

## Das Mündungsgebiet des Rheines und der Maas zur Diluvialzeit.

Der Rhein und die Maas haben von der Gegend an, wo sie in das niederrheinisch-holländische Tiefland eintreten, von jeher eine bewegte Geschichte gehabt. Schon geringfügige Hebungen und Senkungen des Bodens, ja sogar eine reiche Aufschüttung von Kiesmassen konnte sie veranlassen, ihr Bett bald nach Westen bald nach Osten zu verschieben, und so im Laufe langer Zeiträume ungeheure Flächen mit ihren Ablagerungen zu überdecken. Die Zeitdauer, welche hier in Betracht kommt, reicht noch weit über die Eiszeiten, von denen man jetzt fast allgemein für Mitteleuropa vier annimmt, zurück. Schon im Pliocän, also im letzten Abschnitt der Tertiärzeit, bewegten sich Rhein und Maas auf einem ausgedehnten Festlande und arbeiteten an der Abtragung seiner höchsten Erhebungen. Was seitdem die Alpen und westdeutschen sowie die französischen und belgischen Mittelgebirge an Material eingebüsst haben, ist ungeheuer. Um nur einige Beispiele herauszugreifen, sei erwähnt, dass die oberrheinische Tiefebene von Basel bis Mainz hauptsächlich aus Abschwemmungen der Alpen besteht, und dass diese Kiese in der Gegend von Mannheim die bedeutende Dicke von 176 m erreichen. In Holland und Nord-Belgien, wo sich die Rhein- und Maaskiese fächerartig in einer Breitenerstreckung von beiläufig 130 Kilometer ausbreiten konnten, hat die Höhe der Aufschüttung der alpinen Sand- und der Schottermassen der Mittelgebirge trotzdem noch sehr grosse Beträge erreicht, was die Tatsache beweist, dass bei Utrecht und Amsterdam das Diluvium eine Dicke von 152 bzw. 200 m besitzt. Fragt man nach Jahren oder Jahrtausenden, innerhalb welchen sich diese Umwandlungen vollzogen haben, so gerät man einigermaßen in Verlegenheit: sollen doch seit der drittletzten, der Mindel-Eiszeit, nach den neuesten Ansichten hervorragender Forscher wie Penk und Hildebrandt 400 000 Jahre verflossen sein.

In den letzten Jahren ist die Erforschung des Diluviums im Rhein- und Maasgebiet gewissermaßen eine Lieblingsbeschäftigung der deutschen, belgischen und holländischen Geologen geworden. Auch die Nicht-Geologen dürfte diese Erdperiode, wo sich alles den heutigen Zuständen nähert, am

meisten von der noch schwach verbreiteten geologischen Wissenschaft interessieren; denn es ist doch auch ein Stück Heimatkunde, wenn man sich Rechenschaft darüber geben kann, wie die ausgedehnten und reichen Tiefländer der nördlichen Rheinprovinz und weiterhin der Niederlande aus früheren Zuständen in den heutigen übergegangen sind.

Die ersten Versuche, das niederrheinische Diluvium zu erforschen, konnten nur bedingt richtige Resultate bringen, so lange man nicht diejenigen am Ober- und Mittelrhein zum Vergleich heranziehen konnte. Heute ist man sich in den Hauptpunkten darüber klar, dass der Rhein entsprechend den vier Eiszeiten, wo Alpen, Vogesen und Schwarzwald vereist waren, vier Perioden grössten Geröll- und Sandtransportes hatte. In jeder folgenden Eiszeit schnitt er sich bei gleichzeitiger Tieferlegung seiner Sohle in seine früheren Aufschüttungsmassen ein, so dass diese als höherliegende Terrassen am jedesmaligen Talrande erhalten blieben. So werden die ältesten diluvialen Absätze nach dem Vorgang der Schweizer Geologen Deckenschotterterrassen genannt; auf sie folgen die Schotter der Haupt- oder Hochterrasse, ferner der Mittel- und Niederterrasse. Aelter als diese eiszeitlichen Terrassen ist noch die sogenannte Quarzschotter- oder Kieseloolithterrasse, welche aus Ablagerungen eines vordiluvialen, also pliocänen Rheines besteht, der von dem Mainzer Becken bis über Köln hinaus verfolgt werden kann.

An der Maas hat man in manchen Punkten ähnliche Verhältnisse gefunden. Der Nachweis eines pliocänen Stromes macht hier zwar wenig Schwierigkeiten, desto mehr aber die Abgrenzung des Diluviums und die Einteilung der diluvialen Absätze in Terrassen, welche denen des Rheines entsprechen. Es muss eben bedacht werden, dass die Eiszeiten auf die Maas nur geringere Einwirkungen ausüben konnten, da ihr Flussgebiet nirgends ein vereistes Hochgebirge, wie es die Alpen waren, erreichte.

Bei der Feststellung der Zeitabschnitte in der Geröllablagerung während des Diluviums konnte man sich von Bingen bis Köln im wesentlichen auf die auf den Karten enthaltenen Höhenzahlen verlassen, so lange man in der Nähe des Rheines selbst war, ein Mittel, welches freilich nicht mehr verfiel, sobald man sich weit vom Strom entfernte, zum Beispiel bei Düren oder Aachen. Zwar konnte man an der Erft die unter der Hauptterrasse liegenden pliocänen Kieseloolithschotter noch deutlich abtrennen wegen ihrer dort ganz abweichenden Beschaffenheit, aber es traten Schwierigkeiten auf, wo sich die Unterschiede jener beiden Schotterarten wegen gleicher Form und Farbe äusserlich nicht mehr erkennen liessen. Nördlich von Düren und Aachen vermutete man schon längst eine Vermischung von Rhein- mit Maasschotter, was bald zur Gewissheit wurde,<sup>1)</sup> wusste aber nichts Genaueres darüber anzugeben, was Grenzen oder Art der Durchdringung anlangte.

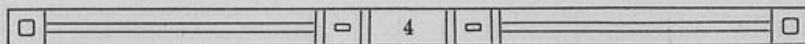
Wie schon meine frühere Arbeit über „Beziehungen zwischen

<sup>1)</sup> Holzapfel. Beobachtungen im Diluvium der Gegend von Aachen. Jahrb. d. K. Pr. Geol. Landesanstalt. 1903.

Rhein und Maas“ (1909), so hat auch die vorliegende den Zweck, die Maasgerölle von denen des Rheines sicher zu scheiden und in dem grossen Rhein-Maasgebiet von der Linie Köln-Aachen-Maastricht nordwärts bis in die Nähe der Nordsee Klarheit darüber zu schaffen, wie weit der diluviale Rhein einerseits und die diluviale Maas anderseits jemals nach Osten und Westen vorgedrungen sind, wo und in welchem Grade eine Vermischung beider Geröllarten eingetreten ist und welches relative Alter man den einzelnen Bildungen vermutlich zuzuschreiben hat.

Von der Ansicht ausgehend, dass die nach dem Rhein abwässernden deutschen und die im Maasgebiet liegenden französischen und belgischen Mittelgebirge und Bergländer wegen der zum Teil sehr grossen gegenseitigen Entfernung auch verschiedene Gesteinsarten enthalten müssen, suchte ich durch langjährige Sammlung festzustellen, welche Geröllarten der Rhein und seine Nebenflüsse, ebenso aber die belgische Maas und ihre letzten Zuflüsse Vesdre und Rur sowohl jetzt enthalten als auch früher in ihren diluvialen Läufen absetzten. So gelangte ich für die verschiedenen Altersstufen des Rheins zu etwa 160 charakteristischen Geröllen, für die Maas zu etwa 80. Alles übrige, wie solche Quarze, Schiefer, Grauwacken und Sandsteine, welche in beiden Strömen ohne Unterschied in Form, Farbe und Zusammensetzung überall vorhanden waren, wurde als indifferentes Material bei Seite gelassen. Mit diesen Probestücken war es mir nun möglich, jede Kiesfläche in dem grossen Gebiete, wo eine Beziehung der beiden grossen Ströme vermutet werden konnte, mit Erfolg zu untersuchen, nicht nur auf die Herkunft des Kieses, sondern auch auf sein Alter. Nebenher fanden sich in den zahllosen Kiesgruben immer wieder einige neue Typen, die man früher noch nicht beachtet hatte, und mit der Zeit wuchs auch die Sicherheit im Beurteilen von Funden aus den verschiedensten Gruben. Die Schwierigkeiten beim Auswerten selbst ziemlich benachbarter Aufschlussstellen waren manchmal nicht gering; denn es kam vor, dass bei den ersten Besuchen die Verhältnisse als ganz gleichartig befunden wurden, und es sich erst zuletzt beim vierten oder fünften Besuch ergab, dass man es mit ganz verschiedenen Dingen zu tun hatte.

In der letzten Arbeit habe ich mich darauf beschränkt, die diluvialen Beziehungen zwischen Rhein und Maas südlich der Linie Grevenbroich-Erkelenz-Heinsberg zu schildern. Ehe nun die Fortsetzung folgen soll, erscheint es angezeigt, auf die wichtigsten Ergebnisse hier kurz noch einmal zurückzukommen. Während der langen Dauer einer der frühesten Eiszeiten bildete das Rheintal bei Bonn und Köln noch keinen tiefliegenden Graben wie heute, sondern der Strom lag ähnlich wie jetzt in Holland völlig in gleicher Höhe wie die weitausgedehnte Ebene und nahm seinen Lauf in weitem Spielraum bald nach Osten, bald nach Westen. Von Rolandseck her, wo er damals eine ebene Tieflandsbucht betrat, bewegte er sich westwärts und erreichte einmal die äusserste Linie Meckenheim - Rheinbach - Kuchenheim - Roitzheim -



Euenheim - Bahnhof Zülpich - Bessenich - Düren -  
Pattern-Aldenhoven-Freialdenhoven-Gereonsweiler-  
Prümmern-Selsten.

Die Maas ging im Diluvium nach Nordosten bis zu einer äussersten Linie Lüttich-Noorbeek-Mechelen-Orsbach - Richterich - Würselen - Dürwiss - Hambach.

Die Maaskiese tauchen auf der ganzen Berührungslinie mit den Rheinkiesen unter diese unter. Maaskiese sind unter den Rheinkiesen noch nachgewiesen bis zu der Linie Hambach-Stetternich-Broich-Lövenich. Deshalb sind sie vermutlich etwas älter als die Rheinkiese der Hauptterrasse.

Auch auf Rur und Erft und die ihnen zufließenden Nebenflüsse wurden die Untersuchungen ausgedehnt. Es wurde gezeigt, wie weit dieselben infolge von Bodenschwankungen von ihren heutigen Rinnen nach links und rechts abgewichen sind und die Nachbargebiete mit ihren Geröllen überschüttet haben. Es wurde hingewiesen auf Anhäufungen von im Wasser geglätteten Blöcken am alten Gebirgsrande, hoch über dem übrigen Diluvium, deren Alter noch zweifelhaft ist und die jedenfalls ein Strandgeröll einer früheren, nach Norden offenen grossen Wasserbedeckung darstellen. Es wurde ferner gezeigt, dass die grosse Schar paralleler Grabeneinbrüche und Schollenversenkungen, welche in einer Breitenerstreckung von M.-Gladbach bis über den Aachener Wald hinaus fast sämtlich von Nordwesten nach Südosten, nämlich nach der Gegend von Bonn verliefen und die Kölner Bucht vertieft haben, schuld ist an der diluvialen Verlegung der Flussläufe. Zu einer gewissen Zeit war ein solcher von Jülich nach Euskirchen laufender Graben tief genug, um der Erft die Nebenflüsse Rotbach und Neffelbach abzugraben und auf Düren zu in die Rur zu leiten. Auch die Rur wurde schon sehr früh durch den eben genannten Graben ihrer natürlichen Bestimmung, dem Rhein zuzufliessen, entfremdet und fliesst fortan zur Maas. Ihre Wasserscheide nach dem Rheingebiet hin liegt einige Kilometer nördlich von Düren bloss 12—15 m höher als ihr Bett, so dass auch heute noch ihr Wasser bei Ausnutzung des Gefälles nach dem Rhein geführt werden könnte.

## Die Ostgrenze der Rheinschotter.

Der alte Rumpf des rheinischen Schiefergebirges findet im Westen des Rheins seine nördliche Begrenzung bei Aachen und Eschweiler. Von da zieht der Bruchrand der Kölner Bucht südwärts an Düren und Euskirchen vorbei nach Rheinbach und Königswinter. Auf dem rechten Ufer jedoch zieht das alte Gebirge noch weit in unmittelbarer Nähe des

Stromes nach Norden und erreicht südlich von Essen sein Ende, 65 Kilometer weiter im Norden als bei Aachen und Eschweiler. Der Rhein konnte hier nur wenige Kilometer weiter nach Osten dringen, als er heute fliesst. Er umging zur Hochterrassenzeit bei Siegburg das Siebengebirge, wo seine höchsten Geröllablagerungen in einer Meereshöhe von 150—170 m gefunden werden, also 125 m über seinem heutigen Bette. Weiter nach Norden erscheint sein Gefälle sehr stark, was auf jüngere Gebirgsstörungen zurückzuführen ist. Seine höchsten Spuren finden sich an den Hängen entlang bei Altenrath, Bensberg, Berg.-Gladbach, Leichlingen, an Ohligs vorbei nach Gerresheim, wo sie auf eine Meereshöhe von 100—110 m, also 70 m über dem heutigen Flussbett, gesunken sind. Hier an der Chaussee nach Ludenberg ist die rheinische Terrasse sehr deutlich sowohl in Aufschlüssen als auch auf den Feldern wahrzunehmen und zeichnet sich durch ausserordentlichen Reichtum an eckigen schwarzen Kieselschiefern von Lahn und Main aus. Aus begreiflichen Gründen können von Siegburg bis hierher die ältesten Rheinspuren nicht so deutlich verfolgt werden wie jenseits, von Rheinbach bis Düren. Hier am Bergischen Ufer steigt das Gebirge steil vom Tale an, so dass sich nur an ganz bevorzugten Stellen Reste ältester Rheinabsätze erhalten konnten. Die im Gange befindlichen geologischen Aufnahmen der Messtischblätter weisen das auch aus.

Geht man nun von Ratingen weiter nach Norden, so gelangt man bald ins Gebiet des nordischen Materials der eiszeitlichen Moränen, und die Feststellung der äussersten Rheinspuren wird sehr erschwert. Die ersten schwedischen Granite fand ich schon bei Selbeck, und zwar merkwürdigerweise in der viel tiefer liegenden Mittelterrasse westlich vom Ort nahe der Eisenbahn. Oestlich von Selbeck gibt es Aufschlüsse bei den Mintarderhöfen in einer Meereshöhe von 115 m in der Nähe von Mintard. Trotz eifrigen Suchens war in der ganzen Gegend kein Rheingeröll mehr zu entdecken, jedoch fanden sich dort sehr viel mir fremde Porphyre. Die Kiesmassen scheinen hier bereits ganz nordisch zu sein, da sie auch nicht zu den diluvialen Kiesen der Ruhr stimmen, für welche ja auch die Meereshöhe zu gross ist. Der Rhein kam offenbar nicht bis hierher. Wenn man auf dem breiten Plateau in der Richtung nach Duisburg weiter geht, durchschreitet man ungeheure Kiesmassen, welche aus lauter kleinen eckigen und weissen Quarzen bestehen. Man bemüht sich hier vergebens, ein für den Rhein charakteristisches Gestein zu finden. Erst unmittelbar bei der Monning fanden sich wieder die ersten Anzeichen. Ueber der Beckerschen Tongrube an der Strasse von Speldorf nach Duisburg war kein Zweifel mehr möglich. Wie ward hier alles verändert! Die Kies- und Blockhaufen, welche aus überfaustgrossen Stücken bestanden, enthielten zwar genug sichere Rheingerölle, wie grössere Taunusquarzitblöcke, rote Eisenkiesel der Lahn usw., aber im Kleinkies war der rheinische Charakter gar nicht wieder zu erkennen. Ein fremdartiges und, wie sich bald

zeigte, nordisches Material vorwiegend aus weissen Quarzen bestehend bildete die Hauptsache.

Dann zeigte sich noch etwas ganz Unerwartetes. Unter den gröberem Kiesen fanden sich kambrische Quarzite der Ardennen, drei Arten von Burnotien-Konglomerat und Arkosesandsteine der Gedinnestufe aus Belgien — alles Gesteine der Maas. Bei weiterem Suchen gab es immer mehr Beweise. Die Wasser der Maas, natürlich mit denen des Rheins vereint, sind hier tätig gewesen. Ein Zweifel war nicht mehr möglich; denn bei allen nun folgenden Gruben weiter nach Norden fanden sich Zeugen der Maas ebenso reichlich wie für den Rhein. Man hat also hier in Speldorf drei verschiedene Diluvien von Rhein, Maas und vom Norden neben und durcheinander. Einige Kilometer weiter im Südosten, in der Möller'schen Kiesgrube, schätzte ich das Nordische bereits auf 90 Prozent, man ist also hart an der Grenze der Rhein-Maasschotter.

Für die weitere Untersuchung war grosse Vorsicht geboten; denn es zeigte sich, dass die mir bis dahin unbekanntem nordischen Kiese wichtige Leitgesteine meiner Sammlung für Rhein und Maas unbrauchbar machten. Das bisher erste und sicherste Kennzeichen für Rheinkies, nämlich bestimmte Abarten von rautenförmigen Kieselschiefern und kantigen Hornsteinen aus dem Lahn- und Maingebiet, hatten jetzt keinen Wert mehr. Die wie Glas zersplitternden tintenschwarzen karbonischen Phtanite der Maas wurden ebenfalls wertlos und die kantigen Feuersteine aller Farben, bisher sichere Maaskennzeichen, versagten hinfort gänzlich. Alle diese Gesteine waren im nordischen Material in durchaus gleicher Form und Beschaffenheit überall und in grosser Häufigkeit zu finden, konnten also nicht mehr als Unterscheidungsmerkmale gebraucht werden. Um überhaupt noch sicher zu gehen, mussten jetzt die nordischen Geschiebe auf grosse Strecken hin untersucht werden, und es musste herausgefunden werden, welche Rhein- und Maasgesteine sich sicher von ihnen unterscheiden. Nachdem dies weiter im Norden von Oldenzaal in Holland über Bentheim, Schüttdorf bis nach Rheine an der Ems ausgeführt worden war, stellte sich heraus, dass an rheinischen Gesteinen die verschiedenen Formen der roten Eisenkiesel der Lahn, die rheinischen Braunkohlenquarzite mit kleinen braunen Kernen oder Hohlräumen, weiss und rot geflammte Taunusquarzite, dann die wegen ihrer Seltenheit weniger wichtigen Nahegesteine wie Achat, Chalcedon und eine Art Porphyry für den Nachweis von Rheinkies entscheidend blieben. Als Beweis für das Vorhandensein von Maaskies blieben in erster Linie alle Arten von Revinien, das heisst die schwarz-blauen, zart oder dick weissgeaderten Ardennen- und Vennquarzite, ferner die verschiedenen Formen des Konglomerats von Burnot in Südbelgien, das Porphyroid von Mairus in Frankreich nahe der belgischen Grenze und einige Arkosesandsteine der Ardennen.

Bereits vor dem Heranrücken des Inlandeises der Haupteiszeit drangen Rhein und Maas an der Stelle, wo sie heute fast rechtwinklig

nach Westen umbiegen, um sich bei Rotterdam in die Nordsee zu ergiessen, direkt nach Norden und erreichten die Zuider See. Das zuerst sicher nachgewiesen zu haben, ist ein Verdienst von A. Wichmann<sup>1)</sup>, der Ardennengesteine, also Maasgerölle, nördlich von Nimwegen bis nach Winterswijk, Eibergen, Borculo und Groenlo in der Nähe der deutschen Grenze östlich der IJssel, ferner bis an den Südrand der Zuider See bei Hilversum auffand. J. Loricé hat durch mehrere Arbeiten unsere Kenntnis von Maas- und Rheindiluvium in nicht unbedeutender Weise erweitert. Es handelte sich jetzt darum, die Grenzen der Rhein-Maaskiese durch das nordische Material nach Norden zu verfolgen und auf Grund der neuen Methode ihr Verhältnis zum letzteren festzustellen. Insbesondere war es nötig, die Verbreitung der Rheinkiese, für welche bislang sichere Unterscheidungen fehlten, nach Norden und Osten hin nochmals zu prüfen.

Von Speldorf, 4 Kilometer östlich von Duisburg an, geht die Grenze der Rhein-Maaskiese gradlinig von Sterkrade nach Dorsten, von da nach Erle und Borken. Von Duisburg bis nach Borken treten dieselben an ihrer Grenze stets in einer Höhenlage von 60 m über Meer auf. Nur wenig östlich von dieser Linie enthalten die Aufschlüsse von Frintrop, östlich von Mülheim a. Rh., die in einer Höhe von 60 m liegen, bereits nur noch nordisches Material. In den tiefen Ausschachtungen an der Chaussee zwischen Bottrop und Osterfeld trifft man ebenfalls nur unsichere Spuren von Rhein und Maas und die ungeheuren Kieslager daselbst sind nordisch. Aber schon zwei Kilometer westlich von Bottrop treten auf dem Plateau von Sterkrade die Rhein-Maaskiese in einer Höhe von 60 m wieder in grosser Deutlichkeit auf. Es hält nicht schwer, hierfür überall Beweise zu erblicken, wie Taunus- und rheinische Braunkohlenquarzite mit Kernen, ferner drei Arten Burnotien und blaue Revinienquarzite der Maas. Dieselben Gerölle werden gefunden von Wesel ostwärts auf dem Tester Berg bei Hünxe und endlich auf der Hardt bei Dorsten an der Lippe. In diesem viele Hektar grossen Aufschlusse liegen neben wenigen nordischen Graniten viele Rhein- und Maasblöcke: ein Porphyroid von Mairus in Frankreich mass 50 cm.

Von Borken ab ist die Grenze der Rhein-Maaskiese schwer nach Norden zu verfolgen wegen des störenden nordischen Materials, das sie bedeckt. Nach Osten zu wurde vergeblich nach Geröll gesucht. Da mir Ergebnisse aus Bohrungen nicht zu Gebote standen, musste ich mich auf die an der Oberfläche zugänglichen Kiesvorkommen beschränken. Die gesuchte Grenze scheint von Borken nach Winterswijk und von da über Groenlo, Eibergen und Haaksbergen zu ziehen, wie schon J. Loricé in seiner Arbeit über die Rheinterrassen vom Siebengebirge nordwärts angibt. Oestlich dieser Linie habe ich wenigstens nirgends mehr etwas entdecken können; denn alle Kiese, welche ich an der Oberfläche des Bodens zu sehen bekam, waren ausschliesslich nordisch, so der deutschen Grenze entlang bei Enschede, Oldenzaal, Oot-

<sup>1)</sup> Koninklijke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. 1903.

marsum, Neuenhaus und bei Emmen im Hondsrug südlich von Groningen.

Der grösste Teil des mittleren und nördlichen Holland ist zur Untersuchung der Rhein- und Maaskiese schon deshalb ungeeignet, weil an der Oberfläche oft bis in grössere Tiefen feines Material, wie Humus, Torf und Feinsand lagert. Es gibt jedoch am Unterrhein ein grosses Gebiet, wo die Schotter an der Oberfläche liegen und sogar ganze Höhenzüge und Hochflächen zusammensetzen. Ein solcher in viele Inseln aufgelöster Geröllwall beginnt am Hülser Berg bei Krefeld und zieht über den Schaephuiser Berg, die Bonninghardt, die Xantener Berge und den Reichswald nach Kleve und Nimwegen, wo er plötzlich endet. Ein isolierter Geröllhügel ist der Signalberg bei Emmerich auf der rechten Rheinseite. Die grösste Kiesfläche jedoch, welche sich weiter im Norden bis zu 100 m erhebt, wird durch die Veluwe gebildet, welche im Süden und Osten durch Lek und IJssel, im Westen und Norden durch das breite Geldersche Tal und die Zuider See begrenzt wird. Westlich davon ist ein letzter schmaler Höhenzug, der vom Lek an Utrecht vorbei bis an die Zuider See in der Nähe von Amsterdam zieht. Kleinere Kiesrücken gibt es auch noch im Osten der IJssel, so eine von Süden nach Norden gerichtete sehr unterbrochene Kette bestehend aus Lochemer, Holtener, Hellendoorner und Lemeler Berg. An der deutschen Grenze ist zu nennen der Rücken bei Enschede und Oldenzaal, ebenso einer von Ootmarsum nach Wilsom und weiter im Norden der sehr flache Hondsrug. Ausserhalb der ebengenannten Gebiete tritt der Schotterboden nur ausnahmsweise zu tage.

Ueberall im Westen der angegebenen Grenze für die Rhein-Maaskiese fanden sich in den Schottermassen neben nordischem Material reichlich sichere Gerölle von Rhein und Maas; und zwar meistens soviel vom ersteren wie von der letzteren. Ausgiebig studiert wurden Lochemer, Haarler und Lemeler Berg, westlich der IJssel die Gegend von Ede über Wageningen bis Arnheim, von Appeldoorn bis Zwolle und Camp Oldebroeck in der Nähe der Zuider See, ferner die Umgebung von Amersfoort, Utrecht und Hilversum in der Nähe von Amsterdam. Je weiter nach Norden, desto mehr nimmt das nordische Material zu und bildet auf den vorgeschobenen Punkten, wie auf dem Lemeler Berg bei Ommen, ferner am Nordrand der Veluwe bei Zwolle und Oldebroeck und ebenso bei Hilversum weitaus die Hauptsache. An diesen Stellen, aber auch schon in etwas geringerem Masse an den weiter südlich gelegenen, scheint der Kleinkies fast ausschliesslich dem Norden anzugehören, wovon ich mich an zahllosen Punkten durch langes Absuchen überzeugt habe. Fluviale Gerölle waren hier überhaupt im ganzen selten und fanden sich meist als mittelgrosse Stücke von 5 cm Länge an. Am sichersten waren sie unter den grösseren Stücken von Kopfgrösse anzutreffen. Danach ist es fast sicher, dass die eiszeitlichen Moränen die vorgefundenen Rhein-Maaskiese wenigstens an der Oberfläche aufgearbeitet und zum Teil mit sich weiter



nach Süden geführt haben, eine Ansicht, welche heute fast allgemein angenommen ist.

In den südlichen Teilen jener alten Moränen, so bei Ede, Lochem und bei Eibergen, fanden sich Rhein- und Maasgesteine in grosser Auswahl beisammen wie mehrere Arten von Taunusquarzit, rotem Eisenkiesel, Burnotien und Revinien, ferner rheinischer Braunkohlenquarzit und mehrere Arkosen der Ardennen, auch hie und da ein Porphyry oder Melaphyr der Nahe. Weiter im Norden zwischen Hilversum und Laren, ferner bei Nunspeet, Camp Oldebroeck, Hattem nahe bei Zwolle, endlich auf dem Haarler und Lemeler Berg fehlten die Hauptvertreter wie Taunusquarzit, roter Eisenkiesel, Revinien und Burnotien, auch rheinischer Braunkohlenquarzit und Ardennenarkosen fast nirgends, waren aber nicht immer vollzählig an jeder Stelle zu finden. Diese fluviatilen Spuren waren ungefähr in gleicher Häufigkeit an den höchsten Stellen wie an den Hängen der Kiesrücken vertreten, so dass das ganze nordische Diluvium als gleichartig damit vermengt angesehen werden kann.

## Die Westgrenze der Rheinschotter.

In der Nähe von Geilenkirchen wurden die über den Maaskiesen liegenden Rheinschotter weiter nach Nordwesten verfolgt. Zunächst wurde ihre Grenze gefunden in der Richtung von Tripsrath nach Waldenrath, nördlich an Saeffelen vorbei durch den Echter Bosch, wo bei der Höhenkurve von 40 m der Abfall nach dem Maastal beginnt. Dort wo die von Saeffelen und Waldfeucht nach Echter führenden Strassen sich vereinigen, kommen die Maaskiese allenthalben unter den darüberliegenden Rheinschottern zum Vorschein. Weiter zurück zwischen Schierwaldenrath und Harzelt liegen dagegen in einer Meereshöhe von 70 m in einem tiefen Aufschluss am Hang noch etwa 7 m Rheinkies, der allerdings schon viel Maasmaterial aus dem Untergrund in sich aufgenommen hat. Der Maaskies ist daselbst nicht erreicht, jedoch fand ich ihn kaum einige Meter tiefer liegend zwei Kilometer weiter westlich bei Breberen.

In meiner früheren Arbeit wurde bereits erwähnt, dass ich in den grossen Aufschlüssen bei Gillrath, 4 km westlich von Geilenkirchen, einen unzweifelhaften Kieselschiefer des Rheins gesammelt habe und dass schwache Rheinspuren auch über den Gruben zwischen Puffendorf und Immendorf festgestellt wurden. Auf mehreren nachherigen Begehungen bei Gillrath und Stahe stellte sich nun immer deutlicher heraus, dass der Rheinkies dort noch in grösserem Umfang als bisher angenommen existiert. In Gillrath sind die rheinischen Kieselschiefer bei systematischem Absuchen überall, wenn auch etwas spärlich, in den obersten Metern des Kieselstoffs anzutreffen. Man ist daher versucht, diese obersten Lagen als Rheinschotter,

die sehr viel Maasmaterial auf ihrem Transport aus dem Untergrund in sich aufgenommen haben, zu betrachten, die Spärlichkeit der Gerölle erregt jedoch Bedenken. Erst etwas tiefer liegen die echten Maaskiese, die sich schon durch die stärkere Quarzföhrung und den fast vollständigen Mangel an grauen und schmutzigroten Gesteinen neben den übrigen Maasmerkmalen verraten. Auf diesen Aufschluss werde ich später noch zurückkommen.

Auch in Stahe wurde der Kies an der Oberfläche als rheinisch erkannt. An dieser Stelle liegen unter den in ziemlich dünner Schicht vorhandenen Rheinkiesen schneeweisse Sande in grosser Mächtigkeit, welche mehrere starke Bänder von weissgebleichtem Feingeröll von hohem Alter aufweisen. Diese Schichten wurden wegen ihrer eckigen Geröllform ursprünglich als rheinisches Pliocän angesehen und bereiteten deshalb für die Erklärung der weiter nördlich jenseits des Rurgrabens vorkommenden reinen Maaskiese grosse Schwierigkeiten. Es ist mir jedoch jetzt gelungen, an Geröllproben und durch Vergleichung mit den Nachbargebieten im Süden den reinen Maascharakter dieser weissen Sande nachzuweisen.

Auch noch südlich von Geilenkirchen wurde der Rheinkies bis an die Häuser von Teveren verfolgt, wo er in grosser Deutlichkeit auf allen Feldern des Plateaus zu finden ist. Weiter nach Westen bleibt jedoch die Grenze am Nordrand der von Geilenkirchen nach Sittard ziehenden Senkung, wie durch vielfache Durchquerung dieser Linie ermittelt worden ist. In diesem ganzen Grenzgebiet ist der Rheinkies nur wenige Meter dick, unter ihm folgt überall Maaskies. Zwischen Gangel und Süsterseel wurde in einer am Nordrand jener Senkung gelegenen flachen und horizontalen Sandgrube talwärts Maaskies und nach dem Plateau hin Rheinkies festgestellt. Danach muss die äusserste Grenze der Rheinschotter, welche naturgemäss hier nicht mehr ganz zusammenhängen, sondern in den Vertiefungen durch nachträgliche Abschwemmung verschwunden sind, in einer Linie über Puffendorf, Immendorf, Teveren und Gangel angenommen werden.

Weiter im Westen zwischen Süsterseel und Wehr, da wo der Weg nach Tüddern abgeht, befinden sich einige Gruben mit dunkelbraunem Kies, der in allen Stücken mit dem rotbraunen Kies der rheinischen Hauptterrasse äusserlich übereinstimmt und den man auch ohne Bedenken rheinisch nennen möchte, wenn nicht die rheinischen Kieselschiefer gänzlich fehlten. Die krümlige und eckige Beschaffenheit des Kleinkieses, dann die tiefbraune Farbe des Sandes, endlich die ausserordentliche Häufigkeit der schmutzigroten und gelbgrauen Sandsteingerölle, alles Kennzeichen des Rheinkieses, ist sehr in die Augen fallend. Trotzdem hat man es mit Maaskies zu tun, was die zahlreichen blauen Ardennenquarzite und Feuersteine aller Art beweisen. Derselbe ist jedoch viel jünger als die sonst auf deutschem Gebiet gelegenen Maaskiese mit ihren hellen Grobsanden, runden Quarzen und dem vollständigen Mangel an leicht verwitterbaren und mürben Sandsteinen. Die Rheinkiesgrenze geht demnach nicht bis Tüddern

nach Westen, sondern zieht schon vorher zwischen Gangelt und Süsterseel nach Nordwesten.

Wusste man auch keine genauen Grenzen, so wurde doch bislang allgemein angenommen, dass der Rhein bei Roermond und Venlo einmal die Maas erreicht hatte und mit dieser dann gemeinsam nach Norden floss. Dass die Gerölle des Rheinstroms das alte Maastal etwa über den Peel hinaus jemals überschritten haben, war eine nur von wenigen geteilte Annahme, die sich auf keinen Beweis stützte. Mein Ziel war es daher, festzustellen, ob wirklich jenseits der Maas Rheingerölle existierten und ob sie vielleicht auch noch bis in die zu beiden Seiten der belgisch-holländischen Grenze gelegene Campine vorgedrungen sind.

In der Maasniederung bei Swalmen, nördlich von Roermond, war ich zunächst sehr überrascht, in dem stundenlang sich nach Norden ausdehnenden Kiesboden auf dem rechten Ufer alles so zu finden wie auf dem Plateau von Kaldenkirchen, Bracht, Elmpt und Wassenberg diesseits der deutschen Grenze. Hier war lauter echter Rheinkies, kaum dass sich bei längerem Suchen einige Stückchen Revinien aus den Ardennen nachweisen liessen. Es war kaum begreiflich, zwei Kilometer von der Maas entfernt, und doch fast kein Maasgeröll! Die Kiese bestehen beinahe zu einem Drittel aus rheinischen Kieselschiefern von braunroter, gelber, blauer und schwarzer Farbe, das übrige in der Hauptsache aus kleinen eckigen Quarzen und braunrötlichen Sandsteinen. Auch in den Sandgruben von Blerick auf dem linken Maasufer bei Venlo waren die ausgesiebten bis hühnereigrossen Gerölle weit überwiegend rheinisch. Das meiste war eckig und stumpfkantig, und das für den Rhein charakteristische Rotbraune war neben den weissen Quarzen recht häufig. Rheinische Kieselschiefer und rote Eisenkiesel der Lahn kamen zahlreich vor. Es fand sich auch Chalcedon und ein schöner Achat der Nahe, und unter den Blöcken, welche aus den dortigen Gruben stammten, waren einige aus Taunusquarzit. Der Gedanke an eine mögliche Täuschung wurde gleich ausgeschaltet, nachdem der rezente Maaskies, der als Baggerkies von Roermond bis Venlo gewonnen wird, studiert war. In diesem überwiegen bei weitem die blauen und gelben Quarzite, während die Quarze zurücktreten, und er unterscheidet sich auf den ersten Blick scharf von den sehr alten Kiesen des Maastals. Die wenigen rheinischen Kieselschiefer und roten Eisenkiesel, die gelegentlich in ihm vorkommen, sind aus rheinischen Schichten aufgearbeitet, welche im Bereich einiger Maaszuflüsse, wie der unteren Rur und der Swalm, gelegen sind.

Nach diesen Funden war ich überzeugt, auch im weiteren Westen der Maas Rheinspuren zu finden, und Dr. Lorie in Utrecht war überrascht, als ich ihm von zweifellosen Rheingeröllen bei Westerhoven, 12 km südlich von Eindhoven und 40 km im Westen der Maas, Mitteilung machen konnte. Von den Rheinkiesen ausgehend, welche wir im Echter Bosch auf der Höhenkurve von 40 m am Talrand der Maas verlassen hatten, musste jenseits in der gleichen Höhenlage in Belgien die Fortsetzung gesucht

werden. Tatsächlich wurden die ersten spärlichen Stücke in Gestalt von einem Achat, einem roten Eisenkiesel und einigen rheinischen Kieselschiefern östlich der Kanalbrücke bei Bree gesammelt. Der Canal de Jonction de la Meuse à l'Escaut (Maas-Scheldekanaal) verläuft in einer Meereshöhe von 40 m am Rande einer grossen Verwerfung und bezeichnet daher auch die Grenze der Rhein-Maaskiese. Bis hierher konnte von Osten her der Limburgische Rhein, der an dieser Stelle die Maas in sich aufnahm, seine Gerölle absetzen. Aus dieser Mischung erklärt sich die von nun an gebrauchte Bezeichnung der Kiese. Dem Kanal entlang gelang es mir bei Bocholt die Rheinspuren weiter zu verfolgen, die jedoch äusserst spärlich sind und nur an der Bodenoberfläche gefunden werden, während tiefer reines Maasmaterial ist. Weiter ostwärts vom Kanal ab weisen dagegen bei Stamproy, südlich von Weert, die aus den Sanden ausgesiebten Steinchen wieder ein starkes Ueberwiegen des rheinischen Einflusses aus, da neben zahlreichen rheinischen Kieselschiefern, roten Lahnkieseln, je einem Chalcedon, Achat, Naheporphyr, Nahemelaphyr, einem grossen Taunusblock nur wenige Maaszeugen wie kantige Feuersteine und ein Stück Revinien gesammelt wurden. Bei dem oben genannten Ort Westerhoven überwiegt der Maaskies stark, der allgemeine Charakter ist aber derselbe wie bei Stamproy und Blerick, indem neun Zehntel aller Kiese aus kleinen, ziemlich kantigen weissen Quarzen bestehen. Ueberall ist blaues Revinien vom Venn und den Ardennen sowohl in keinen Stücken als auch in Blöcken, die aus dem Heidesand geholt und als Ecksteine vor die Häuser gesetzt wurden, vorhanden. Ebenso häufig sind dort auch die kantigen Feuersteine der Maas und tintenschwarze, zersplitternde Phtanite des belgischen Karbons. Etwas seltener sind rheinische Kieselschiefer, und von Ardennenarkose und Naheporphyr wurde nur je ein Stück gefunden.

Es ging nun immer weiter nach Nordwesten der belgisch-holländischen Grenze entlang, ohne indessen etwas anderes als Feinsand, der oft zu Binnendünen aufgeweht ist, zu finden. Erst zwischen Tilburg und Breda, bei der Station Rijen, gab es wieder Kleinkies, der durch seine zahlreichen kantigen Feuersteine und Reviniengerölle neben einem Stückchen Burnotien die Maas verriet, während rheinische Kieselschiefer und rote oder marmorierte Eisenkiesel nirgends selten waren und das Rheinische anzeigten.

Um zu erfahren, ob die in Holland längs der belgischen Grenze abgesuchten Flächen wirklich an der Westgrenze der Rhein-Maaskiese liegen, wurde auch der belgische Grenzstreifen untersucht, ohne jedoch von Breda bis Turnhout und darüber hinaus im Gebiet der Tongruben etwas zu finden. Auch in den Sandflächen von Moll und Lommel gab es nichts; erst an der Strassenkreuzung bei Lille-St. Hubert wurde auf einem kiesigen Feld ein zweifelloser rheinischer Kieselschiefer und ein Achat als erste Vorboten der bald weiter östlich auftretenden Rheinkiese entdeckt. Nach dem Bisherigen folgt also die Westgrenze der Rhein-Maaskiese ziem-

lich der belgisch-holländischen Grenze von Bree über Lille-St. Hubert, südlich an Westerhoven vorbei etwa in gerader Linie nach Breda. Wiewohl diese Gerölle nur an der Oberfläche des Bodens zugänglich waren, dürfte die so festgelegte Grenze kaum durch Ergebnisse aus Bohrungen im Untergrund verschoben werden. Denn wie überall bilden auch hier die Rhein-Maaskiese nebst ihren Sanden die Decke der unvermischten Maasschotter, und diese letzteren liegen westwärts noch bis nach Lommel an der Oberfläche. Höchstens kann für das fluviatile Pliocän die Grenze noch etwas nach Westen verschoben werden, wenn es gelingt, den Charakter der spärlichen Gerölle, die durch Bohrungen in den tieferen Lagen der Sande von Moll und Turnhout festgestellt sind, zu erkennen.

## Die Ostgrenze der reinen Maasschotter.

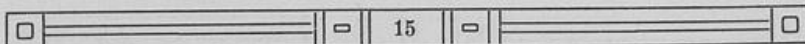
Die Weiterverfolgung der unvermischten alten Maasschotter, wie dieselben in meiner vorjährigen Arbeit festgelegt worden sind, musste nach Norden hin zu Ende geführt werden. Zunächst sei ergänzend hinzugefügt, dass bei *Hambach*, dem südöstlichsten Punkte nachgewiesenen Maaskieses, das Maasmaterial viel mächtiger ist als ursprünglich angenommen wurde. In der Grube östlich vom Ort liegt zu oberst 2 m Rurgeröll mit Rheinkies vermischt. Tiefer folgt gleich eine ursprünglich als braunroter Rheinsand aufgefasste Maasablagerung mit kantigen und runden Feuersteinen und ebenfalls runden Quarzen, die in spärlichen Geröllstreifen zu finden sind. Die braunrote Farbe des Sandes erklärt sich am besten durch den Einfluss der Hauptbuntsandsteindecke am Nordrande der Eifel, deren Material weiter oberhalb durch die Rur der Maas zugeführt worden sein mag. Hier bei *Hambach* und *Niederzier* grenzen alte Maas und alter Rhein dicht aneinander. Bei *Niederzier* ist nämlich rheinisches Pliocän in manchen Sand- und Tongruben entblösst, hat jedoch als Decke keine Maasschotter, sondern Kiese der rheinischen Hauptterrasse. Bis zur Stunde bin ich mangels Kenntnis von Bohrprofilen jener Gegend ausserstande zu entscheiden, ob die Kieseloolithschotter des rheinischen Pliocäns nördl. von *Niederzier* plötzlich abschneiden, weil sie von spätern Rheinläufen erodiert worden sind, oder ob sie vielleicht unter die Maaskiese untertauchen. Eine noch mögliche Ueberlagerung oder Vermischung mit den Maas- oder Rheinkiesen liess sich nicht nachweisen. Im ganzen grossen Gebiete, wo Maaskiese mit Rheinkiesen in Berührung treten, ist mir keine zweite Stelle mehr bekannt, welche über das Altersverhältnis des rheinischen zum Maaspliocän unmittelbaren Aufschluss geben könnte.

Weiter im Norden liegt am Bruchrand des Rurgrabens der Maaskies noch mehrfach bloss, so in der Sandgrube von *Stetternich*, wo die oberen Lagen wieder wie bei *Hambach* fast blutrot werden, was gleichfalls denselben Grund haben mag. Die nächste Stelle nördlich von *Lövenich*, wo

zum letzten Mal die Maaskiese in den „Beziehungen zwischen Rur, Maas und Rhein“ erwähnt sind, ist Erkelenz. Am Nordende der Stadt sind unter Löss und etwa 6 m Rheinkies weisse Grobsandschichten am Grunde einer tiefen Grube aufgeschlossen. Die kleinen, etwas spärlichen Gerölle sind eckig und meist weisslich und kennzeichnen sich durch die häufigen Feuersteine und das Fehlen von Rheinspuren als echtes Maasplicän. Die Oberkante der Sandschichten ist durch den später vordringenden Rheinstrom stark ausgefurcht worden. Das Maasplicän ist ein Kilometer weiter nördlich an der Chaussee nach Oerath nochmals am Boden einer rheinischen Kiesgrube aufgedeckt.

Von hier bis Odenkirchen sind die überlagernden Rheinkiese sehr mächtig, und die Gruben gehen nicht mehr bis auf die Maaskiese hinunter. Die untersten helleren Lagen der Rheinkiese beherbergen jedoch ziemlich viel Maasmaterial, so bei Oerath nördlich von Erkelenz, bei Wickrathberg und bei Wegberg. Es muss daher an der seinerzeit schon einmal ausgesprochenen Vermutung festgehalten werden, dass der von Osten vordringende Rhein diese Maasgerölle aus dem Untergrund aufgewühlt und mitgeführt hat und dass somit die reinen Maaskiese zu einer bestimmten Zeit sich von hier ostwärts bis etwa nach Grevenbroich ausgedehnt haben. In der Stadt Odenkirchen treffen wir am höchsten Punkt der Hauptstrasse die Maas wieder zum ersten Mal in unvermishtem Zustande unter etwa 4 m Rheinkies an. Kaum ein Kilometer weiter nördlich bilden die Rheinkiese über den tiefen Kiesgruben hinter dem Bahnhof Mülfort gewissermassen nur noch eine dünne Haut an der Oberfläche des Bodens, alles was tiefer liegt, ist Maas. Hier ist man an einer Stelle angekommen, wo eine Weiterverfolgung der Maaskiese nach Norden und Osten nicht mehr möglich ist, da der Rhein zur Mittel- und Niederterraszenzeit, als er sich noch in dem breiten Graben der Niers bewegte, alle Maaskiese beseitigt zu haben scheint. Nur noch ein inselartiges Vorkommen ist hier anzuführen. Weiter im Osten liegt nämlich in einer Entfernung von 7 km von Odenkirchen auf einem kleinen, plötzlich aus der Ebene aufsteigenden Hügel das Dorf Liedberg mit seinen berühmten unterirdischen Gängen, welche unter einer sehr dicken Schicht von Tertiärsandstein verlaufen. Oben auf der flachen Höhe, welche sich noch über die 60-Meterlinie — das Niveau der benachbarten Maaskiese — erhebt, liegt ein Kies, welcher zum grössten Teil der Maas angehört. Man hat also wieder ein sicheres Anzeichen dafür, dass die reinen Maasschotter früher, vor dem Absatze der Rheinschotter, in dem Dreieck Grevenbroich-Neuss-M.-Gladbach verbreitet waren.

Nun folgt der bekannte am linken Ufer der Niers verlaufende Rücken mit Steilhang, an welchem die Orte M.-Gladbach, Viersen und Süchteln liegen. Er bezeichnet die Grenze der reinen Maaskiese; denn jenseits der Niers ist es nicht mehr gelungen, dieselben nachzuweisen. Von M.-Gladbach bis nach Viersen trägt dieser Rücken nur eine dünne rheinische Decke von 1—1½ m; von Süchteln bis nach Hinsbeck



treten sogar die reinen Maaskiese an die Oberfläche, um dann sofort beim Durchbruch der Nette tief unter die Rheinkiese zu tauchen. Etwas weiter nach Norden gehen die Rheinkiese bei Auwel bis auf die Höhenkurve von 25 m, also bis in die Ebene des Maastals herunter, aber gleich einige Kilometer weiter tauchen an der deutschen Grenze bei Walbeck die Maaskiese wieder bis zu einer Erhebung von 35 m empor. Hier liegen sie sogar wieder an der Oberfläche des Bodens, leicht kenntlich am weissen Grobsand mit groben Feuersteinklumpen, Revinien- und Burnotien-Blöcken. Nur von Osten her lagert sich über sie  $\frac{1}{2}$ —1 m gelbbrauner Rheinkies, der sie taschenförmig ausfurcht.

## Die Westgrenze der reinen Maasfchotter.

Die Maas verbreitete sich im Diluvium lange nicht so weit über ihr heutiges Ufer nach Westen wie nach Osten. Auf dem linken Ufer von Lüttich bis Maastricht sind die Erhebungen bedeutend niedriger, und trotzdem hält sich hier die Grenze der Maaskiese ganz in der Nähe des Flusses. Es ist das ein Anzeichen dafür, dass das Land im Westen damals nicht so tief gesunken war wie heute, sonst müsste sich jetzt mit Leichtigkeit zeigen lassen, dass zu jener Zeit die Maas ihren Lauf direkt nach Nordwesten genommen hat. Wäre das Maastal nicht schon viel älter als die heutigen Höhenverhältnisse, so wäre die heutige Maas in der Richtung des stärksten Gefälles von Namur über Brüssel vorgedrungen und hätte sich den weiten Umweg über Lüttich und die Rheinmündung gespart. Die tiefe Bruchspalte jedoch, der die Sambre und Maas in gerader Linie folgen, war offenbar im Diluvium nach Osten zu noch viel länger als heute und erstreckte sich in ungeänderter Richtung von Lüttich am alten Gebirge entlang über Aachen bis in die Gegend von Düsseldorf. Daher auch folgte der frühere Maaslauf, wie oben beschrieben, dieser geraden Linie. Auch heute noch lässt sich die Fortsetzung dieser Linie auf jeder Niveaokarte, z. B. auf der Karte des Deutschen Reiches zu 1 : 200 000 leicht am Gelände bis in die Gegend von Düsseldorf und Essen verfolgen. Sie erscheint aber von Lüttich ab nicht mehr als Bruchspalte, sondern als Abbruch des alten Gebirges gegen die Ebene.

Im Diluvium sanken die nördlichen Vorländer immer mehr und die Maas wandte sich nun nordwärts. Verhältnismässig junge braune Kies-schichten trifft man an den westlichen Talhängen von Lüttich nach Maastricht bis auf die Höhe hinauf, so bei Sichen und auf dem Petersberg. Erst von Maastricht ab entfernt sich das Diluvialgeröll weiter vom Fluss und erreicht mit der Linie Genck-Helchteren-Bourg Léopold seine Westgrenze. Auch hier machen die Kiese bei weitem nicht den Eindruck hohen Alters, wie etwa in der Nähe von Aachen, da sie sehr bunt sind und leicht verwitterbare Gesteine enthalten. Ueberall weiter nach Westen taucht der feine, gebliche oder weisse Tertiärsand an

der Oberfläche auf, der schon lange vorher unter der immer dünner werden- den Gerölldecke zu spüren war. Von Bourg Léopold, wo die letzten Diluvialblöcke der Maas im Heidesand liegen, kann die Grenze des Maas- diluviums weiter nach Norden verfolgt werden. Kommt man von Osten, so trifft man bei Neerpelt, Overpelt und bis kurz vor Lommel an einigen Stellen Kleinkies auf der Oberfläche des Bodens. Dann ist überall Sanddiluvium ohne Kies, jedoch werden aus dem Heidesand von Lommel bis Moll gelegentlich grosse Maasblöcke herausgeschafft, die man vor den Häusern der Dörfer und Höfe sehen kann. Die Grenze dieser Diluvial- blöcke ist sehr scharf, indem dieselben weiter westwärts plötzlich ver- schwinden. Die diluviale Maas ist also bis hierher zu rechnen. Hier ist man zugleich nahe an der Grenze der Rheinmaaskiese, welche wenige Kilometer weiter im Norden beginnen.

Die unvermischten Maaskiese, welche ostwärts, wie schon oben aus- geführt, an dem Maas-Scheldekanaal ihre Nordgrenze haben, lassen sich auch noch unter den Rheinkiesen am Ostrand des Maastals von Roermond bis Venlo an mehreren Stellen nachweisen. Am Steilrand zwischen Roer- mond und Elmp t treten die weissen Maaskiese, wie an der Chaussee zu beobachten ist, sehr schön zutage. Auch östlich von Swalmen lassen sie sich am Hang in einem Hohlweg und bei zwei Tongruben feststellen. Wie schon erwähnt, kommen weiter nördlich die Maaskiese unter denen des Rheins wieder bei Walbeck zum Vorschein. Allerdings ist hier zu bemerken, dass sich in diesen Maaskiesen zuweilen rheinische Spuren finden. Besonders bei Walbeck, wo die Aufschlüsse hinreichend gross sind, wurden im echten Maasmaterial fast überall vereinzelt rheinische Kieselschiefer angetroffen, was darauf schliessen lässt, dass der Rhein hier wenigstens einen Teil seines Wassers der Maas zuführte.

Somit sind die Grenzen des reinen Maaskieses im Osten, Westen und Norden angegeben. Viel weiter im Norden, nämlich bei Mill und Grave, treten die reinen Maaskiese nochmals inselartig an die Oberfläche auf dem Rücken eines sogenannten Horstes, d. h. einer Scholle, welche seit dem Diluvium wenig oder gar nicht mehr abgesunken ist im Gegensatz zu den Nachbargebieten. Ueberall sonst im grossen Rhein-Maasgebiet, das heisst also nördlich der Linie Duisburg-Venlo-Roermond haben wir es an der Oberfläche mit gemischtem, also Rhein-Maaskies zu tun, weil zur Zeit seiner Absetzung die Vereinigung von Rhein und Maas längs dieser Linie und nördlich davon erfolgte.

## Das Alter der verschiedenen Ablagerungen.

Die ältesten Ablagerungen von Rhein und Maas lassen sich am besten in der Nähe des alten Gebirgsrandes, also in der Kölner Bucht und in der Gegend von Aachen und Maastricht, studieren. Nördlich der Linien



Grevenbroich - Viersen - Walbeck und Venlo - Sittard - Maasscheldekanaal können die ältesten Schichten nur durch Bohrungen erforscht werden, weil sie bereits durch die sehr grosse Mächtigkeit der überlagernden jüngern Absätze für gewöhnlichen Abbau in Kies- und Tongruben unerreichbar sind. Abgesehen von der noch älteren Kieseloolithstufe sind die ältesten Rheinabsätze im Vorgebirge von Bonn bis Grevenbroich, wo dieses endet, und westlich vom Vorgebirge bis zur Rur zu finden. Diese Hauptterrassenschotter sind da, wo sie dem pliocänen Kieseloolithschotter auflagern, hell gefärbt, was sich durch teilweise Wegspülung und Aufnahme des Untergrundes erklärt. Sie zeichnen sich aus durch besondere Gerölle, die zwar bunt sind, aber in der Hauptsache aus weissen Quarzen bestehen. Daneben kommen die lebhaft roten Sandsteine und Quarzite und die schwärzlichen Kieseliefer häufig vor, ausserdem finden sich hier verhältnismässig viel hellgrüne Grauwacken und Quarzite. Andere Gerölle, wie Kieseloolithe, blaurindige, innen gelbe Hornsteine, ferner Achate, Chalcedone und Jaspise, kommen häufiger vor als in jüngeren Schichten. Wie im Kieseloolithschotter sind die Quarze und anderen Gerölle noch meistens rund und erscheinen lebhaft gefärbt und wie frisch gewaschen, weil sie von weisslichem, nur schwach eisenhaltigem Quarzsand umgeben sind. Vom zunächst jüngeren Diluvium unterscheiden sich diese Kiese durch die weissliche Farbe und ihre hellgrünen Quarzite. Auch führt die eigentliche Hauptterrasse neben den weissen Quarzen vorwiegend graurote und grauviolette Sandsteine und leberbraune Quarzite, während jene alten Schichten zartes Rot, Rosa und Hellviolett besitzen.

In dieser Beschaffenheit trifft man die Kiese bei Oberdrees und Euskirchen, ferner in den Braunkohlengruben am Westrand des Vorgebirges bei Liblar, Türnich, Quadrat und bei Neurath in der Nähe von Grevenbroich. Die hellgrünen Quarzite steigen in den tiefsten Schichten manchmal bis zu 25 Prozent an, treten aber immer mehr zurück, sobald man etwas höher geht. Diese tiefsten Lagen der hellen alten Diluvialkiese sind an anderen als den genannten Stellen schon meistens wegerodiert, was auch aus dem immer mehr abnehmenden Gehalt an Hornsteinen und Lydditen erkannt werden kann. Weissliche Kieselagen, welche ebenfalls noch, wenn auch viel weniger, Hellgrünes enthalten, sind sehr verbreitet und finden sich im ganzen Vorgebirge, ferner in der Erftebene bei Steinstrass und Niederembt. Dasselbe ist der Fall beim Bahnhof Odenkirchen, bei Wegberg, endlich weiter im Norden in den alten als Inseln stehengebliebenen und nur unvermischten Rheinkies enthaltenden Kiesbergen bei Hüls und Schaephuysen in der Nähe von Krefeld und in den Erhebungen von hier bis Xanten. Der Reichswald bei Kleve und Nimwegen ebenso wie der Signalberg bei Emmerich enthalten schon zu etwa gleichen Teilen Rhein- und Maaskies gemischt. Alle diese Kiese zeichnen sich aus durch frische Farbe ihrer Gerölle und runde Gestalt derselben.

Die nächst jüngere Altersstufe der rheinischen Hauptterrasse wird gebildet von Geröllsand, welche immer noch etwas hell sind, aber bereits graugelb bis bräunlich erscheinen und sich neben wenig runden durch kleine, meist sehr eckige Steine auszeichnen. Es treten hier bereits in Menge jene leichter verwitternden, schmutzigen und gelbgrauen Sandsteingerölle auf, welche an der Oberfläche rau sind und im Kleinkies als mürbe und zerbröckelnde Masse sich kennzeichnen, sodass man oft nicht begreifen kann, wie diese zahllosen eckigen Krümchen schon einen so weiten Transportweg zurückgelegt haben. Viel eher würde man diesen Feinkies für Geschiebe eines vom Gebirge in die nahe Ebene fließenden seichten Baches halten. Sehr verbreitet sind diese Lagen besonders an der unteren Rur von Jülich ab bei Koslar, Lindern, Heinsberg und Waldfeucht, ferner in den mittleren Lagen des Kiesrückens von Elmpf bis Kaldenkirchen und bei Rheindahlen. Auch die Maasebene von Roermond bis weit unterhalb Venlo gehört hierhin und ebenso alles Rheinmaterial westlich der Maas, soweit es an der Oberfläche liegt. Aber auch von Düren bis Euskirchen, so besonders bei Merzenich und Bessenich ist diese Stufe vorhanden, gerade wie sie natürlich auch im Vorgebirge den obersten Teil der helleren Kiese bildet.

Die letzte und jüngste Abteilung der rheinischen Hauptterrasse wird eingenommen von sehr stark eisenhaltigen, rotbraunen bis roten, wasserundurchlässigen und sehr groben Kiesen und Sanden. Dieselbe ist fast überall scharf von den übrigen Abteilungen geschieden und hat besonders in der Kölner Bucht allgemeine Verbreitung. Sie bildet in der letzteren die oberste Schicht der Hauptterrasse, und ihre Mächtigkeit ist oft sehr bedeutend. Nach Norden findet diese rote Decke bald eine Grenze. Sie teilt sich schon südlich von Erkelenz in zwei ungleiche Flügel. Der eine, westliche, zieht über Lövenich, Erkelenz auf dem Kiesrückens östlich der Rur entlang und beschränkt sich nördlich von Birgelen auf schmale Stellen am Talabfall, wo er gelegentlich noch nachzuweisen ist, so zum Beispiel gegenüber von Swalmen in einer Kiesgrube hoch oben am Hang. Dieser Flügel hat früher offenbar die ganze Breite des alten Rurgrabens bei Heinsberg eingenommen, ist aber im Laufe der Zeit durch die Tätigkeit der Rur beseitigt worden. An einzelnen Stellen jedoch sind diese rotbraunen Rheinkiese noch jenseits der Rur erhalten geblieben, so bei Aldenhoven, Ederen und sogar jenseits der Wurm bei Teveren, südlich von Geilenkirchen. Weiter im Nordwesten, wo dieser Rheinarm das Maastal erreichte, wurden seine Kiese entfärbt, wie dort auch viele andere Kiese in langsam fließendem und stagnierendem Wasser wahrscheinlich durch Humussäure stark ausgebleicht wurden. Die ausbleichende Tätigkeit des moorigen Heide- und Sumpfbodens ist in manchen Gegenden, wie in der Tevereiner Heide und der Senke von Sittard bis Gangelt so weit gegangen, dass selbst die widerstandsfähigsten blauen und schwarzen Maasquarzite grau bis hellweiss geworden sind. Insbesondere ist das mit

den schon oben erwähnten schneeweissen Sanden bei Stahe der Fall, wo sogar sonst schwärzliche Feuersteinklumpen zu reinweissem Kieselmehl verwittert sind.

Der breitere Ostflügel der rotbraunen Rheinkiese wird begrenzt durch die Linie Lövenich-Odenkirchen-Dülken-Süchteln-M.-Gladbach-Grevenbroich und durch den Osthang des Vorgebirges. Jenseits des Rheins finden sich die rotbraunen Kiese der Hauptterrasse wieder an den Hängen des Gebirges bei Grefrath, Düsseldorf gegenüber, bis ans Siebengebirge im Süden. Weiter im Norden habe ich diese jüngste Abteilung der Hauptterrasse nur noch als schwache Decke des Hülser Berges bei Krefeld gefunden. Wo sonst noch im Norden Teile der Rheinischen Hauptterrasse erhalten geblieben sind, wie in den Kiesrücken von Krefeld bis Xanten, ragten dieselben also schon über das Niveau des damaligen Stromes empor, oder sie wurden durch Vermengung mit dem nordischen Material ganz verändert und verloren ihre ursprüngliche rote Farbe. Der grösste Teil jedoch wurde im Norden während der Mittel- und Niederterrassezeit vom Rhein erodiert.



Soweit die ältesten Rheinkiese. Was das Gebiet der Maasschotter anbelangt, so lagern die ältesten in dem Dreieck zwischen Maas und Rur nördlich von Aachen. Eine so scharfe Scheidung der älteren und jüngeren Kiese, wie im rheinischen Gebiet, gibt es hier nicht, und insbesondere ist eine auch hier angenommene pliocäne Kieseloolithstufe, von gleichem Alter wie die rheinische, nach oben schwer abzugrenzen. Schon die sehr alten Maasgerölle sind nämlich meistens bunt durch runde und kantige Feuersteine aller Farben, durch schwarze Kieselschiefer, bunte Hornsteine und graublaue Ardennenquarzite. Dennoch lassen sich auch hier einige Stufen wahrnehmen, die allmählich in einander übergehen.

Von jeher hat es unter deutschen, belgischen und holländischen Geologen als wichtige Frage gegolten, die diluvialen und pliocänen Verhältnisse an den mittleren und unteren Stromläufen von Rhein und Maas mit einander zu vergleichen. Insbesondere ist man sich noch gar nicht einig, ob man für einen sehr grossen Teil der Sand- und Schottermassen beider Ströme diluviales oder pliocänes Alter annehmen soll, da sie der Fossilführung entweder ganz entbehren oder aber meist solche Formen aufweisen, welche beiden Bildungen angehören können. Da nun mit eingeschlossenen Tier- und Pflanzenresten vorläufig kein Resultat zu erzielen ist, so muss das Bestreben darauf gerichtet sein, die zeitliche Beziehung der einzelnen Abschnitte der Absatztätigkeit von Rhein und Maas zu erforschen. Zuerst

suchte man zu entscheiden, welcher Teil der Maasablagerungen mit den von F. Kaiser und G. Fliegel als Pliocän erkannten „Kieseloolithschottern“ der Kölner Bucht gleichaltrig ist. In jüngster Zeit hat u. a. P. Tesch, Bezirksgeologe für Nord Limburg, sichere Beziehungen gefunden, welche die Gleichstellung zweier wichtiger Glieder des Pliocäns von Rhein und Maas ermöglichen. Es handelt sich hier um eine in Nord Limburg nachgewiesene Kieseloolithstufe, welche zeitlich zweifellos der rheinischen entspricht, von der es aber noch nicht feststeht, ob sie auch in der Zeitdauer sich völlig mit der rheinischen deckt. Es besteht nämlich immer noch grosse Ungewissheit darüber, welche Schichten sich wohl bei der Vereinigung der beiden Ströme im Pliocän vermischt haben mögen.

Das alte Pliocän, wie es einem zum Beispiel in je einem Aufschluss bei Sittard, Stahe und zwei anderen bei Erkelenz entgegentritt, besteht aus scharfem, weissem Grobsand mit Kreuzschichtung, der zuweilen schmale Feinkiesbänder enthält. Die Gerölle sind fast stets eckig und bestehen aus weissen und lichtgrauen Quarzen, daneben aus kantigen und einzelnen runden Feuersteinen, ferner aus Splintern von Hornsteinen, schwarzen karbonischen Phtaniten und grauen Kieselschiefern. An anderen Orten dagegen geht der schneeweisse Feinsand eines tieferliegenden und älteren Pliocäns in Grobsandschichten über, welche lauter runde, weisse Quarze enthalten, zu welchen sich viel runde und kantige Feuersteine und runde, schwarze Quarzite gesellen. Andere Gerölle kommen nur als Seltenheit vor. In dieser letzten Form tritt der Maaskies auf im Tiefsten der Gruben bei Scheijt östlich von Heerlen, bei Baal und Birgelen an der unteren Rur, bei Gillrath und Pannenschöpp westlich von Geilenkirchen. Die nun folgenden, etwas jüngeren Geröllschichten sind zwar auch noch weiss, die Buntheit derselben nimmt aber zu. Vor allen Dingen treten zum erstenmal, wenn auch zunächst noch ziemlich selten, gröbere scharfkantige Stücke auf, während zu gleicher Zeit der Sand vom Reinweiss öfter ins Grauweisse übergeht. Auch das würde noch gut mit der Ausbildung des rheinischen Pliocäns stimmen, wie es beispielsweise bei Flerzheim im oberen Ertzgebiet ausgebildet ist, wo einige Taunus- und Braunkohlenquarzitblöcke neben den verschiedensten Kieselschiefern und Eisenkieseln von Lahn und Main vorkommen. Solche eben beschriebene Maasschichten sind ziemlich verbreitet und finden sich nördlich von Aachen bei Orsbach, Simpelveld, Heerlen, Scheijt, ferner bei Baal und Birgelen und im Tiefsten der Grube von Frohnhoven bei Eschweiler.

Somit hätten wir für die Maas zwei oder drei Kiesformen, welche ihrem Aeusseren nach mit dem rheinischen Pliocän übereinkommen und uns in den verschiedenen Gruben ältester Maaskiese entgegentreten. Es folgt nun eine mächtig entwickelte Ausbildung alter Schotter, wo die Gerölle fast plötzlich sehr mannigfaltig und bunt werden und alles enthalten von den härtesten, unverwitterbarsten Kieselgesteinen der früheren Abteilungen an bis zu den mürben und zerfallenden Sandsteinen und

Schiefern. Die Blöcke treten hier allgemein auf und erreichen wie beim Rhein oft bedeutende Grösse, ohne an einen bestimmten Horizont gebunden zu sein. Der Sand wird wie im Rheindiluvium unrein, bleibt jedoch fast stets heller und nimmt zuweilen in einzelnen Bändern braune Färbung an. Hierhergehörige Aufschlüsse, wo das Farbige noch verhältnismässig gering ist und sehr hinter den weissen Quarzen zurücktritt, sind am Westhang der Wurm bei Herzogenrath und Geilenkirchen, ferner bei Gillrath und südwestlich davon bei Scherpenseel. Weiter im Osten bei Frohnhoven nördlich von Eschweiler, bei Stetternich südöstlich von Jülich und bei Aldenhoven finden sich dieselben Ausbildungen, ebenso im Norden bei Hinsbeck und Walbeck in der Gegend von Venlo. Schon einen jüngeren Eindruck machen die mehr der Maas benachbarten Gruben bei Valkenburg und nördlich davon. Genau wie bei den Rheinschottern erkennt man bei der Maas, dass in den meisten tieferen Aufschlüssen die weisseren und älteren unten liegen und die darüber folgenden mit zunehmender Höhe immer jünger werden, während ihre Sande von Grauweiss in Graugelb und schliesslich in helles Braun übergehen. An den Rändern der heutigen Täler sind jüngere Abteilungen meist durch spätere Abtragung beseitigt.

Die letzte dunkelbraune Gruppe von Maaskiesen endlich mit sehr viel blauen Ardennenquarziten und mürben, zerfallenden Grauwacken findet sich hauptsächlich jenseits der Maas auf dem Plateaurand von Lüttich bis Maastricht, und zwar bei Sichen, Eben-Emael und auf dem St. Pietersberg. Auch nordwestlich von Maastricht bei Genck machen die Kiese denselben jungen Eindruck. Mindestens ebensojung, wenn nicht jünger, erscheinen die schon oben erwähnten Maasschotter zwischen Süsterseel und Tüddern in der Nähe von Sittard. Diese letzte Gruppe hat in der Art ihrer Zusammensetzung, besonders was Farbe des Sandes und Form und mangelnde Härte der Gerölle anbelangt, viel Aehnlichkeit mit den rotbraunen Rheinkiesen.

Der besseren Uebersicht wegen seien hier die festgestellten Schichten dem Alter nach noch einmal aufgezählt. Bei den Maaskiesen hat man die Reihenfolge: 1. schneeweisser Grobsand mit wenig eckigem Feinkies als älteste Schicht, 2. schneeweisser Grobsand mit vielen runden Quarzen, Feuersteinen und Hornsteinen, 3. grauweisse Grobsande mit hauptsächlich weissen Quarzen, zu welchen sich schon einige kantige, gröbere Stücke aller Farben gesellen, 4. bunte Quarzkiese mit viel Blöcken, 5. meist gelbe bis braune Kiesschichten mit harten bis sehr mürben Geröllen und Blöcken aller Farben. Der Rhein hat der Reihe nach folgende Schichten abgelagert: 1. als älteste Pliocänschicht eckigen Feinkies mit schneeweissem Grobsand, 2. runde und eckige Quarze mit weissem Grobsand, 3. als älteste Diluvialkiese grauweissen Sand mit meistens runden, fast lediglich aus Quarzgesteinen bestehenden Geröllen aller Farben und wenig grösseren Blöcken, 4. graue Sandschichten mit buntem eckigem Kleinkies und wenigen Blöcken, 5. rotbraune Kiese aus härtesten bis sehr weichen Gesteinen aller Farben

und grossen Blöcken. Alle diese Schotter gehören dem Pliocän und der diluvialen Hauptterrasse an. Mittel- und Niederterrassenkiese sind aus dieser Betrachtung fortgelassen, weil sie lediglich an den Hängen und in den Talebenen der heutigen Stromtäler vorkommen und eine unserer Gegenwart nähere Zeit anzeigen, wo grosse Veränderungen der Flussläufe nicht mehr möglich waren.



Da nun leider die Altersfrage des rheinischen und des Maaspliocäns noch nicht durch den direkten Nachweis einer Ueberlagerung des einen durch das andere oder durch Lagerung in einer und derselben Schicht entschieden werden kann, so muss ich mich auf einige Bemerkungen beschränken. Nach allen Feststellungen im Rhein-Maasgebiet ist es mir mit einer einzigen Ausnahme noch nie begegnet, dass Maaskies irgend welchen Alters — vom heutigen Maastal abgesehen — den Rheinkies überlagert. Immer findet das Umgekehrte statt, dass die Rheingerölle die Maaskiese bedecken. In einem grossen Gebietsteile von Jülich bis nach Venlo sind zwar die Rheinkiese mit etwas Maasmaterial vermischt, aber nie findet eine Ueberlagerung durch Maaskiese statt.

Ein oder zwei Aufschlüsse nehmen jedoch eine merkwürdige Sonderstellung ein, und das sind auch im Gebiet der alten Schotter die einzigen Punkte, wo die mir bei den einzelnen Durchforschungen der Kiese schon zum Grundsatz gewordene Auflagerung der Rheinschichten, wenigstens in einer Beziehung, abgeändert werden muss. In dem tiefen Aufschluss an der Westseite der Bahn am Nordende von Odenkirchen liegt zu oberst eine sehr dünne Schicht rotbrauner Rheinkies, der weiter rückwärts auf dem Plateau deutlicher auftritt. Darunter folgen nun Maasschichten, zunächst grob mit Blöcken, tiefer dagegen immer feiner, wobei der Sand von Braun allmählich in Graugelb übergeht. Von hier ab weiter nach unten wird der Sand immer weisslicher und das Geröll spärlicher und feiner, so dass es fast unmöglich wird, wegen Mangels an Leitgesteinen noch sicher den Maascharakter zu erkennen. Das Unerwartete war nun, dass ich zu drei verschiedenen Malen immer einige unzweifelhafte Rheinspuren in Gestalt von rheinischen Kieselschiefeln und kleinen roten Eisenkieseln aus diesen weisslichen Schichten herausnehmen konnte, so dass es für mich feststeht, dass hier die Wasser des Rheins mit denen der Maas in Beziehung getreten sind. Nur wäre noch der Zeitpunkt zu bestimmen. Geht man in den Schichten noch etwas tiefer, so wird der stets feine Kies schliesslich zu scharfem Grobsand, wobei Rhein- oder Maascharakter unentschieden bleibt,

da ausser Feuersteinsplitterchen nichts Entscheidendes wahrzunehmen ist. Zu unterst folgt ohne Ausfurchung der schneeweisse Feinsand, zunächst noch mit wenigen roten Streifen, dann in ungestörter horizontaler Schichtung bis zu unbekannter Tiefe. Die roten Streifen oben im Feinsand bedeuten jedenfalls eine Ruhepause; denn auch in einer Sandgrube weiter nördlich bei Helenabrunn ist hier ein scharfer Schnitt, insofern als plötzlich und unvermittelt grauweisser Sand sich oben darüberlagert, der langsam gröber wird und dann feine Gerölle enthält. Die Schichten mit den Rheinspuren enthalten ziemlich viel Oolithe und Versteinerungsreste von Crinoiden, so dass dieselben zum jüngeren geröllführenden Pliocän gerechnet werden können. Leider sind die Rheinspuren zu spärlich, als dass mit einiger Bestimmtheit auf ihr mögliches Alter innerhalb der rheinischen Ablagerungen geschlossen werden könnte. Somit ist also die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass wenigstens nördlich der Linie Grevenbroich-Odenkirchen ein jungpliocäner oder dem ältesten Diluvium angehörender Rhein mit einer gleichaltrigen Maas in Beziehung getreten ist.

Knapp vor Fertigstellung dieser Arbeit gelang es mir noch, diluviale Maaskiese aufzufinden, welche Material aus dem Rhein aufgenommen haben. Wenn umgekehrt Rheinkiese die Maasschotter kreuzen und infolgedessen aus dem Untergrund Maasgerölle aufnehmen mussten, so ist das etwas ganz Gewöhnliches und auf der Strecke von Jülich bis nach Venlo überall wahrzunehmen. Der genannte Fall, wo der Maaskies Rheingeröll aufnimmt, ist aber hochbedeutsam und beweist, dass damals beide Ströme gleichzeitig ihre Wasser an den betreffenden Stellen mischten. Bei Höngen, nordöstlich von Sittard, sind am Talhang jüngere Maaskiese der Hauptterrasse mit sehr viel blauen Ardennenquarziten und weichen Grauwacken aufgeschlossen, die zahlreiche rheinische Kiesel-schiefer und einige rote Eisenkiesel enthalten. Die Maas hat hier offenbar vom benachbarten Rhein etwa ein Zehntel der Gerölle empfangen. Geht man von hier weiter nach Nordwesten, so gelangt man auf holländischem Gebiet allmählich wieder in tiefere Schichten. In der Nähe der Stelle, wo die von Saeffeln und Waldfeucht nach Echt führenden Strassen sich vereinigen, schimmern bereits auf den Feldern die groben Maaskiese unter der immer dünner werdenden Rheinschicht durch, um schliesslich allein noch übrig zu bleiben. Diese Maaskiese sind aber schwach vermischt mit rheinischen Kieselschiefern, und man hat wieder dasselbe Bild wie bei Höngen. Der Rhein mündete also hier kurze Zeit in die Maas. Später wich die Maas nach Westen aus, und der Rhein folgte ihr nach, weshalb die obersten Schichten nördlich von Saeffeln rheinisch sind. Die Zeit, während welcher das stattfand, dürfte für Rhein und Maas in die oben mit 4. bezeichnete Stufe fallen.

Auch noch an einer anderen Stelle konnte nachgewiesen werden, dass die Maas sich dort in den Rhein ergossen hat. In der grossen Grube bei Gillrath, westlich von Geilenkirchen, bestehen die grauweissen Sand-schichten über dem an einer Stelle aufgedeckten weissen Pliocän aus einem

Maasdiluvium, das in den unteren Teilen, wenn es bloss auf die Leitgesteine ankommt, als reiner Maaskies anzusehen ist. Wiewohl man aber darin noch keine sicheren Rheingerölle nachweisen kann, häufen sich die trüb-roten Sandsteine und Quarzite — alles Eigentümlichkeiten des Rheinkieses — so sehr, dass man bereits an rheinischen Einfluss denken muss. Im Maasdiluvium von diesem verhältnismässig hohen Alter ist man nämlich diese rötliche Farbe nicht gewohnt. In den drei bis vier obersten Metern der Kieswand lassen sich jedoch unschwer rheinische Kieselschiefer sammeln. Trotzdem herrscht der Maascharakter noch soweit vor, dass man bei nur oberflächlicher Untersuchung nie die Mitanzwesenheit von Rheinkies vermuten würde. Beide Ströme, Rhein und Maas, haben hier in einander gemündet, aber so, dass an diesem Punkte die Maasgeschiebe weitaus das Uebergewicht behielten.

Wie schon oben erwähnt, gibt es zahlreiche Stellen von Jülich bis zur Rurmündung, wo die Rheinkiese unrein sind, d. h. sich mit Maasgeröllen vermischt haben. Besonders wären hier zu nennen zwei Sandgruben bei Koslar unweit Jülich, zwei Kiesgruben bei Erkelenz, ferner Aufschlüsse bei Wassenberg, auf dem Kiesplateau östlich von Swalmen, endlich bei Wegberg und Viersen. Unmöglich ist es nicht, dass man auch hier Mündungen der Maas in den Rhein vor sich hat, aber ein sicheres Urteil darüber könnte ich bis heute nicht abgeben. Der Rhein kann diese Maasgerölle nämlich sowohl von einer gleichzeitig einmündenden Maas empfangen haben als auch von solchen Schichten, die dort einmal eine viel früher vorüberfliessende Maas abgesetzt hatte.

## Wanderung der Strombetten von Rhein und Maas.

Um es verstehen zu können, wie es dem Rhein und der Maas als Tieflandströmen möglich gewesen ist, ihre Betten über so ungeheure Flächen (siehe die beigegebene Karte) zu verschieben, ist es nötig, die Erdbewegungen, welche während der langen Zeiträume in unserem Gebiet stattfanden, etwas näher zu betrachten. Der Abbruch der Kölner Bucht erfolgte stufenweise und in grösseren Pausen. Ihre ersten Senkungen gehen in frühe Zeitalter zurück. Schon im Miocän, also im mittleren Tertiär, machten sie sich stark fühlbar. Die einmal begonnenen Einbrüche kamen nicht mehr zum Stillstand, sondern schritten nach der Eifel vor, wo wir die jüngsten Randbrüche haben. Ein Studium der Flusskarte an den Rändern der Kölner Bucht macht das sehr anschaulich. Nirgends fällt das Gebirge so unvermittelt und steil gegen die Ebene ab wie auf der Strecke von Königswinter bis Düren. Vielfach sind hier die Randbrüche noch frisch und so gradlinig, als wären sie mit dem Lineal gezogen. Am Bergischen Ufer des Rheines kann man keine geraden Linien mehr erkennen,



weil dieselben längst durch Abtragung beseitigt sind; auch lässt sich überhaupt kein treppenförmiges Absinken mehr wahrnehmen. Am Eifelrande dagegen sind diese Treppen überall deutlich nachweisbar und erstrecken sich sogar viele Kilometer weit ins Gebirge hinein. Das Merkwürdigste ist, dass das Tiefste dieser von Nord west nach Süd ost verlaufenden Treppenbrüche augenscheinlich nicht am Rhein selbst liegen würde, sondern im Erftgraben, wenn der Rheinstrom nicht durch Erosion sein Bett noch etwa 30 m tiefer gelegt hätte.

Weiter nach Nordwesten bildet der Rurgraben von Jülich bis Roermond die tiefste Senkung. Es ist klar, dass die Flüsse der Niederrheinischen Bucht im Westen vom Rhein diesen Bruchlinien folgen und ihre ursprüngliche Richtung verlassen mussten. So ist der Rurlauf im Gebirge nach Nordnordosten gerichtet, und die nördliche Eifel hatte zweifellos vor der Bildung der Kölner Bucht Gefälle nach dorthin. Uebrigens muss vor dieser Zeit nördlich von der Ahr bis über Köln hinaus ein hohes Eifelplateau den Rhein begleitet haben, aus dem dieser nur äusserst kurze Flüsschen empfing. Dieser Rücken muss verhältnismässig nahe am Rhein eine Wasserscheide gebildet haben, weil auch heute auf dieser Eifelseite nur unbedeutende Bäche entspringen. Der Unterschied wird sofort klar, wenn man die zahlreichen, wohl entwickelten und langen Täler von Agger, Sülz, Dhünn und Wupper auf der östlichen Rheinseite zum Vergleich heranzieht.

Andere Flüsse, die diesen Verwerfungen folgen, sind die Erft, welche 65 Kilometer in fast schnurgerader Richtung einem Bruchrande folgt, ferner die Netze und die Swalm, welche die Richtung der Erft weiter im Norden nahe der holländischen Grenze fortsetzen, endlich die Niers von M.-Gladbach bis zur Mündung. Nordwestlich und westlich von Aachen verlaufen die Brüche noch in derselben Richtung, und ihnen folgen die Geleenbeek bei Heerlen, die Geule von Vaals bis unterhalb Maastricht und jenseits der Maas von Maastricht bis Hasselt der Demer. Das Vorgebirge oder die Ville ist ein stehengebliebener, sehr schmaler Horst, der von Remagen bis nach Grevenbroich zieht. Dieser — nicht so tief wie der westlich davon gelegene Erftgraben eingesunkene — Rücken findet aber jenseits von Grevenbroich eine gradlinige Fortsetzung über Rheydt und Viersen bis in die Gegend von Venlo. Parallel zu diesem, von Remagen bis über Venlo hinaus im ganzen 120 Kilometer langen, schmalen Rücken läuft ein zweiter 70 Kilometer langer von Zülpich bis nach Swalmen unterhalb Roermond, der das östliche Steilufer der Rur bildet.

Was nun die alten Rhein- und Maasläufe selbst anbelangt, so können die folgenden Darstellungen nur in grossen Zügen zuverlässig sein, da die Untersuchungen noch nicht in allen Einzelheiten durchgeführt werden konnten. Ein vordiluvialer, also pliocäner Rhein scheint schon ziemlich weit nach Westen vorgedrungen zu sein. Unter pliocänem Strom sei hiermit ein solcher verstanden, der nicht nur Grobsand, sondern auch hauptsächlich weisse

Quarzgerölle bis zu ziemlicher Grösse zu transportieren imstande war. Solche Geröllspuren sind im Norden von Niederzier zwischen Düren und Jülich, soweit Aufschlüsse vorhanden sind, von mir nicht mehr mit Sicherheit entdeckt worden. In etwas späterer Zeit macht sich dieser Fluss in der nördlichen Ville bemerkbar und ebenfalls bei M.-Gladbach. Westlich dieser von Niederzier nach Grevenbroich und M.-Gladbach ziehenden Linie lagert bei Erkelenz ein vom rheinischen durch die Art der Geröllführung leicht unterscheidbares Pliocän, das von der Maas abgesetzt ist. Dieses Maaspliocän erstreckt sich über Baal, Hückelhoven und Birgelen rurabwärts ohne Rheinspuren. Auch jenseits der Rur konnte nirgends Rheinpliocän aufgefunden werden.

Jedoch beim Einblick in die Proben der Tiefbohrungen im Norden von Holländisch Limburg, die mir Dr. Tesch in Venlo in lebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, liessen sich für die Gegend der Rurmündung ziemlich sichere Pliocänspuren des Rheins in dem weit überwiegenden Maaspliocän erkennen. Ebenso ergaben die Bohrungen unter den Tonlagen der Tongruben an der deutschen Grenze südlich von Venlo in den reinen Quarzsanden der Kieseloolithstufe Achate, Jaspise und Chalcedone, also sichere Rheinspuren, allerdings mit kantigen Feuersteinen gemischt. Demnach kann sich also ein pliocäner Rhein von der Ahrmündung nach Westen bis nach Meckenheim und durch die Erftniederung bis nach Merzenich bei Düren und nach Niederzier bewegt haben. Von da ab sind seine Spuren zweifelhaft, und möglich ist es, dass er aus der Umgebung von Grevenbroich oder selbst von Niederzier aus eine Verbindung mit der Gegend von Roermond und Venlo gefunden hat. An den Bohrproben der Tiefbohrung bei Vlodrop nahe der Rurmündung lässt sich zeigen, dass die Rhein-Maaskiese des Diluviums, die 189 Meter in die Tiefe reichen, bis tief hinunter zum allergrössten Teil aus Rheinkiesen bestehen, während in den untersten Teilen die Maas stärker vertreten ist. Von 189 Meter ab schliesst sich nach unten die pliocäne Kieseloolithstufe der Maas an, die stellenweise unzweifelhafte pliocäne Rheingerölle wie Achate und Chalcedone aufweist. Man hat also hier Spuren eines pliocänen Rheinstroms in grosser Tiefe, und da scheint es doch sehr wahrscheinlich zu sein, dass der pliocäne Rhein bei Niederzier nicht abschneidet, sondern tief unter die wahrscheinlich dem ältesten Diluvium angehörenden Maaskiese bei Hambach, Jülich und Linnich untertaucht, um so die Rurmündung zu erreichen. Wenn rheinisches Pliocän auf dem östlichen Rurufer nicht mehr zu finden ist, so kann es sehr wohl durch die später vordringenden diluvialen Fluten wegerodiert sein. Das muss noch durch Bohrergergebnisse jener Gegenden geprüft werden.

Zu derselben Zeit gab es einen pliocänen Maasstrom von der heutigen Maas her zunächst in der Richtung über Sittard nach der unteren Rur und von da weiter nach Norden und Nordosten. Später bewegte sich diese Maas allmählich schärfer gegen Osten und kam dicht an Aachen vorbei, um dann im Norden von Eschweiler weiter gegen Jülich zu ziehen

und so mehr ostwärts den Rhein zu erreichen. Es ist aber möglich, dass wir uns zu diesem letzteren Zeitpunkt bereits im ältesten Diluvium befinden, da die betreffenden Maaskiese schon allenthalben zum Teil sehr grosse Blöcke enthalten. Spätere Untersuchungen können das erst klarstellen. Der Rhein hatte um diese Zeit seinen Lauf wieder nach dem Osten verlegt; denn unvermischt ziehen die altdiluvialen Maaskiese von Aachen her bis nach Jülich, Odenkirchen und Venlo.

Etwas später aber erfolgt ein jäher Einbruch der rheinischen Gewässer in das bisherige Gebiet der Maas westlich der Linie Jülich-Odenkirchen-Venlo. Die geologischen Verhältnisse, welche es bis dahin der Maas gestatteten, ihre Schotter in weitem Bogen fächerartig von Roermond bis nach Jülich auszubreiten, hatten sich vollständig verändert. Die Zeiten, in denen Maasgerölle bis nach Odenkirchen und Duisburg gelangen konnten, waren für immer vorbei. Vermutlich infolge einer allgemeinen Landsenkung im Westen überschritt der Rheinstrom die alten Maasablagerungen, indem er sich ebenfalls nach Westen wendete. Wenn wir uns wieder auf das Gebiet im Südwesten der Linie Köln-Grevenbroich-Venlo beschränken, weil nördlich davon die Verhältnisse nicht so klar verfolgt werden können, so sehen wir nun, wie der Rhein allmählich von der genannten Linie weiter vorschreitet, bis er seine äusserste Südwestgrenze Düren-Aldenhoven-Geilenkirchen erreicht hat. Auch hierbei ist sein Vordringen nicht ganz stetig gewesen, weil er während dieser Zeit drei verschiedene Geröllstufen abgelagert hat, nämlich die weissliche mit runden Geröllen, die gelbgraue, Sande mit kleinen kantigen Geschieben, und zuletzt die rotbraune mit sehr bunten Geröllen.

Es ist nicht leicht, sich eine richtige Vorstellung davon zu machen, wie die altdiluvialen Maaskiese über den sehr tiefen Rurgraben, der sich schon lange vor dem Diluvium zu senken begann, nach Norden hinübergelangen konnten. Wie gross die Senkungen an der unteren Rur, die in der Folge noch immer fort dauerten, heute sind, mögen folgende Angaben zeigen, welche den Mitteilungen der staatlichen Bohrverwaltung in den Niederlanden entnommen sind.<sup>1)</sup> An der Rurbrücke beim Dorf Vlodrop an der holländischen Grenze hat das Diluvium eine Dicke von 189 m, das darunter liegende Pliocän eine solche von 371 m. In einer Entfernung von 3,7 km nordöstlich davon auf dem Steilrand der Rur besitzt das Diluvium eine Dicke von nur 5 m, das Pliocän von nur 83 m. Da nun der letztere Bohrpunkt 42 m höher liegt, so ergibt das für die untere Grenze des Diluviums einen Unterschied von 226 m, für die Basis des Pliocäns einen solchen von 514 m. Seit der Ablagerung des Pliocäns an der unteren Rur hat sich der Untergrund an der dortigen Stelle somit um 514 m gesenkt und auch noch während des Diluviums ist eine Senkung von über 200 m erfolgt.

Ob man von einem besonderen Rheinarm, der dem heutigen Swist-Erft Lauf folgte, sprechen darf, wie mehrfach geschehen, ist sehr die

<sup>1)</sup> Dr. Tesch. Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit. 1908.

Frage. Ein solcher Rheinstrom, der doch wohl an der tiefsten Stelle der Mulde geflossen wäre, hätte den heute noch scharfen und schnurgeraden Bruchrand am Villeufer vermöge seiner Wassermasse ganz anders ausgehobelt und ihn ähnlich gebuchtet, wie es jetzt der Osthang der Ville ist. Ausserdem müssten heute auch in der Erftenge unterhalb Bedburg die braunroten Auffüllungsmassen dieses Rheinarmes liegen. Davon ist aber wenig zu merken; denn die dortigen Talkiese sind hell und gehören einer älteren als der braunroten Stufe an. Die Kiese der letzteren liegen dort vielmehr auf den Höhen und gerade diese Talenge beweist, dass dort nie ein Rhein in der Talsohle geflossen ist. So wie beim grossen Einbruchsgraben der Erft, wird man sich auch an der Rur den Gang vorzustellen haben. Dort kam im Pliocän der Rhein von Bonn her über den erst im Entstehen begriffenen Erftgraben hinüber bis nach Düren, weil eben die unterirdische Senkung durch die Auffüllung immer ausgeglichen wurde. Der Graben bestand also an der Oberfläche des Bodens gar nicht mehr, und der diluviale Rhein konnte noch während der ganzen Hauptterrassenzeit seine Geröllmassen quer über das Erftgebiet hinweg nach Westen transportieren. Erst vor der Absetzung des jüngeren Löss hatten sich die Einbrüche an der Oberfläche annähernd so gestaltet wie wir sie jetzt sehen.

Beim Rurgraben ging es also ähnlich zu. Die schon im Pliocän sich bildende Senkung vollzog sich langsamer als die Aufschüttung der damaligen Maas, und so konnte es geschehen, dass der langsam sinkende Graben bei Vlodrop an der holländischen Grenze die ungeheure Schichtendicke von 370 m Maas- und Rheinpliocän und 189 m Maas- und Rheindiluvium erhielt. Während der ganzen Zeit ging die Maas und zuletzt auch der Rhein über den Rurgraben weg, der ja infolge der beständigen Aufschüttung an der Oberfläche nicht existierte. Erst nachdem der Rhein sich von der Hauptterrasse zurückgezogen hatte, wurde die stetig andauernde Senkung auch an der Oberfläche augenfällig. Heute haben wir bereits an der holländischen Grenze einen Niveauunterschied zwischen Talbett und östlichem Plateau von 55 m. Die schwache Rur war längst nicht mehr imstande diese Unterschiede durch Auffüllung auszugleichen.

Es soll hier gleich hinzugefügt werden, dass es in jener entlegenen Zeit selbst dem Rhein und der Maas nicht möglich gewesen wäre, eine Zuschüttung tiefer Gräben, wie die eben beschriebenen, zu bewirken, wenn sie nicht infolge von Bodenschwellen weiter flussabwärts über dem sinkenden Boden ihr Gefälle eingebüsst hatten. So muss beispielsweise die Maas seit dem frühen Diluvium von Roermond bis unterhalb Venlo den nur schwach abgesunkenen sogenannten *Peelhorst* überschreiten, während sie weiter südwärts von Sittard bis Roermond über eine breite Bodensenkung fliesst, welche zu dem Rurgraben in direkter Beziehung steht. Der letztere ist nämlich nur die tiefste Stufe einer Schar von parallelen Treppenbrüchen, welche zwischen Sittard und Roermond die Maas in SO-Richtung überqueren.

Nördlich von Venlo haben die holländischen Geologen als Begren-

zung des Peelhorstes wieder einen breiten von NW nach SO verlaufenden Senkungsstreifen nachgewiesen. Diese Senkung wird im Norden ebenfalls durch einen an der unteren Maas gelegenen Horst begrenzt. Auf diesem letzteren Rücken sind, wie ich bei Mill feststellen konnte, die alten Maaskiese erhalten geblieben, welche nur verschwindend wenig Rhein Spuren aufweisen.

Dass das Maastal selbst von Roermond bis Walbeck, weit unterhalb von Venlo, erst nach der Hauptterrassenzeit abgesunken ist, während vorher der Peel mit dem Plateau von Elmpt und Kaldenkirchen eine Ebene bildete, lässt sich an vielen Stellen nachweisen. Steigt man vom Elmpter Wald in die Maasebene hinab, so treten am Steilrand plötzlich weisse Maaskiese in einem schmalen Streifen auf, während sofort wieder weiter nach unten die Rheinkiese folgen, und zwar in derselben Beschaffenheit, wie man sie oben verlassen hat. Hier ist der Boden also nach Westen abgesunken, und zwar etwa um die Dicke der Rheinkiese, die dort im ganzen 20 m beträgt. Am Steilhang im Osten von Swalmen lässt sich genau dasselbe wahrnehmen, nur dass der jetzt noch sichtbare Senkungsbetrag viel grösser ist. Da die Kiese in der dortigen Maasniederung genau dieselbe Beschaffenheit wie oben auf dem Plateau haben und, wie früher erwähnt, die Maas in ihrem Tal kaum Rheinkiese fortgespült hat, so kommt man etwa auf eine Senkung von 35 m. Auch bei Tegelen, südlich von Venlo, hat Dr. Loric eine grössere Senkung nachgewiesen.

Es bleibt jetzt noch einiges zu sagen über die diluviale Flusstätigkeit ausserhalb des grossen Hauptterrassegebiets zwischen Rhein und Maas südlich der Linie Neuss-Venlo. Das Alter der holländischen Rhein-Maaskiese im Peel und jenseits bis Tilburg und Breda, wo Maas und Rhein vereint dem Meere zuströmten, ist wegen ihrer Einförmigkeit und der mangelhaften Aufschlüsse schwer anzugeben. Auf deutschem Gebiete sind ähnliche Kiese von Geilenkirchen bis nach Gangelt bereits in gleicher Beschaffenheit ausgebildet, und hier wären sie der vorletzten Stufe der Hauptterrasse einzureihen. Die alten Kiesrücken des Hülser Berges bei Krefeld, des Schaephuiser Berges, der Bonninghardt und die Rücken bei Xanten dagegen, welche einzig und allein Rheinkiese enthalten, sind wegen der Beschaffenheit ihrer Gerölle der nächst älteren Stufe der rheinischen Hauptterrasse zuzuweisen. Die Höhen des Reichswaldes von Kleve bis Nimwegen bestehen bereits aus einem Gemisch von Rhein- und Maaskiesen, welche gerade wie die reinen Maaskiese jenseits der Maas bei Mill zu dem ältesten Diluvium gehören dürften. Im Gebiet der nordischen Moränen lässt sich bislang schwer urteilen. Wie längst bekannt, sind die Rhein-Maaskiese älter als die Eisbedeckung Hollands, weil dieselben sich allenthalben im Untergrunde der nordischen Geschiebe nachweisen lassen.<sup>1)</sup> Die Bohrungen im Gelderschen Tal bei Amersfoort und anderwärts haben erwiesen, dass die nordischen Gesteine von der Oberfläche der Kiesrücken

<sup>1)</sup> Dr. Loric. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wefenschappen. 1893. — Ebenda, 1906. De geologische Bouw der Geldersche Vallei etc.

nur bis in eine gewisse Tiefe die Hauptmasse aller Schotter bilden. Die Gesteine des Rheins und der Maas treten, je tiefer man geht, desto reiner auf, bis schliesslich das nordische Diluvium ganz verschwindet. Spätere Beobachtungen müssen noch zeigen, zu welchem Zeitpunkt eine Vermischung mit den nordischen Moränen stattfand.



## Resultate.

Der diluviale Rhein drang nach Nordwesten vor bis zu einer äussersten Linie Rolandseck - Meckenheim - Rheinbach - Kuchenheim - Roitzheim - Euenheim - Bahnhof Zülpich - Bessenich - Düren - Pattern - Aldenhoven-Freialdenhoven - Immendorf - Teveren - Gillrath - Gangelt - Hastenrath - Höngen. Von hier erreichte er mit der Maas vereint die Linie Bree - Bocholt - Lifle - St. Hubert - Westerhoven - Breda.

Der diluviale Rhein drang nach Osten vor bis zu einer äussersten Linie Siegburg - Berg. Gladbach - Leichlingen - Ohligs - Gerresheim - Speldorf. Von hier erreichte er, mit der Maas vereint, die Linie Sterkrade-Dorsten - Erle - Borken - Winterswijk - Haaksbergen.

Die Maas ging im Diluvium nach Westen bis zu einer Linie Lüttich-Sichen - Genck - Helchteren - Bourg Léopold - Moll, nach Osten bis zur Linie Lüttich - Noorbeek - Mechelen - Orsbach - Richterich - Würselen - Dürwiss-Hambach.

Auf der ganzen Berührungslinie der diluvialen Rheinkiese tauchen die Maaskiese unter jene unter. Reine Maaskiese sind im Gebiet der diluvialen Rheinkiese noch nachgewiesen bis zu der Linie Hambach-Stetternich - Broich - Lövenich - Erkelenz - Odenkirchen - M. Gladbach - Viersen-Süchteln - Hinsbeck, ferner am Ostrande des Maastals bei Sittard, im Echter Bosch, im Empter Wald, östlich von Swalmen, bei Walbeck und südwestlich von Nimwegen bei Mill.

Viele Anzeichen sprechen dafür, dass die diluvialen Maasschotter ursprünglich von Jüllich aus in der Richtung nach Grevenbroich und Duisburg weiter zogen. Im Norden reichen die Rhein- und Maasablagerungen, mit nordischen Material vermischt, auf den erhalten gebliebenen hochgelegenen Kiesflächen bis an die Zuider See.

Sowohl die Rheinkiese als auch die Maaskiese haben im Diluvium während der Hauptterrassenzeit drei Altersstufen, die bei beiden Strömen grosse Aehnlichkeit besitzen und durch besondere Beschaffenheit gekennzeichnet sind.