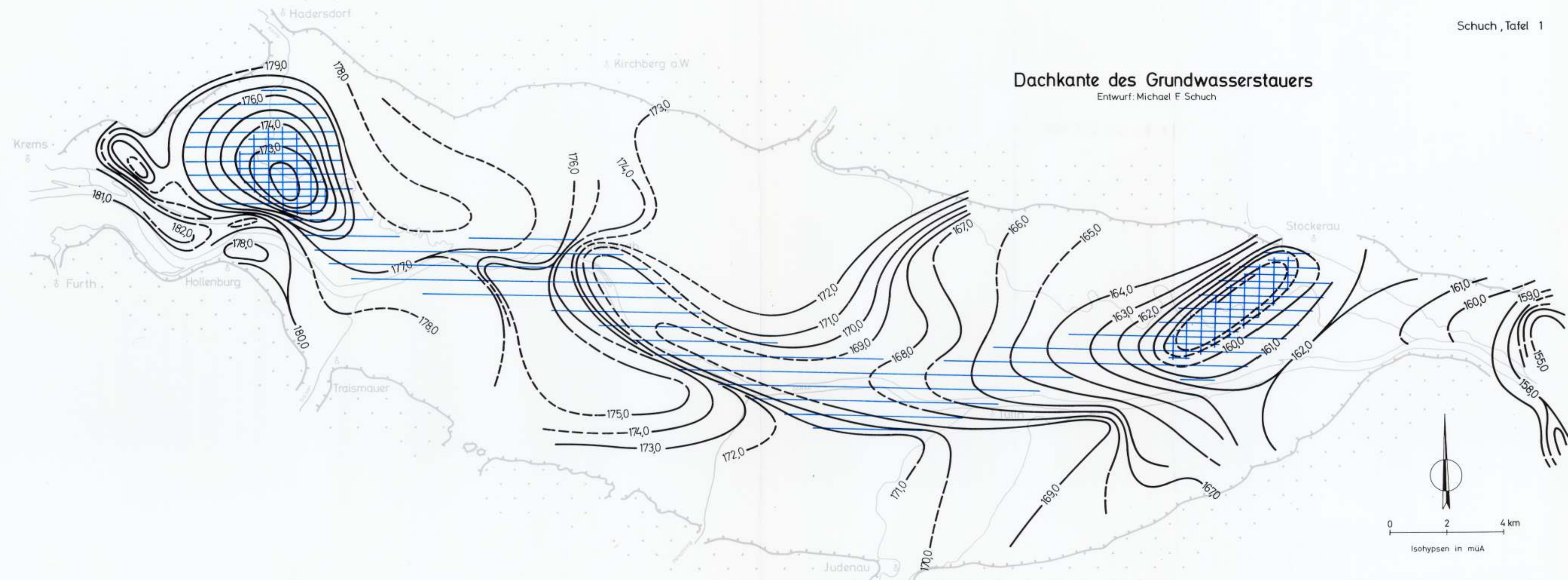
Die Durchlässigkeitsbeiwerte für den gesamten Untersuchungsraum wurden indirekt durch eine Eichung der spezifischen elektrischen Widerstandswerte mit den im Zuge der einzelnen Anschlußbohrungen gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerten gewonnen. Ein mehr oder minder großer Streubereich dieser Eichkurve (Abb. 1) beruht darauf, daß die Korneinregelung meßtechnisch nicht erfaßt werden konnte. Obwohl die in Tafel 7 dargelegten Transmissibilitätswerte, entsprechend ihrer Ableitung aus geophysikalischen funktionellen Zusammenhängen, nur als Größenordnungen aufgefaßt werden können, geben sie doch ein ziemlich genaues Bild der bevorzugten Wegigkeit für das unterirdische Wasser in dem quartären Lockersedimentkörper.

Ein Vergleich des Reliefs der Dachkante des Grundwasserstauers (Taf. 1) mit den Darstellungen der bevorzugten Wegigkeit des unterirdischen Wassers in den hangenden quartären Lockersedimenten zeigt, daß sich die bevorzugte Wegigkeit, wie sie sich auf Grund des Kornaufbaues ergibt, mit der die beiden Mulden in der Dachkante des Grundwasserstauers verbindenden Rinne weitestgehend deckt. Es wird dies damit zu erklären sein, daß in dieser durch Erosion entstandenen Rinne infolge der hier größeren Fließgeschwindigkeiten vornehmlich gröberes Material zur Ablagerung gelangte. Eine Bestätigung des Verlaufes der bevorzugten Wegigkeit für das unterirdische Wasser in den quartären Lockersedimenten des Tullner Feldes geben die Potentialströmungsverhältnisse, wie sie aus dem Grundwasserschichtenplan vom 24. Mai 1966 (Taf. 2) ersichtlich sind.

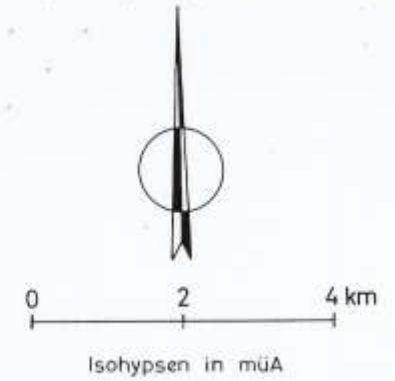
Von dem Muldenbereich E Krems ausgehend, werden die aus den Nord- und Südhangbereichen zuströmenden Grundwässer von einem unterirdischen Vorfluter, der sich weitgehend mit der bevorzugten Wegigkeit deckt, in den Bereich der SW Stockerau befindlichen Mulde transportiert. Für den Nachweis der Anreicherung des quartären Lockersedimentkörpers mit unterirdischem Wasser aus den Nord- und Südhangbereichen bzw. stellenweise aus der Donau eignete sich besonders gut eine Kartierung der Grundwasserhärte (Taf. 3).

Literatur

- GRILL, R.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf — 155 S., 2 Taf., 4 Tab. und 9 Abb., Wien 1968 (Geologische Bundesanstalt).
PIFFL, L.: Zur Gliederung des Tullner Feldes. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, 75, S. 293—310, Wien 1971.

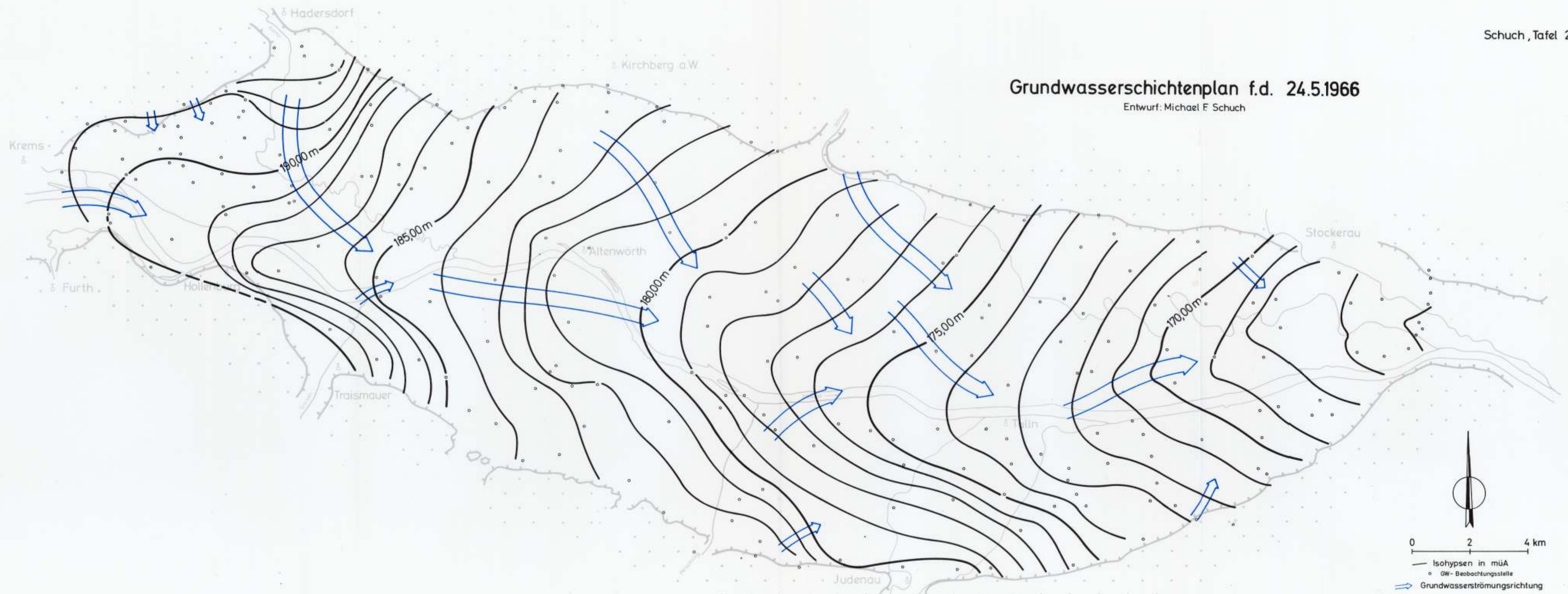


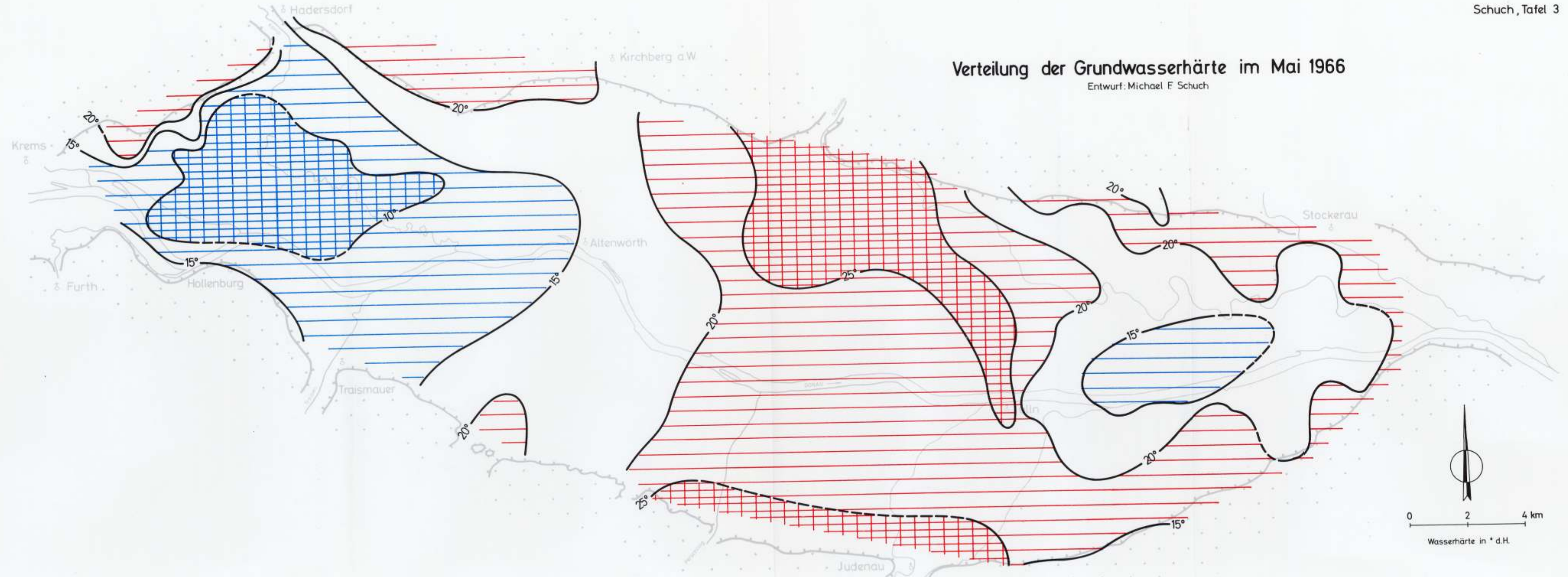
Dachkante des Grundwasserstauers
Entwurf: Michael F. Schuch

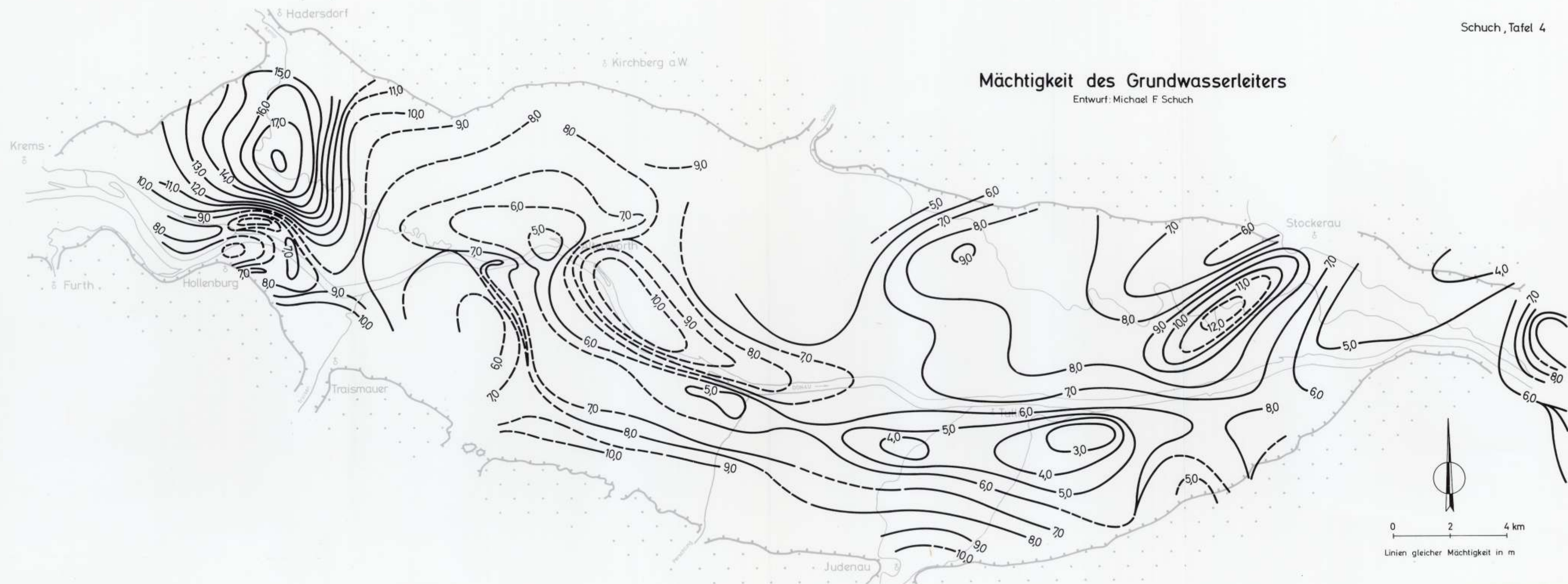


Grundwasserschichtenplan f.d. 24.5.1966

Entwurf: Michael F. Schuch



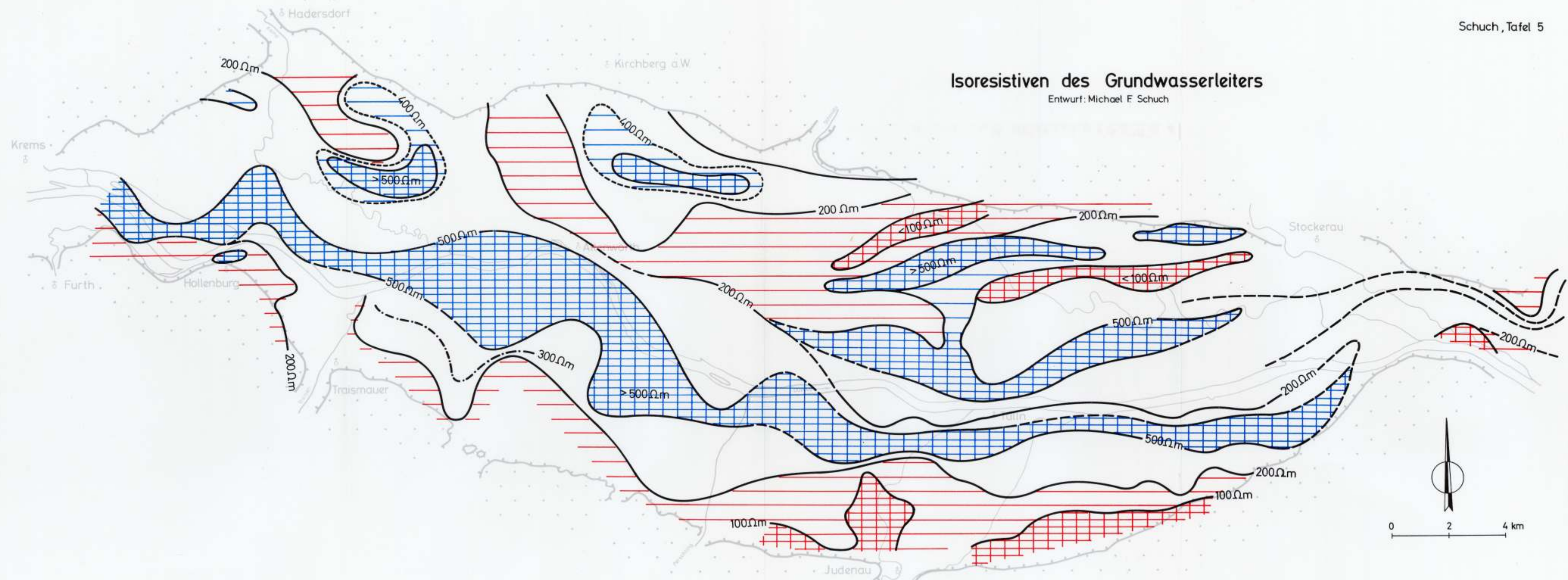


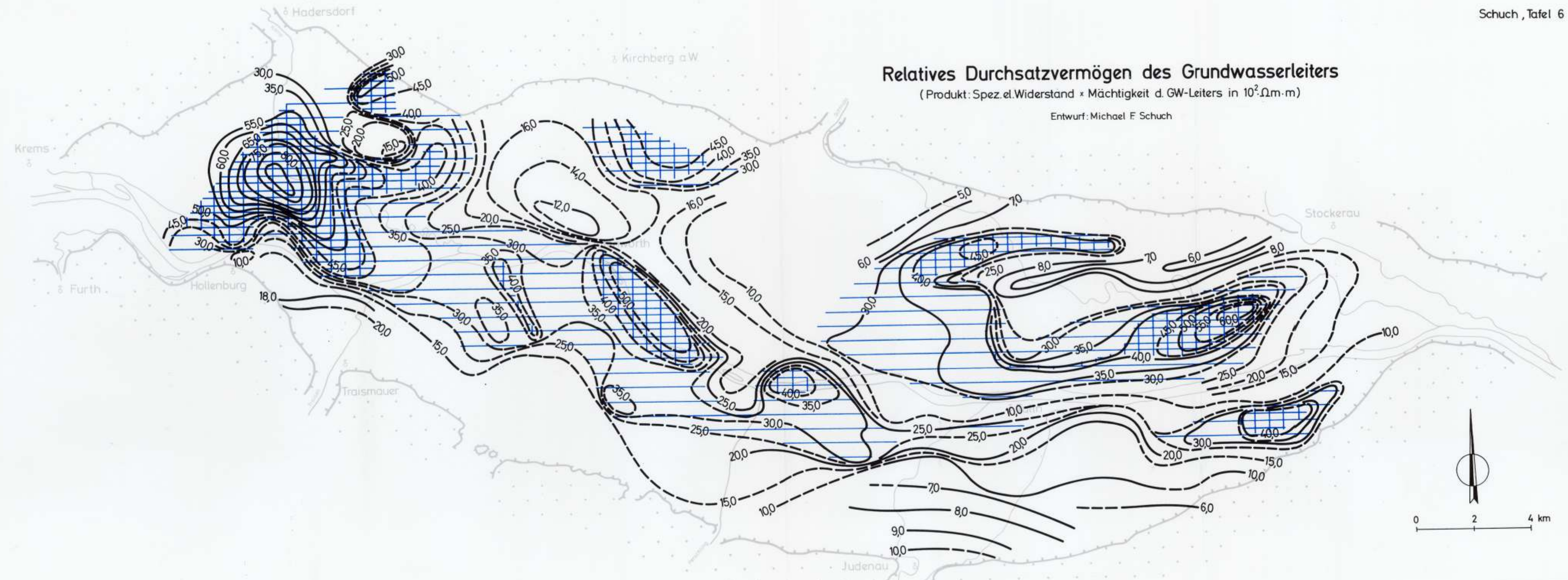


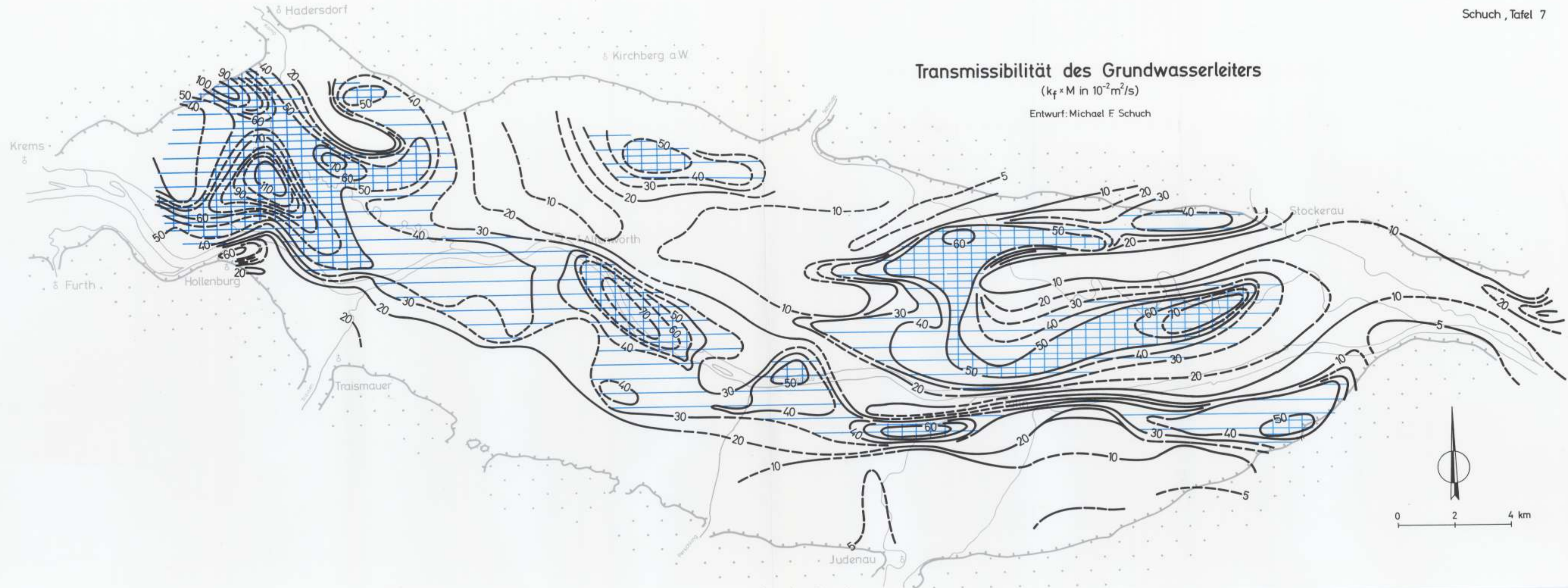
Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Entwurf: Michael F. Schuch



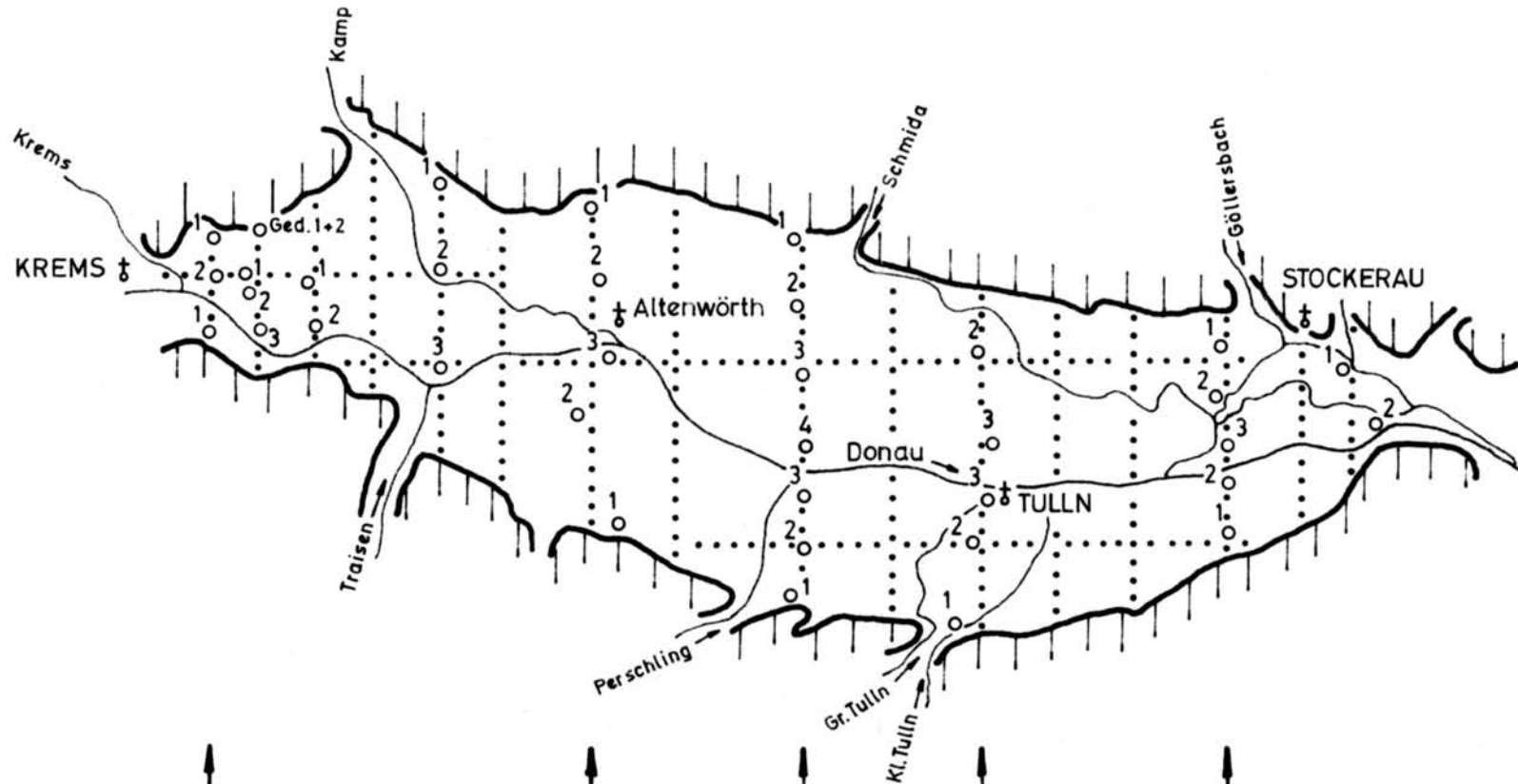




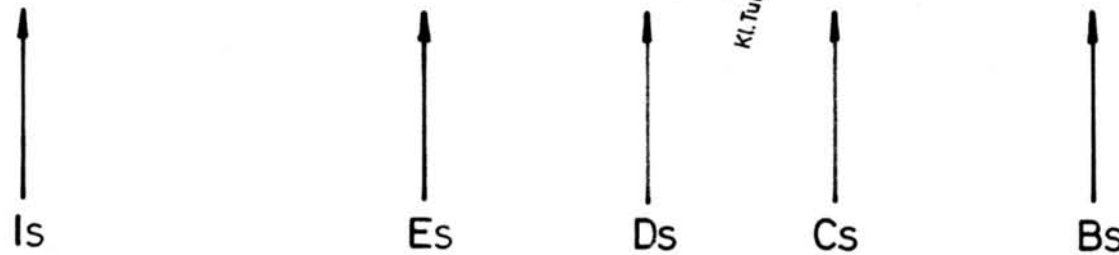


Situierung d. Aufschlußbohrungen u. seism. Profile

Querprofil:



Querprofil:

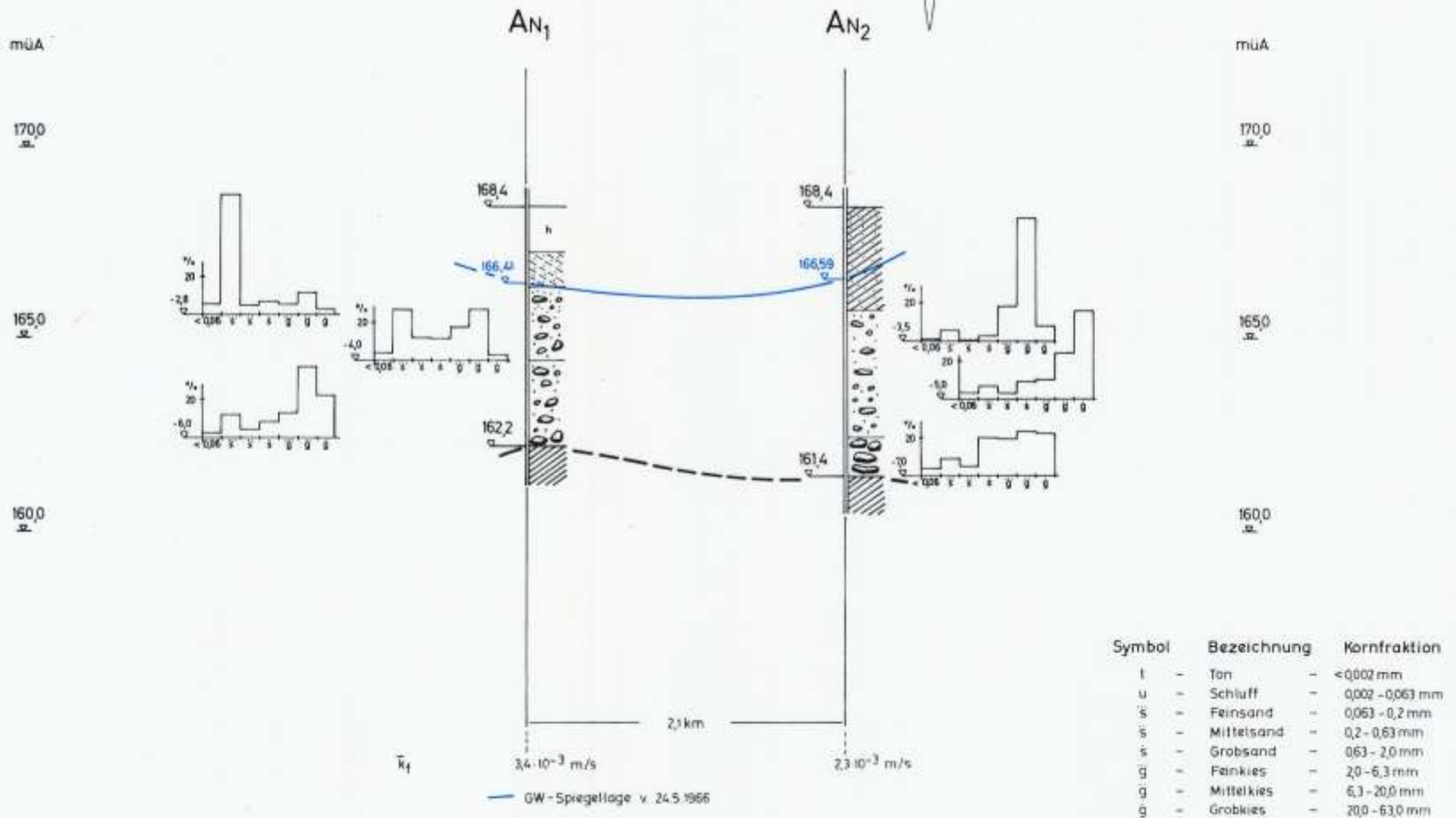


..... seism. Profile

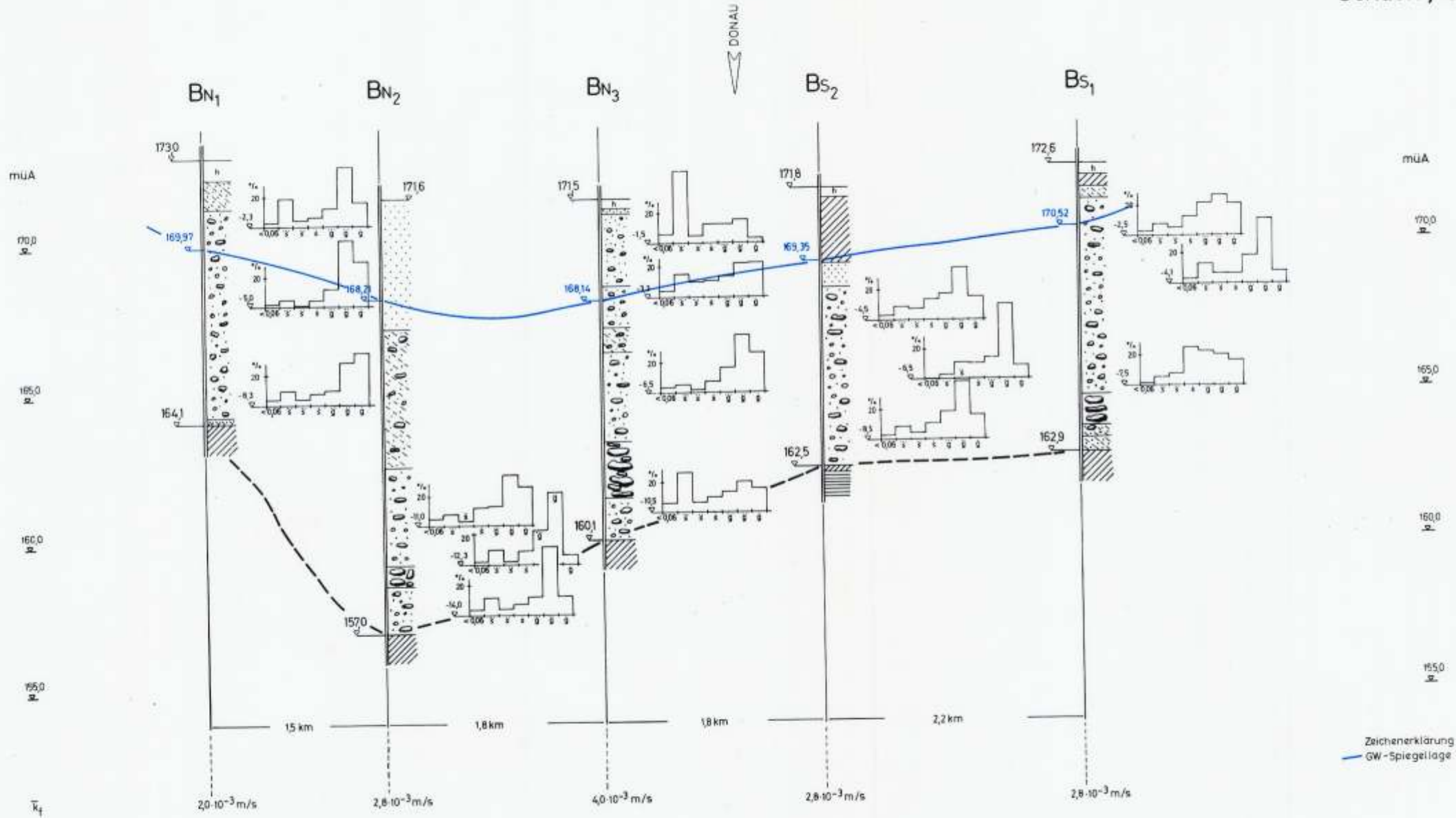
Schuch, Tafel 9

S

N

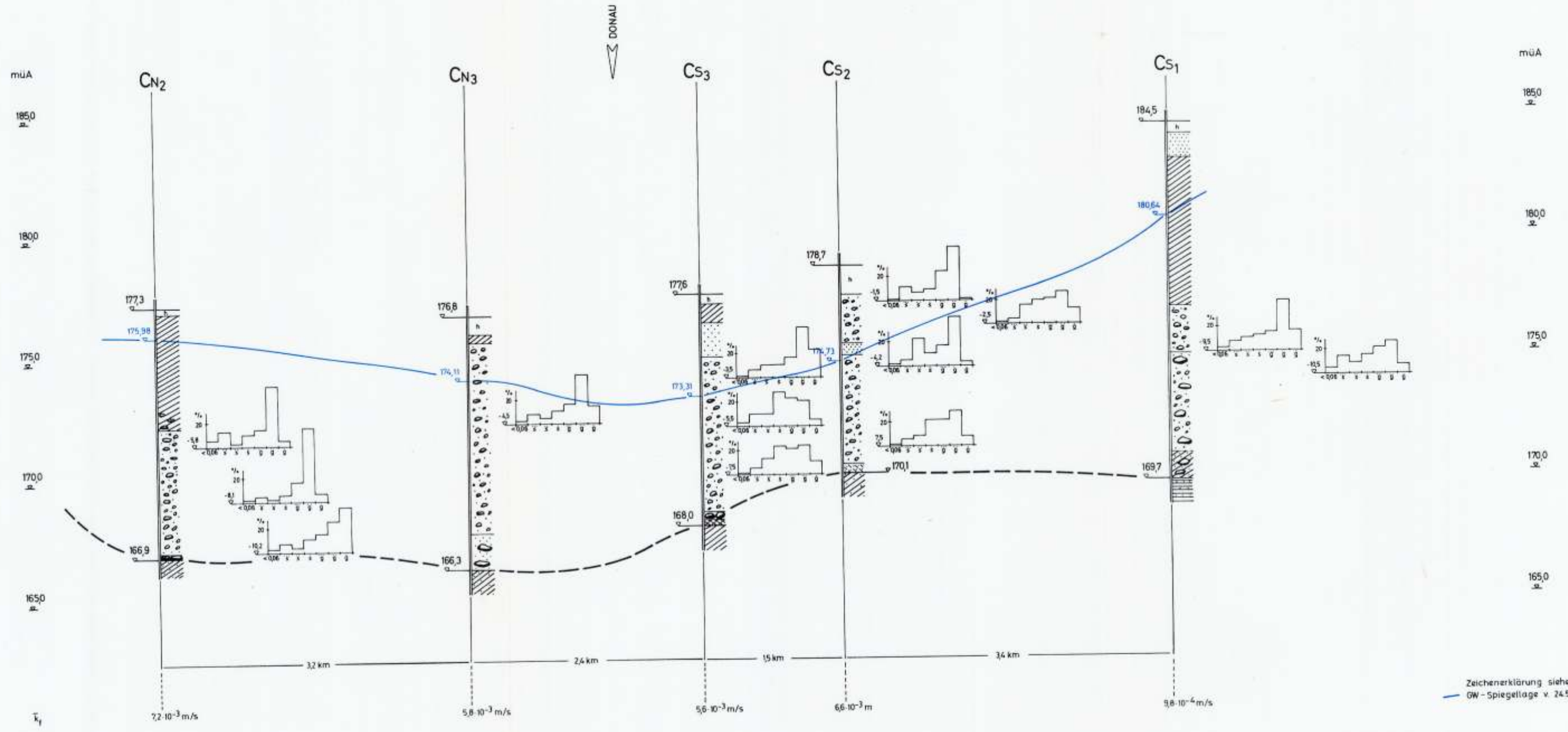


N



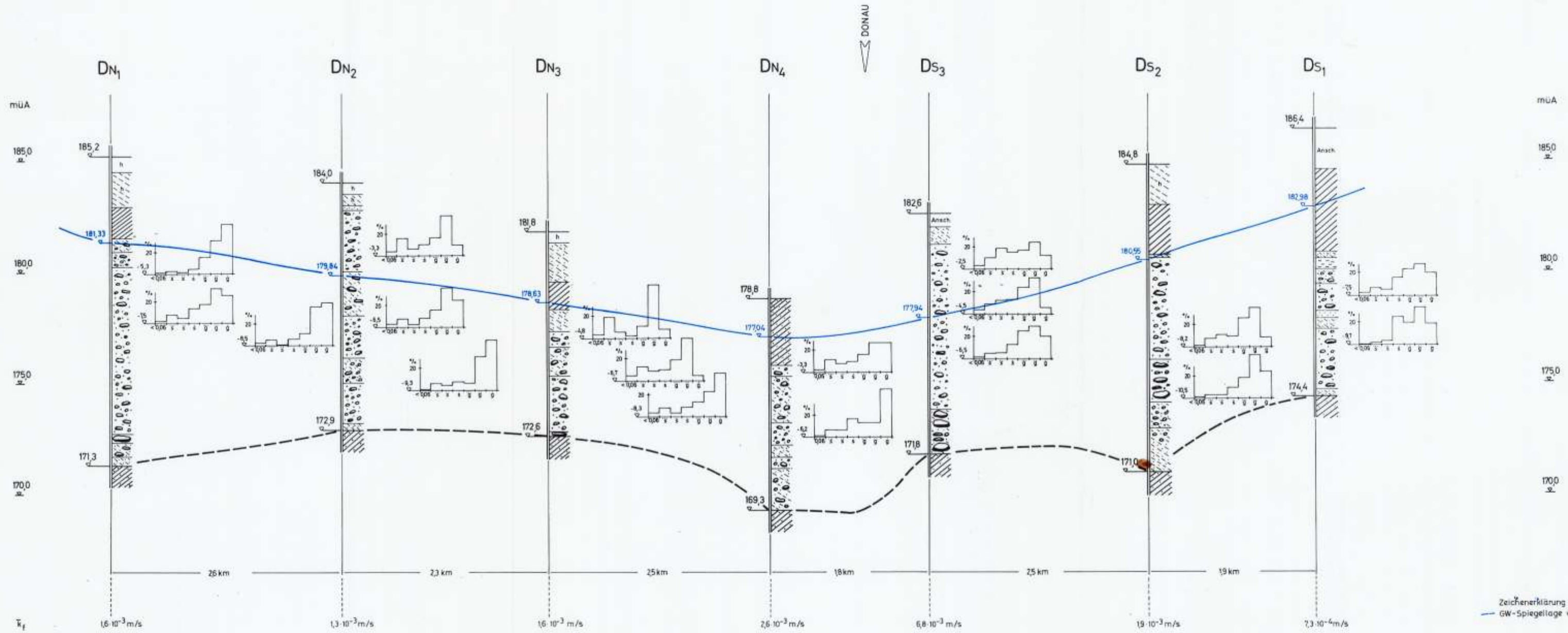
Schuch, Tafel 11
S

N



Zeichenerklärung siehe Tafel 9
— GW-Spiegellage v. 24.5.1966

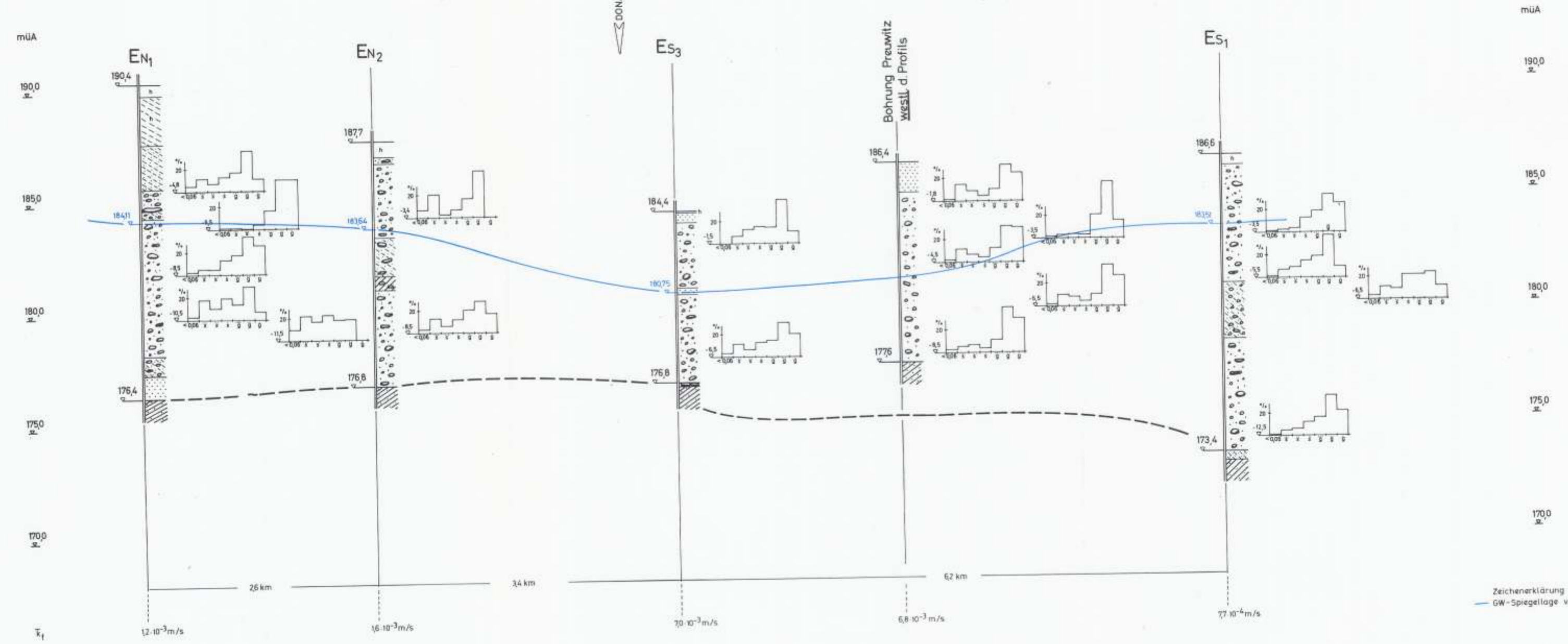
N



Zeichenerklärung siehe Tafel 9
 — GW-Spiegelage v. 24.5.1966

N

S



Zeichenerklärung siehe Tafel 9
— GW-Spiegellage v. 24.5.1966.

N

S

müA

müA

195,0

195,0

190,0

190,0

185,0

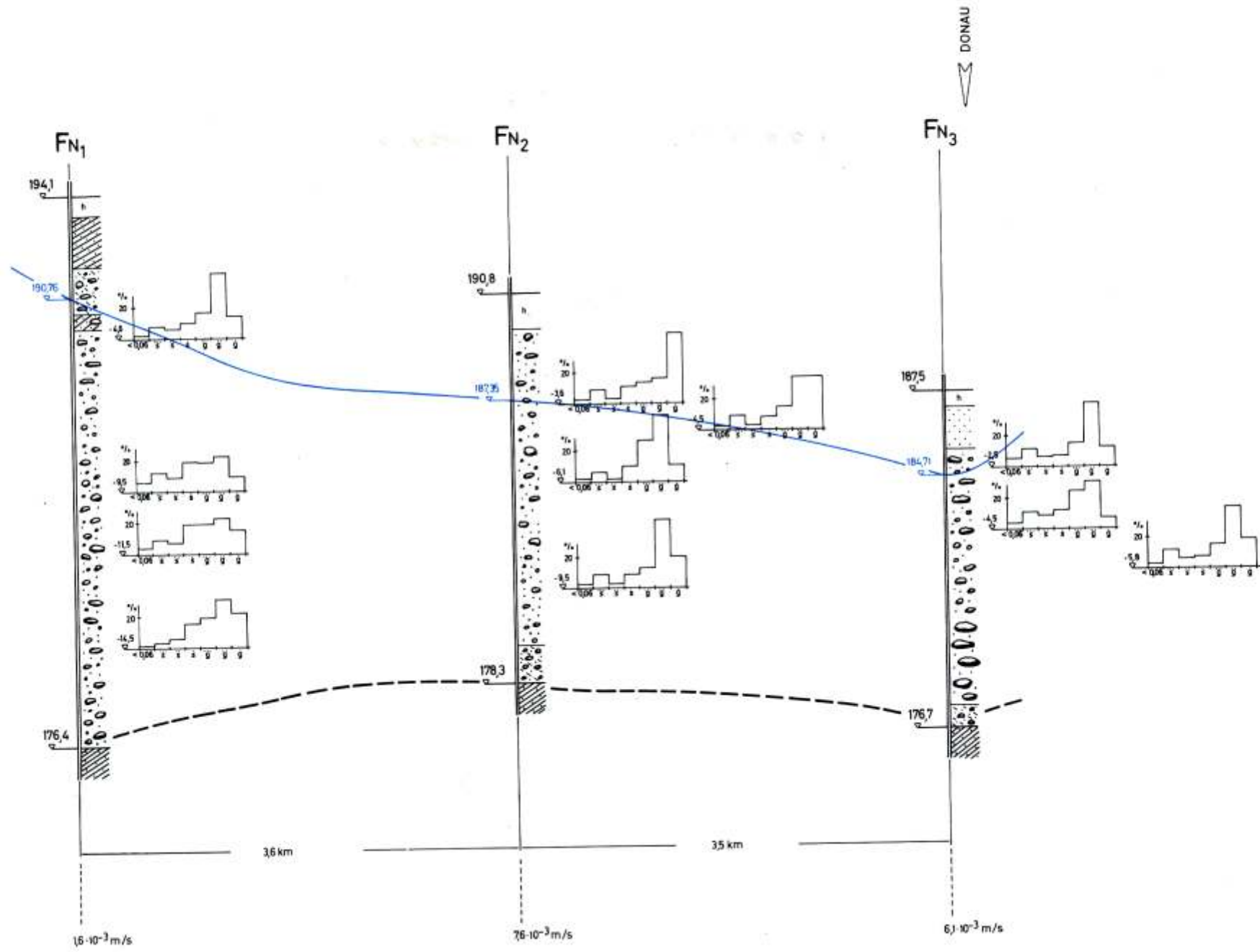
185,0

180,0

180,0

175,0

175,0

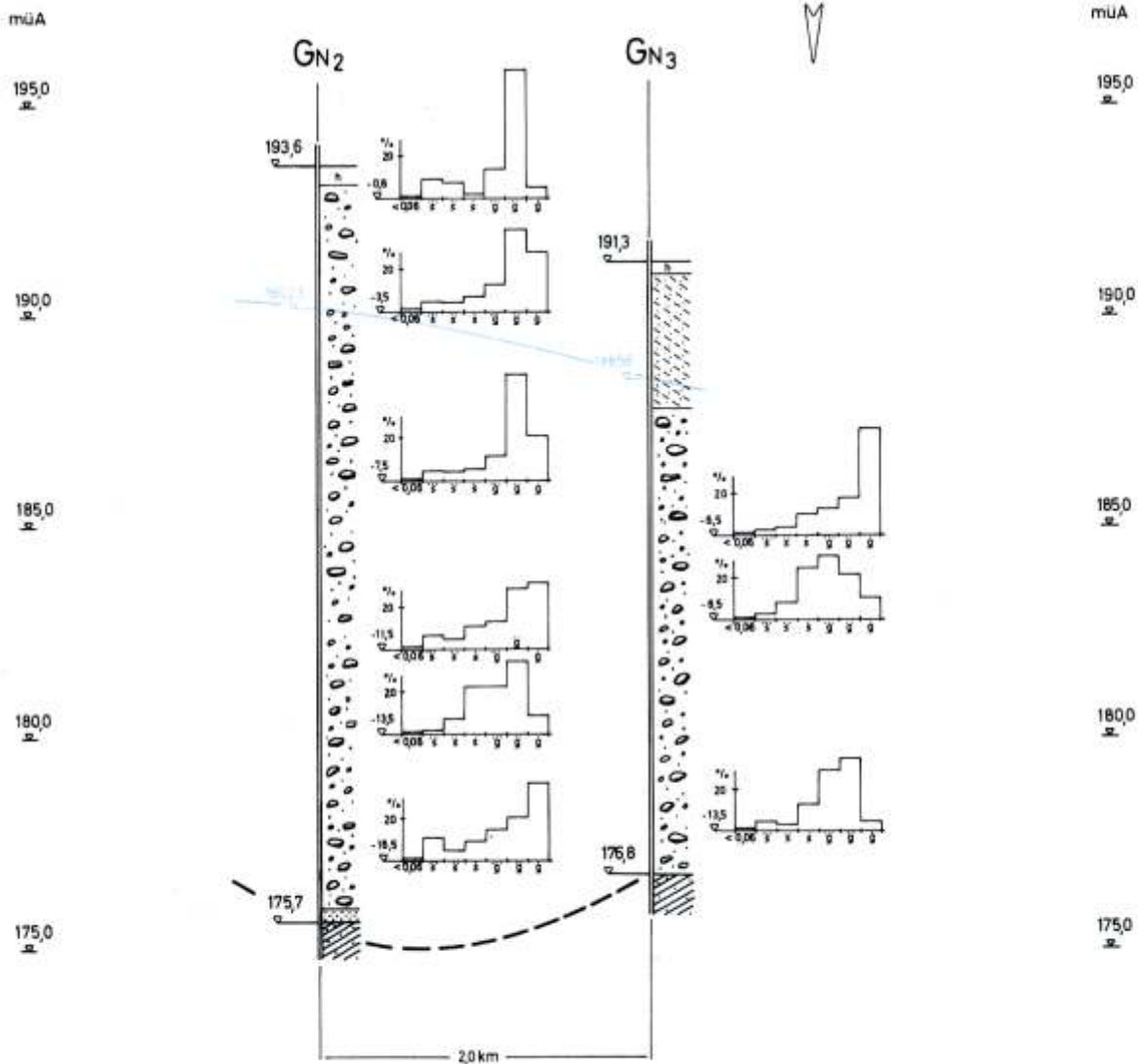


Zeichenerklärung siehe Tafel 9
 — GW - Spiegeltage v. 24.5.1966

Schuch, Tafel 15

N

S

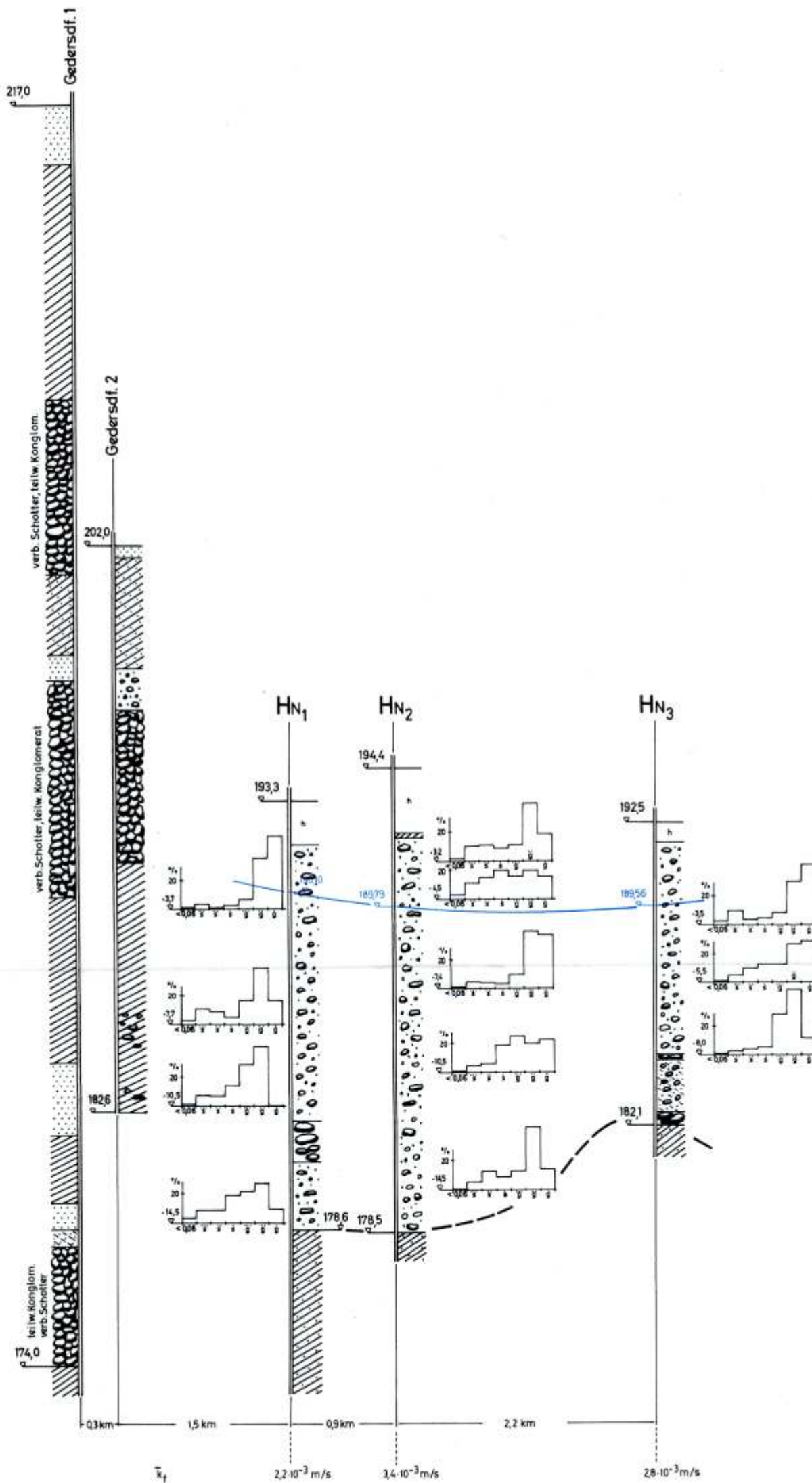


N

S

müA
220,0
215,0
210,0
205,0
200,0
195,0
190,0
185,0
180,0
175,0

müA
195,0
190,0
185,0
180,0
175,0



N

S

mUA

mUA

200,0

200,0

195,0

195,0

190,0

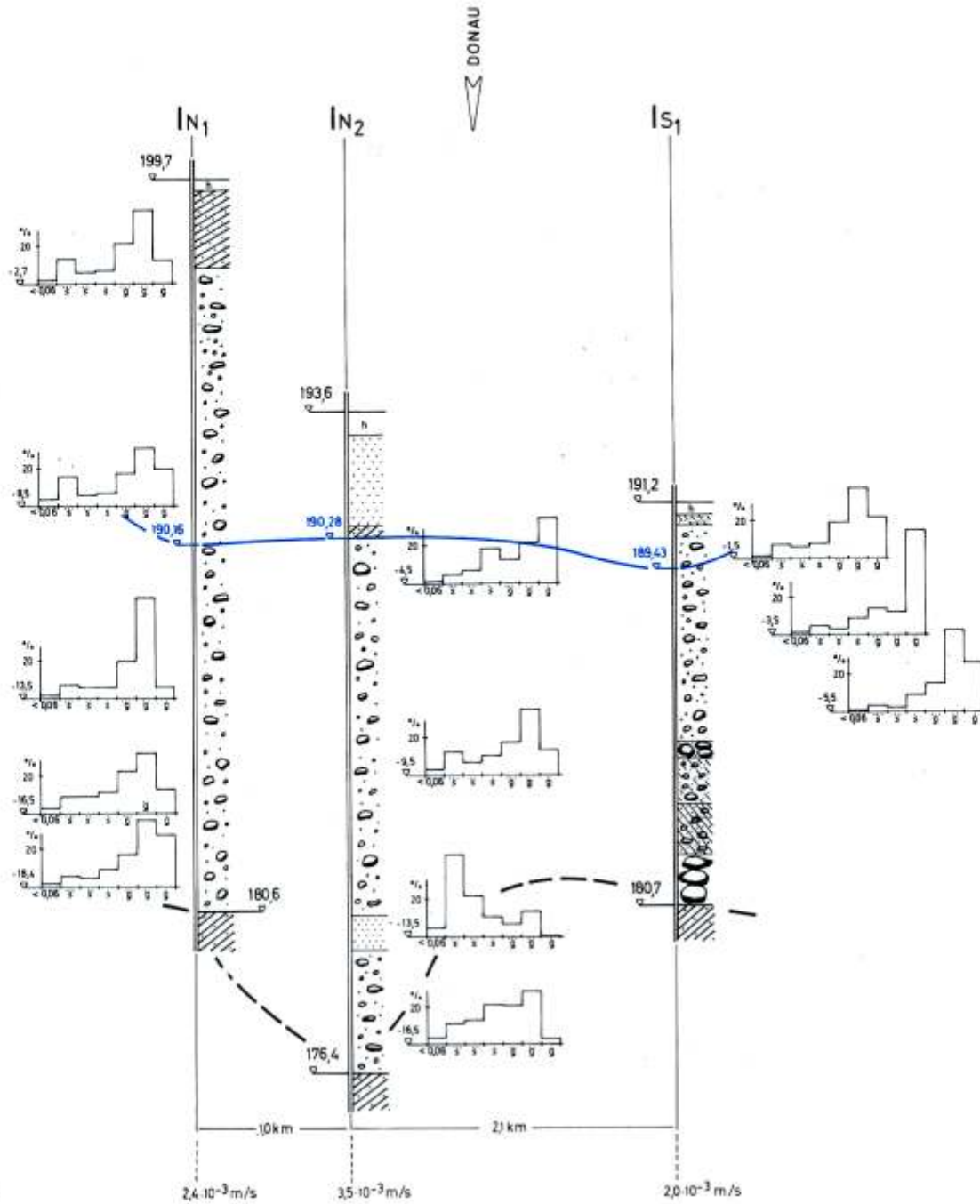
190,0

185,0

185,0

180,0

180,0



Zeichenerklärung siehe Tafel 9

— GW-Spiegellage v. 24.5.1966