

„Abhandlung des Natrongewässer-Symposiums  
Tihany—Szeged—Szarvas“ (29. 9.—4. 10. 1969)

Nr. 6

**Ein Beitrag zum Chemismus des  
Neusiedler Sees<sup>1)</sup>**

VON FRIEDERIKE NEUHUBER

Limnologische Lehrkanzel, Universität Wien

(Mit 12 Falttafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung der math.-naturw. Klasse am 26. 6. 1970 durch das w. M.  
W. Kühnelt)

Die ersten Daten einer chemischen Wasseranalyse des Neusiedler Sees liegen aus dem Jahr 1830 vor (SIGMUND und WÜRTZLER 1840). In diesen Angaben haben  $\text{Na}^+$  und  $\text{HCO}_3^-$  den weitaus größten Ionenanteil (60—70 Äquivalentprozente).

MOSEER (1865) ermittelte den Salzgehalt des Seebodens — der See war zu dieser Zeit ausgetrocknet — und stellte folgenden prozentmäßigen Anteil der Salze fest: 85%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 13%  $\text{NaCl}$ , der Rest bestand aus  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und  $\text{MgSO}_4$ . Zu ähnlichen Daten kam EMSZT (1904), der zusätzlich noch geringe Mengen von  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  und  $\text{MgCl}_2$  fand. Die Seefläche war zu dieser Zeit im Vergleich zu heute um  $\frac{4}{5}$  kleiner.

Der Seichtheit des Sees und der geringen Bedeutung der oberflächlichen Zuflüsse zufolge ist der Wasserstand in höchstem Maße von den klimatischen Gegebenheiten beeinflusst. Die stark wechselnden Pegelstände sollen mit mehrjährigen Klimaschwankungen in Zusammenhang stehen. Da nach PICHLER (1969) der Niederschlag 68% an der Zuflußmenge Anteil hat und die Verdunstungsmenge 87% der Abflußmenge ausmacht, der Wasserstand innerhalb bestimmter Zeiten aber relativ konstant bleibt, wird vielfach angenommen, daß der See von unterirdischen Gewässern gespeist wird. In der Literatur werden folgende Möglichkeiten einer unterirdischen Wasserergänzung erörtert:

<sup>1)</sup> 5. Beitrag des IBP—PF Neusiedler See.

1. Grundwasserströme von der Leitha und Donau. Nach GEYER und MANN (1939) stehen die säkularen Schwankungen des Seespiegels mit dem Wasserstand der Donau in Zusammenhang.

2. Aufsteigen von Tiefenwasser im Bereich der Störungszone des Neusiedler Seebruches zwischen Rust und Mörbisch.

3. Quellen im Randbereich des Sees.

4. Kochbrunnen im östlichen Seebecken (HOCK 1958).

5. Grundwasserzufluß aus dem Osten bzw. Südosten (SCHROLL 1959).

SZONTAGH (1904) kam nach seinen Untersuchungen zu der Ansicht, daß keine unterseeischen Quellen vorhanden sind und daß auch die Quellen des Seerandes für eine Speisung nicht in Betracht kommen. Nach seiner Meinung sind die oberflächlichen Zuflüsse und die Niederschläge allein für die Wasserergänzung heranzuziehen.

SCHROLL (1959) verglich die chemischen Daten des Wulka-wassers mit denjenigen des Neusiedler Seewassers und berechnete die Anreicherungsfaktoren der chemischen Bestandteile des Seewassers. Er stellte fest, daß das  $\text{Ca}^{++}$  mit dem Anreicherungsfaktor 0,3 zum Großteil als Carbonat gefällt wird, ebenso das  $\text{Mg}^{++}$  mit dem Anreicherungsfaktor 2,8.  $\text{SO}_4^-$  mit dem Anreicherungsfaktor 3 wird zu  $\text{H}_2\text{S}$  bzw.  $\text{FeS}$  reduziert.  $\text{K}^+$  mit dem Anreicherungsfaktor 11 wird von den Seesedimenten adsorbiert.  $\text{Na}^+$  erreicht mit dem Anreicherungsfaktor 28 den höchsten Wert, während  $\text{Cl}^-$  nur den Anreicherungsfaktor 14 hat, so daß natriumchloridhaltiges Tiefenwasser auf das Seewasser keinen Einfluß zu haben scheint. Nach SCHROLL könnte der Salzgehalt grundsätzlich durch Eindampfen salzarmer Zuflüsse erklärt werden, nur bezüglich des Natriumüberschusses gegenüber dem Chlor wäre ein Grundwasserzufluß aus dem Lackengebiet möglich.

Auf Grund des wechselnden Wasserstandes kommt es zu einer ständigen Änderung der chemisch-physikalischen Verhältnisse. Der Mineralsalzgehalt steht mit dem Pegelstand in Zusammenhang. Der Abdampfdruckstand betrug nach VARGA und MIKA (1937) 3,5 bis 16 g/l und erhöhte sich im Sommer bis auf 20 g/l. Zu dieser Zeit war der See 50—70 cm tief. Ähnliche Bedingungen dürfte EMSZT im Jahre 1902 vorgefunden haben. HOCK (1957) stellte einen Abdampfdruckstand von 1,8 g/l fest. Die Seetiefe lag zur Untersuchungszeit zwischen 80 cm und 1 m.

Seit Herbst 1967 findet im Rahmen des Internationalen Biologischen Programms eine intensive chemische Aufnahme des freien Wassers des Neusiedler Sees statt. Vergleicht man nun die

neuesten Daten mit den Analysen aus den Jahren 1956 bis 1958, so findet man heute eine geringere Ionenkonzentration, die dem höheren Wasserstand entspricht. BERGER (unveröffentlicht) maß 1956 bis 1958 Leitfähigkeiten zwischen 1500 bis 2100 ms, während in den Jahren 1967 bis 1969 die Leitfähigkeiten zwischen 1000 und 1700 ms lagen. Die Ionensummen betragen nach BERGERS Daten 21—28 mval/l, während die in den Jahren 1967 bis 1969 gemessenen Ionensummen 11—24 mval/l ausmachten. Die Hebung des Wasserstandes zu Beginn der sechziger Jahre ist für den höheren Pegelstand und die geringere Gesamtionenkonzentration verantwortlich. Vergleicht man jedoch den Anteil der einzelnen Ionen an der Gesamtionenkonzentration, so ist eine deutliche Änderung zu bemerken (Abb. 1). Die Natrium-, Chlorid- und Sulfatwerte betragen durchschnittlich fast nur mehr die Hälfte der Konzentration vor 10 Jahren, die Alkalinität hat in einem nicht so starken Maße abgenommen, und die Werte der Erdalkalien sind nur um ein Geringes von den früheren Werten verschieden. Die  $\text{Ca}^{++}$ -Konzentration hat zum Teil etwas zugenommen. Diese Änderung führte dahin, daß der von BERGER festgestellte negative Wert der Differenz zwischen Erdalkalien und Alkalinität, der ein Maß für den Natriumbikarbonatgehalt des Sees darstellt, heute fast im ganzen See verschwunden ist. Nach früheren Analysen wurden im Süden höhere Konzentrationen und eine höhere negative Erdalkalien-Alkalinitätsdifferenz (= negativer E—A-Wert) festgestellt. BERGER fand bei Neusiedl Werte von  $-0,17$  bis  $-0,86$  mval/l, bei Mörbisch jedoch Werte zwischen  $-1,00$  bis  $-1,50$  mval/l. Nach den Daten SCHROLLS (1959) waren bei Podersdorf und Mörbisch ebenfalls negative Werte vorhanden. Die Analysen aus den Jahren 1967 bis 1969 wiesen an diesen Orten nur positive E—A-Differenzen auf.

Das Schilfwasser hat eine höhere Gesamtkonzentration als das freie Wasser, eine Folge der erhöhten Löslichkeit von  $\text{CaCO}_3$  bzw.  $\text{MgCO}_3$  durch die hier stärkere  $\text{CO}_2$ -Bildung. Die  $\text{Na}^+$ -,  $\text{Cl}^-$ - und  $\text{SO}_4^{--}$ -Werte sind etwas geringer als jene des freien Seewassers. Schilfwasser und freies Wasser werden durch Windeinfluß ständig vermischt. So können die schilfnahen Gebiete des freien Wassers höhere Konzentrationen aufweisen als das Schilfwasser selbst (Abb. 1, links unten). Daher geben nur die unter Eisbedeckung gewonnenen Daten Aufschluß über die wahren Konzentrationsunterschiede. Zum Beispiel betrug die Ionensumme einer Schilfprobe im Dezember 1968 18,13 mval/l, während eine Probe des freien Wassers eine Ionensumme von 17,41 mval/l aufwies.

Die E—A-Differenzen verändern sich an einer Probenentnahmestelle während eines Jahrganges. Die nach den Daten

KNIES (1959) zusammengestellte Abbildung (Abb. 2) zeigt, daß während des ganzen Jahres bei Podersdorf eine negative E—A-Differenz vorlag, die zur Zeit des Eisaufganges den kleinsten Wert hatte. Nach den Messungen der Jahre 1967 bis 1969 (Abb. 3) sind die E—A-Differenzen bei Neusiedl durchwegs positiv, die Werte verringern sich jedoch mit der Temperaturabnahme während der kühleren Jahreszeit, wenn sie nicht allzusehr vom Schilfwasser beeinflußt werden. Die Gesamtkonzentration steigt während des Sommers, aber auch bei starker Eisbildung an.

Um ein genaueres Bild über die chemischen Unterschiede im See zu erhalten, wurden in der Untersuchungszeit von 1967 bis 1969 mehrmals Wasserproben in Längsprofilen entnommen. 8 Probenpunkte lagen im Nordteil des Sees in der jeweiligen See-mitte, 2 Probenpunkte im Südteil und eine Entnahmestelle im Ostkanal, der Nord- und Südteil verbindet. Die gemessenen Leit-fähigkeiten schwankten zwischen 1000 und 1700 ms (Abb. 4). Sie erreichten im Spätsommer und Herbst infolge der hohen Verdunstung die höchsten Werte. Im Frühjahr und zu Regen-perioden waren die niedrigsten Konzentrationen zu verzeichnen. Im Südteil lagen die Konzentrationen höher als im Nordteil des Sees. Die Messungen unter Eis vom 21. 12. 1968 ergaben am nördlichen Kanalausgang (zwischen Punkt 3 und 4) eine deutliche Konzentrationsgrenze. Bei freier Wasseroberfläche verschoben sich die durch das Schilfwasser des Kanals hervor-gerufenen Konzentrationsgipfel je nach Windlage. Infolge des Wind-einflusses kann es sogar zu einem vollständigen Konzentrations-ausgleich kommen, wie es zum Beispiel die Daten vom 15. 9. 1967 zeigen. Verfolgt man den Konzentrationsverlauf der einzelnen Ionen einer Längsserie, so ist zu erkennen, daß die höhere Gesam- ionenkonzentration im Süden durch die höheren Natrium-, Erdalkalien-, Alkalinitäts- und Sulfatwerte zustande kommt (Abb. 5). Im Nordteil nehmen diese Werte ab, jedoch der Erdalkalienwert nicht in so hohem Maße wie die Natrium- und Alkalinitätswerte, so daß im Nordteil eine positive E—A-Differenz aufscheint, die aussagt, daß der Sodagehalt hier verschwunden ist. Das Wasser hat hier eine Ionenverteilung wie normale Erd-alkalibicarbonatgewässer. Ähnlich den in der Nord—Süd-Rich- tung hin- und herpendelnden Gesamtionenkonzentrationen verschiebt sich die Grenze der negativen E—A-Werte durch Windeinwirkung. Bei ruhiger Wetterlage ist bis zum nördlichen Ausgang des Ostkanals Sodagehalt nachzuweisen (Abb. 6, oben). Dieser kann bei extremen Windverhältnissen nach Norden bis in die Höhe von Illmitz vorgeschoben (Abb. 6, Mitte) oder nach

Süden bis zum südlichen Kanalausgang (Abb. 6, unten) zurückgezogen sein.

Es wurde nun versucht, aus Längs- und Querprofilen Bezirke ähnlicher E—A-Differenzen abzugrenzen. Bei ruhiger Wetterlage (Abb. 7) weist der Südteil des Sees negative Werte auf. Im Nordosten des Nordteiles liegen Werte höherer positiver Differenzen vor. Eine Zone mit den kleinsten positiven E—A-Werten befindet sich am Westufer, während die größte Fläche des nördlichen Teiles von E—A-Werten mittlerer positiver Differenz eingenommen wird. Bei Nordwestwind verschieben sich die einzelnen Zonen (Abb. 8). Sodagehalt tritt im Vergleich zu Abb. 7 erst weiter südlich auf. Die Zone der geringsten positiven E—A-Differenzen erstreckt sich ebenfalls nicht mehr so weit nach Norden. Die Zone der mittleren positiven Differenzen ist durch den nach Süden vorstoßenden Bezirk höherer positiver Differenzen eingengt, während im Osten bei Podersdorf, im Nordosten bei Weiden und im Nordwesten bei Breitenbrunn noch höhere positive Differenzen zu verzeichnen sind. Die höchsten positiven Werte liegen im Norden bzw. Nordosten des Podersdorfer Schoppens.

Eine Entnahmeserie umfaßt den gesamten See. Die Karte der Verteilung der Leitfähigkeiten (Abb. 9) zeigt bei Breitenbrunn, bei Podersdorf sowie im Südteil des Sees Quellen- oder Grundwasserzufluß, der die Gesamtkonzentration des Sees beeinflusst. Anhand der Verteilung der E—A-Differenzen (Abb. 10) ist dieser Randeinfluß bei Podersdorf stärker als bei Breitenbrunn. Die positiven E—A-Werte sind in Richtung Einserkanal weit vorgeschoben. Die höchsten negativen Werte treten in den Buchten im Süden und nördlich des Einserkanals (Strömungsschatten) auf. Es ist anzunehmen, daß dem Nordteil des Sees erdalkaliskarbonathältiges, dem Südteil sodahaltiges Wasser zufließt. Das Verteilungsmuster ergibt sich aus den Strömungsverhältnissen, die hauptsächlich von der bevorzugten Windrichtung, der Form des Sees und der Stärke des zuströmenden Wassers abzuhängen scheinen. Ein Großteil des sodahaltigen Wassers wird durch den Einserkanal und vielleicht auch unterirdisch abgeführt.

Die Verhältnisse unter Eisbedeckung zeigen im Vergleich zu den vorigen Abbildungen eine kleinflächigere Verteilung der Bezirke ähnlicher Leitfähigkeiten (Abb. 11) und E—A-Differenzen (Abb. 12), da offenbar die Winddurchmischung des Wassers herabgesetzt ist. Jedoch ist aus der Verteilung der E—A-Differenzen ein Einfluß des Windes auf die Bewegung des Wasserkörpers abzulesen, denn zur Zeit der Probenentnahme herrschte starker Südwind, der die abgegrenzten Zonen nach Norden verschob. Starke

lokale Strömungen treten an Eisrissen und an offenen Stellen auf, die nach eigenen Beobachtungen und nach mündlichen Mitteilungen jedes Jahr in den gleichen Gebieten auftreten.

Vergleicht man einander entsprechende Probenpunkte verschiedener Serien (1 — ohne Eis-, 2 — mit Eisbedeckung) ergeben sich in den Leitfähigkeiten und E—A-Werten folgende Unterschiede:

	Leitfähigkeit, $k_{18}ms$		E-A, mval/l	
	1	2	1	2
Seemitte Breitenbrunn	1263	1400	+ 0,90	+ 1,03
Seemitte Oggau	1267	1372	+ 0,72	+ 1,10
Seemitte Rust	1317	1422	+ 0,50	+ 0,55
Seemitte Illmitz	1301	1483	+ 0,71	+ 0,36
Seemitte Südbecken	1400	1695	+ 0,29	+ 0,08

Abgesehen davon, daß die Gesamtkonzentration unter Eis im allgemeinen höher ist, tritt der Einfluß erdalkalikarbonatreichen Wassers im nördlichen Seeteil zwischen Breitenbrunn und Winden und im Bereich der Wulkamündung deutlicher hervor, während er bei Podersdorf nicht so stark ausgeprägt ist. In diesen Gebieten sind auch die höchsten  $Ca^{++}$ -Konzentrationen anzutreffen. Im Nordwesten treten die höchsten positiven E—A-Differenzen auf. Der Einfluß sodahaltigen Wassers zieht sich über die Höhe von Illmitz hinaus nach Norden (die E—A-Differenzen sanken auf den halben Wert). Eine Strömung zum Einserkanal ist aus den Abbildungen nicht abzulesen. Der Abfluß dürfte bei Eisbedeckung unterbunden sein.

In dieser überblicksmäßigen Darstellung der chemischen Verhältnisse des Neusiedler Sees wurde festgestellt, daß sich der Chemismus des Sees in den letzten zehn Jahren bedeutend veränderte. Einem Großteil des Sees wird erdalkalikarbonatreiches Wasser zugeführt, während Sodagehalt nur im beschränkten Maße im Süden nachzuweisen ist. Ob der Wechsel des Chemismus durch die Hebung des Wasserstandes (geringere Verdunstung und  $Ca^{++}$ - und  $Mg^{++}$ -Fällung) bedingt wird oder auf höhere Niederschlagstätigkeit (stärkerer Grundwasserzufluß aus dem Alpengebiet) beruht, ist noch nicht abzuschätzen. Ebenso ist unklar, welcher Art diese Einflüsse sind (Quellen des Seerandes, Kochbrunnen, Leitha- oder Donaugrundwasser, Tiefenwasser, mit Salzen getränkte Sedimente). Inwieweit diese Änderung eine Umstrukturierung der Biocoenosen nach sich zieht, muß untersucht werden.

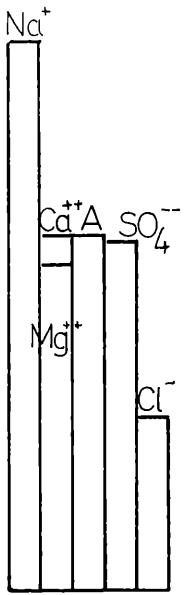
### Literaturverzeichnis

- EMSZT, K.: 2. Mitteilung aus dem Chemischen Laboratorium der agro-geologischen Aufnahmeabteilung der kgl. ungar. Geologischen Anstalt. Jahresber. d. kgl. ungar. Geol. Anst. für 1902, Budap. 1904, S. 212—224.
- FRITSCH, V. & TAUBER, A.: Die Mineralwässer des Neusiedler Seegebietes. Wiss. Arb. aus d. Burgenland, Eisenstadt 1959, H. 23, S. 34—47.
- GEYER, F. & MANN, H.: Limnologische und fischereibiologische Untersuchungen am ungarischen Teil des Fertö. Arb. d. Ungar. Biol. Forschungsinst.. Tihany 1939, Bd. 9, S. 64—193.
- HOCK, R.: Ein Beitrag zur Chemie des Neusiedler Seewassers. Prakt. Chemie, Wien 1957, Jg. 8, H. 6, S. 163—166.
- KNIE, K.: Über den Chemismus der Wässer im Seewinkel und des Neusiedler Sees. Wiss. Arb. aus d. Burgenland, Eisenstadt 1959, H. 23, S. 65—68.
- MOSER, J.: Der abgetrocknete Boden des Neusiedler Sees. Jahrbuch der k. u. k. Geol. Reichsanst., Wien 1840, Bd. 16, S. 338—344.
- PICHLER, J.: Entwicklung und wissenschaftliche Forschung des Neusiedler Sees und seiner Umgebung. Hydrologiai Közlöny 1969, sz. 7, S. 189—200.
- SAUERZOPF, F.: Der Wasserhaushalt des Neusiedler Sees. Wiss. Arb. aus d. Burgenland, Eisenstadt 1959, H. 23, S. 101—104.
- SCHROLL, E.: Zur Geochemie und Genese der Wässer des Neusiedler Seegebietes. Wiss. Arb. aus d. Burgenland, Eisenstadt 1959, H. 23, S. 55—64.
- SZONTAGH, T.: Geologisches Studium des Fertö-Sees. Jahresber. d. kgl. ungar. Geologischen Anst. für 1902, Budap. 1904, S. 206—211.
- VARGA, L.: Die physikalisch-chemischen Verhältnisse des Fertö-Sees. Hydrologiai Közlöny 1932, S. 21—41.

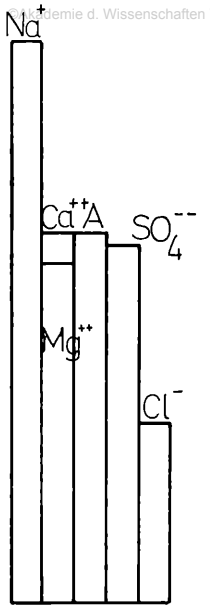




R. HOCK 1957



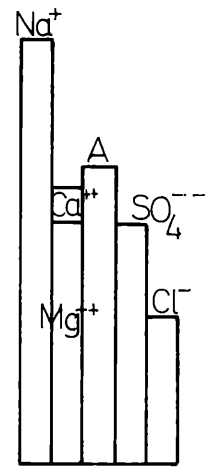
Freies Wasser  
150 m vom Schilfrand



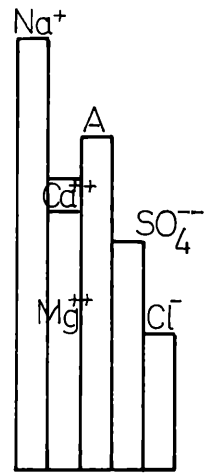
Schilf

A - Alkalinität

E. SCHROLL 1958



Podersdorf



Mörbisch

F NEUHUBER 1968

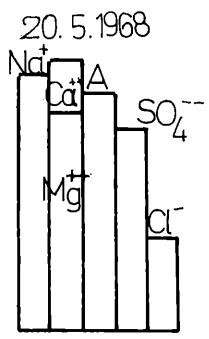
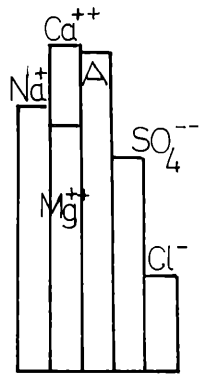
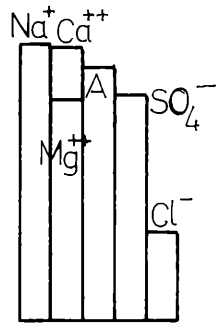


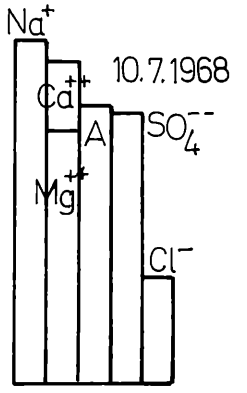
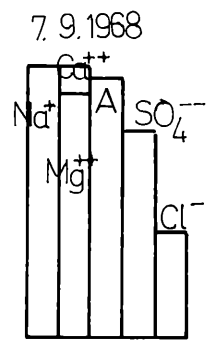
Abb. 1



15m v. Schilfrand



Seemittestation





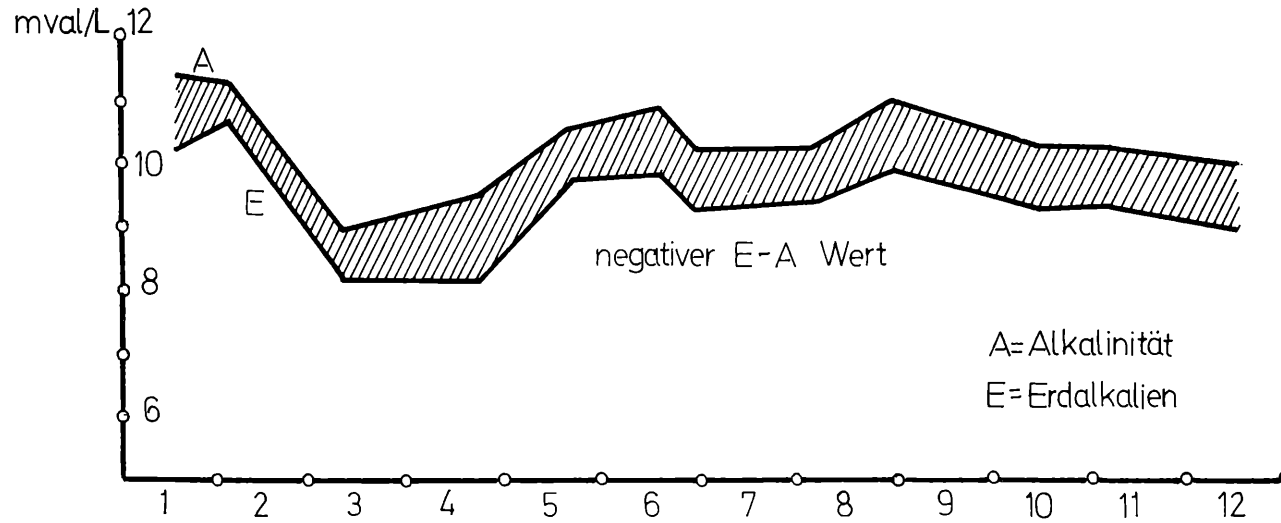
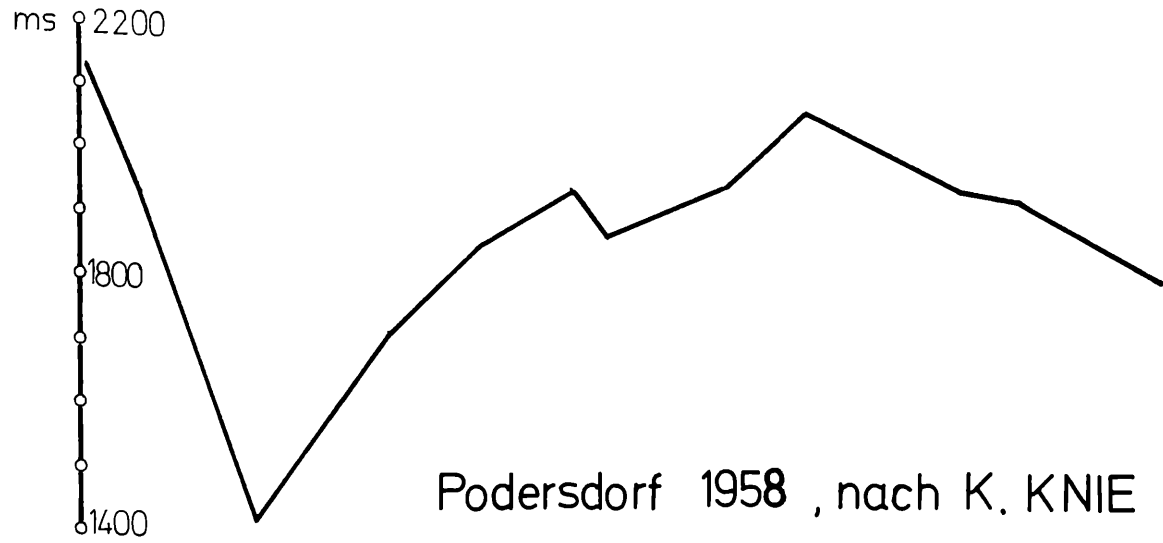


Abb. 2



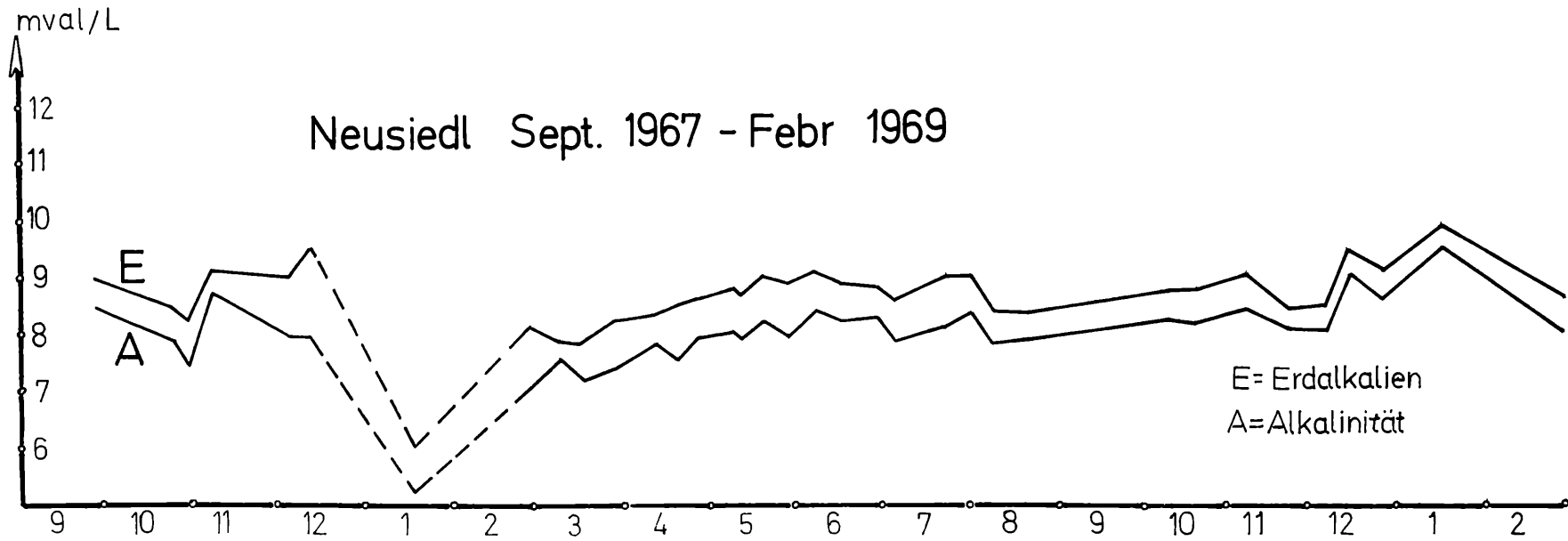
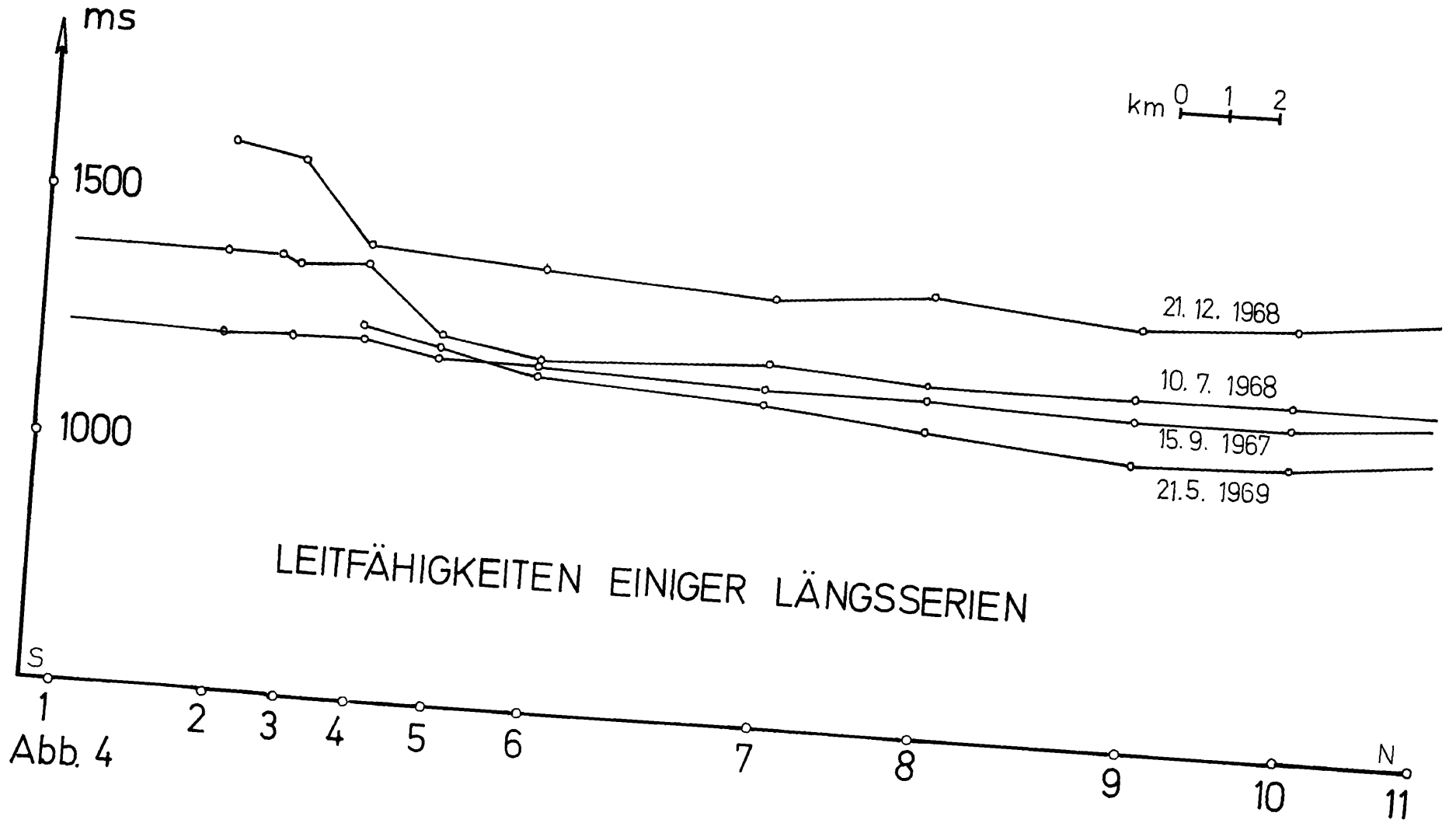


Abb. 3





LEITFÄHIGKEITEN EINIGER LÄNGSSERIEN

Abb. 4





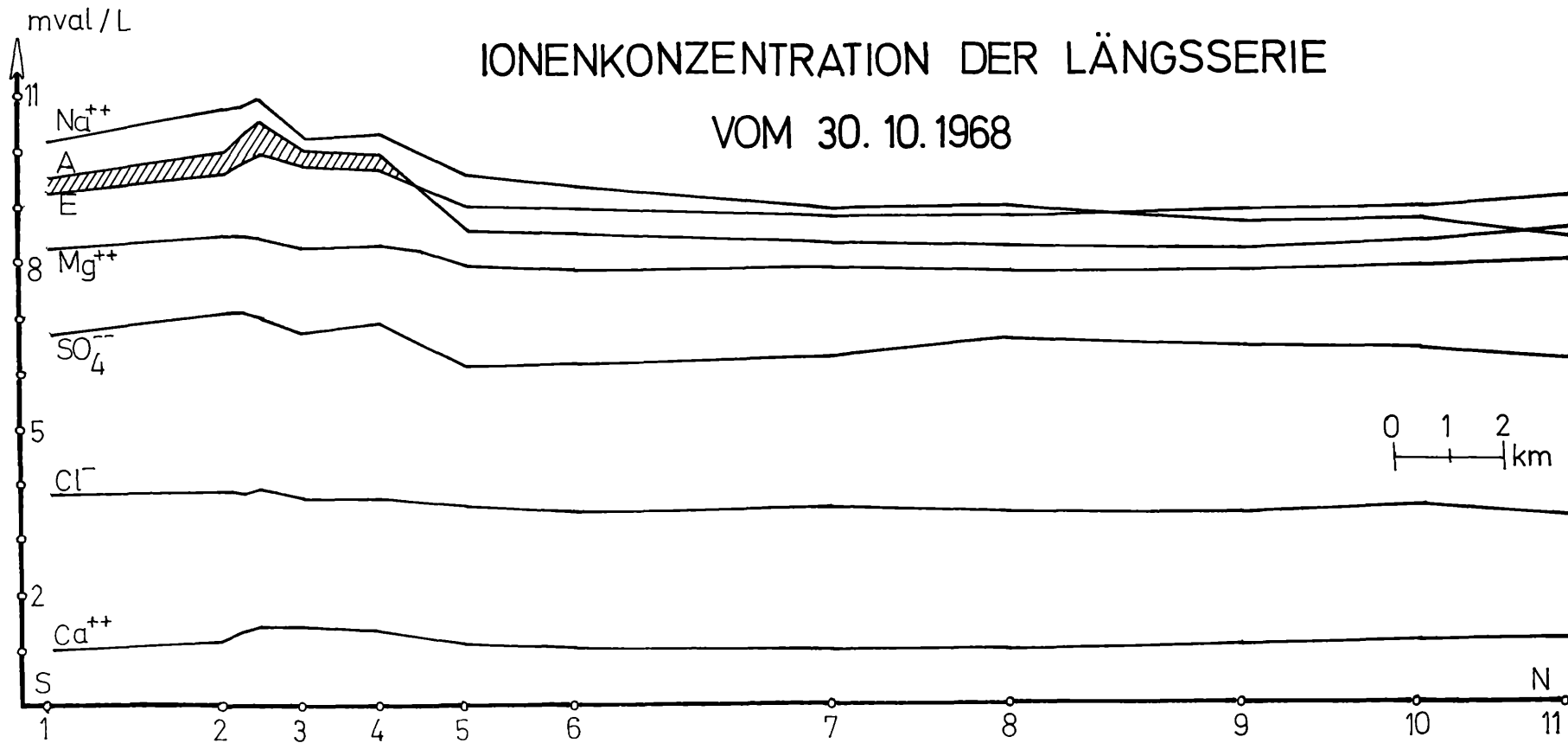


Abb. 5



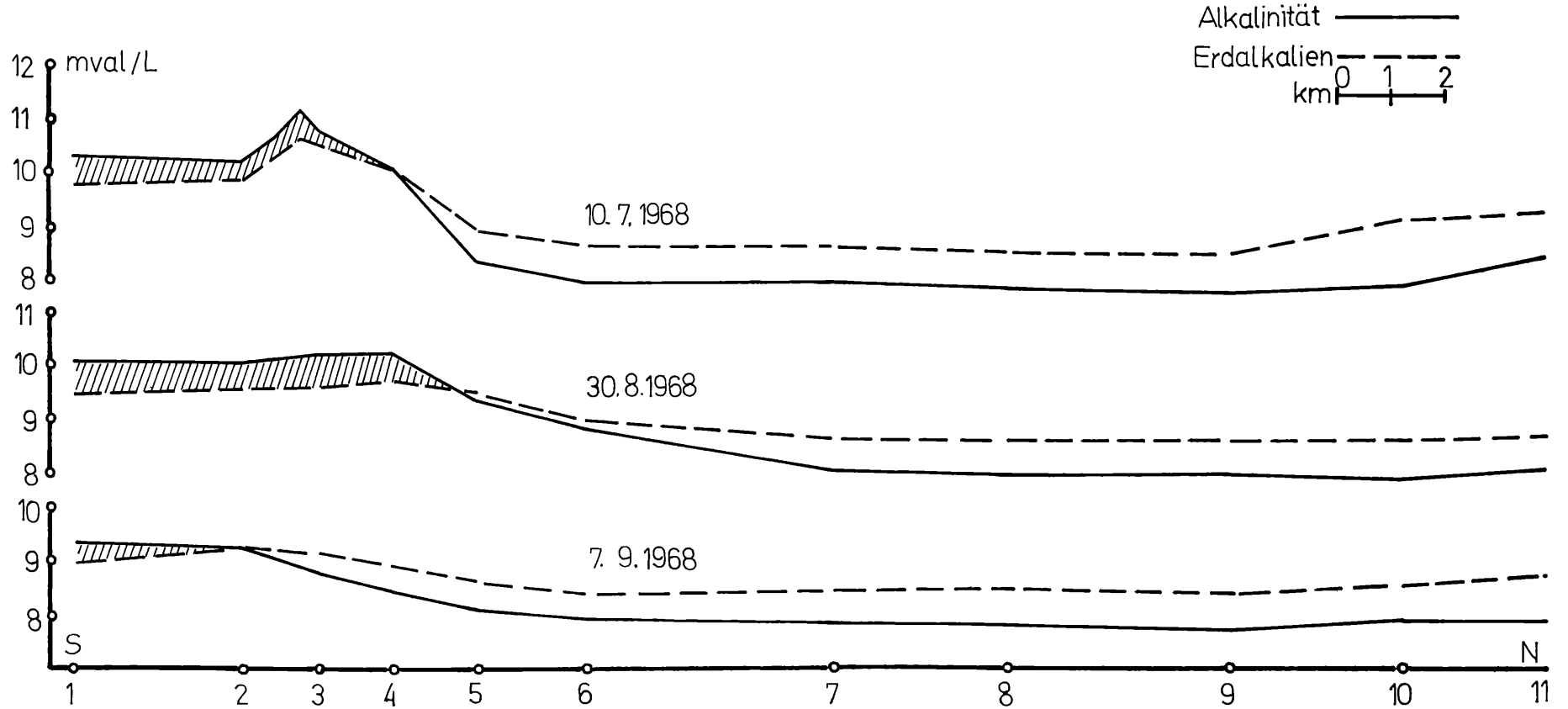
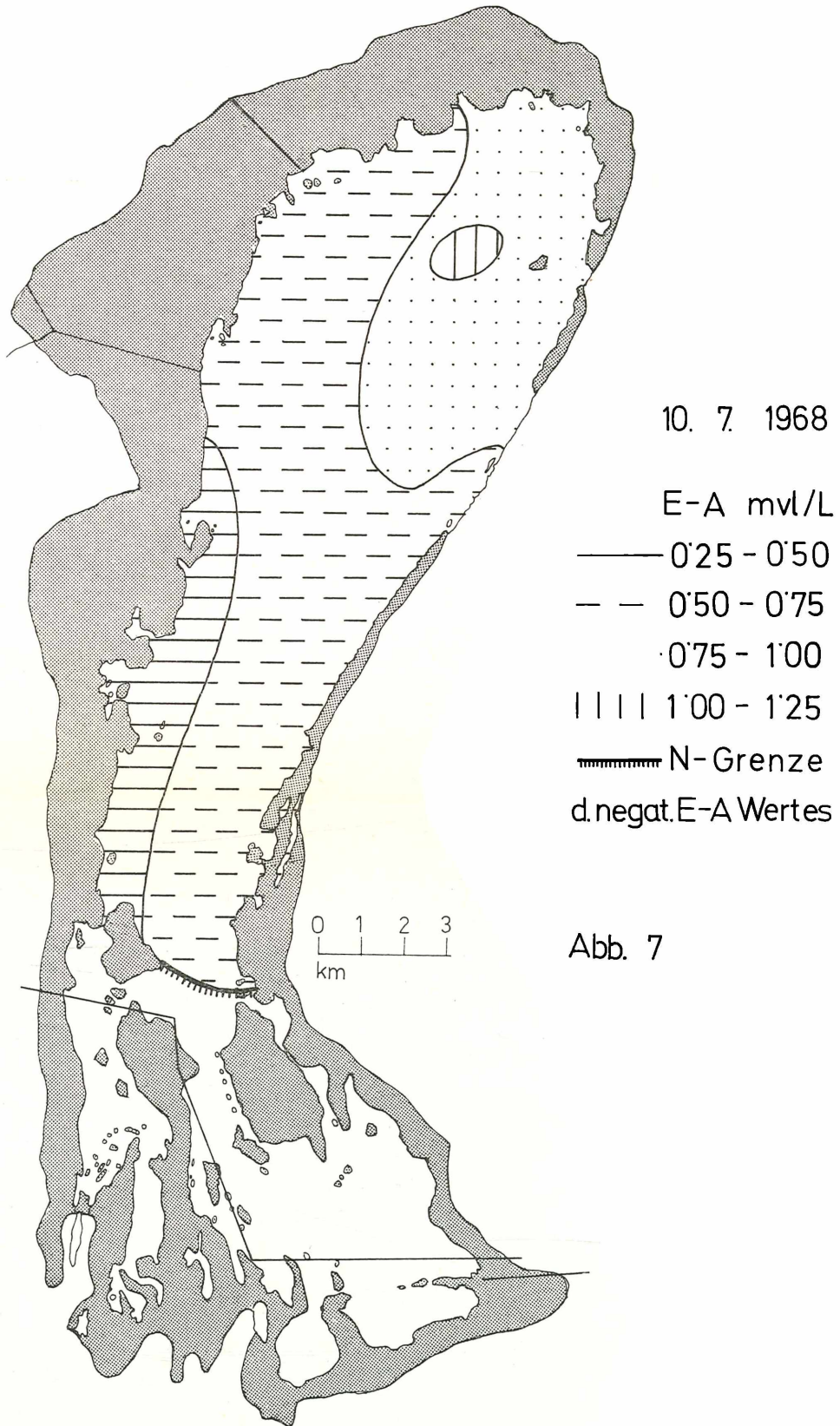


Abb. 6







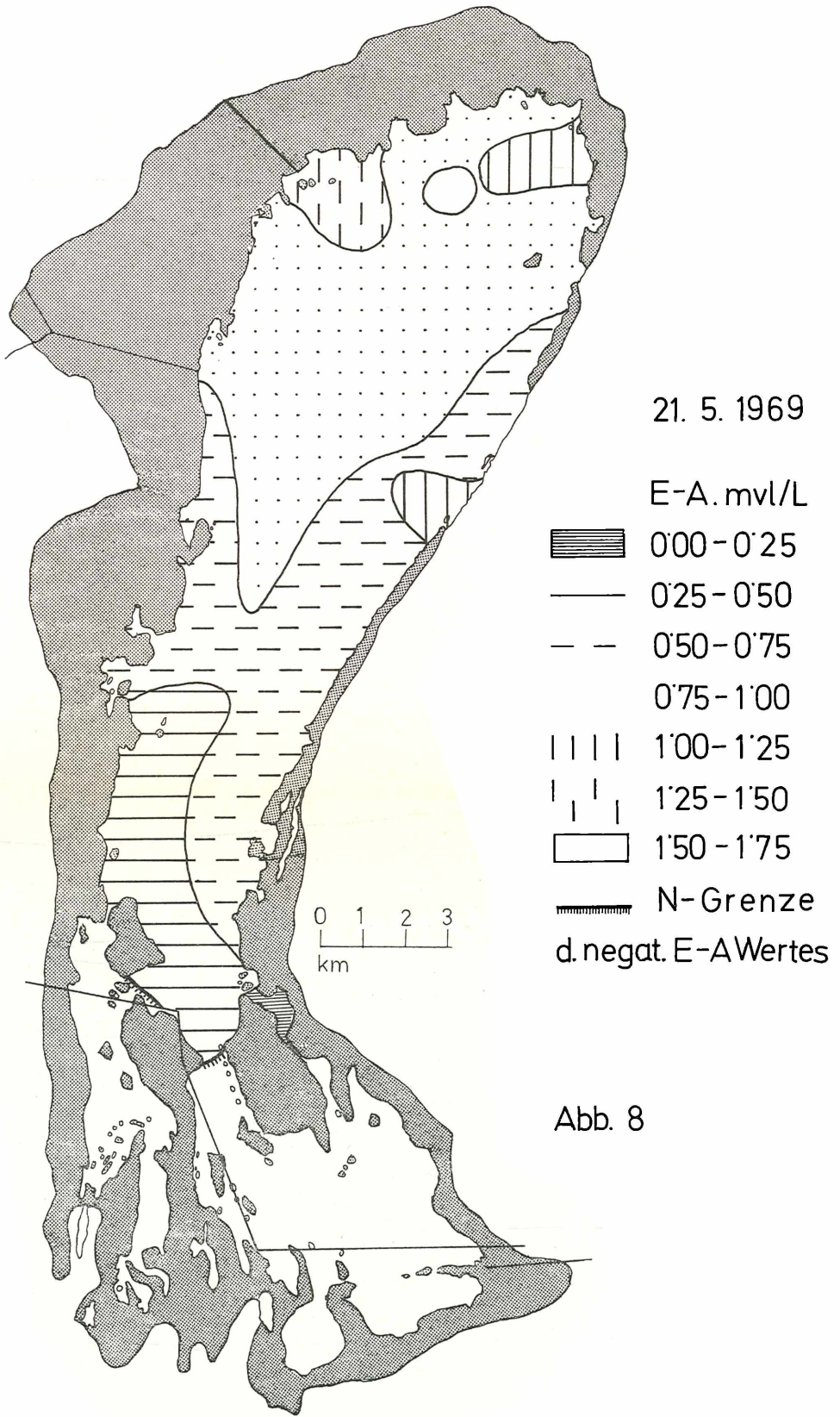


Abb. 8





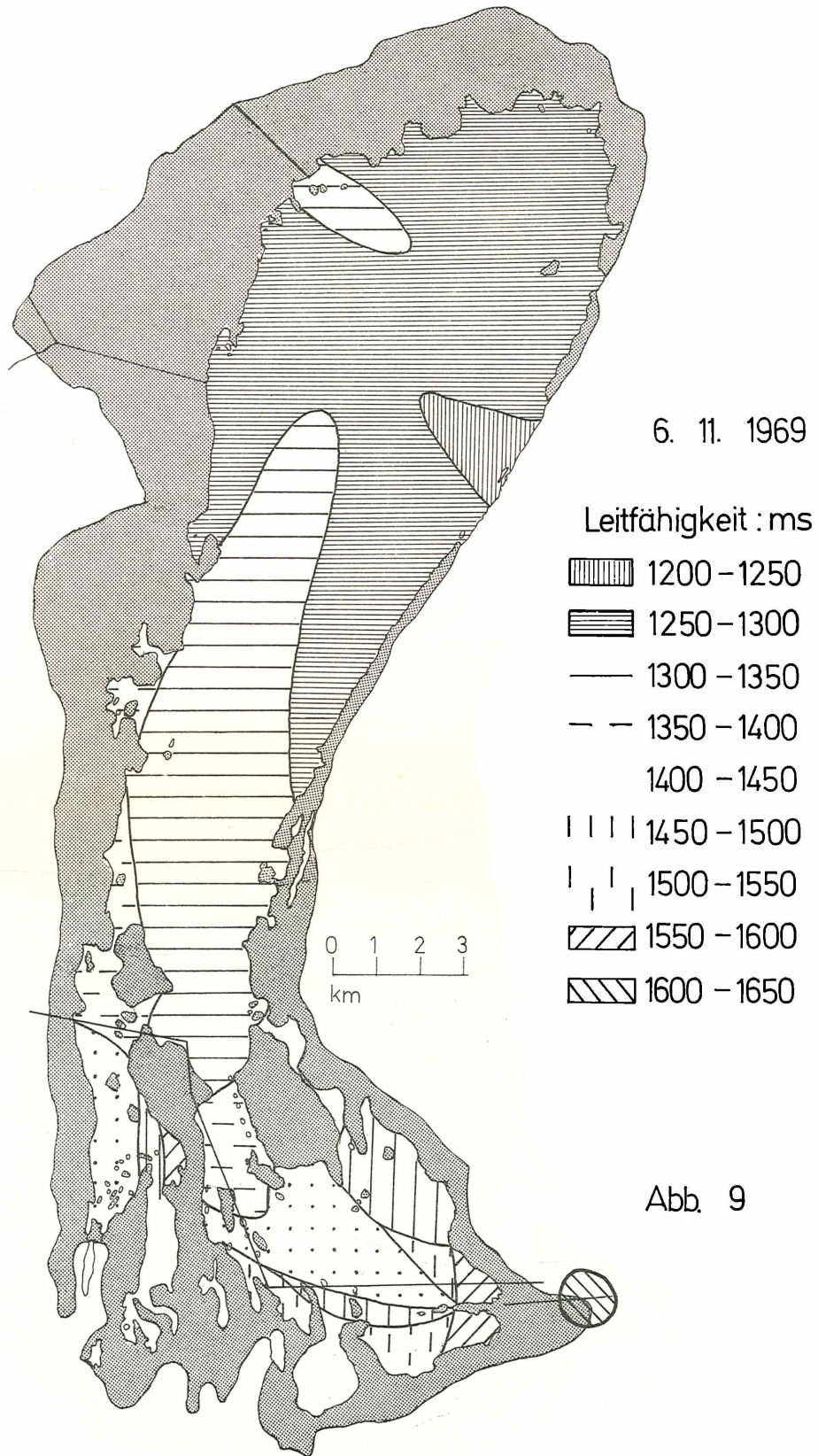
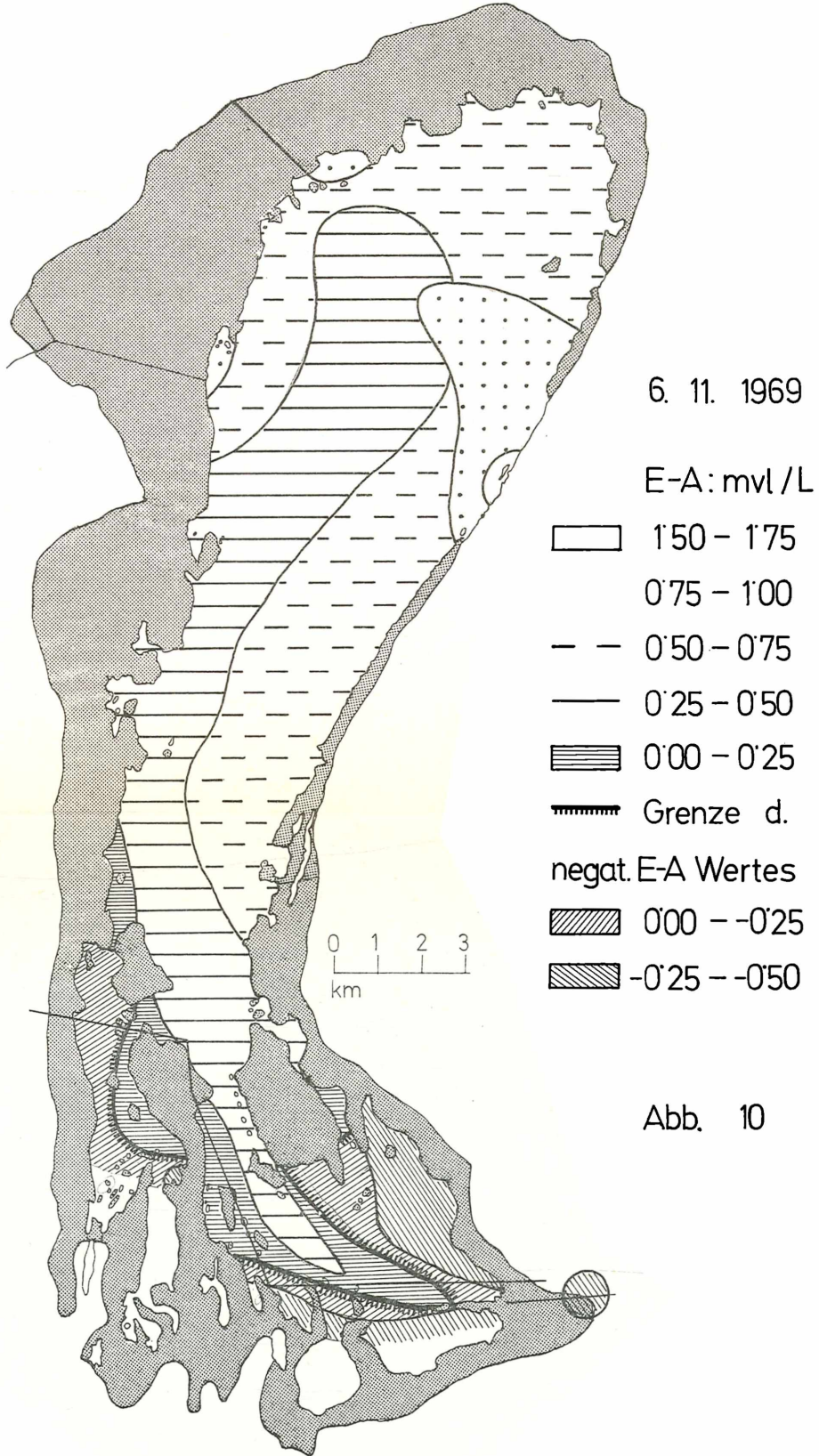
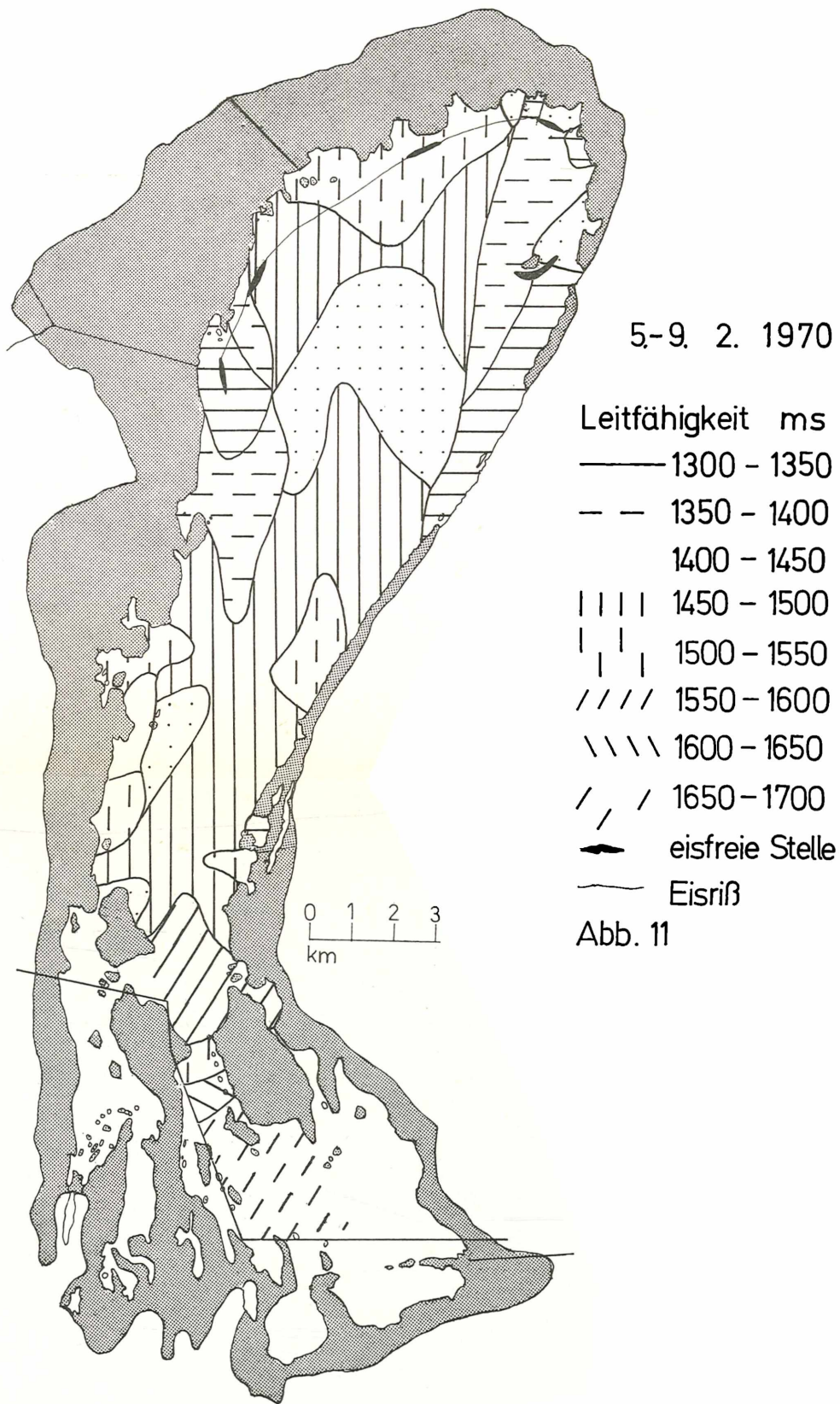


Abb. 9











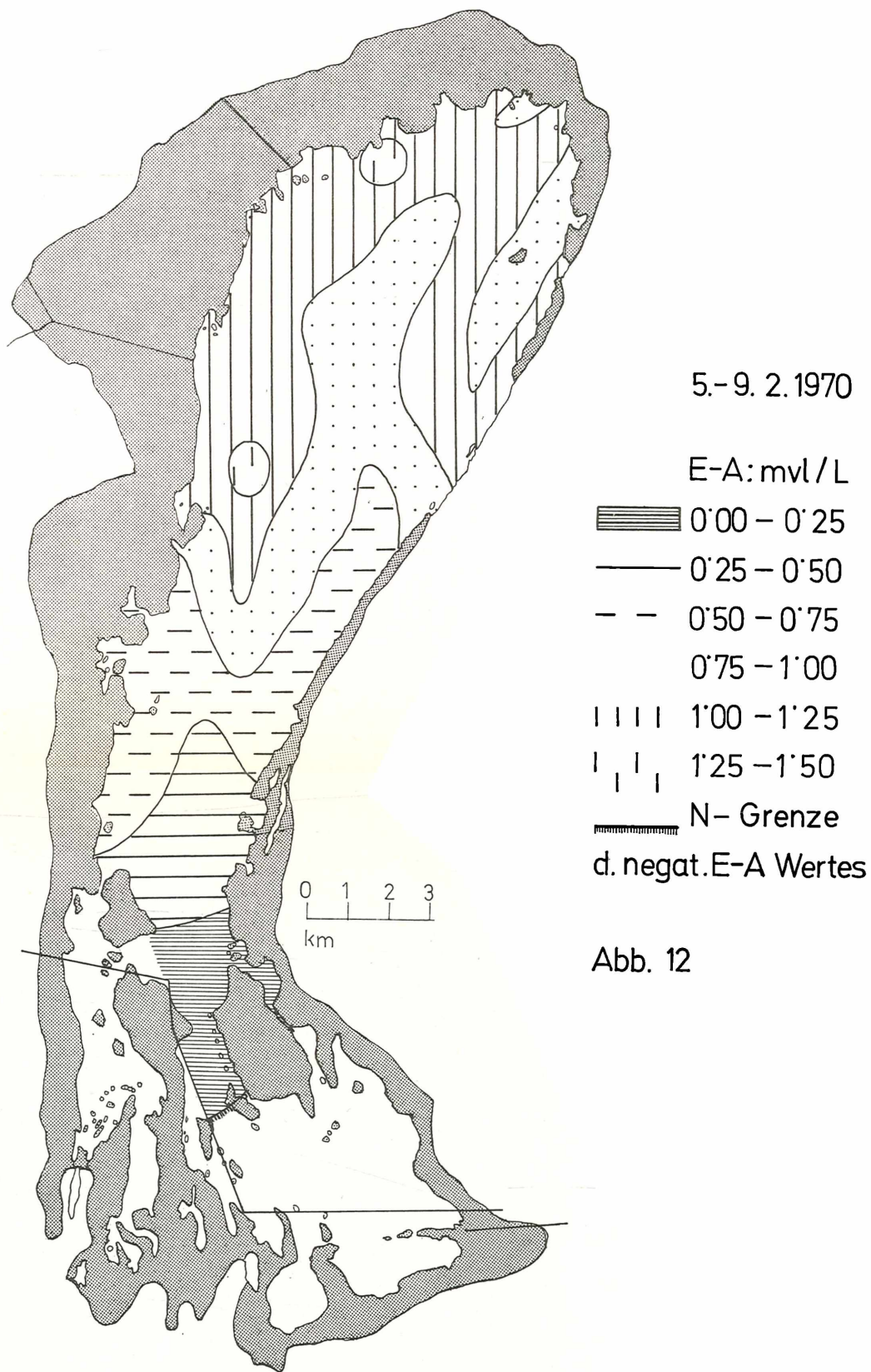


Abb. 12

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften  
mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [179 5-10](#)

Autor(en)/Author(s): Neuhuber Friederike

Artikel/Article: ["Abhandlung des Natrongewässer-Symposiums Tihany-Szeged-  
Szarvas" \(29. 9. - 4. 10. 1969\). Nr 6. Ein Beitrag zum Chemismus des Neusiedler  
Sees. 225-231](#)