

# JAHRESBERICHT

der Limnologischen Flußstation Freudenthal

Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt

der Max-Planck-Gesellschaft

1949

7-14

V o r w o r t.

=====

Mit dem vorliegenden Jahresbericht gibt die Limnologische Flussstation Freudenthal die erste Übersicht über ihre bisher geleistete wissenschaftliche Arbeit und sonstige Tätigkeit heraus.

Diese Veröffentlichung soll der Beginn einer Folge von jährlich erscheinenden Berichten sein, die wir allen an unserer Arbeit interessierten Stellen zusenden wollen. Sie trägt die Bezeichnung "Jahresbericht" nicht ganz zu Recht, da hier die Arbeit dargestellt wird, die seit Gründung unserer Station, also während mehrerer Jahre (1947-49) geleistet worden ist.

Wir wollen diesem Vorhaben keine grossen Worte voransetzen, sondern die Darstellungen selbst sprechen lassen.

Hingegen möchten wir an dieser Stelle allen denen, die uns diese Arbeit ermöglicht haben, ganz besonders Seiner Erlaucht, dem Grafen von Schlitz gen.von Görtz und dem Grafen Hubertus von Berlepsch, unseren grosszügigen Gönnern bei der Gründung der Station, den allerherzlichsten Dank sagen.

Wir werden uns stets bemühen, dass in uns gesetzte Vertrauen nicht zu enttäuschen und den an uns gestellten Anforderungen gerecht zu werden.

Plön, den 15.1.1950  
Hydrobiologische Anstalt  
der Max-Planck-Gesellschaft

Martin Scheele  
Organisatorischer Leiter  
der Flußstation.

Der Wasserchemismus der Fulda  
unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Einflüsse.

von Wolfgang Schmitz.

Von den Faktoren, welche den Wasserchemismus eines Flusses bedingen, besitzt die Untergrundsbeschaffenheit des Einzugsgebietes besonders starke Bedeutung. Nur der geringste Teil des Flusswassers stammt, ausgenommen z.Zt. der Schneeschmelze, direkt aus den Niederschlägen. Meistens passiert das Regenwasser zunächst den Boden und oft auch darunter befindliche <sup>6c</sup>Steine und wird so zum Grundwasser; wobei je nach deren Beschaffenheit und dem Charakter des hindurchsickernden Wassers Stoffe gelöst werden können. Das Grundwasser tritt z.T. als Quellwasser wieder zu Tage, sich bald mit anderen Oberflächenwassern vereinigend, andererseits bleibt es aber in mehr oder weniger grosser Tiefe im Erdboden. Oberflächenwasser - in Form von Nebenflüssen - sowie auch unsichtbares Grundwasser speisen den Wasservorrat eines Flusses und beeinflussen daher den Wasserchemismus. Während die Bedeutung der Nebenflüsse aus den vorliegenden Ergebnissen hervorgeht, ist man im Hinblick auf die versteckte Grundwasserzufuhr auf Vermutungen angewiesen und es muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, hier Aufklärung zu geben.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Flusswasseruntersuchung der Fulda zu den geologischen Verhältnissen der Landschaft vergleichend betrachtet werden, um auf diese Weise Ansatzpunkte für weitere intensive Einzeluntersuchungen zu gewinnen.

Am aufschlussreichsten sind die beiden Herbstuntersuchungen 1948/49 (Schönwetterperiode, Niedrigwasser). Die Kurven laufen vielfach auffallend parallel, sodass man auf einen deutlich ortsgebundenen Wirkungsfaktor schliessen kann. Wie die graphische Darstellung der Analysenergebnisse zeigt, lässt sich die Fulda hydrochemisch in verschiedene Abschnitte gliedern:

1. Das Quellgebiet. (Fuldaquelle-Strassenbrücke Obernhausen)

Die Fulda entspringt dicht unterhalb des Gipfels der Wasserkuppe, die mit 950 m. die weithin höchste Erhebung darstellt. Der wenig durchlässige miocäne Basalt führt hier zu einer ausgedehnten Hochmoorbildung. Das Quellwasser ist ausserordentlich salzarm. Kennzeichnend ist ein sehr geringer Ca-Gehalt und Mg-Gehalt (Mg<sup>2+</sup> dabei

geringe  $\text{HCO}_3^-$ -Werte, fast völliger  $\text{Cl}^-$ -Mangel und nur im Oktober 1949 ein verhältnismässig hohe  $\text{SO}_4^-$ -Wert. Mangelnde Pufferung, durch geringen Kalkgehalt bedingt, hat pH-Werte zwischen 6 und 7 zur Folge, die je nach dem Gehalt des Wassers an Kohlesäure schwanken. Auch im folgenden nimmt der Fuldaquellauf, solange er über die Basaltkuppe hinabfliesst, kaum Salze auf, (Bis Station Strassenbrücke Obernhausen). Hier erreicht die Fulda den Muschelkalksockel, auf welchen der Tertiäre Vulkanismus seine Basaltlaven aufgesetzt hat. (730 m). In dieses durchlässige Gestein sickert der Quellauf ein und verschwindet dadurch für den grössten Teil des Jahres von der Oberfläche.

## 2. Der Fulda-Bergbach. (Obernhausen-Gersfeld)

In Obernhausen tritt das Wasser wieder zu Tage. Es hat durch Herauslösen hauptsächlich von  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$  aus dem Gestein seinen Ca- und Mg-Gehalt sowie seine Titrationsalkalität erheblich vergrössert. Damit im Zusammenhang steht eine Verschiebung der pH-Wertes auf 7,1 bis 7,5.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  und  $\text{NO}_3^-$ -Werte erhöhen sich kaum. Bis Sandberg (km 5) zieht sich die Muschelkalkzone nach Süden, wodurch der Salzgehalt des Fuldawassers sich noch etwas erhöht oder wenigstens auf gleicher Höhe bleibt.

## 3. Der Fulda-Talbach. (Gersfeld-Fliede mündung)

Bei Gersfeld (km 7,7) biegt die Fulda als vielfach mäandernder Bach nach Westen und verläuft hier im alluvialen Talboden bis zur Fliedemündung. (km 33,8) durch Buntsandstein. (ca. 450 - 250 m). Der Muschelkalk, der übrigens im Tertiär schon weitgehend abgetragen war, - denn im mittleren Teil der hohen Rhön lagern tertiäre marine Tone unter der Basaltdecke auf Buntsandstein - ist auch im Bereich der Nebenbäche, die der Fulda zuströmen, verschwunden. Diese zeigen daher geringere Titrationsalkalität und Härte als die Fulda bei Gersfeld. (vgl. Lütterbach). So tritt mit zunehmender Wasserführung im Fuldawasser eine Verdünnung im Salzgehalt ein. Fast alle Kurven zeigen abfallende Tendenz.

## 4. Der Fulda-Berglandfluss. (Fliedemündung-Bebra)

Am Beginn dieser durch ausserordentliche Gleichmässigkeit der chemischen Verhältnisse ausgezeichneten Strecke von über 60 km treten Einflüsse auf, die das Bild, das der Chemismus hier zeigt, wesentlich bestimmen. Die Fliede mit ihrer erheblichen Wasserführung erhöht vor allem den  $\text{Cl}^-$  und  $\text{SO}_4^-$ -Gehalt, Härte und Alkalitätswerte dagegen kaum.

Wie weit diese Konzentrationserhöhungen (auf etwa das Doppelte) mit den Neuhofer Solen in Beziehung gebracht werden können, bedarf noch der Klärung. Weiter erfolgt starke Beeinflussung durch das Fuldaer Abwasser.  $\text{Cl}^-$  und  $\text{SO}_4^{--}$  erfahren einen beträchtlichen Anstieg. Das gleiche tritt beim  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$  auf. Dies deutet auf eine Kalkauflösung, die geologisch durch Muschelkalk bedingt sein könnte. Der Vergleich mit ähnlich liegenden Fällen, (Leine-Graben, Altmorschen-Lichtenauer Graben) lässt den Gedanken aufkommen, hierfür den nach NW verlaufenden Fulda-Salzschlirfer Muschelkalk-(Keuper) graben verantwortlich zu machen. Begünstigend für eine  $\text{CaCO}_3$ -Auflösung würde auch die ständige  $\text{H}_2\text{CO}_3$  Zufuhr im Abwassereinzugsgebiet wirken, jedoch könnte natürlich auch ein höherer  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -Gehalt im Grundwasser, welches der Fulda zufließt, Ca-Mengen in Lösung halten. So sehr diese Verhältnisse noch der Klärung bedürfen, so sicher erscheint es jedoch, dass hier bei Fulda der Ursprung der chemischen Besonderheiten zu suchen ist, den die Fulda bis zur Haunemündung beim Durchfließen des einheitlichen Buntsandstein-Gebietes des Fulda-Berglandes aufweist. Auch die Nebenflüsse (Lüder, Schlitz, Aula) weichen in ihrem Chemismus nur wenig davon ab und üben somit keinen merklichen Einfluss aus.

#### Die Haune.

dagegen ist gekennzeichnet durch wesentlich höhere Titrationsalkalitätswerte, hohe Härte (hauptsächlich  $\text{Ca}^{++}$  und bei geringen Mengen freier  $\text{H}_2\text{CO}_3$  einen pH um 8 fast das ganze Jahr hindurch). Das Haunewasser zeigt bis Hünfeld im Oberlauf noch nicht diese Eigenschaften, erst unterhalb, z.B. bei Rotenkirchen, ist die Veränderung erfolgt.

#### Haune Oktober 1949.

	1. Oberh. Hünfeld	2. Rotenkirchen	3. Hersfeld
Titrationalk.	2,8	3.45	3,3
Härte	7,8	13.3	11,6
$\text{H}_2\text{CO}_3$	12	30	3
pH	7,5	7,2	8,0

Zwischen 1 und 2 durchquert die Haune ein Kalkgebiet, das zum grossen Muschelkalk- und Keupersockel der Eiterfelde Mulde gehört, demselben Sockel, dem die Basalte der hohen Rhön aufsitzen, nur dass in letzterem Fall eine ganz erhebliche Aufwölbung eingetreten ist.

#### 5. Die Rotenburger Flusstrecke. (Bebra - Beyseförth)

Der Einfluss der Haune auf die Fulda macht sich in den Alkalitäts-

und Ca-Kurven bemerkbar. Abgesehen von der Abwasserstörung in Hersfeld beginnen im weiteren Verlauf der Fulda ständige Schwankungen in fast allen Ionenverhältnissen in Erscheinung zu treten. Es handelt sich hier um ein Überkreuzungsgebiet der strukturellen Wölbungen des Fulda-Berglandes (rheinisches System NNO - SSW) mit dem Thüringer-Wald-System (herzynisch NW - SO). Ein sehr bewegtes Relief, bei dem bald Zechstein, bald Buntsandstein zu Tage tritt, und die hierdurch eintretende Grundwasserbeeinflussung sind wohl dabei massgeblich. Ganz deutlich zeichnen sich der Gips unterhalb Bebra im Ansteigen der  $\text{SO}_4^-$  und Ca-Kurven und das Überqueren des Altmorschen-Lichtenauer Muschelkalkgrabens in einem Maximum der Kurven ab. Auch  $\text{H}_2\text{CO}_3$  hat hier einen Gipfel. Auf der folgenden kurzen Strecke bis Beiseförth sinken zeitweise die Ca- sowie  $\text{SO}_4^-$  Konzentrationen weit unter die vorher erreichte Höhe, und  $\text{HCO}_3^-$  sowie  $\text{Cl}^-$  sinken auf den alten Wert ab. Die Klärung der Erscheinungen erfordert eingehende stationäre Untersuchungen.

#### 6. Der Fuldalauf in der niederhessischen Senke.

(Beiseförth - Edermündung)

Die Kurvenscharen verlaufen in diesem Gebiet tertiärer und diluvialer Ablagerungen, die mit vulkanischen Resten des Tertiär und mit Buntsandstein reich durchsetzt sind, etwa in der gleichen Höhe wie vor dem Rotenburger Gebiet weiter oder der alte Zustand stellt sich wie im Falle der ausgeprägten Minima bei Beiseförth wieder ein, so dass der Rotenburger Flußstrecke im chemischen Verhalten ein deutliches Ende gesetzt ist.

#### 7. Der Unterlauf. (Edermündung-Hann.-Münden)

Den nachhaltigsten Einfluss von allen Nebenflüssen der Fulda übt die Eder aus. Da das Wasser ihres grossen Einzugsgebietes, das grösstenteils aus karbonischen und devonischen Gesteinen stammt, und daher sehr salzarm ist, in der Edertalsperre gespeichert wird, fliesst dieser Wasservorrat das ganze Jahr hindurch gleichmässig der Fulda zu, deren Wasserführung dabei vielfach übertreffend. Einmal werden die Ionen-Konzentrationen des Fuldawassers dadurch durchweg herabgesetzt. Fernerhin bleiben die Konzentrationsverhältnisse unterhalb der Edermündung das ganze Jahr hindurch unverändert (abgesehen vom Einfluss temporärer Industrieabwässer der Stadt Kassel). Es liegt also in chemischer Hinsicht hier ein ausgesprochen stenotopes Gebiet vor, in dem weiterhin auch die jährlichen Temperaturschwankungen vermindert sind. Die Talsperre wirkt hier als Wärmespeicher und es resultiert im Winter eine höhere Wassertemperatur als in der Fulda, im Sommer dagegen eine niedrigere.

Es war nun interessant festzustellen, dass die Fulda im Oktober 1949 eine in chemischer Hinsicht deutliche Abweichung vom Normalzustand zeigte. In Folge der extremen Trockenverhältnisse wurde die Edertalsperre geschlossen. Die Abflussmengen bei Guntershausen direkt unterhalb der Edermündung kennzeichnen diesen Zustand.

8.9.1949	39,62 m <sup>3</sup> /sec
5.10.1949	12,19 m <sup>3</sup> /sec

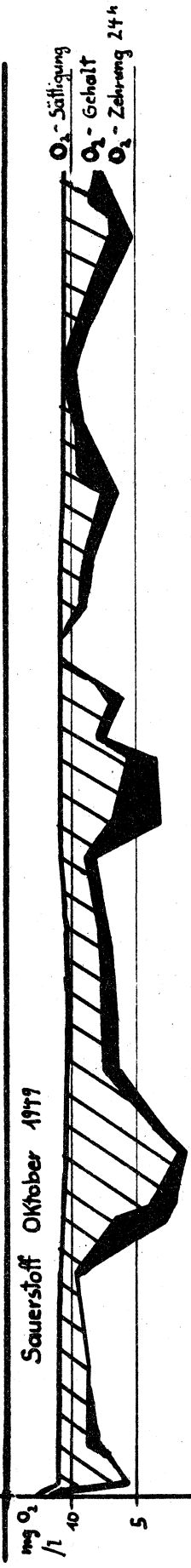
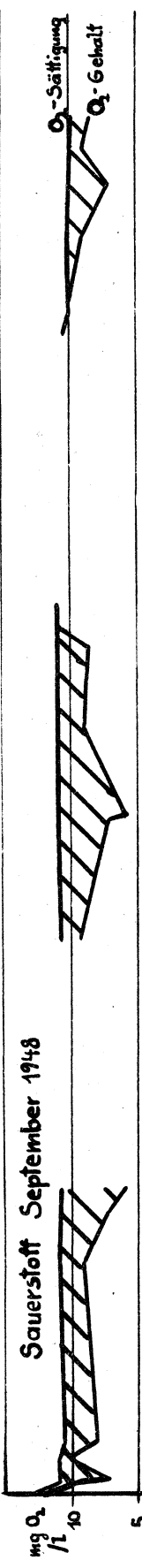
Die Kurven dieser Untersuchungsfahrt sind daher atypisch. Auch die Werte für die Eder selbst liegen höher als 1948, wohl im Zusammenhang damit, dass die unterhalb der Talsperre gelegenen Zuflüsse, die grossenteils die Niederhessische Senke entwässern, stärker zur Geltung kamen.

In den übrigen Teilen der Fulda verändern sich die Ionenkonzentrationen im Laufe des Jahres regelmässig in Abhängigkeit vom Wasserstand. (vgl. Alkalitäts-, Härte- und Cl<sup>-</sup>-Werte). Die Verdünnung ist im Frühjahr am grössten, ortsgebundene Unterschiede treten kaum hervor. Die Sommerwerte liegen etwa in der Mitte, gleichfalls vielfach die Dezember-Werte. Die höchsten Konzentrationen findet man im Herbst bei Niedrigwasser. Es ergeben sich somit ziemlich beträchtliche Schwankungsbereiche.

#### Die Bedeutung der chemischen Verhältnisse der Fulda für die Besiedlung mit Organismen.

Hierüber lässt sich z.Zt. noch nicht sehr viel sagen. Die Verbreitung der Kieselalgen, die vom Wasserchemismus besonders abhängig ist, zeigt ganz deutliche Beziehungen, welche demnächst Gegenstand einer grösseren Veröffentlichung sein werden. Für die Käfer-Vergesellschaftung sei auf die Angabe von Illies in diesem Jahresbericht über die kalkliebende Riolut-Variante der Geröllgesellschaft in der Haune verwiesen, die eine auffällige Luxurierung zeigt. Überhaupt zeichnet sich die Haune durch einen grossen Lebensreichtum (Individuen- und Artenzahl aus). Wie auch sonst häufig beobachtet worden ist, herrschen im kalkreichen Gewässer für sehr viele Organismen offensichtlich günstigere Lebensbedingungen als im kalkarmen. Es ist m.E. jedoch sehr fraglich, ob diese Unterschiede im Kalkgehalt sich über Nährstoffmangel für die pflanzliche Produktion (CO<sub>2</sub>-Haushalt) erst indirekt auf die tierischen Lebewesen auswirken sollen, wie vielfach behauptet wird. Der Anblick eines kalkarmen Gebirgsbaches mit reichlicher Moosvegetation und ausgesprochen armer tierischer Besiedlung scheint doch wohl dagegen zu sprechen.

Methode:  
Winkler (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Zusatz



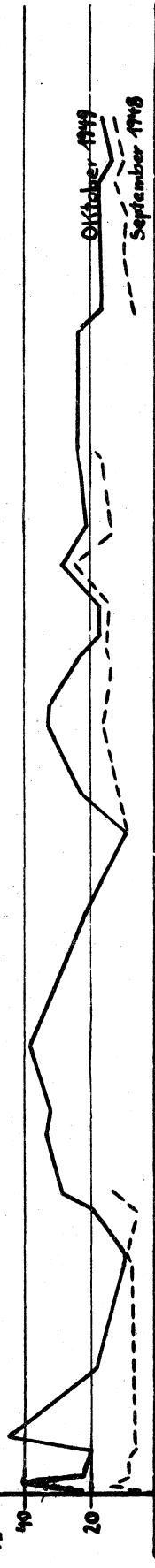
Kaliumpermanganat - Verbrauch Oktober 1979

Bestimmung nach 24-stündiger Einwirkung von  $KMnO_4$  bei normaler Tagstemperatur ( $H_2SO_4$  Zusatz und  $(COOH)_2$  Zugabe, Rücktitration mit  $n/10 KMnO_4$  Lsg.)



Freie Kohlensäure  $CO_2 + H_2CO_3$

Winkler (Titration mit NaOH)

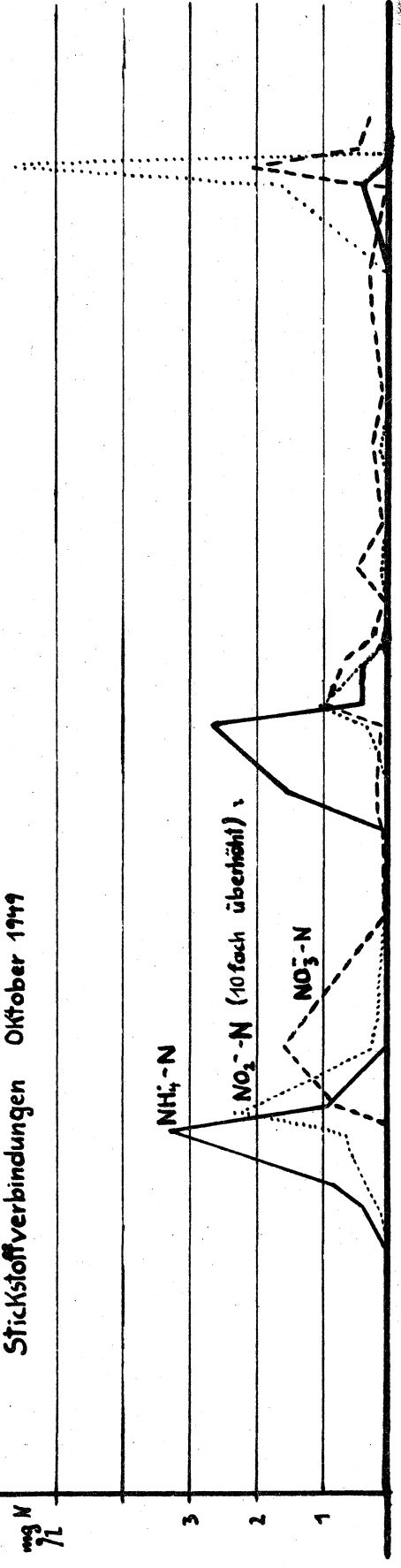


Stickstoffverbindungen Oktober 1979

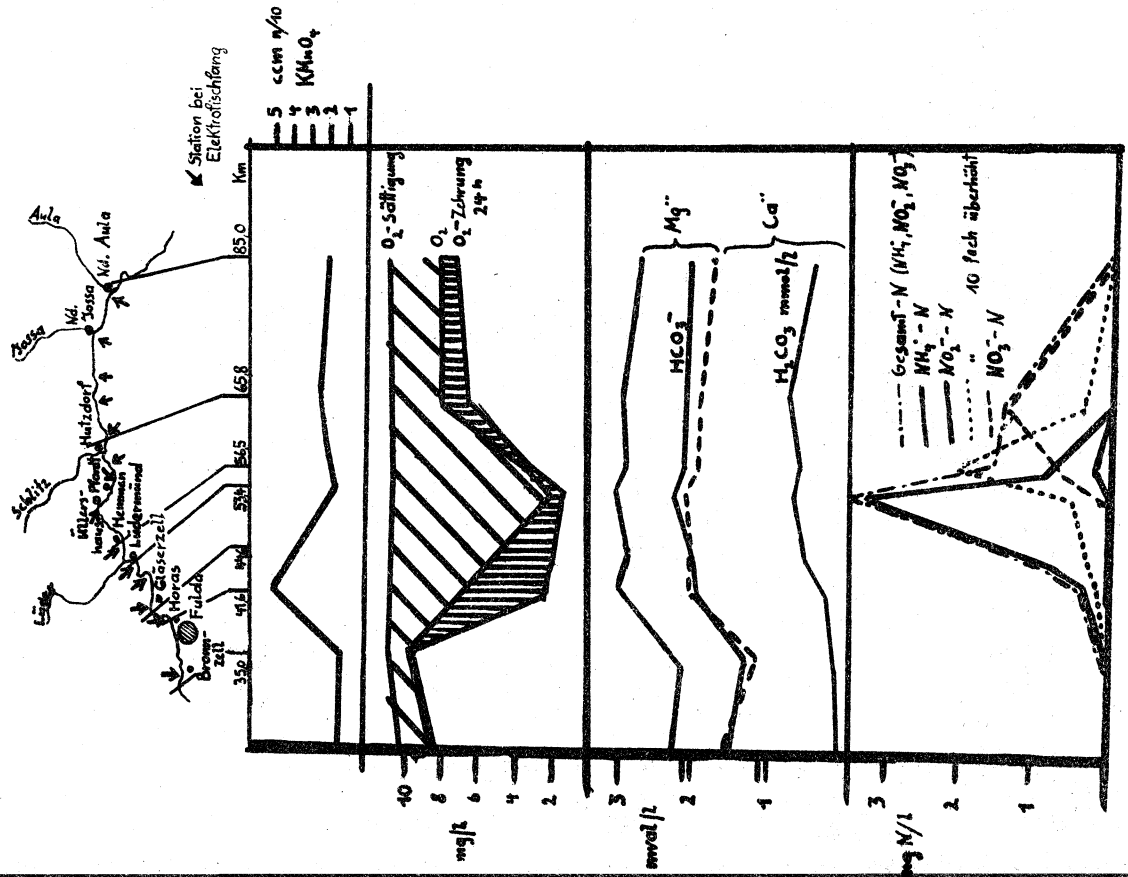
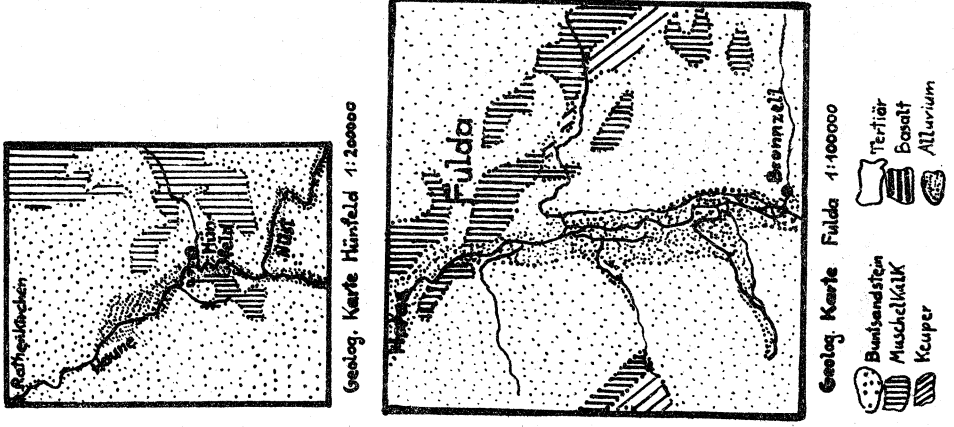
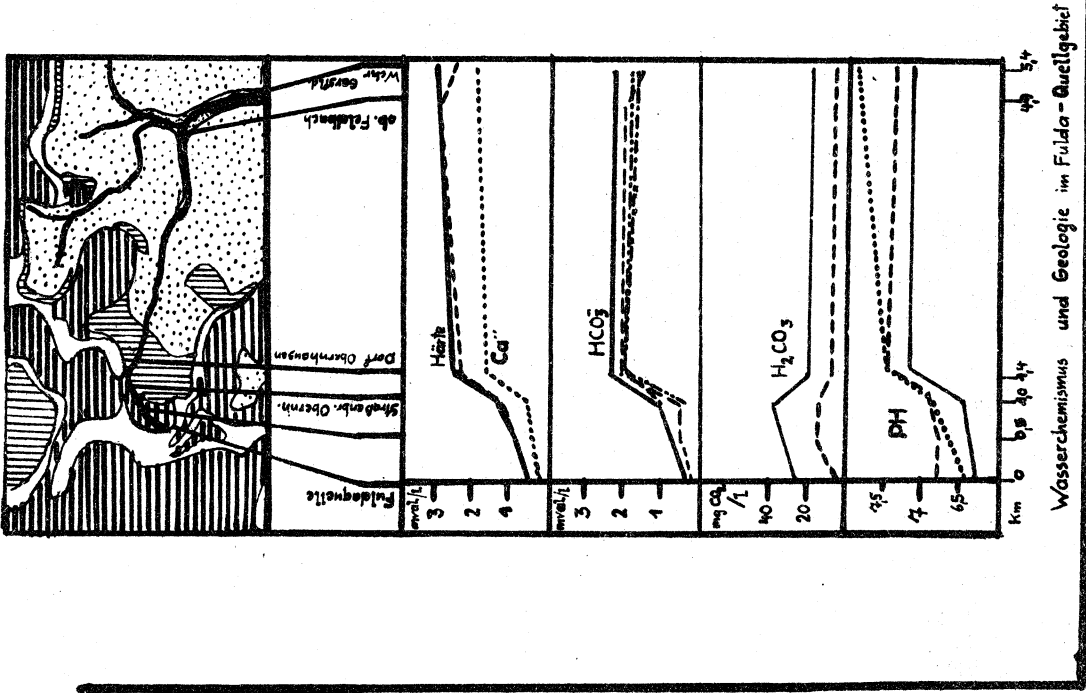
$NH_4^+$ -N (Nessler Reagenz)

$NO_2^-$ -N (Walfenberg, Sulfanilsäure o. Naphthylamin)

$NO_3^-$ -N (Müller, Diphenylamin)



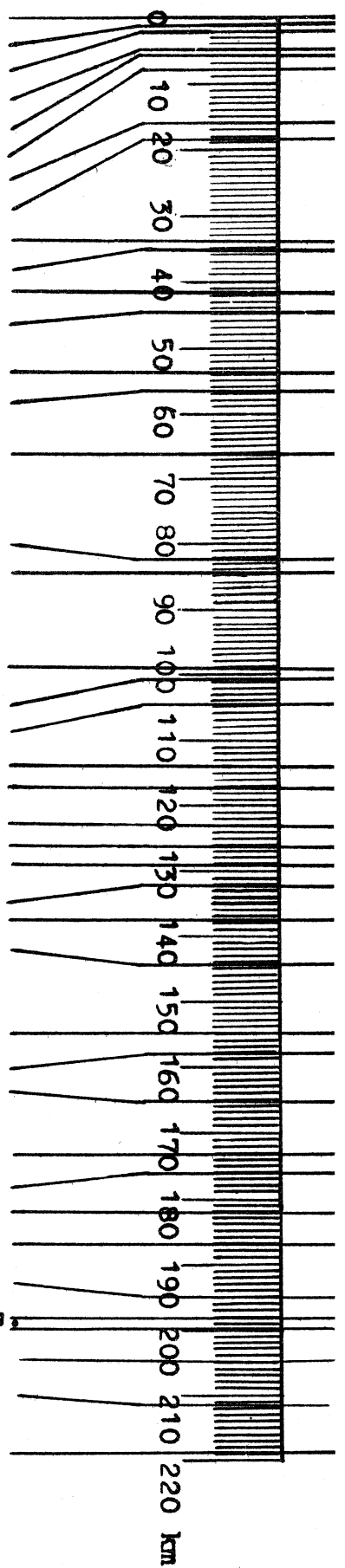
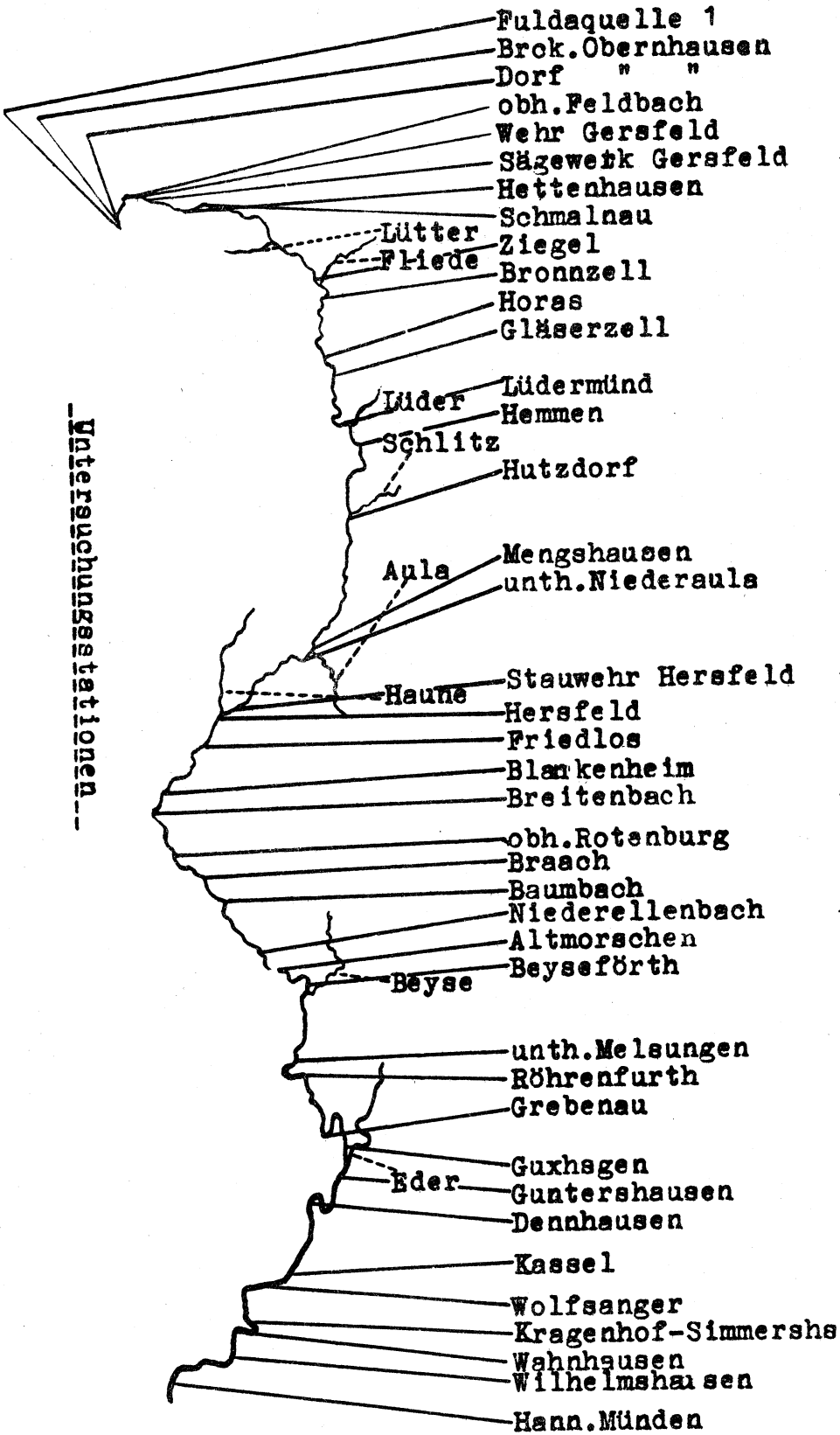




**Biologische Selbstreinigung bei Fulda**

(Bemerkung zum N-Haushalt: Die Oxidation zu NO<sub>3</sub> durch Nitratbakterien ist im fließenden Wasser sehr wenig wahrscheinlich (Diskussionsinwand v. Prof. Rippe, Göttingen). Da keine Untersuchungen über die Anwesenheit von Nitratbakterien durchgeführt wurden können die chemischen Befunde auch folgendermaßen gedeutet werden: 1) Fallen der NH<sub>4</sub>-Kurve: Pflanzen nehmen NH<sub>4</sub> auf, 2) Ansteigen der NO<sub>3</sub>-Kurve: Pflanzen nehmen bevorzugend NH<sub>4</sub> auf, sodap eingewaschenes NO<sub>3</sub> das normaler Weise gleich ausgezehrt wird, sich ansammeln kann, bis NH<sub>4</sub> vollkommen verzehrt ist. Vorzugsweise NH<sub>4</sub> Aufnahme wie z.B. Harvey für Diatomeenkulturen nach.)

---Untersuchungsstationen---



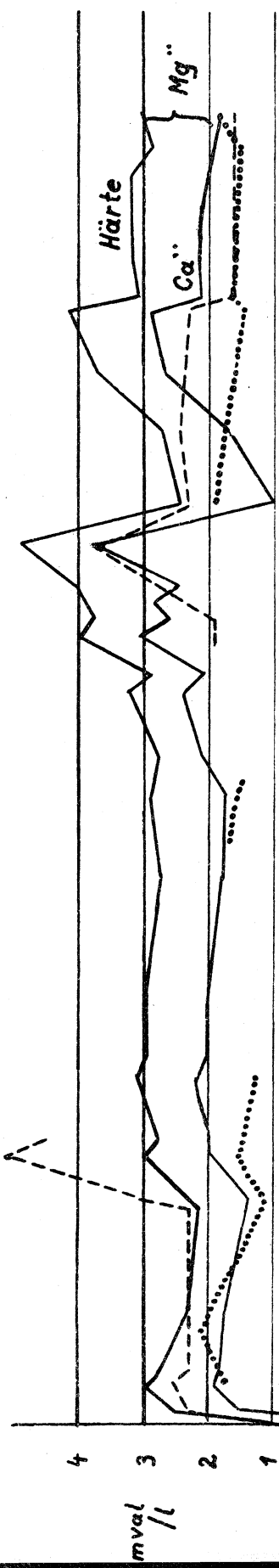
Methode:  
Blacher  
Kothoff

Alkalinität

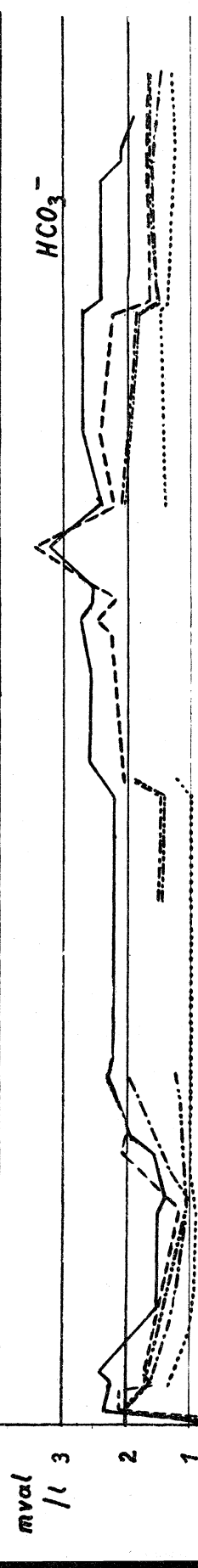
Winkler  
(Mohr)

Klut

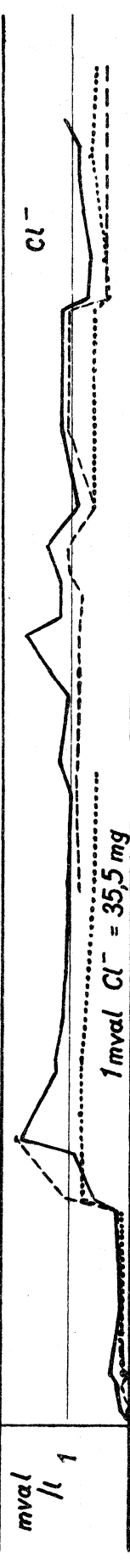
Müller  
(Diphenylamin)



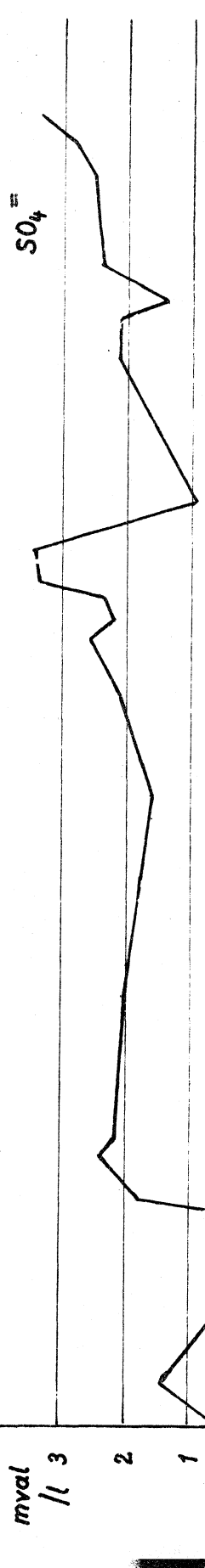
1 mval Ca = 20,04 mg 1 mval Mg = 12,16 mg 1 mval = 2,8° dH



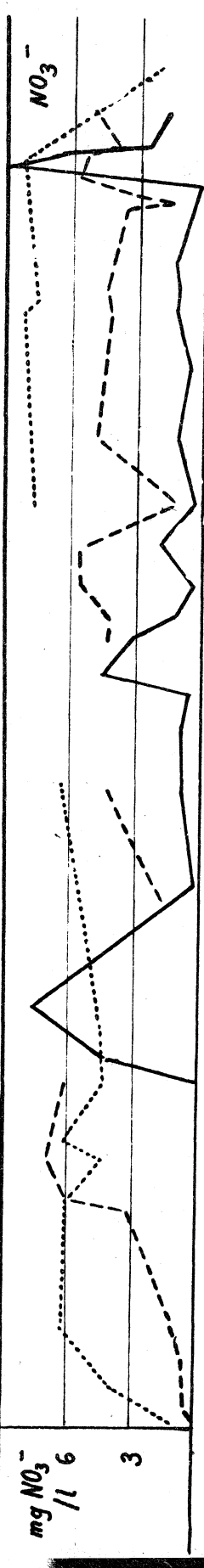
1 mval HCO₃⁻ = 61,02 mg



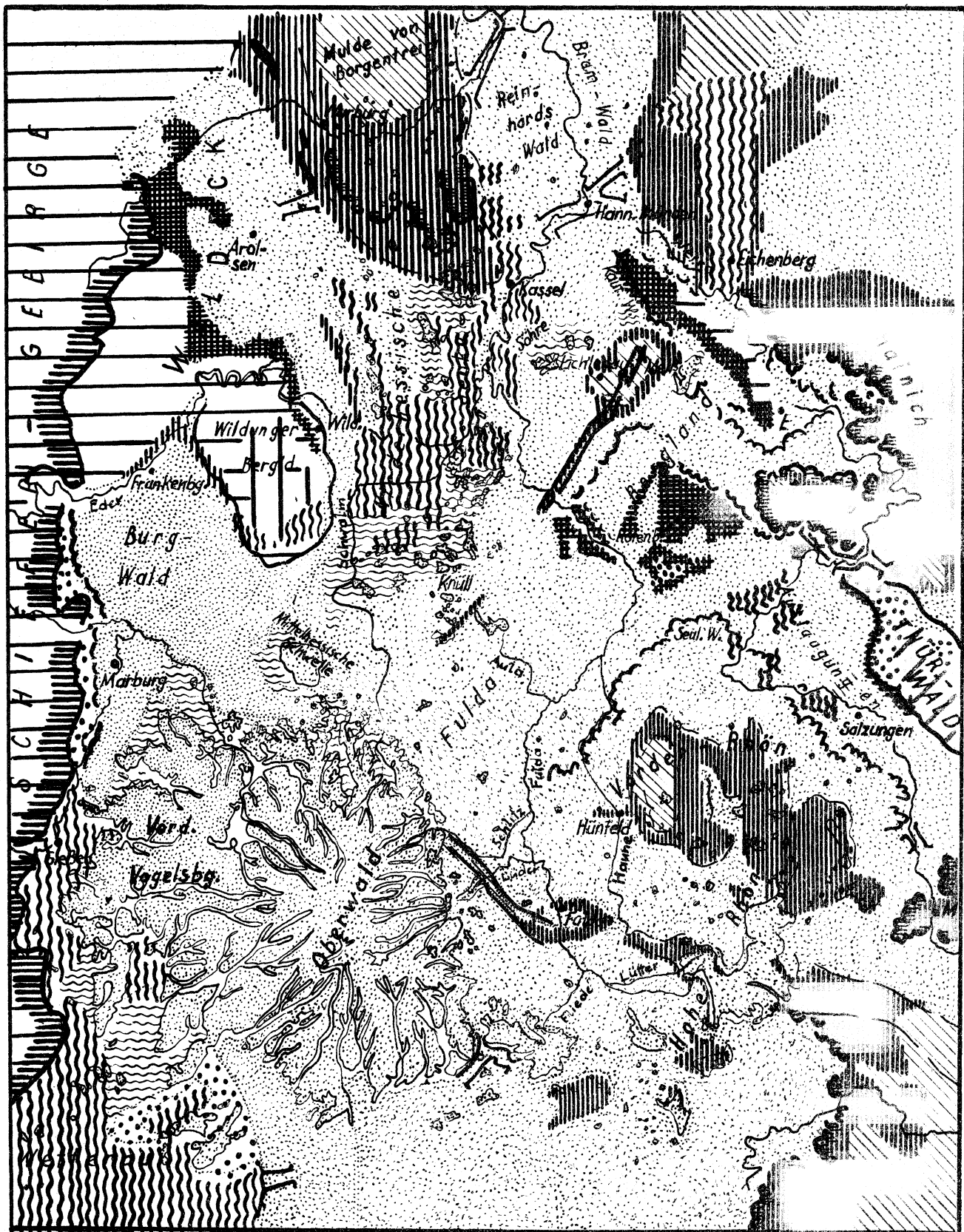
1 mval Cl⁻ = 35,5 mg















1 mval SO₄²⁻ = 48,04 mg



— Oktober 1949    --- September 1948    ..... April 1948    - - - - - Mai 1948    - - - - - Juli Aug. 1948



	Granit, Gneis, Glsch		Keuper		Muschelk. Stufe
	Devon		Jura		Graben
	Karbon		Tertiär		Mulde
	Rotliegendes		Diluvium		Paß
	Zechstein		Basalt		Rhein. Schiefer Geb.
	Buntsandstein		Buntsdst. Stufe		
	Muschelkalk				

Geologisch-morphologische Karte von Hessen

1:750000 (nach Braun, verändert)