5. Die hohlen Kalkstein-Geschiebe im Rothliegenden nördlich von Kreuznach an der Nahe.

Von Herrn H. Laspeyres in Berlin.

Wenn Herr v. Haidinger im Eingange seines bekannten Vortrages: „Die hohlen Geschiebe aus dem Leithagebirge“ in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 17. Juli 1856 (Sitzungsberichte XXI.) sagt, dass gar manche höchst merkwürdigen Thatsachen übersehen und bezweifelt werden, weil man sie nicht zuerst, so lange sie noch den Reiz der Neuheit besassen, für sich in abgesonderten Mittheilungen behandelte, so hat er sehr Recht gerade in Bezug auf den Gegenstand, welchen er durch den genannten Vortrag in der wissenschaftlichen Literatur mehr zur Würdigung zu bringen beabsichtigt.

Denn nicht nur hatte Herr v. Haidinger die hohlen Geschiebe aus dem Leithagebirge schon im Jahre 1843 und sein Freund Czjzek im Jahre 1852 in der Literatur erwähnt, sondern ganz ähnliche Hohlgeschiebe aus dem Rothliegenden um Kreuznach hatte auch schon Herr Burkart im Jahre 1826 in seiner Arbeit „Geognostische Skizze der Gebirgsbildungen des Kreises Kreuznach und einiger angrenzenden Gegenden der ehemaligen Pfalz“ (das Gebirge in Rheinland-Westphalen von J. Nöggerath Bd. IV. S. 142 ff.) beschrieben.

Herr Burkart sagt (l. c. S. 157): „bei Winterburg enthält dies Conglomerat hohle concentrisch-schalige Kugeln von mehreren Zoll bis zu einem Fuss Durchmesser; die äussere Rinde derselben besteht gewöhnlich aus einem gelblichbraunen Eisenocker, auf welchem eine Rinde von dem Spatheisenstein schon nahekommendem Braunspath folgt, der nach innen auskrystallisirt ist; auf die Krystalle des letzteren finden sich häufig noch Krystalle von Arragon aufgewachsen. Oft ist die aus Eisenocker bestehende Schale nach aussen hin noch einmal von Braunspath und dieser wieder von Kalkspath umgeben. — Auch bei Heddesheim und Laubenheim zeigen sich

ähnliche Kugeln in diesem Conglomerate; hier besteht indessen die äussere Rinde in einem grauen thonigen Sande, der an letzterem Orte nur mit Letten, an ersterem Orte aber mit krystallisirtem Braunspath überzogen ist. Auf letzterem sitzt in den Kugeln von Heddesheim Schwerspath in grossen Krystallen und Arragonit in nierenförmiger und traubiger Gestalt."

So weit Herr Burkart!

Bei meinen geognostischen Untersuchungen der Ablagerungen des Rothliegenden mit den eingelagerten Eruptivgesteinen in der ehemaligen Pfalz zwischen dem Rheine und der Saar südlich am Hunsrück konnten mir diese Schichten des Rothliegenden mit den merkwürdigen, in allen Stadien der Aushöhlung befindlichen, hohlen Kalksteingeschieben nicht entgehen. Die folgenden Zeilen sollen diese Geschiebe, soweit sie mir bekannt geworden sind, beschreiben, ferner, da sie in vielen Punkten mit den Hohlgeschieben aus dem Leithakalke grosse Analogien bieten, in vielen andern Punkten aber durch ihr Abweichen von diesen ein Licht auf die Entstehung derartiger Gebilde zu werfen versprechen, mit den eigentlichen Lauretta-Geschieben aus dem Leithakalke vergleichen und genetisch besprechen.

Südlich vom Hunsrück lagert sich auf und an dessen steil aufgerichtete devonische Thonschiefer und Grauwackenschichten mit den dazwischen liegenden Quarzit-, Gneiss- und Granitzügen der Nordflügel einer grossen Mulde des Unter- und Oberrothliegenden, zuerst mit steilerem, weiter entfernt mit flacherem Einfallen nach Mittag. Der Südflügel dieser Mulde, die sich nach SW. noch weit über Oberstein, nach NO. bis an die Nahe bei Sarmsheim verfolgen lässt, wird in der Umgegend von Kreuznach meist durch tertiäre, diluviale und alluviale Ablagerungen bedeckt. Die Muldenlinie zieht sich etwas nördlich der Orte Nusbaum, Bockenau, Sponheim, Roxheim, Winzenheim, Langenlonsheim entlang.

Die untere Abtheilung des Rothliegenden, auf der geognostischen Karte von Rheinland und Westphalen des Herrn v. Dechen noch als obere flötzarme Schichten des Steinkohlengebirges bezeichnet, tritt am südlichen Fusse des Hunsrücks besonders in der Gegend von Kreuznach zwischen dem Devon des Hunsrücks und der oberen Abtheilung des Rothliegenden nur als eine schmale Zone, welche nach O. immer schwächer wird,

zu Tage, während das Unterrothliegende in den übrigen Theilen der ehemaligen Pfalz sehr ausgedehnte Flächenräume einnimmt. Dieses Unterrothliegende besteht wie in der ganzen Pfalz, so auch in dem genannten Muldenflügel abwechselnd aus Schichten von mehr oder weniger eisenschüssigem Schieferthon und Lagen eines bald groben, bald feinkörnigen Sandsteines, der oft in Conglomerate übergeht, und den Warmholz sehr treffend Feldspathsandstein genannt hat. Derselbe besteht nämlich zum grössten Theile aus wohl verbundenen Körnern und Stückchen eines röthlichen oder gelben Orthoklases neben solchen von meist farblosem Quarze und Blättchen der beiden Glimmervarietäten. Während dieser Sandstein, sowie das Bindemittel der Conglomerate des Unterrothliegenden petrographisch auf Wasserströmungen von Süden, d. h. von den Granit- und Gneissmassen des jetzigen Schwarzwaldes und der heutigen Vogesen zur Zeit ihres Absatzes deuten, kann man die Geschiebe in diesen Ablagerungen mit wenigen Ausnahmen petrographisch nur auf die im Hunsrück noch jetzt anstehenden Devongesteine (Grauwacke, Quarzit, Quarz) beziehen. Das gilt ganz besonders für die hier zur Sprache kommenden Conglomerate nordwestlich, nördlich und nordöstlich von Kreuznach, worauf ich gleich näher eingehen werde.

Das vollkommen concordant darüber gelagerte Oberrothliegende contrastirt gegen das Unterrothliegende petrographisch (Versteinerungen fehlen im ersteren gänzlich mit Ausnahme von einem nicht mehr sichtbaren Fundpunkte) sehr, nicht nur durch das fast ausschliessliche Vorwalten der Conglomeratbildungen sondern auch durch die meist dunkelbraunrothe Farbe der Schichten. Das färbende Princip des Unterrothliegenden ist in der Regel Eisenoxydhydrat oder kieselsaures Eisenoxydul, im Oberrothliegenden Eisenoxyd.

Im Oberrothliegenden der ganzen Pfalz und ganz besonders deutlich gerade in der Umgegend von Kreuznach kann man 3 Etagen abgrenzen, wenn sie auch unter sich durch Zwischenglieder verbunden sind.

Die erste oder tiefste Etage bilden plumpe, schwere, oft noch sehr breccienartige Conglomerate mit schlecht gerundeten Geschieben aus Gesteinen, die der unmittelbaren Nachbarschaft entnommen worden sind. In der Nähe der Porphyre sind sie Porphyrconglomerate, in der Gegend von Melaphyren Melaphyr-

conglomerate, in der Umgegend vom Devon des Hunsrücks Kiesel- und Quarzitconglomerate. Letztere herrschen nördlich und nordwestlich von Kreuznach fast ausschliesslich; sie enthalten selten Porphyr- und Melaphyrgeschiebe, weil diese Gesteine zur Zeit der Conglomeratbildung in der dortigen Nähe nicht entstanden oder doch nur in entgegengesetzter Richtung von der Geschiebeströmung aus dem nördlich vorliegenden Devon-Gebirge (es sei mir für dasselbe der Name „permischer Hunsrück" erlaubt) sich befanden. Das thonig-sandige oder fein conglomeratische Bindemittel, aus demselben Materiale wie die Geschiebe gebildet, tritt sehr gegen die Menge der letzteren zurück.

Die zweite Etage besteht aus feineren und gröberen, wohlgeschichteten, mit sandig-thonigem Bindemittel reichlich versorgten Conglomeraten mit meist flachen, aber wohlabgerundeten oder geschliffenen Geschieben des Hunsrück-Devons (Quarz, Quarzit, Grauwacke, Thonschiefer, Gneiss, Kalkstein u. s. w.), die nur äusserlich die Farbe des Bindemittels angenommen haben. Porphyr- und Melaphyrgeschiebe sind darin meist selten, weil diese Gesteine zur Bildungszeit der zweiten Etage schon meist von den Schichten der ersten bedeckt waren; doch sind sie fast überall nachzuweisen, allerdings mehr im Teige als unter den Geschieben, weil sie leichter verwittern und zerfallen als die Devon-Gesteine, und weil sie einen weiteren Transport auszuhalten hatten bis zur Ablagerungsstelle.

Wie diese Conglomerate in das Liegende immer gröber werden, gestalten sie sich in's Hangende manierlicher und werden reicher an Bindemittel, das schon für sich Schichten groben Sandsteins und sogar von Schieferthon zwischen den Conglomeratbänken zu bilden versucht, um so den Uebergang in die dritte Etage anzubahnen. Hier bilden feinere und gröbere, meist dunkelbraunrothe, thonige Sandsteine mit Thongallen regelmässige oft in sich transversal oder federartig geschichtete Bänke, die bei Kreuznach an der Nahe an bunten Sandstein, für den sie Herr Burkart noch gehalten hat, in vielen Beziehungen erinnern. Diese Sandsteine werden nach dem Hangenden zu immer feiner und thoniger und wechseln mit rothen Schieferthonlagen; nach dem Liegenden gehen sie durch Aufnahme kleiner, einzelner, wohlgerundeter Geschiebe in die Conglomerate der mittleren Etage über. Zu der dritten Etage gehören die Ablagerungen in der Muldung des Oberrothliegen-

den, etwa die Ablagerungen von Rüddesheim, Hargesheim, Kreuznach, Winzenheim, Bretzenheim, Langenlonsheim und z. Th. von Heddesheim und Laubenheim. In die mittlere Etage stelle ich die Conglomerate von der Trollmühle südlich von Sarmsheim, von Dohrsheim, Laubenheim, Heddesheim (z. Th.), Waldhilbersheim, im südlichen Theile des Kreuznacher Stadtwaldes u. s. w. Das Oberrothliegende etwas nördlich von dieser Linie bis zur Grenze mit dem Unterrothliegenden ist in die erste Etage zu verweisen, die sich im Winterbachthale (weiter abwärts Fischbachthal genannt) zwischen Winterburg und Bockenau sehr schön, theilweise schon als Melaphyr-Breccien und Conglomerate, entwickelt findet.

In dem Gebiete des Rothliegenden, dem sich diese Mittheilung speciell zuwendet, d. h. in dem bei der Stadt Kreuznach sehr stumpfwinkeligen Dreiecke, das durch den Hunsrück, durch den von dort nach O. eilenden und bei Kreuznach in die Nahe mündenden Fischbach und durch die Nahe von Kreuznach bis zu ihrer Mündung in den Rhein bei Bingerbrück gebildet wird, in diesem Gebiete, sage ich, sind nicht nur, wie sonst überall, die Geschiebe des Unterrothliegenden, sondern auch die des Oberrothliegenden mit ganz vereinzelten Ausnahmen devonischen Ursprunges vom Hunsrück. Wer die mannigfachen Gesteine des nördlich vorliegenden Devongebirges kennt, wird in fast allen Geschieben alte Bekannte wiedererkennen. Dass die Geschiebe nicht aus anderen, noch jetzt zu Tage bekannten oder durch jüngere Gebirgsglieder bedeckten, devonischen Ablagerungen, etwa des Taunus, sondern vom alten Hunsrück durch meist südöstliche Strömungen herangeflösst sind, dafür findet man in dem Gebiete, das dieser Mittheilung zu Grunde liegt, einen schlagenden Beweis.

Während in dem viele Quadratmeilen der ehemaligen Pfalz bedeckenden Rothliegenden, sowohl an dessen oberer als unterer Abtheilung, die Geschiebe der Conglomerate ausschliesslich aus Kieselmassen und Silikaten bestehen, welche den ganzen Hunsrück mit dem Soon-, Hoch- und Idar-Walde zusammensetzen, führen die nordöstlichsten Ablagerungen dieses Rothliegenden, besonders die nördlich und nordwestlich von Kreuznach, in beiden Abtheilungen zahlreiche, ja manchmal fast ausschliesslich prädominirende Geschiebe eines fein- bis grobkrystallinischen, graulich-, bläulich- und röthlichweissen, dolomitischen

Kalksteins. Dieser gleicht dem einzigen im Hunsrück bei Stromberg nordwestlich von Kreuznach und bei Bingerbrück befindlichen, devonischen, dolomitischen Kalksteine wie ein Ei dem andern.

Diese dolomitischen Kalksteingeschiebe sind mir nur bekannt geworden am Südfusse des Hunsrücks von Auen oder Monzingen bis an die Nahe, eine halbe Meile südlich von Bingen, welchen Fluss das Rothliegende zu Tage anstehend nicht überschreitet. Südöstlich von dieser Linie lassen sich die Kalksteingeschiebe im Rothliegenden etwa bis in das untere Alsenz-Thal, das bei Münster a./St. in die Nahe sich öffnet, verfolgen; doch sind sie ausserhalb des in früheren Zeilen abgesteckten Dreiecks (Auen, Sarmsheim, Kreuznach) ebenso selten als innerhalb desselben häufig. Bei diesem kurz skizzirten Verbreitungsgebiete der dolomitischen Kalksteingeschiebe im Rothliegenden und bei der petrographischen Identität des Geschiebedolomites mit dem des Stromberger Lagers kann wohl kein Zweifel mehr obwalten, dass nicht nur diese Geschiebe aus Nordwesten, vom Hunsrück stammen, sondern dass auch alle andern Geschiebe devonischen Materials in beiden Abtheilungen des Rothliegenden der Pfalz durch Strömungen, die nach S. und SO. vom Hunsrück gerichtet waren, zur Zeit der Dyas dieser Formation zur Bildung zugeführt worden sind. In dem Unterrothliegenden erfolgte diese Zuführung vermuthlich durch Meeres- oder Seeströmungen; denn die Geschiebe sind kugelig und von grösster äusserer Vollkommenheit. Im Oberrothliegenden waren es hauptsächlich wohl Bach- und Flussströmungen; denn hier sind die Geschiebe meist glatt und flach, aber sonst wohl gerundet und geschliffen, und zwar um so mehr, je weiter sie vom jetzigen Hunsrück entfernt liegen.

Obgleich, wie gesagt, in beiden Conglomeratbildungen um Kreuznach dolomitische Kalksteingeschiebe so häufige Erscheinungen sind, habe ich nur folgende 4 Punkte in Erfahrung gebracht oder gesehen, an welchen sich diese Geschiebe gehöhlt befinden.

1) Im Winterbach-Thale gleich unterhalb des Dorfes Winterburg besteht das Unterrothliegende aus einem ausnahmsweise rothen, bindemittelreichen Conglomerate mit sehr vielen Geschieben dolomitischen Devon-Kalksteins bis zu Kopfgrösse, von denen einzelne, wie Herr Burkart beschreibt, im Innern

hohl und mit Braunspath bewandet sind, auf dem sich ausser Krystallen von Arragonit nach Angabe des Herrn C. Lossen in Kreuznach Kügelchen von Asphalt befinden. Wegen der abnormen rothen Farbe könnte man diese Conglomerate leicht für Oberrothliegendes ansehen, allein über denselben folgt ein feinkörniger typischer Feldspathsandstein und diesem ein Kalksteinflötz, das zum grössten Theile aus Geschieben von Devon-Kalkstein, die perlschnurartig an einander gereihet sind, besteht, das aber in seiner röthlichgrauen Schieferthonmasse auch einzelne Quarz- und Quarzit-Geschiebe enthält. Darüber folgen nach den noch nicht veröffentlichten Beobachtungen des Herrn v. Dechen auf der linken Thalseite zwischen Winterburg und Bockenau anstehend, zwei schmale Kohlenflötze in Schieferthon und zwischen beiden thonige Sphärosideritnieren mit Abdrücken der für das Unterrothliegende (Walchien-Sandsteine) charakteristischen Fische. 150 Lachter rechtwinkelig in das Hangende dieser Flötze kommen an derselben Thalseite 2 Lagen von kalkigem schwarzem Schieferthon, das obere 3 Zoll, das untere 6 Zoll mächtig, ebenfalls mit den Fischabdrücken vor. Etwas weiter in das Hangende folgt jetzt das Grenzmelaphyrlager zwischen beiden Abtheilungen des Rothliegenden. Dieses Lager, das weiter nach SW. an manchen Orten 800 bis 1000 Fuss mächtig sein muss, ist hier nur noch etwa 100 bis 125 Fuss stark und keilt sich $\frac{1}{2}$ Meile nordöstlich von hier zu Tage ganz aus, so dass von da ab bis an die Nahe das Oberrothliegende unmittelbar auf der unteren Abtheilung aufliegt.

Dieser Fundpunkt von Hohlgeschieben ist der einzig bekannte im Unterrothliegenden, die drei anderen liegen in der oberen Abtheilung.

2) Den von Herrn Burkart bei Laubenheim an der Nahe angegebenen Fundpunkt habe ich nicht zu ermitteln vermocht. In den vielen Brüchen und Aufschlusspunkten in der typischen, mittleren Etage des Oberrothliegenden um dieses Dorf herum findet man devonische Kalksteingeschiebe in Hülle und Fülle; aber selbst langes Suchen führte mir kein Hohlgeschiebe in die Hände.

An den beiden folgenden Punkten braucht man nicht erst lange nach diesen zu suchen; die grössten Taschen sind im Umsehen gefüllt; ja gerade die schönsten und grössten Hohl-

geschiebe muss man mit Bedauern liegen lassen, weil sie entweder zu gross für Touristentaschen sind oder zu fest und tief in dem Steinbruchsstosse stecken, um sie mit dem gewöhnlichen Handwerkszeuge wandernder Geologen herausheben zu können, oder wohl gar weil sie wegen ihrer prachtvollen weit vorgeschrittenen Aushöhlung den Transport nicht vertragen.

3) Von Heddesheim im Güldenbach-Thale führt in nordöstlicher Richtung ein Communalweg durch eine linke Nebenschlucht nach Dohrsheim. Wo derselbe das Gehänge erreicht und zu steigen beginnt, liegt an seiner linken Seite ein Steinbruch für die Gemeide Heddesheim in den oberen Schichten der mittleren Etage des Oberrothliegenden. Dem Streichen dieser flach gegen Südsüdosten einfallenden Schichten nach sind es dieselben Conglomeratbänke wie die, welche bei Laubenheim ausgehen. Die wohlgeschichteten Bänke bestehen vorwaltend aus rothem, eisenreichen, thonigen Sandsteine feineren und gröberen Kornes mit einzelnen, theilweise auch gehäuften und selbst zahllosen, grossen und kleinen Geschieben aller Devon-Gesteine des Hunsrücks, aber auch von Melaphyr; ein Beweis, dass dieser wohl mit dem Porphyre zugleich zu der Bildung dieser Schichten beigetragen hat, mag es auch mehr zur Bildung des Bindemittels als zu der der Geschiebe sein. Die ungefähr 6 Fuss mächtige Hauptbank, auf die vorzugsweise der Steinbruchsbetrieb eröffnet ist, enthält vorwaltend Geschiebe dolomitischen Kalksteins, von denen die grössere Menge hohl ist oder sich in einem Stadium der Höhlung befindet. Das Gestein aller Geschiebe ist dasselbe, nur manchmal gröber, manchmal feiner krystallinisch oder körnig; ein Wechsel, der sich auch vielfach in einem Geschiebe wiederholen kann. Im grossen Ganzen ist das Gestein ein mittel- und scharfkörniger, graulichweisser, selten durch Eisenoxyd sporadisch röthlich gefärbter dolomitischer Kalkstein, den man von Handstücken des Stromberger Kalksteines in keiner Weise unterscheiden kann. Bemerkt sei hier, dass das Güldenbachthal dieses Stromberger Kalksteinlager, sowie die vorliegenden Schichten des Oberrothliegenden senkrecht durchschneidet, und dass man unter den Bachgeschieben die alluvialen Stromberger Kalksteingeschiebe nicht von den permischen unterscheiden kann, welche der Güldenbach sich aus dem Rothliegenden zum Spielen herausgewaschen hat.

Nach einer von mir im Laboratorium der Königlichen

Bergakademie in Berlin ausgeführten Analyse besteht das Gestein eines Geschiebes, bei dem die Aushöhlung kaum begonnen hat, aus:

In Salzsäure unlöslicher Rückstand	=	2,68	pCt.
$CaOCO_2$	=	71,59	„
$MgOCO_2$	=	22,94	„
Verlust	=	2,79	„
		100,00.	

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand besteht zum grössten Theile aus Thon (Kaolin); der Verlust umfasst das Wasser desselben und hygroskopisches Wasser sowie lösliche Bestandtheile, welche weder durch oxalsaures Ammoniak noch phosphorsaures Natron gefällt werden, und welche vor der Lösung des Gesteins in Salzsäure mit dem unlöslichen Rückstande verbunden waren. Das reine kohlensaure Salz besteht mithin aus:

$CaOCO_2$ = 75,73 pCt.
$MgOCO_2$ = 24,27 „

also ungefähr aus 2 Atomen kohlensaurem Kalk und einem Atom kohlensaurer Magnesia. Mit Ausnahme des unlöslichen Rückstandes, der als Verunreinigung anzusehen ist, lösen sich Stücke dieses dolomitischen Kalksteins leicht und vollständig in kalter sehr verdünnter Salzsäure, während ziemlich starke, aber kalte Essigsäure aus Stücken nur wenig kohlensauren Kalk löst. Eine Thatsache, die mit den Ansichten des Herrn Forchhammer über die Zusammensetzung dolomitischer Kalksteine harmonirt.

Die bis kopfgrossen Geschiebe in diesem Rothliegenden sind meist abgeplattet eiförmig wie Fluss- oder Bachgeschiebe, oft auch ganz unregelmässig, aber stets kantengerundet, schälen sich z. Th. leicht aus dem thonig-sandigen, rothen, auch durch eingedrungene reducirende Tagewasser grünlichgrau gebleichten Bindemittel heraus und liegen deshalb, vom Regen sauber ausgewaschen, massenweise in dem zerfallenen Steinbruchsschotter. Aus den noch festen Steinbruchswänden, in denen sie ganz oder im Querschnitte dem Geognosten gleichsam zur Ansicht ausgestellt sind, bekommt man die oft zarten Gebilde nicht, wenigstens nicht ganz erhalten, heraus.

Die Oberfläche der herausgewaschenen Geschiebe ist, wie eine Schlangen- oder Fischhaut gegen den Strich, rauh anzufühlen; man merkt, dass die Finger über mikroskopisch kleine Krystalle, die man im Lichte auch spiegeln sieht, gleiten.

Diese Oberfläche ist nicht die frühere der Geschiebe, sondern entweder eine durch kohlensäurehaltige Tagewasser gleichsam geätzte, oder durch Wasser, welche doppelt kohlensauren Kalk gelöst halten, vergleichsweise „candirte“, neu gebildete Oberfläche. Diese Art von Oberfläche (es lässt sich durch Beobachtung nicht entscheiden, auf welchem der beiden genannten Wege sie entstanden sein mag, ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei allen Geschieben in Conglomeraten; sie findet sich z. B. ganz überraschend schön in den Quarz- oder Silikatgeschieben im Unterrothliegenden und Buntensandstein der Pfalz; selbstverständlich bestehen in diesen Fällen die Krystalle, welche die Rauheit hervorrufen, nicht aus kohlensaurem Kalk, sondern aus Kieselsäure.

Die Oberflächenveränderung hat die Geschiebe von aussen nie tief ergriffen; denn dieselben schliessen gerade durch erstere um so dichter an die Grundmasse an, so dass man in den seltensten Fällen die Geschiebe von der Grundmasse entblössen kann, falls die Verwitterung die letztere nicht schon nachgiebig genug dazu gemacht hat.

Die Mehrzahl dieser Kalksteingeschiebe ist nur von innen her ausgehöhlt worden, bald wenig, bald viel, bald ganz, so dass von dem ursprünglichen Gesteine verschieden viel erhalten ist. Die Aushöhlung ist wie bei den von Herrn v. Haidinger aus dem Leithakalke beschriebenen Hohlgeschieben vom Kerne aus nicht parallel mit der Oberfläche der Geschiebe erfolgt, sondern, ganz regellos bald mehr nach dieser, bald mehr nach jener Richtung, so dass die Kalksteinrinde an einer Stelle schon ganz entfernt sein kann, während sie an der benachbarten oder entgegengesetzten noch die frühere Dicke bewahrt hat. Es haben dadurch die Hohlräume die wunderbarsten Gestalten, die dadurch noch bizarrer werden, dass alle Hohlräume nach innen zu bald dünn bald dick bewandet sind mit grossen und kleinen Krystallen jenes Bitterkalkes, der wegen eines Gehaltes an Eisen und Mangan den Uebergang zum Spatheisensteine bildet, und dessen selten glattflächige, sondern meist sattelförmig gekrümmte Rhomboëder in der oxydirenden Luft oder solchem Wasser leicht braun und schwarz werden. Die oft ziemlich lose übereinander gehäuften Rhomboëder erfüllen manchmal das ganze mühsam geleerte Geschiebe.

Ging die Höhlung der Geschiebe von zwei oder mehreren Centralpunkten aus, so entstanden mit ganz gleicher Bewan-

dungsart ein- oder mehrfach gekammerte Hohlgeschiebe. Die Kammern communiciren entweder mit einander, oder sind ganz von einander getrennt. Ausser dem Braunspathe befinden sich in den Hohlräumen noch Kalkspath, Schwerspath, Arragonit, Schwefelmetalle u. s. w.

Bei manchen Hohlgeschieben könnte man zu der Meinung gedrängt werden, jene Braunspathrhomboëder seien nicht jüngere Bildungen als die Aushöhlung, sondern gleichzeitige, d. h. durch die partielle Auflösung des dolomitischen Kalksteins aus diesem entstandene, gleichsam herausgeätzte Krystalle, ähnlich denen auf der äussern Oberfläche der Geschiebe; denn die Braunspathrhomboëder gehen oft allmälig in den Geschiebekalkstein über. Den Beweis für das jüngere Alter der Braunspathe liefern die unzweifelhaft nach der Aushöhlung in den Geschieben abgesetzten Schwerspathkrystalle, welche an der inneren Oberfläche der Kalksteinrinde aufsitzen, weit in die Höhlung hineinragen und oft ganz mit Braunspathrhomboëdern bedeckt sind. Die Schwerspäthe, im Oberrothliegenden der Pfalz in der Nähe der barythaltigen Melaphyre keine seltene Erscheinung, sind tafelartig ausgebildete, farblose, durchsichtige, flächenreiche Krystalle und, so weit meine Beobachtungen an Funden allein maassgebend sein können, stets älter als die Braunspathabsätze.

Die Kalkspathausfüllungen scheinen alle jünger zu sein als die Braunspathauskleidungen. Die farblosen, durchscheinenden bis durchsichtigen Kalkspäthe sind entweder einzelne Krystalle und dann in der Regel jene bekannten Combinationen von spitzen und stumpferen Rhomboëdern beiderlei Ordnung, auch wohl mit Skalenoëdern, aber ohne Säulen, oder sie sind unter sich parallel an einander und in einander gelagerte Krystalle mit vorherrschender Säule und stumpfen, auf die Säulenflächen aufgesetzten Rhomboëdern, welche die innere Wand der Höhlung ganz oder theilweise bekleiden, aber im Innern einen Hohlraum lassen, in welchen einzelne Krystalle oft bis zur gegenüberliegenden Wand hineinragen, gleichsam wie die Stalaktiten und Stalagmiten in eine Tropfsteinhöhle. Erfüllen diese unter sich parallelen Krystalle den ganzen Hohlraum, so erscheint derselbe mit derbem Kalkspathe erfüllt. Die Ausfüllung dieser Hohlgeschiebe gleicht oft so vollkommen der der Kalkspathmandeln in den benachbarten Mandelsteinen, dass

die Geologen, welche die Mandeln in den Melaphyren für Geschiebe erklären, ohne Zweifel beim Anblick solcher Hohlgeschiebe ausrufen würden: Da haben wir den Beweis, dass die Mandeln in den Mandelsteinen nichts Anderes sind als volle oder gehöhlte Geschiebe!

Von anderen Mineralabsätzen als die genannten habe ich in den Hohlgeschieben von Heddesheim nur Eisenrahm beobachtet, Herr C. Lossen in Kreuznach noch Arragonit und Schwefelmetalle; alle drei Mineralien finden sich auch in den Mandeln und Drusen der benachbarten Melaphyre; die in diesen sonst so häufigen Kieselsäureabsätze scheinen dem Rothliegenden fremd zu sein, in der Umgegend von Kreuznach wenigstens. Die trotz dieser Absätze noch hohlen Geschiebe enthalten vielfach im Innern lose Braunspathrhomboëder, die sich vermuthlich beim An- und Aufschlagen der Geschiebe von den Wänden, an denen sie nur lose sich angesetzt hatten, abgelöst haben. Ausserdem sind die Geschiebe mit einem scharfkörnigen Dolomitsande, mit thonigen Massen und mit zerreiblichen, ganz porösen oder bimsteinartigen Gebilden erfüllt. Da dieselben lose den Hohlraum erfüllen, fallen sie beim Aufschlagen der Geschiebe heraus.

Dass diese in vielen Beziehungen merkwürdigen Hohlgeschiebe keine den Mandeln in den Mandelsteinen analogen Gebilde sind, sieht man einerseits ihrer äusseren Form und ihrer Lage im Rothliegenden, andrerseits dem Charakter der zurückgebliebenen, ursprünglichen Kalksteinrinde an.

Wie hätten sich auch wohl, was bei den Eruptivgesteinen sehr natürlich ist, Luft- oder Gasblasen von der Grösse, Form und Lage unserer Geschiebe in einem Sedimentgesteine bilden und erhalten können! Selbst die negativen Hohlgeschiebe, d. h. die total gehöhlten und nicht wieder bewandeten, die nicht selten im Conglomerate zu finden sind, lassen diese Hypothese in keiner Weite aufkommen.

Dass ferner die Hohlgeschiebe zur Zeit ihrer Bildung und Ablagerung im Rothliegenden fast ganz geschlossene dolomitische Kalksteinmassen waren, dafür findet man in dem Steinbruche bei Heddesheim Beweise genug. Da der dolomitische Kalkstein von Stromberg ebenfalls ganz gleiche Hohlräume hat, die mit denselben sekundären Mineralien bekleidet sind, wäre es vielleicht denkbar, die Hohlgeschiebe im Rothliegenden seien aus solchen drusigen Dolomitbruchstücken gebildet.

Wäre dieses der Fall, so müssten die Hohlgeschiebe, welche an einer Stelle keine Wand mehr haben, also durch Abschleifen geöffnet worden wären, mit dem Bindemittel der Conglomerate, mit rothem Thone und Sandsteine gefüllt sein, was nicht der Fall ist. Wie liessen sich ferner auf diesem Wege die negativen, d. h. die ganz gehöhlten Geschiebe erklären oder auch nur diejenigen, welche eine so dünne Wand behalten haben, dass man sie mit den Fingern eindrücken kann? Hätten solche zarten Gebilde wohl einen so gewaltigen Transport in stürmischem Wasser, ein Abschleifen durch dagegengestossene Geschiebe und Fluthmassen und eine Ablagerung unter schweren Schlamm- und Geschiebemassen aushalten können? Nein, gewiss nicht!

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass diese Kalksteingeschiebe erst nach ihrer Ablagerung im Rothliegenden ausgehöhlt worden sind, so schwer auch eine befriedigende Erklärung dieses Höhlungsprocesses zu finden sein wird.

Der vierte Fundort von Hohlgeschieben, ganz anderer Art als die der 3 bisher besprochenen Fundstellen, liegt in dem engen, zum Theil felsigen und weglosen Thale, welches von Waldlaubersheim herabkommt, bei der Burg Layen unweit Rümmelsheim vorbeizieht und bei den Troll-Mühlen zwischen Laubenheim und Sarmsheim in das Nahe-Thal mündet. Den oft wilden Bach dieses Thales nennen die Leute in der Umgegend Fluthgraben. Etwa in der Mitte zwischen Rümmelsheim und der Trollmühle, nordöstlich von Dohrsheim, da wo sich das Thal zum ersten Male stark und felsig verengt und der Bach tief und scharf in die Conglomerate der mittleren Etage des Oberrothliegenden sich eingeschnitten hat, kurz unterhalb der verlassenen Kupfererzgrube, das „goldene Loch“ genannt, enthalten diese Conglomerate viele hohle Kalksteingeschiebe, die aber nicht von Innen nach Aussen sondern umgekehrt gehöhlt worden sind. Man kann hier wieder jedes Stadium der Höhlung beobachten, von den noch unversehrten Kalksteingeschieben bis zu solchen, die keine Spur der früheren Gesteinsmasse mehr enthalten. Die gehöhlten Geschiebe sind in einer mächtigen Conglomeratbank so zahlreich, dass dieselbe schon aus der Ferne ganz löcherig erscheint, so dass ein Wanderer in diesem Thale die Bank mit Hohlgeschieben nicht verpassen kann. Die Hohlgeschiebe enthalten hier in einem hohlen Raume einen

grösseren oder kleineren Kern von frischem, festeren dolomitischen Kalksteine; sie sind also „Klappergeschiebe“. Der kugelig-schalige Hohlraum ist nur dann ganz leer, falls derselbe angeschlagen worden ist oder eine natürliche Oeffnung hat, welche den mechanischen Transport von unlöslichen Stoffen gestattet. Andernfalls ist der Hohlraum mehr oder weniger mit den unlöslichen Dolomitrückständen der ursprünglichen Geschiebesubstanz erfüllt. Krystallinische, sekundäre Ausfüllungen von Kalkspath, Braunspath, Schwerspath wie an den drei oben besprochenen Orten habe ich hier nicht gefunden; es beschränkt sich hier also die Metamorphose der Geschiebe blos auf eine Auslaugung.

Hohlgeschiebe der ersten Art habe ich im Thale des Fluthgrabens ebensowenig gefunden, als solche der letztbeschriebenen Art bei Laubenheim, Winterburg oder Heddesheim. Jene stimmen mit den bisher bekannten und von Herrn v. Haidinger beschriebenen Hohlgeschieben vollkommen überein; diese sind noch neue Erscheinungen, welche manches Licht auf die Entstehung der Hohlgeschiebe zu werfen versprechen.

Ehe ich auf diesen Theil der Arbeit übergehe, möge mir eine Parallele zwischen den Hohlgeschieben von Kreuznach und denen aus dem Leithakalke vergönnt sein.

Wesentlich, besonders für die Entstehungsart, ist der Unterschied, dass die Leitha-Geschiebe aus einem ganz feinkörnigen, kaum dolomitischen Kalksteine bestehen und in einer nicht unlöslichen Kalkmasse eingebettet liegen, während die von Kreuznach in einem unlöslichen sandigen und thonigen Teige. Nach der Beschreibung durch Herrn v. Haidinger und nach einem mir hier zugänglichen Handstücke besteht dieser Teig aus lauter kleinen, meist nur hirsekorngrossen, linsenförmig rundgeschliffenen Stückchen eines gelblichweissen, ungemein dichten Kalksteins, dessen körniges Gefüge selbst unter der Lupe kaum sichtbar ist, zum ferneren Theile aus gleichen Stückchen Kalkspathes und aus Bruchstückchen kleiner Gastropoden, Foraminiferen und Polyparien. Alle diese kleinen Stücke sind durch mikroskopische Kryställchen von Kalkspath (Bitterspath?) bedeckt und unter sich fest verbunden zu einer porösen Masse, vielleicht erst durch die Kalklösung, welche sich bei der Höhlung der Geschiebe bildete und das Conglomerat durchzog, oder durch eine ältere, bei der Ablagerung

des Leitha-Kalkes vorhandene Kalklösung. Die Aushöhlung der Geschiebe erfolgte im Leitha-Gebirge ganz ebenso wie am südöstlichen Fusse des Hunsrücks; es entstanden an beiden Orten auch gekammerte Geschiebe, allein die nachfolgende Bekleidung der Hohlraumswände mit Drusenmineralien tritt in den österreichischen Geschieben sehr zurück; hier erfolgte in den meisten Geschieben gar keine, in den anderen eine nur sehr unbedeutende.

Die Hohlgeschiebe aus beiden Abtheilungen des Rothliegenden der Pfalz und in dem Obertertiär des Wiener Tegels stehen schwerlich vereinzelt in der Natur da, wie es in der Literatur der Fall ist. Ich vermuthe, dass sich Hohlgeschiebe in den Conglomeraten mit Geschieben dolomitischen Kalksteins in allen Sedimentformationen finden lassen werden, sobald man denselben nur die gebührende Aufmerksamkeit zuwendet. So sind mir durch die Güte des Herrn Beyrich Hohlgeschiebe ganz analoger Art wie die beschriebenen aus dem Diluvial-Conglomerate von Breitenau am Rain bei Garmisch bekannt geworden. Diese Conglomerate mit Geschieben von Kalkstein und dolomitischem Kalkstein sind natürlich den Untersuchungen der Herren v. Schlagintweit und des Herrn C. W. Gümbel in den Bayerischen Alpen nicht entgangen, wohl aber die darin befindlichen Hohlgeschiebe, von denen Herr Beyrich einige sehr instructive Stücke für die Sammlung der Berliner Universität mitgebracht und mir freundlichst zur Benutzung übergeben hat.

Wie es den genannten Herren im Diluvium der Alpen ergangen ist, kann es andern Forschern in den Conglomeraten anderer Formationen auch ergangen sein; wie leicht und mit Recht übersieht man in vielen Fällen die Nebensachen oder Details über der Hauptaufgabe der Untersuchungen. Deshalb wird meine Behauptung, dass man beim eingehenden Suchen Hohlgeschiebe noch in vielen oder allen Sedimentformationen finden wird, nicht unwahrscheinlich erscheinen.

Die Diluvial-Nagelsteine oder Conglomerate, welche bei Breitenau am Rain bei Garmisch an der Loisach in den Bayerischen Kalkalpen wegen ihres festen Materials in Steinbrüchen für Wasser- und Brückenbau sowie für Sockelsteine (C. W. Gümbel, Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes S. 894) gebrochen werden, stellt

Herr Gümbel zum Terrassen-Diluvium der Hochgebirgsthäler und sagt darüber (l. c. S. 801): „Innerhalb vieler Terrainbuchten in den Alpen, hoch über dem jetzigen Flussniveau, gewahrt man oft mehrfach übereinander hinziehende Terrassen, aus Geröll und Schutt gebildet, in welchen die Rollstücke oft nur locker, oft auch zu festen Gesteinsmassen verkittet sind. Ihre Entstehung ist von früheren, höher angeschwollenen Gewässern abzuleiten, welche im Innern der Alpen von den jetzigen Vertheilungen und Niveaudifferenzen abweichende Züge und Becken einnehmen. Sie sind den Geröllbänken oder den Schuttmassen zu vergleichen, welche sich an Flüssen oder am Rande der Seen jetzt noch bilden und bei wechselndem Wasserstande in mehrfachen terrassenförmigen Absätzen untereinander gelagert vorkommen. Ausgezeichnet ist diese Bildung in der Ramsau bei Berchtesgaden, wo mächtige mit Urgebirgsfelsarten untermengte Kalkrollstücke durch Kalktuff zu einem festen Nagelgesteine verbunden sind. Auch bei Garmisch gewinnt man ein ähnliches Diluvialconglomerat.“ Soweit Herr Gümbel!

Ob die Conglomerate in der Ramsau, wie die in der Breitenau, Hohlgeschiebe enthalten, habe ich nicht in Erfahrung bringen können.

Aus welchen Formationen die Geschiebe von Kalkstein und dolomitischem Kalkstein in diesem Conglomerate stammen mögen, erfahren wir nicht durch Herrn Gümbel. Die Conglomerate liegen im jetzigen Loisachthale zwischen dem Eibsee und Garmisch, am linken Ufer also am Fusse des hohen Kramerberges und sind vermuthlich durch die Thalalluvionen am rechten Ufer bedeckt, so dass man ihre ganze Ausdehnung nicht kennt. Da nun aber zur Zeit ihrer Bildung das Loisachthal noch nicht vorhanden war, sondern nur ein Thalkessel zwischen dem Eibsee und der Stadt Garmisch, können uns die Gesteine im oberen Stromgebiet der Loisach (Hauptdolomit des Keupers, Guttensteiner Schichten [Muschelkalk], Kössener Schichten oder Ober-Muschelkeuper, Ober-Keuper [Dachstein] Kalk und unterer, mittlerer und oberer Lias) nicht einmal Vermuthungen darüber geben, aus welchen Sedimentschichten die Geschiebe der Diluvialconglomerate gebildet sein können. Da aber der Rand des diluvialen Thalkessels zwischen dem Eibsee und Garmisch am nördlichen und nordwestlichen Ufer aus dem Hauptdolomit des Keupers und am südli-

chen und südöstlichen Ufer aus dem Muschelkalke der Guttensteiner Schichten bestand und noch besteht, ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass die Geschiebe dolomitischen Kalksteins aus ersterem, die Kalksteingeschiebe des Diluvial-Conglomerates aus letzterem stammen. Die Entscheidung dieser Frage muss man lokalkundigen Geognosten überlassen.

Nach den drei Handstücken, welche sich in der Berliner Universitätssammlung befinden, liegen die einzelnen $\frac{1}{4}$ bis 3 Zoll grossen Geschiebe in einem Teige, der selber wieder ein feines Kalksteinconglomerat ist. Das Bindemittel desselben ist ein gelblichgrauer, bald reiner bald sehr durch Thon und Sand verunreinigter, poröser Kalkstein oder Kalksinter, der oft ausschliesslich herrscht, oft aber auch stark durch kleine Geschiebe und eckige Bruchstücke von Kalkgesteinen verdrängt wird. Da die letzteren oft ganz durch Auflösung wieder entfernt worden sind, bekommt die Masse, in der die grossen Geschiebe liegen, ein ganz zerfressenes, löchriges Aussehen; die Poren und Löcher sind vielfach mit mikroskopischen Kalkspath- oder Bitterspath-Krystallen bewandet. Die Geschiebe in diesem Teige sind entweder gut gerundet, oder auch nur an den Kanten abgeschliffen; im ersteren Falle haben sie einen entfernteren Ursprung als in letzterem gehabt. Sie bestehen aus mannichfachen Kalksteinen, einerseits aus sehr dichtem, muscheligen Gesteine, und diese Geschiebe sind nie gehöhlt, andrerseits aus fein krystallinischem, zuckerkörnigen, gelblichweissen dolomitischen Kalksteine in der verschiedensten Grösse. Alle Geschiebe aus diesem Material sind mehr oder weniger, auch ganz im Innern ausgehöhlt und gleichen ausser in der Farbe vollkommen den Lauretta-Geschieben. Manche Geschiebe lassen sich durch Verwitterung im Steinbruche vom Teige lösen und zeigen deutlich ihre Geschiebenatur, wenn auch nicht in hohem Grade der Vollendung. Die äussere Oberfläche ist mit den zierlichsten Rhomboëdern von Kalk- oder Bitterspath bedeckt, wie die Geschiebe von Heddesheim. Auch die Bayerischen Hohlgeschiebe haben im Innern Rippen d. h. Rudimente von Kammerwänden und sind mit kleinen Rhomboëdern von Bitterspath bewandet, die sich manchmal übereinander gehäuft haben. Der innere Hohlraum muss ebenfalls mit Diluvialsand zum Theil erfüllt gewesen sein; denn er haftet noch etwas an den Wänden der aufgeschlagenen

Geschiebe. Sehr instructiv an diesen Conglomeraten ist die Thatsache, dass die Geschiebe der dichten Kalksteine nicht gehöhlt worden sind, sondern nur die aus krystallinisch-körnigen Gesteinen.

Sehr richtig erörtert Herr v. Haidinger alle genetischen Punkte in zwei Fragen, nämlich:

1) Warum werden die Kalksteingeschiebe angegriffen und verändert oder ganz und theilweise fortgeführt, während das kalkige Bindemittel unversehrt bleibt; und

2) Warum geht die Veränderung in so vielen Fällen geradezu vom Innern aus, nicht von der Oberfläche, da oft in der That nur eine dünne Schale eines früheren Geschiebes vorhanden ist?

Um diese beiden Pole sollen sich denn auch die folgenden genetischen Besprechungen drehen.

Nach dem oben Mitgetheilten fällt für die Hohlgeschiebe von Kreuznach die erste Frage des Herrn v. Haidinger in sich zusammen; allein da ich bei Beantwortung derselben die Ansichten dieses Forschers nicht zu theilen vermag, und da die Antwort auf die erste Frage eine zu wichtige Rolle bei der zweiten Frage spielt, sehe ich mich genöthigt, auf jene einzugehen.

Erscheinungen erklären sich bekanntlich um so richtiger und leichter, je zahlreicher sie uns vorliegen, d. h. je weiter das Feld derselben ist, das man übersieht. Man kann die Bildung der Hohlgeschiebe eben so wenig richtig aus den Beobachtungen über die Geschiebe von Kreuznach allein erklären, als es nach meiner unmaassgeblichen Ansicht Herrn v. Haidinger geglückt zu sein scheint, dieselbe aus den Beobachtungen im Leithagebirge befriedigend erklärt zu haben. Und ich will mich gern nach neuen Erfunden von Hohlgeschieben an andern Orten bescheiden, dieselben unbefriedigend erklärt zu haben, möge es mir nur durch die folgenden Zeilen gelingen, etwas zu der Aufklärung dieser Erscheinungen beizutragen.

Durchforschen wir einmal, um einen recht allgemeinen Standpunkt bei der Beantwortung der beiden genetischen Fragen einzunehmen, die uns bekannte Erdrinde, ob sich hier keine analogen Erscheinungen mit den beschriebenen Hohlgeschieben finden möchten.

Gewiss finden sich deren; ich erinnere nur an die eruptiven

Silikatgesteine mit porphyrischer Struktur und, um von vielen Fällen einen typischen herauszunehmen, an die Porphyre selbst. Dieselben bestehen bekanntlich aus einer Grundmasse, die zum grössten Theile aus Feldspath zusammengesetzt ist, mit ausgeschiedenen, bald grösseren, bald kleineren Krystallen genau desselben Feldspathes. Bei den Porphyren findet sich nun allerdings der Fall, dass beim Verwittern die Grundmasse aufgelöst und zerstört wird, und dass die eingeschlossenen Feldspathkrystalle wohlerhalten in dem losen Schutte der ehemaligen Grundmasse umherliegen (Porphyr von Neutz und Gömritz bei Halle a. d. Saale, von Manebach in Thüringen); viel häufiger aber ist die entgegengesetzte Erscheinung, dass die eingeschlossenen Feldspathkrystalle eher verwittern und aufgelöst werden als der Feldspath, welcher die Grundmasse constituirt. Ist dieser Fall nicht ganz genau derselbe als bei den Kalksteingeschieben in einem Kalksteinteige? Finden wir nicht dieselbe Erscheinung bei vielen Graniten, welche in dem körnigen Gemenge grosse Ausscheidungen von Feldspath haben; und ebenso bei vielen Trachyten?

An den Porphyren in der Umgegend von Halle a. d. Saale habe ich früher (diese Zeitschrift 1864 Bd. XVI. S. 378) zu beweisen gesucht, dass diese beiden entgegengesetzten Verwitterungserscheinungen bedingt sind und erklärt werden — nicht oder nur sehr untergeordnet durch eine etwa verschiedene chemische Zusammensetzung, sondern — durch die Form, Grösse, das Gefüge und die Struktur der Feldspathsubstanz, sowohl der in der Grundmasse als der in ausgeschiedenen Krystallen. Kann man nun diese Erklärungsweise auf die Kalkstein-Hohlgeschiebe in Kalkconglomeraten übertragen und anwenden?

Für Herrn v. Haidinger ist der Ausgangspunkt zur Beantwortung seiner ersten genetischen Frage die chemische Zusammensetzung 1) der kalkigen Grundmasse mit 0,50 pCt., 2) eines nicht gehöhlten Geschiebes mit 0,80 pCt., 3) einer Schale eines Hohlgeschiebes mit 12 pCt., 4) des rückständigen Pulvers im Innern eines Geschiebes mit 36,75 pCt. kohlensaurer Magnesia. Hieraus schliesst Herr v. Haidinger, dass die Geschiebe um so mehr der Zerstörung ausgesetzt sind, je mehr kohlensaure Magnesia sie enthalten, und dass die Grundmasse gar nicht gelöst werde, weil sie fast keine kohlensaure Magnesia besitze.

Ob man aus so wenigen Beobachtungen das Gesetz ableiten darf, dass das Maass der Aushöhlung proportional sei dem Gehalte an kohlensaurer Magnesia in der ursprünglichen Geschiebesubstanz, bezweifele ich um so mehr, als dasselbe den bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen über die Löslichkeitsverhältnisse des kohlensauren Kalks, der kohlensauren Magnesia und deren beiderseitiger Verbindungen und Gemenge, welche man Dolomit und dolomitische Kalksteine nennt, widerspricht.

Obwohl die Arbeiten der Herren Karsten (Karsten's Archiv Bd. XXII. S. 572 ff.), Forchhammer (Oversigt over det Kongelige Danske Videnskab. Selskabs Forhandlingar 1849; 5, 6 S. 83), G. Bischof (Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, 2. Aufl. II. S. 106—134), Roth (diese Zeitschrift Bd. IV. S. 565 ff.) und Redtenbacher (Sitzungsberichte d. k. A. d. W. zu Wien Bd. XXI.) über die totale und partielle Löslichkeit dieser Salze in schwachen Säuren (meist Kohlensäure-haltigem Wasser oder verdünnter Essigsäure) reich an unentwirrbaren Widersprüchen und Anomalien sind, steht doch so viel fest:

1) dass kohlensaurer Kalk in allen Aggregations-Zuständen zwischen der amorphen Kreide und dem Kalkspathe leichter löslich ist als kohlensaure Magnesia, in deren entsprechenden Zuständen, und zwar etwa im Verhältnisse von 6,5 : 1 (nach G. Bischof);

2) dass eine chemische Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia (Dolomit) oder ein Gemenge dieser Verbindung oder von kohlensaurer Magnesia (Magnesit) mit kohlensaurem Kalk (die sogenannten dolomitischen Kalksteine) um so leichter löslich sind, je reicher sie an kohlensaurem Kalk sind.

Hieraus folgt, dass entweder das obige Gesetz des Herrn v. Haidinger ungiltig ist, oder dass, falls wirklich die Aushöhlung der Geschiebe proportional dem Gehalte an kohlensaurer Magnesia ist, man im Schlusse aus diesem Gesetze Ursache und Wirkung vertauschen und sagen muss: die zurückgebliebene Substanz der Geschiebe ist, gegen die ursprüngliche verglichen, durch die Aushöhlung mit kohlensaurer Magnesia angereichert worden, weil nur der kohlensaure Kalk aus dem dolomitischen Kalkstein ausgezogen worden ist, und die Grund-

masse hat kaum einen Gehalt an kohlensaurer Magnesia, weil sie noch unverändert ist.

Bei dieser Anschauungsweise, zu der ich mich bekenne, blieb bei der Auslaugung und Aushöhlung der ursprünglichen Kalksteingeschiebe mit ca. 1 pCt. kohlensaurer Magnesia durch Kohlensäure-haltige Tagewasser der grösste Theil dieser kohlensauren Magnesia (neben den ganz unlöslichen Verunreinigungen durch Sand und Thon), mit 63,25 pCt. kohlensaurem Kalk zu schwerlöslichem Dolomit verbunden, ungelöst als Dolomitsand oder Dolomitskelet im Innern der Hohlgeschiebe zurück. Ein kleiner Theil der ursprünglichen kohlensauren Magnesia löste sich, wie das Herr Forchhammer (Bischof Lehrbuch der phys. u. chem. Geologie 2. Aufl. Bd. II. S. 152) durch Versuche nachgewiesen hat, mit dem kohlensauren Kalk in den Kohlensäure-haltigen Tagewassern, durchdrang mit diesen die äusseren Theile des Kalkgeschiebes, fand in denselben Gelegenheit, sich vollkommen gegen leichter löslichen kohlensauren Kalk auszutauschen, ehe die Lösungswasser zur kalkigen Grundmasse der Conglomerate gelangten. So wurde die Kalksteinschale des Hohlgeschiebes mit kohlensaurer Magnesia angereichert, dolomitisirt, und zwar um so mehr, als die Aushöhlung fortschritt. Die Grundmasse der Conglomerate konnte gar nicht oder fast gar nicht dolomitisirt werden, weil alle oder fast alle in den Wassern gelöste kohlensaure Magnesia sich schon auf dem Wege durch die Geschiebeschale gegen Kalk ausgetauscht hatte.

Der so gedachte Höhlungsprocess entspricht vollständig den chemischen und physikalischen Gesetzen, hat vom geologischen Standpunkte Vieles für sich und gewinnt dadurch sehr an Wahrscheinlichkeit.

So folgt er dem empirischen chemischen Gesetze, dass schwer lösliche, aber gelöste Salze, sobald sie mit leichter löslichen, aber ungelösten, mit denen sie sich chemisch nicht zersetzen oder verbinden, zusammenkommen, aus der Lösung treten und letztere Salze an ihre Stelle zwingen; oder mit andern Worten, es folgt dieser Process dem gleichfalls empirischen Gesetze der Pseudomorphosen, dass das schwer lösliche Mineral das leicht lösliche verdrängt. Die Thatsache, dass sich in der Natur Pseudomorphosen von Bitterspath nach Kalkspath, aber nicht umgekehrt (Bischof, Lehrbuch d. chem. u. phys.

Geologie 2. Aufl. Bd. II. S. 134) finden, ist für den besprochenen Process eine kräftige Stütze.

Geologisch hat er Viel für sich, weil er nicht von der Annahme des Herrn v. Haidinger ausgeht, die ursprünglichen Geschiebe dolomitischen Kalksteins hätten verschiedene chemische Zusammensetzung gehabt, nämlich einen Gehalt an kohlensaurer Magnesia, der zwischen 0,80 pCt. und 36,75 pCt. schwankt. Dass ein dolomitischer Kalkstein unzweifelhaft genau desselben Aussehens und von demselben Ursprungsorte eine so überaus wechselnde chemische Constitution gehabt hätte, wäre selbst bei diesem Gestein, bei dem geringe Schwankungen von wenigen Procenten im Gehalte an kohlensaurer Magnesia von demselben Felsblocke mit demselben äusseren Ansehen nachgewiesen sind, eine unerhörte Erscheinung, die man, so lange sie in keiner Weise erwiesen ist, nicht zum Ausgangspunkt einer Theorie oder Hypothese machen darf. Meine Ansicht geht von dem Grundsatze aus, alle Geschiebe hätten früher nahe zu gleiche chemische Zusammensetzung gehabt und nicht diese, sondern nur die verschiedenen Zustände des Gefüges und der Aggregation der Atome dieser kohlensauren Salze in den verschiedenen Geschieben und der Grundmasse seien die Ursache gewesen, weshalb einzelne Geschiebe und die Grundmasse sich gar nicht, andere Geschiebe zum Theil und noch andere sich ganz gelöst haben.

Wie verschieden die Aggregationszustände in den Geschieben der Bayerischen Diluvialconglomerate und deren kalkigem Bindemittel sind, geht aus den obigen Beschreibungen dieser Schichten hervor, und welchen Einfluss der Aggregations- und Gefügezustand auf die Löslichkeit hat, ersieht man aus den oben citirten Untersuchungen des Herrn G. Bischof (l. c. Bd. II. S. 106—134).

Somit hätte ich denn, glaube ich, meine Absicht erreicht, nämlich den Nachweis, dass, wie bei den Feldspathen in der Feldspathgrundmasse der eruptiven Silikatgesteine, auch bei den Kalksteingeschieben in kalkiger Grundmasse der Grund zu der leichteren oder exclusiven Lösung der Einschlüsse gegen die des Teiges nicht oder nur ganz ausserordentlich untergeordnet in den chemischen, sondern in den physikalischen und mechanischen Verhältnissen und Verschiedenheiten der Substanzen zu suchen ist.

Diese Beantwortung der ersten der beiden genetischen Fragen des Herrn v. Haidinger setzt aber voraus, dass die frischen oder fast ganz frischen Kohlensäure-haltigen Tagewasser schnell, also ohne Einwirkung auf den Teig denselben durchflossen, direct in das Innere der Geschiebe drangen, diese nach aussen langsam durchsickerten und dann erst, mit kohlensaurem Kalk gesättigt und ohne Gehalt an kohlensaurer Magnesia zur Grundmasse zurückgelangten, um durch dieselbe ihren Rückzug zur Tagesoberfläche oder zu den grösseren unterirdischen Wasserstrassen zu nehmen. Dieser Punkt führt uns zur zweiten genetischen Frage, zur Höhlung der Geschiebe von innen, statt wie gewöhnlich von aussen.

Diese Erscheinung hat nach Herrn v. Haidinger mehr einen mechanischen als chemischen Grund; das ist auch völlig meine Ansicht, zu der ich aber auf anderem Wege als Herr v. Haidinger gelangt bin. Dieser Forscher glaubt, dass gegen den Druck der überliegenden Massen auf das eingeschlossene Geschiebe nur dessen äusserste Schicht wirke, dass der Druck sich nicht in das Innere fortpflanze, und dass dadurch das Innere der Geschiebe einer Einwirkung der lösenden Tagewasser, welche das Ganze gleichmässig durchdringen, am meisten preisgegeben sei.

Gegen diese Ansicht spricht, glaube ich,

1) dass der Druck, also auch der diesem gleiche Gegendruck, in dem nämlichen Geschiebe an allen Theilen ziemlich derselbe ist, aber von oben nach unten etwas zunimmt, weil er proportional der Höhe der überliegenden, drückenden Masse ist;

2) dass sowohl im Leithakalke, als in dem Rheinischen Rothliegenden und in den Bayerischen Conglomeraten nicht alle dicht benachbarten Geschiebe, sondern nur deren kleinster Theil, genöhlt sind;

3) dass im Rothliegenden des Fluthgraben-Thales bei Kreuznach unter den nämlichen äusseren Verhältnissen wie an den übrigen besprochenen Orten alle Geschiebe entweder gar nicht oder nur von aussen, nie von innen aufgelöst und ausgehöhlt worden sind.

Den Grund dafür, dass die meisten Kalksteingeschiebe ganz ungelöst geblieben sind, dass viele an diesem Orte von innen, viele an jenem Orte von aussen aufgelöst sind, müssen

wir also in andern Verhältnissen als Herr v. Haidinger suchen. Zu diesem Zwecke will ich wieder das Feld dieser Thatsachen durch analoge Erscheinungen in unserm unterirdischen Reiche zu erweitern suchen.

Diese beiden Lösungs- oder, was dasselbe sagen will, Verwitterungserscheinungen treten uns nicht einzig und allein oder gar zuerst bei den genannten Hohlgeschieben entgegen; nein, sie beschäftigen schon längere Zeit die Mineralogen, Geologen nnd Petrographen sowohl bei manchen isolirten Mineralien, als ganz besonders bei denen, die in Sediment-, noch mehr aber in Eruptiv-Gesteinen eingeschlossen sind; ich erinnere, um mich wegen der Bequemlichkeit nur eines concreten Beispieles zu bedienen, speciell nur an die in Porphyren oder porphyritischen Gesteinen ausgeschiedenen Feldspathkrystalle, welche beide Lösungsarten sehr deutlich zeigen.

Die gleichen Erscheinungen der Verwitterung oder Auflösung müssen oder können wenigstens hier in den Porphyren, wie dort in den Conglomeraten, dieselben Ursachen gehabt haben; denn beide Erscheinungen sind vollkommen analog. Was nämlich in dem einen Falle die Porphyrgrundmasse, ist im andern das Cement um die Geschiebe, was im ersteren die Feldspathkrystalle, sind im letzteren die Geschiebe dolomitischen Kalksteins; diese bestehen aus löslichem kohlensauren Kalke neben schwer löslichem Kalk-Magnesia-Doppelsalze (Dolomit), jene aus löslicher Kieselsäure und Kiesel- und Kohlensäure-Salzen neben unlöslichem Kaolin. In verschiedenen Porphyren, aber auch in demselben, finden wir beide Verwitterungserscheinungen bald einzeln, bald combinirt neben unverwitterten Feldspathen. Dass man bei den Kalksteinconglomeraten noch nicht beide Arten von Hohlgeschieben zusammen neben ungehöhlten Geschieben gefunden hat, liegt sicher nicht an einer Unmöglichkeit eines solchen Zusammenvorkommens, sondern am Mangel von Beobachtungen und Aufschlüssen.

Bei den Porphyren von Halle a. d. Saale glaube ich den Grund der Verwitterung der Feldspäthe von innen nach aussen nachgewiesen zu haben (diese Zeitschrift Bd. XVI. S. 385); er liegt dort schwerlich in einer ungleichen Zusammensetzung dieses Minerals, sondern in dessen Struktur- und Aggregationszustande, oder was dasselbe sagen will, in dessen ungleicher Durchdringbarkeit von Wasser.

Die Feldspäthe, die zu dieser Art der Verwitterung und Auflösung neigen und theilweise verändert sind, haben im Innern eine ganz poröse, bimssteinartige Struktur, aussen umgeben von einer homogenen Rinde, die nur von einzelnen Sprüngen durchsetzt ist, die in das poröse Innere und nach aussen sich öffnen. Durch diese gelangen die zersetzenden Tagewasser in das Innere der Krystalle und können hier gleichzeitig wie aussen ihr Werk beginnen, nur viel schneller, nämlich im Verhältniss zu der Grösse der Angriffsoberfläche. Während man also an der Rinde die Verwitterung fast noch gar nicht gewahrt, kann das Innere schon ganz zersetzt sein.

Diesem nachweisbaren Vorgange ganz analog erkläre ich mir die Aushöhlung der Geschiebe von innen. Dass dieses bei letzteren so ist, kann man allerdings nicht nachweisen, weil man bei der Möglichkeit einer vollständigen Lösung des dolomitischen Kalksteines nicht wie bei den Feldspäthen, in denen jede Spur des unlöslichen Rückstandes an Kaolin sogleich in die Augen fällt, sagen kann, ob die drusige oder poröse Struktur im Innern der Geschiebe eine ursprüngliche, dem dolomitischen Kalksteine zukommende oder eine spätere, durch die beginnende Höhlung schon erfolgte ist.

Die Aushöhlung von Kalkstein-Geschieben ist durchaus nicht so befremdend wie die Verwitterung der Feldspäthe von innen. Denn einmal ist die innere, poröse Struktur der letzteren eine seltenere und weniger leicht zu erklärende Erscheinung als die ursprünglich drusige Struktur der dolomitischen Kalksteine. Wo finden sich wohl Dolomite anstehend, die nicht wenigstens hier und da drusig wären? So sind auch die bei Stromberg anstehenden dolomitischen Kalksteine stellenweise porös genau, so wie einzelne der Geschiebe im Rothliegenden. Andermal ist eine directe und schnelle Zuführung der frischen Tagewasser durch das stets nachweisbar löcherige, ungeschlossene Bindemittel der Conglomerate in das drusige Innere der Geschiebe viel leichter fasslich als eine gleiche durch die in sich geschlossene, aus einem Guss gebildete Feldspathgrundmasse in das Innere der Krystalle. Wie bei den Feldspäthen durch sichtbare Sprünge von der äusseren Oberfläche in das poröse Innere, sind bei den Hohlgeschieben die frischen Tagewasser ungesättigt direct aus dem Teige in das Innere der Geschiebe durch Kanäle, Sprünge und Klüfte ge-

langt. An einem meiner Geschiebe von Heddesheim sieht man noch diesen Hauptzuführungskanal; er ist wie der innere Hohlraum mit den sekundären Infiltrationsprodukten, die sich physikalisch leicht vom ursprünglichen Gesteine unterscheiden lassen, ausgefüllt; und rings um diesen Kanal ist der sonst graue dolomitische Kalkstein geröthet, weil die ihn durchziehenden frischen Tagewasser noch so viel Sauerstoff enthielten, um den geringen Gehalt von kohlensaurem Eisenoxydul des Gesteins zu Eisenoxyd zu oxydiren. Da sich immer neue Tagewasser in das Geschiebe durch die grossen Arterien drängten, mussten die im Geschiebe gesättigten Wasser, da sie keinen bequemeren Ausweg finden konnten, sich durch die Haarspalten zwischen den kleinen Krystallen des dolomitischen Kalksteins, die mit den Venen verglichen werden können, durchzwingen, wie ich es bei der Beantwortung der ersten genetischen Frage erörtert habe. Wieder in das ungeschlossene Bindemittel der Conglomerate getreten, fanden die gesättigten Tagewasser schnell Abfluss durch Hauptvenen, lösten dort nichts auf, setzten sogar vielleicht schon kohlensauren Kalk ab.

Die urspüngliche Struktur und das Gefüge der festen Geschiebe dolomitischen Kalksteins, ferner deren Lage im Teige der Conglomerate ist also die einzige Ursache, dass bald die Geschiebe gar nicht, bald von aussen, bald von innen gelöst worden sind.

Die ganz unveränderten Geschiebe lagen nämlich entweder in einem Teige, der gar kein Wasser bei ihnen und durch sie cirkuliren, oder nur mit kohlensaurem Kalk gesättigtes zu ihnen treten liess, oder hatten, falls lösende Tagewasser bis zu ihnen drangen, eine solche physikalische Beschaffenheit (dichtes Gefüge, dichte Aggregation der Atome, Fehlen von Sprüngen und Klüften, vollkommen glatte, also schwer angreifbare Oberfläche u. s. w.), dass die Wasser den Geschieben nichts anhaben konnten. Ich gehe auf diesen Punkt nicht näher ein, weil er durch seine Alltäglichkeit ein sehr bedingtes Interesse hat.

Fast ebenso wenig befremdet uns die Auflösung oder Verwitterung von aussen, ganz besonders deshalb, weil wir gewohnt sind, sie bei allen Mineralien und allen Gesteinen zu finden. Bei Einschlüssen (Geschieben in Conglomeraten oder Krystallen in einer Grundmasse) erfolgt dieselbe stets dann, wenn die diese aus einer geschlossenen Substanz bestehen, so dass

die zu dieser gelangenden, ungesättigten Tagewasser dieselbe nicht cirkulirend durchdringen können. Das Lösungsmittel cirkulirt in diesem Falle in der stets vorhandenen, mehr oder weniger engen Weitung zwischen Einschluss und Bindemittel, erweitert dieselbe allmälig auf Kosten der Substanz des Einschlusses allein oder auf Kosten von Einschluss und Umschluss, je nach den Löslichkeitsverhältnissen dieser beiden Bestandtheile. Hieraus folgt, dass die Lösung von aussen her hauptsächlich zu finden sein wird, wo die Einschlusssubstanz grössere Löslichkeit hat als das umgebende Bindemittel. Deshalb kennen wir sie nicht bei den Conglomeraten des Leitha-Kalksteins und der Bayerischen Diluvialbildungen. Bei den so geschilderten Verhältnissen haben die lösungsbegierigen Tagewasser gar keinen Grund, in das geschlossene Innere der Einschlüsse einzudringen, denn sie erreichen ihre Absicht viel bequemer auf der Oberfläche; und sollten sie gleichzeitig doch in das Innere durch Sprünge dringen, so geschieht dieses im Verhältniss der Kanalweiten sehr langsam, und so ist die Lösung nur gering im Verhältniss der von den Tagewassern bespülten Angriffsoberfläche, wodurch die innere Thätigkeit der Wasser unmerklich erscheint gegen die äussere.

Die Verwitterung von innen erregt bei uns nur Verwunderung, weil sie uns so selten entgegentritt, was darin begründet ist, dass sie das Zusammentreten vieler Bedingungen voraussetzt. An und für sich ist sie weder wunderbar, noch räthselhaft, wofür man sie halten zu müssen bisher geglaubt hat.

Sie setzt voraus:

1) einen ursprünglichen, wenn auch noch so kleinen Hohlraum im Geschiebe mit wenigstens einer Kluft, die sich nach aussen und innen öffnet, oder statt beider ein System von Sprüngen, die im Innern der Geschiebe eine grössere Verästelung haben als in den äusseren Theilen;

2) eine ungeschlossene, am besten poröse Grundmasse;

3) eine geringe Durchdringbarkeit der Einschlusssubstanz durch Flüssigkeiten.

Dass diese hohlen Einschlüsse nicht ausschliesslich von innen, sondern auch, wenngleich wenig, von aussen und von allen, den lösenden Tagewassern zugänglichen Klüften gelöst worden sind, sieht man bei allen Geschieben an der oben be-

schriebenen Aetzung der Geschiebeoberfläche und an den Veränderungen der Geschiebesubstanz um die Zuflusskanäle.

Die folgenden Zeilen wenden sich wegen der Bequemlichkeit des Ausdrucks wieder ausschliesslich den Hohlgeschieben zu, obwohl sich ähnliche Erscheinungen bei allen eingeschlossenen Massen finden.

An den uns bekannten Aufschlusspunkten sowohl im Leitha-Gebirge, als in den Bayerischen Alpen und bei Kreuznach ist die Aushöhlung der Geschiebe als eine beendigte zu betrachten. Das beweisen die späteren Bekleidungen aller Hohlraumswände mit Drusenmineralien, welche die noch vorhandenen Geschiebereste vor weiterer Auslaugung schützen; denn nur über ihre Leichen geht der Weg zu diesen Resten. In welcher geologischen Zeit die Aushöhlung begonnen und gewährt hat, lässt sich nicht sagen, dafür habe ich durchaus keinen Anhaltspunkt zu finden vermocht.

Dass in den von aussen oder innen gehöhlten Geschieben sandige, thonige, pulverig-krystallinische, der Form nach bimssteinartige Rückstände bleiben, ist sehr natürlich. Die wenigsten dolomitischen Kalksteine sind reiner kohlensaurer Kalk mit kohlensaurer Magnesia, sondern haben, wie ich auch an den Geschieben von Heddesheim nachgewiesen habe, einige Procente mechanische Verunreinigungen durch Sand, Thon, Silikate u. s. w. Ferner bestehen die dolomitischen Kalksteine nach den Untersuchungen der Herren Karsten, Forchhammer, Roth aus einem Gemenge von leicht löslichem Salze (kohlensaurer Kalk) und einem schwer löslichen Salze (kohlensaure Magnesia, Magnesit) oder Doppelsalze (kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia, Dolomit). Aus diesen schwer oder unlöslichen Substanzen bestehen diese Rückstände. Die genannte mannigfache Struktur derselben hängt davon ab, wie diese Substanzen in dem ursprünglichen dolomitischen Kalksteine angeordnet waren. Sie sind gleichsam das restirende Skelet des letzteren, das zu Sand und Pulver bei der Höhlung zerfallen musste, wenn die einzelnen Theile desselben unter sich gar keinen oder nicht genug Zusammenhang hatten, um chemischen oder mechanischen Angriffen widerstehen zu können.

Dass die Hohlräume in den Geschieben, nachdem die Zeit der Höhlung und Auslaugung beendet war, wie alle oder viele Hohlräume in Mineralien und Gesteinen mit verschiedenen

Mineralien bewandet und erfüllt wurden, ist ganz selbstverständlich und von dem Umstande bedingt, dass zu einer bestimmten Zeit aus irgend welchem Grunde nicht nur keine lösenden Tagewasser mehr in die Hohlräume drangen, sondern sogar solche, die mit den Infiltrationssubstanzen gesättigt waren, und dass in den gebildeten Hohlräumen die Bedingungen vorhanden waren, welche ein Abscheiden der gelösten Substanzen aus der Lösung gestatteten. Diese Bedingungen waren bei der ältesten, der Schwerspathbildung vermuthlich die Abkühlung eines Wassers, das neben einem löslichen Barytsalze schwefelsaure Alkalien enthielt; bei der Kalkspath-, Bitterspath-, Braunspath- und Eisenrahmbildung musste kohlensäurearme resp. sauerstoffhaltige Luft im Hohlraume sein, und eine Lösung diese sauren Salze zuführen. Bituminöse (kohlenwasserstoffhaltige) Wasser bildeten den Asphalt, der sich auch in den Hohlräumen der Pfälzischen Melaphyre und Sedimentschichten wiederfindet, und das Zusammentreten von bituminösen, reducirenden Wassern mit solchen, die schwefelsaure Salze der Schwermetalle (besonders Eisen und Kupfer) enthielten, bildete die Schwefelmetalle. Die hierzu nöthigen Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, Barytsalze u. s. w. fanden sich theils im Rothliegenden, theils in den Melaphyren, theils in den Porphyren der Pfalz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1864-1865

Band/Volume: 17

Autor(en)/Author(s): Laspeyres Hugo

Artikel/Article: Die hohlen Kalkstein-Geschiebe im Rothliegenden nördlich von Kreuznach an der Nahe. 609-637