

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet

Auf Veranlassung der Reichskommission zur Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen

Das Moselgebiet

Tein, Maximilian von

1905

Bodenbeschaffenheit, Durchlässigkeit und Quellbildung

[urn:nbn:de:bsz:31-39119](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-39119)

liche Höhen und ist teilweise von ausgedehnten Torfmooren bedeckt.

Die Beteiligung der einzelnen Oberflächenformen, deren ungefähre gegenseitige Abgrenzung sich in der Übersichtskarte der Höhenverhältnisse (Tafel I) eingetragen findet, und der verschiedenen Höhenstufen an der vertikalen Gliederung des Moselgebietes ist wie folgt festgestellt worden:

Höhenlage	Vogesen	Stufen- land- schaft	Hunsrück	Luxem- burger Tafel- land	Ar- dennen und Eifel	Moselgebiet	
	qkm	qkm	qkm	qkm	qkm	qkm	%
unter 200	—	1 091	138	258	331	1 818	6,4
200—300	305	8 580	631	1 073	300	10 889	38,6
300—400	1 084	4 117	1 129	1 569	817	8 716	31,0
400—500	743	293	742	74	2 198	4 050	14,1
500—600	553	9	256	—	991	1 809	6,4
600—700	267	—	78	—	96	441	1,6
700—800	194	—	—	—	—	194	0,7
800—1000	273	—	—	—	—	273	1,0
über 1000	40	—	—	—	—	40	0,2
Gesamtfläche:	3459	14 090	2974	2974	4733	28 230	100,0
Mittelhöhe:	492	280	370	312	427	340	—

Die Vogesen, als der höchste Bestandteil des Moselgebietes, erreichen gegen 500 m Mittelhöhe, bedecken indes nur $\frac{1}{8}$ der Einzugsfläche des ganzen Gebietes. Ardennen und Eifel ragen durchschnittlich noch über 400 m auf, auch der Hunsrück erhebt sich mit 370 m mittlerer Höhe über das Durchschnittsmaß des Gesamtgebietes; unter diesem bleiben das Luxemburger Tafelland und seine südliche Fortsetzung, die Lothringer Stufenlandschaften, zusammen 60% der Fläche des ganzen Moselgebietes.

Die Geländeneigungen erreichen im Moselgebiete durchschnittlich kaum 10‰ und gehen selbst in den oberen Talaustritten der Gewässer selten über 50‰ hinaus. Der größere Teil des Einzugsgebietes ist hochflächenartig gestaltet; nur in den Vogesentälern und im rheinischen Schiefergebirge begegnet man zuweilen stark geneigten Tallehnen.

Der Kennzeichnung der Höhenverhältnisse des Moselgebietes soll die beigegebene Schichtenkarte (Tafel I*) dienen, auf der die Oberflächenformen durch Linien gleicher Meereshöhen — bei starker Geländeneigung in 100 m, bei geringer in 50 m Abstand — dargestellt worden sind. Die wichtigsten Erhebungen sind durch eingeschriebene Höhenzahlen besonders bezeichnet. Sodann dienen dem gleichen Zwecke eine Reihe von Geländeschnitten durch das Moselgebiet (Tafel V), deren Lage in der Tafel I angegeben ist. Die Schnitte sind derart gelegt und ihr Maßstab ist so gewählt, daß sie die Gestalt der Täler und Gerinne der Mosel wie auch der größeren Nebenflüsse noch deutlich erkennen lassen.

*) Die Höhengleichungskarte ist bearbeitet auf Grund der neuen, von der kgl. preuß. Landesaufnahme herausgegebenen Karte des Deutschen Reiches in 1:200 000 mit Höhenkurven; diese Karte umfaßt bis auf einen kleinen Abschnitt des französischen Departements Vosges zugleich die in das Moselgebiet fallenden Teile von Frankreich, Belgien und Luxemburg.

Bodenbeschaffenheit, Durchlässigkeit und Quellbildung. Infolge seiner wechselvollen Entwicklung kommen im Moselgebiete neben den Urgebirgsfelsarten fast die sämtlichen Sedimentablagerungen vom Kambrium bis zum neuzeitlichen Schwemmlande und ältere wie jüngere Massengesteine zutage, wenngleich hier einige, in benachbarten Gebieten mächtig entwickelte Stufen durch Erosion und Abschwemmung in späterer Zeit wieder fast völlig abgetragen worden sind.

Der häufige Wechsel von — namentlich in ihrem Verhalten zum Wasser — zuweilen sehr verschiedenen Gebirgsarten in Verbindung mit dem mannigfach gegliederten Oberflächenrelief bewirken eine reiche und stellenweise ergiebige Quellbildung und die Entstehung kräftiger Gewässer.

Die Darstellung des Zusammenhanges zwischen Durchlässigkeit und Quellbildung wird daher wohl zweckmäßig von einer kurzen Übersicht der Zusammensetzung der Oberflächenschichten und ihres Verhaltens zum Wasser ausgehen.

Das kristallinische Urgebirge tritt innerhalb des Moselgebietes nur in dem Hauptgebirgsstocke der Vogesen und zwar der Mosel entlang von ihren Quellen bis Epinal und an der Meurthe bis gegen St. Dié zutage, bildet aber, wie aus vereinzelt Vorkommen in der Nachbarschaft des Gebietes: in der Rheinpfalz bei Battenberg, im Hohen Venn bei Lammersdorf, ferner wie aus den Einschlüssen der Eifel-Laven und -Tuffen gefolgert werden darf, den Untergrund der jüngeren Sedimentschichten im ganzen Moselgebiete. In den Vogesen ist das Urgebirge überall, wo es zutage kommt, steil aufgerichtet und gefaltet und streicht im allgemeinen von Südwest nach Nordost; es ist ein Bruchstück eines alten, mächtigen Faltengebirges, das in der älteren Kohlenzeit entstanden ist und in der jüngeren sich vom französischen Zentralplateau bis zum Böhmerwald erstreckt hat. Der Gneis sowohl, wie seine granitischen und granulitischen Abarten erscheinen in zwei großen und mehreren kleineren Schollen an der Oberfläche. Die erste beginnt an der Mosel unweit Remiremont und zieht in nordöstlicher Richtung, sich allmählich von 3 auf 10 km verbreitend, bis zur Vologne; die andere setzt etwa 12 km weiter aufwärts an der Vologne nahe dem Lac de Longemer ein und verläuft ebenfalls nordöstlich, jedoch in vielfach wechselnder Breite, bis zu den Quellen der Fave. Das Tal der Vologne selbst folgt der Verwerfungsspalte, an welcher die erste Gneisscholle abschneidet und in deren Verlängerung die zweite anfängt. Im Süden und im Nordosten des Gneises erscheinen als kristallinische Grundgebirge gewaltige Massen von Granit oder granitähnlichen Gesteinen stellenweise mit Amphiboliteinlagerungen. Der Granit zeichnet sich, wo er den Hauptkamm der Vogesen bildet, durch reichlichen Glimmergehalt, porphyrtartige Ausbildung des Gefüges und das Auftreten säulenartig entwickelter Hornblende aus. In den westlichen Randzonen wird der Granit dagegen fest und arm an Glimmer, so daß er früher zuweilen als Diorit bezeichnet worden ist. Der Granit hat sowohl den Gneis als auch die mit dem Gneis

zusammengefalteten, im Quellgebiete der Mosel zutage kommenden Kulmschichten durchbrochen und stellenweise überdeckt; die Granitdurchbrüche werden daher gegen Abschluß der Kohlenzeit und wohl im Gefolge der Auffaltung der Gneisschichten eingetreten sein. Im Vergleiche zu der Ausbreitung des Granites kommen die übrigen, im Hauptgebirgsstocke der Vogesen noch auftretenden Eruptivgesteine weder an Masse noch Bedeutung in Betracht.

Noch innerhalb des kristallinen Grundgebirges treten, namentlich in den Quellgebieten der Meurthe vereinzelt versteinungsleere Schiefer und Grauwacken auf, welche wahrscheinlich den untersten Stufen des Devon angehören, die hier auf ihrer kristallinen Grundlage zutage kommen. Viel ausgedehnter ist jedoch das Verbreitungsgebiet des Devon im Norden des Moselgebietes, wo es den größeren Teil des Hunsrück, der Eifel und der Ardennen umfaßt. Das Devon im rheinischen Schiefergebirge besteht aus einer insgesamt 3000 bis 4000 m mächtigen Folge von Tonschiefern, Grauwacken und Kalksteinen. Die Tonschiefer, aus Quarz und Glimmer bestehend, haben teils klastische, teils kristallinische Beschaffenheit zum Unterschiede von den am Südrande des Hunsrück auftretenden Phylliten, die größtenteils kristallinische Natur besitzen und wegen ihres gleichzeitigen Albitgehaltes als »Sericitgneise« bezeichnet worden sind. Die devonischen Tonschiefer spalten leicht in dünne Platten; die Schieferung, eine Folgeerscheinung des Druckes bei der Gebirgsfaltung, steht meist senkrecht oder doch in steilen Winkeln zu der durch die Sedimentbildung erzeugten Schichtfläche. Die Grauwacken sind quarzreiche Sandsteine mit einem kieselig-tonigen Bindemittel, gewöhnlich durch feinverteilte Kohlenstäubchen dunkel gefärbt. Manchmal ist das Bindemittel nur kieselig und es entstehen dann sehr harte und spröde Sandsteine, die als »Quarzite« bezeichnet werden.

Von den im Moselgebiete oberflächlich auftretenden Devonbildungen ist die unterste (älteste) Abteilung am weitesten verbreitet; sie wird in mehrere Stufen gegliedert und besteht vorwiegend aus Quarziten, aus dunkelblaugrauen oder schwärzlichen Tonschiefern und aus ächten Grauwacken.

Die Quarzite, gegen 500 m mächtig, sind wegen ihrer großen Härte sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung des fließenden Wassers und ragen daher vielfach — die darunter liegenden, weicheren Tonschiefer schützend — als hohe und lange Bergrücken aus dem Schiefergebirge hervor; sie bilden andererseits auch die riffartig die Gerinne der Mosel und ihrer Nebenflüsse im Schiefergebirge durchziehenden Schwellen und verursachen hier den langsamen Fortschritt der Erosion und das immerhin noch kräftige Gefälle dieser Gewässer über den als Furten bezeichneten Stromschnellen.

Die Hunsrückschiefer bedecken einen großen Teil der weiten Hochflächen, in welchen der Hunsrück gegen das Moseltal abfällt; sie durchziehen auch die Eifel in zwei breiten Streifen und verbreiten sich im südlichen Streifen von der Mosel bis zu einer von Vianden über Manderscheid nach Mayen führenden Linie, während der

nördliche Streifen das Moselgebiet nur mehr an den Quellen der Our erreicht. Auf den Hunsrückschiefern liegt bei regelmäßiger Lagerung eine mächtige Folge von Schichten ächter Grauwacken, »untere Coblenz-Grauwacken« genannt, jedoch ist die Grenze beider Stufen wegen mehrfacher Wechsellagerungen nicht mit voller Sicherheit festzustellen. Die Grauwacken, Quarzsandsteine von meist grünlichgrauer Färbung werden durch eindringendes Niederschlagswasser leicht ihres Kalkgehaltes beraubt und dann klüftig und porös. Die übrigen, jüngeren Stufen des Unterdevon, welche als Haliseriten-Schiefer, Coblenz-Quarzit, Chondriten-Schiefer und obere Coblenz-Grauwacken unterschieden werden, sind innerhalb des Hunsrück nur mehr an der unteren Mosel erhalten, im übrigen durch Verwitterung und Abschwemmung beseitigt; dagegen bestehen der Kondelwald an der Mosel sowie die Höhenrücken der Schnee-Eifel aus Coblenz-Quarzit, während die oberen Coblenz-Grauwacken namentlich zwischen Wittlich und Alf an der unteren Mosel, ferner unweit Waxweiler zwischen der Prüm und Nims sowie an verschiedenen anderen Orten im Schiefergebirge angetroffen werden.

Das mittlere Devon, auch als »Eifeler Kalk« bezeichnet, ist im Moselgebiete in bemerkenswerter oberflächlicher Ausdehnung nur an der oberen Sauer, südlich von Bastogne, sodann im Quellgebiete der Nims und an der Kill bei Kronenburg ferner unweit Stadtkill, sowie zwischen Hillesheim und Gerolstein nachgewiesen; seine Schichten bestehen aus einer mehr als 200 m mächtigen Folge von Tonschiefern und kalkreichen, leicht verwitterbaren Schiefern und 300 bis 400 m mächtigen Bänken von halbkristallinen, hellgrauen, massigen Kalken — häufig von Diabasströmen durchbrochen. Die in anderen Teilen des rheinischen Schiefergebirges stellenweise mächtig entwickelten Schiefer- und Kalkschichten des Oberdevon fehlen — die Devonnulde an den Quellen der Nims ausgenommen — im Moselgebiete vollständig.

Zwischen dem Südostabfalle des Hunsrück und den Nordvogesen im pfälzischen Westrich liegen in muldenförmiger Einlagerung namentlich an der Saar und im Quellengebiete der Blies mächtige Schichten der Kohlen- und Überkohlenzeit, die aber gleichwohl an der Zusammensetzung der oberflächlichen Gesteinsdecke des Moselgebietes nicht hervorragend teilnehmen; sie beginnen hier erst mit den Schichten der produktiven Steinkohle, während jene des Kulm nur in den Südvogesen, im Quellengebiete der Mosel zutage kommen und dort in die Faltung des Urgebirgsstockes einbezogen sind. Die Kohlen-schichten in der Saarmulde kommen nur im südlichen Abschnitte derselben an die Oberfläche; sie bestehen hier vorwiegend aus Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefertönen, vielfach in Wechsellagerung mit Kohlenflözen; unter diesen Gesteinsbildungen dürfen die Konglomerate und Sandsteine als die wasserführenden Schichten betrachtet werden; wo sie auf dem minder durchlässigen Schiefertone lagern, bilden sich Wasseransammlungen; indes sind die Quellen nicht bedeutend und namentlich nicht nachhaltig.

Im nördlichen Teile der Saarmulde werden die Kohlen-schichten vollständig von dem Rotliegenden überdeckt; am Südrande des Hunsrück fehlt indes das Kohlengebirge und das untere Rotliegende ruht unmittelbar auf den Devonschichten. Die Entstehung des Rotliegenden fällt in die Zeit der Auffaltung des devonischen Schiefergebirges, ebenso wie die Bildung der gewaltigen Porphy- und Melaphyrdecken, die sich in gleichförmiger Lagerung zwischen oder über den rotliegenden Absätzen befinden und als eruptive Folgeerscheinung jener Bewegungen anzusehen sind.

Das Rotliegende am Südrande des Hunsrück besteht aus einer mächtigen Schichtenfolge von quarzitischen, stark gerundeten Konglomeraten und roten oder dunkelgefärbten Sandsteinen — stellenweise wechsellagernd mit Schiefertönen oder mit schwachen, nicht abbauwürdigen Kohlenflözen. Wegen der kapillaren Hohlräume, namentlich der Konglomerate, sowie wegen der oft starken Zerklüftung der Eruptivgesteine sind die rotliegenden Schichten der Quellbildung im allgemeinen günstig, wenn auch wegen der häufigen undurchlässigen Zwischenlagen die Quellen meist nur wenig ergiebig sind. In viel geringerer Mächtigkeit, als an der unteren Saar, erscheint das Rotliegende im Moselgebiete auch am Rande des kristallinen Grundgebirges der Vogesen, südlich von Remiremont an der Mosel, wo die Schiefertöne und Porphyre sich auf dem Gneis ausbreiten, sowie in der Umgegend von St. Dié an der Meurthe. Hier bilden ebenfalls Gneis, zuweilen auch Granit oder devonische Schichten das Liegende der Tonsandsteine, Konglomerate und Porphy- oder Melaphyrdecken. Das Rotliegende setzt sich auch unter dem Buntsandstein südlich bis in das Tal der Vologne, nördlich bis zur Breusch fort, wo es erst an den Abhängen des Voyemont und Climont bei Saales wieder zutage kommt.

Unmittelbar über dem kristallinen Grundgebirge — stellenweise, wie im Becken von St. Dié, auch erst auf zwischenlagernden Schichten des Rotliegenden, folgen an den Westabhängen der Vogesen in übergreifender und meist in ungleichförmiger Lagerung der bunte Sandstein, der Muschelkalk und der Keuper. Die Trias nimmt an der Zusammensetzung der Gesteinsdecke des Moselgebietes hervorragend teil; sie lagert, im Gegensatz zu dem gefalteten kristallinen und paläozoischen Grundgebirge in zerstückten Tafeln, die, je weiter sie von den östlichen Randgebirgen entfernt sind, um so tiefer nach Westen zu einsinken.

Der Buntsandstein umzieht das Grundgebirge in den westlichen und nordwestlichen Teilen der Vogesen in einem 12 bis 18 km breiten Streifen; er bildet das Taggebirge im größeren Teile der Haardt, umsäumt das Kohlengebirge im Süden und Westen, grenzt die ganze Triasbucht von Trier gegen das ältere Gebirge ab und findet sich in geringer Ausbreitung im Norden von Gerolstein als Rest der ehemaligen Buntsandsteindecke des rheinischen Schiefergebirges in das Mitteldevon eingelagert. In den Vogesen steigen die Tafeln oft bis zu bedeutenden Höhen auf, während tief eingeschnittene Täler die meist horizontal gelagerten Schichten durchschneiden. Der untere

Buntsandstein fehlt in den Vogesen vollständig; die Hauptmasse wird durch den, der mittleren Stufe zugehörigen »Vogesensandstein« (grès Vosgien) gebildet, der hellrot gefärbt, in dicken Bänken auftritt. In vielen Fällen bilden widerstandsfähige Konglomerate über diesem eine schützende Decklage für die weicheren Sandsteinschichten. Der obere Buntsandstein, hier nach der zuweilen in demselben beobachteten *Voltzia heterophylla* »Votziensandstein« genannt, ist ziemlich gleichmäßig in einer Mächtigkeit von 25 bis 30 m entwickelt und besteht meist aus roten und weißen feinkörnigen Sandsteinen, denen häufig Schieferletten eingelagert sind. Zwischen dem Buntsandstein und dem älteren Gebirge befinden sich fast überall mehr und minder starke Lettenschichten, die zur Quellbildung veranlassen. In den pfälzischen Nordvogesen, wo auch der untere Buntsandstein zur Ablagerung gekommen ist, erreicht das Sandsteingebirge eine Gesamtmächtigkeit von etwa 500 m. Die Schichten fallen flach muldenförmig von Nordwest und Südost gegen eine Linie ein, die fast gerade und annähernd 3 km südlich an Saargemünd vorbei über Zweibrücken und Kaiserslautern zieht. Zur Quellenbildung führen hier hauptsächlich die Bänke des Hauptbuntsandsteines, sowie die Konglomerate an der Grenze des unteren und oberen Buntsandsteines; doch erreichen die Wasseransammlungen wegen häufiger toniger oder lettiger Zwischenlagen nur selten größere Ausdehnung. Am Süd- und Westrande des Kohlengebirges lagert der Buntsandstein als Vogesen- und Votziensandstein mit Konglomeraten in geringer Ausbreitung über den Quarzsandsteinen der Kohlenzeit; das Bindemittel ist spärlich vorhanden, die Gesteinsbeschaffenheit locker, die ganze Buntsandsteinzone daher verhältnismäßig arm an Quellen. Im Triasbecken von Trier und in der Eifel folgen über der devonischen Grundlage — stellenweise auch, wie bei Trier und Wittlich über dem zwischenlagernden Rotliegenden — zunächst Konglomerate, aus den Quarziten des Unterdevon entstanden, hierauf Quarzsandsteine; sie entsprechen dem unteren und mittleren Buntsandstein des übrigen Moselgebietes. Der Buntsandstein erreicht in der Gegend von Trier noch 150 m Mächtigkeit, nimmt gegen den Rand der Triasmulde aber bis auf etwa 30 m ab; weiter westlich, über Luxemburg hinaus, verschwindet er vollständig.

Der Muschelkalk begleitet den Buntsandstein längs dessen ganzer Westgrenze und bildet die niedrigen Tafellandschaften, welche auf dieser Seite dem Buntsandsteingebirge vorgelagert sind. Die untere Stufe ist vorwiegend als »Muschelsandstein« entwickelt, ein Tonsandstein mit reichlichen Muschelbetten und mit vereinzelt Bänken von dolomitischer, sandiger und kalkiger Beschaffenheit; sie wird in Lothringen gegen 40 m, an der Saar und bei Trier über 70 m mächtig. Die mittlere Stufe besteht aus Tonen und Mergeln und in den oberen Lagen aus plattigen Dolomiten; ihre Mächtigkeit ist im ganzen Moselgebiete ziemlich gleichartig; sie erreicht etwa 70 m. Die dritte Stufe wird von festen Kalksteinen »Trochiten- und Nodosus-Kalk« gebildet, die nach oben hin in dolomitische Kalkschichten übergehen. Die Kalkbänke, an der Saar von etwa 80 m, im Trierer Gebiete von mehr als 150 m, in Lothringen von vielfach wechselnder

Mächtigkeit, erzeugen in Verbindung mit den Ton- und Mergellagen einen reichlichen und sehr ergiebigen Quellenhorizont. Westlich der Sauer verschwindet eine Stufe nach der anderen; es bleiben nur mehr die Konglomerate des oberen Muschelkalkes, welche, aus den Quarziten des Devongebirges hervorgegangen, von den Konglomeraten des Buntsandsteins am Fuße der Eifel und des Hunsrück kaum zu unterscheiden sind.

Die Keuperbildungen breiten sich namentlich im südlichen und mittleren Teile des Moselgebietes in verhältnismäßig gleichförmiger Lagerung zwischen Muschelkalk und Jura aus, wo sie weite Flächen einer welligen Landschaft bedecken, selbst indes an zahlreichen Stellen von diluvialen und alluvialen Ablagerungen verhüllt werden. Die größte Ausbreitung — etwa 55 km — erreichen sie unweit Falkenberg an der Nied, wo sie von der Saar bis zur Französischen Nied verfolgt werden können. Von hier begleiten sie in einem Streifen von wechselnder Breite den Muschelkalk nordwärts bis in die Gegend von Bitburg und dann in fast gerader, west-südwestlicher Richtung bis zu den Quellen der Attert. Der Keuper beginnt in Lothringen im allgemeinen über den steileren Muschelkalkabhängigen mit sanfteren Oberflächenformen, die durch leichter verwitterbare dolomitische Kalke und Mergel gebildet werden. In der weiteren Folge erscheinen sodann — an einigen Orten in bedeutender Mächtigkeit — die buntgefärbten Schieferletten und quarzitischen Sandsteine des »Salz- oder Gipskeuper«, deren Steinsalz- und Gipslager stellenweise ausgebeutet werden; sie zählen, namentlich nach vorausgegangener Durchtränkung der Oberflächenschichten mit Wasser zu den schwer durchlässigen Gebirgsarten und führen zur Bildung der zahlreichen stehenden Gewässer im Westen der oberen Saar. Über dem Gipskeuper lagern ferner feinkörnige, graue Sandsteine »Schilfsandstein« genannt und hell gefärbte Dolomite; die beiden Stufen sind nicht sehr mächtig; stellenweise fehlen sie vollständig. Der Rhät besteht in Lothringen aus bunten und schwarzen Tonen und Mergeln sowie aus einem hellgefärbten Quarzsandstein, der an einigen Orten gegen 20 m mächtig wird. Im nördlichen Teile des Moselgebietes, am Rande der Eifel und der Ardennen, zeigen die Grenzschichten des unteren Keupers vorherrschend konglomeratische Ausbildung. Gipskeuper und Steinmergel sind mächtig entwickelt; sie bestehen hier, wie in der ganzen Triasbucht von Trier vorwiegend aus roten Schieferletten mit zwischenlagernden quarzitischen Sandsteinbänken; die Schilfsandsteine lassen sich bis zur Sauer verfolgen und verschwinden nordwestlich und westlich von Echternach vollständig. Der obere Keuper ist in der Trierer Bucht nur wenige Meter mächtig und besteht aus dünnblättrigen, schwarzen Tonletten und grauen Sandsteinen.

Neben den Triasgesteinen nehmen die Jurabildungen im Moselgebiete, wo sie an dem Aufbau der Lothringer Stufenlandschaften wesentlich beteiligt sind, den weitesten Raum ein. Sie beginnen im allgemeinen westlich der Linie Mirecourt—Charmes—Château-Salins—Sierck—Echternach ohne oberflächlich besonders hervortretende Grenze

mit den konkordant über den Triastafeln liegenden, flach nach Westen einfallenden Schichten des Lias. Der untere Lias, von den roten Tonen des darunter liegenden Rhät scharf unterscheidbar, bildet eine, im Süden gegen 200 m, in Luxemburg fast 300 m mächtige Reihe meist dunkelgefärbter kalkiger, toniger und sandiger Schichten. Im südlichen und mittleren Teile des Moselgebietes herrschen leicht verwitterbare, dünnbankige Kalksteine mit blauen Mergeln und Tonen vor; nördlich von Diedenhofen treten daneben feste Sandsteinmassen auf. In Luxemburg erreichen die Liassandsteine eine sonst nicht gewöhnliche Mächtigkeit; sie bilden hier ein von engen Tälern vielfach durchschnittenes, schwach gegen Südwest einfallendes Tafelland, während die steilen, zerklüfteten Sandsteinfelsen meist auf Mergeln und tonigen Kalkgesteinen aufliegen, wodurch ein wichtiger Quellenhorizont erzeugt wird. Über dem unteren Lias folgen meist schiefrige, graue und sandige Tone und Mergel, in Luxemburg bituminöse Schiefer und die übrigen, etwa 60 m mächtigen Schichten des oberen Lias. Infolge des vielfachen Wechsels wasserdurchlässiger Sandsteine, Kalke und Schiefer mit undurchlässigen Tonen sind die Liasschichten reich an Quellen, diese aber wegen der geringen Mächtigkeit der Schichten nur selten nachhaltig.

Auf die Mergel und Tone des Lias folgen in Lothringen und Luxemburg zunächst ähnliche Gesteine des unteren Doggers, welche von den oberen Liasschichten kaum zu unterscheiden sind, sodann plastische Tone und hierauf mächtige Oolith-Kalkfelsen mit bedeutenden Eisenerzlagerstätten. Die braunen, eisenschüssigen Kalke werden in Luxemburg gegen 50 m mächtig; sie werden von heller gefärbten Kalkfelsen in mindestens ebenso starker Entwicklung überlagert. Im südlichen Teile von Lothringen findet sich über den unteren tonigen und mergeligen Schichten harter Kalk, der nach oben hin oolithisch wird. Die Gesteine des Doggers sind gegen die Einflüsse des Wassers und der atmosphärischen Luft widerstandsfähiger, als die Liasschichten. Die zutage tretenden Schichtenköpfe der schwach aufgekippten Oolithbänke bilden hierwegen jähe, mauerartige Abstürze, vielfach von schluchtartig engen und tiefen Tälern durchschnitten. Je nach der Mächtigkeit der klüftigen Oolithe brechen über den fast immer undurchlässigen Tonschichten mehr und minder bedeutende Quellen hervor.

Über den hochflächenartig abgeglichenen Kalksteinfelsen des unteren und mittleren Doggers breiten sich zunächst oolithische Mergel und graue Tonmergel aus; sie bedecken die Jurahochfläche von Nancy bis gegen Toul und von Metz bis Conflans an der Orne; weiter westlich, bis zur Mosel-Maas-Wasserscheide lagern die Schichten der jüngeren Jurabildungen, der

Kelloway- und der Oxfordstufe. Schon oberflächlich durch quelliges, von stehenden Gewässern dicht besetztes Gelände gekennzeichnet, beginnen unweit Conflans die fast undurchlässigen, 20 bis 30 m mächtigen Oxford-Tonlager, welche in schwacher Neigung gegen Westen einfallen. Darüber erheben sich mit einem etwa 70 m hohen Steilrande die klüftigen und in den oberen Schichten oolithischen Kalkbänke der Riffkorallen. Am

Fuße des Steilrandes brechen zahllose kräftige Quellen hervor, die den Wasserreichtum der Orne, des Rupt de Mad und aller übrigen, von hier aus der Mosel zufließenden Gewässer bedingen. Auf dem Grate des Steilrandes verläuft die Wasserscheide gegen das Maasgebiet; es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, daß ein Teil des diesseits der Wasserscheide eindringenden Sickerwassers infolge der westlichen Schichtenneigung der Maas zugeführt werde.

Die Ablagerungen aus der Tertiärzeit beschränken sich im Moselgebiete fast nur auf die pliocänen Quarzsande und plastischen Tone sowie die Quarzgerölle zwischen Trier, Bitburg und Wittlich, ferner auf einige Stellen zur Rechten der Mosel und auf dem Hunsrück.

Bedeutungsvoller sind die gewaltigen diluvialen Absätze, welche teils als Spuren ehemaliger Vereisung, teils als Ablagerungen der diluvialen Gewässer erhalten geblieben sind. Im Moseltale waren die Gletscher vom Belchenstocke aus bis gegen Remiremont vorgedrungen, wo sie eine mächtige, gegenwärtig noch etwa 25 m hohe Stirnmoräne zurückgelassen haben; jedoch scheinen die nördlichen Teile der Vogesen und die Haardt nicht vereist gewesen zu sein, wohl aber die höchsten Teile der Ardennen und der Eifel, wenn auch unzweifelhafte Gletscherspuren dort bisher nicht gefunden worden sind. Die Mosel wie die Meurthe, die Agne, Vezouse, Seille, Saar und Nied werden auf einem großen Teile ihres Laufes von mächtigen diluvialen Kies- und Sandablagerungen, die sich stufenartig vom Flusse aus erheben, begleitet; diese Absätze erreichen im Tale der oberen Mosel bis gegen 70 m, im Nied- und Seilletale 55 m Höhe über dem jetzigen Gerinne; sie bestehen an der Mosel aus jurassischen und triassischen Gesteinen und aus Granit, an der Seille aus Quarzgerölle und Kalk, an der Nied aus jüngeren Trias- und älteren Juragesteinen, in den Tälern der Doggerhochflächen westlich der Mosel hauptsächlich aus Doggerkalk. Ungeheure Geröllmassen aus diluvialer Zeit lagern überdies in einem mehrere Kilometer breiten Streifen zwischen Lunéville, Gondrexange und Saarunion. Die diluviale Bedeckung der Lias- und Doggerflächen an der mittleren Mosel und zwischen der Mosel und Nied bestehen dagegen im wesentlichen aus 2 bis 3 m starken Lehmschichten; in diese eingestreut finden sich die Reste einer ehemaligen Malmbedeckung des Lothringer Stufenlandes. Der Malm sowohl, wie die mehrere hundert Meter mächtigen älteren Jurastufen sind in einem großartigen Verwitterungs- und Abschwemmungsprozesse allmählich weggeführt worden. Innerhalb des rheinischen Schiefergebirges begegnet man diluvialen Ablagerungen namentlich in den Durchbruchstätern der Mosel, der Saar und mehrerer kleiner Moselzuflüsse als Sand, Kies oder Gerölle führenden Lehm, auch als Absätzen früherer Flußläufe oder Resten alter Flußbetten, an der Sauer oberhalb ihres Eintritts in den Luxemburger Sandstein meist als Gehängeschutt, schließlich auch auf dem Hoch- und Irrwalde sowie auf dem angrenzenden Pfälzer Berglande als mächtigen und ausgedehnten Schottermassen;

sie bestehen aus Lehm mit mehr und weniger abgerundeten Stücken von Quarzit.

Alluvium bedeckt die breiten Flußtäler der Mosel namentlich bei Epinal, Bayon, Toul, bei Pont-à-Mousson und zwischen Metz und Sierck, bei Perl und bei Trier; es findet sich in den Tälern der Meurthe zwischen Raon-l'Etape und Nancy, der unteren Vezouse und Agne, der Seille bei Cuvry, der Nied zwischen Courcelles und Busendorf und der Saar bei Saarunion, Saarbrücken, Saarlouis und Merzig; die meisten dieser neuzeitlichen Ablagerungen bestehen aus Lehm, Sand und Kies. In den, alten Flußarmen oder früheren stehenden Gewässern entsprechenden Bodensenken haben sich nicht selten Moorböden und Torf gebildet. Die Anschwemmungen sind je nach der Herkunft oft erheblich verschieden; so finden sich in der 4 bis 5 km breiten Moselniederung bei Metz und zwar unterhalb der Ornemündung massenhaft Geschiebe aus Doggergesteinen, an der Fenschmündung Alluvionen aus dunkelbraunem Lehm und Doggerkalk, an der Kanner solche aus den rotbraun gefärbten Keupermergeln. Seille und Nied liefern Absätze von Gesteinen ihrer Gebiete, überlagert von tonigem und kalkigem Flußschlick. Im allgemeinen ist jedoch die Geschiebebewegung, namentlich in der Mosel selbst gegenwärtig nicht mehr bedeutend, teils wegen der vielfachen Verbesserungen der Gerinne, welche Abschwemmungen und Uferanbrüche verhindern, sodann wegen der durch die Kanalisierung der Mosel geschaffenen künstlichen Hemmnisse der Geschiebebewegung. Unweit Trier führt der Fluß denn auch nur feinen quarzigen Sand. Erst die kleinen Gewässer des Schiefergebirges, wie die Salm, Lieser, Elz und Alf führen der Mosel zeitweise bei starken Anschwellungen schweres Gerölle und Geschiebe zu, das zunächst im Moselbette zur Ablagerung kommt und erst nach weiterer Zerkleinerung allmählich abgeführt wird.

Die Zusammensetzung der Gesteinsdecke des Moselgebietes zeigt, wie aus der beiliegenden Tafel II hervorgeht, eine ringförmige Gliederung um das Pariser Becken als Mitte, derart, daß die ältesten Gebirgsarten den östlichen und nördlichen Außenrand bilden und daß von hier gegen Westen fortschreitend immer jüngere Schichten folgen: Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias, Dogger und Malm. Die oberflächliche Ausbreitung der wichtigeren Gebirgsarten (in qkm) in den größeren Abschnitten des Moselgebietes geht aus der nachstehenden Übersicht hervor:

Gebirgsart	Oberer Mosel	Meurthe	Mittlere Mosel	Sauer	Saar	Untere Mosel	Gesamtgebiet
Gneis, Granit	887	372	.	.	.	.	1259
Silur, Devon . . . . .	.	.	8	2418	334	3496	6256
Carbon, Rotliegendes .	83	326	.	.	980	120	1509
Buntsandstein	414	719	19	266	2472	474	4364
Muschelkalk	535	412	168	286	1765	170	3336
Keuper	448	358	1115	341	1400	7	3669
Lias	631	353	971	859	125	.	2939
Dogger	426	51	1262	168	.	.	1907
Malm	210	.	940	.	.	.	1150
Diluvium, Alluvium . .	99	494	780	.	345	123	1841

In den durchlässigen Schichten, als welche Kies, Gerölle, die zerklüfteten Kalksteine des oberen und mittleren Jura und die Bänke des Hauptmuschelkalkes gelten dürfen, dringt bei nicht zu starker Neigung der Oberfläche gewöhnlich der größere Teil des Wassers in den Boden bis auf die nächste undurchlässige Zwischenlage. Undurchlässig sind die Tonschichten im oberen und mittleren Jura, die meisten Liasschichten, die Lettenschiefer und Gipsschichten des Keupers, die Anhydrite im Muschelkalk, die Röttschichten im Buntsandstein, die sämtlichen paläozoischen und archaischen Sedimente und alle Massengesteine. Der durch die Gesteinsfolge bedingte Wechsel von bald kalkigen, bald sandigen oder tonigen Gebirgsarten veranlaßt je nach der Mächtigkeit der aufliegenden durchlässigen Schichten über den undurchlässigen lettigen Zwischenlagen eine mehr und minder starke Quellbildung, die insbesondere da deutlich in die Erscheinung tritt, wo auch die Schichtenlagerung dem oberflächlichen Austreten des Wassers günstig ist.

In einer Studie über die fließenden Gewässer und ihre hygienische Rolle im Departement Meurthe-et-Moselle*) hat Dr. E. Imbeaux die Bildung und Verteilung der Quellen in jenem Teile des Moselgebietes auf Grund der geologischen Gliederung der Oberfläche untersucht und eine Reihe von Wasserhorizonten und von Quelllinien nachgewiesen; diese Arbeit zeigt den engen Zusammenhang zwischen der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes, seinem mehr und minder großen Wasserreichtum und der Ausbildung des Gewässernetzes. Ist es auch wegen der noch nicht vollständig durchgeführten geologischen Einzeluntersuchungen in den übrigen Teilen des Moselgebietes nicht möglich gewesen, für das Gesamtgebiet eine ähnlich eingehende Darstellung der Beziehungen zu liefern, so konnte doch versucht werden, die Lage der Hauptquellhorizonte zu bestimmen und diese auf einer Übersichtskarte des Moselgebietes darzustellen, wie es durch Tafel III geschehen ist. Die besonders stark wasserführenden Schichten befinden sich

1. an der Buntsandsteingrenze über den roten Schieferletten,
2. im oberen Muschelkalk,
3. zwischen den Rhät- und Steinmergelschichten des Keupers,
4. an der Grenze der Oolithe gegen die Ton- und Mergelschichten des oberen Lias,
5. zwischen den Riffkorallen- und Tonschichten der Oxfordstufe.

In den undurchlässigen Gebieten, die in der Karte durch einfache gelbe Schraffen bezeichnet sind und etwa 31% der Oberfläche des ganzen Gebietes ausmachen — im einzelnen 84% der Einzugsfläche bis Epinal, 15% der Fläche zwischen Epinal und der Sauerermündung, 10% der Fläche des Saargebietes und über 63% des Moselgebietes unterhalb Trier — dringt das Wasser nur selten tiefer in den Boden, sondern tritt alsbald wieder

in Form einer wenig nachhaltigen Quelle zutage. Hier und teilweise auch in den in der Karte nicht schraffierten Teilen fällt die Wasserscheide und Quellenlinie in der Regel nahe zusammen.

In den mit blauen, doppelten Schraffen dargestellten Gebieten größter Durchlässigkeit, die an der Zusammensetzung des Moselgebietes insgesamt mit 12% beteiligt sind, vom Gebiete der oberen Mosel bis Epinal nur 2%, von den Stufenlandschaften bis zur Sauer 18% und vom Saargebiete 10% umfassen, versinkt das Niederschlagswasser durch Klüfte, Spalten oder Risse in die Tiefe bis zur nächsten wasserführenden Schichte und kommt oft erst entfernt von der überregneten Stelle, da wo jene Schichte zutage tritt, als Quelle wieder zum Vorschein. Hier decken sich die Quelllinien mit den oberirdischen Wasserscheiden gewöhnlich nicht, so daß das Nährgebiet eines Wasserlaufes während des vorwiegend oberirdischen Abflusses im Anfange einer Anschwellung verschieden von dem des vorwiegend unterirdischen sein kann. Indes bleibt der Verlauf der genannten Hauptquelllinien in zahlreichen Fällen entscheidend für die gegenwärtige Gliederung des Moselgebietes in seine einzelnen Teile.

Die Gewässer des Moselgebietes. Für die Wasser-
verteilung im Moselgebiete kommt, wie ein Blick auf die
Flußkarte Tafel IV zeigt, wesentlich die Abgrenzung der
oberen und mittleren Moselgewässer gegen das Saarbecken
in Betracht; diese wichtigste innere Trennungslinie ist weit
weniger als die äußere Grenzlinie des Moselgebietes von
der Gebirgsbildung abhängig. Während die Leitlinien für
die Hauptwasserscheide der Mosel im Norden und
Nordosten dem Streichen der Falten des rheinischen
Schiefergebirges folgen, im Südosten durch den Verlauf
des Bruchrandes der Vogesen gegen die Rheintalspalte
und im Westen von der Bouvade bis zur Orne durch
den Steilrand des Corallien bestimmt werden, wird die
Richtung der Trennungslinie zwischen Mosel und Saar
vorwiegend durch Umstände beeinflußt, die sich als
Ergebnisse der Tätigkeit des fließenden Wassers in
diluvialer Zeit darstellen. Nach kurzem Verlaufe über
die Sandsteinvogesen kreuzt nämlich die Mosel-Saar-
Wasserscheide die Seenhochfläche des Keupers und hier
wird ihre Richtung hauptsächlich durch mächtige diluviale
Geröllanhäufungen der Meurthe und ihrer großen rechts-
seitigen Nebenflüsse vorgezeichnet. Die genannten, früher
wahrscheinlich der Saar zugeströmten Gewässer haben
durch die mitgeführten Geröllmassen sich wohl selbst ihren
ursprünglichen Weg verlegt. Nördlich von Château-Salins
folgt sodann die Wasserscheide gegen die Saar an der
Grenze der Trias-Juraschichten den abgewaschenen
Schichtenköpfen des Rhätsandsteins und geht unweit
der Niedermündung auf jene des oberen Muschelkalkes
über. Die Wasserscheide verläuft demnach auch hier
hauptsächlich über Erhebungen, die durch Erosion und
Abspülung in diluvialer Zeit noch während der Senkung
des lothringischen Stufenlandes entstanden sind. Die

*) Imbeaux, Dr. E., Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle. Nancy 1897.