

6. Über Adinolen und Adinolschiefer des Harzes.

Von Herrn L. MILCH in Breslau.

(Hierzu Taf. XIV—XVII und 4 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	350
Einteilung der Diabas-Kontaktthöfe	352
Der Adinol-Kontaktthof vom Dornkopf (Bl. Blankenburg am Harz)	357
Makroskopische Beschaffenheit des Dornkopf-Kontaktes	360
Mikroskopischer Befund	369
Die Adinolhornfelse aus Zone I	369
1. Dunkelgrünlichgrauer Adinolhornfels	369
2. Hellgrauer Adinolhornfels	372
Die Adinolgesteine aus Zone II	376
1. Die typischen Adinolen	377
2. Streifige und gebänderte Adinolen, in Adinolschiefer übergehend	387
3. Hochentwickelte Adinolschiefer, Adinolen nahestehend	388
Die Adinolschiefer aus Zone III	392
Die chemischen Verhältnisse der Gesteine des Adinol-Kontaktthofes	398
Die chemische Zusammensetzung der Tonschiefer	398
1. Unveränderter Tonschiefer vom Dornkopf	398
2. Tonschiefer benachbarter und anderer Gebiete des Harzes	400
Die chemische Zusammensetzung der Adinolgesteine	405
Die chemische Übereinstimmung der typischen Adinolen mit quarzkeratophyrischen Magmen	408
Beziehungen zwischen Adinolen und sauren Schlieren im Diabas	412
Vergleich mit Erscheinungen in Diabasen des Kobalt-Distrikts, Ontario	415
Beziehungen zwischen Adinole, Adinolhornfels, Adinolschiefer, Tonschiefer	417
1. Chemische Beziehungen	418
2. Texturelle Beziehungen	422
3. Streifung der Adinolen	423

	Seite
Die Entstehung der Adinolgesteine	426
Zunahme von Natron in einem Schiefer-	
Einschluß im Diabas	438
Die Zuführungswege der die Adinolisie-	
rung hervorrufenden Stoffe	443
Abweichende Anschauungen über die	
Entstehungsweise der Adinolen	447
Vergleich der Dornkopf-Kontaktgesteine mit anderen	
Diabas-Kontakten	451
Kontaktgebilde der Wissenbacher	
Schiefer (Harz)	451
1. Kontaktgesteine des Mittelkopfs	451
2. Verkiester Schiefer vom Mittelkopf	453
Das Verhalten silurischer Harzschiefer	
im Diabaskontakt	455
1. Silurschiefer des Harzes	456
2. Kontaktzone von Allrode	459
3. Kontaktgesteine vom Rabenstein bei Hasselfelde	463
Natron-Hornschiefer und Natron-Horn-	
felse des oberen Ruhrtals	468
Zur Altersbestimmung der Diabasintrusionen des Harzes	476
Über die Stellung der Harzer Diabase im System der	
Eruptivgesteine	482
Schluß	485

Nachdem die von Diabasen hervorgerufenen Veränderungen des Nebengesteins im Harz vor mehr als 40 Jahren in grundlegenden Arbeiten von K. A. LOSSEN geologisch-petrographisch, von EMANUEL KAYSER geologisch-chemisch erforscht und 10 Jahre später von LOSSEN und H. ROSENBUSCH mikroskopisch-petrographisch untersucht waren, schienen sie für weitere Untersuchungen keinen Anlaß zu bieten. Die wichtigste Tatsache stand fest, die häufige stoffliche Veränderung des Nebengesteins durch den Diabas im Gegensatz zu der sonst die Regel bildenden chemischen Übereinstimmung der kontaktmetamorphen Teile des Nebengesteins mit den unveränderten, von der Kontaktmetamorphose nicht erreichten Massen; Struktur und Mineralbestand der Diabaskontaktprodukte waren durch Meister wie LOSSEN und ROSENBUSCH beschrieben, die Kontaktprodukte der Diabase in anderen Gebieten ließen sich teils mit den Harzer Vorkommen, teils mit „normalen“ Kontaktgesteinen vergleichen.

Da die Gebilde außerdem durch ihr überaus feines Korn der Untersuchung große Schwierigkeiten bereiten, so schien in keiner Weise ein Anreiz zur Wiederaufnahme der Erforschung der Harzer Diabaskontakte vorzuliegen. Zwei durchaus verschiedene Erfahrungen, die die Petrographie lange nach der erwähnten grundlegenden Erforschung dieser Gebilde gemacht hat, gaben Veranlassung, das spröde Material einer erneuten Untersuchung zu unterziehen: die so überaus häufige Vergesellschaftung der Diabase und der Keratophyre einerseits, die stoffliche Ähnlichkeit der Adinolen¹⁾ und der Keratophyre andererseits legte die Frage nahe, ob irgendein Zusammenhang zwischen Adinolsubstanz und Keratophyrsbstanz besteht, und die wachsende Bedeutung, die eindringendem fremden Material vielfach für die Entstehung der kristallinen Schiefer zugeschrieben wird, ließ eine Gruppe, der unzweideutig durch Materialzuführung stark umgewandelte Gesteine angehören, einer erneuten Untersuchung wert erscheinen.

Für diese Fragestellung liegt das Schwergewicht in den Adinolen und verwandten Gesteinen; eine eingehende Beschäftigung mit diesen Gesteinen führte jedoch bald zu neuen Fragen und somit zur Erweiterung des Untersuchungsgebietes. H. ROSENBUSCH unterscheidet scharf zwischen Spilosit-Adinol-Kontakthöfen, wie sie typisch die altbekannten Harzer Vorkommen darstellen, und Hornschiefer-Kontakthöfen (Physiographie II 2, S. 1302—1311); an die Spitze dieser zweiten Gruppe stellt er die von A. SCHENCK beschriebenen und analysierten Kontaktgebilde der Diabase des oberen Ruhrtales in Westfalen (Die Diabase des oberen Ruhrtales und ihre Kontakterscheinungen mit dem Lenneschiefer, Inaug. Diss. Bonn 1884. Verh. naturhist. Verh. d. pr. Rheinlande und Westfalens 41, S. 53 ff.), und betont das Vorkommen entsprechender Gesteine im Harz, in der Saar—Mosel-Gegend und in anderen Gebieten. In dieser zweiten Gruppe der Diabas-Kontakthöfe sind nach H. ROSENBUSCH „die Vor-

1) Es wird in dieser Arbeit der ältere, von H. ROSENBUSCH und F. ZIRKEL befolgte Sprachgebrauch: die Adinole (in der Mehrzahl: die Adinolen) beibehalten.

gänge im wesentlichen übereinstimmend mit denen in den Kontaktzonen der Tiefengesteine“ (S. 1302); ihre Gesteine sind „dadurch charakterisiert, daß die Verteilung der verschiedenen Gemengteile eine gleichmäßige, nicht mehr verschiedenartig konkretionär gehäufte und gesonderte ist“ (S. 1310); auf Grund dieser Angaben mußte untersucht werden, ob Gesteine, die von H. ROSENBUSCH zu den Hornschieferkontakten gezählt werden, ihrerseits Beziehungen zu Adinolen und verwandten Gesteinen erkennen lassen, und ob überhaupt die Einteilung in der angegebenen Gestalt beibehalten werden kann. Im Verfolg dieser und ähnlicher Fragen mußten die Spilosite in die Untersuchung einbezogen werden, und es erwies sich auch eine Klärung des Sammelbegriffs Desmosit als nötig; doch soll hier zunächst von Spilositen und Desmositen abgesehen werden, und diese einer gesonderten Arbeit vorbehalten bleiben.

Einteilung der Diabas-Kontaktthöfe.

Die Erörterung der angedeuteten Fragen wird erschwert durch die Vereinigung ihrem Wesen nach verschiedener Kontaktgebilde zu einer Gruppe und durch das Fehlen geeigneter Bezeichnungen für eine ganze Anzahl von Diabas-kontaktgesteinen.

Daß in der erwähnten Einteilung notwendig zu trennende Gebilde zusammengefaßt sind, zeigt sich zunächst besonders deutlich bei den „Hornschiefer“-Kontakten; die Gruppe ist offenbar auf Grund der Textur ohne Berücksichtigung der chemischen Vorgänge aufgestellt worden. „Übereinstimmung mit den Vorgängen in den Kontaktzonen der Tiefengesteine“ zeigen zwar die Kontaktgebilde des oberen Ruhrtales texturell durch die gleichmäßige Verteilung der verschiedenen Gemengteile und somit durch das Fehlen (oder Zurücktreten) konkretionärer Häufungen und Sonderungen, die sonst zu spilitischer Ausbildung führen, nicht aber in chemischer Hinsicht: trotz des Fehlens der Adinolen unterscheiden sich die „Hornschiefer“ (und „Hornfelse“) chemisch von normalen Kontaktgebilden sehr deutlich durch beträchtliche Zunahme des Natrons. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der von G. GREIM beschriebenen „Diabaskontaktmetamorphose zu Weilburg a. d. Lahn“ (Neues Jahrb. 1888 I S. 1 ff.); für die hier auftretenden Gebilde betont

der Verfasser ausdrücklich, „daß sie mit den Granitkontaktgesteinen anderer Fundorte große Ähnlichkeit besitzen, daß dagegen echte Diabaskontaktprodukte der Spilosit- und Desmosit-Gruppe in Weilburg nicht vorkommen“ (S. 29), weist aber in dem veränderten roten Cypridinschiefer eine bedeutende Zunahme von Natron (und Eisen) nach (S. 20) und berechnet entsprechende Vorgänge auch für die Kalksilikat-Hornfelse (S. 30, auf seine abweichende Erklärung dieser Verhältnisse kann erst an späterer Stelle eingegangen werden).

Andererseits sind vielfach wirklich normale Kontaktprodukte ohne erhebliche chemische Veränderung bekannt; nicht ihre Häufigkeit, sondern umgekehrt Fehlen oder Seltenheit derartiger Gebilde wäre befreudlich. Daß sie nicht häufiger in der Literatur beschrieben und durch Analysen belegt sind, hängt mit ihrem wenig auffälligen Aussehen, ihrer durch die verhältnismäßig geringe Masse eines intrusiven Diabasvorkommens bedingten geringen Mächtigkeit und schließlich mit dem tatsächlich geringen Interesse, das sie an sich darbieten, zusammen. Wohl die ausführlichste, durch fünf Analysen gestützte Untersuchung eines chemisch und texturell „normalen“ Diabaskontakts rührt von E. COHEN her und bezieht sich auf südafrikanische Vorkommen (Geognostisch-petrographische Skizzen aus Südafrika II, Neues Jahrb. B. B. V. S. 195 ff., bes. S. 251—265, 1887), die E. COHEN mit vollem Recht als Hornfelse bezeichnet und mit den Hornfelsen aus dem Granitkontakt vergleicht. Gleichfalls normal ist der von K. A. LOSSEN untersuchte, „einem sogenannten Bandhornfels“ gleichende, im Kontakt mit dem Tholeiit aus Schieferton entstandene Hornschiefer vom Schaumberge bei Tholey, wie Mikroskop und Analyse lehren (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 39, S. 508, 1887); mit beiden Vorkommen vergleicht W. C. BRÖGGER die sehr viel mächtigere Kontaktzone des Olivindiabases am Sölvsberg im Christianiagebiet: ihre „Hornfelse, Kalksilikathornfelse usw. unterscheiden sich kaum von den in entsprechenden Gesteinen durch die Einwirkung von Syeniten und Graniten gebildeten Kontaktumwandlungsprodukten“ (Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der Südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite, Ztschr. f. Krist. 16, bes. S. 21, 29, 1890). Durchaus ähnliche Verhältnisse, aus „Tonschiefer mit bank- oder linsenförmig zwischengelagerten Kalken und Arkosen“ im Kontakt mit Diabas

entstandene „Schiefer- und Silikathornfelse, ganz wie sie in der Umgegend von Tiefengesteinen auftreten“, beschreiben A. ANDREAE und A. OSANN von den intrusiven Diabasmassen der Hudsonriver-Palisaden in Berührung mit ihren Liegendschichten, einem Teil der Newark Shales in New-Jersey (Tiefenkontakte an den intrusiven Diabasen von New-Jersey, Verh. des Naturhist. *Mediz. Vereins zu Heidelberg, Jahrg. 1892, N. F. 5, S. 16 ff., bes. 21 ff., 1897).

Aus diesen Darlegungen folgt unmittelbar, daß die normalen Diabaskontakte nicht mit den Hornschiefern des Ruhrtales und mit verwandten Gebilden zur Gruppe der Hornschiefer-Kontakte zusammengefaßt werden dürfen; diese Hornschiefer stehen zweifellos den Adinolkontakten chemisch, einem Teil der im Adinolkontakt auftretenden Gesteine auch texturell näher und bilden jedenfalls mit ihnen einen Gegensatz zu den normalen Kontakten — daß es sich trotzdem nicht empfiehlt, beide durch chemische Veränderung charakterisierten Gruppen zu vereinigen, soll in dieser Arbeit gezeigt werden.

Aber auch die Zusammenfassung der bekanntesten Formen der Diabaskontaktgesteine zur Gruppe der Spilosit-Adinolkontaktthöfe gibt zu ersten Bedenken Anlaß: eine solche Zusammenfassung wäre geologisch gerechtfertigt, wenn beide Gesteinsarten ausnahmslos und gesetzmäßig aneinander gebunden wären, petrographisch, wenn ihre Entstehungsweise ähnlich wie die des Hornfelses und der Knotenglimmerschiefer und Knotentonschiefer im Tiefengesteinskontakt nur Unterschiede des Grades und nicht der Art aufweisen würde. Beides ist nicht der Fall: gerade die vorliegende Arbeit beschäftigt sich wesentlich mit einem der gar nicht seltenen Kontakthöfe, in denen der Zusammenhang von Adinolen und Schiefern in allen Übergängen, aber ohne eine Andeutung spilitischer Ausbildung zu verfolgen ist, und in einer späteren Arbeit soll gezeigt werden, daß Spilosit wesentlich ein textureller Begriff ist, daß im Gegensatz zur Adinolisierung für die Entstehung von Spilositen nicht bestimmte chemische Einwirkungen durch das Eruptivmaterial nötig sind, und daß für die Spilositbildung sogar die chemische Zusammensetzung des Schiefermaterials an sich wichtiger sein kann als die chemische Beeinflussung durch das Diabasmagma. Streng genommen kann Spilositbildung

auch in einem „normalen“ Diabaskontakt auftreten: tatsächlich beschreibt E. COHEN aus dem normalen Diabaskontakt von Vollkranz bei Fauresmith im ehemaligen Oranje-Freistaat die Vereinigung der sonst gleichmäßig im Gestein verteilten Chloritblättchen zu Häufchen (a. a. O. S. 254). H. ROSENBUSCH selbst hält die Unterscheidung seiner beiden Gruppen in dieser Hinsicht nicht streng aufrecht: er läßt seine Hornschiefer „durch Strukturänderungen in die Spilosite“ übergehen, und bezeichnet A. SCHENCKS „grünen Hornfels“ auf Grund von dessen Beschreibung als einen „normalen, nicht mehr ganz frischen, feinkörnigen Spilosit“ (Phys. II, 2, S. 1310).

Es ergibt sich somit eine Zweiteilung der Diabaskontakte:

I. normale Kontakte ohne stoffliche Beeinflussung, die man vielleicht wegen des verbreitetsten Habitus der Kontaktschiefer Hornfels-Kontakthöfe nennen könnte.

II. stofflich beeinflusste Kontakte, die man nach der Beschaffenheit der stärkst veränderten Gesteine weiter einteilen kann.

Spilosit bezeichnet eine Ausbildungsform, die bei verschiedenen Arten kontaktmetamorpher Beeinflussung auftreten kann und daher weder geologisch noch genetisch immer an Adinolgesteine gebunden sein muß.

Eine weitere Gliederung der stofflich beeinflussten Kontaktgesteine wird erschwert durch das schon oben erwähnte Fehlen einer die Gesteine gut charakterisierenden Bezeichnungsweise.

Dieser Übelstand macht sich schon bei dem Begriff Adinole geltend: als Adinole werden bisher notgedrungen über die ursprüngliche Bedeutung hinaus nicht nur kiesel-schieferähnliche dichte Albit-Quarz-Gesteine bezeichnet, sondern auch Gebilde, die einen beträchtlichen Schieferanteil enthalten; erst die am meisten Schiefercharakter tragenden Glieder dieser Reihe werden nach ihrem Aussehen mit einem an sich wieder nicht bezeichnenden Namen vielfach „gehärtete Schiefer“ genannt. Streng genommen sollte dieser Name vielleicht mit mehr Recht auf stofflich unveränderte, tatsächlich nur gehärtete Gesteine im

Diabaskontakt beschränkt bleiben, aber in Fällen, in denen eine chemische Untersuchung nicht stattgefunden hat, ist er beschreibend als Habitusbezeichnung für äußerlich und textuell weniger stark veränderte Gesteine des Diabaskontakts sehr geeignet und soll in diesem rein beschreibenden Sinn auch in der vorliegenden Arbeit angewendet werden.

Es empfiehlt sich, die Bezeichnung „Adinole“ nur für die typischen (vollendeten) Adinolen zu gebrauchen, für Albit-Quarzgesteine ohne nennenswerten Schieferanteil und ohne Schiefertextur; stofflich zu den Schiefem hinüberführende Gesteine sollen je nach ihrer Textur „Adinolhornfelse“ und „Adinolschiefer“ heißen — nach Bedarf kann bei ihnen ein vorgeschrittenerer und ein Anfangszustand unterschieden werden.

Adinolhornfelse und Adinolschiefer müssen nach dieser Definition eine Zwischenstellung zwischen einer Adinole und dem Schiefer einnehmen, chemisch also mehr Natrium und häufig auch mehr SiO_2 , aber ebenso notwendig auch weniger zweiwertige Metalle als der Schiefer enthalten. Prüft man von diesem Standpunkt aus die Stellung der Diabaskontakte des oberen Ruhrtales, A. SCHENCK'S „Hornschiefer“ und „Hornfelse“, so zeigt sich sofort, daß sie nicht in diese Reihe gehören; vergleicht man sie mit der Zusammensetzung des Lenneschiefers, aus dem sie hervorgegangen sind, so nimmt Eisen verhältnismäßig wenig, Magnesia gar nicht ab, und der stets nur in geringer Menge vorhandene Kalk nimmt sogar zu (vgl. bei A. SCHENCK a. a. O. S. 73 und 74 die Kontaktreihe Lenneschiefer — Hornschiefer — grüner Hornfels — blauer Hornfels vom Bochtenbeck bei Niedersfeld, ferner die Reihe vom Kuhlenberg bei Silbach S. 76, 77 und den Hornfels vom Silberberg S. 80, in der vorliegenden Arbeit zusammengestellt auf S. 470). Unter diesen Umständen ist es verständlich, daß es im Ruhrtal nicht zur Bildung von Adinolen kommt — der „weiße Hornfels“, den A. SCHENCK von der Halde einer alten Bleiglanzgrube am Hillkopf beschreibt und mit Harzer Adinolen vergleicht, ist trotz seines hohen SiO_2 -Gehaltes (87½%) zweifellos keine Adinole, da er gar keine Alkalien enthält; offenbar ist er ein durch Thermalwasser verkieselter Schiefer, wie sein Auftreten, sein geringer Tonerdegehalt (8½%) und sein Reichtum an Wasser (3¼%) zeigt (vgl. hierüber weiter unten S. 475).

Um neue Namen nach Möglichkeit zu vermeiden, werden hier Diabaskontakt-Gesteine von der Beschaffenheit der Gebilde des oberen Ruhrtals „Natron-Hornschiefer“ und „Natron-Hornfelse“ genannt.

Der Unterschied der Adinolreihe und der Natronschieferreihe liegt nach diesen Ausführungen wesentlich darin, daß bei der Adinolisierung mit der Zunahme von Na_2O (und SiO_2) ein starkes Zurücktreten und endlich ein Verschwinden von Fe_2O_3 , FeO und MgO verbunden sein muß, während in der Reihe der Natronschiefer und Natronhornfelse dies nicht der Fall ist; andererseits ist klar, daß zwar die weit vorgeschrittenen Glieder beider Reihen diesen Unterschied sehr deutlich zeigen, daß aber die Anfangsglieder sich sehr ähnlich sein können, und daß in den Mittelgliedern Übergänge zwischen beiden Reihen nicht nur möglich, sondern sogar sehr wahrscheinlich sein müssen.

Die stofflich beeinflussten Kontakthöfe zerfallen somit in

1. Adinol-Kontakthöfe, bestehend aus Adinolen, Adinolhornfelsen und Adinolschiefern in verschiedenen Graden der Entwicklung,
2. Natronhornschiefer-Kontakthöfe, bestehend aus Natron-Hornfelsen und Natron-Hornschiefen in verschiedenen Graden der Entwicklung.

Der Adinol-Kontakthof vom Dornkopf (Blatt Blankenburg am Harz).

Das Wesen der Adinolgesteine muß um so besser zu erkennen sein, je weniger andere Gesteinsausbildungen der Kontakthöfe das Bild verwischen; zur Untersuchung eignen sich daher Kontaktzonen am besten, die neben typischen Adinolen keine spilositische (oder desmonitische) Entwicklung zeigen, somit sich wesentlich aus Gesteinen aufbauen, bei denen „die Verteilung der verschiedenen Gemengteile eine gleichmäßige, nicht mehr verschiedenartig konkretionär gehäufte und gesonderte ist“. Derartige Höfe treten im klassischen Gebiet der Diabaskontakte, im Harz, reichlich auf, doch lehrte die fortschreitende Arbeit bald, daß es nicht darauf ankam, möglichst viele Vorkommen zu untersuchen. Die sich entsprechenden einzelnen Vorkommen sind ihrem Wesen nach sehr ähnlich, wie auch die Literatur ergibt, und wie ich mich unter freundlicher Führung des Herrn

Kollegen ERDMANNSDÖRFFER im Harz überzeugen konnte; das Studium der großen Sammlungen von Handstücken und Schliffen der Kgl. Preußischen Geologischen Landesanstalt und der Schliffe aus der ROSENBUSCH'schen Schiffsammlung in Heidelberg, die mir die Direktoren dieser Institute freundlichst für längere Zeit überließen, bestätigte die große Ähnlichkeit sehr zahlreicher Vorkommen. Eine räumlich zu weit ausgedehnte Untersuchung verbietet sich auch dadurch, daß zum vollen Verständnis fast immer Analysen in größerer Zahl unentbehrlich sind, die natürlich nicht in unbeschränkter Menge hergestellt werden können und andererseits bei Vorkommen aus ganz verschiedenen Gebieten zu sehr ähnlichen Werten führen; eine bis in Einzelheiten gehende Untersuchung weniger, aber sehr guter Aufschlüsse versprach bessere Ergebnisse²⁾. Andererseits

²⁾ Wie notwendig eine eingehende mikroskopische und chemische Untersuchung in vielen Fällen selbst nur zur Unterscheidung von Adinolen und adinolähnlichen Gesteinen ist, lehrte mich ein Vorkommen vom Mittelkopf (Blatt Elbinge-
rode, unmittelbar nördlich von der Vereinigung der beiden von Rübeland nach Südosten und von Blankenburg nach Südwesten führenden Straßen gelegen). Am Nordwestabhang des Mittelkopfes findet sich im Hangenden eines Diabaslagers in einer Mächtigkeit von $\frac{3}{4}$ m, scharf von dem weiter im Hangenden folgenden Schiefer unterschieden, ein durchaus adinolartiges Gestein, ganz dicht, bräunlichschwarz, mit flachmuscheligen Querbruch und mehr ebenem Hauptbruch, der in seiner etwas runzeligen Beschaffenheit Anzeichen ehemaliger Schieferung erkennen läßt; dieser Schieferung entspricht auch eine durch die dunkle Farbe des Gesteins versteckte Bänderung. Im Schliff gleicht das Gestein zunächst durchaus einer nicht ganz vollendeten gebänderten Adinole: es besteht aus einem feinstkörnigen Mosaik farbloser, schwach licht- und doppelbrechender Körnchen, flaserig-streifig getrübt durch bräunlichen und grauen Staub, der durch seinen flaserigen Verlauf wasserhelle langgezogene Linsen frei läßt, sich gelegentlich zu schmalen, undurchsichtigen Schmitzen zusammenschließt, in der Regel aber das Bild bei gekreuzten Nikols nicht merklich beeinflusst; — in den getrühten Streifen liegen ferner dünne Blättchen glimmeriger Substanzen in nicht bedeutender Menge.

Bei eingehendem Studium fiel mir auf, daß die farblosen Körnchen keinen Unterschied in der Lichtbrechung erkennen ließen — die etwas größeren haben die Eigenschaft der Quarze —, und somit sprach der mikroskopische Befund jedenfalls für ein an Quarz sehr reiches Gestein; ich war aber doch überrascht, als die in der K. K. landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Linz unter Leitung des Direktors HANUSCH ausgeführte Analyse das fast gänzliche Fehlen von Feldspaten bewies und zeigte, daß in einem an Adinolen sehr reichen Gebiet, diesen Gesteinen im Aussehen sehr ähnlich und im geologischen Auftreten völlig

war es sehr wünschenswert, Erfahrungen über das Verhältnis der Adinolreihe zur Natronhornschiefer-Reihe zu sammeln.

Als besonders geeignet für eine derartige Untersuchung erwies sich ein neuer Aufschluß am Westhang des Dornkopfs (Blatt Blankenburg am Harz, unmittelbar nördlich von dem eben genannten Mittelkopf), der durch einen Steinbruch an der großen Landstraße von Rübeland nach Hasselfelde der Beobachtung gut zugänglich gemacht ist. Nach der mir freundlichst mitgeteilten Auffassung von Herrn ERDMANNSDÖRFFER findet sich das ungefähr 3 m mächtige Vorkommen der Kontaktgesteine „inmitten eines der mächtigen Diabaskomplexe, die für diesen Teil der Wissenbacher Schiefer charakteristisch sind und hier wie am Mittelkopf, den Stimmbergen, Rotestein und Kohlenberg³⁾ Massen von ungewöhnlicher Ausdehnung bilden. Ihrer Hauptmenge nach sind diese Diabase intrusiv, wie deutliche Kontakterscheinungen — zunächst dem Diabas Adinolen, in größerer Entfernung gehärtete Schiefer, z. T. auch nur diese letzteren — im Liegenden und Hangenden zeigen. Bei dem Dornkopfdiabas ist der Kontakt nur am hangenden SO-Salband zu beobachten, das liegende ist nicht aufgeschlossen. Die völlige Analogie in der Gesteinsentwicklung läßt aber

übereinstimmend, als Kontaktgestein unmittelbar am Diabas ein verkieselter Schiefer auftritt.

Verkieselter Schiefer
Mittelkopf

SiO ²	88,66
TiO ²	0,15
Al ² O ³	2,95
Fe ² O ³	3,41
FeO	1,18
MnO	0,14
MgO	0,81
CaO	0,48
Na ² O	0,67
K ² O	0,79
H ² O +	1,01
H ² O —	0,07
P ² O ⁵	0,24
CO ²	—
SO ³	—
Cl	—

Sa. 100,56

³⁾ Alle hier genannten Berge bilden ein zusammenhängendes Gebiet, im Westen und Osten durch die oben genannten großen Straßen, im Norden durch die Rappbode und nach deren Einmündung in die Bode durch diese begrenzt.

auch für ihn intrusive Lagerung als das wahrscheinlichste vermuten. Die Mächtigkeit dieser Diabasmassen, quer zum Streichen gemessen, beträgt 200—240 m.

Petrographisch ist das Gestein dem äußeren Ansehen nach ein normaler divergentstrahlig-körniger Diabas von mittlerem bis feinem Korn, deutlich verschieden von den gleichalterigen Typen der weiteren Umgebung: dem äußerlich mehr gabbroiden Alkalidiabas von Neuwerk (vgl. Zentralblatt für Mineralogie etc. 1909 S. 35 ff.) und dem porphyrtigen, grobkörnigen Diabas vom Gi'zhügel und anderen Punkten des oberen Rappbodetales.

Der Adinol tritt etwa 50 m von der liegenden Diabasgrenze auf; das Streichen der Schieferungsrichtung in ihm verläuft in N 50° O bei 60° SO-Fallen und entspricht dem Generalstreichen der Schichten in der Umgebung.“ (Schriftliche Mitteilung.)

Makroskopische Beschaffenheit des Dornkopf-Kontakts.

Die gesamte zwischen dem liegenden und dem hangenden Diabas befindliche Kontaktzone des Dornkopfs zerfällt für die erste Betrachtung in drei Zonen, wie das Profil (Fig. 1) erkennen läßt.

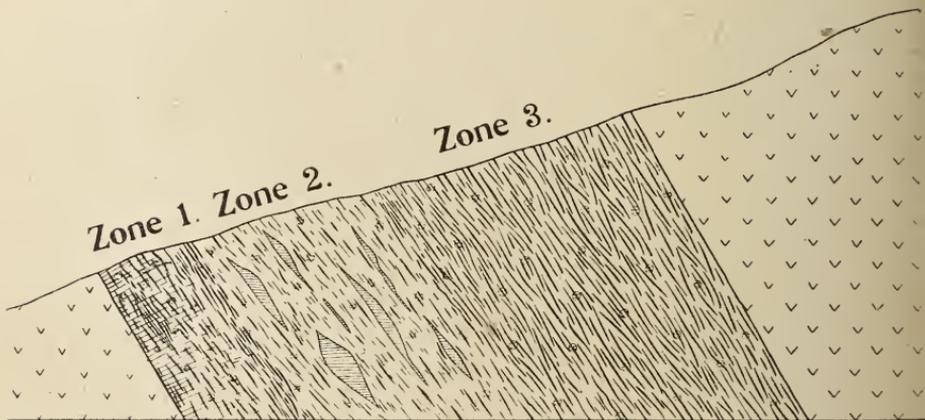


Fig. 1. Schematischer Durchschnit durch den Dornkopf-Kontakt. Maßst. ungef. 1:40.

I. Unmittelbar am Kontakt mit dem liegenden Diabas befindet sich ein schmutzig graugrünes, dichtes, massig erscheinendes Gestein von einer Art, die von der Feldgeologie mangels eines geeigneten Namens gelegentlich als „größer

körnige Adinole“ bezeichnet wird; in seinem Aussehen erinnert es fast an ein feinkörniges Eruptivgestein und in seinem Gefüge an einen Hornfels aus einem Tiefengesteinskontakt. Nach der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Bezeichnungsweise ist das Gestein ein Adinolhornfels; hellere, mehr graugefärbte, mit ihm innig verbundene Abarten führen durch schwach ausgeprägte Schieferung hinüber zu Adinolschiefern. Auf diese einen halben Meter mächtige Zone folgt, nach Art einer Partialzone eingeschaltet, eine schmale Lage eines dunkleren reingrauen, deutlicher schieferigen, aber harten Gesteins mit bräunlicher Verwitterung, das seinem Aussehen nach Gesteinstellen der weiter entfernten Zonen gleicht, aber, wie die Untersuchung ergab, eigentümliche Züge aufweist; an sie schließt sich

II. eine nahezu 1 m mächtige Zone, gekennzeichnet durch reichliche Führung von hellen, ganz dichten typischen Adinolen, die teils in gebänderte Adinolen und vorgeschrittenere Adinolschiefer übergehen, teils sich von dunkleren, weniger vorgeschrittenen und zwar harten, bisweilen aber in ihrem Aussehen an Tonschiefer erinnernden Adinolschiefern deutlich abheben. Auf diese Zone folgt

III. ein mehr als 1 m mächtiges Paket von äußerlich an Tonschiefer erinnernden Adinolschiefern und gehärteten Schieferen, an die dann der hangende Diabas grenzt. Diese Verhältnisse werden durch das Profil Fig. 1 erläutert.

Obwohl dieser Aufschluß keine Andeutung von Spilositen enthält — nach der ROSENBUSCH'schen Einteilung würde er wohl trotz des Auftretens der typischen Adinole zu den Hornschiefer-Kontakten gestellt werden müssen —, erweist er sich schon bei dieser kurzen Beschreibung als sehr wechselnd zusammengesetzt, besonders wenn man die geringe Gesamtmächtigkeit berücksichtigt; bei näherer Betrachtung nimmt die Mannigfaltigkeit des Aufbaues noch zu. Am verwickeltesten ist die Zone II zusammengesetzt, in der man zunächst nach ihrem Aussehen zwei Reihen sehr verschieden ausschender Gesteine unterscheiden kann, die aber durch Übergänge verbunden sind, eine Schiefergruppe und eine Adinolgruppe.

In der Schiefergruppe wiegen ausgesprochene Adinolschiefer vor, die gern eine deutliche Bände-

rung annehmen; neben diesen finden sich zwar auch harte und splitterige, äußerlich aber mehr den Tonschiefern ähnliche Gebilde in häufig annähernd keilförmigen Massen, die randlich eine entsprechende Bänderung aufweisen und dann gleichzeitig ein weiteres Zurücktreten der Schieferung erkennen lassen. Eine derartige zusammenhängende Masse kann als Grenze der ganzen mittleren Zone gegen die dritte Zone betrachtet werden: jenseits der Grenze tritt keine typische Adinole mehr auf, und das Hauptgestein der dritten Zone steht seinem Aussehen nach gehärtetem Tonschiefer nahe. An gebänderten Gesteinen dieser Grenzzone läßt sich feststellen, daß die durch ihre verschiedene Färbung die Bänderung hervorrufenden Streifen streng der Schieferungsebene des tonschieferähnlichen Gesteins folgen. Gegen die liegende Grenze nehmen gleichfalls die weniger vorgeschrittenen Adinolschiefer zu und gehen schließlich in die erwähnte schmale Partialzone über.

Die Adinolgruppe zerfällt in typische Adinolen, „ganz dichte, flachmuschelrig und scharfkantig brechende, sehr kieselschieferähnliche Gesteine“ (H. ROSENBUSCH, Physiographie II, 2, S. 1303, 1908) von weißlicher bis grauer Färbung, die in dieser Mittelzone wesentlich in gangförmigen und nesterförmigen Massen auftreten; sie gehen über in gebänderte Adinolen, in denen ohne sonstige Unterschiede hellere und dunklere Streifen miteinander abwechseln, und die in dunkleren Abarten mit zunehmender Deutlichkeit Schieferflaser erkennen lassen, und endlich finden sich Gesteine, die deutlich Adinolsubstanz und gehärtete Schiefersubstanz in engem Verbands und wechselndem Mengenverhältnis enthalten.

Die beiden anderen Zonen im Liegenden und im Hangenden erscheinen wesentlich einfacher, aber keineswegs einheitlich. Die hangende Zone (III) besteht aus Gesteinen vom Aussehen der Adinolschiefer und der gehärteten Schiefer, enthält aber mehrfach Einlagerungen von und Übergänge zu dem gleichen gebänderten Gestein, das in der Grenzzone gegen die Adinolzone auftritt. Die als I bezeichnete, dem Diabas benachbarte liegende Zone besteht vorwiegend aus dem hier Adinolhornfels genannten Gestein und dessen mehr grauen Abarten, die zu vorgeschrittenen Adinolschiefern hinüberführen; beide unterscheiden sich von den typischen Adinolen durch Fehlen des glasigen Aussehens und durch splitterigen Bruch an Stelle des flachmuscheligen der Adi-

nolen. Nach dem Hangenden zu stellen sich Schiefergesteine mit dem Aussehen weniger vorgeschrittener Adinolschiefer in größerer Zahl ein, in die das Gestein teilweise direkt übergeht; sie schließen sich zu der schmalen Partialzone zusammen, so daß die Grenze gegen die aus Adinolschiefern mit typischen Adinolen aufgebaute Zone II durchaus unscharf wird.

Die Beschreibung soll mit der in der mittleren Zone auftretenden „typischen“ Adinole beginnen — die für die ganze Adinolfrage charakteristischen Schwierigkeiten machen sich aber sofort geltend, wenn man den Begriff „typische Adinole“ abzugrenzen versucht oder auch nur sich entscheiden will, was man in einem bestimmten Fall als typische Adinole zu bezeichnen hat. H. ROSENBUSCH spricht (Physiographie II, 2, S. 1304) von „einer vollendeten Adinole“ und charakterisiert somit diese Gebilde ähnlich wie EM. KAYSER als Endglied einer gleichmäßig von schwächerer zu stärkerer Umwandlung fortschreitenden Reihe; und wenn auch die vorliegende Untersuchung für die Beziehung der Adinolen zum Schiefer zu einem entsprechenden Ergebnis gelangt, so ist doch für den ganzen Vorgang bedeutsam, daß gerade die Verhältnisse am Dornkopf neben dieser Auffassung zunächst noch eine andere, weit abweichende als möglich erscheinen lassen.

Die dichten massigen Gebilde mit flach muscheligen, bisweilen auch etwas splitterigem Bruch und glasähnlichem Aussehen treten wesentlich in Adern, Putzen und Nestern auf und stehen besonders bei der Betrachtung im Anstehenden in einem scharfen auffallenden Gegensatz zu den dunklen, mehr oder weniger ihren Schiefercharakter bewahrenden umgewandelten Schiefen, mit denen zusammen sie auftreten. Auch die geologische Lagerung läßt die „vollendete“ Adinole nicht ohne weiteres als Endglied einer normalen kontaktmetamorphen Reihe erkennen: die typischen, hellfarbigen kieselschieferähnlichen Teile der Kontaktzone treten hier nämlich weder unmittelbar am Kontakt mit dem liegenden noch unmittelbar am Kontakt mit dem hangenden Diabas auf, sondern die Zone, in der sie sich finden, ist von dem liegenden durch adinolhornfelsähnliche, von dem hangenden durch äußerlich dem Tonschiefer näher stehende, adinolschieferartige Gesteine getrennt. Nun wurde die Auffassung der Adinolen wesentlich auf Fälle begründet, in denen dieses

Gestein dem Diabas zunächst liegt; das Vorkommen am Dornkopf beweist jedoch, daß diese Lagerungsform unmittelbar am Eruptivgestein jedenfalls nicht die einzige ist und somit nicht unbedingt zum Wesen dieser Gebilde gehört. Schon 1870 veröffentlichte EM. KAYSER in seiner bekannten Abhandlung: „Über die Kontaktmetamorphose der körnigen Diabase im Harz“ eine entsprechende Beobachtung, die jedoch später nicht berücksichtigt wurde: „die Fälle sind nicht selten, wo innerhalb wenig veränderter Gesteine plötzlich wieder sehr veränderte Gesteine erscheinen“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. XXII, S. 103 ff., bes. S. 129).

Bei einer eingehenden Betrachtung dieser Zone wird das Auge zunächst durch die weißlichen, weißlichgrauen und hellgrauen dichten Massen angezogen, die man unwillkürlich als typische Adinolen bezeichnet; diese helle Masse ist aber auf das innigste und in mannigfachster Weise mit dunkelgrauen bis schwärzlichgrauen Massen verbunden, die nach ihrer dichten Beschaffenheit, ihrem Bruch und ihrem glasähnlichen Aussehen mit den hellen übereinstimmen. Bald sind die hellere und dunklere Substanz lagenartig angeordnet, wobei die Lagen sehr dünn oder auch mächtiger sein können und die Grenzen teils schärfer, teils verwaschen sind, bald geht die hellere Substanz allmählich in die dunklere über, ohne daß man von getrennten Lagen sprechen könnte; in anderen Fällen sind die verschieden gefärbten Teile unregelmäßig gestaltet mit schärferer oder undeutlicher Grenze, doch wiegen die lagenartigen Anordnungen entschieden vor. Ein derartiger Wechsel hellerer und dunklerer Teile kann sich auf kleinem Raume mehrfach wiederholen, so daß ein Handstück, bisweilen schon ein kleiner Splitter, ein gutes Bild dieser Erscheinung zu geben vermag; nicht selten enthalten auch die im allgemeinen hellen Partien noch vereinzelt schmale dunklere Streifchen. Im einzelnen läßt die helle Adinole dieses Vorkommens noch in sich eine feine Streifung erkennen: in der mehr oder weniger glasartigen Hauptmasse liegen dünne, weißliche, mehr porzellanartig aussehende Streifen, doch darf man sich sowohl den Glas- wie den Porzellancharakter nicht zu scharf ausgeprägt denken und überhaupt den Gegensatz in der Erscheinung nicht zu stark vorstellen. Aus dem geringen Unterschied erklärt es sich wohl, daß diese — wie später gezeigt werden soll, für Deutung und Beziehung der Adinole sehr wichtige — Erscheinung bisher nicht berücksichtigt worden ist. Wenn

die helle Adinole in graugefärbte übergeht, so wird der Unterschied zwischen porzellanartigen und glasigen Streifen undeutlich und verschwindet mit tieferer Färbung wohl auch gänzlich; dafür treten in den dunklen Adinolen bis zu deutlicher Bänderung führende Unterschiede in der Stärke der Färbung ein, wobei dünne, tiefer gefärbte Streifen an die Stelle der porzellanartigen treten, wie sich aus dem gleichartigen Verlauf und dem allmählichen Übergang in den Übergangszonen zwischen heller und dunkler Adinole erkennen läßt. Der Verlauf dieser verschiedenen Streifen und Lagen zeigt nicht selten, daß ein Teil der bekannten, von Albit und Quarz ausgefüllten Klüfte, die die Adinole in verschiedenen Richtungen, bisweilen in parallelen Scharen durchsetzen, im Hauptgestein kleine Verwerfungen von einer nach Millimetern zu messenden Sprunghöhe hervorgebracht haben. Diese Verhältnisse lassen die Abbildungen von Dünnschliffen Fig. 2 und Fig. 3 deutlich erkennen.



Fig. 2.



Fig. 3.

Streifung in Adinolen vom Dornkopf (Dünnschliffe in doppelter Größe).

Die nähere Betrachtung lehrt somit, daß entgegen dem ersten Eindruck kein durchgreifender Unterschied zwischen Adinolen und den übrigen Gesteinsarten des Kontakthofes besteht; tatsächlich vollzieht sich der Übergang in diese von typischen Adinolen in mannigfacher Weise.

Der erste Weg führt über die eben geschilderten dunklen gebänderten Adinolen: die Lagen erscheinen deutlicher, der Bruch wird mehr splitterig und ebener, und man kommt bald zu graugrünen Gesteinen, die für das unbewaffnete Auge den stofflichen Charakter einer Adinole mit der Textur eines Schiefers zu vereinen scheinen. Sie unterscheiden sich einerseits durch eine nicht sehr vollkommene Teilbarkeit

nach den ursprünglichen Schieferflächen und durch Zurücktreten des glasartigen Aussehens der Substanz von den typischen Adinolen, andererseits durch graugrüne Farbe Zurücktreten der Schieferung, durch Härte und kompakte Beschaffenheit der Lagen von dem Schiefer, und werden daher hier sowohl nach ihrem Aussehen wie nach ihren Beziehungen zum Schiefer als vorgeschrittenere Adinolschiefer bezeichnet. Die Lagenstruktur des Gesteins tritt übrigens auf leicht angewitterten Kluffflächen viel deutlicher hervor als auf dem frischen Bruch. Der Unterschied gegenüber der typischen Adinole wird schon hier so deutlich, daß lagenförmig oder unregelmäßig begrenzte Teile der typischen Adinole im Adinolschiefer sofort auffallen. Von diesem Stadium aus ergibt sich leicht der Übergang in Gesteine vom Aussehen gehärteter Tonschiefer durch zunehmende Schieferigkeit, abnehmenden Adinolcharakter und vermehrten Anteil der deutlichen Schieferflaser. Derartige Gebilde unterscheiden sich von den unveränderten Tonschiefern, von der Härte und der verringerten Schieferung abgesehen, durch sehr ausgeprägten Wechsel ebener grauer und schwarzer Lagen; die Handstücke spalten nach den dunklen Lagen verhältnismäßig eben, und der Hauptbruch erinnert deutlich an Tonschiefer, während eine Spaltbarkeit nach den grauen Lagen, die sich durch ihre oft ganz unregelmäßige Verknüpfung von Adinole und Schiefer wie auch ihrem gesamten Verhalten nach an die graugrünen Massen des vorgeschrittenen Adinolschiefers anschließen, nicht gut entwickelt ist. Zu scharf darf man sich auch hier den Gegensatz nicht vorstellen; in schräg geschlagenen Flächen sieht man, daß die Substanz der verschiedenfarbigen Lagen ähnlich ist, und findet auch in den grauen Lagen die zahllosen kleinsten Glimmerblättchen wieder, die dem schwarzen Hauptbruch den ausgesprochen tonschieferähnlichen Charakter verleihen. Fällt die Bänderung fort, so kommt man zu Gesteinen, die äußerlich mehr oder weniger gehärteten Tonschiefern ähneln; derartige Gesteine herrschen in der breiten dritten Zone. Über das Wesen dieser Gebilde vermag aber erst Mikroskop und chemische Analyse Aufschluß zu erteilen.

Ein anderer Übergang entsteht durch zunehmende Bedeutung der Schieferflaser in typischen Adinolen. Auf angeschliffenen Flächen oder auch bei makroskopischer Betrachtung eines Dünnschliffs sieht man,

daß fadenartige dunkle oder etwas breitere graue, scharf abgegrenzte Streifen zunächst ganz vereinzelt die helle Hauptmasse oft auf das feinste gewellt durchziehen; die Fäden und Streifen laufen, wenn sie nur in geringer Zahl und verhältnismäßig weit voneinander entfernt auftreten, nicht parallel, sondern mehr oder weniger unregelmäßig durch das Gestein — allerdings enthalten nicht selten die grauen Streifen gleichsam als Rückgrat einen dunklen Faden in sich, dem sie folgen. Offenbar liegen hier Reste der von Adinolsubstanz überwältigten Schieferflaser vor, die als unregelmäßige Einlagerung in typischen Adinolen erscheinen; nimmt die Menge der Schieferflaser beträchtlich zu, so bleibt auch ihre Erscheinungsweise der des Tonschiefers ähnlicher, und es entstehen mehr oder weniger unregelmäßige Durchdringungen von Tonschiefer und Adinolsubstanz, wie sie Fig. 4 in doppelter Vergrößerung zeigt.



Fig. 4. Schiefer und Adinolsubstanz in unregelmäßiger Durchdringung. Dornkopf, angeschliffenes Stück in doppelter Größe.

Die Abbildung läßt bei genauerer Betrachtung sehr verschiedenartige Verknüpfung der Tonschiefer- und der Adinolsubstanz erkennen: die Hauptmasse macht einen durchaus unregelmäßigen Eindruck, im mittleren Teil scheint die Adinole gangförmig den Schiefer zu durchsetzen, rechts unten liegen umgekehrt vereinzelt Schieferflaser unregelmäßig verlaufend in vorwiegender Adinolsubstanz. Bei schärferem Zusehen zeigt sich jedoch, daß die Textur des Schiefers vielfach einen bestimmenden Einfluß geübt hat: in dem rechten Teil der oberen Hälfte sieht man der ursprünglichen Schieferung folgend einen Wechsel heller Adinollagen und dunkler Schieferlagen, man sieht ferner,

wie von dem „Gänge“ aus Adinolsubstanz zwischen die dünnen Schieferlagen eindringt, und sieht auch — in der Photographie allerdings wegen der sehr geringen Farbenunterschiede nur undeutlich —, daß auch in dem „Gänge“ die Lagen des Schiefers noch ihre undeutlichen Spuren zurückgelassen und eine schwache Streifigkeit verursacht haben, die mit dem Verlauf der Schieferung in den angrenzenden Schieferteilen übereinstimmt.

In diese Gruppe gehören nach dem Mengenverhältnis von Adinole und Schiefer und nach Art und Grad der gegenseitigen Beeinflussung sehr verschiedene, ihrem Wesen nach aber eine zusammengehörige Reihe bildende Gesteine. Im großen kann man die ganze Zone II des Aufschlusses mit all ihren Eigentümlichkeiten, besonders auch wegen ihrer oft ganz unregelmäßigen Verknüpfung von Adinolen und Schiefer in dieser Weise deuten: auch hier gelangt man durch Zurücktreten der Adinolpartien zu Gesteinen, die wesentlich aus mehr oder weniger veränderten, deutlich als Schiefer zu erkennenden Massen bestehen und somit zu unveränderten Schiefnern hinüberführen.

Von den graugrünen splitterigen Lagen des Adinolschiefers aus (S. 365 u. 366) findet man endlich bei makroskopischer Betrachtung auch den Übergang zu den unmittelbar an den liegenden Diabas angrenzenden Gesteinen der Adinolhornfelse, die, wie erwähnt, eine weniger scharf ausgeprägte hellgraue und unmittelbar am Diabas eine sehr charakteristische, dunkel grünlichgraue Varietät unterscheiden lassen. Dieses an den Diabas grenzende dunkelgrünlichgraue Gestein erscheint im Gegensatz zu den Adinolschiefern nahezu massig, Andeutungen einer Schieferung sind so versteckt, daß man verleitet werden könnte, zunächst an ein dichtes Eruptivgestein zu denken und das Gebilde mit dem benachbarten Diabas in einen primären Zusammenhang zu bringen; die Ähnlichkeit mit dem Diabas wird noch durch unregelmäßige, braun überzogene Klüfte erhöht, die in beiden Gesteinen auftreten. Das wahre Wesen dieses dichten grünen massigen Kontaktgesteins wird jedoch schon makroskopisch klar durch seine Beziehungen zu der benachbarten grauen Varietät: auch diese tritt zunächst ziemlich massig auf, besitzt aber sonst doch schon das Aussehen der vorgeschrittenen, splitterigen und graugrünen Adinolschiefer; weiterhin zeigt sie unzweideutige Reste früherer Schieferung und erweist somit für sich und durch ihre Übergänge

in die dunklere massige Varietät auch für diese schon durch die Beobachtung im Aufschluß einen ursächlichen Zusammenhang mit Tonschiefer.

Die Beschreibung des mikroskopischen Befundes soll vom Liegenden zum Hangenden fortschreiten, mithin mit der eben erwähnten, dem Diabas zunächst liegenden Zone I beginnen.

Mikroskopischer Befund.

Die Adinolhornfelse aus Zone I.

1. Dunkel-grünlichgrauer Adinolhornfels.

Beobachtet man einen Schliff des dunklen Kontaktgesteins in gewöhnlichem, senkrecht durchgehendem Licht bei schwacher Vergrößerung, so sieht man ein unregelmäßiges feinmaschiges Netz, dessen Fäden im Vergleich zu den wasserhellen Maschen sehr dünn sind. Die Fäden scheinen aus heller, aber etwas trüber Substanz zu bestehen, die sehr zahlreiche, grau, bräunlich und schwarz erscheinende, unregelmäßig gestaltete Körner und Körnergruppen enthält; nicht selten ist der Durchmesser dieser Körner dicker als der Durchmesser der sehr dünnen Fäden, so daß sie dann wie unregelmäßige, in Abständen voneinander auf eine Schnur aufgereichte Perlen erscheinen. Zwischen gekreuzten Nikols verschwindet dieses netzartige Gefüge vollständig; an Stelle der Maschen tritt ein sehr feinkörniges Gemenge, und die Fäden heben sich wenig oder gar nicht von der feinkörnigen Hauptmasse ab. Den Grund dieses eigentümlichen Verhaltens erkennt man bei der gleichen schwachen Vergrößerung in gewöhnlichem Licht, wenn man schiefe Beleuchtung anwendet: die verhältnismäßig groben Maschen lösen sich dann wieder in ein Netzwerk auf, das aus verhältnismäßig dicken Fäden einer graugrünligen blätterigen Substanz besteht, die farblose Körnchen umschließen — der zuerst beobachtete gröbermaschige Aufbau tritt bei dieser Art der Beobachtung völlig zurück und ist nur durch den unregelmäßigen Verlauf der dunklen Körner angedeutet. Zum Studium der mineralogischen Zusammensetzung braucht man starke Vergrößerungen, die übrigens zur Auflösung des farblosen Anteils auch noch nicht voll genügen.

Der wesentlichste Bestandteil der unregelmäßigen Lagen und Flasern, die im Durchschnitt des Schliffs als

breitere und dümmere Fäden erscheinen, ist Chlorit in mehr oder weniger unregelmäßig gestalteten, schwach doppelbrechenden Blättern mit deutlichem Pleochroismus in gelblichgrünen und graugrünen Farben; nur ganz untergeordnet gesellen sich zu dem Chlorit wasserhelle oder schwach gefärbte Glimmerblättchen. Die den chloritreichen Lagen eingebetteten Körner erweisen sich als verschiedenen Substanzen zugehörig; nur ein kleiner Teil ist Eisenerz, die meisten werden bei genügend starker Vergrößerung durchsichtig, wenn sie auch dort, wo sie ein Gemenge kleinster Körnchen bilden, trüb und im einzelnen nicht bestimmbar bleiben. Zahlreiche Individuen lassen jedoch charakteristische Eigenschaften erkennen:

Ein Teil von ihnen wird gelblich bis nahezu farblos durchsichtig und ist zweifellos Epidot, ein anderer Teil von offenbar stärkerer Licht- und Doppelbrechung behält seine bräunliche Färbung und muß wohl als Titanit angesprochen werden; wieder andere, an Menge viel spärlicher vorhanden, sind als Rutil zu bestimmen. Während sehr zahlreiche Körner ganz unregelmäßig gestaltet sind, zeigen andere Streben nach Kristallform; unter den Häufchen fallen neben regellos begrenzten Körnergemengen eigentümlich gestaltete Gebilde auf, die in ihren gemeinsamen Umgrenzungen zweifellos von den die Maschen erfüllenden farblosen Substanzen beeinflusst sind und bisweilen auch Körner von diesen umschließen.

Die mikroskopische Untersuchung dieser farblosen Substanzen ist sehr mühevoll und das Ergebnis wenig befriedigend. Nur mit Immersionsystem, Irisblende und Beobachtung durch ein sehr kleines Diaphragma gelingt es, einen Teil der verhältnismäßig größeren Körner als optisch einachsig und positiv, mithin als Quarz, einen anderen als optisch zweiachsig nachzuweisen; bei der Hauptmasse ist auch diese Unterscheidung unmöglich. Bei sorgfältiger Beobachtung ergibt sich ferner, daß die zweiachsigen Körnchen etwas schwächer doppelbrechend als der Quarz sind, vielfach streifigen bis fleckigen Aufbau besitzen und im allgemeinen weniger scharf begrenzt erscheinen, als die gleichfalls unregelmäßig gestalteten Quarzkörnchen. Eine Prüfung der Lichtbrechung ist fast immer unmöglich: stets drängten sich zwischen die einzelnen Körnchen Chloritschüppchen, die bedeutend stärker lichtbrechend sind als beide farblose Substanzen, und selbst am Rande des Schliffes bilden die Körnchen nur sehr

selten die Grenze des Schliffs gegen den Kanadabalsam — meist finden sich auch hier die Chloritschüppchen; wo jedoch eine Prüfung möglich war, erschienen die Körnchen schwächer lichtbrechend als der Balsam. Wenn somit an der Feldspatnatur der zweiachsigen Körnchen kaum ein Zweifel besteht, so ist auf optischem Wege ein strenger Beweis unmöglich, und jeder Versuch, die Natur des Feldspats zu bestimmen, erscheint erst recht aussichtslos; ebenso verhindern die Chloritschüppchen jede Schätzung des Mengenverhältnisses, in dem die beiden farblosen Substanzen vorhanden sind. Beide Aufgaben sind hier nur nach Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Gesteins zu lösen.

Die im Laboratorium von Prof. DITTRICH (Heidelberg) ausgeführte Analyse⁴⁾ ergab:

I.

Dunkel-grünlichgrauer Adinolhornfels unmittelbar am Kontakt mit dem liegenden Diabas.

SiO ²	64,47
TiO ²	0,70
Al ² O ³	15,77
Fe ² O ³	Sp.
FeO	4,02
MgO	3,39
CaO	1,43
Na ² O	5,93
K ² O	1,21
H ² O (über 110°)	2,38
H ² O (unter 110°)	0,13
Gl.V.	0,48
CO ²	0,00

Sa. 99,91

Der hohe Alkaligehalt zeigt sofort, daß Feldspate in dem Gestein eine sehr große Rolle spielen, und zwar müssen Glieder der Albitreihe entschieden vorwiegen: Kalifeldspat kann, auch wenn man von den geringen Glimmermengen absieht, nur untergeordnet auftreten, und beträchtliche Mengen des Anorthit-Molekels können im Gestein nicht enthalten sein, da von der an sich sehr geringen Kalkmenge der größte Teil an Epidot und Titanit gebunden ist. Ferner lehrt der hohe Gehalt an FeO, daß bei dem

⁴⁾ Von einer Bestimmung des MnO, P²O⁵, SO³, Cl konnte nach der Natur der Gesteine und der zu lösenden Aufgabe abgesehen werden.

Zurücktreten anderer eisenreicher Minerale der Chlorit verhältnismäßig eisenreich sein muß, und schließlich bestätigt die gefundene Menge des SiO_2 bei dem beträchtlichen Chloritgehalt, daß Quarz mit diesen und mit Albit eine sehr wesentliche Rolle im Gestein spielt — genauere Rechnungen wären wertlos, da die Zusammensetzung des chloritischen Minerals nicht bekannt ist.

2. Der hellgraue Adinolhornfels.

Die undeutliche und verschwommene Andeutung schieferiger Textur, die Teile des hellgrauen Adinolhornfels im Handstück erkennen lassen, wird erheblich deutlicher bei Betrachtung eines Dünnschliffs in auffallendem Licht oder gegen einen hellen Hintergrund: man sieht einen Wechsel unregelmäßig wellig und nicht sehr scharf gegeneinander abgegrenzter Lagen, die teils nahezu wasserhell, teils mehr grau gefärbt erscheinen. Die dunkleren Lagen werden wieder von Streifen durchzogen, längs deren sich gelbgraue und grünlichgraue Körnchen und Fetzchen stark angereichert haben, die sonst im Gestein unregelmäßig verteilt sind, aber in den grauen Lagen häufiger als in den farblosen auftreten.

Die das Gestein aufbauenden Minerale stimmen im wesentlichen mit den Bestandteilen des dunkleren Nachbargesteins überein; doch sind sowohl die Chloritblättchen wie die Körnchen der farblosen Gemengteile nicht unerheblich größer, so daß man in zahlreichen Fällen durch Achsenbilder die Zugehörigkeit der einzelnen Körner zu Quarz oder zu Feldspat feststellen kann. Zu einer Schätzung der Mengenverhältnisse kommt man aber auch hier nicht, da wie in dem vorigen Gestein die farblosen Körnchen regelmäßig durch Chloritblättchen voneinander getrennt werden. Im Gegensatz zu den übrigen Mineralien sind die stark licht- und doppelbrechenden Körnchen nicht größer entwickelt als in dem dunklen Adinolhornfels; mit ihnen zusammen kommen in beträchtlicher Menge undurchsichtige Körner und unregelmäßige Streifen vor, die teilweise Erz sind, zum großen Teil aber den Eindruck organischer Substanz machen. Begleitet werden diese Anhäufungen von reichlichen Chloritblättchen, die sich mit ihnen zu zusammenhängenden welligen Streifen und Bändern anordnen, in denen die farblosen Körner zurücktreten. Die hellen Lagen sind ärmer an derartigen Streifen, bisweilen frei, enthalten aber immer Chloritblättchen und

einzelne Körneranhäufungen; die dunkleren verdanken ihre Färbung dem größeren Gehalt an Streifen und verstreuten Körnerhaufen. Die Grenzen der einzelnen Lagen sind nicht scharf, da von zwei aufeinander folgenden gewellten Chloritstreifen aus die Körnerhäufchen bisweilen unregelmäßig nach dem Inneren der zwischenliegenden Masse abnehmen, während gleichzeitig die Chloritblättchen kleiner werden, so daß zwischen den dunklen Streifen allmählich helle Lagen entstehen, während nach außen hin die Abnahme dieser Komponenten sich in geringerem Grade geltend macht und somit diese Gesteinsteile dunkler erscheinen.

Die im Handstück nur angedeutete wellige Lagenstruktur kommt im Schliff wesentlich in dem chloritreichen, mehr oder weniger zusammenhängenden Streifen sowie in die Anordnung der unscharf gegeneinander begrenzten helleren und dunkleren Gesteinslagen zum Ausdruck; die einzelnen Lagen selbst erscheinen, soweit man in ihnen überhaupt eine regelmäßige Textur nachweisen kann, ähnlich wie das erstbeschriebene Gestein in Maschen aufgelöst, die man wieder besonders gut bei schiefer Beleuchtung ohne Analysator erkennt. Der Verlauf der Maschen steht in einem gewissen Zusammenhang mit der Wellung der chloritischen Lagen, tritt aber sehr stark hinter der größeren welligen Lagenstruktur zurück. Eine allerdings nicht sehr deutliche Vorstellung dieser verwickelten Verhältnisse übermitteln das Lichtbild 1 auf Taf. XX.

Die im Laboratorium von Prof. DITTRICH bestimmte chemische Zusammensetzung ergab:

II.

Hellgrauer Adinolhornfels, auf den dunkel-graugrünen Hornfels folgend.

SiO ₂	67.16
TiO ₂	1.16
Al ₂ O ₃	12.74
Fe ₂ O ₃	1,20
FeO	4,18
MgO	2,51
CaO	1,94
Na ₂ O	5,26
K ₂ O	0,76
H ₂ O (über 110 °)	2,28
H ₂ O (unter 110 °)	0,08
Gl.V.	0,69
CO ₂	starke Sp.

Sa. 99,96

Wie die Zahlen lehren, ähneln sich der dunkel-grüngraue und der hellgraue Adinolhornfels sowohl in dem für eine Adinole bezeichnenden hohen Natrongehalt, wie auch in den beträchtlichen Mengen an Eisen und Magnesia, die den sogenannten typischen Adinolen fehlen; ein Unterschied besteht nur in dem etwas höheren Gehalt an Siliziumdioxyd und dem niedrigeren Tonerdegehalt. Um zu sehen, ob dieser Unterschied auf einem Zufall beruhe — es wäre an sich möglich gewesen, daß ein an Quarzäderchen reiches Gesteinsstück zur Analyse gedient hätte — oder ob das Zunehmen des SiO^2 und mithin des Quarzes und das Zurücktreten der Tonerde für dieses Gestein charakteristisch sei, ließ ich einige Bestimmungen in dem Laboratorium der K. K. Landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Linz (unter der Leitung des K. K. Direktors Dr. HANUSCH) an einem anderen Stück der gleichen Zone ausführen; die gewonnenen Werte beweisen, daß tatsächlich das Gestein reicher an SiO^2 und ärmer an Al^2O^3 ist. Gleichzeitig ergab sich eine Verschiedenheit gegenüber dem zuerst analysierten Stück: in der hellgrauen Adinolhornfelszone kommen noch kieselsäurereichere, dabei aber offenbar nicht an Feldspat, sondern an farbigen Gemengteilen ärmere Massen vor, die mithin den Übergang zu Adinolschiefern deutlicher zum Ausdruck bringen, wie folgende Zahlen zeigen:

III.	
Hellgrauer Adinolhornfels.	
SiO^2	70,92
TiO^2	0,50
Al^2O^3	13,06
Fe^2O^3	} 4,42
FeO	

Die in dieser Probe ausgeführte Bestimmung der Phosphorsäure ergab 0,14% P^2O^5 .

Das zweite der chemischen Untersuchung unterworfenen Stück erwies sich auch in anderer Hinsicht bedeutsam: der Wechsel der dünnen helleren und dunkleren Lagen ist schon bei der Betrachtung des Schliffs mit dem unbewaffneten Auge gut zu sehen, und unter dem Mikroskop tritt eine zweite, schief zur ersten verlaufende Texturrichtung deutlich hervor, die zusammen mit der ersten in den hellen Lagen die feine Netztextur hervorruft. Betrachtet man eine der breiteren dunklen Zonen, die auch hier wieder wesentlich durch ihren Reichtum an Chlorit und stark

lichtbrechenden Körnern sich vor den anderen auszeichnen, so sieht man, daß sie sich im einzelnen aus schmalen, in ihrem Verlauf bisweilen gestörten Streifchen aufbauen; ihnen parallele und entsprechend zusammengesetzte Streifchen bilden die eine roh parallele Fadenschar des Netzes. Die andere Fadenschar von weniger regelmäßigem Verlauf ist erheblich dünner und oft unterbrochen; sie besteht wesentlich aus dünnen Chlorithäutchen und hauchdünnen glimmerigen Substanzen — nur selten verbindet ein breiter Streifen von Chlorit und Körnern zwei der breiten dunklen Zonen. Auch texturell gibt sich somit die Hinneigung zu Gesteinen mit besser erhaltener Schieferstruktur deutlich zu erkennen.

In dieser Adinolfelszone treten unregelmäßige Streifen eines Gesteins auf, das an der Grenze gegen die zweite Zone, wie erwähnt, eine zusammenhängende Lage bildet. Durch deutlich an Tonschiefer erinnerndes Aussehen unterscheidet es sich bei der Betrachtung des Profils im Gesteinsverbande scharf von den Adinolhornfelsen; trotz merklicher Verschiedenheiten treten die Unterschiede bei der mikroskopischen und chemischen Untersuchung weniger stark hervor. Die Ähnlichkeit mit Tonschiefer wird durch eine ziemlich schwache Schieferigkeit hervorgerufen, die eigentlich nur im Gegensatz zu dem mehr massigen Adinolhornfels auffällt; im Handstück liegt zwar auf einzelnen Trennungsflächen ein schwach phyllitischer Glanz, das dunkelgraue Gestein hat aber durchaus die splitterige Beschaffenheit des Adinolhornfelses. Eine Teilbarkeit ist nur schwach entwickelt; sie äußert sich wesentlich in der Ausbildung zweier recht unvollkommener Systeme von Flächen, die sich unter sehr spitzen Winkeln schneiden und gelegentlich zur Entstehung scharf keilförmiger Scherben Veranlassung geben, bisweilen auch auf Klüften eine netzförmige Runzelung hervorrufen.

Im Dünnschliff fällt zunächst eine unerwartet große Ähnlichkeit mit dem helleren Adinolhornfels auf, hervorgerufen durch die nahezu übereinstimmende Textur beider Gesteine; doch erkennt man gleichzeitig auch, daß das vorliegende Gestein stofflich offenbar dem dunkleren Adinolhornfels nähersteht, worauf schon die bedeutend dunklere Färbung des Dünnschliffs bei makroskopischer Betrachtung hinweist. Die dunklere Farbe erklärt sich, wie das Mikroskop lehrt, durch das deutliche Zurücktreten der helleren Ge-

steinsgemengteile und die hierdurch hervorgerufene große Rolle der blätterigen Bestandteile, besonders der chloritischen Substanzen; dabei hat man trotz der geringen Größe der farblosen Körner bei eingehendem Studium den Eindruck, daß unter ihnen der Quarz stärker zurücktritt als der Feldspat.

Mit diesem Befunde stimmt die Analyse gut überein; das Gestein steht dem dunklen Adinolhornfels näher als dem helleren, enthält aber beträchtlich mehr Magnesia und Eisen und andererseits weniger SiO_2 als der dunkle Hornfels, während der Tonerdegehalt in beiden Gesteinen übereinstimmt und der hohe Natrongehalt in Verbindung mit dem geringeren SiO_2 -Gehalt unzweideutig für eine stärkere Beteiligung des Albits auf Kosten des Quarzes spricht.

Die in der Landwirtschaftlich-chemischen Versuchstation in Linz ausgeführte Analyse ergab folgende Werte:

IV.

Tonschieferähnlich aussehendes Gestein an der Grenze zwischen Zone I und Zone II.

SiO_2	60,85
TiO_2	0,57
Al_2O_3	16,27
Fe_2O_3	1,04
FeO	5,19
MnO	0,16
MgO	4,17
CaO	1,28
Na_2O	6,50
K_2O	0,65
H_2O^+	2,35
H_2O^-	0,37
P_2O_5	0,12
CO_2	} nicht vorh.
SO_3	
Cl	
Sa.	99,52

Die Adinolgesteine aus Zone II.

Die zweite Zone ist, wie oben ausgeführt wurde, durch das reichliche Vorkommen heller, dichter, splittiger Gesteine charakterisiert, von dem Aussehen, mit dem man von alters her den Begriff „Adinole“ (von LOSSEN als „hälleflintartige Adinole“ bezeichnet) verbindet; die Beschreibung soll daher mit diesen beginnen.

1. Die typischen Adinolen.

Die mineralogische Zusammensetzung der typischen Adinolen ist mit gewissen Einschränkungen durch die klassischen Untersuchungen und Beschreibungen von K. A. LOSSEN und H. ROSENBUSCH, ihre chemische Zusammensetzung durch EM. KAYSER im wesentlichen bekannt. Sie sind nach ROSENBUSCH (Physiographie II, 2, S. 1304) „ein meistens überaus feinkörniges, farbloses Aggregat ohne irgend welche Gesetzmäßigkeit in der Anordnung, in welchem einzelne grünliche, durchsichtige und gelblichweiße, undurchsichtig trübe, das Licht stark reflektierende und diffundierende Flecken auffallen. Seltener heben sich einzelne größere einsprenglingsartig hervortretende farblose Kristalle ab; recht häufig dagegen ist das Präparat von gröberkörnigen Trümmern durchzogen. In anderen Adinolen zeigen sich außerdem unregelmäßig verteilte, oder auch in parallelen oder sanft gewellten Strängen das Präparat durchziehende Pigmentmassen (kohlige Substanzen oder Eisenoxyde)“. Unter den farbigen Flecken betont H. ROSENBUSCH das Auftreten grünlicher Hornblendsäulchen, die in den Adinolen des Dornkopfs jedenfalls stark zurücktreten, und deren Rolle im Gestein ich auch in anderen Adinolen, von dem etwas abweichenden Vorkommen der Heinrichsburg bei Mägesprung abgesehen, nicht so stark hervorheben möchte; hingegen treten vielfach einzelne kleine Chloritblättchen auf, die in der älteren Literatur bei der Beschreibung von Adinolen nicht angegeben sind. „Fast farblosen bis gelblichgrünen Epidot“ erwähnt H. ROSENBUSCH nur in vereinzelt Körnern oder scharfen Kristallen durch die ganze Gesteinsmasse zerstreut; nach meinen Beobachtungen findet er sich außerdem auch in den „graulichweiß bis gelblichweiß und opak aussehenden Flecken“, die H. ROSENBUSCH sämtlich teils als Leukoxen-(Titanit-)Aggregate, teils als ein Haufwerk von Rutilssäulchen anspricht — hier tritt er entweder mit Titanit zusammen auf, oder vielfach auch allein in Häufchen, die sich selbst in dünnsten Schliffen und bei stärksten Vergrößerungen nicht immer restlos auflösen lassen. Für die beträchtliche Rolle, die auf Grund der im Dünnschliff beobachteten Erscheinungen dem Epidot hier für den Aufbau der „grauen Flecken“ zugeschrieben wird, spricht auch der geringe Gehalt von TiO_2 , den die neuen Adinolanalysen aufweisen — in den älteren, H. ROSENBUSCH vorliegenden wurde TiO_2 nicht bestimmt; eine derartige Bestätigung

durch die Analyse ist notwendig, da man bei der geringen Größe der in Betracht kommenden Gebilde immer nur einen Teil direkt bestimmen kann und für den Rest auf die Beobachtung angewiesen ist, daß dieser Rest bei stärksten Vergrößerungen das gleiche Aussehen besitzt, das die bei stärksten Systemen gut bestimmbaren Körnchen bei Anwendung schwächerer Vergrößerungen aufweisen⁵⁾. Diese Untersuchungen führten zu der Überzeugung, daß keineswegs alle diese Flecke ausschließlich oder vorwiegend aus den obengenannten Mineralen bestehen: sowohl solche mit erkennbarem Epidot oder Titanit wie andere, die keine stärker licht- und doppelbrechenden Körnchen erkennen lassen, enthalten offenbar in wechselnder, unter Berücksichtigung der geringen Größe der Körnerhäufchen teilweise bedeutender Menge feinste Tonsubstanzen.

Die farblosen Gemengteile, die den weitaus größten Teil der Gesteine zusammensetzen — die bisher beschriebenen Körner und Putzen spielen eine verschwindend kleine Rolle —, bilden in innigstem Verbande eine feinkörnige Masse, in der in wechselnder Menge größere Körnchen liegen. Die feinkörnige Masse und ebenso ein beträchtlicher Teil der größeren Körnchen erscheint graubraun bestäubt, dabei ist aber keineswegs etwa der Feldspat reicher an Staub als der Quarz; die Untersuchung der Achsenbilder ergibt für beide Minerale das Vorkommen wasserheller und getrübter Körnchen. Die Achsenbilder und bei den feiner körnigen Massen die Prüfung der Brechungsquotienten sind die einzigen Mittel zur Unterscheidung von Feldspat und Quarz: jede Andeutung von Kristallformen

⁵⁾ Die genaue Durcharbeitung und Bestimmung dieser feinkörnigen Diabaskontaktgesteine gehört überhaupt zu den mühevollsten und langwierigsten Aufgaben der mikroskopischen Petrographie: es lassen sich nur dünnste Schriffe und sehr lichtstarke Instrumente anwenden, und auch dann muß man, um ein zuverlässiges Bild zu gewinnen, die Beleuchtung immer abändern und die gleiche Stelle bei möglichst wechselnder Beleuchtung untersuchen. So konnte ich beispielsweise die Chloritblättchen am besten bei Ausschaltung des Polarisators und schief durchfallendem Licht erkennen, Epidot und Titanitkörnchen unterschieden sich am besten bei annähernd senkrecht durchgehenden Strahlen, für die Untersuchung der farblosen Bestandteile der Hauptmasse war wieder schiefe Beleuchtung erforderlich; für eine Reihe von Erscheinungen, die an sich die Anwendung polarisierten Lichts nicht beanspruchen, erwies sich trotzdem die Einschaltung des Polarisators vorteilhaft.

fehlt, und auch Zwillingsstreifung, ebenso wie Spaltungsrisse sind nur überaus selten wahrzunehmen. Die Lichtbrechung weist den Feldspat in die Albitreihe, eine Bestimmung, die die Analyse durchaus bestätigt; auf sie ist man im letzten Grunde auch hier angewiesen, um über eine unsichere Schätzung der Mengenverhältnisse von Albit und Quarz hinauszukommen. Wenn nun die Bestäubung auch nicht, wie bisweilen angenommen wurde, zur Unterscheidung von Feldspat und Quarz dienen kann, so wird man bei immer wiederholtem Studium der Schriffe auf einen anderen interessanten Unterschied aufmerksam: die nicht getrühten Körner verhalten sich zwischen gekreuzten Nikols einheitlich, während die getrühten mehr oder weniger fleckig und unregelmäßig auslöschten. Die wasserhellen, in gewöhnlichem Licht scharf begrenzten Körner sind, wie die Untersuchung bei gekreuzten Nikols zeigt, häufig von einem Hof von getrühter Substanz umgeben, der schnell in die feinkörnige Masse übergeht; die getrühten Körner heben sich vielfach überhaupt nicht sehr deutlich von der Umgebung ab. Diese Verhältnisse scheinen für die Frage nach der Entstehungsweise der Adinolen von Belang; sie werden daher an späterer Stelle hervorgehoben.

Die feinstkörnige Masse, die somit zu den getrühten größeren Körnern in keinem Gegensatz steht — von einem solchen könnte man höchstens bei den wasserklaren sprechen — läßt sich am besten bei schiefer Beleuchtung durch den Unterschied der Brechungsquotienten in ihre Komponenten auflösen, wobei sich ganz kleine Körnchen noch überraschend deutlich erkennen lassen; zwischen gekreuzten Nikols ver schwimmen die Massen vielfach zu ganz unregelmäßig gestalteten Flecken und Fetzen, die sich durch ihre Achsenbilder teils als einachsige, teils als zweiachsige Substanzen nachweisen ließen. Die Flecken sind teils ineinander verzahnt, teils verlieren sie sich unregelmäßig in ein regelloses, nicht mehr auflösbares Gemenge; ihr Gefüge ist als schwammig zu bezeichnen, da bei einem Feldspatgerüst Quarz, bei einem Quarzgerüst Feldspat in so zahlreichen kleinsten Körnchen eingeschlossen sind, daß die Bezeichnung poikilitisch oder besser mikropoikilitisch für das Gefüge kaum ausreicht — man müßte eigentlich von kryptopoikilitischer Anordnung sprechen.

Für die ganze Auffassung der Adinolen und besonders für ihre Beziehungen zu anderen Gebilden des Diabas-

kontaktes wichtig erwies sich die bei der makroskopischen Beschreibung erwähnte, in den lichten Varietäten zunächst wenig auffallende Streifung. Sie fehlt auch den hellsten und dichtesten Arten nicht, beschränkt sich hier jedoch vielfach auch auf einen Wechsel annähernd gleichfarbiger Streifen, die entweder ein mehr glasiges oder mehr porzellanartiges Aussehen besitzen.

Bei dem mikroskopischen Studium macht sich diese Streifung der hellsten Adinolen zunächst noch weniger geltend als bei der Betrachtung des Handstücks; bei sorgfältiger Arbeit kann man jedoch in Schliffen, die quer zu der feinen Streifung gelegt sind, stets feststellen, daß einzelne Streifen, die makroskopisch das porzellanartige Aussehen besitzen, reicher an den trüben Körnchen sind. Es zeigt sich weiter, daß diese an trüben dunklen Körnchen reicheren Streifen auch etwas weniger feinkörnig sind; es treten in wechselnden Mengen etwas größere Körner auf als in den anderen Zonen, und die feinstkörnigen, auch für stärkste Vergrößerungen kaum auflösbaren Gemenge nehmen einen geringeren Anteil am Aufbau dieser Streifen, als an dem der mehr glasigen Masse. Gelegentlich kann diese Zunahme der Korngröße, obwohl sie sich immer in engen Grenzen hält, doch so deutlich werden, daß einzelne Streifen sich auch bei gekreuzten Nikols bemerklich machen, während sie im allgemeinen bei dieser Art der Beobachtung sich nicht zu erkennen geben. Schließlich wird man noch auf einen versteckten streifigen Bau innerhalb der einzelnen Zonen, ihren Grenzen entsprechend, aufmerksam: homogene und mikro- bis kryptopoikilitische Körner und Fetzen der farblosen Gemengteile liegen im Schliff mit einer etwas stärker entwickelten Richtung häufiger parallel der Streifengrenze als schief zu ihr.

Wichtig für die Deutung der dunkel gefärbten Adinolen ist das Auftreten vereinzelter grauer Lagen in diesen der Beschreibung zugrunde gelegten hellsten Gesteinen; die grauen Lagen gehen hier gelegentlich über in untergeordnete dunklere Massen von grauer Farbe, die sich bald allmählich in der helleren Hauptmasse verlieren, bald schärfer und parallel der Streifung abgegrenzt sind, und diese grauen Partien lassen gleichfalls eine der Hauptmasse durchaus entsprechende Streifung erkennen. Die dunkle Färbung wird durch organische Substanz hervorgerufen, wie man durch Glühen geeigneter Splitter nach-

weisen kann; im Schliff erscheinen diese Streifen besonders reich an dunklen Flecken und Körnchen, die offenbar durch organische Substanz mehr oder weniger stark gefärbte tonige Massen sind, die Abmessungen der farblosen Gemengteile sind etwas größer, und ihre Substanz ist durch feinsten Staub stärker getrübt. Noch deutlicher macht sich der Unterschied in Schlifften parallel zur Streifung geltend, je nachdem der Schnitt durch eine dunkle Lage oder die helle Hauptmasse gelegt ist; da die Lagen nicht streng eben sind, so werden selbstverständlich in einem Schliff durch eine helle Lage gelegentlich auch Teile einer benachbarten dunkleren getroffen, die je nach ihrer Verknüpfung als mehr oder weniger regelmäßige Streifen oder auch als unregelmäßige Flecke erscheinen. Bisweilen finden sich jedoch zwischen den hellen Lagen andere, die dunkle, scharf begrenzte Putzen in größerer Zahl und unregelmäßiger Gestalt eingestreut enthalten, so daß ein derartiger Schliff an einzelnen Stellen geradezu ein tuffartiges Aussehen annehmen kann; in diesen Fällen wird man nicht mehr an Schnitte durch eine zusammenhängende Schicht denken können, sondern das Vorkommen kleiner unzusammenhängender toniger Flöckchen von der Beschaffenheit der dunkleren Lagen annehmen müssen. In den der Beschreibung zugrunde gelegten hellen Adinolen treten derartige Gebilde nur selten auf, spielen aber in verwandten eine recht beträchtliche Rolle.

Die in der K. K. Landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation Linz ausgeführte chemische Analyse ergab:

V.

Helle Adinole. Dornkopf.	
SiO ²	79.60
TiO ²	0.15
Al ² O ³	13.78
Fe ² O ³	0.18
FeO	0.25
MgO	0.06
CaO	0.71
Na ² O	5.18
K ² O	1.50
H ² O (über 110 °)	0.27
H ² O (unter 110 °)	Sp.
CO ²	Sp.
C	0.00

Sa. 101,68

Diese Werte zeigen zunächst die unbedingte Vorherrschaft der farblosen Gemengteile Quarz und Alkalifeldspat, be-

sonders Albit, fast bis zum Verschwinden der farbigen Komponenten, sowie die kleine Rolle der Titanminerale. Berechnet man ferner die an die Alkalien und an Kalk (mit Vernachlässigung des Titanit) gebundene Menge Tonerde, so ergibt sich ein bemerkenswerter Überschuß: ein Sechstel der gesamten Tonerde bleibt übrig, und es müssen somit, da auch der Chlorit und glimmerige Bestandteile nur in sehr geringer Menge vorhanden sind, tonige Substanzen teils in den trüben dunklen Partien, teils in dem allverbreiteten trüben Staub der farblosen Gemengteile eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen.

Diese hellen Adinolen finden sich nun, wie erwähnt, im engsten Verbande mit dunklen Adinolen von verschiedenem Aussehen; bald sind die Übergänge allmählich, bald scheinen schärfere Abgrenzungen vorhanden zu sein, aber bei genauerem Zusehen lassen sich auch bei scheinbar scharfer Begrenzung Übergänge feststellen. Derartige Vorkommen sind zur Untersuchung der Frage nach dem Unterschiede zwischen den äußerlich recht verschiedenen Adinolvarietäten besonders geeignet; als Beispiel soll ein Gestein beschrieben werden, das aus der gewöhnlichen glasartigen hellen und einer dunklen Adinolspielart besteht, die durch ihre deutliche Streifigkeit bisweilen geradezu an gewisse gebänderte Hälleflinten erinnert. Die Verknüpfung beider Gesteinsarten ist so eng, daß sie sich im Handstück mannigfach wiederholt; eine Art Übergang zwischen beiden gibt sich dem unbewaffneten Auge durch das Auftreten vereinzelter papierdünner dunkler Lagen einer abweichenden Substanz in den hellen Gesteinsteilen zu erkennen. Wenn ein glücklich geführter Hammerschlag die Adinolsubstanz so abgesplittert hat, daß man die dunkle Einlagerung nicht nur im haarfeinen Querschnitt, sondern im Hauptbruch beobachten kann, so macht sie einen durchaus tonschieferartigen Eindruck. Nach der dunklen Adinole hin stellen sich derartige Lagen häufiger ein; dort, wo sie nahe beieinander liegen, entstehen breitere dunkle Streifen, da dann die zwischen den scharf begrenzten einzelnen Lagen sich befindende Adinolsubstanz grau wird — weiterhin nimmt die Adinole überhaupt eine dunklere Färbung an, und die Einlagerungen heben sich nicht mehr so scharf von der Hauptmasse ab, werden aber vielfach breiter. Gesteinsteile, in denen die Lagen der tonschieferähnlichen Substanz besonders reichlich vertreten sind.

weisen matteres Aussehen und schwarze bis schwarzgraue Färbung auch im Querschnitt auf; die dünnen tonschieferähnlichen Lagen selbst zeichnen sich aber auch hier noch durch unebenen Bruch und besonders stumpfes, wie durch Beimischung kohligen Pigments hervorgerufenes Aussehen aus. Im Gegensatz zu dem recht ebenen Verlauf der die Bänderung hervorrufenden Zonen besitzen die einzelnen dünnen schwarzen Lagen innerhalb dieser Zonen ein ziemlich unruhiges Verhalten: die vielfach gefältelten und gekrümmten Lagen nähern sich, verschmelzen gelegentlich und trennen sich wieder, so daß tektonisch sehr mannigfaltige Bilder entstehen. Entsprechend zeigen auch die einzeln auftretenden Lagen in der hellen Adinole einen stark gestörten Verlauf. Eine Vorstellung von dem Wechsel hellerer und dunklerer Streifen — hier noch bei Vorwalten der helleren Gesteinsart — gibt Fig. 3 auf S. 365, die Photographie eines Dünnschliffs in annähernd doppelter Größe.

Die mikroskopische Untersuchung der hellen, mit der dunklen verbundenen Adinole ergab im allgemeinen die gleichen Erscheinungen, wie sie die an vorangehender Stelle beschriebene Adinole darbietet, doch macht das Gestein im durchfallenden Licht einen klareren Eindruck, da hier die staubige Trübung der farblosen Bestandteile in viel geringerem Maße entwickelt ist und vielfach überhaupt fehlt. Die ganz vereinzelt dünnen schwarzen Lagen, die den Schliff in der allgemeinen Richtung der Lagentextur, aber gefältelt, geknickt und hierdurch aus der Richtung bisweilen deutlich abweichend durchziehen, erscheinen bei schwacher Vergrößerung als ein schmutzig graubrauner bis schwarzfleckiger Strang, in dem vereinzelt Quarzkörnchen und Epidotkörnchen erkennbar sind; bei starken Vergrößerungen löst er sich auf in eine trübe, tonige, durch organische Substanz schwärzlich gefleckte Masse mit chloritischen und glimmerigen Blättchen und den bekannten stark licht- und doppelbrechenden Körnchen. Körner der genannten Substanzen und tonige Fetzen sind nicht selten in der Nähe dieser Stränge häufiger als im übrigen Gestein. Fig. 1 auf Tafel XV gibt derartige Stränge in der hellen Adinolvarietät im Lichtbild wieder.

Mit diesem mikroskopischen Befund stimmt die im Laboratorium von Prof. DITTRICH (Heidelberg) ausgeführte Analyse sehr gut überein: sie zeigt annähernd die gleichen

Werte wie Anal. III und unterscheidet sich nennenswert nur in dem geringeren Wert für Tonerde, entsprechend der zurücktretenden bis fehlenden Trübung der farblosen Bestandteile. Die spärlichen papierdünnen tonschieferähnlichen Einlagerungen machen sich in der chemischen Zusammensetzung, wie zu erwarten war, nicht geltend. Die Analyse ergab:

VI.

Helle Adinole, mit dunkler
Adinole zu einem Gestein eng
verbunden, Dornkopf.

SiO ²	80,60 %
TiO ²	0,09
Al ² O ³	10,21
Fe ² O ³	1,53
FeO	Sp.
MgO	Sp.
CaO	0,60
Na ² O	6,19
K ² O	0,78
H ² O (über 110 °)	0,30
H ² O (unter 110 °)	0,00
Gl.V.	0,05
CO ²	0,00

Sa. 100,35

Bei dieser Analyse ist entweder die Bestimmung der Alkalien etwas zu hoch oder die der Tonerde etwas zu niedrig ausgefallen, da die analytisch nachgewiesene Tonerdemenge zu ihrer Sättigung nicht voll ausreicht — zu der Annahme, daß etwa ein kleiner Teil der Alkalien an Eisenoxyd gebunden sei, liegt nach dem mikroskopischen Befund kein Anlaß vor; nach dem Mineralbestand scheint es, als ob Eisenoxyd auf Kosten der Tonerde zu hoch bestimmt sei. Trotzdem ist die Analyse in der vorliegenden Form für das Wesen des Gesteins durchaus bezeichnend; die vermuteten Abweichungen machen sich nur rechnerisch geltend und kommen für die Auffassung des Gebildes nicht in Betracht.

Die dunkle Adinole, die, wie mehrfach betont, auf engem Raume durch Übergänge mit der hellen innig verknüpft ist und andererseits in die deutlich gestreiften hällflintartigen Gesteinsteile übergeht, gibt bei der Beobachtung in gewöhnlichem Licht (oder mit Polarisator ohne Anwendung des Analysators) ein zunächst überraschendes Bild: bei schwachen Vergrößerungen wechseln Adinol-

zonen, die sich von der hellen Adinole vielleicht nur durch einen etwas größeren Gehalt an trüben Körnchen unterscheiden, mit Zonen, die einen durchaus tonschieferähnlichen Eindruck machen und ziemlich scharf gegen die hellen Zonen abgegrenzt erscheinen. Die Haupttexturflächen der dunklen Lagen entsprechen den Grenzflächen der hellen und dunklen Zonen, und die gleiche Richtung ist auch in den hellen Zonen durch Anordnung der dunklen Körnchen mehr oder weniger deutlich betont; die Schärfe der Abgrenzung der so verschiedenen aussehenden Zonen wird jedoch durch eine zweite Texturfläche abgeschwächt, die den tonschieferartigen Partien in Verbindung mit der ersten ein netzartiges Gefüge verleiht und sich nicht selten von den dunklen Teilen aus in die hellen verfolgen läßt — hier verschwindet sie allerdings sehr schnell oder erscheint auf schwache Andeutungen in der Anordnung der trüben Körnchen beschränkt. Eine Vorstellung von dieser Art der Verknüpfung geben die beiden Lichtbilder auf Tafel XV; wie wechselnd in demselben Handstück, also auf kleinstem Raum, die Anordnung der Adinolsubstanz und Schiefersubstanz entwickelt ist, zeigen die beiden Lichtbilder auf Tafel XVI, die demselben, außerdem ausgesprochen gebänderte Teile enthaltenden Handstück entnommen sind, wie die Abbildungen auf Tafel XV.

Eine Untersuchung der dunklen Zonen mit starken Vergrößerungen, aber ohne Anwendung des Analysators, scheint den Tonschiefercharakter zu bestätigen: eine schluppig-trüb erscheinende Masse von bräunlicher bis grauer, in ihrer Intensität fleckig wechselnder Färbung enthält chloritische und glimmerige Blätter, ferner trübe, stark lichtbrechende Körner sowie völlig opak erscheinende, und diese Bestandmassen treten gehäuft zu den Strängen zusammen, die die netzförmige Textur des Gesteins erzeugen: Um so überraschender ist das Aussehen dieser Massen bei der Untersuchung zwischen gekreuzten Nikols: die trübe Hauptmasse besteht nicht aus Tonsubstanzen, sondern aus dem bekannten unregelmäßigen Gefüge von Quarz und Albit, das sich von dem entsprechenden Mineralgemenge der hellen Zonen nur durch beträchtlich größeres Korn unterscheidet, und in das die übrigen Bestandteile eingebettet sind. Wirklich dunkel erscheinen bei gekreuzten Nicols nur die dickeren Stränge, Streifen und größeren Putzen; der größte Teil der kleinen, in gewöhnlichem Licht trüben Massen stört die Interferenzfarben des Quarz-Albit-

gemenges nicht, erweist sich somit als der Menge nach unerhebliche Einlagerung in die farblosen Bestandteile, und das gleiche gilt auch für die Mehrzahl der Chloritblättchen, die so dünn sind, daß sie vielfach auch im Schliff von den farblosen Substanzen rundum eingeschlossen erscheinen. Die stofflich weitgehende Annäherung der hellen und der dunklen Zonen, die in offenbarem Gegensatz zu dem durchaus verschiedenen, fast könnte man sagen entgegengesetzten Habitus steht, den diese Massen bei der Beobachtung in gewöhnlichem Licht darbieten, wird besonders deutlich durch einen Vergleich dieser Zonen im polarisierten Licht bei schwächeren Vergrößerungen: sieht man von den erwähnten dunklen Strängen und Streifen ab, die vereinzelt auch in den hellen Zonen vorkommen, so macht sich als einziger Unterschied das beträchtlich größere Korn des Quarz-Albitgemenges in den tonschieferähnlichen Zonen geltend. Auch in den nicht tonschieferähnlichen Zonen zeigt sich streifenweise mit der Zunahme der dunklen Substanz ein Wachstum der Körner; umgekehrt ist der Gegensatz zwischen den größeren klastischen Quarzkörnchen und der Hauptmasse natürlich um so deutlicher, je feinkörniger die Hauptmasse entwickelt ist. Wenn in Zonen, die diesen Gegensatz deutlich zeigen, schärfer begrenzte Partien der tonschieferähnlichen Substanz auftreten, so entstehen hier tuffähnlich erscheinende Lagen von der gleichen Beschaffenheit, wie sie oben aus der hellen Adinole beschrieben wurden. Von den beiden, diesen Verhältnissen gewidmeten Lichtbildern auf Tafel XVII gibt Bild 2 diese Erscheinungen leider in nicht völlig befriedigender Weise wieder: die dunklen Putzen und auch der Staub, der im polarisierten Licht für das Auge kaum zur Geltung kommt, wirken auf die photographische Platte sehr stark ein. Berücksichtigt man ferner, daß in jeder Stellung ein Teil der farblosen Gebilde dunkel erscheinen muß, so erklärt sich das Aussehen der Abbildung 2 auf Tafel XVII, die die gleiche Stelle wie Fig. 1 der Tafel XVII, aber im polarisierten Licht wiedergibt; doch gibt der mittlere Teil annähernd eine Vorstellung von den bei subjektiver Beobachtung wahrnehmbaren Verhältnissen, und der linke obere Teil zeigt wenigstens das Zurücktreten der Unterschiede zwischen den hellen und den dunklen Teilen im polarisierten Licht.

Die Analyse beweist, daß auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung die helle und die dunkle Adinole ein-

ander nahestehen, wenn auch für die dunkle eine Abnahme des SiO_2 , eine Zunahme der Tonerde und das Vorhandensein einer, wenn auch sehr geringen, so doch für die Auffassung des Gesteins nicht unerheblichen Menge der Magnesia charakteristisch ist. Die im Laboratorium von Prof. DITTRICH (Heidelberg) ausgeführte Analyse ergab folgende Zahlen:

VII.	
Dunkle Adinole,	
im engsten Verbande mit der	
hellen Adinole (VI), Dornkopf.	
SiO_2	76,47
TiO_2	0,27
Al_2O_3	12,58
Fe_2O_3	0,48
FeO	0,97
MgO	0,14
CaO	0,48
Na_2O	5,96
K_2O	1,69
H_2O (über 110°)	0,51
H_2O (unter 110°)	0,01
Gl.V.	0,20
CO_2	Sp.
Sa.	99,76

2. Streifige und gebänderte Adinolen, in Adinolschiefer übergehend.

In der an gebänderten Hälleflint erinnernden streifigen Adinole herrscht gleichfalls eine graue Grundfarbe, doch wechseln mit hellgrauen Zonen mehr bräunlichgrau und grünlichgrau; an Tonschiefer erinnernde Streifen vermag das Auge im Handstück nicht wahrzunehmen, so daß der Querbruch ebener und trotz der Farbenunterschiede stofflich einheitlicher erscheint, als in der typisch dunklen Adinole, aus der die gebänderte hervorgeht. Im Gegensatz zu dem makroskopischen Aussehen weist der Dünnschliff keine durchgreifenden Verschiedenheiten gegenüber der dunklen Adinole auf: das Gestein besteht aus helleren Zonen, die im wesentlichen den an dunklen Gemengteilen ärmeren, hellen und feinstkörnigen entsprechen, und aus den an dunklen Bestandteilen reicheren, etwas größer körnigen Zonen; auch die tuffähnlich aussehenden Teile finden sich hier wie in dem dunklen Gestein, so daß bei der Untersuchung zwischen gekreuzten Nikols kaum ein Unterschied festzustellen ist. Der Unterschied im Handstück wird dadurch hervorgerufen, daß, wie das

Mikroskop lehrt, die trübenden Substanzen weniger gleichmäßig verteilt, sondern mehr in schmalen Lagen angesammelt erscheinen: die dunklen körnerreichen Stränge sind nicht breit und verwaschen, sondern bestehen aus aneinandergereihten und eng aneinandergelagerten einzelnen Körnchen, und in der wesentlich aus farblosen Gemengteilen aufgebauten Hauptmasse sind die trübenden Einlagerungen in geringerer Menge vorhanden oder in ähnlicher Weise örtlich angereichert. In einzelnen Lagen sind ferner Chloritblättchen reichlicher vorhanden und kommen durch das Zurücktreten der trübenden Substanzen für die Färbung der Zone besser zur Geltung: auf sie sind die grünlichen Zonen zurückzuführen, während die anderen dunklen Zonen bräunlich erscheinen; beide stehen in deutlichem Gegensatz zu den an dunklen Gemengteilen ärmeren, im Handstück heller grau erscheinenden Lagen.

3. Hoch entwickelte Adinolschiefer, Adinolen nahestehend.

Ähnliche Gebilde, bei denen jedoch infolge der geringeren Farbenunterschiede die an sich sehr gut entwickelte Bänderung vielfach für das unbewaffnete Auge an zufälligen Bruchflächen versteckt ist und nur an ebenen, die Bänder im Querschnitt treffenden, am besten etwas angewitterten Klüftflächen deutlich wird, spielen in der mittleren Zone des Aufschlusses eine recht bedeutende Rolle. Im frischen Bruch erscheint das Gestein gleichmäßig grünlichgrau, auf Klüften sieht man deutlichen Wechsel hellerer und dunklerer Schichten. Der Bänderung folgt eine sehr undeutliche Schieferung, die man leicht übersehen kann, die aber trotz Splitterigkeit einen ganz schwachen glimmerigen Schimmer besitzt; schief zu ihr bricht das Gestein unregelmäßig bis roh muscheliger, und die Lagen geben sich gar nicht oder nur durch eine unregelmäßige Riefung kund. Dieses Verhalten stellt das Gestein an die Grenze zwischen Adinole und Adinolschiefer; am besten bezeichnet man es wohl als weitest vorgeschrittenen Adinolschiefer. Eine angeschliffene Fläche weist hingegen eine überaus zierliche Bänderung auf; an einer 2,5 cm dicken Platte ließen sich in einer graugrünen Hauptmasse über 20 deutliche, in ihrer Mehrzahl hellere, aber zum Teil auch ganz dunkle Zonen zählen, und schon das unbewaffnete Auge konnte erkennen, daß die graugrüne Hauptmasse in sich gleichfalls fein gestreift ist.

Das mikroskopische Bild in Schliffen quer zur Bänderung entspricht durchaus dem des soeben beschriebenen an gebänderten Hälleflint erinnernden Vorkommens; bemerkenswert ist jedoch der ganzen Stellung des Gesteins entsprechend die etwas größere Rolle, die stark doppelbrechende, glimmerähnliche, farblose und grünliche Substanzen in ganz dünnen Blättchen und Häutchen in einzelnen Lagen spielen — auf sie geht offenbar der schwache Schimmer des Hauptbruchs zurück.

Die graugrüne Hauptmasse besteht aus dem feinkörnigen Gemenge der farblosen Substanzen und grünlichen, parallel und netzförmig angeordneten, unterbrochenen Streifen von chloritischen und glimmerigen Gemengteilen; die stark lichtbrechenden und undurchsichtigen Körnchen sind in beträchtlicher Zahl gleichmäßig durch die Masse verteilt. Bei gekreuzten Nikols erkennt man die Ursache der oben erwähnten feinen Streifung der Hauptmasse: die farblosen Gemengteile sind lagenweise im Korn verschieden und sinken in einigen Lagen in ihrer überwiegenden Menge zu so geringem Ausmaß herab, daß der Aufbau aus Körnchen nur mit stärksten Vergrößerungen zu erkennen ist. In diesen Lagen machen spärliche Körnchen von der an sich auch recht geringen Größe, wie sie die anderen Lagen zusammensetzen, einen geradezu einsprenglingsartigen Eindruck.

Aus dem gleichen feinstkörnigen Mosaik bestehen die helleren grauen Lagen, die sich makroskopisch deutlich von der in sich gestreiften graugrünen Hauptmasse abheben; in ihnen treten gleichzeitig die blätterigen Bestandteile zurück, und die dunklen Körnchen sind nur spärlich entwickelt, so daß diese Lagen die Zusammensetzung der typischen Adinolen besitzen. Im Gegensatz zu ihnen sind die selteneren, dünnen und schwarzgrünen Lagen besonders reich an flaserig gewundenen, dickeren Streifen der blätterigen Gemengteile, unter denen auch die Glimmerhäutchen eine nicht unbeträchtliche Rolle spielen, und gleichzeitig recht arm an dunklen Körnchen; die an Menge zurücktretenden farblosen Bestandteile sind auch hier gewöhnlich äußerst feinkörnig. Die Abgrenzung dieser dunklen Lagen ist nicht sehr scharf und erfolgt durch Abnahme und Dünnerwerden der grünlichen Stränge; an Zahl und an Dicke treten diese dunklen Streifen, wie erwähnt, weit hinter den hellgrauen und vollends hinter der grünlichen Hauptmasse zurück.

Die chemische Untersuchung des Gesamtgesteins ergab Werte, die sich von denen der typischen Adinole in dem nach der größeren Rolle der blätterigen Gemengteile zu erwartenden Sinne unterscheiden, andererseits zeigt sie aber, daß man im mikroskopischen Bilde die Menge der blätterigen Minerale, besonders bei der Betrachtung mit schwächeren Vergrößerungen, leicht überschätzt — bei der Arbeit mit starken Systemen bleibt man vor diesem Irrtum bewahrt. Wesentlich ist ein höherer Gehalt an Tonerde, an Magnesia und an chemisch gebundenem Wasser; der hohe Betrag für Natron weist auf die große Rolle hin, die Albit unter den farblosen Gemengteilen spielt, das Sinken von SiO_2 ist wohl hierauf und auf die zunehmende Bedeutung der blätterigen Substanzen zurückzuführen.

Die Analyse ergab:

VIII.

Hochentwickelter Adinolschiefer
oder gebänderte Adinole, Dornkopf.

SiO_2	70,75
TiO_2	0,16
Al_2O_3	16,79
Fe_2O_3	0,59
FeO	1,53
MgO	1,26 ⁶⁾
CaO	0,40
Na_2O	7,66
K_2O	1,03
H_2O (über 110°)	0,88
H_2O (unter 110°)	0,06
Gl.V.	0,09
CO_2	0,00

Sa. 101,20

Eine Abart dieses Gesteins, die gleichfalls in erheblicher Menge auftritt, enthält dickere Lagen und macht somit für das unbewaffnete Auge zunächst den Eindruck, als ob gehärtetem Schiefer typische Adinole eingelagert

⁶⁾ Die im DIRTRICH'Schen Laboratorium ausgeführte Analyse gab für MgO nur Spuren an. Da nach dem mikroskopischen Befund eine größere Menge Magnesia anzunehmen war, ließ ich in der K. K. landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Linz an einer neuen, demselben Handstück entnommenen Probe, dem das Material zu der Hauptanalyse entstammt, die Magnesia nochmals bestimmen. Den hierbei gefundenen Wert, 1,26%, setzte ich in die Hauptanalyse ein.

sei. Bei genauere Hinschen, am besten auf polierten Oberflächen, erkennt man in der hellgrauen Adinole die weißlichen Streifen, wie sie auf S. 364 beschrieben wurden, und kann feststellen, daß sie parallel der Grenze der einzelnen Lagen und somit parallel zur Bänderung des Gesteins verlaufen.

Das Mikroskop zeigt mit der hellgrauen Adinole übereinstimmende Gesteinsmassen, die streifenweise durchbrochene Lagen und reihenförmig angeordnete Bröckchen tonschieferähnlicher Substanz enthalten; in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser tonschieferähnlichen Massen ist das Quarz-Albit-Gemenge regelmäßig grobkörniger und bildet in der grauen glasartigen Hauptmasse weißliche porzellanartige Streifen, die hier besonders deutlich ausgebildet sind. Die graugrüne Hauptmasse des Gesteins unterscheidet sich kaum von dem entsprechenden Bestandteil des eben beschriebenen Gesteins, enthält aber gleichfalls trübes toniges Material sowohl in Bröckchen reihenweise angeordnet, wie auch mehr gleichmäßig in ganz kleinen Fleckchen im Gemenge verteilt. Diese Erscheinungen sind auf den Lichtbildern Tafel XVII, die die gleiche Stelle in gewöhnlichem und in polarisiertem Licht wiedergeben, gut zu erkennen.

Die feinkörnige Hauptmasse aller dieser makroskopisch noch mehr oder minder an Adinolen erinnernden Gesteine führt hinüber zu Massen, die man nach ihrer äußeren Beschaffenheit als gehärtete Schiefer bezeichnen könnte, während sie tatsächlich ziemlich weit vorgeschrittene Adinolschiefer sind. Derartige Gebilde treten, wie erwähnt, an der Grenze der ersten Zone gegen die zweite (vgl. die Beschreibung und die Analyse IV auf S. 375, 376) und auch in der zweiten Zone auf, spielen aber besonders in der dritten Zone eine sehr große Rolle und werden daher bei der Beschreibung dieses Abschnittes des Profils zusammenfassend geschildert. Gemeinsam ist allen diesen Gebilden für die Untersuchung die Eigentümlichkeit, daß sie ihr Wesen und besonders ihren Entwicklungsgrad erst im Dünnschliff und durch chemische Untersuchung erkennen lassen — die makroskopische Betrachtung könnte, soweit sie nicht durch mikroskopische und chemische Prüfung gestützt wird, vielfach zu Irrtümern über die Stellung des Gesteins innerhalb der Reihe führen, während über ihre Zugehörigkeit zum Diabaskontakt auch für die Beobachtung

im Felde ohne nähere Untersuchung kaum ein Zweifel entstehen kann.

Die Adinolschiefer aus Zone III.

Die dritte, wesentlich von Adinolschiefern gebildete Zone unterscheidet sich von den beiden anderen durch das mehr oder weniger tonschieferähnliche Aussehen der sie zusammensetzenden Gesteine und im Zusammenhange hiermit auch durch eine verhältnismäßig große Einförmigkeit. Es herrschen in ihr Gesteine, die anstehend durch scheinbar gute Teilbarkeit, dunkle Farbe und einen schwachen Schimmer auf dem Hauptbruch bei sonst ziemlich stumpfem Aussehen an dichten gehärteten Tonschiefer erinnern: zonenweise finden sich Einlagerungen eines aus Tonschieferlagen und hellgrauen Lagen aufgebauten Gesteins von deutlich schichtigem Habitus, und schließlich nehmen am Aufbau Gesteine teil, die direkt als gehärteter Tonschiefer bezeichnet werden können.

Bei näherer Betrachtung verliert das Hauptgestein etwas von seinem Tonschiefercharakter: der Hauptbruch ist zwar der Art nach als eben zu bezeichnen, dem Grade nach aber recht unvollkommen entwickelt, das tonschieferartige Aussehen, die schwärzliche Färbung und der Schimmer ist auf dünne Häutchen beschränkt, und die Hauptmasse erscheint dunkel grünlichgrau, splitterig und hart, nähert sich also dem Aussehen, wie es Gesteinen aus der ersten und zweiten Zone zukommt. Im Querbruch geht der Tonschiefercharakter noch mehr verloren, eine Schieferung oder Schichtung ist kaum wahrzunehmen, die Masse erscheint gleichmäßig dunkelgrau, und erst auf polierten Flächen, die gut Glanz annehmen und schwärzlich grüngrau erscheinen, machen sich schwache Anzeichen einer Paralleltexur geltend.

Um so deutlicher tritt wieder eine streifige Anordnung im Dünnschliff hervor, doch sind die einzelnen Lagen so dünn, daß sie sich dem unbewaffneten Auge nur dort kund tun, wo sich die blätterigen, leicht gewellten, vielfach unterbrochenen Häute zu etwas dickeren Lagen zusammendrängen, die dann auch das tonschieferähnliche Aussehen der von ihnen gebildeten Oberflächen hervorgerufen.

Die dünnen Häutchen blättriger Substanzen bestehen aus grün durchsichtig werdenden, deutlich pleochroitischen und ziemlich stark doppelbrechenden Glimmerblättchen; sie durchziehen, begleitet von stark lichtbrechenden Körnern und besonders auch von opaker Substanz in Körnern, Putzen und Streifchen von vorwiegend wohl kohligter Beschaffenheit, in zahllosen, vielfach unterbrochenen Lagen die übrige, farblos durchsichtig werdende Gesteinsmasse. Wo sie sich besonders eng scharen, bilden sie die etwas dickeren Häute, die farblose Körnchen umschließen, und die, wie erwähnt, im Hauptbruch den tonschieferähnlichen Eindruck hervorbringen; durch Glühen derartiger Lagen kann man sich überzeugen, daß die dunkle, von den opaken Massen hervorgerufene Farbe auf organische Substanz zurückzuführen ist. Etwas breitere Glimmerstreifen erscheinen randlich oft bräunlich verfärbt, ein Beweis, daß der Glimmer auch Eisen in nennenswerter Menge enthält; bisweilen nehmen ganze Streifen eine derartige bräunliche Färbung an.

Die farblosen, teilweise durch feinen, grau erscheinenden Staub getrübbten Massen sind so feinkörnig, daß nur verhältnismäßig spärliche Individuen auch bei starken Vergrößerungen erkennbar sind; selbst bei Anwendung von Immersionssystemen läßt sich die Hauptmasse zwischen gekreuzten Nikols nicht auflösen, sondern erscheint fast wie eine mikrofelsitische Grundmasse in einem unruhigen Grau. Erst nach Einschaltung eines Gipsblättchens erkennt man den Aufbau aus kleinen unregelmäßigen Körnchen; eine Bestimmung der einzelnen Körnchen oder gar ein Versuch, das Mengenverhältnis der farblosen Bestandteile in diesen Gesteinen festzustellen, ist natürlich ausgeschlossen. Eine Vorstellung von der Textur gibt das bei starker Vergrößerung aufgenommene Lichtbild 2 auf Tafel XIV. Somit kann über die stoffliche Zusammensetzung nur die chemische Analyse sicheren Aufschluß geben; sie zeigt für die chemischen Verhältnisse eine nach dem makroskopischen Aussehen nicht zu erwartende, nach dem mikroskopischen Befunde aber nicht überraschende, sehr weitgehende Annäherung an Gesteine, die für die zweite und auch für die erste Zone charakteristisch sind.

Die im Laboratorium von Prof. DITTRICH (Heidelberg) ausgeführte Analyse ergab folgende Werte:

IX.

Adinolschiefer aus Zone III.

SiO ²	69,51
TiO ²	0,37
Al ² O ³	15,78
Fe ² O ³	Sp.
FeO	2,40
MgO	1,43
CaO	0,54
Na ² O	7,68
K ² O	0,58
H ² O (über 110°)	1,44
H ² O (unter 110°)	0,01
GLV.	0,26
CO ²	0,00

Sa. 100,00

(Daß die Analyse genau 100% ergibt, beruht auf einem Zufall und nicht etwa auf der Bestimmung eines Gemengteils aus der Differenz).

Berücksichtigt man sowohl das Ergebnis der chemischen Analyse wie auch die makroskopische Beschaffenheit und das mikroskopische Gefüge, so zeigen sich nach Habitus und Textur besonders nahe Beziehungen zu den „tonschieferähnlichen Einlagerungen“, wie sie von der Grenze zwischen der ersten und zweiten Zone beschrieben wurden; der deutlichste Unterschied liegt in der Größe der farblosen Gemengteile, die, wie erwähnt, in der dritten Zone auffallend feinkörnig entwickelt sind. Auch chemisch stehen sich die Gesteine recht nahe, doch weist der hohe Natrongehalt auf engere Beziehungen zu Gliedern der zweiten Zone: die Zusammensetzung des hoch entwickelten Adinolschiefers der gebänderten Adinole (Analyse VIII) steht der des hier besprochenen Gesteins recht nahe. Beachtenswert ist ferner der geringe Gehalt an Kali im Vergleich zu der beträchtlichen Menge stark doppelbrechender blätteriger Substanzen, die nach ihrem mikroskopischen Verhalten als Glimmerminerale angesprochen werden müssen: es legt dieses Verhalten den Gedanken nahe, daß in diesem Gestein, wie meiner Ansicht nach in vielen anderen, besonders in Sericitschiefern und Phylliten, der Natronglimmer als Bestandteil der Tonschiefer- und Phyllitflaser wohl eine beträchtlich größere Rolle spielt, als in der Regel angenommen wird. Daß sich die Umwandlung von Kaliglimmer in Paragonit in der Natur ganz allmählich und ohne mikroskopisch wahrnehmbare Störung des Gefüges vollzieht, ist von

FR. KILLIG einwandfrei nachgewiesen worden. (Das Korund- und Paragonitvorkommen am Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen, Inaug.-Diss. Greifswald, 1912, in Mitt. d. Naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 1912, S. 27 ff., ferner: Über eine Umwandlung von Phyllit in ein dichtes Paragonitgestein von der Korundlagerstätte in Sachsen, Zentralbl. f. Min., 1913, S. 203 ff.)

Tonschieferähnlicher erscheint eine mit der eben geschilderten Gesteinsart eng verbundene Varietät: man beobachtet einen recht vollkommenen Hauptbruch, auf dem das Gestein ein zwischen dunklem Phyllit und schwarzgrauem Tonschiefer ungefähr die Mitte haltendes Aussehen aufweist, und stellt auf diesem Hauptbruch das Vorhandensein zahlloser kleiner, silberglänzender Glimmerschüppchen fest. Nähere Untersuchung zeigt aber auch hier noch deutlich einige dem normalen Schiefer fremde Züge, wenn auch im Vergleich zu den bisher geschilderten Gesteinen tatsächlich eine stärkere Betonung des Schieferhabitus besteht: der Hauptbruch ist keineswegs durch das ganze Gestein hindurch so vollkommen, im Querbruch tritt die blätterige Textur, die bei dem ganzen Aussehen des Gesteins zu erwarten wäre, stark zurück, und die Substanz ist immer noch hart und ziemlich splitterig.

Im Dünnschliff erscheint das Gestein graugrün; unter dem Mikroskop fällt im Vergleich zu dem soeben beschriebenen besonders das beträchtliche Vorwiegen der blätterigen Gemengteile auf. Von eigentlichen Lagen der farblosen Gemengteile kann man nicht mehr sprechen; sie liegen eingebettet in die blätterige Hauptmasse, die die einzelnen Körnchen in gewellten Strängen flaserig umzieht. Die Natur der Körner sowohl wie der Flaser bedarf keiner besonderen Beschreibung; sie entsprechen durchaus den Gemengteilen der übrigen Gesteine.

Das makroskopisch und mikroskopisch wahrnehmbare Abklingen des Adinolcharakters zugunsten der Schiefernatur, andererseits aber die noch wahrnehmbare Beeinflussung des Gesteins und seine Zugehörigkeit zur Diabaskontaktzone wird durch die Bestimmung des Siliciumdioxyds und der Alkalien bestätigt, die von der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Linz vorgenommen wurde; es wurde gefunden:

X.

Tonschieferähnliches
Gestein aus Zone III.

SiO ²	66,26
Na ² O	4,43
K ² O	1,17

Auch hier ist offenbar ein Teil des Natron im Glimmer enthalten.

Unter Berücksichtigung aller Verhältnisse kann man das Gestein als einen Adinolschiefer von mittlerer Entwicklung bezeichnen.

Die Eigentümlichkeit dieser Hauptgesteine der Zone, das Zurücktreten des im Hauptbruch deutlichen Tonschieferhabitus bei der Betrachtung des Querbruchs und teilweise auch bei der mikroskopischen Untersuchung, macht sich noch viel schärfer bei den Einlagerungen von ausgesprochen schichtigem Habitus geltend. Sie erscheinen im Hauptbruch tatsächlich als vielleicht etwas sandige Tonschiefer sowohl nach dem Aussehen, wie auch auf Grund der ebenen Beschaffenheit des Hauptbruchs — wenn man nur diesen betrachtet, würde man gar nicht auf den Gedanken kommen, daß kein normaler Tonschiefer vorliegt. Im Querbruch fällt im Gegensatz hierzu sofort die ganz abweichende Beschaffenheit auf: das Gestein erscheint grau, durch vielfach wiederholte dünne schwarze Lagen gebändert, und auch die herrschenden breiteren grauen Lagen weisen bei näherem Zusehen, besonders auf angeschliffenen Flächen, in sich wieder eine feine Streifung auf. Der durch Schlag mit dem Hammer hergestellte Querbruch zeigt noch eine Besonderheit: die graue Hauptmasse bricht treppenförmig abgesetzt mit sehr ungleicher Höhe der einzelnen Stufen, die Stufen sind mit dem erwähnten dünnen schwarzen Tonschieferüberzug versehen, und so wird besonders bei etwas schiefer Beleuchtung, bei der man den Gesteinswechsel am deutlichsten sieht, die Empfindung hervorgerufen, daß die Tonschieferplättchen in sehr unregelmäßigen Abständen das Gestein durchziehen. Gleichzeitig ist man geneigt, die Dicke der schwarzen Lagen zu überschätzen, da man sie tatsächlich im Hauptbruch und nicht im Querbruch sieht. Auf angeschliffenen Flächen überzeugt man sich jedoch, daß hier eine durch die Art des Bruches hervorgebrachte doppelte Täuschung vorliegt: die schwarzen Häute sind sehr dünn und durchziehen die grauen Schichten ziemlich

gleichmäßig und in geringem Abstand voneinander, ferner zeigt der mit dem unbewaffneten Auge oder der Lupe betrachtete Dünnschliff, daß die im Handstück in deutlichem Gegensatz zur Hauptmasse stehenden schwarzen Häute tatsächlich ohne scharfe Grenze in die hellen Lagen übergehen, und daß die einzelnen dunklen Lagen unter sich verschieden stark gefärbt erscheinen.

Die graue Hauptmasse besteht aus verhältnismäßig großen Quarz- und Feldspatkörnchen von wesentlich klastischer Gestalt, mit Glimmer- und Chloritblättchen vergesellschaftet sowie vermischt mit Körnchen von Titanmineralien und Epidot, Erzkörnchen, Körnern und unregelmäßigen Anhäufungen organischer Substanz sowie feinsten trübenden Massen von toniger Beschaffenheit. Die Menge der farblosen und blätterigen Substanzen wechselt lagenweise, aber auch in den an blätterigen Substanzen ärmsten Teilen ist ihre Menge immer erheblich und ihre Neigung, parallele Lagen zu bilden, in die die farblosen Körner eingebettet sind, unverkennbar. Schließen sich die Blätter zu Strängen zusammen, so beteiligen sich die opaken Massen, besonders die kohligen Partien, und die tonigen Aggregate an der Bildung der Stränge: aus einer Häufung dieser Stränge, die Körner farbloser Substanzen, wesentlich Quarz, einschließen und flaserig umziehen, bestehen die makroskopisch das Aussehen von Tonschiefer besitzenden Lagen.

Das mikroskopische Bild weist somit auf ein klastisches Gestein, in dem an Quarz und Feldspat reichere Lagen mit untergeordneten, in denen diese Gemengteile stark zurücktreten, abwechseln. Eine stoffliche Änderung hat dieses Gestein durch die Zugehörigkeit zum Diabaskontaktgebiete offenbar nicht oder nur in geringem Maße erfahren: da die farblosen Bestandteile klastische Gestalt aufweisen, könnte sich eine stoffliche Beeinflussung nur bei den blätterigen Mineralen und vielleicht bei den kleinsten farblosen Bestandmassen geltend gemacht haben, die aber nach dem mikroskopischen Befund nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Die Verringerung der Teilbarkeit des Gesteins ist offenbar nur durch die Umbildung der blätterigen Substanzen hervorgebracht: auf sie und die sie begleitenden stark lichtbrechenden Körnchen hat sich die mineralogische Umwandlung des Gesteins beschränkt, die somit wesentlich in der Textur zum Ausdruck kommt.

Mit diesen aus der Gesteinsbeschaffenheit gezogenen Schlüssen stimmen die Ergebnisse der chemischen Bestimmungen des Siliciumdioxyds und der Alkalien gut überein; sie zeigen gleichzeitig, daß unter dem Feldspat Kalifeldspat eine beträchtliche Rolle spielt — in diesem Fall könnte man wohl mit Recht von einem „gehärteten Schiefer“ sprechen. Die in der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Linz gefundenen Zahlen ergeben:

XI.

Streifig geschichtete Einlagerungen in Zone III.

SiO ²	71,93
Na ² O	2,22
K ² O	3,76

Die chemischen Verhältnisse der Gesteine des Adinol-Kontakthofes.

Die chemische Zusammensetzung der Tonschiefer.

Einer Untersuchung der chemischen Verhältnisse der Adinolgesteine muß eine Feststellung der stofflichen Beschaffenheit der Tonschiefer vorausgehen; die engen Beziehungen der Kontaktgesteine zu diesen ließen eine Untersuchung möglichst wenig veränderter oder jedenfalls von der Kontaktmetamorphose nicht erfaßter Sedimentgesteine dieses Gebietes erforderlich scheinen.

1. Unveränderter Tonschiefer vom Dornkopf.

Dem Aufschluß am Dornkopf fehlt ein unverändertes Sedimentgestein, wenn man von der an letzter Stelle beschriebenen streifig-schichtigen Einlagerung absieht, die zweifellos nicht den Haupttypus der Tonschiefer dieses Gebietes vertritt; auch würde sie sich wegen ihres Auftretens zwischen mehr oder weniger veränderten Gesteinen nicht als Ausgangspunkt für einen Vergleich eignen. Unverändertes und für den Vergleich in jeder Beziehung günstiges Material findet sich jedoch in geringer Entfernung vom Adinolauftschluß. Auf den hangenden Diabas des Dornkopfs, also weiter nach Süden, folgt nämlich eine mächtige Tonschiefermasse, wesentlich aufgebaut aus ziemlich hartem, schwarzgrauem Tonschiefer von dem Aussehen des normalen Wissenbacher Schiefers in diesem ganzen Gebiet; er ist von keiner Kontaktmetamorphose beeinflusst,

findet sich in nächster Nähe der beschriebenen Kontaktzone und ist somit das geeignete Vergleichsmaterial.

Makroskopisch hat das Gestein das übliche Tonschieferaussehen: es ist schwarzgrau, ziemlich feinschieferig, besitzt auf dem Hauptbruch den charakteristischen schwachen Glanz, erscheint auch bei der Betrachtung mit der Lupe dicht und wittert gelegentlich gelbbraun bis rostfarben an.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ergibt sich, daß trotz des deutlich ausgeprägten Schiefercharakters und trotz gut entwickelter feinflaseriger Textur tonige Substanz noch in erheblicher Menge vorhanden ist, worauf auch der starke charakteristische Geruch beim Anhauchen hinweist: dünne trübe Lagen von chloritischer und toniger Substanz, ziemlich reichlich vermischt mit hellen, stark doppelbrechenden Glimmersträhnchen und dunkel gefärbt durch kohlige Substanz, umziehen in Flasern farblose Körnchen von rundlicheckiger Gestalt, zum größten Teile Quarz, die neben klastischen Eigenschaften deutliche Spuren einer Gestaltsveränderung durch Druck an sich tragen, und ähnlich gestaltete lichte Putzen aus feinblättrigem bis feinschuppigem Glimmer. Stärker lichtbrechende Körnchen sind in den blättrigen Lagen nur selten zu beobachten; offenbar sind sie durch die trüben tonigen Staubmassen vielfach verhüllt und verdeckt.

Die von der Versuchsstation in Linz ausgeführte Analyse ergab:

XII.

Tonschiefer, Dornkopf, südlich vom hangenden Diabas.

SiO ²	59,50
TiO ²	0,80
Al ² O ³	13,61
Fe ² O ³	3,55
FeO	5,96
MnO	0,16
MgO	5,14
CaO	1,38
Na ² O	2,13
K ² O	1,59
H ² O+	4,41
H ² O—	1,36
C	0,61
P ² O ⁵	0,18
CO ²	Sp.
SO ³	nicht vorh.
Cl	Sp.

Sa. 100,38

2. Tonschiefer benachbarter und anderer Gebiete des Harzes.

Zum Vergleich sollen aus der Literatur zunächst zwei von EM. KAYSER ausgeführte Analysen von Gesteinen des Mittelkopfs, der oben erwähnten, unmittelbar südlich an den Dornkopf anstoßenden Höhe, wegen ihrer Nachbarschaft und somit ihrer engen räumlichen Beziehungen zu den Dornkopfschiefern hier ihren Platz finden; sie sind von EM. KAYSER in seiner bekannten Abhandlung „Über die Kontaktmetamorphose der körnigen Diabase im Harz“ von 1870 veröffentlicht. Die erste von diesen, Analyse 1 (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 22, S. 136, 137, Anal. XIV) bezieht sich auf einen „wenig harten, grünen Schiefer“ vom Mittelkopf, der „etwa 60 Fuß“ von typischen Kontaktgesteinen entfernt auftritt; ganz ähnliche grüne Schiefer finden sich auch als Einlagerungen in den grauschwarzen Schiefeln des Dornkopfs. Der chemische Charakter des Gesteins weicht nicht erheblich von dem des grauschwarzen Schiefers vom Dornkopf ab, nur enthält das grüne Gestein weniger SiO_2 und etwas mehr Al_2O_3 und Fe_2O_3 als der dunkle Tonschiefer.

1.

Wenig harter grüner Schiefer, Mittelkopf.

SiO_2	53,70
Al_2O_3	15,43
Fe_2O_3	7,14
FeO	6,86
MnO	Sp.
MgO	5,48
CaO	1,72
Na_2O	2,00
K_2O	2,07
H_2O	5,06
Org. Subst.	vorh.

Sa. 99,46

Anal.: EM. KAYSER
(a. a. O. S. 137, Anal. XIV)

Einen durchaus anderen Charakter trägt das zweite, gleichfalls von EM. KAYSER analysierte Gestein vom Mittelkopf, ein unveränderter dunkelblauer Tonschiefer, feingefältelt mit zahlreichen kleinen silberglänzenden Glimmerblättchen auf der Schichtfläche“ (a. a. O. S. 136, 137, Anal. XI). Wie die unter 2 aufgeführten Analysenzahlen zeigen, scheint sich das Gestein durch seine

höheren Werte für SiO_2 und für die Alkalien der streifigen Einlagerung der dritten Zone des Dornkopfs zu nähern; doch ist der äußerst geringe Tonerdegehalt, der zur Sättigung der Alkalien und des Kalkes nicht ausreicht und, auch wenn man die Alkalien allein berücksichtigt, nur einen ganz geringen Überschuß ergibt, so auffallend, daß man die Analyse zu einem Vergleich mit dem Dornkopf-Kontakt am besten nicht weiter berücksichtigt — immerhin ist das Vorkommen kieselssäurereicher, tonerdearmer Schiefer in der Reihe der mitteldevonischen Wissenbacher Schiefer im Harz und besonders auch in der Nachbarschaft des Dornkopfs hervorzuheben.

2.

Dunkelblauer Tonschiefer, Mittelkopf.

SiO_2	67,53
Al_2O_3	10,42
Fe_2O_3	2,79
FeO	4,55
MnO	Sp.
MgO	3,30
CaO	1,51
Na_2O	3,37
K_2O	3,64
H_2O	2,81
Org. Subst.	vorh.

Sa. 99,92

Anal.: EM. KAYSER
(a. a. O. S. 137, Anal. XI)

Zieht man zum Vergleich Wissenbacher Schiefer aus anderen Gebieten des Harzes heran, so kommen zunächst zwei entsprechende Gesteine in Betracht, deren chemische Zusammensetzung im Laufe der Untersuchung aus anderen Gründen festgestellt werden mußte.

Das erste dieser Gesteine, ein gleichfalls nicht kontakt-metamorpher Wissenbacher Schiefer aus dem Luppbodetal, zwischen Allrode und Treseburg gerade an der Grenze der Blätter Blankenburg und Hasselfelde gelegen, unterscheidet sich von dem Tonschiefer des Dornkopfs nur unerheblich durch seinen etwas höheren Kaligehalt; auch äußerlich ist das Gestein, dessen Beschreibung an späterer Stelle erfolgen soll, dem Dornkopfgestein sehr ähnlich.

Die von der Versuchsstation in Linz ausgeführte Analyse ergab:

XIII.

Tonschiefer	
Luppbodetal zwischen Allrode und Treseburg.	
SiO ²	57,08
TiO ²	0,89
Al ² O ³	16,62
Fe ² O ³	4,03
FeO	6,30
MnO	0,60
MgO	3,40
CaO	0,78
Na ² O	2,29
K ² O	3,51
H ² O+	3,69
H ² O—	0,49
C	0,50
P ² O ⁵	0,13
CO ²	Sp.
SO ³	nicht vorh.
Cl	Sp.
	<hr/>
Sa.	100,31

Mehr Tonerde, weniger Eisen und Magnesia enthält ein grauschwarzer Tonschiefer vom Gitzhügel bei Hasselfelde (Blatt Elbingerode), der gleichfalls später beschrieben werden soll. Chemisch steht er dem Schiefer vom Luppbodetal recht nahe, wie die in der Linzer Versuchsstation ausgeführte Analyse XIV zeigt; geradezu auffallend ist die Übereinstimmung mit dem von BOEDDICKER analysierten Tonschiefer vom Langenberge (Anal. II in den von K. A. LOSSEN herausgegebenen Erläuterungen zu Blatt Harzgerode, S. 60, Berlin 1882), die unter der Nummer 3 zum Vergleich beigelegt ist.

XIV.		3.
Tonschiefer		Tonschiefer
Gitzhügel bei Hasselfelde.		Langenberg. Blatt Harzgerode.
SiO ²	57,67	56,73
TiO ²	1,10	0,58
Al ² O ³	20,69	20,39
Fe ² O ³	3,94	2,39
FeO	3,83	5,16
MnO	0,43	0,07
MgO	2,66	2,93
CaO	0,50	0,23
Na ² O	1,21	0,82
K ² O	3,02	3,74
H ² O+	4,15	6,24
H ² O—	0,59	

XIV. Tonschiefer Gitzhügel bei Hassel- felde.		3. Tonschiefer Langenberg, Blatt Harzgerode.	
C	0,48	0,14	
P ² O ⁵	0,17	0,24	
CO ²	nicht vorh.	nicht vorh.	
SO ³	nicht vorh.	0,14	(auf S in FeS ² zu verrechnen)
<hr/> Sa. 100,44		<hr/> 99,80	
Anal.: BOEDDICKER, in K. A. Lossen, Text zu Blatt Harz- gerode, S. 60, Anal. II.			

Sehr ähnliche Zahlen gibt die von A. JOHNSEN ausgeführte Durchschnittsanalyse von fünf Schiefen aus dem Luppbodetal, vom Schlackenborngrund, von Altenbraak, aus dem Spielbachtal und von Drei Annen (Petrographische Untersuchungen der Harzer Porphyroide, Neues Jahrb. B. B. 14, S. 1 ff., 1901, bes. S. 33 und S. 39, Anal. 24); recht ähnlich bis auf ein anderes Verhältnis der Alkalien ist ferner die chemische Zusammensetzung des „devonischen Schiefers von der Widerwage (Huttal)“, die A. von GRODDECK in seinen „Studien über Tonschiefer, Gangtonschiefer und Sericitschiefer“ (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1885, S. 1 ff.) als Typus Oberharzer devonischer Schiefer mitteilt (Anal. XI, S. 6).

4. Durchschnittszusammen- setzung von fünf Harzer Tonschiefern.		5. Devonischer Ton- schiefer, Wider- wage (Huttal) Ober- harz.	
SiO ²	59,84	58,60	
TiO ²	—	1,00	
Al ² O ³	22,04	21,30	
Fe ² O ³	6,06	3,02	
FeO		4,02	
MgO	2,31	2,00	
CaO	2,11	0,60	
Na ² O	1,13	2,50	
K ² O	3,55	1,50	
H ² O	3,51 (G.V.)	4,86	
<hr/> Sa. 100,55		<hr/> 99,40	
Anal.: JOHNSEN (a. a. O. S. 39, Anal. 24)		BROOKMANN bei v. GRODDECK S. 6, Anal. XI	

Ein „typischer Wieder-Schiefer“ von Trautenstein aus dem Osthartz, dessen Analyse A. von GRODDECK gleichfalls mitteilt (a. a. O. S. 47, Anal. XXV),

besitzt einen niedrigen Gehalt an SiO_2 und einen höheren an Al_2O_3 ; den niedrigen Gehalt an SiO_2 teilt er mit dem dunkelschwarzen glänzenden Tonschiefer gegenüber der Treseburger Blankschmiede an der Bode (vgl. K. A. LOSSENS Erläuterungen zu Blatt Harzgerode S. 60, Anal. I), der sich außerdem durch einen auffallend großen Kaligehalt auszeichnet.

6.		7.	
„Wieder-Schiefer“ von Trautenstein		Schwarzer glänzender Tonschiefer, Treseburger Blankschmiede	
SiO_2	52,89		53,30
TiO_2	0,52		0,94
Al_2O_3	25,03		22,56
Fe_2O_3	1,83		2,56
FeO	5,76		3,31
MnO	0,17		—
MgO	3,09		3,17
CaO	0,20		1,43
Na_2O	0,48		2,17
K_2O	1,60		5,03
H_2O	4,62		3,65
FeS^2	0,97		0,17
		P_2O_5	Sp.
C	0,12	CO_2	0,25
	0,34 Apatit	C	0,68
	1,31 Karbonate	H	0,38
		O	0,08
	<hr/> Sa. 98,93		<hr/> 99,68
Anal.:	SOMMERLAD bei	FUHRMANN bei	
	V. GRODDECK	LOSSEN	
	(a. a. O. S. 47, Anal. XXV)	(a. a. O. S. 60, Anal. I)	

Sieht man von dem auffallenden blauen Tonschiefer vom Mittelkopf (Anal. 2) ab, so weisen trotz ihrer Verschiedenheiten im einzelnen die hier zusammengestellten Analysen sehr charakteristische gemeinsame Züge auf, einen hohen Tonerdeüberschuß, einen großen Gehalt an Eisen und beträchtliche Mengen von Magnesia, wenig Kalk und wenig Natron bei wechselnden Mengen von Kali. Zusammenfassend kann man sie als eisen- und magnesiumreiche Tonschiefer bezeichnen; die Gesteine vom Dornkopf und Mittelkopf betonen diese Merkmale noch besonders, da ihrem hohen Tonerdeüberschuß kein zahlenmäßig hoher Wert für Al_2O_3 entspricht — bei ihnen wird der Überschuß durch starkes Zurücktreten der Alkalien und des Kalks hervorgerufen — und die Magnesia sehr hohe Werte aufweist. Es kann somit die chemische Zusammensetzung des Dornkopf-Tonschiefers (Anal. XII) für die Beurteilung der Verhältnisse des Dornkopf-Kontaktes herangezogen werden.

Die chemische Zusammensetzung
der Adinolgesteine.

Schon bei der Betrachtung der mikroskopischen Verhältnisse der einzelnen, zum Kontakthof des Dornkopfs vereinigten Glieder und bei der Prüfung ihres Zusammenhanges ergab sich neben den zu erwartenden Beziehungen aller Glieder zueinander gleichzeitig die zunächst sehr auffallende Erscheinung, daß im Gegensatz zu dem makroskopischen Befunde den typischen Adinolen keine ausgesprochene Sonderstellung zukommt: weder nach Mineralbestand noch nach Struktur und Textur läßt sich eine scharfe Grenze gegen den Adinolschiefer ziehen, und adinolschieferähnliche Gebilde scheinen auch zwischen Adinolen und Adinolhornfelsen zu vermitteln. Diese Zusammengehörigkeit wird durch die chemische Zusammensetzung bewiesen, wie die Tabelle ergibt, in der die Analysen zonenweise, nach zunehmender Entfernung vom Diabas angeordnet sind; gleichzeitig ergibt sich aber auch die noch viel auffallendere Tatsache, daß die dem Diabas benachbarten Adinolschieferfelse der Zone I nach ihrer stofflichen Zusammensetzung dem Tonschiefer weitaus am nächsten stehen.

	Zone I		
	I Dunkel-grünlich-grauer Adinolhornfels	II Hellgrauer Adinolhornfels	III Hellgrauer Adinolhornfels
SiO ²	64,47	67,16	70,92
TiO ²	0,70	1,16	0,50
Al ² O ³	15,77	12,74	13,06
Fe ² O ³	Sp.	1,20	} 4,42
FeO	4,02	4,18	
MnO	nicht best.	nicht best.	
MgO	3,39	2,51	
CaO	1,43	1,94	
Na ² O	5,93	5,26	
K ² O	1,21	0,76	
H ² O—	2,38	2,28	
H ² O—	0,13	0,08	
Gl.V.	0,48	0,69	
P ² O ⁵			0,14
SO ³	} nicht best. }	} nicht best. }	
Cl			
CO ²	0,00	starke Spuren	
Org. Subst.	nicht best.		
	Sa. 99,91	99,96	
Anal.: Lab.	DITTRICH	Lab. DITTRICH	Versuchsstation Linz

Zone II

	IV	V	VI	VII	VIII
	Adinolschiefer, tonschiefer- ähnlich aus- sehend, Grenze von Zone I u. II	Helle Adinole	Helle Adinole mit dunkler (VII) eng verbunden	Dunkle Adinole mit heller (VI) eng verbunden	Hochent- wickelter Adinol- schiefer (Gebänderte Adinole)
SiO ²	60,85	79,60	80,60	76,47	70,75
TiO ²	0,57	0,15	0,09	0,27	0,16
Al ² O ³	16,27	13,78	10,21	12,58	16,79
Fe ² O ³	1,04	0,18	1,53	0,48	0,59
FeO	5,19	0,25	Sp.	0,97	1,53
MnO	0,16	nicht vorh.	nicht best.	nicht best.	nicht best.
MgO	4,17	0,06	Sp.	0,14	1,26
CaO	1,28	0,71	0,60	0,48	0,40
Na ² O	6,50	5,18	6,19	5,96	7,66
K ² O	0,65	1,50	0,78	1,69	1,03
H ² O+	2,35	0,27	0,30	0,51	0,88
H ² O-	0,37	Sp.	nicht vorh.	0,01	0,06
GL.V.			0,05	0,20	0,09
P ² O ⁵	0,12	} nicht vorh.	} nicht best.	} nicht best.	} nicht best.
SO ³					
Cl					
CO ²					
Org. Subst.		nicht vorh.	nicht vorh.	Sp.	nicht vorh.
Sa.	99,52	101,68	100,35	99,76	101,20
Versuchsst.	LinZ	Versuchs- stat. LinZ	Lab. DITTRICH	Lab. DITTRICH	Lab. DITTRICH

Zone III

	IX	X	XI	XII
	Adinol- schiefer	Adinolschiefer, tonschiefer- ähnlich	Gehärteter Schiefer (Einlagerung)	Unveränderter Tonschiefer
SiO ²	69,51	66,26	71,93	59,50
TiO ²	0,37			0,80
Al ² O ³	15,78			13,61
Fe ² O ³	Sp.			3,55
FeO	2,40			5,96
MnO	nicht best.			0,16
MgO	1,43			5,14
CaO	0,54			1,38
Na ² O	7,68	4,43	2,22	2,13
K ² O	0,58	1,17	3,76	1,59
H ² O+	1,44			4,41
H ² O-	0,01			1,36
GL.V.	0,26			
P ² O ⁵	} nicht best.			0,18
SO ³				
Cl				
CO ²				
Org. Subst.	nicht vorh. vorh.			Sp. Sp. C 0,61
Sa.	100,00			100,38
Anal.:	Lab. DITTRICH	Versuchsst. LinZ	Versuchsst. LinZ	Versuchsst. LinZ

Außerhalb der
Kontaktzone

Im Vergleich mit der Zusammensetzung des unveränderten Tonschiefers (XII) besitzen alle Glieder des Kontakts vom Dornkopf (I—XI) beträchtlich höhere Werte für Natron und ungleich ansteigende, teilweise bedeutende Höhe erreichende Mengen von Siliciumdioxid; dafür weisen sie für Eisen, Magnesia, Wasser und organische Substanz viel geringere, in den typischen Adinolen der Zone II fast verschwindende Mengen auf. Kalk und Kali treten auch im Tonschiefer stark zurück, so daß die teilweise noch niedrigeren Werte in den Kontaktgesteinen nicht sehr auffallen; hingegen macht sich beim Titandioxid trotz der zahlenmäßig nicht großen Menge, die dieser Bestandteil im Tonschiefer aufweist, die Neigung zum völligen Verschwinden in den Zonen II und III deutlich bemerkbar. Tonerde verhält sich in den Kontaktgesteinen im Vergleich zum Tonschiefer nicht einheitlich, erreicht aber in ihnen niemals zahlenmäßig sehr hohe Werte; berücksichtigt man den hohen Wassergehalt des Dornkopfschiefers und die Tatsache, daß er im Vergleich mit anderen Tonschiefern des Harzes an sich einen ziemlich niedrigen Tonerdegehalt aufweist (vgl. S. 404), so erscheinen in den Kontaktgesteinen nicht die höheren, sondern die tieferen Werte bedeutsam, wie sie die typischen Adinolen der Zone II besitzen.

Die typischen Adinolen weisen alle diese chemischen Merkmale am schärfsten ausgeprägt auf; um so auffallender ist die Tatsache, daß Gesteine dieser Art der dem Diabas zunächst liegenden Zone nicht nur völlig fehlen, sondern daß die Massen, aus denen sich diese Zone I ausschließlich aufbaut, dem Tonschiefer chemisch sogar bedeutend näher stehen als die chemisch vorgeschrittenen tonschieferähnlichen Adinolschiefer der Zone III. Sie enthalten weniger SiO_2 und Na_2O , mehr Fe_2O_3 , FeO , MgO , TiO_2 , H_2O und organische Substanz als diese, und schließen sich somit von allen Kontaktgesteinen stofflich am engsten an die Tonschiefer an. Mineralogisch bringen sie diese engen Beziehungen durch die große Rolle des Chlorits zum Ausdruck, die dieses Mineral in ihnen wie in den Tonschiefern im Gegensatz zu dem Zurücktreten in den Adinolschiefern spielt, obwohl Struktur und Textur in den Adinolhornfels durch stärkere Umkristallisation in viel höherem Grade verändert sind als in den Adinolschiefern. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen soll die Besprechung der einzelnen Glieder mit den Adinolen beginnen.

Die chemische Übereinstimmung der typischen (vollendeten) Adinolen mit quarzkeratophyrischen Magmen.

Geht man bei dem Versuch, die Entstehung des Adinolkontakts zu erklären, von der chemischen Zusammensetzung der typischen Adinolen aus, so ergeben sich keinerlei Beziehungen zu den unveränderten Tonschiefern; die Betrachtung der Analysen könnte vielmehr zu einer ganz abweichenden Vorstellung Veranlassung geben.

Wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, stimmen die typischen Harzer Adinolen in ihrer chemischen Beschaffenheit auffallend mit Quarzkeratophyren und verwandten Gesteinen überein; dies gilt nicht nur für die Gesteine vom Dornkopf, sondern auch für alle entsprechenden, von EM. KAYSER untersuchten Gebilde vom Gitzhügel bei Hasselfelde, von Allrode und von der Heinrichsburg bei Mägdesprung. Die Übereinstimmung des Adinolgesteins mit dem zum Vergleich herbeigezogenen Keratophyren tritt schon in den Zahlen der Gewichtsanalyse so deutlich hervor, daß von einer Anführung der Molekularprocente und der OSANNSchen Formeln Abstand genommen werden kann.

	VI. Adinole Dornkopf	8. „Felsokeratophyr“ Zeche Kupferberg bei Wipperfürth
SiO ²	80,60	79,36
TiO ²	0,09	nicht best.
Al ² O ³	10,21	11,54
Fe ² O ³	1,53	} 0,63
FeO	Sp.	
MgO	Sp.	nicht vorh.
CaO	0,60	0,50
Na ² O	6,19	6,20
K ² O	0,78	0,51
H ² O+	0,30	} 0,95
H ² O—	nicht vorh.	
Gl.V.	0,05	
Org. S.	nicht vorh.	
CO ²	nicht vorh.	nicht best.
Sa.	100,35	101,04 (mit 1,35 MnO)

Anal.: DITTRICH RÖMER
vgl. S. 384 dieser Arbeit Anal. VII in: MÜGGE,
Lenneporphyre;
N. Jahrb. B. B. 8 S. 606, 1893.

	V. Adinole Dornkopf	9. Quarz- keratophyr Mentherungia Silver Field Neu-Süd-Wales	VII. Dunkle Adinole Dornkopf	10. Sodarhyolith Berkeley, Californien
SiO ²	79,60	78,64	76,47	75,46
TiO ²	0,15	nicht best.	0,27	nicht best.
Al ² O ³	13,78	12,79	12,58	13,18
Fe ² O ³	0,18	} 1,14	0,48	0,91
FeO	0,25		0,97	—
MgO	0,06	Sp.	0,14	0,10
CaO	0,71	Sp.	0,48	0,95
Na ² O	5,18	6,10	5,96	6,88
K ² O	1,50	0,80	1,69	1,09
H ² O+	0,27	} 0,41	0,51	} 0,93
H ² O—	Sp.		0,01	
Gl.V.			0,20	
Org. S.	nicht vorh.			
Co ²	Sp.	Sp.	Sp.	
Sa.	101,68	100,24 (mit 0,14 P ² O ⁵ u. 0,22 SO ³)	99,76	99,50

Versuchsst. nach DITTRICH nach
Linz H. ROSENBUSCH vgl. S. 387 A. OSANN.
vgl. S. 381 Elemente (3) d. Arbeit Beiträge II,
dies. Arbeit S. 329, Anal. 12 Tafel 129
Nr. 1288

	11. Adinole Gitzhügel	12. Sodafelsit Brittas Bridge, Wicklow, Irland
SiO ²	76,30	77,29
TiO ²	nicht best.	nicht best.
Al ² O ³	14,68	14,62
Fe ² O ³	} Sp.	} Sp.
FeO		
MgO	0,02	0,38
CaO	0,18	Sp.
Na ² O	7,77	7,60
K ² O	0,53	0,16
H ² O	0,48	0,57 Gl.V.
Sa.	99,96	100,62
Anal.:	EM. KAYSER nach A. OSANN, (a. a. O. Anal. IX Beiträge II, S. 137) Taf. 118 Nr. 1180	

	13. Adinole Allrode	14. Keratophyr, graugrün St. Georgkloster Krim	15. Adinole Heinrichsburg b. Mägdesprung	16. Keratophyr, braun St. Georgkloster Krim
SiO ²	75,25	74,09	72,63	72,34
TiO ²	nicht best.	nicht best.	nicht best.	nicht best.
Al ² O ³	11,80	12,48	15,81	14,07
Fe ² O ³	Sp.	} 2,15	—	} 2,92
FeO	1,76		0,74	

	13. Adinole Allrode	14. Keratophyr, graugrün St. Georgskloster Krim	15. Adinole Heinrichsburg b. Mägdesprung	16. Keratophyr, braun St. Georgskloster Krim
MgO	1,57	1,08	1,21	1,27
CaO	0,32	0,60	1,02	0,41
Na ² O	7,54	5,01	8,33	6,28
K ² O	0,61	1,52	0,75	1,13
H ² O	0,81	2,42	0,61	1,41
Sa.	100,15	99,35	101,10	99,83
	(mit 0.49 FeS ²)			
	EM. KAYSER	nach	EM. KAYSER	nach
	(a. a. O. Anal. I	A. OSANN.	(a. a. O.	A. OSANN.
	S. 119)	Beiträge II.	Anal. XIX.	Beiträge II.
		Taf. 120 Nr. 1195	S. 139) Taf.	120 Nr. 1196

Will man zu einem derartigen Vergleich Harzer Gesteine heranziehen, so macht sich allerdings sogleich die auffallende Tatsache geltend, daß im Harz saure Quarzkeratophyre ganz zu fehlen scheinen und Quarzkeratophyre überhaupt trotz der Häufigkeit der Keratophyre in diesem Gebiet offenbar sehr selten sind: das sauerste Gestein dieser Art aus dem Harz, der Quarzkeratophyr vom Mühlental zwischen Elbingerode und Rübeland, bleibt mit seinen 70,97% SiO² und 6,27% Na²O (in K. A. LOSSFN, Jahrb. Geol. Landesanst. für 1884, S. XXXV, 1885) immer noch erheblich hinter der weitaus basischsten Adinole der oben stehenden Tabelle, dem Gestein von der Heinrichsburg, zurück. (Über die Zusammensetzung der Harzer Keratophyre geben die Zusammenstellungen von A. JOHNSEN [Neues Jahrb. B. B., 14, S. 39, 1901] und von O. H. ERDMANNSDÖRFFER [Zentralbl. f. Min., 1909, S. 40] Auskunft.)

Auch von den Harzer Quarzporphyroiden, denen nach A. JOHNSENS „Petrographischer Untersuchung der Harzer Porphyroide“ (Neues Jahrb. B. B. 14, S. 1 ff., 1901 — eine Analysentabelle aus dieser Arbeit wurde schon oben erwähnt) Quarzkeratophyr-Tuffe zugrunde liegen, kommen nur sehr wenige für einen Vergleich in Betracht; die meisten unterscheiden sich durchgreifend schon durch ihren sehr geringen Gehalt an Na²O. Von allen in dieser Tabelle (a. a. O. S. 38) mitgeteilten Analysen ähneln nur zwei bis zu einem gewissen Grade den Adinolen, die Analysen 3 und 7, die die Zusammensetzung des feinklastischen Porphyroids vom Spielbachtal bei Elend angeben; gerade für sie betont A. JOHNSEN ihre „petrographisch ganz isolierte Stellung“ und schildert sie als „massig und hällflint-

ähnlich, ohne jegliche Schieferung, von großer Härte und muschelrig-splitterigem Bruch“ (S. 26).

Porphyroid vom Spielbachtal bei
Elend

	17.	18.
SiO ₂	78.66	76.65
Al ₂ O ₃	9.04	10.37
Fe ₂ O ₃	2.21	} 4.07
FeO	1.98	
MgO	0.36	—
CaO	0.30	0.16
Na ₂ O	5.50	6.53
K ₂ O	0.63	1.92
Gl.V.	0.61	0.80

Sa. 99,29 100,50

Anal.: PUF AHL SOMMERFELDT

nach JOHNSEN in JOHNSEN

Anal. 3 Anal. 7

(a. a. O. S. 38) (a. a. O. S. 38)

Wenn somit keine direkten Beziehungen der Harzer Adinolen zu Harzer Keratophyren und Porphyroiden nachweisbar sind, so bleibt doch immer die auffallende Übereinstimmung in der Zusammensetzung der typischen Adinolen mit quarzkeratophyrischen Magmen bestehen, und mit ihr der Gedanke an einen ursächlichen Zusammenhang; die engen Beziehungen, die so häufig und gerade im Harz Diabase und Keratophyre verknüpfen, sind ihrerseits geeignet, zur Prüfung einer derartigen Vorstellung anzuregen.

Man könnte an eine magmatische Spaltung des Stammagmas unmittelbar vor der Intrusion denken, durch die ein kleinerer keratophyrischer und ein größerer diabasischer Anteil entsteht; die typische Adinole, die ja gewöhnlich dem Diabas zunächst liegt, könnte dann gewissermaßen ein saures Salband eines gemischten Ganges vorstellen, dessen Substanz teilweise in das Nebengestein eingedrungen wäre. Bei der gleichen Voraussetzung wäre noch eine andere Möglichkeit vorhanden: das leichtere keratophyrische Partialmagma schwimmt vor der Intrusion auf der schwereren Hauptmasse und dringt daher bei der Intrusion zuerst in die Schiefer ein, die diabasische Hauptmasse folgt unmittelbar oder auch erst nach einer Pause, entsprechend dem Anhalten oder dem Nachlassen und späteren Wiederaufleben der das Empordringen schmelz-

flüssiger Massen verursachenden Kräfte. Diese zweite Auffassung enthält für die selteneren Fälle, in denen die typische Adinole nicht unmittelbar am Diabas auftritt, sondern sich in der Form unregelmäßiger Gänge und Putzen in anderen Kontaktgesteinen findet, manches Verlockende; daß ein derartiges, hier vom Dornkopf geschildertes Verhalten nicht allein steht, beweist die Angabe EM. KAYSERS, der in einigen Adinolkontakten „die allerhärtesten und sauersten . . . flintähnlichen Gesteine . . . überhaupt nur als ganz schmale Bänder innerhalb⁷⁾ viel weniger gehärteter Schichten“ fand (a. a. O. S. 129).

Bei dieser Auffassung wären Adinolbildung und Diabasintrusion gleichzeitige Vorgänge, oder die Adinolbildung würde der Diabasintrusion sogar vorangehen; in einem gewissen Gegensatz hierzu müßte auch untersucht werden, ob die Adinolisierung nicht auf ein saures Gangfolge des Diabases zurückgeführt werden kann. Für die „hälleflintartigen Adinolen in reinster Ausbildung“ dachte K. A. LOSSEN zeitweilig (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 24, S. 743, Anm., 1872) „an direkte Neubildungen aus heißen Quellen, die auf der durch Zusammenziehen der erkaltenden Eruptivmasse erweiterten Gesteinsscheide zwischen Nebengestein und Diabas spielten“; nimmt man derartige Spaltenbildung an, so könnten auf diesen Klüften ebensogut saure Nachschübe emporsteigen und in das Nebengestein eindringen — auch Vorkommen, bei denen, wie hier am Dornkopf, die Adinole nicht den unmittelbaren Kontakt bildet, würden wegen der Art des Auftretens der typischen Adinole selbstverständlich nicht im Widerspruch mit der Annahme stehen. Als Grund der Trennung des sauren Restes vom Hauptgestein und gleichzeitig als Ursache des Eindringens in Spalten des Nebengesteins könnte man mit A. HARKER ein durch Druck bewirktes Ausquetschen des noch flüssigen Restmagmas aus der mit dieser Flüssigkeit schwammartig erfüllten, auskristallisierten basischeren Hauptmasse annehmen (The Natural History of Igneous Rocks, S. 323, 1909).

Beziehungen zwischen Adinolen und sauren Schlieren im Diabas.

Es erhebt sich nun die Frage, ob im Eruptivgestein Anzeichen für eine derartige Spaltung oder ein

⁷⁾ An der angegebenen Stelle nicht gesperrt.

Übrigbleiben saurer natronreicher Reste aufzufinden sind. So wichtig der von O. H. ERDMANNSDÖRFFER gegebene Beweis an sich und für die Stellung des Keratophyrs im System ist, daß im Harz neben den gewöhnlichen Diabasen natronreiche essexitische Typen auftreten (Zentralbl. f. Min., 1909, S. 33 ff., bes. S. 38—40), kommt die Natur des Diabases bei der Untersuchung der Adinolen zunächst nicht in Betracht: saure alkalireiche Spaltungsprodukte können sowohl zusammen mit essexitischen wie mit gabbroiden Massen aus einem Stammagma hervorgehen, ja, es könnte sogar der größere oder geringere Grad einer derartigen Abspaltung maßgebend für die mehr gabbroide oder mehr essexitische Beschaffenheit des basischen Spaltungsprodukts werden und somit das Nebeneinandervorkommen gabbroider und essexitischer Diabastypen im Harz erklären.

Durch diese Erwägung verliert auch die Frage an Bedeutung, ob die essexitischen und die gabbroiden Diabase gleiche oder verschiedene Kontaktwirkungen aufweisen — ganz abgesehen davon, daß eine Antwort die vollständige chemische Kenntnis der Harzdiabase voraussetzen würde, die erst in ihren Anfängen vorliegt, und der außerdem der schlechte Erhaltungszustand zahlreicher Vorkommen ernste Schwierigkeiten bereiten muß. Für die vorliegende Aufgabe genügen einige Beobachtungen über die Natur der in Betracht kommenden Diabase.

Der liegende Diabas des Dornkopfes, der die Metamorphose hervorgerufen hat, ist wahrscheinlich kein natronarmes Gestein: die Feldspate sind zwar sehr stark zersetzt, die vorhandene Substanz ist aber, wie die Lichtbrechung unzweideutig ergibt, überall, wo sie sich bestimmen läßt, Albit. Diese Feststellung soll keineswegs besagen, daß das frische Gestein als herrschenden Feldspat Albit geführt hat — der im Gestein weit verbreitete Epidot entstammt sicher dem Plagioklas; da aber der Albit jetzt überall in zusammenhängenden Massen, allerdings mit zahlreichen glimmerigen und eingewanderten chloritischen Einschlüssen, die Stelle des primären Plagioklases einnimmt, so wird ursprünglich wohl ein saurer Plagioklas in dem Gestein eine erhebliche Rolle gespielt haben. Auf den Alkalicharakter des Gesteins weist das Vorkommen fleckiger Feldspate, die im Gestein nicht selten sind, strukturell die gleiche Stellung einnehmen wie die Plagioklase und sich durch die Lichtbrechung als Albite mit Einlagerungen

von Kalifeldspat erkennen lassen. Schlieren oder saure Spaltungsprodukte kenne ich aus diesem Gestein nicht, wohl aber gelang es, sie im Diabas des Gitzhügels (im südöstlichsten Teile des Blattes Elbingerode gelegen) in schöner Entwicklung nachzuweisen. Der Gitzhügel liegt nordnordwestlich von Hasselfelde und südlich vom Westende von Rübeland (den Kalkbrüchen der Vereinigten Harzer Kalkindustrie) auf Blatt Elbingerode — der Ort Rübeland selbst liegt schon auf Blatt Blankenburg.

Der Diabas des Gitzhügels ist ein verhältnismäßig grobkörniges Gestein, das stellenweise durch Vorwalten des einen oder anderen Gemengteiles etwas fleckig aussieht. Im Dünnschliff erwies sich die Ausscheidungsfolge als schwankend, so daß der Altersunterschied zwischen Augit und Plagioklas offenbar nicht groß ist; die Plagioklase weisen eine sehr starke Zunahme des Albitmolekels vom basischen Kern (Labrador-Bytownit) über Zwischenglieder bis Oligoklas auf und besitzen gewöhnlich noch einen scharf abgesetzten Rand von Albit — der Nachweis wurde durch den Vergleich der Lichtbrechung der Substanz mit derjenigen verschiedener Öle erbracht.

In diesem Diabas finden sich hellgrüne, etwas feiner körnige Schlieren, die sich für das unbewaffnete Auge aus frischen zwillingsgestreiften Feldspat tafeln, Quarz und spärlichen farbigen Gemengteilen aufbauen. Die Feldspate sind, wie die Lichtbrechung im Schliff und im Pulver lehrt, ausschließlich Albit, die auch im Schliff ganz zurücktretenden farbigen Gemengteile sind Orthit in verhältnismäßig großen und häufigen, zonar struierten Kristallen mit einem scharf abgesetzten, kristallographisch nach außen begrenzten und zweifellos primären Epidotmantel, und Hornblende. Die Hornblende ist hellgrünlich und tritt in unregelmäßig säulenförmig begrenzten Faseraggregaten, häufig mit Chlorit und Titanit verbunden, auf, ist also offenbar ein Umwandlungsprodukt; wahrscheinlich ist sie aus dunkler Hornblende entstanden, von der sich einzelne Querschnitte finden, die in die hellere Hornblende sowie in Chlorit und Titanit übergehen, und die auch in den säulenförmigen Faseraggregaten bisweilen in olivgrünen Flecken noch erhalten ist. Sehr bemerkenswert ist das Verhältnis des Quarzes zum Feldspat. Schon bei flüchtiger Betrachtung des Schliffes erweist sich ein auch makroskopisch wahrnehmbarer Wechsel des Quarzgehaltes sehr auf-

fallend: neben Teilen, in denen der Quarz nur kleine Zwischenräume zwischen den Feldspat tafeln ausfüllt, die also quarzarm sind, finden sich scheinbar ganz unvermittelt andere, in denen der Quarz den Albit an Menge erreicht, wenn nicht übertrifft. Diese quarzreichen Teile weisen bei näherer Betrachtung bisweilen eine sehr unruhige Struktur auf: die Feldspate sind unregelmäßig begrenzt, zerissen und von Quarzstreifen durchzogen, und schließlich schwimmen mehr oder weniger zahlreiche Albiteinschlüsse von ganz unregelmäßiger Gestalt in einem Quarzkorn — die gleiche Beobachtung, nur ihrer Menge entsprechend viel spärlicher, gestatten die Hornblenden. Auch die quarzarmen Teile werden von ganz schmalen, mit Quarz erfüllten Sprüngen durchzogen, die in ihnen gelegentlich Störungen hervorrufen: offenbar war die Schliere ursprünglich quarzarm und wurde erst in einem späteren Stadium von Quarz erfüllt, der von außen auf Spalten eindrang und sich mechanisch und chemisch Platz verschaffte.

Von einer Analyse wurde abgesehen; daß sich die Zusammensetzung eines SiO_2 -reichen, an zweiwertigen Metallen armen Natrongesteins ergeben müßte, ist nach dem Mineralbestand zweifellos, die Menge des SiO_2 wäre aber infolge der unregelmäßig verbreiteten, mit Quarz erfüllten Sprünge von dem zufällig zur Analyse bestimmten Teil der Schliere abhängig und auch an sich theoretisch unerheblich — nach der mineralogischen Zusammensetzung stimmt die Schliere stofflich zweifellos mit einem sauren Keratophyr überein.

Vergleich mit Erscheinungen in den Diabasen des Cobalt Districts, Ontario.

Die genannten Verhältnisse dieser Schliere erinnern auffallend an Erscheinungen, die in den letzten Jahren in den Diabasen des durch seine Silberadern berühmt gewordenen Cobalt District im nördlichen Ontario (Canada) beobachtet und mehrfach beschrieben wurden. (R. E. HORE: Origin of Cobalt-Silver Ores of Northern Ontario, *Economic Geology* 3, S. 599 ff., 1908, W. H. COLLINS: The Quartz-Diabases of the Nipissing District, *Econ. Geol.* 5, S. 538 ff., 1910, R. H. HORE: Diabase of the Cobalt District, Ontario, *Journ. of Geol.* 18, S. 271 ff., 1910, N. L. BOWEN: Diabase and Granophyre of the Gowganda Lake District, Ontario, *Journ. of Geol.* 18, S. 658 ff., R. E. HORE: Differentiation products in Quartz-Diabase masses of the Silver Fields of Nipissing, Ontario, *Econ. Geol.* 6, S. 51, 1911.)

In den zahlreichen intrusiven Quarzdiabasen der genannten Gebiete finden sich wesentlich aus Natronfeldspat und Quarz bestehende „sodic aplitic veins“ von wechselnder, gewöhnlich aber geringer Mächtigkeit und unregelmäßiger Gestalt, die ohne scharfe Grenze in den Diabas verlaufen; chemisch haben sie, wie die unten zusammengestellten Analysen zeigen, durchaus quarzkeratophyrischen Charakter und ähneln somit auch den Adinolen. R. E. HORE bezeichnet sie in der an erster Stelle angeführten Arbeit als „a later secretion from the further differentiated diabase magma“ (S. 603, 604), N. L. BOWEN beschreibt vom Gowganda Lake District aus Quarz und Albit bestehende mikropegmatitische Putzen im Diabas, die sich bis zur Größe selbständiger Gesteinsmassen anhäufen und dann Granophyre genannt werden, sowie als aplitische Adern im Diabas auftreten; auf die in dieser Arbeit (von 1910) vertretene abweichende Deutung, die auf der chemischen Übereinstimmung dieser Gebilde mit Adinolen beruht, kann erst später eingegangen werden (Journ. of Geol. 18, S. 658 ff., 1910).

Die nachstehende Tabelle der Analysen einiger solcher aplitischer Adern enthält an erster Stelle die chemische Zusammensetzung eines normalen Quarzdiabases des Cobalt Districts, an zweiter die eines rötlichen „Quarzdiorits“, in den der Diabas nach R. E. HORE durch Differenzierung übergeht; die Analysen sind der Arbeit HORES in dem Journ. of Geol. 18, S. 275 entnommen.

	19.	20.
	Quartz-diabase University Mine Cobalt., Ont.	Quartz-diorite James Twp. Nipissing, Ont.
SiO ²	50.48	52.25
TiO ²	nicht best.	nicht best.
Al ² O ³	17.03	17.97
Fe ² O ³	1.25	0.81
FeO	7.81	8.89
MgO	9.32	6.46
CaO	10.96	7.27
Na ² O	1.95	3.61
K ² O	0.24	1.71
H ² O+	0.82	1.80
H ² O—	0.22	0.04
CoO	0.04	
NiO		
Sa.	100.12	100.81
Anal.:	R. E. HORE	R. E. HORE

	21. Aplitic soda granite University Mine Cobalt, Ont.	22. Aplitic soda granite James Twp. Nipissing, Ont.	23. Aplitic soda granite University Mine Cobalt, Ont.
SiO ²	73.07	78.28	72.33
TiO ²	0.41	0.34	0.74
Al ² O ³	14.88	12.00	12.99
Fe ² O ³	0.04	—	nicht vorh.
FeO	2.93	1.19	2.50
MgO	1.30	0.37	0.97
CaO	0.66	0.29	1.73
Na ² O	6.17	6.89	7.60
K ² O	0.46	nicht vorh.	nicht vorh.
H ² O ⁺	0.90	0,61	1,09
H ² O ⁻			
CO ²			1.00
Sa.	100.82	99.97	100.95
Anal.:	R. E. HORE	N. L. BOWEN	N. L. BOWEN

Auch diese mit Diabasmagmen in engster Beziehung stehenden Partialgesteine zeigen somit durchaus quarzkeratophyrische Zusammensetzung; auf ihre Beziehungen zu Adinolen soll in dem Abschnitt über die Entstehungsweise der Adinolen eingegangen werden.

Beziehungen zwischen Adinole, Adinolhornfels, Adinolschiefer, Tonschiefer.

Diese auffallenden chemischen Ähnlichkeiten zwischen Adinolen einerseits, Quarzkeratophyren, sauren Schlieren im Diabas und aplitischen Gängen im Diabas sowie in seiner nächsten Umgebung andererseits sind, wenn auch die verlockendste, so doch nicht die einzige Erscheinung, die eine Beziehung zwischen der Adinole und einem keratophyrischen Spaltungsprodukt nahelegen: für die Mitwirkung eines Magmas bei der Adinolisierung scheint auch die enge Verknüpfung von Adinole und Schiefer, besonders die Durchaderung zu sprechen, wie sie die Zone II des Dornkopfkontakt erkennen läßt (vgl. S. 367, Fig. 4). Auch die mikroskopische Struktur der typischen Adinolen widerspricht einer solchen Annahme zunächst wenigstens nicht direkt: nach H. ROSENBUSCH sind „sekundär holokristalline“ Grundmassen bei Quarzkeratophyren keineswegs selten (Physiographie II, 2, S. 847, 848), und die feinstkörnigen Albit-Quarz-Gemenge, der Hauptbestandteil der typischen Adinolen, könnten sehr gut als sekundär aus Glas entstanden aufgefaßt werden — die klastisch begrenzten Quarz-

körnchen und die Tonschieferreste würden dann als Einschlüsse aus dem intrudierten Gestein zu deuten sein.

Trotz aller tatsächlichen oder scheinbaren Übereinstimmung lehrt jedoch die nähere Untersuchung mit Bestimmtheit, daß die Annahme der Adinolbildung durch ein quarzkeratophyrisches Partialmagma sich jedenfalls in der strengsten Form nicht aufrechterhalten läßt, die in den vollendeten Adinolen etwa ein primär glasiges, später entglastes keratophyrisches Spaltungsgestein, in den Adinolschiefern ein Mischgestein von Keratophyrmagma und Sediment erblicken müßte.

Chemische Beziehungen.

Die erste Schwierigkeit macht sich bei genauerer Betrachtung der chemischen Zusammensetzung der Adinolhornfelse und Adinolschiefer geltend. Die typische Adinole des Dornkopfs stimmt in ihrer Zusammensetzung überein mit einem Quarzkeratophyr — von dieser Feststellung ging ja überhaupt der Gedanke an eine magmatische Entstehung der Adinolen aus — sie würde dem keratophyrischen Partialmagma entsprechen, und aus ihrer Zusammensetzung und der des Dornkopfschiefers müßte sich somit der Bestand der anderen Kontaktgesteine des Dornkopfs berechnen lassen, wenn wirklich Mischgesteine in dem angegebenen Sinne vorliegen. Eine derartige Rechnung muß nach der Beschaffenheit der Zusammensetzung der vollendeten Adinole einerseits, des Schiefers andererseits von dem Magnesiumgehalt des zu berechnenden Gesteins ausgehen, da MgO der Adinole fehlt, im Schiefer charakteristisch ist; das Ergebnis der Rechnung zeigt, daß die Gesteine nicht als Mischgesteine angesprochen werden können.

Schon der grüne Adinolhornfels der Zone I (Anal. I), der mit seinem Eisengehalt von 4% und seinem Magnesiumgehalt von $3\frac{1}{3}\%$ einen sehr beträchtlichen Anteil von Schiefersubstanz auf den ersten Blick erkennen läßt, enthält ebensoviel Natron wie die typische Adinole und mehr Tonerde als Adinole und Schiefer. Für eine Berechnung aus Adinole und Schiefer nicht ganz so ungünstig liegen die Verhältnisse für den grauen Adinolhornfels (Anal. II und III), aber auch hier machen sich besonders für Na²O noch immer so erhebliche Unterschiede geltend, daß die gewonnenen Zahlen

cher gegen als für eine derartige Auffassung sprechen. In der nachstehenden Tabelle ist das Ergebnis dieser Rechnung unter Zugrundelegung beider von der vollendeten Adinole ausgeführten Analysen angestellt; daß auch hier kein Mischgestein von Schiefer und Dornkopfadinole vorliegen kann, ergeben die Werte für Natron. (Allen diesen Rechnungen wurden der Ungenauigkeit der ganzen Voraussetzungen entsprechend möglichst einfache Mischungsverhältnisse zugrunde gelegt.)

	Grauer Adinol- hornfels Dornkopf		Mischgestein, berechnet aus 50 ⁰ / ₀ Adinole, 50 ⁰ / ₀ Schiefer (beide vom Dornkopf)	
	II.	III.	a	b
			unter Zugrunde- legung der Adinol- analyse V	unter Zugrunde- legung der Adinol- analyse VI
SiO ²	67,16	70,92	69,55	70,05
TiO ²	1,16	0,50	0,48	0,44
Al ² O ³	12,74	13,06	13,69	11,90
Fe ² O ³	1,20	} 4,42	2,86	2,53
FeO	4,18		2,10	2,98
MgO	2,51		2,60	2,57
CaO	1,94		1,06	0,99
Na ² O	5,26		3,15	4,15
K ² O	0,76		1,54	1,18
H ² O+	2,28		2,33	2,35
H ² O—	0,08		0,68	0,70

Eine entsprechende Rechnung für die übrigen Kontaktgesteine führt vollends zu Werten, die eine derartige Auffassung ausschließen. Sowohl die gebänderte Adinole VIII wie der Adinolschiefer IX enthalten mehr Natron als die typischen Adinolen V und VI, 7,66% und 7,68% gegenüber 6,19% und 5,18% der Adinolen, während sie als Mischgestein nach ihrem um 10% geringeren Gehalt an SiO² und ihrem höheren Gehalt an Eisen und Magnesia, die auf eine starke Beteiligung des Schiefers hinweisen, natürlich viel weniger Na²O als die Adinolen enthalten müßten; ferner besitzen sie viel mehr Tonerde als die Adinolen und der Schiefer XII, 16,79% und 15,78% gegenüber 13,78% (und 10,21%) der Adinolen und 13,61% des unveränderten Schiefers, können also schon aus diesem Grunde nicht auf eine Mischung dieser beiden Gesteine zurückgeführt werden. Für die Annahme, daß etwa ein tonerdereicherer Schiefer, wie sie im Harz auch vorkommen, zur Entstehung der gebänderten Adinolgesteine und der Adinolschiefer Veranlassung gegeben hätte, liegt kein Hinweis vor; aber auch

wenn man einen tonerdereicheren Schiefer in die Rechnung einführen würde, bliebe das entscheidende Verhalten des Natron völlig unerklärt.

Diese Ausführungen besagen natürlich nicht, daß für alle Kontaktgesteine des Dornkopfs eine Berechnung als Mischgesteine des Dornkopfschiefers mit keratophyrischen Magmen ausgeschlossen sei; die nachfolgende Tabelle zeigt, daß rein rechnerisch eine derartige Auffassung für eine Anzahl hierher gehöriger Gesteine nicht widerlegt werden könne. Diese Rechnung ist aber zahlenmäßig nur durchführbar, wenn man annimmt, daß das keratophyrische Magma auf dem kleinen Raume des Kontakts sehr verschiedene Zusammensetzung besessen habe; gleichzeitig erweist sich — und dieser Einwand ist geradezu entscheidend — der rechnerisch gefundene Anteil des Schiefers bei dem hoch entwickelten Adinolschiefer oder der gebänderten Adinole (VIII) und dem tonschieferähnlichen Adinolschiefer (IX) für den mikroskopischen Befund als viel zu klein. Ferner erscheint auch das Verhältnis von Schiefer zum Keratophyr in diesen Gesteinen an sich unwahrscheinlich, und allen Gründen, die gegen die Annahme eines reinen Mischgesteins, entstanden durch Injektion eines Partialmagmas in den Dornkopfschiefer und einfache Addition beider Komponenten, sprechen, stehen keine zwingenden Beobachtungen für eine entsprechende Annahme gegenüber.

Die Verschiedenheit der hypothetischen Partialmagmen, die durch die oben gemachte Annahme erforderlich wären, zeigen folgende Zahlen.

Annähernd ergibt sich in Gewichtsprozenten ein Gehalt an Feldspaten und Quarz:

	Albit	Kali- feldspat	Anorthit	Quarz	(und 2% Tonerdeüberschuß)
für die Adinole V	43 $\frac{1}{2}$	9	3 $\frac{1}{2}$	42 $\frac{1}{2}$	
für die Adinole VI	52 $\frac{1}{2}$	4	2	40 $\frac{1}{2}$	

Der keratophyrische Anteil würde, wie auf Grund der oben angestellten Berechnungen zu erwarten ist, nur bei dem grauen Adinolhornfels II dieser Zusammensetzung sich wenigstens annähern; erforderlich wäre ein Partialmagma mit 70% Albit und 30% Quarz, entsprechend 78,1 SiO₂, 13,6 Al₂O₃ und 8,3 Na₂O. Für die übrigen Gesteine wären bedeutend albitreichere und quarzärmere Injektionen erforderlich, 90% Albit und 10% Quarz (= 71,9 SiO₂, 17,5

Al_2O_3 und 10,6 Na_2O) für den grünen Adinolhornfels I, 85% Albit und 15% Quarz ($73,5 SiO_2$, $16,5 Al_2O_3$, $10,0 Na_2O$) für die gebänderte Adinole VIII und den Adinol-schiefer IX.

Wollte man nun auch diese Verschiedenheiten durch schlierige Differenzierung des sauren Partialmagmas erklären, eine Annahme, die sich nicht unmittelbar von der Hand weisen läßt, so bleiben für die einzelnen Kontaktgebilde, wie oben angedeutet wurde, die teils an sich, zum anderen Teil wegen der Anordnung der Gesteine innerhalb der Kontaktzone unwahrscheinlichen Mengenverhältnisse von Keratophyr und Schiefer übrig: der dem Eruptivgestein zunächst liegende grüne Adinolhornfels würde 40% injizierten Magmas enthalten, in dem grauen Hornfels müßte der Anteil auf 50% steigen und im Adinol-schiefer die Höhe von 75% erreichen! Auf die Unmöglichkeit, etwa die typischen Adinolen chemisch als Mischgestein aufzufassen, braucht kaum hingewiesen zu werden, da die Analyse Magnesia nur in Spuren und Eisen nur in sehr geringen Mengen enthält, ein Schieferanteil für die Berechnung somit gar nicht eingesetzt werden könnte.

Die unter der Voraussetzung einer Injektion des Schiefers durch ein schlieriges keratophyrisches Partialmagma ausgeführten Rechnungen zeigt die folgende Zusammenstellung; hierfür wurden, wie oben erwähnt, die für die Rechnung günstigsten Verhältnisse und außerdem möglichst runde Zahlen ausgesucht, um auch den Schein einer Genauigkeit bei einer auf unsicherer Grundlage beruhenden Rechnung zu vermeiden.

	I.	A.	II. und III.		B.
	Grüner Adinolhornfels Dornkopf	Mischgestein, berechnet aus 60% Dornkopfschiefer, 40% eines Magmas von 90% Albit, 10% Quarz	Graugrüner Adinolhornfels Dornkopf		Mischgestein, berechnet aus 50% Dornkopfschiefer, 50% eines Magmas von 70% Albit, 30% Quarz
SiO_2	64,47	64,5	67,16	70,92	70,1
TiO_2	0,70	0,5	1,16	0,50	0,4
Al_2O_3	15,77	15,2	12,74	13,06	11,9
Fe_2O_3	Sp.	2,1	1,20	4,42	2,5
FeO	4,02	3,6	4,18		3,0
MgO	3,39	3,1	2,51		2,6
CaO	1,43	0,8	1,94		1,0
Na_2O	5,93	5,5	5,26		4,2
K_2O	1,21	1,0	0,76		1,2
H_2O+	2,38	2,6	2,28		2,4
H_2O-	0,13	—	0,08		—

	VIII. Hoch- entwickelter Adinolschiefer (Gebänderte Adinole) Dornkopf	IX. Adinol- schiefer Dornkopf	C. Mischgestein, be- rechnet aus 25% Dornkopfschiefer, 75% eines Magmas von 85% Albit, 15% Quarz
SiO ²	70,75	69,51	70,1
TiO ²	0,16	0,37	0,2
Al ² O ³	16,79	15,78	15,8
Fe ² O ³	0,59	Sp.	0,9
FeO	1,53	2,40	1,5
MgO	1,26	1,43	1,3
CaO	0,40	0,54	0,4
Na ² O	7,66	7,68	8,0
K ² O	1,03	0,58	0,4
H ² O+	0,88	1,44	1,1
H ² O—	0,06	0,01	

Aus allen diesen chemischen Verhältnissen geht somit hervor, daß die Umwandlung der Schiefer in die Kontaktgesteine stofflich nicht durch einfache Addition hervorgerufen sein kann; es muß, wie schon EM. KAYSER auf Grund seiner Analysen angenommen hat (a. a. O. S. 155), neben der Stoffzufuhr ein erheblicher Abtransport von bestimmten chemischen Bestandteilen eingetreten sein, ein Vorgang, der mit den Vorstellungen der Injektion eines normalen Magmas nicht zu vereinigen ist.

Texturelle Beziehungen.

Auch die mikroskopischen Merkmale, die positiv oder negativ auf den Mechanismus der Stoffzufuhr Rückschlüsse gestatten, sprechen nicht für das Eindringen eines normalen Magmas von der physikalischen Beschaffenheit eines Diabas- oder Keratophyrmagmas. Ein kieselsäurereicher Schmelzfluß hätte seiner Zähflüssigkeit wegen einer weitgehenden, auch im einzelnen sehr starken Zerrüttung des Schiefers bedurft, um diesen von zahllosen Klüftchen aus auch nur annähernd gleichmäßig durchtränken zu können; die Beschaffenheit der Kontaktgesteine läßt aber im allgemeinen keine entsprechenden Erscheinungen erkennen. Anzeichen mechanischer Beeinflussung vor oder während der Metamorphose sind natürlich vorhanden — bei den Abbildungen wurden derartige Stellen bevorzugt, die auf eine mechanische Beeinflussung durch die Metamorphose hinweisen; aber in der Natur walten gleichmäßig von Adinolsubstanz durchtränkte, in ihrer Schieferstruktur gar nicht gestörte Massen ganz überwiegend vor. Lagen, in denen Schieferbröckchen in Adinolsubstanz schwimmen (bei

der Beschreibung als tuffähnlich bezeichnet), treten an Menge sehr stark zurück und lassen sich gar nicht rein mechanisch erklären, und schließlich zwingen auch die vereinzelt Fälle, in denen man nach der Betrachtung des Handstücks an eine echte Durchaderung mit Eruptivmaterial glauben könnte, bei genauerer Erforschung zu einer anderen Auffassung.

Auf S. 367 wurde ein Stück eines Gesteins beschrieben und abgebildet (Fig. 4), in dem Adinolsubstanz den Schiefergangartig durchsetzt und von der Ader aus, bisweilen den Schiefer verdrängend, in das Nebengestein einzudringen scheint; im Mikroskop findet man jedoch weder eine scharfe Grenze der Ader gegen den Schiefer, noch einen stofflichen Gegensatz der beiden makroskopisch so verschiedenen aussehenden Substanzen. In gewöhnlichem Licht erscheint zwar an einer Seite der Ader der Unterschied zwischen dem hellen Gestein der Ader und dem dunklen Schiefer deutlich ausgeprägt, auf der andern aber sind die Übergänge allmählich, der dunkle Schiefer verliert sich in dem hellen Gestein; bei der Untersuchung mit gekreuzten Nikols ist jedoch überhaupt keine deutliche Grenze zwischen Ader und Schiefer zu sehen, und die Textur des Schiefers läuft deutlich erkennbar, wenn auch verwischt und bisweilen gestört, durch die Ader hindurch. Obwohl die vielfach geschwungenen und geknickten Texturlinien Anzeichen starker Beeinflussung dieses Gesteins sind, beweist das Verhalten der Adinoladern, besonders ihre auf die Erhaltung dieser Texturlinien des Schiefers zurückzuführende Streifung, mit aller Schärfe, daß die hinzutretende Substanz hier nicht auf offenen Spalten, sondern offenbar auf tektonisch geschwächten Partien des Schiefers eingedrungen ist.

Streifung der Adinolen.

Der zwingende Beweis dafür, daß trotz der überraschenden stofflichen Übereinstimmung der typischen Adinolen mit quarzkeratophyrischen und aplitischen Magmen diese Gebilde nicht auf derartige Massen zurückgeführt werden können, wird durch deren Streifung geliefert; sie beweist für sich allein, daß die Adinolen nicht direkt aus Schmelzfluß hervorgegangen sein können, und in Verbindung mit der chemischen Zusammensetzung, daß sie keine Mischgesteine sind.

Bei der Beschreibung der typischen Adinolen vom Dornkopf wurde wiederholt und nachdrücklich auf die feine Bänderung hingewiesen, die durch das Auftreten kleiner trüber Körnchen in parallelen Lagen sowie durch die wechselnde Korngröße in Verbindung mit der größeren oder geringeren Häufigkeit der trüben Körnchen hervorgerufen wird und die vielfach ihre direkte Abhängigkeit von der Schieferflaser erkennen läßt. Diese Streifung ist bisher kaum beachtet worden; man darf sie nicht verwechseln mit Erscheinungen, wie sie in den typischen Adinolen seltene und wie Fremdkörper in ihnen liegende, auch stofflich noch teilweise in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung erhaltene dünne Lagen und Häutchen von Tonschiefer hervorrufen (vgl. Taf. XV Fig. 1 und 2). Vielfach stellen sich diese Lagen durch ihre Fältelung und ihren unregelmäßigen Verlauf auch texturell zu der feinen Streifung in deutlichen Gegensatz, andererseits lassen sie bei größerer Dicke auch in sich eine entsprechende feine Streifung und in den vorgeschritteneren Adinolschiefern die Beziehung dieser Streifung zu der feinen Streifung der Adinollagen deutlich erkennen. Nur für diese in den typischen Adinolen seltenen und fremd erscheinenden Reste von Tonschieferlagen kann die Angabe H. ROSENBUSCHS ihre Geltung behalten: „Von der Schieferflaser pflegt in den Adinolen nicht viel erhalten zu sein; aus ihr stammen offenbar die Striemen organischer kohligter Pigmente her, deren mehr geradliniger oder zierlich welliger, bald paralleler, bald sich flaserig kreuzender Verlauf offenbar durch die ursprünglich vorhandene Schieferflaser bedingt ist“ (Physiographie II, 2, S. 1305); ganz ähnlich beschreibt F. ZIRKEL diese Erscheinung, wenn er sagt: „Manche Adinolen werden von parallelen geradlinigen oder gewellten, auch ungewöhnlich flaserig verlaufenden Schnüren oder Striemen eines wohl mehr aus Kohlepartikelchen als aus Erzteilchen bestehenden Pigmentes durchzogen, worin vermutlich noch die einzige Erinnerung an die ursprüngliche Schiefermasse und ihre Struktur gegeben ist“ (Petrographie II, S. 720).

Während diese mehr oder weniger vereinzelt Schieferflaseru an sich in den typischen Adinolen als Einschlüsse des Nebengesteins in einem eindringenden Magma gedeutet werden könnten, beweist die feine Streifung — und sie allein — die Entstehung auch der typischen Adinolen aus Schiefer; sie findet sich mehr oder weniger deutlich und

makroskopisch oder mikroskopisch wahrnehmbar bei allen mir anstehend bekannt gewordenen oder im Handstück zugänglichen typischen Adinolen des Harzes, auch bei den hellsten, dichtesten, durchaus massig erscheinenden Vertretern dieser Gesteine, beispielsweise bei den bisher als völlig massig beschriebenen Adinolen vom Gitzhügel bei Hasselfelde und aus der Gegend von Allrode. Nachdem das Auge für derartige Beobachtungen genügend geschult war, gelang es sogar, diese Streifung durch Anwendung geeigneter Beleuchtung bei der mikroskopischen Untersuchung von Adinolen nachzuweisen, die im Handstück völlig dicht und massig erscheinen — besonders auffallend war der Gegensatz bei einer im Dünnschliff für Gesteine dieser Art auffallend grobkörnigen Adinole aus dem Neuen Gehege an der Poststraße von Wippra nach Sangerhausen (vgl. die Erläuterungen zu Blatt Wippra S. 52 ff., 1883 — die Lossenschen Originalstücke waren mir durch die Güte der Preußischen Geologischen Landesanstalt zugänglich); in anderen Fällen wird die Streifung schon bei der makroskopischen Betrachtung eines Dünnschliffs sehr deutlich, wie bei der im Handstück völlig massigen, lichtbräunlich-grauen Adinole, die (von EM. KAYSER 1877 geschlagen) mit der Bezeichnung „Diabas-Kontaktgestein, Forstort Lindla südlich Elend, Sektion Elbingerode“, in der Sammlung der Geologischen Landesanstalt liegt. Dieses Gestein ist noch aus einem anderen Grunde bemerkenswert: die Streifung wird hier hervorgebracht durch Anreicherung von Blättern und Flatschen bräunlichen Biotits in parallelen Zonen. Der Biotit, der sich auch außerhalb der Zonen, in denen er besonders häufig ist, im Gestein findet, ist in frischen Blättern und Teilen von Blättern stark pleochroitisch in dunkelbraunen und hellgelben Tönen und stark doppelbrechend; durch Verwitterungsvorgänge verliert er zunächst die starke Doppelbrechung, bleibt aber noch deutlich pleochroitisch, um erst in einem zweiten Stadium auch den Pleochroismus einzubüßen, ohne daß sich hierbei seine gelblichbraune Farbe merklich ändert.

Wegen dieser Streifung müssen somit auch die typischen Adinolen auf Schiefer zurückgeführt werden; sucht man aber nach dem Schieferanteil in der chemischen Zusammensetzung des Gesteins, so sprechen hier die Analysenzahlen mit noch viel größerer Bestimmtheit, als es bei den Adinolschiefern

der Fall war, gegen die Annahme eines Mischgesteins. Wie die typischen Adinolen mineralogisch und strukturell den Adinolcharakter gegenüber dem Adinolschiefern gesteigert zeigen, so treten bei ihnen auch die charakteristischen Unterschiede gegenüber dem Tonschiefer im stärksten Grade hervor: Magnesia und Eisen sind fast nur in Spuren vorhanden, so daß ein auf sie begründeter Versuch, den Tonschieferanteil in der Adinole zu berechnen, keinen irgendwie erwähnenswerten Betrag ergeben kann — der Charakter der Analyse ist eben rein quarzkeratophyrisch. Es hat somit ein Vorgang stattgefunden, der sich mit der Pseudomorphosenbildung der Minerale vergleichen läßt; es fragt sich nur, welcher Art von Pseudomorphosenbildung die Entstehung der Adinolen entspricht, und aus welchen Quellen die Stoffe herzuleiten sind, aus denen sich die Adinolen aufbauen, das heißt, welcher Anteil dem Schiefer entstammt, welcher Anteil zugeführt ist, und was dem Schiefer durch die zuführenden Vorgänge gleichzeitig an Stoff entzogen ist.

Die Entstehungsweise der Adinolgesteine.

Die Ähnlichkeit zwischen Adinolen und Quarzkeratophyren ist durch die vorangehenden mikroskopischen und chemischen Feststellungen als eine Konvergenzerscheinung erwiesen: durch Fortführung von Magnesia und Eisen aus dem kalkarmen Schiefer und Aufnahme von Natron und Siliciumdioxid von seiten der primär tonigen und glimmerigen Bestandteile des Schiefers entsteht sekundär ein Gemenge von Albit und Quarz, das chemisch natürlich von einem entsprechenden primären Gemenge nicht zu unterscheiden ist. Man kann daher auf Grund der chemischen Übereinstimmung die Adinolen nicht als Keratophyrsubstanz auffassen, aber ebensowenig darf man mineralogisch und chemisch entsprechende Massen, die im Diabas auftreten, auf Eindringen von Adinolsubstanz in das Eruptivgestein zurückführen, wie es N. L. BOWEN für die oben erwähnten kanadischen Vorkommen in seiner Arbeit: *Diabase and Granophyre of the Gowganda Lake District, Ontario* (Journ. of Geol., 18, S. 658 ff., 1910) getan hat.

Der normale Diabas dieses Gebietes enthält rötliche, aus Albit und Quarz bestehende mikropegmatische Putzen, vom Verfasser „Granophyr“ genannt, die sich bisweilen

zu erheblichen Massen anhäufen; entsprechend aus Quarz und Albit zusammengesetzte Aplitadern durchsetzen den Diabas und den „Granophyr“. Im Foot Lake Sill sind diese Putzen besonders reichlich in der Nähe der an den Diabas grenzenden purpurroten Adinole, eines Quarz-Albit-Mosaiks mit viel Chlorit und etwas Eisenerz, hervorgegangen aus einem Sediment, dessen ursprüngliche Schichtung durch wechselnden Chloritgehalt und wechselnde Korngröße angedeutet ist; sie häufen sich bis zur Bildung reinen „Granophyrs“ an Stellen, an denen der Diabas in zertrümmerten Schiefer eindringt. In einem anderen Teil des gleichen Vorkommens folgt auf Diabas unmittelbar ein aus Albiteinsprenglingen und einer Grundmasse von Quarz, Albit, Chlorit und Eisenerz aufgebautes Gestein, das in die rote Adinole übergeht (S. 662—665). Der Diabas des Lost Lake Sill trägt eine 30' dicke „Granophyr“-decke; auf sie folgt in einer Mächtigkeit von 1' ein reines Feldspatgestein und dann verändertes Sediment (S. 666, 667).

Die Entstehung des „Granophyr“ erklärt Verfasser durch die Annahme einer „still more complete recrystallization of part of the adinole with the production of typical granophyre. In other words, some of the adinole was essentially in a state of aqueous fusion and crystallized as granophyre. The melt thus formed was, to a certain extent, free to diffuse into the diabase magma and gave rise to the abundant granophyre interstices near the granophyre“.

Das reine Albitlager ist „separated from the fluid granophyre“, die Aplitadern (Quarz und Albit), die Granophyr und Diabas durchsetzen, entstehen aus dem „more aqueous residuum of the granophyre“.

„The writer believes that the granophyre was, with the adinole, formed by hydrothermal action of the contact; it is an adinole which has crystallized from a state of aqueous fusion and hence with all the textures of an igneous rock“ (S. 674).

Nach dieser Auffassung N. L. BOWENS müßten somit die aus dem Diabas eindringenden hydrothermalen Massen das Sediment völlig verflüssigt und gleichzeitig alle nicht zum Aufbau von Albit und Quarz geeigneten Stoffe fortgeschafft haben; ein Teil der verflüssigten Masse ist dann durch „Transfusion“ im Sinne HARKERS in das Diabasmagma eingedrungen und hat dort die Granophyr-Putzen hervorgerufen, aus der verflüssigten Adinol-Granophyrmasse hat

sich durch Differentiation das reine Albitgestein gebildet, und die aus Quarz und Albit bestehenden Aplitadern, die Granophyr und Diabas durchsetzen, sind aus dem wasserreichen sauren Rest des Granophyrs entstanden, also auch, wie die Putzen, aus dem Hangenden in den Diabas eingedrungen.

Diese Vorstellungen enthalten eine Fülle von theoretischen Schwierigkeiten, auf die wohl nicht im einzelnen hingewiesen werden muß. Schon die Beseitigung der im Schiefer enthaltenen zweiwertigen Metalle, des Kali und des Überschusses der Tonerde ist sehr schwer zu verstehen, besonders wenn so mächtige Gebilde wie die 30' dicke Granophyrdecke in Betracht kommen. Auch das Eindringen der „Granophyr“flüssigkeit in das zähflüssige Diabasmagma ist schwer vorstellbar. BOWEN denkt unter Bezugnahme auf A. HARKER an „transfusion“, obwohl HARKER an der von BOWEN angezogenen Stelle (The Natural History of Igneous Rocks, S. 304, 305, London 1909) die Umwandlung der Schiefer zu Adinolen unter Bezugnahme auf EM. KAYSER und völlig in seinem Sinne durch „a transfusion of material by the medium of aqueous solutions“ aus dem Magma in die Schiefer erklärt. Alle Erscheinungen erklären sich viel einfacher durch die Annahme eines sauren Partialmagmas, das zum Teil für sich allein kristallisiert („Granophyr“), gelegentlich ein Mischgestein mit dem Sediment bildet (das porphyrische Gestein mit den Albiteinsprenglingen) und schließlich im pyrohydatogenen und hydrothermalen Zustand die Sedimente in Adinolen unwandelt — dieser Auffassung widersprechende Erscheinungen sind aus der Beschreibung nicht zu ersehen. Tatsächlich hat auch R. E. HORE nachgewiesen (Differentiation Products in Quartz Diabase Masses of the Silver Fields of Nipissing, Ontario, Economic Geology VI = American Geologist XLII, S. 51 ff., 1911), daß chemisch zwischen der Zusammensetzung des Granophyrs einerseits, der Diabase und der Schiefer, in die die Diabase eingedrungen sind, andererseits keinerlei Beziehungen bestehen; in allerjüngster Zeit ist schließlich auch N. L. BOWEN zu einer starken Einschränkung seiner Annahmen über die Entstehung des Granophyrs und der Adinole durch Materialaustausch zwischen Diabas und Sediment gelangt. Er betrachtet jetzt den Granophyr als sauren Rest des basischen Magmas, in diesem entstanden durch Kristallisationsdifferentiation; immerhin nimmt er auch jetzt noch

einen Stoffaustausch zwischen Granophyr und adinolisiertem Sediment an, um den Natronreichtum der Randzone zu erklären (The Later Stages of the Evolution of the Igneous Rocks, Journ. of Geol. Supplement zu XXIII, 1915).

Zufuhr und Abfuhr von Substanz erklärt sich nach unseren geologischen Erfahrungen am leichtesten durch Mitwirkung von Wasser, und dieser Annahme bedient sich auch die auf die chemische Zusammensetzung der Diabaskontaktgesteine gegründete genetische Deutung EM. KAYSERS, die hier nur soweit besprochen werden soll, als sie sich auf die Glieder seiner „sauren Reihe“ bezieht. Die von ihm angenommene „basische Reihe“ kommt für die Dörnkopfgesteine nicht in Betracht; die Frage, inwieweit eine derartige Zweiteilung berechtigt ist, kann daher hier unerörtert bleiben und soll erst bei der Besprechung der Spilosite in einer späteren Arbeit geprüft werden (a. a. O. S. 149 ff., bes. S. 152 ff.).

EM. KAYSER geht aus von der Annahme, das Diabas-magma habe sich wahrscheinlich im „Eruptionszustande in einem vom heißen Schmelzflusse weit entfernten, stark durchwässerten Zustande befunden. . . Drängen aus dem durchwässerten Magma heiße, mit mannigfachen Stoffen, in unserem Falle besonders mit dem chemisch so wirksamen Natronsilikat beladene Wasser unter hohem Druck in die angrenzenden Sedimente ein, so scheinen alle Bedingungen selbst zu viel tiefgreifenderen Veränderungen, als sie in unseren Kontaktgesteinen vorliegen, gegeben zu sein. Denn die gewaltige umbildende Kraft des warmen oder überhitzten, mit Alkali-Karbonat oder -Silikat imprägnierten Wassers ist aus HUNTS und DAUBRÉES Versuchen hinlänglich bekannt. Quellfähigkeit in Begleitung und als Nachspiel der Diabaseruption hat vielleicht durch lange Zeiträume gewirkt. Dabei war möglicherweise die Temperatur dieser Quellen gar nicht einmal ungewöhnlich hoch“, da „chemische Neubildungen sehr wahrscheinlich durch einen noch wesentlich plastischen Zustand des Sediments erleichtert“ wurden (a. a. O. S. 161).

In noch höherem Grade als EM. KAYSER möchte K. A. LOSSEN in seinen früheren Arbeiten die Adinolisierung von der eigentlichen Intrusion zeitlich getrennt annehmen und als einen im modernen Sinne postvulkanischen Vorgang betrachten. In seiner bekannten Abhandlung „Über

den Spilosit und Desmosit ZINCKENS“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 24, S. 701 ff., 1872) führt er aus: „Es fällt mir schwer, mit KAYSER auch die hälleflintartigen Adinolen in reinsten Ausbildung für umgewandelte Schiefer zu halten, ich denke lieber dabei an direkte Neubildungen aus heißen Quellen, die auf der durch Zusammenziehen der erkaltenden Eruptivmasse erweiterten Gesteinsscheide zwischen Nebengestein und Diabas spielten, und teils auf dieser Gesteinsscheide direkte Absätze erzeugten, teils zwischen die Schichten des Nebengesteins eindringend, dasselbe imprägnierten und hierdurch seine Umwandlung stofflich beeinflussten“. (S. 743.) Für EM. KAYSERS Auffassung, nach der „die stoffbeladenen Wasser ursprünglich ein Teil des Diabasmagma“ gewesen seien, scheinen ihm „bei der sehr konstanten chemischen Zusammensetzung der Harzer Diabase hinreichend Beweise nicht gegeben“ (S. 743).

Das Bestreben, die stofflichen Änderungen im Diabaskontakt nicht auf magmatische Einwirkungen zurückführen zu müssen, und die Ergebnisse seiner grundlegenden Forschungen über Dynamometamorphose veranlaßten K. A. LOSSEN in den späteren Jahren zu einem geistreichen, aber nicht bewiesenen Erklärungsversuch. Im ersten Teil seiner Studien an metamorphischen Eruptiv- und Sedimentgesteinen, erläutert an mikroskopischen Bildern, (Jahrb. d. Geol. Landesanst. f. 1883, Berlin, 1884, S. 619 ff.) erwähnt er bei Besprechung der Diabaskontaktmetamorphose „Umstände, die darauf hinweisen, daß auf die ursprüngliche Kontaktmetamorphose noch eine Dislokationsmetamorphose gefolgt sei“ (S. 622, Anm.); daß auf diese Einwirkung der Dislokationsmetamorphose nach seiner Auffassung die stoffliche Änderung der Diabaskontaktgesteine zurückzuführen sei, zeigen seine Ausführungen bei der Besprechung eines stofflich nicht veränderten „im Kontakt mit dem doleritischen bis diabasischen Melaphyr des Schaumberges bei Tholey zu Hornschiefer umgewandelten Schiefertons der Lebacher Schichten“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 39, 1887, S. 507). Hier stellt er die Diabaskontakte im stark gefalteten Harz in scharfen Gegensatz zu dieser Kontaktbildung „im relativ wenig gestörten Flözgebirge“ (S. 509): „Quarz, Kalkspat, Albit, Chlorit, lichter Glimmer, uralitische Hornblende, Sphen, Rutil, Eisenglanz usw., die Mineralien der Diabas-Kontaktgesteine der stark gefalteten Schiefergebirge, sind so deutlich Zerlegungsprodukte des Diabas selber, daß die Annahme, sie seien auf dem Wege der Regional-

metamorphose an Stelle der ursprünglichen Substanz der unveränderten Diabas-Kontaktmetamorphose getreten, un-
'gezwungen erscheinen muß" (S. 510).

Es war LOSSEX nicht vergönnt, den angedeuteten Gedanken weiter auszuführen, und so kann man nicht er-
messen, auf welchem Wege er die zahlreichen, seiner
Auffassung entgegenstehenden Schwierigkeiten aus dem
Wege geräumt hätte⁸⁾. Diese Schwierigkeiten sind geringer,
wenn auch nicht zu unterschätzen, bei den Spilositen und
Desmositen; gegen eine derartige genetische Auffassung
der Adinolen spricht, um nur einige Punkte anzuführen, mit
aller Bestimmtheit die chemische Zusammensetzung der
Lösungen, die sich auf dem von K. A. LOSSEX angenommenen
Wege bei der Dynamometamorphose aus Diabas bilden
können, im Vergleich zur Zusammensetzung der Schiefer
einerseits, der Adinolen andererseits, ferner die scharfe
Grenze zwischen Diabas und Adinolen, das Fehlen aller
Übergangserscheinungen im Diabas, und schließlich der
geringe Wirkungsbereich sowie die überraschende Gleich-
mäßigkeit der Einwirkungen bei verschiedenen und
der schnelle Wechsel der Art der Beeinflussung bei dem
gleichen Vorkommen, die man den von LOSSEX angenom-
menen Lösungen zuschreiben müßte, ohne für diese auf-
fallenden Erscheinungen eine Ursache angeben zu können.

Auf Grund der Ergebnisse der hier vorgelegten Unter-
suchungen an den Gesteinen des Dornkopfs möchte ich im

⁸⁾ Die Neigung, das abweichende Verhalten des Diabaskontakts
auf dynamometamorphe Vorgänge zurückzuführen, war zu jener
Zeit offenbar weit verbreitet. In seinem Werke über die Mi-
neralien der südnorwegischen Augitsyenite (Ztschr. f. Kristallogr.
16, 1890) berichtet W. C. BRÖGGER, er habe schon 1886 auf
Grund seiner Untersuchungen des Sölvbergkontaktes die Ver-
mutung ausgesprochen, „daß die namentlich aus dem Harze
(KAYSER, LOSSEX) und dem Ruhrtale (SCHENCK) beschriebenen
abweichenden Kontaktmetamorphosen an Diabasgesteinen sich
wahrscheinlich zum wesentlichen Teile als nicht durch Kontakt-
metamorphose, sondern durch Regionalmetamorphose gebildet
ergeben würden“ (S. 22, Anm.), und vielleicht hat auch G. GREM
eine ähnliche Vorstellung, wenn er bei der Beschreibung der
„Diabaskontaktmetamorphose zu Weilburg a. d. Lahn“ zu dem
Ergebnis kommt, der Diabas könne „erst nach Aufrichtung
der Schichten seinen veränderten Einfluß auf die Nebengesteine
dadurch geltend gemacht haben, daß er aus ihnen durch Fe- und
Na-Zufuhr und durch Umkristallisieren Kontaktgesteine bildete,
die den von Granit bekannten ähneln, während er sich selbst
umwandelte in ein viridit- und leukoxenhaltiges Gestein“ (Neues
Jahrb. f. Min. 1888-I. S. 31).

Gegensatz zu K. A. LOSSEN für die Frage nach den Ursachen der Adinolisierung über die Auffassung EM. KAYSERS noch hinausgehen und einen innigeren Zusammenhang mit den magmatischen Vorgängen annehmen, auch nachdem oben der Nachweis geführt wurde, daß die typischen, nur aus Albit und Quarz aufgebauten Adinolen weder als Salband eines gemischten Lagerganges, noch als Mischgesteine, entstanden durch Eindringen der sauren Salbandmasse oder saurer Nachschübe in das Nebengestein, gedeutet werden können.

Gegen die Annahme EM. KAYSERS, daß wesentlich mit Natriumkarbonat oder Natriumsilikat beladenes Wasser die Umwandlungen hervorgebracht habe, sprechen verschiedene Tatsachen: in erster Linie die Zunahme der Tonerde in einigen Kontaktgebilden, sodann die enge Begrenzung der Kontaktzone in Verbindung mit der überaus starken Veränderung einzelner Teile unmittelbar am Diabas oder dessen Nähe, ferner die Erscheinungen, die auf ein Aufblättern des Schiefers während und durch die Adinolisierung hinweisen, und schließlich das Auftreten der Adinolhornfelszone des Dornkopfkontakts unmittelbar am Diabas und ihre Verschiedenheit von den eigentlichen Adinolen.

Die große Fluidität des Wassers bei hohen Temperaturen müßte, wenn ausschließlich überhitzte wässrige Lösung in eine Schiefermasse hineingepreßt wird, eine räumlich viel größere Verbreitung der durch das Wasser hervorgerufenen Erscheinungen veranlassen, und der häufig so scharfe Gegensatz zwischen den typischen Adinolen und den anderen Gesteinen des Kontakthofes wäre unverständlich; ebenso finden die Anzeichen gewaltigen Eindringens, Störung und Aufwölbung sowie Fäلتelung der Schieferflaser, durch diese Annahme keine Erklärung. Umgekehrt ist, selbst wenn man von den oben ausgeführten, bei der Rechnung sich ergebenden Schwierigkeiten und Gegengründen absehen will, ein saures keratophyrisches Magma viel zu zähflüssig, als daß man ihm ein im allgemeinen ruhiges Eindringen und Durchtränken des Schiefers zuschreiben könnte.

Das erforderliche Maß von Fluidität, das ein Eindringen in den Schiefer und dessen Durchtränkung ermöglicht, und gleichzeitig ausreichende Viskosität, die allein die Be-

schränkung auf eine schmale Zone und den schnellen Abfall der Wirkung nach außen verständlich machen kann, erhält man durch die Annahme eines wasserreichen und dadurch verhältnismäßig leichtflüssigen Teilmagmas, das aber von einer wässrigen Lösung noch weit entfernt ist. Ich möchte annehmen, daß die Masse bei ihrem Eintritt in den Schiefer nach ihren physikalischen Eigenschaften sich an der Grenze des pegmatitischen Zustandes gegen den pyrohydatogenen befand, weiter nach außen in den hydrothermalen übergend und stofflich den „fumaroles granitiques“ ÉLIE DE BEAUMONTS (vom Jahre 1846/47) nahestand; derartigen Massen würden tatsächlich die Eigenschaften zukommen, die A. MICHEL-LÉVY nach meiner Auffassung zu Unrecht allen seinen magmas purement alcalins zuschreibt, magnesiafreien Gesteinen, die wenig, vielfach gar keinen Kalk enthalten und nicht selten Natronüberschuß aufweisen: diese wirklichen „fumerolles alcalines, alumineuses et silicieuses . . . essentiellement mobiles et susceptibles d'injections subtiles. semblent destinés à être entraînés par les dissolvants et les minéralisateurs et transportés à la façon des solutions liquides ou même des gaz volatils.“ (Bull. soc. géol. de France, série 3, 55. S. 326, bes. S. 369, 1903; über diese Verhältnisse vergleiche ferner Comptes rendus CXLIV Paris 1907, S. 603, sowie die Darstellung in L. MILCH, Die Systematik der Eruptivgesteine II, Fortschritte der Mineralogie, 4. S. 175 ff., bes. S. 179 und 201, 1914).

Durch diese Annahme lassen sich zwanglos all die verwickelten und teilweise sich scheinbar widersprechenden Erscheinungen im Kontaktgebiet des Dornkopfs erklären.

Am auffallendsten war die Tatsache, daß der dem Diabas zunächst liegende und textuell stärkst ungewandelte grüne Adinolhornfels durch seinen hohen Gehalt an Eisen und Magnesia, durch das Ansteigen der Tonerde (3% mehr als der unveränderte Schiefer) und den niedrigen Wert für Siliciumdioxid chemisch am wenigsten Adinolzusammensetzung aufweist — er ist im wesentlichen ein von dem nicht übermäßig sauren, albitreichen Partialmagma injizierter Schiefer, der unmittelbar neben dem Intrusionsgestein am stärksten erwärmt wurde und der von dem hier noch ganz heißen, daher verhältnismäßig leichtflüssigen wasserreichen Schmelzfluß gleichmäßig durchtränkt wurde. Es soll nicht behauptet werden, daß bei der Bildung dieses

Mischgesteins gar kein Stoffaustausch und keine Wegführung durch den pyrohydrogenen Rest stattgefunden habe — eine Mitwirkung dieses Vorganges ist sogar auch hier wahrscheinlich, aber er hat keineswegs eine so bedeutende Rolle gespielt wie bei der Bildung der Adinolschiefer und vollends der typischen Adinolen. Wie oben gezeigt wurde, läßt sich das Gestein als Mischgestein von 60% Schiefer und 40% eines Albit-Quarzmagmas (mit 90% Albit, 10% Quarz) berechnen; daß ein beschränkter Stoffaustausch stattgefunden hat, zeigen die nahen Beziehungen zu dem saureren grauen, schon den Adinolschiefern näher stehenden Adinolhornfels, der mit seinem geringeren Gehalt an Magnesia und Tonerde und seiner größeren Quarzführung sowie seinen chemischen, strukturellen und textuellen Beziehungen zu Adinolschiefern auf stärkeren Austausch hinweist und, als Mischgestein berechnet, zu unwahrscheinlichen Zahlen führt.

In noch viel höherem Grade gilt dies von der gebänderten Adinole (Anal. VIII) und von den eigentlichen Adinolschiefern (Anal. IV und IX), die bei starker Natronzunahme und Steigen des Siliciumdioxids so wenig Eisen und Magnesia enthalten, daß eine Erklärung ohne Stoffaustausch wegen des scharfen Widerspruchs mit dem mikroskopischen Befund sich von vornherein verbietet. Andererseits zeigt das beträchtliche Steigen der Tonerde, daß auch hier neben dem vorwaltenden, aus Tonschiefersubstanz durch Aufnahme von Natron und Siliciumdioxid entstandenen Albit ein anderer Teil des Albits den eindringenden Massen unmittelbar entstammen muß; Fortführung von Magnesia und Eisen, der eine beträchtliche Zunahme des Natrons gegenübersteht, vermag für sich allein eine Zunahme der Tonerde um 3% nicht zu erklären. Je mehr sich das Produkt der Metamorphose der typischen Adinole nähert, desto mehr wird Magnesia und Eisen fortgeführt und Siliciumdioxid aufgenommen, und desto mehr tritt der magmatisch gebildete Albit hinter dem aus den Tonsubstanzen des Schiefers durch Zuführung von Natron entstandenen zurück, um bald ganz zu verschwinden, was sich durch starkes Sinken der Tonerde bemerkbar macht (Anal. V, VI und VII): alle für die typische Adinole charakteristischen Eigenschaften klingen ab in den weniger stark veränderten, vom Diabas weiter entfernt liegenden Schiefnern, wie sie die Zone III enthält.

Die Metamorphose läßt sich somit bei dem Vorkommen am Dornkopf auf zwei genetisch zusammenhängende und miteinander in Verbindung stehende, aber doch unterscheidbare Wirkungen der Diabasinjektion zurückführen, eine mehr magmatische Beeinflussung durch ein saures Partialmagma von aplitischer Zusammensetzung, die sich in dem Adinolhornfels am stärksten äußert, und eine mehr pyrohydatogene Einwirkung, die sich am reinsten bei der Bildung der hellen typischen Adinolen geltend macht. Beide gehen mit der Entfernung vom Diabas mehr und mehr in eine hydrothermale Beeinflussung des Schiefers über, die sich, wie vorgreifend bemerkt werden soll, textuell durch Härtung oder Spilositbildung auch bei chemisch nicht mehr erheblich veränderten Gesteinen zu erkennen gibt und ganz allmählich zu den nicht kontaktmetamorph beeinflussten Schiefen hinüberführt. Daß die magmatische Injektion unmittelbar am Diabaskontakt ihre stärkste Wirkung ausübt, ist selbstverständlich; daß auf sie nicht unmittelbar eine aus typischen Adinolen bestehende Zone der stärksten pyrohydatogenen oder hydrothermalen Einwirkung folgt, spricht ebenso wie die gangförmige und putzenartige Einlagerung der typischen Adinolen in Adinolschiefer von verschieden vorgeschrittener Entwicklung für eine gewisse räumliche Unabhängigkeit beider Arten der Einwirkung innerhalb eines beschränkten Gebietes. Die typischen Adinolen sind offenbar aus Gesteinspartien entstanden, in denen eine besonders leichte Zirkulation eindringender pyrohydatogener Massen möglich war; sie entsprechen somit vollkommen den kleinen Adinol„einlagerungen“ in Schiefen, wie sie auf S. 367 beschrieben und abgebildet wurden, und schließlich auch den wesentlich mikroskopisch wahrnehmbaren Lagen und Flecken reiner Adinolsubstanz in den Adinolschiefern.

Versucht man nun, sich eine Vorstellung von der Beschaffenheit der in die Schiefer eindringenden Massen zu bilden, so erkennt man sehr bald, daß man mit einem durchwässerten aplitischen Spaltungsprodukt nicht auskommt. In einer derartigen Masse müßte, ganz unabhängig von dem Gehalt an Wasser (und an Mineralisatoren, wenn man deren An-

wesenheit annehmen will, obwohl sich in den veränderten Gesteinen keine Anzeichen von ihnen finden), auch bei der Annahme größten Reichtums an Na_2O jedem Molekel Na_2O ein Molekel Al_2O_3 (oder Fe_2O_3 , das hier nicht in Frage kommt) entsprechen; es bliebe dann unverständlich, daß durch ein solches Magma tonerdereichere Bestandteile des Schiefers, wie es die tonigen und glimmerigen Substanzen sind, in Albit umgewandelt werden sollten, ohne daß sich gleichzeitig, entsprechend den Vorgängen in kontakt-metamorph ohne Stoffzuführung ummineralisierten Tonschiefern, reine Tonerdesilikate oder gar Korund bilden würden. In den eindringenden Massen muß somit ein Überschuß von Natron über die Tonerde vorhanden gewesen sein; dabei kann unentschieden bleiben, ob das Stammagma des Diabases und der sauren Massen schon einen Natronüberschuß enthalten hat oder nicht⁹⁾ -- wahrscheinlicher scheint mir aus verschiedenen Gründen die Annahme, daß erst die Spaltung in das basische kalk-tonerdereiche Diabasmagma und den natronreichen sauren Anteil den Natronüberschuß in diesem hervorgerufen hat.

Diese Annahme hebt nicht nur die Schwierigkeiten für die Berechnung der Gesteine des Adinolkontakts auf -- die Menge des zugeführten Natron entspricht eben nicht der sich aus ihr ergebenden Menge des eintretenden

⁹⁾ Beide Annahmen sind möglich, kommen aber nicht nur für die Folgeerscheinungen im vorliegenden Fall, sondern auch theoretisch im letzten Grunde auf dasselbe hinaus. Ganz allgemein kann in einem Magma ohne Natronüberschuß die Bildung basischer Plagioklase und tonerdehaltigen Augits so viel Tonerde beanspruchen, daß im sauren Restanteil ein Natronüberschuß vorhanden ist; andererseits würde ein Magma mit Natronüberschuß immer wieder ein Spaltungsprodukt eines ursprünglicheren, sicher keinen Natronüberschuß besitzenden Magmas sein. Einen Natronüberschuß in dem hier angenommenen Sinne besitzen zweifellos die an Sodalith, Cancrinit und verwandten Mineralen sehr reichen Gesteine; ein reichliches Vorkommen von Na im Magma, das bei der endgültigen Verfestigung nicht im Gestein festgehalten wird, beweisen die Chlornatriumexhalationen vulkanischer Gesteine ebenso wie der überaus weit verbreitete hohe Natriumgehalt juveniler Thermen. Anzeichen, die für die Harzer Diabase eine entsprechende Annahme gestatten, sollen an einer anderen Stelle dieses Aufsatzes besprochen werden; hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß derartigen, in ihrer quantitativen Bedeutung vielfach stark unterschätzten Vorgängen indirekt wohl das Meerwasser einen Teil seines Natriums verdankt.

Keratophyrmagmas, ebensowenig die Menge der Magnesia und des Eisens dem Schieferanteil —, sie erklärt auch die oben bei der Beschreibung der Gesteine mehrfach hervorgehobene Eigentümlichkeit des Gefüges, daß gerade an und in Resten der Tonschieferflaser sich Albit in verhältnismäßig größeren Individuen mit Vorliebe gebildet hat. Auch die Tatsache, daß der unmittelbare Kontakt, der grüne Adinolhornfels, chemisch weniger stark verändert ist als weiter entfernt liegende Schiefer, und daß er gleichzeitig in seiner Zusammensetzung ein Überwiegen der Mischgesteinsnatur über den Adinolcharakter zeigt, wird jetzt verständlich: die Imprägnierung durch die zwar infolge ihres Wassergehaltes verhältnismäßig leicht flüssige, aber in ihren übrigen Eigenschaften hier einem gewöhnlichen Magma noch recht nahe stehende eindringende Masse bewirkte eine schnelle Um- und Neukristallisation, die dem wässrigen Anteil keine lange Einwirkung bei der Ummineralisation gestattete, so daß Eisen und Magnesia dem sich auf diesem Wege bildenden Hornfels in beträchtlichem Maße erhalten blieben. Die Kompaktheit des auf diese Weise entstandenen Hornfelses verhinderte sodann den Durchtritt von Massen, die später aus dem Diabasmagma in das Nebengestein einzudringen strebten; diese mußten sich andere Wege suchen und wirkten daher auf entfernter liegende Schiefer, die gleichzeitig oder auch schon früher durch den nicht im Hornfels festgehaltenen, natron- und wasserreicheren Anteil der zuerst eindringenden Massen beeinflußt sein konnten.

Die hier vertretene Auffassung würde eine starke Stütze durch den Nachweis erhalten, daß Natron unabhängig von Tonerde, wenn möglich auch unabhängig von SiO_2 aus dem Magma in Schiefer tatsächlich eingedrungen ist. Es soll hier davon abgesehen werden, die chemische Zusammensetzung gewisser Spilosite (und Desmosite) als Beweis anzuführen, da diese Gesteine einer späteren Bearbeitung vorbehalten bleiben; um so erwünschter war das Auffinden eines Schiefereinschlusses im Diabas, dessen Untersuchung in voller, auf petrographischem Weg überhaupt erreichbarer Schärfe den Nachweis gestattete, daß im Magma dieses Diabases von den übrigen Bestandteilen unabhängiges, sich gewissermaßen selbständig bewegendes Natron vorhanden war.

Zunahme von Natron in einem Schiefer- Einschluß im Diabas.

An der Straße von Allrode nach Treseburg ist im Tal der Luppode unmittelbar an der Grenze des Blattes Hasselfelde gegen Blatt Blankenburg in einem kleinen Steinbruch ein Diabas aufgeschlossen, der einen $1\frac{1}{3}$ m langen und $\frac{2}{3}$ m breiten Einschluß von gehärtetem Schiefer enthält — die dritte Dimension der eingeschlossenen Scholle war nicht festzustellen. Der Diabas ist um den Einschluß deutlich feinkörniger, der Einschluß selbst ist dunkel. Schieferigkeit ist kaum noch vorhanden, hingegen beobachtet man bei sehr aufmerksamer Betrachtung in der dichten, stumpfen, einen schwachgrünlichen Ton enthaltenden grauschwarzen Hauptmasse rein schwarze, mehr an Tonschiefer erinnernde Lagen, die auf günstig verwitterten Oberflächen runzelige Beschaffenheit aufweisen. Ungefähr 200 Schritt talabwärts, schon auf Blatt Blankenburg, steht ein deutlich schieferiger, dunkelgrauer Tonschiefer an, der auf Schiefer- und Klufflächen dunkelbraun verwittert ist. Das Gestein besitzt deutlich transversale Schieferung; im Querbruch erkennt man quer zur Schieferung in einer vorwiegenden, etwas helleren und mehr sandigen Masse glattere schwarze Lagen, deren Verlauf man, nachdem man sie im Querbruch gesehen hat, auch auf dem runzeligen Hauptbruch infolge ihrer etwas größeren Neigung zur Verwitterung als mehr oder weniger parallele Furchen verfolgen kann. Auf angeschliffenen Flächen des Querbruches, auf denen die Schieferigkeit und die durch sie hervorgerufenen Verwitterungserscheinungen nicht mehr zur Geltung kommen, erscheinen beide Gesteine durchaus gleich.

Die ursprüngliche Übereinstimmung der Scholle mit dem anstehenden Schiefer läßt sich nun durch das mikroskopische Studium der Textur beweisen. Charakteristisch für den anstehenden Schiefer ist der Wechsel der etwas sandigen helleren und der dunklen Lagen, ferner seine ausgeprägte Transversalschieferung und schließlich die Fältelung der einzelnen Schieferblätter, die durch das Vorhandensein mehrerer Schieferungsrichtungen hervorgebracht wird und besonders deutlich in den sandärmsten Lagen zu erkennen ist. In der umgewandelten Scholle sind alle drei charakteristischen Merkmale des unveränderten Gesteins nachweisbar, wenn auch der primäre Gesteinswechsel besser zu erkennen ist als die vielfach durch die Umkristallisation ganz oder bis auf

Andeutungen geschwundene Schieferung; doch lassen einzelne sandarme Lagen die ursprüngliche Schieferung noch deutlich erkennen und weisen dann Transversalschieferung und Runzelung ganz ebenso wie der unveränderte Schiefer auf. Da beide Gesteine ferner sehr feinkörnig sind, erscheinen sie in gewöhnlichem Licht und bei schwacher Vergrößerung auch im Dünnschliff recht ähnlich; das Bild ändert sich jedoch sofort, wenn man im polarisierten Licht und mit stärkeren Vergrößerungen die mineralogische Zusammensetzung vergleicht.

Der anstehende Schiefer besteht hauptsächlich aus Chlorit und hellem Glimmer in feinschuppigem Gemenge, in dem regellos und bisweilen quer gestellt größere Streifen und Putzen von hellem Glimmer sowie kleine Quarzkörnchen liegen; die schuppige Hauptmasse erscheint dunkel gefärbt durch fein verteilte organische Substanz und Eisenerz. Die blätterigen Gemengteile und besonders die dunkel färbenden Substanzen schließen sich ferner zu zahllosen dünnen und dünnsten dunklen Strängen und Häuten zusammen, die durch ihren Verlauf die verschiedenen Schieferungsrichtungen zur Anschauung bringen, und von denen vielfach eine bräunliche Verfärbung des Gesteins, besonders des hellen Glimmers ausgeht; ihre Zusammensetzung wechselt, und bisweilen scheinen die dünnsten ausschließlich oder wenigstens vorwiegend aus Eisenerz zu bestehen. Das Gestein ist mithin als sehr feinschuppiger quarzärmer Chlorit-Glimmerschiefer zu bezeichnen.

Im Gegensatz hierzu ist der Einschuß nach seiner mineralogischen Zusammensetzung ein Chlorit-Albitgestein; heller Glimmer fehlt gänzlich, und das Gestein besteht wesentlich aus sehr feinkörnigem Chlorit und sehr kleinen, farblos durchsichtigen, unregelmäßig gestalteten Körnchen, an denen infolge ihrer geringen Größe außer ziemlich niedriger Licht- und Doppelbrechung keinerlei Merkmale wahrzunehmen sind. Unter ihnen lassen sich nur die größten mit stärksten Vergrößerungen als optisch zweiaxig erkennen — daß sie Albit sind, ergibt sich unzweideutig aus der Analyse. In diesem Gemenge von Chloritblättchen und kleinen und kleinsten Albitkörnchen liegen in Körnern und Streifen dunkle Gemengteile, wesentlich schwarzes, bisweilen rot durchsichtig werdendes Eisenerz und kohlige Substanz, begleitet von sehr stark

licht- und doppelbrechenden Körnern, offenbar Titanmineralien, die aber sehr oft von einer rötlichen Eisenoxydhaut überzogen sind und sich dann leicht der Wahrnehmung entziehen. In dem größeren Teil des Gesteins treten diese Gebilde durch Zwischenräume voneinander getrennt auf, lassen aber trotzdem ihre Anordnung zu zwei Systemen mehr oder weniger paralleler Reihen deutlich erkennen; in einzelnen Streifen und Zonen bilden sie jedoch wie erwähnt, mehr zusammenhängende Häute und Lagen, die unzweideutig Schieferung nach zwei Ebenen entsprechen, wie sie den benachbarten Schiefen eigentümlich ist.

Die von der landwirtschaftlich-chemischen Versuchstation in Linz ausgeführten Analysen ergaben folgende, hier zum Vergleich nebeneinandergestellte Werte (die Analyse XIII wurde schon oben auf S. 402 mitgeteilt):

	XIII.	XV.
	Unveränderter Schiefer Luppbodetal	Schiefer- Einschluß im Diabas Luppbodetal
SiO ²	57,08	53,81
TiO ²	0,89	1,03
Al ² O ³	16,62	17,76
Fe ² O ³	4,03	5,52
FeO	6,30	5,61
MnO	0,60	0,31
MgO	3,40	4,70
CaO	0,78	0,92
Na ² O	2,29	5,89
K ² O	3,51	0,15
H ² O+	3,69	3,67
H ² O—	0,49	0,29
P ² O ⁵	0,13	0,34
SO ³	nicht vorh.	nicht vorh.
Cl	Sp.	Sp.
CO ²	Sp.	Sp.
C	0,50	0,42
Sa.	100,31	100,42

Der einzig wichtige und charakteristische Unterschied in der Zusammensetzung beider Gesteine findet sich bei den Alkalien, in dem hohen Werte für Na²O und dem Fehlen des K²O in dem Einschluß, eine Eigentümlichkeit, die hier im Diabaskontakt selbstverständlich nicht auf eine primäre Verschiedenheit hinweist, sondern auf den Einfluß des Eruptivgesteins zurückzuführen ist. Sieht man von den Alkalien ab, deren Höhe in dem anstehenden Schiefer vielleicht auch noch auf eine schwache Einwirkung des Diabases zurückgeführt werden kann, so ergibt sich volle

Übereinstimmung in allen wesentlichen Zügen: beide Schiefer sind reich an Eisen und Magnesia, arm an Kalk, und gehören, immer unter Nichtberücksichtigung der Natronmenge des Einschlusses, nach ihrer chemischen Zusammensetzung einem auch im Harz weit verbreiteten Typus an — der Einschluß ist nur primär etwas chloritreicher und demgemäß etwas basischer als der anstehende Schiefer. Man darf daher wohl mit Sicherheit annehmen, daß der Einschluß dem benachbart auftretenden Schiefer entstammt und seine vom Schiefer abweichenden mineralogischen und chemischen Eigenschaften der Einwirkung des Magmas verdankt; sollte man trotz der Ähnlichkeit der beiden Gesteine nicht die geologisch-petrographische Zusammengehörigkeit des Einschlusses anerkennen wollen, so ist doch mit aller Strenge bewiesen, daß der Einschluß ein Bruchstück eines ursprünglich normalen eisen- und magnesiareichen Tonschiefers ist, wie solche in der unmittelbaren Nähe des Diabases auftreten. Stofflich ist dieser Schiefer im Diabas durch Zufuhr von Natron und Wegnahme des Kali verändert worden, ohne daß andere Bestandteile zugeführt sind, es hat also keine Durchtränkung mit Schmelzfluß stattgefunden, sondern das Natron ist allein und durch einen Vorgang zugeführt worden, der gleichzeitig den Austritt des Kali gestattete. Die Annahme ist daher wohl berechtigt, daß Natron und Wasser aus dem erstarrenden Magma in den Schiefereinschluß eindringen, daß das Natron gegen Kali ausgetauscht wurde, und daß bei der hierdurch bedingten Umkristallisation aus dem Material der vorhandenen Tonerdesilikate — wenn man die mineralogische Zusammensetzung des anstehenden Schiefers zugrunde legt, im vorliegenden Fall des natronführenden Kaliglimmers — und dem zugeführten Natron der Albit aufgebaut wurde.

Das im Schiefer vorhandene Kali ist offenbar molekular durch Natron ersetzt worden, wie ein Vergleich der nachstehenden Molekularquotienten der Alkalien beider Gesteine zeigt:

	Schiefer	Einschluß
	XIII.	XV.
K ² O	0.0566	0.0016
Na ² O	0.0369	0.0950
Sa.	0.0935	0.0965

Der chemische Vorgang unterscheidet sich somit zwar in mehrfacher Hinsicht von dem zu Adinolen oder Adinol-

schiefern führenden: die Veränderungen beschränken sich ausschließlich auf die Alkalien — kein anderer Stoff wird zu- oder weggeführt —, und der Austausch vollzieht sich nach stöchiometrischen Gesetzen; das Verhalten des Einschlusses beweist jedoch das Vorhandensein von freiem, d. h. selbständig beweglichem Natron im Diabasmagma und das Eindringen dieses beweglichen Stoffes in die Schiefersubstanz und somit die Zulässigkeit der für die Entstehung der Adinolen und Adinolschiefer gegebenen Erklärung. Der veränderte Schiefer selbst gehört nach der oben auf S. 357 gegebenen Einteilung zur Gruppe der Natron-Horn-schiefer.

Das geschilderte Vorkommen ist genetisch noch in einer anderen Hinsicht wichtig; es widerlegt die auf S. 430 mitgeteilte Ansicht K. A. LOSSENS, daß die stoffliche Veränderung in der Nachbarschaft der Diabase unabhängig von magmatischen Vorgängen durch Dynamometamorphose hervorgerufen sei. Der Diabas des Luppbodetals, in dem der Einschluß auftritt, ist besonders stark gepreßt, trotzdem finden sich in dem Einschluß weder Anzeichen für Eindringen von Siliciumdioxyd, noch von Eisen und Kalk — der unerheblich höhere Magnesiumgehalt ist offenbar primär —; alles dieses wäre nicht möglich, wenn eine mit Zersetzungsprodukten des Diabases beladene Lösung in den Schiefer eingedrungen wäre.

Ähnliche Erscheinungen, Einwanderung von Natron aus dem Magma in einen Tonschiefer-Einschluß, sind bisher wohl nur selten und ausschließlich bei alkalireichen Magmen beobachtet worden. V. H. GOLDSCHMIDT beschreibt einen Einschluß in Nordmarkit von der Südseite des Aarvoldaa im Kristianiagebiet, ein Bruchstück eines biotitreichen Plagioklas-Diopsid-Hornfelses mit 5,56% Na_2O : „in rein chemischer Beziehung“ verhält sich das Gestein, als ob ein Teil des CaO in einem normalen Hornfels durch Na_2O ersetzt wäre“ (Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, S. 183; Anal. S. 36, Vedenskapsselskapets Skrifter I. Math. Naturv. Klasse, 1911 Nr. 10, Kristiania). In einer späteren Arbeit weist er im Kontaktgebiete des Langesundfjords, in dem schon 1890 W. C. BRÖGGER in Einschlüssen von Essexit und Rombenporphyr in Nephelinsyenit eine geringe Natronzunahme erkannt hatte (Ztschr. f. Krist., 16, S. 114—119, 1890), eine beträchtliche Natron-

zuführung für eine in einem Nephelinsyenitpegmatit eingeschlossene Linse von dunklem Sandsteinhornfels (Nordwestspitze von Store Arö) nach, betont aber ausdrücklich das Beschränktsein der Natronzufuhr „auf einige wenige Stellen an der unmittelbaren Grenze, auch hier erstreckt sie sich nur auf eine Tiefe von wenigen Dezimetern“. (Neues Jahrb. B. B. 39, S. 193 ff., 1914.) Für den Eintritt von Natron in ein anstehendes Schiefergestein in der Tiefe, also unter geologisch anderen Verhältnissen, kann auch auf die Auffassung der Entstehung der Sanidinite des Laacher Seegebiets aus kristallinen Schiefnern durch R. BRAUNS hingewiesen werden; in einem Herde alkalireichen Magmas, der unter den kristallinen Schiefnern lag und mit diesen nicht in Berührung gekommen ist, erblickt er „eine Quelle des Natrons, das den kristallinen Schiefnern zugeführt worden ist, zugleich aber auch eine Quelle für die hohe Temperatur, welche im Verein mit den Alkalien die Pyrometamorphose bewirkt hat“ (Die chemische Zusammensetzung granatführender kristalliner Schiefer-Cordieritgesteine und Sanidinite aus dem Laacher Seegebiet, Neues Jahrb. f. Min. B. B. 34, S. 85 ff., bes. S. 170, 1912.) Über geringe Anreicherung von Kali im Granitkontakt, gewöhnlich mit sehr auffallenden Schwankungen des Gehalts an Tonerde, Eisen und Magnesia verbunden, die an primäre Verschiedenheiten des Schiefers oder auch mit J. M. C. HENDERSON an verschiedenen einwirkende Verwitterung denken lassen (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 47, S. 546, 1895), berichtet O. H. ERDMANNSDÖRFFER (Zentralbl. f. Min. 1910, S. 790 ff., bes. S. 794 ff.). Umgekehrt macht A. SCHWANTKE auf die Tatsache aufmerksam, daß gerade die glasreichen Limburgite den Charakter der theralitischen Gesteinsreihe zeigen, und daß der hohe Alkaligehalt der basanitoiden Basalte wesentlich in ihrem nephelinitoiden Glas steckt. „Haben wir also hier vielleicht Pseudo-Alkaligesteine vor uns, und war es nur das unter normalen Verhältnissen entweichende Wasser, das diese Stoffe nicht wie sonst mit sich fortführte?“ (Das chemische System der Eruptivgesteine und die Theorie ihrer Genesis, Zentralbl. f. Min. 1910, S. 169 ff., bes. S. 174).

Die Zuführungswege der die Adinolisierung hervorrufenden Stoffe.

Für die Frage, auf welchen Wegen das die Adinolisierung hervorrufende Material in die Schiefer eingedrungen sei,

schemen zunächst die mit Mineralien erfüllten Klüfte, Gängchen und Spältchen in Betracht zu kommen. Eine Untersuchung dieser Gebilde in der Natur, im Handstück und im Schliff zeigt, daß diese von Mineralsubstanz erfüllten Räume keineswegs einer einzigen Gruppe angehören, sondern offenbar verschiedenen Alters und wohl auch verschiedener Entstehung sind.

Breite, ungestört verlaufende und durch geradlinige Salzbänder begrenzte Spalten, die sich vielfach gabeln, in ganze Gangsysteme auflösen und sich bei ihrem Verlauf in verschiedenen Richtungen erstreckend kreuzen, finden sich um so häufiger, je spröder das Gestein ist, am häufigsten in den vollendeten Adinolen. Schon dies zeigt, daß sie nicht mit zur Adinolisierung beigetragen haben können, sondern sich erst nach vollendeter Umwandlung der Gesteine gebildet haben müssen; für ihre Entstehung nach der Adinolisierung des Gesteins spricht außerdem sowohl ihre Mineralfüllung wie das Verhalten des Nebengesteins zu ihnen.

Ihre Mineralfüllung ist sehr wechselnd: vorwiegend findet sich Quarz, bisweilen mit Albit, der gelegentlich vorwiegen oder herrschen kann, Chlorit stellt sich nicht selten in Putzen und Häufchen wurmförmig gekrümmter Individuen ein, Kalkspat ist in einzelnen Körnern oder, wie in dem Einschluß vom Luppbodetal, herrschend und dabei auf größeren Strecken auch in gegabelten Gängen gleichmäßig angeordnet entwickelt. Für das jüngere Alter dieser Gänge sind besonders zwei Erscheinungen beweisend: niemals ist das Gestein in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Gänge irgendwie von der Hauptmasse unterschieden, nirgends findet sich ein Anzeichen von Eindringen der Gangfüllung in das Nebengestein — vielmehr enthält der Gang gelegentlich Bruchstücke des adinolisierten Nebengesteins genau von der Beschaffenheit der Hauptmasse, die mithin in dem Zustande, in dem sie sich jetzt befinden, in den Gang hineingeraten sein müssen. An diesen Feststellungen kann das gelegentliche Auftreten zunächst etwas überraschender Erscheinungen nichts ändern: bisweilen findet man in den Adinolschiefern, daß einzelne oder mehrere der dunkleren Lagen, die die ursprüngliche Schieferung des Gesteins zur Anschauung bringen, durch den Gang mehr oder weniger ungestört hindurchsetzen. Zur Entstehung dieser Gebilde muß man eine Art Splittern des Gesteins

annehmen; daß sie nichts mit der Umwandlung des Gesteins zu tun haben, beweist ein derartiger schmaler Gang in dem oben geschilderten Einschluß des Luppbodetals, der diese Erscheinung besonders ausgeprägt zeigt. Der Gang ist hier von hellen Plättchen erfüllt, die immer durch die dünnen dunklen Lagen des Schiefers begrenzt werden; die ganze Füllung besteht ausschließlich aus Quarzkörnchen, während das Gestein selbst zu den quarzärmsten des ganzen Gebietes gehört.

Diesen Gängen nahe verwandt und vielfach mit ihnen in engem geologischen Zusammenhang stehend sind unregelmäßig gestaltete Klüfte und langgestreckte Räume, die sich in den sprödesten Gesteinen, den vollendeten Adinolen, reichlich finden, und die wesentlich von Quarz und Albit in größeren Individuen erfüllt sind. Auf die Durchschnitte dieser Klüfte im Dünnschliff beziehen sich wohl die Angaben über „gröberkörnige Trümer“, bei F. ZIRKEL sogar „gröberkörnige Primärtrümer“ (II, S. 720), die seit K. A. LOSSENS Schilderung der Adinolen in den Erläuterungen zu Blatt Harzgerode (S. 36, 1882) und Blatt Wippra (S. 53, 1883) allenthalben bei der Beschreibung der Adinolen erwähnt werden, und von deren erkennbarer Zusammensetzung auf die Zusammensetzung der feinkörnigen Hauptmasse geschlossen wird (H. ROSENBUSCH, Physiographie II, 2, 1304). Daß diese „Trümer“ ursächlich mit der Adinolisierung nicht im Zusammenhange stehen, sondern jünger sind und sich erst durch Zerbrechen der spröden Adinole gebildet haben, beweist der Zusammenhang mit den geradlinigen Gängen, die Adinoleinschlüsse enthalten, und ferner das Auftreten teilweise hohler, nicht gänzlich mit Mineralsubstanz erfüllter derartiger Klüfte; sachlich ist somit der Schluß von ihrer Zusammensetzung auf die der Adinolen nicht gerechtfertigt, wenn er auch tatsächlich zu keinem falschen Ergebnis geführt hat. Möglicherweise entsprechen diese jüngeren Gänge und Kluftausfüllungen den „die Wippraer Phyllite durchschwärmenden albit- und chloritführenden Quarztrümmern in der weiteren Umgebung der Diabaslager“ (Erläuterungen zu Blatt Wippra S. 56); ihre Mineralfüllung läßt sich vielleicht auf die „Zerlegungsprodukte des Diabas... auf dem Wege der Regionalmetamorphose“, aber auch, wie ich im Gegensatz zu LOSSEN hinzufügen möchte, auf die der Kontaktprodukte des

Diabases zurückführen, die jedoch ihrerseits, gleichfalls im Gegensatz zu Lossens Auffassung, von diesen jüngeren, durch die Gebirgsbildung in Bewegung gesetzten Lösungen in keiner Weise nennenswert beeinflußt worden sind. (Vgl. oben S. 430 und Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 39, S. 509, 510, 1887.)

Vereinzelt finden sich ferner besonders in den weniger stark veränderten Schiefen — am schönsten in dem Einschluß im Luppbodetal — ganz unregelmäßig durch das Gestein verlaufende Gängchen, die in ihrer Richtung und in ihrer Mächtigkeit stark wechseln, gelegentlich verdrückt sind, sich auch ganz auskeilen, linsenförmig anschwellen und fast ausschließlich von Quarz erfüllt sind. Diese Gängchen sind offenbar älter als die Adinolisierung, sie müssen ihren unregelmäßigen Verlauf vor der Beeinflussung des Schiefers durch den Diabas erworben haben, kommen also gleichfalls, wenn auch aus entgegengesetzten Gründen wie die Quarz-Albit-Gänge, für die Adinolisierung selbst nicht in Betracht.

Im Gegensatz zu diesen durch ihre helle Färbung stets im Handstück oder, wenn sie hierfür zu dünn sind, wenigstens im Schliff durch ihre Wasserklarheit deutlich erkennbaren und gegen das Gestein scharf abgesetzten Gängen wird man auf dünne Streifen nur bei sorgfältiger Betrachtung der Schliffe bei gekreuzten Nikols aufmerksam; im Gestein selbst und im Schliff ohne Analysator nimmt man sie überhaupt nicht wahr. Ganz kleine Albite sind, ohne sich in deutlichen Gegensatz zur Textur der Adinolen oder Adinolschiefer zu stellen, längs mehr oder weniger gerade verlaufenden Linien angeordnet; die Linien setzen unbeeinflußt auch durch die trüben Lagen hindurch, nur sind die Albite hier reicher an trübenden Einschlüssen, so daß sie sich im gewöhnlichen Licht von der trüben Lage nicht unterscheiden. Die Entstehung dieser Albitstreifen hängt offenbar mit der Entstehung der Kontaktgebilde auf das engste zusammen: die Stoffe, die das vorhandene Schiefermaterial in Albit umwandelten, drangen hier auf den feinen Rissen quer und unregelmäßig gegen die Texturebenen des Schiefers ein; gleiche Vorgänge spielten sich ganz unverhältnismäßig leichter parallel den Texturflächen ab und bewirkten von hier

aus die Adinolisierung des Schiefers. Auf diese Weise erklärt sich auch das eigentümliche allmähliche Verschwinden der Schiefersubstanz und ihr Übergang in die Substanz der Adinolen innerhalb der einzelnen Lagen, wie es oben mehrfach geschildert und abgebildet wurde, und auch der Wechsel zwischen weniger veränderten Schiefen und Adinolen bereitet bei dieser Annahme der Vorstellung ebensowenig Schwierigkeiten wie das bisweilen scheinbar injektionsartige Auftreten der Adinolen und ihre teilweise ganz unregelmäßige Verknüpfung mit weniger veränderter Tonschiefersubstanz.

Abweichende Anschauungen über die Entstehungsweise der Adinolen.

Bei der Beschreibung der Kontaktgebilde des Dornkopfs wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß die veränderten Gesteine Schieferstruktur besessen haben müssen, bevor die Kontaktmetamorphose auf sie einwirkte, und daß die Schieferungsebenen für das eindringende Material vielfach von Bedeutung waren. Diese Feststellung steht in ausgesprochenem Gegensatz zu der Auffassung EM. KAYSERS, der annimmt, daß in diesen Gebilden bei der kontaktmetamorphen Einwirkung der Diabase „chemische Neubildungen sehr wahrscheinlich durch einen noch wesentlich plastischen Zustand des Sediments erleichtert wurden. Die der Schichtung überall konformen Lagerungsverhältnisse der Diabase nämlich, welche alle Windungen und Knickungen der Schiefer mitmachen, lassen darauf schließen, daß die Diabase zu einer Zeit in die Sedimente eindringen, als diese noch plastisch genug waren, um ihnen kein großes Hindernis entgegenzusetzen, somit auch keine wesentliche Störung in ihrem Baue zu erfahren. Noch wahrscheinlicher aber wird die Entstehung der Diabase bald nach oder während des Absatzes der Sedimente, jedenfalls aber vor der Aufrichtung derselben, durch die bereits im Eingange betonte Tatsache, daß die Diabase nicht regellos im alten Gebirge zerstreut liegen, sondern ihre ganz festen Niveaus mit ebenso bestimmten petrographischen Charakteren einhalten. Befanden sich nun die ursprünglichen Sedimente noch im Zustande plastischer Tone, als das Eindringen der Diabase erfolgte, so konnten unter den gemachten Voraussetzungen Umwandlungen um so leichter vor sich gehen.“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 22, S. 161, 162, 1870.)

Diese von EM. KAYSER scharf hervorgehobenen geologischen Verhältnisse geben Veranlassung, auf einen ganz abweichenden Erklärungsversuch der Diabaskontaktgesteine einzugehen, der im Verlaufe der Untersuchungen des Dornkopf-Kontakts immer wieder in das Bereich der Möglichkeit zu rücken schien; es bedurfte wiederholter Durcharbeitung des ganzen Materials, bis ich ihn als dauernd beseitigt betrachten konnte.

Von den ersten Untersuchungen K. A. LOSSENS an betont die Harzgeologie immer wieder das Auftreten der Diabaslager gerade in den Wissenbacher Schiefeln; einem unbefangenen Beobachter muß es nun von vornherein auffallend erscheinen, daß sich Diabasintrusionen ausschließlich auf eine bestimmte Stufe beschränkt haben sollen. Hierzu kommt, daß das Auftreten von echten Lagergängen zwar von niemandem bezweifelt werden kann und tatsächlich nicht bezweifelt wird, daß aber ihre Entstehungsweise der Vorstellung immer Schwierigkeiten bereitet: von K. A. LOSSEN bis zu R. LEPSIUS haben alle Forscher, die sich mit den intrusiven Harzdiabasen beschäftigt haben, angenommen, daß die Sedimente, welche in die Diabase eindringen, noch schlammig oder weich waren, und E. REYER hat auf Grund von Experimenten sogar den seiner Ansicht nach allgemein gültigen Satz ausgesprochen, daß „Lagergänge . . . ausschließlich an durchwässerte, schlammige Schichten (sog. schwimmendes Gebirg) gebunden“ seien (Geologische Prinzipienfragen, S. 81, Leipzig 1907). Andererseits finden sich in den Wissenbacher Schiefeln echte Effusivgesteine; ein derartiges Vorkommen tritt am Westabhang der Trageburg auf, einer zwischen Rappbode und Großem Mühlental unmittelbar an der Südgrenze des Blattes Elbingerode gelegenen Höhe, und erweist sich als ein typischer Diabasporphyr mit Mandelsteintextur, der auf das engste mit einem sehr eigentümlich aussehenden, aus kleinen, weißlichgrauen und bräunlichschwarzen, rundlichen und langgestreckten Bröckchen aufgebauten Gebilde verknüpft ist. Unter dem Mikroskop vermindert sich der Unterschied der verschieden gefärbten Bröckchen; beide Arten sind Lapilli aus hellerem oder dunklerem, teilweise zersetztem Glas mit deutlichen Fluidalerscheinungen, untergeordnet gesellen sich zu ihnen spilitisch und porphyritisch struierte Bröckchen — es liegt somit ein deutlicher, teilweise an Palagonit erinnernder Tuff vor.

Dieser von Tuffen begleitete Diabaserguß findet sich in der nächsten Nähe von Diabasen mit Spilositkontakt und von Porphyroiden, d. h. von Keratophyrtuffen; es lag daher nahe zu versuchen, ob sich die Beziehungen der Diabase zu ihren Nebengesteinen nicht auch unter der Annahme erklären lassen würden, daß die Diabase in ihrer Mehrzahl nicht intrusiv, sondern submarine Ergüsse seien, wie es F. RINNE für einen großen Teil der Diabase in den gleichaltrigen Schiefen der Umgebung von Goslar angenommen hat (Neues Jahrb. B. B. X, S. 363 ff., bes. S. 366), allerdings nur, soweit diese nicht doppelseitige (und übrigens niemals erhebliche) Kontaktwirkungen aufweisen. Daß bei den hier in Betracht kommenden Diabasen Kontakterscheinungen nicht nur im Liegenden, sondern auch im Hangenden häufig sind, war für sich allein noch kein zwingender Gegenbeweis. Bei der chemischen Übereinstimmung von Adinole und Quarzkeratophyr könnte man für die adinolartigen Gesteine an den Diabas begleitende saure Tuffmassen denken, die teils allein, teils mit Sediment gemischt und später dynamometamorph beeinflußt, porphyroidartige Massen gebildet hätten, man könnte auch in der Art, wie CH. BARROIS entsprechende Erscheinungen an den von ihm für Decken gehaltenen Diabasen von Menez-Holm erklärt, annehmen, daß die metamorphen Gebilde im Hangenden einer Diabasdecke tatsächlich das Liegende der nächstfolgenden seien und somit die beiderseitige Veränderung nur vorgetäuscht sei (Mémoire sur les Éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom, Finistère S. 39, Bull. d. Serv. de la Carte Géol. de la France No. 7, Décembre 1889, Paris 1890); man könnte endlich auch die Annahme E. REYERS nicht unmittelbar von der Hand weisen, daß auch ein Erguß das auf ihm sich rasch abgelagernde Sediment gewissermaßen diagenetisch durch Wärme und eindringende flüchtige Bestandteile zu verändern vermöge (a. a. O. S. 65 ff.), falls der petrographische Befund für eine oder die andere Deutungsweise sprechen sollte.

Zunächst scheinen auch wirklich einige mikroskopische Beobachtungen einer derartigen Annahme günstig zu sein. Schon bei der ersten Durchsicht des Materials fielen in den Adinolen außerordentlich tuffähnlich aussehende Lagen auf; in dem feinkörnigen Albit-Quarz-Mosaik liegen

größere Quarzsplitter und im Schliff rundlich, länglich, auch unregelmäßig begrenzte Durchschnitte durch Gesteinstückchen von der Zusammensetzung der Tonschiefer, die man unwillkürlich auf isolierte Brocken zurückführt. Es bedurfte eingehender Untersuchung und vieler Vergleiche, bis sich die Erscheinung in anderer Weise klärte: die im Schliff wie Durchschnitte durch isolierte Tonschieferbröckchen erscheinenden Massen gehören tatsächlich zusammenhängenden, stark gefalteten Tonschieferlagen an, die nur durch die Schnittlage eine Selbständigkeit vortäuschen, oder sind Reste von solchen, und die Quarzsplitter sind klastische Bestandteile des umgewandelten Tonschiefers. Auch unter den Spilositen fanden sich Gebilde, die zunächst an umkristallisierte palagonitähnliche Gebilde denken ließen; bei ihnen gelang es jedoch leicht, die ursprüngliche Schiefernatur in jedem Falle zu erkennen. Entscheidend gegen diese und jede ähnliche Möglichkeit war jedoch der Nachweis, daß in allen in Frage kommenden Gesteinen die Schieferung älter ist als der gegenwärtige, für die Adinolgesteine charakteristische Mineralbestand, und daß auch die scheinbar massigen vollendeten Adinolen Schiefereinlagen enthalten und selbst in ihrer streifigen Textur die Reste ehemaliger, durch die Adinolisierung verwischter Schieferung unzweideutig erkennen lassen.

Durch diese Feststellung erledigt sich auch die von R. LEPSIUS für das Wesen der Adinolen vertretene, von allen Erklärungsversuchen am weitesten abweichende Ansicht.

R. LEPSIUS bestreitet überhaupt eine stoffliche, die Adinolisierung verursachende Beeinflussung der Nebengesteine durch die intrusiven Diabase: „Eine Anreicherung der Kontaktgesteine mit Natronsilikat oder mit anderen Stoffen hat hier nicht stattgefunden. Vielmehr sind die in den unveränderten Schiefen, deren chemische Zusammensetzung natürlich wie bei allen Sedimenten in den verschiedenen, am Diabas abstoßenden Schichten und Zonen stark schwankt (der Gehalt an SiO_2 z. B. von 50—75%, an Alkalien von 5—10% usw.), vorhandenen klastischen Mineralstoffe nach vorausgehender teilweiser Lösung umkristallisiert worden; es ist dadurch das vorher rein klastische Gestein umgewandelt worden, welches nach dieser Auskristallisierung

nun im wesentlichen aus Quarz, Albit, Rutil (auch Anatas) und Sericit (auch Chlorit) besteht. Als lösende Agentien betrachten wir die aus dem stark durchwässerten Magma des erumpierenden Diabases in die umgebenden Schiefer eindringenden heißen Wasser; aus solcher Lösung kristallisierten die neuen Mineralien bei abnehmender Wärme aus, oder vergrößerten sich die im Schiefer nicht gelösten Mineralteile durch neu anschießende Substanz.“ (Geologie von Deutschland, zweiter Teil S. 332.)

Diese Auffassung scheint mir durch die Ergebnisse der Untersuchung des Dornkopfkontakts völlig widerlegt, ganz abgesehen davon, daß R. LEPSIUS keine Erklärung versucht, weshalb gerade primär natronreiche Schiefer im Harz so oft das Liegende oder Hangende der intrusiven Diabaslager bilden; auch die Häufigkeit der gleichen Erscheinung in anderen Gebieten außerhalb des Harzes läßt er bei seinem Erklärungsversuch unberücksichtigt.

Vergleich der Dornkopf-Kontaktgesteine mit anderen Diabaskontakten.

Die Untersuchung des Dornkopfkontaktes hatte gelehrt, daß die Umwandlung der Glieder einer einzigen Kontaktzone chemisch-geologisch auf verschiedenen, wenn auch verwandten Wegen sich vollzogen habe; es sollen jetzt andere Diabaskontaktzonen, von denen in der Literatur chemische Untersuchungen vorliegen, in dieser Hinsicht geprüft werden. Die Untersuchung schließt auch hier zunächst die echten Spilosite (und Desmosite im engeren Sinne) aus; aber trotz dieser Einschränkung ergibt sich auf engem Raume und bei eng begrenzten Möglichkeiten eine überraschende Mannigfaltigkeit, die sich besonders bei den chemisch weniger stark veränderten Gliedern geltend macht. Um so auffallender wirkt dann die chemische Gleichartigkeit des verbreitetsten Endprodukts, der echten Adinole, deren chemische und mineralogische Zusammensetzung tatsächlich von der Beschaffenheit der von der Adinolisierung erfaßten Schiefer unabhängig ist.

Kontaktgebilde der Wissenbacher Schiefer (Harz).

1. Kontaktgesteine des Mittelkopfs.

Von der dem Dornkopf benachbarten Höhe, dem Mittelkopf, teilt EM. KAYSER in seiner bekannten Arbeit drei

zusammengehörige Analysen mit, hier unter 24—26 aufgeführt (a. a. O. S. 136, 137, Anal. XII, XIII, XIV); die Gesteine von 24 und 25 (Em. K. XII und Em. K. XIII) „liegen nahe nebeneinander, nur einige Fuß vom Diabas entfernt, XIV dagegen etwa 60 Fuß von den beiden vorigen“. XII ist ein „halbhartes feinkörniges, schmutzigbraunes Gestein mit dickplattiger Absonderung“, XIII ein „mäßig hartes, grobschieferiges grünlichgraues Gestein mit undeutlich flaserigem Gefüge und zahlreichen kleinen, unbestimmt gestalteten Konkretionen“ und XIV ein „wenig harter grüner Schiefer“, der von der Metamorphose offenbar nicht oder nur sehr schwach erfaßt ist.

	24. (= Em. KAYS. XII)	25. (= Em. KAYS. XIII)	26. (= Em. KAYS. XIV)
	Halbhartes, feinkörniges Gestein, nahe am Diabas	Mäßig hartes, grobschieferiges grüngraues Gestein, nahe am Diabas	Wenig harter grüner Schiefer ungefähr 20 m vom Diabas
SiO ²	61,82	61,55	53,70
Al ² O ³	16,46	13,98	15,43
Fe ² O ³	0,33	4,55	7,14
FeO	5,22	4,33	6,86
MnO	0,12	Sp.	Sp.
MgO	4,90	3,63	5,48
CaO	1,82	1,70	1,72
Na ² O	4,81	5,60	2,00
K ² O	3,51	1,01	2,07
H ² O	1,90	3,47	5,06
Org. Subst.	—	vorh.	vorh.
Sa.	100,89	99,85	99,46

In überraschender Weise wiederholen die Gesteine aus der unmittelbaren Nachbarschaft des Diabases die chemischen Eigentümlichkeiten der Zone I des Dornkopfkontaktes: das dem Diabas zunächst liegende Gestein weist trotz starker Zunahme der Alkalien und des Siliciumdioxids eine nur sehr unerhebliche Abnahme der Magnesia neben bedeutender Abnahme des Eisens und eine Zunahme der Tonerde auf, stimmt also in allen charakteristischen Eigenschaften mit dem Adinolphornfels I des Dornkopfs überein — alles deutet auf Durchtränkung mit einem leichtflüssigen, wesentlich feldspatigen, aplitischen Partialmagma aus dem Diabas, das hier auch in erheblicher Menge Kali enthalten haben muß. Das benachbarte Gestein Em. K. XIII weist, ganz entsprechend den Verhältnissen am Dornkopf, bei zunehmendem Gehalt an SiO², der hier durch den höheren Wassergehalt in den Analysenzahlen nicht in Er-

scheinung tritt, weniger Tonerde und besonders weniger Magnesia auf, gehört also zur Gruppe der durch mehr hydratopyrogene und weniger magmatische Einwirkung entstandenen Adinolschiefer und zwar, wie der hohe Wassergehalt und der hohe Eisengehalt zeigt, zur Gruppe der trotz bedeutender Natronzuführung in ihrer Entwicklung nicht sehr weit fortgeschrittenen Gesteine; hierfür spricht auch die kurze, oben mitgeteilte Beschreibung des Gesteins durch EM. KAYSER.

2. Verkieselter Schiefer vom Mittelkopf.

Wie schon oben auf S. 359 erwähnt wurde, findet sich am NW-Abhang des Mittelkopfs ein eigentümliches, durchaus wie eine Adinole aussehendes Kontaktprodukt, das jedoch nach seiner chemischen Zusammensetzung nicht zu den Adinolgesteinen gehört.

Die in der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation Linz ausgeführte Analyse ergab:

XVI.	
Verkieselter Schiefer	
NW.-Abhang des Mittelkopfs	
SiO ²	88,66
TiO ²	0,15
Al ² O ³	2,95
Fe ² O ³	3,41
FeO	1,18
MnO	0,14
MgO	0,81
CaO	0,48
Na ² O	0,67
K ² O	0,79
H ² O+	1,01
H ² O—	0,07
P ² O ⁵	0,24
CO ²	—
SO ³	—
Cl	—

Sa. 100,56

Das Gestein ist schwarz, ganz dicht und im Querbruch von einem schwarzen Kieselschiefer nicht zu unterscheiden, mit dem es den hornartigen Glanz, den im großen ebenen bis muscheligen, im kleinen splinterigen Bruch teilt. Nach diesem Aussehen und nach dem Ergebnis der Analyse könnte man tatsächlich an einen Kieselschiefer denken; im Hauptbruch, dem parallel eine unregelmäßige Bankung verläuft, tritt jedoch die Entstehung aus einem Tonschiefer

deutlich hervor: auf den fein gefältelten und gerunzelten Flächen liegt noch ein phyllitischer Glanz, und zahlreiche silberglänzende Pünktchen eines Glimmerminerals, die das unbewaffnete Auge gerade noch wahrnehmen kann, leuchten auf — sie fehlen auch dem Querbruch nicht gänzlich.

Während im Handstück nur schwache Andeutungen einer Bänderung parallel dem Hauptbruch festzustellen sind, und auch angeschliffene Flächen einen völlig homogenen Eindruck machen, erscheint der Dünnschliff schon dem unbewaffneten Auge aus einer sehr großen Zahl feinsten dunkler und heller Lagen aufgebaut. Die einzelnen Lagen sind nicht eben, sondern in sich fein gewellt und flaserig mit den Nachbarlagen verknüpft, und durch das wechselnde Mengenverhältnis der hellen und der dunklen Lagen in Komplexen von einigen Millimetern Dicke entstehen die im Handstück wahrnehmbaren Andeutungen einer größeren Bänderung, die jedoch im Mikroskop vollständig hinter dem Wechsel der feinen Lagen zurücktritt. Der Schliff gestattet ferner dem unbewaffneten Auge eine sehr interessante Beobachtung: die einzigen direkt oder mit der Lupe wahrnehmbaren Bestandteile sind Erzkörnchen mit einem Durchmesser von einem Bruchteil eines Millimeters, die wegen ihrer auf Oktaeder und Würfel deutenden Querschnitte als Magnetit angesprochen werden können. Wo diese Kriställchen im Gestein liegen, sind sie von einem hellen Hofe umgeben, der durch Schwächerwerden und teilweise durch Verschwinden der dunklen Streifen entsteht: offenbar hat in den Kriställchen eine Konzentration des die Streifen färbenden Eisens stattgefunden, eine Annahme, die das mikroskopische Studium des Schliffs bestätigt.

Das Mikroskop lehrt ferner, daß die farblosen Gesteinsteile offenbar verschiedener, scharf zu unterscheidender Herkunft sind. Linsenförmige Lagen, die flaserig von den übrigen Gesteinsmassen umzogen werden, sind frei von Erz und trübenden Bestandmassen, bestehen aus zwar immer noch sehr kleinen, aber doch beträchtlich größeren Körnchen, als das übrige Gestein, und scheinen sich ausschließlich aus Quarz aufzubauen; sie entsprechen offenbar den Quarzlagen eines feinkörnigen flaserigen phyllitischen Tonschiefers und sind durch die Kontaktmetamorphose des Gesteins nicht berührt. Von den dünnen, weiter aushaltenden, aber etwas unregelmäßig verknüpften Lagen, die diese Linsen feinflaserig umziehen, bestehen die

hellen aus einem feinsten Mosaik farbloser Substanzen, wohl Quarzkörnchen, in innigstem Gemenge mit sehr wenig tonigen Substanzen und kleinen Erzkörnchen; diese färbenden und trübenden Substanzen nehmen in den dunklen Lagen zu, bisweilen so stark, daß man Erzstränge verknüpft mit tonigen Massen zu sehen glaubt, doch überzeugt man sich an dünnsten Stellen mit stärksten Vergrößerungen, daß auch in ihnen das farblose Grundgewebe der hellen Lagen eine sehr erhebliche Rolle spielt. Die Erze sind in sehr kleinen schwarzen Körnchen entwickelt, die besonders dicht zusammentreten; an einigen Stellen breitet sich durch beginnende Verwitterung von diesen Körnchen ausgehend streifenweise ein rötlichbrauner Schleier über das Gestein. In den eisenschüssigen Lagen finden sich größere Blätter eines hellen Glimmers recht zahlreich, den Lagen parallel, sodaß im Schnitt lange Streifen der Richtung der Lagen folgen; die gleichen Glimmer finden sich viel spärlicher auch regellos im Gestein, den auch im Querbruch erkennbaren silberglänzenden Pünktchen entsprechend. Diese Glimmerblättchen nehmen gern einen lichtbräunlichen Ton an, der bisweilen tiefer wird; mit der Zunahme der Farbe ist starker Pleochroismus verbunden.

Versucht man die Einwirkung der Kontaktmetamorphose festzustellen, so kann man auf sie mit Sicherheit die Entstehung des feinstkörnigen Quarz-Grundgewebes zurückführen. Die Quarzlin sen und offenbar die verhältnismäßig großen Glimmerblätter gehören dem Phyllit an, haben sich also bei der Schieferung des Sediments vor dem Eindringen des Diabases gebildet; auf den gleichen Vorgang möchte ich die Entstehung der größeren Magnetite und somit überhaupt die Umwandlung des Erzes in Magnetit zurückführen. Die Einwirkung des Diabases besteht somit hier lediglich in der Zufuhr von SiO_2 und der Wegführung und Verdrängung aller übrigen Bestandteile, somit im starken Gegensatz zur Adinolisierung nicht nur des Eisens und der Magnesia, sondern auch der Tonerde und sogar der Alkalien. Das Ergebnis der Einwirkung des Diabases ist hier somit kein Adinolgestein, sondern ein verkieseltes Schiefer.

Das Verhalten silurischer Harzschiefer im Diabaskontakt.

In zwei anderen, gleichfalls durch EM. KAYSER bekannt gewordenen Vorkommen haben die intrudierten Diabase,

wie die neuere Harzgeologie gelehrt hat, Silurschiefer kontaktmetamorph verändert; es sind dies die Vorkommen von der Hochfläche südwestlich von Allrode (Blatt Hasselfelde), besonders durch die Einschnitte der Quellbäche der Luppode in der nächsten Nähe des Ortes gut aufgeschlossen, und die Kontaktgebilde vom Rabenstein bei Hasselfelde (Blatt Hasselfelde); ihrer Besprechung sollen einige Bemerkungen über Harzer Silurschiefer vorangehen.

1. Silurschiefer des Harzes.

Aus der Beschreibung der Harzer Silurgesteine, beispielsweise in den Erläuterungen zu Blatt Harzburg und Blatt Riefensbeek, geht nach den Schilderungen O. H. ERDMANNSDÖRFFERS ohne weiteres die petrographisch sehr abwechslungsreiche Zusammensetzung dieser Gruppe hervor; auf einen starken Wechsel der Zusammensetzung deuten auch, selbst wenn man von den hier nicht in Betracht kommenden Quarziten absieht, die allerdings nur spärlichen Analysen der unveränderten Gesteine.

Von Allrode analysierte EM. KAYSER einen unveränderten „weichen, dunkelblauen, feingefalteten Tonschiefer mit äußerst kleinen weißen Glimmerblättchen in der Grundmasse“ Anal. 27 (a. a. O. S. 119, Anal. III); das Gestein schließt sich durch seinen hohen Gehalt an SiO_2 und an Alkalien direkt an den Schiefer vom Mittelkopf (vgl. S. 401) an. Ähnlich zusammengesetzt, wenn auch nicht so reich an Alkalien, aber auffallend reich an organischer Substanz, ist ein schwarzer Schiefer aus der Nähe des Rabensteins bei Hasselfelde, den ich in der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation Linz untersuchen ließ (Anal. XVII), und dessen Beschreibung weiter unten folgen soll; ein Vertreter basischerer, an Tonerde viel reicherer und an Alkalien ärmerer Gesteine, nach Art des Wissenbacher Schiefers vom Gitzhügel, ist der im Granitkontakt zu dichtem Hornfels umgewandelte Wetzschiefervon den Lerchenköpfen (Blatt Harzburg), dessen Analyse O. H. ERDMANNSDÖRFFER in den Erläuterungen (S. 167, Anal. I) mitteilt (Anal. 28).

Wenn somit auch die Zahl der Analysen von Harzer Silurschiefern zu klein ist, um endgültige Schlüsse zu erlauben, und Schiefer von mittlerem Gehalt an SiO_2 und mittlerem Tonerdegehalt mit viel Eisen und Magnesia

nach Art des Dornkopf-Schiefers in unveränderter Gestalt analytisch bis jetzt noch nicht nachgewiesen sind, so ist jedenfalls kein durchgreifender Unterschied in der Zusammensetzung der Wissenbacher und der Silur-Schiefer festzustellen. Kieselsäurereiche und basischere tonerdereiche Schiefer treten in beiden Gebirgsgliedern auf; vielleicht spielen unter den Silurschiefern kalireichere Gesteine eine etwas größere Rolle, wofür auch die Zusammensetzung eines der stark veränderten Kontaktgebilde vom Rabenstein bei Hasselfelde zu sprechen scheint.

	27.	XVII.	28.
	(= Em. K. III) Weicher dunkel- blauer Ton- schiefer Allrode	Schwarzer Schiefer, nahe beim Raben- stein, Hassel- felde	(= O. H. Erdmanns- dörffer a. a. O. Anal. 1) Wetzschiefer, zu Hornfels umge- wandelt, Lerchen- köpfe, Bl. Harzburg
SiO ²	69,27	66,59	52,56
TiO ²		0,59	0,73
Al ² O ³	13,12	12,01	25,18
Fe ² O ³	0,62	} 6,89	(als FeO bestimmt) 5,55
FeO	5,24		
MnO	0,09	0,28	—
MgO	1,36	2,06	0,69
CaO	0,12	1,44	0,21
Na ² O	2,25	1,90	1,36
K ² O	4,31	2,12	2,98
H ² O+	} 3,36	0,74	} 7,29
H ² O—		0,65	
P ² O ⁵	nicht best.	0,17	0,12
SO ³	nicht best.	nicht vorh.	0,10
CO ²	0,04	nicht vorh.	nicht vorh.
Cl	0,62 (FeS ²)	nicht vorh.	nicht best.
Org. Subst.	vorh.	4,78 (Bitumen)	0,42
	Sa. 100,40	100,22	99,98
	Anal.: EM. KAYSER	Versuchsstation Linz	FISCHER

Äußerlich ist das Gestein vom Teich nahe beim Rabenstein (Hasselfelde) ein schwarzgrauer, schwachglänzender, nicht sehr ebenschiefriger Tonschiefer, der auf Klufflächen parallel und schief zum Hauptbruch durch Eisenoxydhydrat stark braun und rot gefärbt ist. Mit der Lupe erkennt man auf dem Querbruch des dichten Gesteins einen unregelmäßigen Wechsel heller und dunkler Lagen; im Dünnschliff wird die Erscheinung schon für das unbewaffnete Auge sehr deutlich, und zwar wechseln nicht nur einerseits dunkelgraubraune, anderer-

seits weißlichgraue bis ganz lichtbräunlich gefärbte dünne Lagen flaserig miteinander ab, sondern in breiteren Streifen reichern sich die dunkleren Lagen stärker an, so daß hellere und dunklere Zonen entstehen, die sich durch ihren geringeren oder höheren Gehalt an dunklen Lagen unterscheiden.

Die hellen Lagen erscheinen im durchfallenden Licht unter dem Mikroskop lichtgrau bis bräunlich, bei gekreuzten Nikols sieht man mit mittleren Vergrößerungen nur sehr zahlreiche kleine Glimmerblättchen und viel spärlicher Durchschnitte durch farblose Körnchen von Quarzhabitus in der grauen Hauptmasse liegen. Erst mit stärkeren Vergrößerungen und starker Beleuchtung¹⁰⁾ gelingt es, die Masse aufzulösen: die Zahl der Glimmerblättchen und Pünktchen nimmt etwas, die der Quarzkörnchen erheblich zu, eine bedeutende Rolle spielen kleinste grünliche Blättchen und Pünktchen vom Chlorithabitus, ferner erweisen sich eine Anzahl scheinbar opaker Körnchen als stark lichtbrechend, und schließlich ist dunkelbraunes Erz in Körnern und Staub neben sehr bedeutenden Mengen organischer Substanz reichlich vorhanden. Ob in diesem feinstkörnigen und feinstblättrigen Gemenge noch Tonsubstanzen in nennenswerter Menge vorhanden sind, läßt sich nicht entscheiden, doch können sie in keinem Fall trotz des etwas tonigen Geruchs des Gesteins eine beträchtliche Rolle spielen.

Die dunklen Lagen sind aus den gleichen Komponenten zusammengesetzt, nur nimmt an ihrem Aufbau organische Substanz und Erz einen sehr viel größeren, örtlich bis zu scheinbarer Verdrängung der hellen Bestandteile anwachsenden Anteil, wie man sofort aus dem Zurücktreten der größeren Glimmerblättchen sieht. An dünnsten Stellen überzeugt man sich aber, daß neben den dunklen Massen und den stark lichtbrechenden Körnchen auch die Gemengteile der hellen Zonen reichlich vorhanden sind; sie scheinen in geringerer Menge entwickelt zu sein, da sie das undurchsichtige Erz vielfach verhüllt. Die Menge des Erzes erscheint durch vielfache Umwandlung in Eisenoxydhydrat noch erheblicher, als sie tatsächlich ist; bemerkenswert ist das nicht spärliche Auftreten von Rhomboedern, die von unregelmäßig angeordneter, bräunlich durch-

¹⁰⁾ Tageslicht genügte nicht; eine Auerlampe, deren Licht unmittelbar auf den Spiegel fiel, bewährte sich gut.

scheinender Substanz erfüllt sind, gelegentlich noch Doppelbrechung aufweisen und somit die ehemalige Anwesenheit von Eisenkarbonat erkennen lassen.

2. Kontaktzone von Allrode.

Das Kontaktgebiet von Allrode wird in der geologischen Literatur sehr häufig erwähnt; das von EM. KAYSER (a. a. O. S. 118) mitgeteilte Profil ist in zahlreiche geologische und petrographische Lehrbücher übergegangen. Für die hier behandelte Frage besonders wichtig ist die Ähnlichkeit aller Verhältnisse mit den entsprechenden Erscheinungen vom Mittelkopf: Auch hier ist, wie die Anal. 27 (EM. K. III) zeigt, das unveränderte Gestein, „ein weicher dunkelblauer feingefalteter Tonschiefer mit äußerst kleinen weißen Glimmerblättchen“, reich an Alkalitonerdesilikaten und Quarz, und wie am Mittelkopf fehlen die weniger stark veränderten Kontaktgebilde; „halbharte Gesteine sind nicht entwickelt. An die harten schließen sich unmittelbar unveränderte feingefaltete Tonschiefer an, die hier ausnahmsweise frisch erscheinen.“

Von den Kontaktgebilden hat EM. KAYSER eine helle (Anal. 29 = EM. K. I) und eine dunkle Adinole (Anal. 30 = EM. K. II) untersucht; die Analyse der hellen, die er als „sehr hartes hellgraues hornsteinähnliches Gestein mit halbmuscheligen Bruch“ bezeichnet, weist auch chemisch durchaus den Habitus einer höchstentwickelten Adinole auf, doch kann sie über diese Feststellung hinaus hier nicht weiter berücksichtigt werden, da ihr Tonerdegehalt (11,80%) zur Sättigung der Alkalien (Na_2O 7,59%, K_2O 0,61%) nicht ausreicht, mithin zweifellos ein Analysenfehler vorliegt. Vergleicht man Analyse 30 (= EM. K. II), ein „hartes dunkelblaues Gestein mit splitterigem bis kleinmuscheligen Bruch“, mit der chemischen Zusammensetzung des unveränderten Tonschiefers (27 = EM. K. III), so ergibt sich chemisch nur eine Zuführung von Natron, die den größten Teil des Kali verdrängt hat, aber größer ist als die äquivalente Menge Kali, und außerdem eine Fortführung von Eisen; die Zunahme von SiO_2 und Al_2O_3 bei den Analysenzahlen ist nicht durch tatsächliches Wachstum, sondern rechnerisch durch Austritt des Wassers und des größten Teils des Eisens hervorgerufen, die chemische Änderung mithin nicht sehr stark.

Kontaktzone von Allrode
 (a. a. O. S. 119)

	29. (= Em. K. I) Sehr harte hellgraue Adinole	30. (= Em. K. II) Harte dunkel- blaue Adinole	27. (= Em. K. III) Weicher dunkel- bläuer Tonschiefer
SiO ²	75,25	73,74	69,27
Al ² O ³	11,80	14,81	13,12
Fe ² O ³	Sp.	0,02	0,62
FeO	1,76	1,31	5,24
MnO	—	0,11	0,09
MgO	1,57	1,29	1,36
CaO	0,32	0,61	0,12
Na ² O	7,54	5,47	2,25
K ² O	0,61	1,51	4,31
H ² O	0,81	0,70	3,36
CO ²	—	—	0,04
FeS ²	0,49	0,84	0,62
Org. Subst.	—	vorh.	vorh.
	Sa. 100,15	100,41	100,40
	Anal.: EM. KAYSER	EM. KAYSER	EM. KAYSER

Die durch den hohen Alkaligehalt des Tonschiefers hervorgerufene Annahme, daß in dem unveränderten Sedimentgestein von Allrode vor der Adinolisierung Feldspat in erheblicher Menge vorhanden gewesen sei, wurde durch die Untersuchung einer hellen Adinole von Allrode aus der ROSENBUSCHSchen Schliffsammlung bestätigt. Das Gestein ist eine ziemlich vollkommen entwickelte Adinole, in der, wie bei einzelnen Vorkommen vom Dornkopf und vom Gitzhügel, in der sehr feinkörnigen Hauptmasse verhältnismäßig große Quarze und Feldspate von deutlich klastischer Umgrenzung auffallen. Neben diesen sieht man häufig im Vergleich zu den übrigen Komponenten große, fast ganz oder ganz in Chlorit umgewandelte Biotitfetzen mit ausgeschiedenen dünnen, sagenitartigen Rutilnadeln; nicht selten sind diese Biotitreste mit Quarz- oder Feldspatkörnchen verwachsen, wodurch die Fragmentnatur aller dieser Gebilde und ihre Herkunft aus zertrümmerten granitischen oder Gneisgesteinen dargetan ist. Bisweilen liegen in oder unmittelbar neben diesen Fragmenten verhältnismäßig große Rutilkristalle und Körner, die dann sicher dem granitischen Gestein entstammen, dessen Detritus im Schiefer enthalten ist; auch Apatitsäulchen finden sich gelegentlich. Größere, in der Adinole selbst gebildete Rutilkörner habe ich trotz eifrigen Suchens im Gegensatz zu den Darstellungen in der Literatur in den Adinolen niemals gesehen; vielleicht

geht die erwähnte Angabe auf derartige Vorkommen klastischen Ursprungs zurück.

In mehrfacher Hinsicht bedeutsam ist ein dichtes, im allgemeinen hellgraues, einen schwach grünlichen Ton aufweisendes Kontaktgestein, das ich in diesem Gebiet 2½ m vom Diabas entfernt fand. Äußerlich gleicht es einem dichten quarzitischem Sandstein von hellgraugrüner Farbe ohne Andeutung einer Schichtung oder Schieferung; im Vergleich mit den typischen Adinolen fehlt ihm der bei diesen so verbreitete hornartige Glanz, und auch der Bruch ist weder muscheliger noch ausgesprochen splitterig. In der hellgrauen Hauptmasse liegen zahlreiche bräunliche und auch deutlich braune Tupfen bis zu Stecknadelkopfgröße, und ganz vereinzelt etwas größere Bröckchen eines dichten grauschwarzen Gesteins nach Art kleiner Gerölle. Auf einer angeschliffenen Fläche und bei Betrachtung des Dünnschliffs erkennt man Andeutungen einer lagenförmigen Anordnung wasserheller Körnchen in einer dichten grünlichen Masse, deren Ton hier besser als auf der Bruchfläche zur Geltung kommt; die bräunlichen Putzen treten stark zurück.

Das Mikroskop zeigt zunächst die gleichen klastischen Quarze, Feldspate, Biotitblätter und die gelegentliche Vereinigung dieser im ursprünglichen Verband, wie die oben beschriebene Adinole, doch lassen hier die Feldspate und Quarze nicht selten Anzeichen eines Weiterwachsens bei der Adinolisierung erkennen: bei gekreuzten Nikols sieht man, daß das Individuum an der ohne Analysator allein sichtbaren, klastischen Grenze nicht aufhört, sondern daß in der trüben Grundmasse zackige Fortwachsungen des Kornes mit diesem gleichzeitig auslöschten. Die bräunlichen Putzen des Handstücks erweisen sich als nicht selbständige Gebilde, sondern als Gesteinsteile, die von einem in Zersetzung begriffenen eisenhaltigen Mineral aus durch einen Schleier von Brauneisen gefärbt sind; daher treten sie im Schliff ihrem Wesen entsprechend vollständig zurück.

Am wichtigsten sind an diesem Vorkommen Erscheinungen, die unmittelbar die Beobachtung der Adinolisierung gestatten. Die feinstkörnige trübe Masse ist hier in erheblich größerer Menge vorhanden, als in den vollendeten Adinolen, ihrem Wesen nach aber gleich: in dem feinstkörnigen

Aggregat farbloser, in ihrem Gefüge an Mikrofelsit oder entglaste Grundmassen erinnernder Komponenten liegen Chloritblättchen, Erzkörnchen, vielleicht Reste organischer Substanz, und die bekannten stark lichtbrechenden Körnchen, die gemeinsam die Trübung hervorrufen. Das gleiche farblose Aggregat findet sich aber, durchaus dem farblosen Anteil der trüben Massen entsprechend, teils so feinkörnig wie in diesen, teils etwas gröberkörnig, selbständig in farblosen linsenförmigen Komplexen, die man ohne Analysator zunächst als ein klastisches Quarz- oder Feldspatgeröll ansprechen würde, ferner in langgestreckten, sich unregelmäßig in der Hauptmasse verlierenden Streifen, die das Gestein durchsetzen, und schließlich auch gewissermaßen fluidal die etwas größeren dunklen Gerölle von Tonschieferhabitus mantelförmig umgebend: sie bezeichnen offenbar die Zuführungswege der die Adinolisierung hervorrufenden Mineralisatoren.

Nicht selten enthält der Schriff verhältnismäßig große Durchschnitte durch ein blaues Mineral mit starker Licht- und Doppelbrechung; bisweilen erscheint die Substanz nicht reinblau, sondern mißfarbig durch Übergang in schmutzig-blaugraue und bräunliche Töne. Die kristallographisch bestbegrenzten Individuen weisen auf sehr steile Pyramiden, gelegentlich mit Abstumpfung des spitzen Winkels; weniger gut begrenzte, meist körnerförmige Gebilde lassen sich jedoch auch auf diese Gestalten zurückführen. In der langen Diagonale der spitzrhombschen Durchschnitte liegt die Richtung der größeren Elastizität: alle Erscheinungen führen also auf *Anatas*, der auch von H. ROSENBUSCH aus Adinolen von Allrode angegeben wird. Durch die auffallenden Erscheinungen der größeren Körner wird man auch darauf aufmerksam, daß unter den kleineren scheinbar undurchsichtigen, die man zunächst als Erze anspricht, manche das Verhalten blau durchsichtiger, stark lichtbrechender Individuen zeigen — unter diesen sind wahrscheinlich eine größere Anzahl Anatase vorhanden, wie man besonders nach Ausschalten des Polarisators bei Anwendung der ABBEESCHEN Beleuchtungslinse erkennt. Für die Frage nach der Entstehung der Anatase erscheint es mir bemerkenswert, daß sie mit Vorliebe in Gesteinstteilen auftreten, die durch Eisenhydroxyd gefärbt und gleichzeitig verhältnismäßig reich an Biotitresten, Chloritblättern und anderen, auf zersetzten Biotit hinweisenden Mineralien sind; möglicherweise sind sie aus Biotit durch Zersetzung, unabhängig von

der Adinolisierung hervorgegangen. Tatsächlich findet man bei starker Vergrößerung und intensiver Beleuchtung in den zersetzten Biotiten kleine, blau durchsichtig werdende, durch starke Lichtbrechung vielfach dunkel erscheinende Körnchen, eine Beobachtung, die für die Richtigkeit dieser Annahme spricht.

Das Vorkommen vom Mittelkopf und die Kontaktgesteine aus dem Quellgebiet der Luppode bei Allrode weisen somit trotz des verschiedenen geologischen Alters der Schiefer genetisch in mehrfacher Hinsicht bedeutsame Beziehungen auf. Obwohl in beiden Fällen infolge der Zusammensetzung der Ausgangsgesteine die zur Umwandlung in typische Adinolen erforderlichen chemischen Veränderungen nur verhältnismäßig klein sind, scheinen diese Gesteine einer durchgreifenden Adinolisierung durch Diabas nicht sehr günstig zu sein: am Mittelkopf ist es nicht zur Entwicklung einer typischen Adinole gekommen, und bei Allrode haben die hellen Gesteine noch überraschend viel vom Sediment übrig behalten. Auch die räumliche Anordnung ist in beiden Gebieten eigentümlich: es lassen sich in dem kleinen Kontakthof keine verschiedenen Entwicklungsstufen verfolgen, es ist nur ein den vollendeten Adinolen mehr oder weniger angenähertes Gestein vorhanden, das in beiden Fällen scharf gegen die unveränderten Schiefer absetzt.

Kontaktgesteine vom Rabenstein bei Hasselfelde.

Die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der vom Diabas veränderten Silurschiefer vom Rabenstein bei Hasselfelde verdanken wir gleichfalls EM. KAYSER; in seiner vielfach erwähnten Arbeit teilt er von den am Rabenstein auftretenden Gesteinen folgende Analysen mit (a. a. O. S. 121):

(Anal. 31) „IV. Sehr hartes hell blaugraues, hornsteinähnliches Gestein. Volumgewicht 2,672.

(Anal. 32) V. Sehr hartes, dunkelblaues, jaspisähnliches Gestein mit schön muscheligen Bruch. Volumgewicht 2,650.

(Anal. 33) VI. Ziemlich hartes, hellschieferiges, graublau-weißes Gestein mit unvollkommen muschligem Bruch. Volumgewicht 2,675.

(Anal. 34) VII. Weniger hartes, dickschiefriges olivengrünes Gestein mit unvollkommen muscheligen Bruch. Volumgewicht 2,675.

(Anal. 35) VIII. Halbgehärtetes, grobschiefriges, dunkelgrünes Gestein mit zahlreichen, linsengroßen, dunklen Konkretionen. Volumgewicht 2,703.“

	31. (= Em. K. IV)	32. (= Em. K. V)	33. (= Em. K. VI)	34. (= Em. K. VII)	35. (= Em. K. VIII)
SiO ²	73,34	75,02	63,24	61,58	59,23
Al ² O ³	13,61	14,48	13,72	13,67	14,20
Fe ² O ³	0,07	—	4,05	1,83	3,11
FeO	2,27	1,75	5,20	7,10	6,72
MnO	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
MgO	0,98	0,87	3,84	4,16	3,80
CaO	0,26	0,31	0,56	1,07	0,84
Na ² O	6,37	4,66	5,80	4,41	5,52
K ² O	1,18	3,31	1,71	1,99	1,94
H ² O	0,84	0,81	2,68	2,88	4,46
FeS ²	0,63	0,48	—	0,39	—
Org. S.	—	Sp.	Sp.	vorh.	vorh.
Sa.	99,55	101,69 *)	100,80	99,08	99,82

*) nicht 100,69.

Die Adinolgesteine schließen sich chemisch an die bisher besprochenen Adinolen an und bieten somit im allgemeinen nicht viel Bemerkenswertes; es sind offenbar Albit-Quarz-Gesteine mit merklichem Eisengehalt, in denen gelegentlich, wie Anal. 32 zeigt, ein verhältnismäßig hoher Kaligehalt auf eine beträchtliche Beteiligung von Kalifeldspat hinweist — unwillkürlich denkt man an den hohen Kaligehalt des unveränderten Schiefers von Allrode. Die weniger stark veränderten Gebilde weisen jedoch neben einem erheblichen Gehalt an Natron sehr beträchtliche Mengen Eisen und Magnesia auf: mit der Zuführung des Natron war hier also offenbar keine oder eine nur unbedeutende Entziehung von Eisen und Magnesia verbunden, und in gleich engen Grenzen hat sich die Zuführung von SiO² bewegt. Eine Untersuchung der Verhältnisse dieser Gesteine erwies sich somit als erforderlich; obwohl das „halbgehärtete grobschieferige dunkelgrüne Gestein“ (Anal. 35) chemisch dem unveränderten Gestein bis auf den für kontaktmetamorph veränderte Gesteine dieses Gebietes charakteristischen Alkaligehalt sehr nahe zu stehen scheint, so wäre doch die Kenntnis des unveränderten Gesteins sehr erwünscht, da nur auf diesem Wege eine völlig sichere Entscheidung möglich sein würde,

ob das zugeführte Natron einen Teil des ursprünglich vorhandenen Kali verdrängt habe oder nicht.

Für eine derartige Untersuchung schienen die Aufschlüsse bei meinem Besuche des Rabensteins nicht ungünstig. Der eigentliche Diabasbruch und mit ihm die Aufschlüsse in den „harten Kontaktgesteinen“ waren zwar verfallen und verwachsen, so daß man sich mit der Feststellung des Kontakts begnügen mußte, aber die halbhartem Gesteine auf der Höhe waren durch neue Anbrüche gut aufgeschlossen. Sodann fand sich in nicht zu weiter Entfernung, wenn auch nicht am Rabenstein selbst, der oben beschriebene, nicht kontaktmetamorph veränderte Graptolithenschiefer, der möglicherweise zu einem Vergleich mit den halbhartem Gesteinen benützt werden konnte, auf den EM. KAYSER seinerzeit wegen des schlechten Erhaltungszustandes der unveränderten Gesteine verzichten mußte: die zur Zeit seiner Untersuchung aufgeschlossenen „ungehärteten Schiefer waren nicht frisch genug, um für die Analyse tauglich zu erscheinen“ (S. 121). Von dieser Erwägung ausgehend wurde die oben auf S. 457 mitgeteilte Analyse XVII ausgeführt.

Ein Vergleich der Analysen lehrt sofort, daß der dunkle Schiefer vom Teich mit dem Ausgangsmaterial der halbgehärteten Gesteine nichts gemein hat; der Gehalt von SiO_2 ist hierfür viel zu hoch, die Mengen von Eisen und Magnesia zu gering — zweifellos liegen den „halbgehärteten“ Gesteinen basischere Schiefer mit einer dem Dornkopfschiefer ähnlichen Zusammensetzung zugrunde. Für den raschen Wechsel der petrographischen Zusammensetzung der Silurgesteine kann auf die Erläuterungen zu dem Blatt Riefensbeek (1907) hingewiesen werden (S. 5 ff.), im einzelnen auch auf den (a. a. O. S. 9) beschriebenen Aufschluß im Bachriß des Kleinen Morgenbrodtales, wo in einer Gesamtmächtigkeit von noch nicht 5 m auf graue bis graugrüne Kieselschiefer eine Bank von derber Grauwacke, Kiesel- und Wetzschiefer, unreiner dunkler Quarzit und wieder Kiesel- und Wetzschiefer folgen. Aber auch ohne Kenntnis des Ausgangsgesteins läßt sich aus den Analysen 31 bis 35 mit Sicherheit sagen, daß zwar die stärksten veränderten Gesteine des Rabensteins typische Adinolen sind, die schwächer veränderten aber nicht Adinolschiefer, wie beim Dornkopfkontakt, sondern Natron-Hornschiefer von der Beschaffenheit des Schiefereinschlusses im Diabas des Luppbodetales und der

Kontaktgesteine des Ruhrtals: von den unveränderten Schiefen unterscheiden sie sich ausschließlich durch Zuführung von Natron — SiO_2 ist nicht gestiegen und im Gegensatz zu den Adinolschiefern Eisen und Magnesia nicht vermindert.

Auch die jetzt aufgeschlossenen Gesteine von mittlerem Grad der Umwandlung sind in mehrfacher Hinsicht bedeutsam. Zunächst macht sich ein sehr starker Wechsel des Aussehens auf engem Raum geltend, dem jedoch, wie das Mikroskop lehrt, kein wesentlicher Unterschied der Zusammensetzung und der Art der Umwandlung entspricht; sodann zeigt sich, daß ebenso wie es die Ergebnisse der chemischen Untersuchung für die von EM. KAYSER analysierten Gesteine beweisen, auch hier trotz starker Albitisierung Magnesia (und Eisen) dem Gestein erhalten geblieben sind, und daß der Chlorit einen erheblichen Anteil am Aufbau der Gebilde nimmt.

Ein dichtes, fein, aber etwas unregelmäßig gebändertes Gestein mit dunkelgraugrünen und schwärzlichgrünen Lagen und ganz dünnen schwarzen Streifen erweist sich bei starker Vergrößerung zusammengesetzt aus Albitkörnchen (bis zu ganz kleinen Dimensionen hinab) und viel Chloritblättchen; in den dunklen Lagen sind Erzkörnchen reichlicher, in den helleren etwas spärlicher, in den schwarzen Streifen erscheinen sie besonders angereichert — ein näheres Eingehen erübrigt sich nach Lage der Sache.

Mit diesem dunklen Gestein tritt eng verbunden ein weißlichgraues auf; es macht einen etwas härteren Eindruck als das dunkle, und scheint gleichmäßig dicht ohne Bänderung, läßt aber doch an verwitterten Stellen und im Dünnschliff eine Streifung von etwas hellerer und etwas dunklerer Substanz und gelegentlich auch ganz dünne schwarze Linien erkennen. Das Gestein ist noch feinkörniger als das vorige; sieht man aber von dem Unterschied der Korngröße und dem Zurücktreten der Erze ab, so stimmt es überraschend mit diesem Gestein überein. Auch hier spielt Chlorit eine sehr erhebliche Rolle, aber er ist heller gefärbt und verleiht daher dem Gestein keine dunkle Farbe, und seine Blätter sind so klein und dünn, daß für das Messer seine geringe Härte in dem an Albit und Quarz reichen Gestein nicht zur Geltung kommen kann.

Sehr bedeutungsvolle Erscheinungen endlich ließen die zuoberst auf der Hochfläche liegenden, gehärteten

bläulichschwarzen Schiefer erkennen. Von Schieferung sind bei genauer Betrachtung allerdings kaum noch Andeutungen vorhanden, vielmehr zeigen sich besonders auf angewitterten Flächen kleine unregelmäßige Erhebungen, die als Knötchen angesprochen werden; ihnen entsprechen offenbar im Bruch rundliche, langgezogene und streifige bis strichförmige Teile, die sich durch graue Färbung von der dunklen Hauptmasse unterscheiden, aber in diese übergehen und überhaupt nur bei sehr aufmerksamer Betrachtung auffallen.

Das Mikroskop zeigt das Bild eines feinkörnigen, unregelmäßig flaserigen Gesteins, aufgebaut aus Chlorit und farblosen Körnchen, die vielfach nur auf Grund der Beobachtungen in entsprechenden Gesteinen als Albit und Quarz bezeichnet werden können; die Flaserung wird durch zahlreiche, sehr dünne, an Erz und organischer Substanz reiche Lagen hervorgebracht. In dieser durch Chlorit grünlich erscheinenden Hauptmasse liegen unregelmäßig verteilt farblose durchsichtige rundliche Tupfen und Flecken, aufgebaut aus etwas größeren Körnchen der farblosen Substanzen, die häufig zwischen sich größere Chloritblättchen und vereinzelte Erzkörnchen enthalten und von den dunklen Streifen umzogen werden, oder auch durch randlich kleineres Korn und Zunahme der kleinen Chloritblättchen in das Hauptgestein übergehen. Diese immerhin scharf umschriebenen Gebilde, die sich von dem Gestein bei der Betrachtung ohne und mit Analysator abheben und den makroskopisch sichtbaren grauen Tupfen und Schmitzen entsprechen, stehen offenbar in naher Beziehung zu ganz dünnen Streifen, die man nur zwischen gekreuzten Nikols wahrnimmt. Die dünnen Streifen durchziehen das Gestein ganz regellos, sowohl geradlinig wie auch gebogen, und heben sich vom Hauptgestein nur dadurch ab, daß längs ihnen die farblosen Bestandteile, besonders wohl Albit, reichlicher und in etwas größeren Körnchen angeordnet sind; ohne Analysator unterscheiden sie sich nicht von der Hauptmasse, zu der sie überhaupt in keinem Gegensatz stehen, wie ausdrücklich betont werden soll — durch die Notwendigkeit, bei Beschreibungen das Unterscheidende hervorzuheben, wird dieses leicht zu stark betont, so daß ein falscher Eindruck hervorgerufen werden kann.

Längs dieser Flächen sind wohl die Mineralisatoren, die die Albitisierung hervorgerufen haben, vornehmlich in das Gestein eingedrungen; von ihnen aus sind auch die hellen

Tupfen entstanden, die offenbar den von L. VAN WERVEKE in den Diabaskontakten des linksrheinischen Devon der Saar- und Moselgegenden beobachteten, hellen Flecken in einer dunklen, auch durch Chlorit gefärbten Grundmasse nahe stehen (Neues Jahrb. 1884, II, S. 226).

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung der Gesteine vom Rabenstein kann somit festgestellt werden, daß unmittelbar am Diabas sich Adinolen gebildet haben; die weiter vom Diabas entfernt liegenden und schwächer veränderten Gesteine tragen aber nicht den Charakter schwächer adinolierter Gesteine, die Züge der Adinolschiefer, sondern lassen nach Analyse und mikroskopischem Verhalten erkennen, daß bei ihnen mit der Zuführung des Natrons keine Abfuhr von Eisen und Magnesia, wahrscheinlich auch nicht von Kali verbunden war, und daß andererseits SiO_2 nicht oder nur in sehr geringer Menge zugeführt worden ist. Diese schwächer veränderten Gesteine nähern sich mithin in ihrem Verhalten den Kontaktgebilden, die der Diabas im oberen Ruhrtal aus Lenneschiefern hervorgebracht hat; diese Vorkommen, für die in dieser Arbeit der Name Natron-Hornschiefer (und Natron-Hornfels) vorgeschlagen wurde (vgl. oben S. 357), sollen zum Schluß auf Grund der Untersuchungen A. SCHENCKS kurz besprochen werden.

Natron-Hornschiefer und Natron-Hornfelse des oberen Ruhrtals

(nach A. SCHENCK, Verh. d. Naturhist. Vereins d. Rheinlande und Westfalens, 41, S. 53 ff., 1884).

Als Typus der Kontaktgesteine im oberen Ruhrtal kann die in einem Steinbruch an der Straße zwischen Wiemeringhausen und Niedersfeld aufgeschlossene Gesteinsfolge dienen; hier kreuzt der vom Bochtenbeck zum Kahlenberg hinüberziehende, 200 m mächtige Diabaszug das Ruhrtal. „Etwa 30 Schritt unterhalb des Steinbruchs steht normaler Lenneschiefer an, der ein sehr dünnschieferiges, wellig gefaltetes Gestein von graublauer bis graubräunlicher Farbe darstellt. Im nördlichen Teile des Steinbruchs nun treffen wir ein Gestein an, das von dem vorhergehenden schon einen abweichenden Habitus erkennen läßt; die Farbe ist eine bräunlichgrüne, das Gestein ist härter und fester als das vorhergehende und in fingerdicken Platten abgesondert; da es den Übergang

zwischen dem Lenneschiefer und Hornfels bildet, so würde man es wohl am besten als Hornschiefer bezeichnen. Dieses Gestein geht allmählich über zuerst in einen grau-grünen, dann in einen blaugrauen Hornfels. Die ursprüngliche feine Schieferung ist an dem grünen wie an dem blauen Hornfels gewöhnlich noch sehr deutlich zu sehen, das Gestein ist aber bedeutend fester, härter und massiger geworden und in faustdicken Platten abgesondert. Gegen den Diabas hin setzt der blaue Hornfels scharf ab.“ (l. c. S. 57, 58.)

Für das mikroskopische Verhalten dieser Gebilde kann auf die Abhandlung (S. 115 ff.) verwiesen werden; das Wesentliche der Kontaktgesteine gegenüber den Lenneschiefern ist eine Neubildung von „Plagioklas“, Wachstum der Quarzkörner und Auftreten der Glimmerblättchen in regelloser Anordnung, während sie in den Lenneschiefern vorzugsweise in parallelen Lagen sich finden. Grüner Hornfels und Hornschiefer unterscheiden sich wesentlich durch größere Kompaktheit des ersteren; mikroskopisch ist der einzige von A. SCHENCK hervorgehobene Unterschied eine gewisse Neigung des Chlorits im Hornfels; sich zu Häufchen anzuordnen, wodurch Anklänge an „Spilosit“struktur entstehen. Der blaue Hornfels zeigt diese Neigung zur Bildung von Chlorithäufchen nicht und ist noch kompakter als der grüne Hornfels, von dem er sich sonst nicht unterscheidet. Mineralogische Unterschiede zwischen den Kontaktgesteinen bestehen somit gar nicht, strukturell stehen sie sich auch nahe, und die Abweichungen von der Zusammensetzung der unveränderten Lenneschiefer sind alles in allem genommen nicht sehr bedeutend. Die chemische Zusammensetzung der Gesteinsreihe vom unveränderten Schiefer bis zum blauen Hornfels zeigen in der nachstehenden Tabelle die Analysen 36—39 (Sch. I—Sch. IV); die chemischen Verhältnisse sollen zusammen mit denen der übrigen analysierten Vorkommen aus dem Ruhrtal besprochen werden.

Makroskopisch und mikroskopisch gleiche Verhältnisse weist die Kontaktreihe vom Kuhlenberg bei Salbach auf (Anal. 40 und 41), doch fehlt hier wie bei den übrigen Vorkommen der blaue Hornfels; das gleiche gilt für die Kontaktgesteine vom Hillkopf (Anal. 42) — über den von hier beschriebenen sog. weißen Hornfels, der meiner Ansicht nach nicht in die Kontakt-

reihe hineingehört, vgl. unten —, und für den nur 15 cm mächtigen, zwischen Diabas und normalem Lenneschiefer liegenden grünen Hornfels vom Silberberg bei Silbach (Anal. 43).

Kontaktgesteine des oberen Ruhrtales
vom Bochtenbeck (a. a. O. S. 121, 122)

	36.	37.	38.	39.
	Blauer Hornfels (Sch. IV)	Grüner Hornfels (Sch. III)	Hornschiefer (Sch. II)	Lenneschiefer (Sch. I)
SiO ²	58,59	61,01	60,68	56,72
TiO ²	0,71	0,84	0,61	0,86
Al ² O ³	18,80	16,71	15,24	19,61
Fe ² O ³	1,12	2,26	3,82	3,51
FeO	5,51	4,48	4,94	6,06
MgO	2,57	2,39	2,85	3,05
CaO	2,23	1,03	1,14	0,51
Na ² O	3,59	4,56	4,94	1,16
K ² O	4,94	4,16	3,18	4,71
H ² O	2,07	2,03	2,83	3,95
Org. Subst.	—	—	—	0,53
Sa.	100,13	99,47	100,23	100,67
spez. Gew.	2,713	2,686	2,692	2,748

Kontaktgesteine des oberen Ruhrtales

	vom Kühlenberg bei Silbach (a. a. O. S. 125)		vom Hillkopf ¹⁴⁾ (a. a. O. S. 126, 127)	vom Silberberg bei Silbach ¹⁵⁾ (S. 128)
	40.	41.	42.	43.
	Grünlichgrauer Hornfels (Sch. II)	Lenneschiefer (Sch. I)	Grüner Hornfels (Sch. I)	Hornfels (Sch. I)
SiO ²	59,63	60,52	57,43	60,07
TiO ²	0,73	0,62	0,81	0,79
Al ² O ³	18,31	18,16	18,05	17,65
Fe ² O ³	1,47	2,74 ¹¹⁾	1,78	1,35
FeO	5,02	5,93	6,05	6,03
MgO	2,45	3,28	3,35	3,22
CaO	1,01	0,47	0,62	1,41
Na ² O	7,14	1,15	6,94	6,03
K ² O	2,73	3,09	2,14	0,82
H ² O	2,52	3,60 ¹²⁾	3,07	2,76
Org. Subst.	—	0,62	—	—
Sa.	101,01	100,18 ¹³⁾	100,24	100,13
spez. Gew.	2,701	2,740	2,702	2,719

¹¹⁾ a. a. O. 2,24, in einem mir vorliegenden Sonderabdruck handschriftlich in 2,74 verbessert.

¹²⁾ a. a. O. 3,80 in einem mir vorliegenden Sonderabdruck handschriftlich in 3,60 verbessert.

¹³⁾ a. a. O. 100,20 in einem mir vorliegenden Sonderabdruck handschriftlich in 100,18 verbessert; die Summe der nicht verbesserten Zahlen würde nicht 100,20, sondern 99,88 ergeben.

¹⁴⁾ Über den vom Hillkopf analysierten sog. „weißen Hornfels“ siehe unten.

¹⁵⁾ Der Lenneschiefer vom Silberberg war zu stark ver-

Bei der Besprechung der chemischen Verhältnisse kommt A. SCHENCK zu dem Ergebnis: „Die chemische Analyse der Kontaktgesteine ergibt eine von der des normalen Lenneschiefers im allgemeinen nicht sehr abweichende Zusammensetzung, doch läßt sich fast überall eine Abnahme des Eisens, der Magnesia, des Kalis, des Wassers und der organischen Substanzen erkennen, während Kalk und ganz besonders Natron zunehmen. Alle diese Umstände weisen darauf hin, daß die Ursache der Kontaktmetamorphose wesentlich in der Einwanderung von Plagioklassubstanz aus dem Diabasmagma in den Lenneschiefer zu suchen ist.“ (S. 136.) Einen Beweis dafür, daß Plagioklassubstanz aus dem Diabas in den Schiefer einwandert, erblickt er in der Tatsache, daß der an den blauen Hornfels des Bochtenbeck angrenzende feinkörnigere Teil des Diabases bedeutend ärmer an Plagioklas und reicher an Augit ist, als das weiter vom Kontakt entfernte, größer körnige Gestein des gleichen Vorkommens. (S. 123. vgl. auch die Analysen Sch. V und VI S. 122.)

Betrachtet man von diesem Standpunkt aus die Erscheinungen der analytisch am genauesten verfolgten Kontaktreihe vom Bochtenbeck, so erscheint die Erklärung A. SCHENCKS für den blauen Hornfels, aber nur für diesen, rein zahlenmäßig zunächst nicht unmöglich. Zwar müßte man das Eindringen eines nicht sehr sauren Plagioklases annehmen, um die Zunahme des Kalkes zu erklären, und müßte dann auch eine Zunahme der Tonerde statt der unerheblichen Abnahme erwarten — die Berechnungen selbst brauchen hier nicht mitgeteilt zu werden — doch darf man einem derartigen Einwurf kein zu großes Gewicht zuschreiben: an sich nicht sehr erhebliche Abweichungen von einer berechneten Zusammensetzung muß man auch bei Bildungen von Mischgesteinen für zulässig halten, da ja niemals reine Additionswirkungen vorliegen werden. Für den grünen Hornfels und den Hornschiefer sind aber entsprechende Annahmen wegen der Höhe und mehr noch wegen des Sinns der Abweichung zurückzuweisen: statt einer Zunahme der Ton-

wittert, um eine Analyse ungezeigt erscheinen zu lassen; der an seiner Stelle untersuchte „Dachschiefer“ aus „Steinbrüchen weiter oberhalb am Silberberg“ (a. a. O. S. 128, Anal. Sch. II) kommt auch nach Ansicht A. SCHENCKS wegen seines sehr bedeutenden Gehalts an Karbonaten für einen Vergleich mit dem kontaktmetamorphen Gestein nicht in Betracht.

erde findet sich hier sogar eine recht erhebliche Verminderung um 3% und 4½%, sodaß man hier unmöglich das Eindringen eines Alkalitonerdesilikats annehmen kann. Da aber ihrem Wesen nach zwischen Hornschiefer, grünem und blauem Hornfels kein sachlicher Unterschied besteht, so ist die Annahme, daß der blaue Hornfels durch Eindringen von Plagioklassubstanz aus dem Diabas entstanden ist, auch widerlegt. Noch deutlicher wird diese Beweisführung für den blauen Hornfels, wenn man aus den Molekularquotienten den Tonerdeüberschuß berechnet: der Lenneschiefer hat einen sehr großen Tonerdeüberschuß, während die Glieder der Kontaktreihe, auch der blaue Hornfels, einen für metamorphosierte Sedimente recht geringen Überschuß aufweisen — eine derartige Verringerung ist natürlich nur durch Eindringen einer an Tonerde ungesättigten Lösung möglich, und sie kann niemals durch Hinzutreten von Feldspatsubstanz hervorgebracht werden, die lediglich ein dem Prozentgehalt des eintretenden Feldspats entsprechendes kleines Zurückgehen des Tonerdeüberschusses bewirken könnte.

Ein Vergleich der Zahlen für die Kontaktgebilde mit der Zusammensetzung des Lenneschiefers weist unzweideutig auf ein Eindringen von Na_2O und SiO_2 aus dem Diabas in den Schiefer, und erinnert in dieser Beziehung tatsächlich an Adinolisierung; der wesentliche Unterschied besteht darin, daß bei den Vorgängen am Bochtenbeck Kali gar nicht, Eisen und Magnesia, wenn überhaupt, nur in unerheblicher Menge aus dem Gestein entfernt ist. Ob auch ein wenig CaO zugeführt ist, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden: die größte, an sich auch nicht erhebliche Zunahme (1½%) bei dem blauen Hornfels vom Bochtenbeck kann ebenso auf einem geringen Kalkgehalt der hinzutretenden Substanz wie auch des der Veränderung unterworfenen Schiefers beruhen.

Die Analysen der Gesteine vom Kuhlenberg (Analyse 40 und 41) führen zu dem gleichen Ergebnis: die Zunahme des Natrons ist hier noch bedeutender, den geringeren Gehalt an Kali teilt der Hornfels mit dem unveränderten Gestein. Der grüne Hornfels vom Hillkopf (Anal. 42, Sch. I, S. 127) stimmt mit dem Hornfels vom Kuhlenberg völlig überein, kann daher auf ganz gleiche Vorgänge zurückgeführt werden; der Hornfels vom Silberberg bei Silbach (Anal. 43, Sch. I, S. 128) besitzt

bei sonst völliger Übereinstimmung nur noch etwas weniger Kali, ein Umstand, der wahrscheinlich auf geringen Kaligehalt des unveränderten Schiefers hinweist, aber auch bei der Annahme, daß hier ein wenig Kali durch Natron verdrängt sei, an der ganzen Auffassung der chemischen Vorgänge keine erhebliche Änderung hervorrufen könnte.

Der Unterschied zwischen den Hornfelsen des Ruhrtals und den Adinol-Kontakthöfen des Harzes liegt mithin nicht, wie H. ROSENBUSCH annahm, auf texturellem Gebiet, in der gleichmäßigen Verteilung der verschiedenen Gemengteile bei den Hornschiefern und Hornfelsen, und ist nicht, wie A. SCHENCK glaubte, chemisch durch Zuführung von Feldspatsubstanz im Ruhrtal im Gegensatz zum Eindringen von Natronsilikat im Harz gekennzeichnet. Gerade umgekehrt weisen die Verhältnisse einzelner Harzorkommen (reiner Adinolhornfels vom Dornkopf, gewisse Adinolschiefer vom gleichen Fundpunkt) auch auf eine Zuführung von Tonerde, während man bei der Deutung der Ruhrtalgesteine in allen Fällen ohne diese Annahme auskommt, in den meisten Fällen sie sogar von vornherein auf Grund der Analysenzahlen unbedingt ausschließen muß. Der wesentlichste Unterschied liegt, wie schon A. SCHENCK erkannte, in dem Fehlen (oder sehr starken Zurücktreten) aller derjenigen Vorgänge im Ruhrtal, die bei der Entstehung der Harzer Adinolen „die Basen“ dem Gestein entführten — wenn A. SCHENCK die Gesteine des Ruhrtals als normale Reihe bezeichnen möchte (S. 131) im Gegensatz zu den von EM. KAYSER im Harz unterschiedenen sauren und basischen Reihen, so beruht dies auf einer in der damaligen Zeit üblichen Überschätzung des SiO_2 -Gehaltes für die Systematik der Eruptivgesteine und einer Übertragung dieses Gesichtspunktes auf metamorphe Sedimente, die sich allerdings für eine derartige Unterscheidung noch viel weniger eignen als die magmatischen Bildungen. Eine Folge der weitgehenden Fortführung von Substanzen bei der Adinolisierung ist die viel stärkere Umwandlung des metamorphosierten Gesteins, das schließlich in ein Gemenge von Albit und Quarz übergeht und dann chemisch und strukturell, oft auch texturell, mit dem Ausgangsgestein keine Gemeinschaft mehr hat, während die geringeren Grade der Adinolisierung durch ihre Beziehung zu dem Ausgangsgestein sich den Hornschiefern und Hornfelsen nähern können. Für die Stärke der Um-

wandlung ist der Wassergehalt sehr bezeichnend, der auch bei den stärksten veränderten Hornfelsen ebenso wie bei den Adinolchiefern stets erheblich ist, während er bei den Adinolen fast ganz verschwindet.

Auch dem Grade nach erreichen die Ruhrtal-Kontakte nicht die für die Art ihrer Beeinflussung mögliche höchste Stufe: der Mineralbestand ist zu einem großen Teil unverändert, die ursprüngliche Schieferung bleibt auch in dem stärksten veränderten blauen Hornfels stets erhalten, so daß streng genommen Schieferhornfelse vorliegen, deren Struktur wohl noch nicht als hochkristallin bezeichnet werden kann. Auch in dieser Hinsicht ist die Verwandtschaft der Ruhrtal-Gesteine mit den schwächer veränderten Gesteinen vom Rabenfels bei Hasselfelde bezeichnend; diese Beziehungen sind besonders wichtig, weil am Rabenfels die stärker veränderten Gesteine unzweifelhaft adinolisiert sind, einer von diesen Adinolen (Anal. 32 = Em. K. V) dabei aber einen auffallend hohen Kaligehalt aufweist.

Die von mir vorgeschlagene Bezeichnung Natron-Hornschiefer und Natron-Hornfels wurde gewählt, um diese chemisch in erster Reihe durch Zuführung von Natron charakterisierten Kontaktgebilde sowohl von den im wesentlichen ohne Stoffzufuhr gebildeten Hornfelsen der normalen Tiefengesteinskontakte wie auch von den durch Stoffaustausch gekennzeichneten Adinolkontakten zu unterscheiden; auf den Grad der Umwandlung wurde hierbei kein zu großes Gewicht gelegt.

Es braucht wohl kaum ausdrücklich betont zu werden, daß die geschilderten Unterschiede zwischen Adinolgesteinen und Natron-Hornschiefen, und nicht etwa zwischen Diabaskontakten des Harzes und des Ruhrtals bestehen; es genügt, auf den dem Natron-Hornschiefer bis auf den Kali-Austausch überaus nahestehenden Einschluß im Diabas des Luppbode-tals und die „mittelharten“ Kontaktgebilde vom Rabenfels bei Hasselfelde hinzuweisen. Geographisch könnte man nur die Mannigfaltigkeit von Diabaskontakten im Harz und die Gleichmäßigkeit dieser Bildungen im Ruhrtal hervorheben.

Anhangsweise soll hier noch das von A. SCHENCK als „weißer Hornfels“ bezeichnete Gestein vom Hillkopf besprochen werden (a. a. O. S. 62, 63, 126, 127), das sich

nicht anstehend, sondern nur auf einer Halde einer verlassenen Grube fand, in der ein im Diabas auftretendes Bleiglanz-Schwerspat-Vorkommen ausgebeutet wurde. Der Stollen dieser Grube führt durch Lenneschiefer und den auf ihn folgenden, oben besprochenen grünlichgrauen Hornfels zum Diabas; das weiße Gestein wurde anstehend nicht angetroffen.

Makroskopisch und besonders im Schliff zeigt das Gestein deutlich die Schieferung des Lenneschiefers; es besteht hauptsächlich aus „unregelmäßig umgrenzten Quarzkörnern, die in einer bei gekreuzten Nikols dunkel erscheinenden Grundmasse, vielleicht von amorpher wasserhaltiger SiO_2 , eingebettet liegen;“ Feldspate waren nicht nachweisbar. Daß das Gestein in der „amorphen Grundmasse“ Tonsubstanzen enthält, beweist der Tonerdegehalt des Gesteins ($8\frac{1}{2}\%$), daß Feldspate nicht vorhanden sind, das gänzliche Fehlen der Alkalien. H. ROSENBUSCH nimmt an, daß dieses Gestein „nach Analyse und Beschreibung einer Adinole entspricht, deren Albit in Kaolin umgewandelt ist;“ mir ist es wahrscheinlicher, daß hier ein verkieselter Lenneschiefer vorliegt, nach Art des oben beschriebenen, verkieselten, äußerlich gleichfalls adinolähnlichen Wissenbacher Schiefers vom Mittelkopf (S. 453), dessen Analyse (XVI) hier zum Vergleich mit der SCHENCKSchen Analyse des von ihm „weißer Hornfels“ genannten Gesteins vom Hillkopf wiederholt wird.

	44. Verkieselter Lenneschiefer, Hillkopf (Sch. II a. a. O. S. 127)	XVI. Verkieselter Wissenbacher Schiefer, Mittelkopf (vgl. oben S. 453)
SiO_2	87,50	88,66
TiO_2	Sp.	0,15
Al_2O_3	8,41	2,95
Fe_2O_3	0,40	3,41
FeO	0,53	1,18
MnO	nicht best.	0,14
MgO	0,16	0,81
CaO	0,54	0,48
Na_2O	Sp.	0,67
K_2O	—	0,79
H_2O^+	} 3,26	1,01
H_2O^-		0,07
P_2O_5	nicht best.	0,24
CO_2	0,31	nicht vorh.
SO_3	nicht best.	nicht vorh.
Cl	nicht best.	nicht vorh.
Sa.	101,11	100,56

Während die Verkieselung des Harzer Gesteins nach dem mikroskopischen Bild und dem geologischen Auftreten als direkte Kontaktwirkung des Diabases angesprochen werden muß, ist es für das Gestein vom Hillkopf nicht ausgeschlossen, daß hier die Verkieselung mit den erz-zuführenden Prozessen im Zusammenhang steht, mithin nur mittelbar auf die Diabasintrusion zurückgeführt werden kann.

Zur Altersbestimmung der Diabasintrusionen des Harzes.

Schließlich soll noch geprüft werden, ob die petrographische Untersuchung der Adinogesteine Ergebnisse geliefert hat, die für die Bestimmung der Intrusionszeit der Diabase verwendet werden können. Eine bestimmte Festlegung dieses geologischen Zeitpunkts ist allerdings von vornherein nicht durch eine petrographische, sondern durch geologische Beobachtungen zu erwarten, wohl aber können durch die petrographische Untersuchung ermittelte Tatsachen maßgebend mitwirken.

Das geologische Alter der Diabase des Harzes war schon lange Gegenstand der geologischen Forschung: bekanntlich hatte J. F. L. HAUSMANN dem Diabas eine wichtige Rolle bei der Aufrichtung des Harzgebirges zugeschrieben (Über die Bildung des Harzgebirges, S. 15 ff., Göttingen 1842), während K. A. LOSSEN schon im Beginn seiner Harzstudien durch seine Beobachtungen über das Verhalten der Diabase zu den Falten und den Biegungen der Sedimente zu einer ganz anderen Auffassung über das Alter der Diabase gelangt war. „Da die Diabaszüge alle jene Knickbiegungen teilen und die verschieden ausgebildeten dichten und körnigen Züge in steter Begleitung derselben Schichten, sowohl in der Nord-, als auch in der Südhälfte, auftreten, so können die Massen wohl nur vor der allerersten einfachen Faltung zwischen die Schichten eingedrungen sein“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 20, S. 225, 1868); ein Jahr später führt er diesen Gedanken weiter aus und kommt zu dem Ergebnis, „daß die Diabaseruptionen des Harzes zum Teil bereits während der Ablagerung dieser ältesten Sedimente zwischen die Tonschichten eingedrungen sind oder deckenartig darüber sich ergossen haben“ (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 21, S. 287, 1869). Auf diese geologischen Anschauungen LOSSENS begründete bekanntlich

EM. KAYSER seine Erklärung der Diabaskontaktgesteine auf chemischer Grundlage (vgl. oben S. 429 ff.): er schloß aus den geologischen Verhältnissen, „daß die Diabase zu einer Zeit in die Sedimente eindringen, als diese noch plastisch genug waren, um ihnen kein großes Hindernis entgegenzusetzen“, er nimmt an, daß die von ihm festgestellten chemischen Veränderungen der Sedimente im Diabaskontakt „sehr wahrscheinlich durch einen noch wesentlich plastischen Zustand des Sediments erleichtert wurden“, und bezeichnet den Zustand der ursprünglichen Sedimente beim Eindringen der Diabase als den plastischer Tone (a. a. O. S. 161).

Seit dieser Zeit ist mit einer einzigen Ausnahme die Frage nach dem Alter der Harzer Diabase nicht mehr im Zusammenhang behandelt worden; man ließ mit K. A. LOSSEN die Intrusion der Diabase unmittelbar auf den Absatz der sie einschließenden Sedimente folgen, und als dann das Liegende und Hangende eines Teils der Diabaslager als silurisch erkannt wurden, mußte man folgerichtig und wohl beeinflußt durch die oben erwähnten Vorstellungen vom Mechanismus der Intrusionen, neben den devonischen auch eine silurische Diabasintrusion annehmen.

Widerspruch gegen diese Auffassung erhob R. LEPSIUS in seiner Geologie von Deutschland, II (1910, S. 231 ff.). Aus dem Fehlen von Diabastuffen im unteren Mitteldevon (Wissenbacher Schiefer) folgert er, daß die Diabaseruptionen erst im oberen Mitteldevon begonnen haben (S. 391) — die von F. RINNE beschriebenen Bomben in den Goslarer Schichten (Neues Jahrb. f. Min., B. B. 10, S. 363 ff., bes. S. 380 ff. 1896) erkennt er, wie oben erwähnt, als solche nicht an, sondern betrachtet sie als Teile auseinandergezerter Diabaslager (S. 336), und kommt zu dem Ergebnis: „Es bleiben daher als Eruptionszeiten der Diabase im Harze nur diejenigen der Stringocephalen- und der oberdevonischen Schichten bestehen; die Diabase dagegen in den Wissenbacher Schiefer und in noch älteren Devon- oder Silurstufen sind, obwohl sie in der Regel konkordant in den Sedimenten lagern, als intrusive Massen anzusehen, deren Eruptionen ebenfalls während der Zeit der Stringocephalen- oder der oberdevonischen Stufen erfolgt sind.“ (S. 336.) Trotzdem nimmt auch R. LEPSIUS offenbar einen weichen Zustand der Sedimente beim Eindringen der Diabase an; wenigstens beruft er sich für die Auffassung der Diabase als Lagergänge auf E. REYERS bekanntes Experiment als

einen Beweis dafür, „daß das Magma sehr leicht in noch schlammige oder weiche Schichten eindringt und sich horizontal wie eine Decke intrusiv ausbreitet.“ (S. 336.) Aber selbst wenn man zugeben wollte, daß eine Intrusion von gleichzeitigen Effusionen unter allen Umständen begleitet sein müsse, wozu gar keine Veranlassung vorliegt, so ist die ganze Beweisführung durch das Auffinden von echten Strömen mit Mandelsteinstruktur und von echten Tuffen in den Wissenbacher Schiefern der Trageburg in ihrer Grundlage erschüttert und hinfällig geworden.

Allen diesen Vorstellungen steht ein Ergebnis der petrographischen Untersuchung gegenüber, das zu einer anderen Auffassung zwingt: die Tatsache, daß die Gesteine bereits geschiefert waren, bevor sie zu Diabaskontaktgesteinen verändert wurden. Von den älteren Anschauungen befindet sich ausschließlich die Ansicht K. A. LOSSENS, der die Umwandlung der Gesteine für unabhängig von dem Vorgange der Injektion hält und diese Umwandlung lange nach der Injektion durch Dynamometamorphose hervorgerufen ansetzt, nicht im Widerspruch mit dieser grundlegenden Tatsache, aber auch dieser Umstand vermag die Auffassung LOSSENS nicht zu stützen. Eine große Anzahl Gründe gegen LOSSENS Vorstellung gehen unmittelbar aus den dieser Arbeit zugrunde liegenden Beobachtungen hervor, so daß es genügt, hier ausschließlich die texturellen Verhältnisse zu besprechen.

K. A. LOSSEN bringt die den Schiefer durchsetzenden Quarz-Albit-Chlorit-Karbonatklüfte in einen ursächlichen Zusammenhang mit der Adinolisierung, er nimmt mithin an, daß bei diesem Vorgang schon Schiefer vorgelegen haben. Dann ist aber nicht zu verstehen, daß die Entfernung vom Diabas, die für die allenthalben zirkulierenden Wässer ausschließlich einen größeren oder geringeren Gehalt an Lösungsprodukten des Diabases zur Folge haben kann, ausschlaggebend für die Entstehung texturell so abweichender Gesteine gewesen sein soll, wie es Adinolen und Spilosite sind; daß man auch stofflich eine größere Gleichmäßigkeit der entstehenden Gesteine, also eine schwächere, aber auf weite Strecken anhaltende und vor allen Dingen gleichmäßigere Beeinflussung erwarten mußte, wurde schon oben ausgeführt.

Gegen die Möglichkeit, Umwandlung und Schief-

ferung gleichzeitig anzusetzen, die Gebilde mithin auf „Piezokontaktmetamorphose“ zurückzuführen, oder bei ihnen an Gebilde nach der Entstehungsweise des Eckergneises im Kontakthof des Brockengranits zu denken (vgl. O. H. ERDMANNSDÖRFFER, „Der Eckergneis im Harz“, Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. **30**, I, S. 324 ff., 1909), sprechen wieder zwingende texturale Gründe. Es bleibt von vornherein unverständlich, warum die stofflich stärksten beeinflussten Sedimente die Schieferung vielfach nur spurenweise aufweisen sollten, und eine nähere Betrachtung läßt auch, wie oben gezeigt wurde, diese Spuren in den vollendeten Adinolen unzweideutig als Reste früher vollkommener Schieferung und nicht als Anzeichen schlecht entwickelter Schieferung erkennen. Besonders beweiskräftig für diese Auffassung sind die innerhalb der Adinolen liegenden Schieferblätter: sie lassen neben der größeren Vollkommenheit der Schieferung deutlich die für kontaktmetamorphe Umkristallisation bezeichnende Neigung erkennen, die ursprünglich vorhandene Textur, hier eben die Schieferung, zugunsten einer neuen ungeschieferten (hornfelsartigen) zurückzudrängen.

Für das Alter der Intrusion ergibt sich somit mit vollster Sicherheit die Tatsache, daß die Sedimente schon geschiefert waren, als der Diabas eindrang und die Schiefer in Kontaktgesteine umwandelte; die Intrusion erfolgte also erheblich später als die Entstehung der Sedimente. Das gilt sowohl für die silurischen Graptolithenschiefer wie für die mitteldevonischen Wissenbacher Schiefer; es liegt mithin aus petrographischen Gründen keine Veranlassung vor, für die in diese Schiefer eingedrungenen Diabase verschiedenes Alter anzunehmen, nur müßten bei der Annahme gleichen Alters auch die die Adinolisierung der silurischen Schiefer hervorrufenden Massen jünger als die Wissenbacher Schiefer sein¹⁶⁾. Das

¹⁶⁾ Die jetzt als silurisch angesprochenen Diabase des Bruchberg-Ackergebietes wurden in die vorliegende Arbeit nicht einbezogen (vgl. über sie M. KOCH, Rosenbusch-Festschrift S. 184 ff. 1906, O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. **59**, S. 17 ff. 1907, Erläuterungen zu Blatt Riefensbeek S. 8 ff. und S. 37 ff., und zu Blatt Osterode S. 5 u. S. 27 1907, Jahrb. Geol. Landesanstalt, **29**, I, S. 1 ff., 1908); erwähnt sei jedoch, daß O. H. ERDMANNSDÖRFFER vom Kontakt des Diabases in der Rauhen Schlucht an der Mündung der Schachtkappe die Bildung von Spilositen angibt (Erläuterungen zum Blatt Riefensbeek S. 39)

Auftreten einzelner Diabasergüsse zwischen den Wissenbacher Schiefen ebenso wie die Einlagerung von Keratophyrtuffen könnte den Gedanken nahe legen, in diesen mitteldevonischen Effusivmassen der Wissenbacher Schiefer Vorläufer der gewaltigen Diabaseffusionen des oberen Mitteldevon und des Oberdevon zu sehen und mit dieser mächtigen Diabasförderung auch die Intrusion als gleichalterig anzusetzen; dann müßten aber die mitteldevonischen Sedimente spätestens schon vor dem Auftreten der oberdevonischen Diabas Schiefertextur erhalten haben, eine Annahme, der wohl geologische Schwierigkeiten entgegenstehen. Will man daher diese Annahme vermeiden, so bleibt nur ein noch geringeres Alter für die intrusiven Diabase denkbar: die oberdevonischen Ergüsse müßten dann älter sein als die Intrusivmassen, und diese könnten unabhängig von den Effusivgebilden, den spärlichen Wissenbacher Effusivmassen und den reichlichen Ergüssen des oberen Mittel- und Oberdevon, im Zusammenhang mit der wesentlich oberkarbonischen Auffaltung des Harzgebirges stehen. Als ein Produkt vulkanischer Tätigkeit im Kulm würden bei dieser Auffassung die sogenannten, mit Wetzschiefer und Kieselschiefer verbundenen kulmischen Adinolen sich zwischen die oberdevonischen Effusionen und die angenommenen karbonischen Intrusionen verbindend einschalten.

Als karbonische Adinolen sind sehr verschiedene, den Kieselschiefen und Wetzschiefen eingelagerte Gesteine zusammengefaßt worden, wie ein Blick auf die von F. WUNDERLICH ausgeführten Analysen (in A. v. GRODECK, Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 29, S. 434 und 435, 1877 und in F. WUNDERLICHs Leipziger Dissertation, Mitt. des Berg- und Hüttenmännischen Vereins Maja, Neue Folge, Heft II, S. 30, 1880) zeigt. Unter ihnen (und auch unter den Wetzschiefen a. a. O. S. 31) finden sich nun chemisch mit Quarzkeratophyrtuffen, Tuffiten und Porphyroiden vollständig übereinstimmende Gesteine, und an Schlfen der Adinolen von Lerbach aus der Sammlung der Geologischen Landesanstalt konnte ich mich von dem entsprechenden texturellen Aufbau überzeugen, so daß mir der Anteil von Quarzkeratophyrtuffen am Aufbau dieser Kulmablagerungen gesichert erscheint.

und den analcimführenden Diabas von diesem Fundpunkt als „wahrscheinlich intrusiv“ bezeichnet. (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 59, S. 18).

Diese für das Alter der Diabasintrusionen bisher nicht in Erwägung gezogene, durch das petrographische Verhalten der Kontaktgesteine nahegelegte Möglichkeit bedarf natürlich noch einer geologischen Prüfung. Ein vielleicht naheliegender Einwurf kann von vornherein beseitigt werden: die Tatsache, daß Diabase durch den post-kulmischen Brocken- und Ramberggranit * kontakt-metamorph verändert sind, spricht nicht gegen die hier vorgetragene Annahme. Die ausführliche Schilderung derartiger Kontaktgesteine vom Blatt Harzburg durch O. H. ERDMANNSDÖRFFER bezieht sich hauptsächlich auf Effusivmassen des oberen Mitteldevon, die somit hier gar nicht in Frage kommen (Jahrb. Geol. Landesanst. f. 1904, 25, S. 1 ff., 1907), aber selbst wenn einzelne metamorphosierte „körnige“ Diabase dieses Gebietes Intrusivmassen sein sollten, und wenn man mit K. A. LOSSEN die etwas abweichende Beschaffenheit des zweifellos intrusiven Diabases von der Heinrichsburg bei Mägdesprung und der ihn begleitenden Adinole und des Spilosits auf die Beeinflussung durch den Ramberggranit zurückzuführen will (vgl. Ztschr. Deutsch. Geol. Ges., 24, S. 726, 727, Anm., 1872, und den Abschnitt Diabashornfels in den Erläuterungen zu Blatt Harzgerode, S. 79 ff.), so könnten diese Erscheinungen doch nicht gegen die Annahme eines zeitlichen und ursächlichen Zusammenhangs der Diabasintrusionen mit der Harzfaltung angeführt werden. Nach der zusammenfassenden Darstellung O. H. ERDMANNSDÖRFFERS ergibt sich nämlich, daß der Brockengranit vielfach „im primären Kontakt mit steil aufgerichteten Schichten steht, sie quer zum Streichen abschneidet und Apophysen in sie entsendet; die Schichten müssen also bei der Intrusion ihre steile Stellung bereits besessen haben, die große Überschiebung des Silurquarzits mußte bereits stattgefunden haben, mit anderen Worten: der Granit ist in einen Schichtenkomplex eingedrungen, dessen Faltung bereits vollendet war.“ (Über Bau und Bildungsweise des Brockenmassivs, Jahrb. der Geol. Landesanst. f. 1905, 26, S. 379 ff., bes. S. 395, 1906.) Da somit der Granit jünger als die Hauptfaltung ist, so könnte er selbstverständlich während der Hauptfaltung in die Schichten eingedrungene Diabase sehr leicht metamorphosiert haben.

Gegen die hier vertretene Annahme würde andererseits ein Verhalten sprechen, wie es die Diabase des Lahn- und Dillgebietes nach den bekannten Untersuchungen

von R. BRAUNS aufweisen. (Vgl. besonders: Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der devonischen Eruptivgesteine im Gebiete der Lahn und Dill, Neues Jahrb. B. B. 27, S. 261 ff., 1909 und B. B. 28, S. 379 ff., 1909.) Hier kommt R. BRAUNS zu dem geologisch und petrographisch begründeten Ergebnis: „Die Trennung der gesamten Eruptivgesteine (natürlich des genannten Gebietes) in mitteldevonische und oberdevonische ist durch die Art ihres Vorkommens berechtigt. Zwei selbständige Eruptionsperioden haben die beiden selbständigen Reihen geliefert“ (B. B. 27, S. 264), und M. STARK faßt das petrographische Ergebnis dieser Untersuchungen in den Satz zusammen: „Im Oberdevon ist... die pazifische, im Mitteldevon die atlantische Sippe ausgebildet.“ (Petrographische Provinzen, Fortschr. d. Mineralogie, 4, S. 251 ff., bes. S. 264, 1914.) Im Harz liegen die Verhältnisse offenbar anders, wenn sie auch noch nicht ausreichend geklärt sind: es besteht nach den Ausführungen des besten Kenners dieser Gebiete, O. H. ERDMANNSDÖRFFERS, kein chemisch-petrographischer Gegensatz zwischen der Hauptmasse der in die Wissenbacher Schiefer intrudierten Diabase und den im oberen Mitteldevon und im Oberdevon liegenden Diabasen, und umgekehrt finden sich in den Wissenbacher Schiefeln neben den vorwaltenden alkaliarmen Diabasen alkalireiche Gesteine essexitischer Zusammensetzung bei durchaus diabasähnlichem Aussehen, die petrographisch mit Keratophyren durch plagioklasreiche Keratophyre zu einer Reihe verbunden sind. Für diese beiden, im Harz erst durch die Untersuchungen O. H. ERDMANNSDÖRFFERS unterschiedenen „Diabase“ läßt sich nun nach Ansicht dieses Forschers „ein magmatischer Zusammenhang... nicht mit Sicherheit nachweisen, wengleich der Gedanke daran durch ihr gleiches geologisches Alter und die enge räumliche Verknüpfung nahegelegt wird“ (Über die systematische Stellung der Harzer Keratophyre, Zentralbl. f. Min., 1909, S. 33 ff., bes. S. 41), so daß die Erfahrungen in der Lahn- und Dillgegend zur Erklärung der Harzer Verhältnisse zweifellos nicht herangezogen werden können.

Über die Stellung der Harzer Diabase im System der Eruptivgesteine.

Die Beziehungen eines Teils der basischen Intrusivmassen zu alkalireichen Gesteinen führen wieder zu dem

Ausgangspunkt der ganzen Untersuchung zurück, zu der stofflichen Ähnlichkeit der Adinolen mit Gesteinen der Keratophyreihe. Der Nachweis, daß die Ähnlichkeit nicht zu einer Auffassung der Adinolsubstanz als Keratophyrsubstanz berechtigt wurde in dieser Arbeit erbracht; es kann sich hier nur darum handeln, ob die Beschaffenheit der die Adinolisierung hervorrufenden Stoffe und ihr Zusammenhang mit Diabasen für die Frage nach der chemischen Zugehörigkeit der Magmen, denen sie entstammen, einen Anhalt bietet.

Daß ein Teil der im Devon auftretenden Diabase einen hohen Natrongehalt besitzt, beweist die chemische Zusammensetzung der Diabase von Neuwerk (vgl. oben S. 360), und daß den Magmen derjenigen Diabase, die im Kontakt die Schiefer adinolisieren haben, ursprünglich auch ein höherer Natrongehalt zukam, als die Analyse jetzt nachweist, steht außer Zweifel, doch glaube ich allerdings bei der geringen Breite der Kontaktzonen nicht, daß der ursprüngliche Natrongehalt des Magmas beträchtlich höher war. Andererseits deuten auch die von K. A. LOSSEN stark betonten albitführenden Quarztrümer „in bauchigen Linsen und plattigen Schnüren zwischen den Schieferblättern oder in gangartig hindurchsetzenden Trümmern“, bekanntlich eines der Kennzeichen der „Regionalmetamorphose in der SO-Zone“ der LOSSENSCHEN Harzkarte, auf Zuführung von SiO_2 und Natron während oder nach der Schieferung der alten Sedimente (vgl. Erläuterungen zu Blatt Schwenda, S. 9, 1883 und die dort angegebenen älteren Nachweise), und auch diese Erscheinung kann man wohl am besten auf Vorgänge zurückführen, die mit der Intrusion der Diabasmassen zur Zeit der Faltung in Zusammenhang stehen.

Trotz aller dieser Umstände, die auf einen höheren Natrongehalt hinweisen, als er nichtsauren Magmen der Alkalikalkreihe in der Regel zukommt, trotz der engen Verknüpfung mit alkalireichen, Aegirin und Alkali amphibol enthaltenden Keratophyren, trotz der chemischen Zusammensetzung der intrusiven Diabase von der Beschaffenheit des Vorkommens von Neuwerk und — wenn man sie in die Reihe hineinnehmen will — trotz der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der als silurisch angesprochenen, Analcim, Arfvedsonit und Aegirinsäure führenden Diabase des Bruchberg-Ackerzuges, möchte ich dem Stammagma dieser Gesteine keine Annäherung an die Alkalireihe zuerkennen und auch eine

Verwandtschaft mit monzonitischen Magmen nicht zu stark betonen.

Wenn beispielsweise aus einem dioritischen Magma sich ein diabasisches Gestein abspaltet, bleibt ein keratophyrisches Teilmagma oder ein an Natron und SiO_2 reicher Rest übrig, und es ist weder befremdlich, wenn unter diesen Umständen auch der diabasische Teil gelegentlich reicher an Natron ist, als man es bei Diabasen gewöhnt ist, noch beweisend für die Beschaffenheit des Gesamtmagmas, wenn gelegentlich und ausnahmsweise in einem dieser natronreicheren Partialgesteine sich untergeordnet ein Feldspatvertreter, ein Alkalipyroxen oder ein Alkali-amphibol findet. Man überschätzt vielleicht überhaupt etwas die symptomatische Bedeutung dieser Gemengteile, wenn man schon wegen ihres gelegentlichen Auftretens in einer verschwindend kleinen Zahl der Glieder einer geologischen Reihe die Alkalikalk-Natur der ganzen Reihe in Zweifel zieht — schließlich kommt es doch auf die chemische Zusammensetzung des Gesamtmagmas an, und für diese ist meines Erachtens zunächst noch nichts bewiesen, wenn die chemische Zusammensetzung eines untergeordneten Partialgesteins die Bildung geringer Mengen von Feldspatvertretern oder von Alkalipyroxenen und Alkali-amphibolen gestattet. Der entsprechende Schluß, Zweifel an der Alkalinatur einer Gesteinsmasse, weil in ihr Glieder auftreten, die ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach mit Gesteinen der Alkalikalk-Reihe übereinstimmen, ist ja überhaupt niemals gezogen worden, und für die hier vertretene Auffassung spricht das von M. STARK beschriebene Auftreten von Aegirinaugit in einem „echten pazifischen Augitit“ der Euganeen, hervorgerufen durch eine teilweise Einschmelzung von Granit (Geologisch-petrographische Aufnahme der Euganeen, Min.-Petr. Mitt., 27, S. 399 ff., bes. S. 455—457, 1908).

In dem hier behandelten besonderen Fall vermag ich weder in der Beschaffenheit der Diabase noch in ihrer Verknüpfung mit Adinolen und Keratophyren einen Grund gegen die Zugehörigkeit dieser Serie zu dem Harzer Hauptmagma zu erblicken, dessen Gesteine M. STARK auf Grund der Zusammenstellung von O. H. ERDMANNSDÖRFFER (Jahrb. Geol. Landesanst., 27, S. 341, 1906) als „ein ausgezeichnetes Beispiel einer pazifischen Differentiationsserie“ bezeichnet (M. STARK: Petrographische Provinzen, Fortschr. d. Minera-

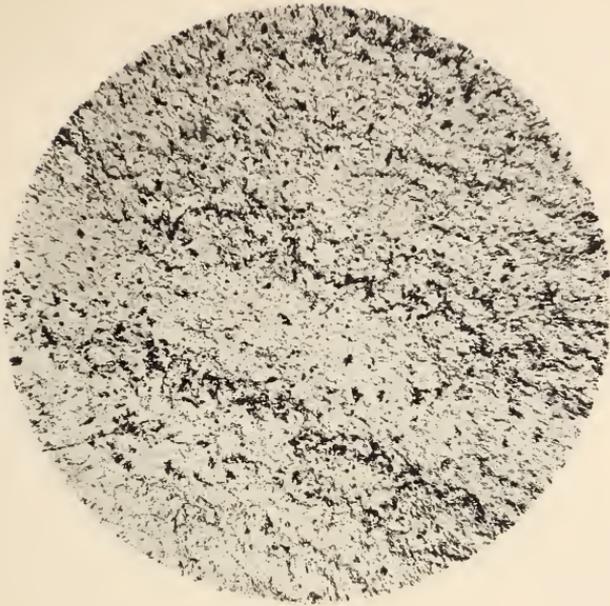


Fig. 1. Heller Adinolfels aus Zone I.
Dornkopf. (20fach vergrößert.)

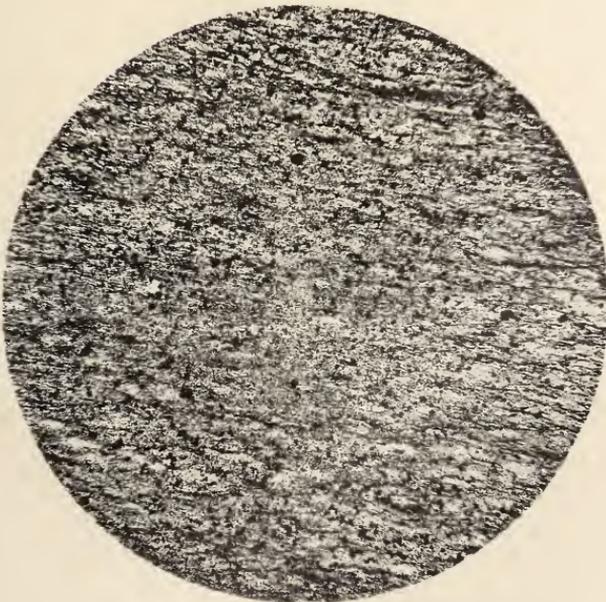


Fig. 2. Adinolschiefer aus Zone III.
Dornkopf. (stark vergrößert.)

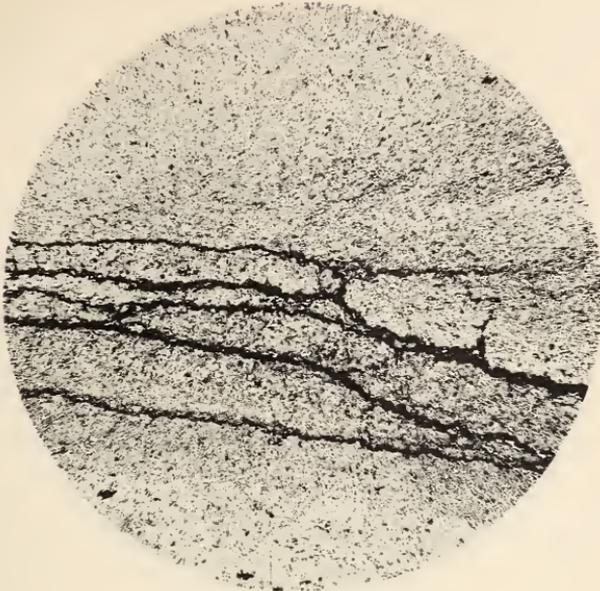


Fig. 1. Helle Adinole mit Streifen von Tonschiefer aus Zone II. Dornkopf. (20fach vergrößert.)

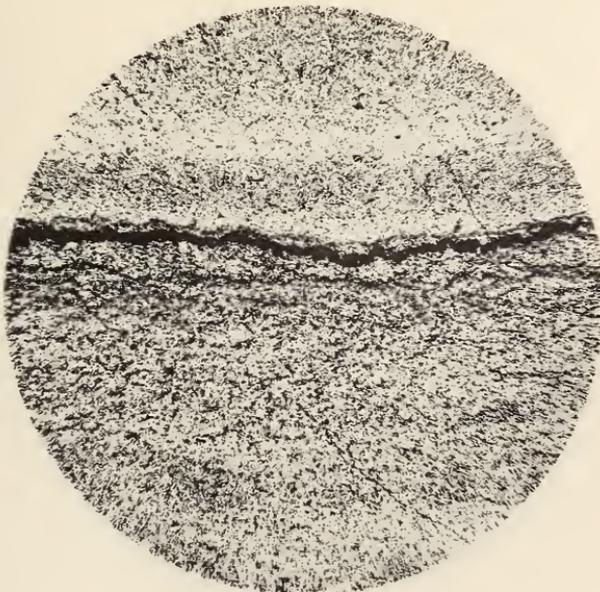


Fig. 2. Dunkle Adinole aus Zone II. Dornkopf. (20fach vergrößert.)

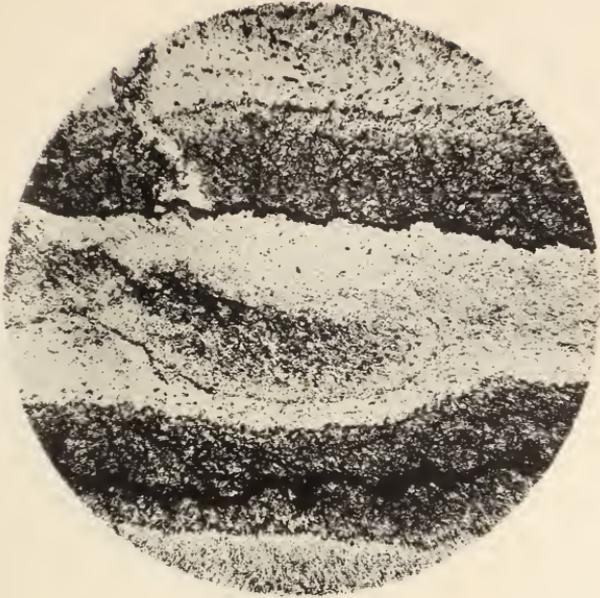


Fig. 1. Adinole und Adinolschiefer in inniger Verbindung aus Zone II. Dornkopf. (20fach vergrößert.)

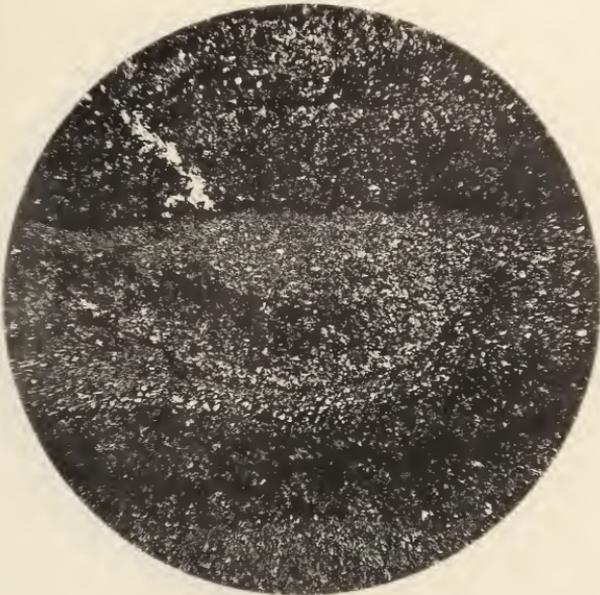


Fig. 2. Die gleiche Stelle wie 1 bei gekreuzten Nicols.

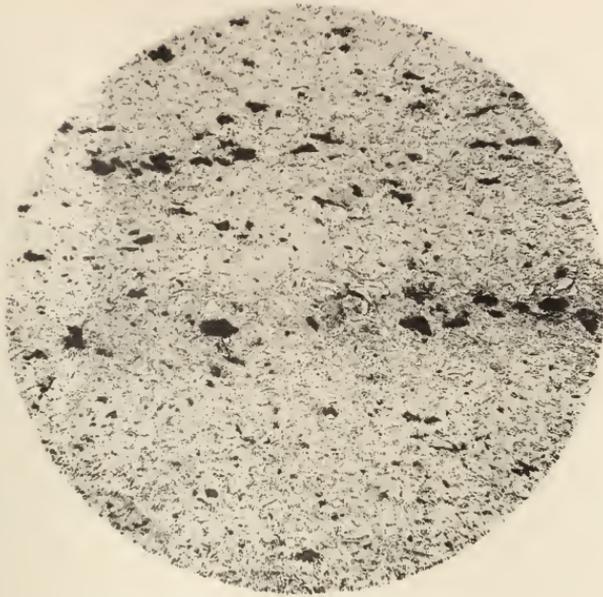


Fig. 1. Dunkle Adinole, tuffähnlich, aus Zone II. Dornkopf. (20fach vergrößert.)



Fig. 2. Die gleiche Stelle wie 1 bei gekreuzten Nicols.



logie 4, S. 251 ff.). Daß aber auch in dieser ausgesprochen pazifischen Serie leise Anklänge an Alkaligesteine auftreten, zeigt ein Blick auf die Darstellung der gesammelten Analysen im OSANNSCHEN Dreieck (O. H. ERDMANNSDÖRFFER a. a. O. S. 272), in dem verschiedene Granite sich im Gebiet der γ - und φ -Magmen befinden, und besonders der sehr interessante „Syenitische Einschluß im grünen Augitgranit“ von Gruhe (l. c. S. 354), ein „feinkörniger, schwärzlichgrauer, orthoklas- und biotitreicher quarzarmer Granit mit Spuren von Diopsid und Hornblende“, dessen Formel $S_{69} A_9 C_{0.5} F_{10.5}$ ihm sogar seinen Platz unter den ϑ -Magmen anweist. In der Harzer Diabas-Keratophyrgruppe könnte man die Produkte eines oder mehrerer zeitig vom Hauptmagma abgespaltener und räumlich abgetrennter Teilmagmen erblicken, die durch ihre Abtrennung sich petrographisch und geologisch abweichend entwickelt haben. Schon in der Devonzeit könnten sie dann weiter gespaltene Effusivbildungen, vielleicht auch spärliche Intrusivgesteine geliefert haben, während der sehr beträchtliche Rest dieser Teilmagmen zwar noch vor der Granit-Gabbro-Reihe des Hauptmagmas, aber doch erst während der karbonischen Faltung in die schon zu Schiefnern umgewandelten Sedimente intrudiert wurde und diese im Kontakt in Adinolen und verwandte Gebilde umwandelte.

Schluß.

Das Ergebnis der petrographischen Forschung würde mithin zu der vor 75 Jahren von J. F. L. HAUSMANN auf Grund geologischer Beobachtung aufgestellten, aber mit unrichtigen orogenetischen Schlußfolgerungen belasteten Anschauung über das Alter der Diabasintrusionen zurückführen. Diese unrichtigen Theorien waren offenbar der Hauptgrund, daß seine Auffassung seit einem halben Jahrhundert durch die Forschungen K. A. LOSSENS als beseitigt gelten mußte; für die Auffassung der Adinolen in ihrem Verhältnis zu den Diabasen blieb hingegen, von K. A. LOSSEN und R. LEPSIUS abgesehen, wohl immer die ältere Anschauung herrschend. Den Wechsel der Ansichten über das Alter der Diabase und über ihre Beziehungen zu den Adinolen zeigt umstehender Überblick.

Bestimmend für die hier vorgeschlagene Stellungnahme war der Nachweis, daß alle von dem Diabas kontaktmetamorph veränderten Gesteine schon geschiefert waren, bevor die Adinolisierung einsetzte.

	Alter der intrudierten Diabase in bezug auf die	
	Sedimente	Harzfaltung
J. F. L. HAUSMANN	viel jünger	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang: die Aufrichtung hervorrufend
K. A. LOSSEN	wenig jünger bis gleichaltrig (Devon)	viel älter
EM. KAYSER und H. ROSENBUSCH	wenig jünger bis gleichaltrig (Devon)	viel älter
M. KOCH und O. H. ERDMANNSDÖRFFER	wenig jünger bis gleichaltrig (Silur, Devon)	viel älter
R. LEPSIUS	jünger (Devon)	viel älter
L. MILCH	in der Hauptmasse viel jünger (karbonisch)	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang: durch die Faltung emporgepreßt

	Alter der Adinolen in bezug auf die Intrusion der Diabase	
		Harzfaltung
J. F. L. HAUSMANN	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang	somit gleichaltrig
K. A. LOSSEN	viel jünger	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang
EM. KAYSER und H. ROSENBUSCH	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang	somit viel älter
M. KOCH und O. H. ERDMANNSDÖRFFER	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang	somit viel älter
R. LEPSIUS	gleichaltrig (aber nicht durch che- mische Einwirkung hervorgebracht)	somit viel älter
L. MILCH	gleichaltrig und in ur- sächlichem Zusammen- hang	somit gleichaltrig