

## **Beobachtungen über die magnetische Polarität des Basaltes und der trachytischen Gesteine.**

Von Dr. *Ernst Gustav Zaddach*,

Lehrer am Königl. Friedrichskollegium und Privatdocenten an der  
Universität zu Königsberg.

Mit drei lithographirten Tafeln.

---

Im Jahre 1828 theilte Herr Geheime Bergrath Nöggerath in Schweigger's Jahrbuche der Physik und Chemie, Bd. 22, S. 221 Beobachtungen über die magnetische Polarität zweier Basaltfelsen in der Eifel mit, die von Hrn. Bergmeister Schulze gemacht und ganz geeignet waren, in hohem Grade das Interesse der Physiker und Mineralogen zu erregen, da eine so ausgezeichnete Wirkung des Basaltes auf die Magnetnadel bis dahin noch nicht bekannt geworden war. Es wurde daher eine genauere Untersuchung dieser merkwürdigen Felsen zugleich mit der Bekanntmachung jener Beobachtungen versprochen, die aber bis jetzt nicht erfolgt ist. Indem ich diese nun in vorliegender Arbeit zu liefern versuche, freue ich mich das von meinem verehrten Lehrer und Freunde gegebene Versprechen zu erfüllen. Schon vor mehr als zehn Jahren nämlich wurde ich, als ich in Bonn studirte, von Herrn Nöggerath aufgefordert, die magnetische Wirkung jener Felsen näher zu untersuchen, und gern dazu bereit besuchte ich dieselben zwei Male, zuerst im September 1839 und, da mir später die damals gemachten Beobachtungen noch nicht genügten, nochmals im September 1841, vervielfältigte auch die Untersuchungen bei einer weiteren Reise durch die Eifel an sehr vielen Basalten, an Trachyten und Lavamassen und nahm Stücke theils magnetischen, theils unmagnetischen Gesteins zu ferneren Versuchen mit. Aber kaum zurückgekehrt, wurde ich an der Ausarbeitung meiner Beob-

achtungen durch eine eilige Berufung von Bonn nach Königsberg verhindert und auch später ward ich, als ich die Arbeit fortsetzen wollte, bald wieder darin unterbrochen, indem andere mir näher liegende Arbeiten meine ganze Zeit in Anspruch nahmen. Wenn ich jetzt, so fern von dem Orte und von der Zeit der Beobachtung, jene Arbeit wieder aufnahm und, soweit die Untersuchungen sich an einzelnen, hieher mitgenommenen Felsstücken machen liessen, fortzuführen suchte, so geschah dies vorzüglich in dem Wunsche, dadurch zur Wiederholung meiner Beobachtungen an denselben Felsen anzuregen, damit die seit diesen verflossene Zeit für die Wissenschaft nicht ganz verloren sein möge. Denn die Ansicht, die Herr von Humboldt bei Entdeckung der polarischen Serpentine des Fichtelgebirges aussprach und die ich von Anfang an meinen Untersuchungen zu Grunde legte, dass es besonders interessant sein möchte zu erfahren, ob und in wiefern sich im Verlaufe mehrerer Jahre die Lage der magnetischen Pole und Achsen im Felsen verändere, bestätigte sich im Verfolge derselben vollkommen und ich bin überzeugt, dass wenn man den einfachen Wirkungen des Erdmagnetismus, die sich in der Polarität der über die ganze Erde zerstreuten Felsen und Gesteintrümmer offenbaren, mehr Aufmerksamkeit als bisher zuwenden möchte, manche interessante und wichtige Entdeckung über die Wirkungsart dieser wunderbaren Kraft gemacht werden würde. Ich hoffe daher auch mit Nachsicht beurtheilt zu werden, wenn ich, sonst gewöhnlich mit zoologischen Studien beschäftigt, mich bei dieser Arbeit in das Gebiet der Physik hinüber wagte; und wenn ich nicht umhin konnte, an meine Untersuchungen einige weitere Schlüsse zu knüpfen, die Manchen vielleicht zu weit gehend erscheinen möchten, so werden, hoffe ich, auch da, wo die Folgerungen nicht anerkannt werden sollten, die Beobachtungen selbst nicht ganz unbenutzt bleiben.

Königsberg i. Pr., im December 1850.

---

## G e s c h i c h t l i c h e s .

Da die Beobachtungen über die polarische Eigenschaft der Gesteine noch nicht sehr zahlreich sind und in den letzten 30 oder 40 Jahren fast gar nicht vermehrt wurden, so ist die hieher gehörige Literatur nicht gross und bereits mehrfach zusammengestellt, sie findet sich namentlich vollständig in dem neuesten Aufsätze, der diesen Gegenstand behandelt, von Hrn. Reich Pogg. Ann. Bd. 77. S. 32. Ich würde mir daher die Mühe sparen können, dieselbe hier nochmals anzuführen, wenn es mir nicht passend schiene, da dem behandelten Gegenstande bisher so wenig Aufmerksamkeit geschenkt ist, statt der blossen Titel der hieher gehörigen Aufsätze kurz den Inhalt derselben anzugeben, damit man den Umfang der bisher gemachten Beobachtungen leichter übersehen könne. Ich werde diese daher in der Reihenfolge, in der sie bekannt geworden, und da eine allgemeine Behandlung des Gegenstandes überhaupt nicht Statt gefunden, nach den Mineralien und Gebirgsarten, auf die sie sich vorzüglich beziehen, zusammenstellen. Bedauern muss ich dabei, dass manche dieser Aufsätze hier in Königsberg nicht aufzutreiben waren, so dass ich über diese selbst nur nach der Angabe Anderer urtheilen kann. Eine kurze Zusammenstellung der hieher gehörigen Beobachtungen findet sich auch in Gehler's physikal. Wörterbuche, neue Bearbeitg. 1836, Bd. VI. Abth. 2. S. 643; auch soll eine solche, die mir aber nicht bekannt ist, von Fournet gegeben sein: *Aperçus sur le magnetisme des mineraux et des roches* in den *Annales de la société d'agriculture de Lyon* 1848.

**Beobachtungen am Granit.** Die erste Beobachtung über die polarische Wirkung der Granite auf die Magnetnadel machte Hr. von Trebra i. J. 1785 an den sogenannten Scharchern im Harze. Er fand am Nordöstlichen dieser Felsen eine Stelle, welche die Magnetnadel um  $180^{\circ}$  von ihrer gewöhnlichen Stellung ablenkte. Eine Notiz von ihm selbst über diese Entdeckung findet sich in Zeunes Basaltpolarität S. 46. Bald darauf wurde eine fast ebenso stark auf die Magnetnadel wirkende Stelle auch an dem andern der beiden genannten Felsen von Hrn. Schroeder in Wernigerode ent-

deckt und i. J. 1793 dieselbe Beobachtung auch an der Spitze des Ilsensteins von Hrn. von Zach gemacht. (Bode's Sammlung astronomischer Abhandlungen; 1. Supplementband, 1793. S. 262.)

Diese vereinzeltten Beobachtungen wurden aber erst in Zusammenhang gebracht durch Hrn. Wächter, der nicht nur noch an mehreren Felsen z. B. an den Hohneklippen bei Wernigerode die magnetische Polarität entdeckte, sondern auch an jedem Felsen mehrere Pole bestimmte und daher die Lage der magnetischen Achse in ihnen angeben konnte. Er fand bei allen diesen Granitfelsen den Nordpol auf der westlichen, den Südpol auf der östlichen Seite liegend. (S. im Hannöverschen Magazin 1799. Stück 84 und 1800. St. 81, und im Verkündiger, Nürnberg 1800. St. 22. S. 169 und daraus in Gilberts Annalen 1800. Bd. V. S. 376.) Aehnliche Beobachtungen machte Hr. Hausmann an denselben Felsen und entdeckte dieselbe polarische Eigenschaft auch an der Rosstrappe, an den Zeterklippen und mehreren anderen Felsen, worüber er im Hannöverschen Magazin 1801. St. 84 und 85 Nachricht gab. Eine Erklärung von der Ursache der magnetischen Wirkung der Harzer Granite gab zuerst Hr. Jordan, indem er nachwies, dass in allen Magneteisenstein enthalten sei und von dem zufälligen Vorkommen dieses allein die grössere oder geringere Intensität der magnetischen Wirkung ableitete. (S. im Hannöv. Magazin 1802. St. 58. p. 921 und in Crells chemischen Annalen 1803. St. 1. p. 61.)

Dieser Erklärung stimmte jedoch Hr. Hausmann nicht bei, er wollte vielmehr die magnetische Wirkung der ganzen Felsen von der Wirkung einzelner abgeschlagenen Stücke unterschieden wissen und glaubte die Ursache besser in dem mit dem Gestein chemisch verbundenen Eisen zu finden. (S. Crells chemische Annalen. 1803. Bd. II. p. 207.) Dadurch wurde Hr. Jordan bewogen, seine Ansicht in Gilberts Annalen 1807. Bd. 26. p. 256 nochmals auseinanderzusetzen und suchte sie mit neuen Beobachtungen und einigen chemischen Versuchen zu beweisen.

So viel ist über die Harzer Granite bekannt geworden. Nach Zeune (Basaltpolarität p. 51) wurde auch am Riesengebirge, an der grossen Schneegrube, von Herrn



Hauptmann Lehmann in Dresden polarischer Granit entdeckt.

Beobachtungen an Serpentin und Hornblendegesteinen. An einem Serpentinegesteine beobachtete ein magnetisch-polarisches Verhalten zuerst Herr von Fichtel und zwar in Siebenbürgen an den Serpentin des Passes Vulkan (s. Fichtels mineralogische Aufsätze. Wien 1794. p. 223). Da er aber zugleich bemerkte, dass in diesem Gesteine Magneteisenkörner in ziemlich bedeutender Menge verbreitet wären, so erschien jene Beobachtung weniger auffallend. Grosses Aufsehen dagegen erregte die von Hrn. von Humboldt i. J. 1796 gemachte Entdeckung einer ausserordentlich starken polarischen Wirkung an einem Serpentinfels des Fichtelgebirges. Er gab zuerst hievon Nachricht in der Allgem. Litteratur Zeitung. Jena 1796. Intelligenzblatt No. 169 (auch in Grens Neuem Journal d. Physik 1797. T. IV. 136 und im Neuen bergmänn. Journal von Köhler u. Hoffmann Bd. I. p. 257), gab die Lage der magnetischen Achsen in diesem Felsen an, deren mehrere parallele waren, die sämmtlich ihre Südpole am nördlichen, ihre Nordpole am südlichen Abhange des Felsens hatten und führte kurz die wesentlichsten Eigenschaften des Gesteines an: Ausgezeichnete starke Wirkung auf die Magnetnadel, Mangel an Anziehungskraft gegen Eisen, Reinheit von fremden Beimischungen, namentlich von Magneteisen und sehr geringes specifisches Gewicht. Es war natürlich, dass die Vereinigung dieser Eigenschaften in einem Gesteine die Aufmerksamkeit der Physiker in hohem Grade erregte und es ergingen daher in Bezug auf dieses viele Anfragen an Hrn. von Humboldt, die er in einer zweiten Erklärung beantwortete, in der er die seitdem durch mehrfach wiederholte Versuche bestätigten Eigenschaften des Steines näher erörterte (s. Allgem. Litt. Zeitung 1797. Intelligenzblatt No. 38 und im Neuen bergmänn. Journ. I. 542, auch in Crells chem. Annalen 1797. Bd. I. p. 100). — Inzwischen hatten mehrere andere Physiker es sich angelegen sein lassen, auch andere Gestein- und Gebirgsarten in Bezug auf ihre magnetische Wirkung zu prüfen. Hr. von Schlottheim fand viele kalkhaltige Gesteine und Serpentine in verschiedenem Grade magnetisch, aber nicht polarisch (Crells

chem. Annal. 1797. I. S. 105), ebenso beobachtete Hr. von Charpentier ein gleiches Verhalten an einem Syenit, mehreren Serpentin, Basalten und Wacken (Allgem. Litt. Zeitung 1797. Intelligenzblatt No. 59), obschon er an ihnen keine Magneteisentheile bemerken konnte. Da dieser letztere in seinem Aufsätze der sehr ungleichen Wirkung der Hornblende-schiefer vom Fichtelgebirge erwähnte, so nahm Herr von Humboldt daraus Veranlassung in einem 3. und 4. Aufsätze (Allgem. Litt. Zeitung 1797. Intelligenzblatt 68 und 87) über diese wunderbare Verschiedenheit oft sehr nahe liegender Fels- und Gesteinmassen mehrere Beobachtungen mitzutheilen und zu zeigen, wie eine grössere oder geringere Menge von Magneteisengehalt auf die polarische Wirkung des Steines von keinem Einflusse sei.

Da der eigentliche Fundort des v. Humboldt'schen Serpentin noch immer nicht bekannt war, so untersuchte auf Veranlassung des Hrn. Flurl in München Hr. Reiner das Serpentinegebirge zwischen Erbdorf und dem Schlosse Kretschschmid und fand hier sowohl an dem anstehenden Gesteine auf dem Rücken des Gebirges, als auch an vielen umherliegenden Blöcken viele polarisch wirkende Stellen, aber eine mannigfache Lage der Achsen, über die sich kein bestimmtes Gesetz erkennen liess. Diese Beobachtungen wurden mitgetheilt im Münchener Taschenkalender 1798. Später untersuchte Hr. Flurl diesen Serpentinrücken nochmals selbst, und theilte diese Untersuchungen in einer Anmerkung zu seinem Werke: Ueber die Gebirgsformationen in den dermaligen kurpfälz. bairischen Staaten, München 1805. S. 52, mit, die auch abgedruckt ist in Zeunes Schrift: über Basaltpolarität p. 58. Das Wichtigste aus ihnen ist, dass er die polarische Erscheinung nur auf dem Rücken, nicht am Abhange des Gebirges bemerkte, dass er an demselben Felsen die entgegengesetzten Pole in einer Reihe liegend und mit einander abwechselnd antraf und dass er den reinen Serpentin unmagnetisch, Polarität aber nur da fand, wo dem Serpentin Hornblende beigemischt war.

Alle angeführten Beobachtungen bis zum Jahre 1799 sind ausführlich zusammengestellt in Freiherrn von Molls Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. III. Salzburg 1799,

Vermischte Nachrichten und Anzeigen S. 301, wo dann auch zuerst die Stelle genau bezeichnet ist, auf welcher Hr. von Humboldt seine Untersuchungen zuerst anstellte, es war nämlich der Heideberg bei Gefress im Baireuthischen.

Es sind noch einige Aufsätze zu erwähnen, in denen entweder Beobachtungen über den Magnetismus an Serpentinaen anderer Fundorte und an anderen Gesteinen mitgetheilt werden, oder diese Eigenschaft der Gesteine erwähnt wird, ohne dass dem schon Bekannten Neues hinzugefügt wurde. Zu den ersteren gehört ein Aufsatz des Hrn. Steinhäuser in Scheerer's Allgemeinem Journal der Chemie, Bd. I. 1798. S. 274, der an mehreren Gesteinen z. B. an Thonschiefer nicht nur magnetische Anziehung, sondern auch Polarität entdeckte und interessante Beobachtungen über die Unfähigkeit der polarischen Steine, Eisen anzuziehen, mittheilt. Erwähnung der polarischen Eigenschaft der Serpentine geschieht in Hrn. von Arnims Verzeichniss der magnetischen, nicht metallischen Stoffe und in den Bemerkungen dazu: Gilberts Annalen. 1800. V. 389 und 394.

Auch Hr. Zeune besuchte den Heideberg und gab einen umständlichen Bericht darüber, wie er selbst sagt, in der Allgem. Litt. Zeitung, 1805. Intelligenzblatt 169, wo ich denselben jedoch nicht finde.

Ein sehr stark polarischer Serpentin wurde am Frankenstein'schen Schlosse bei Darmstadt entdeckt von Hrn. Zimmermann: Gilberts Ann. Bd. 28, 1808. S. 483, und an einem schlesischen, zwischen Silberberg, Frankenstein und Warthe vorkommenden und mit Diorit abwechselnden Serpentin fand Hr. Blesson 1814 magnetische Wirkung (s. Gilberts Annalen 52, 1816. S. 269).

Ferner findet sich „über den polarisirenden Serpentin des Heidebergs bei Zelle“ ein Aufsatz aus einem Schreiben des Hrn. Har dt vom Jahr 1810 in von Molls Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. II. Nürnberg 1812. p. 403, und daraus Gilberts Annal. Bd. 44. 1813. p. 89.

Endlich widmeten auch die Herren Bischof und Goldfuss in ihrer Beschreibung des Fichtelgebirges, die mir leider gegenwärtig nicht zur Hand ist, dem Heideberg eine neue Untersuchung. Bd. I. p. 196, und Hr. Bischof stellte dann

ausführliche Untersuchungen an Handstücken dieses Gesteins an, deren Resultate auffallender Weise den früher von Hrn. von Humboldt gemachten Beobachtungen gerade entgegenlaufen, indem Hr. Bischof in dem Pulver des Gesteins sehr deutlich Magneteisen wahrnahm und das spezifische Gewicht verschiedener Stücke in geradem Verhältnisse mit der grösseren oder geringeren magnetischen Wirkung stehend fand (Schweiggers Journal der Ph. u. Chem. Aeltere Reihe. Bd. XVIII. Nürnberg 1816). Ich werde später Gelegenheit haben, ausführlich auf diese Beobachtungen zurückzukommen. Jenem Aufsatz ist noch eine Nachschrift des Herausgebers des Journals beigefügt, in der er die geognostischen Verhältnisse des Fichtelgebirges im Zusammenhange mit den magnetischen Erscheinungen an den dortigen Gebirgsarten bespricht und abweichend von der früheren Angabe des Hrn. v. Humboldt die Lage der magnetischen Achse im Heideberge als von N.W. nach S.O. gerichtet angiebt, so dass auf der N.W.seite die Nordpole, auf der S.O.seite die Südpole lägen.

Beobachtungen an Basalten. Sehr gering ist die Zahl der Schriften und Aufsätze, in denen über das magnetische und polarische Verhalten des Basalts etwas Bestimmtes angegeben wird. Einzelnen Physikern und Mineralogen scheint die Eigenschaft des Basalts auf die Magnetnadel zu wirken schon früh bekannt gewesen zu sein, während sie andern wiederum zweifelhaft schien. Zeune hat wohl die frühesten Bemerkungen über diese Eigenschaft des Basalts zusammengestellt. Hr. Voigt sagt in einer gekrönten Preisschrift über den Thonschiefer u. s. w. geradezu vom Basalte, dass er alle Male den Magnet bewege (s. Höpfners Magazin für die Naturkunde Helvetiens, Zürich 1788. Bd. III. p. 267). Unbestimmter soll sich Hr. Widemann in seiner Preisschrift über die Entstehung des Basalts (ebendasselbst Bd. IV. p. 140) ausdrücken, indem er sagt, der Basalt sei zuweilen magnetisch und Hr. von Lehmann in seiner Schrift: der Basalt, Frankfurt a. M. 1789. p. 23 geradezu das Vorhandensein der magnetischen Eigenschaft von dem grössern oder geringern Gehalte des Steins an Magneteisen ableiten, die Polarität desselben aber bezweifeln. Auch Hr. von Charpentier und Steinhäuser sprechen in ihren oben erwähnten Aufsätzen

von der magnetischen Eigenschaft des Basalts als von einer bekannten Thatsache. Im Grossen wurde die Polarität ganzer Basaltfelsen und Basaltberge aber zuerst von Hrn. Zeune in den Jahren 1805 bis 1808 und zwar an den Basaltbergen des obern Erzgebirges und der Oberlausitz, am Scheiben- und Pöhlberge bei Annaberg, an einem Hügel bei Bärenstein und mehreren anderen untersucht und an allen, mit Ausnahme des Huthberges bei Herrenhut, zeigte sich eine polarische Einwirkung auf die Magnetnadel. Eine genauere Angabe über die Lage der Pole findet sich hiebei zwar nicht, doch scheinen auf der Nordseite die Nordpole, auf der Südseite die Südpole beobachtet zu sein und der Verfasser liess es sich besonders angelegen sein, einen Zusammenhang zwischen dieser magnetischen Polarität und der nord-südlichen Richtung vieler Basaltkuppen wahrscheinlich zu machen (Zeune, über Basaltpolarität, Berlin 1809). Fernere Beobachtungen über die Polarität des Basalts wurden dann erst i. J. 1828 durch Hrn. Nöggerath mitgetheilt in Schweiggers Jahrbuch der Phys. und Chemie. Bd. XXII. (älterer Folge Bd. LII.) p. 221. Es sind die oben erwähnten, die, wie gesagt, Veranlassung zur vorliegenden Arbeit wurden. Sie wurden von Hrn. Bergmeister Schulze an zwei Basaltkuppen in der Eifel und zwar in der Nähe der Nürburg angestellt, indem er mit der Boussole die Felsen umging und an jeder Seite einige Stellungen der Nadel aufzeichnete. Diese Beobachtungen veranlassten auch sogleich nach ihrem Erscheinen eine Mittheilung des Hrn. Reuss über die Polarität zweier böhmischen Basaltberge, der hohen Wostroi und des breiten Berges in der Herrschaft Schröckenstein (s. Schweiggers Jahrbuch der Chem. u. Phys. 1828. Bd. XXIII. (d. ältere Folge LIII) p. 236), aber auch hier findet sich keine genauere Angabe, weder über die Lage der Pole und Achsen in den Felsen, noch über die Verhältnisse, unter denen die polarische Eigenschaft an dem Steine hervortritt. Zwei in Schottland gemachte Beobachtungen kenne ich nur aus Gehlers phys. Wörterbuche, nämlich die Beobachtung der Polarität an einem Basaltfelsen, auf dem das Dumbarton Castle in Schottland liegt, die von Hrn. Anderson in Glasgow gemacht sein soll und eine Beobachtung von Galbraith, auf der Höhe von Arthurs Thron im Schotti-

schen Hochlande angestellt (s. *Edinburg, new philos. Journal*, Apr. — Oct. 1831. p. 287). Leider ist mir auch Hr. von *Leonhardt's* grosses Werk über die Basaltgebilde gegenwärtig nicht zur Hand. Aus den Angaben der übrigen Schriftsteller muss ich jedoch schliessen, dass auch hier keine weitere Beobachtungen über den fraglichen Gegenstand mitgetheilt sind.

**Beobachtungen an anderen Gesteinen.** Auch an einigen andern Gesteinen und Gebirgsarten hat man Polarität gefunden. Die älteste Beobachtung dieser Art wurde schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, 1742 von *Bouguer* in Südamerika auf dem Wege von Quito nach *St. Martha* an vielen Blöcken eines nicht genau bestimmten Gesteins (vielleicht *Trachyts*?) gemacht, welches schon in einer Entfernung von mehreren Schritten die Magnetnadel bedeutend afficirte (*Bouguer figure de terre*, Par. 1749. p. LXXXIII). Auch Hr. von *Humboldt* fand auf seiner Reise in Südamerika, nördlich vom Vulkan von *Pasto* rothen *Thonporphyr* mit glasigem *Feldspath* und *Hornblende*, der ebenso polarisch wirkte wie die *Serpentine* des *Fichtelgebirges* (s. *Gilberts Ann. Th.* 16. 1804. S. 461, wo zugleich vom Herausgeber eine Uebersetzung der *Bouguer'schen* Beobachtung gegeben ist).

An einigen *Pechsteinporphyren* war schon früher 1791 die polarische Eigenschaft von Hr. *Pini* in *Mailand* entdeckt und beschrieben worden (*Pini, Memoria di alcuni fossili singolari della Lombardia austriaca et di altre parte dell' Italia.* Milano 1791). Eine Beschreibung dieser selben *Porphyrgesteine* lieferte auch Hr. *Beyer*, der Stücke derselben von Hr. *Pini* aus *Mailand* erhalten hatte, nach der von *Humboldt'schen* Entdeckung als Beitrag zu den polarisirenden Fossilien in der *Allgem. Litt. Zeitung* 1797, 108 und im *Neuen bergm. Journal* I, 561. — Endlich wäre hier noch zu erwähnen ein 1816 erschienener Aufsatz des Hr. *Blesson*, den ich aber selbst nicht kenne: *Magnetismus und Polarität der Thoneisensteine*. Dass sich Bemerkungen über die magnetische Eigenschaft vieler Gesteine, soweit sie an einzelnen abgeschlagenen Stücken beobachtet werden konnten, in den oben genannten Aufsätzen der Herren von *Schlottheim*, von *Charpentier*, *Steinhäuser* und *Hardt* finden, und dass

diese von Hrn. von Arnim in Gilberts Ann. 1800. V, 384 tabellarisch zusammengestellt sind, ist schon oben gesagt.

Von dieser magnetischen Wirkung, welche einzelne Gesteine zeigen, hat man häufig die Einwirkung unterschieden, die ganze Berge und Gebirgsarten schon in grösserer Entfernung auf die Magnetnadel ausüben. Da diese Erscheinung dem in dieser Arbeit behandelten Gegenstande ganz fern liegt, so übergehe ich auch die hierauf bezüglichen, früheren Beobachtungen und bemerke nur, dass mit dieser Erscheinung sich auch vorzüglich der neueste über die magnetische Polarität des Basalts erschienene Aufsatz des Hrn. Reich, Beobachtungen über die magnetische Polarität des Pöhlberges bei Annaberg, Poggendorfs Ann. 1849. Bd. 77. p. 32 beschäftigt, weshalb ich seiner oben nicht gedacht habe.

---

Zwei Fragen sind es, die ich mir bei meiner Arbeit zur Beantwortung stellte: 1. Wie ist die magnetische Kraft in den polarischen Felsen vertheilt, wie ist die Lage der magnetischen Pole und Achsen? 2. Welche Verhältnisse sind es, die die Polarität der Basalte bedingen? In Beantwortung dieser Fragen wird die Untersuchung in zwei Hauptabschnitte zerfallen; ich werde zuerst die Beobachtungen beschreiben, die ich über die Stellung der Magnetnadel am Umfange der Felsen oder einzelner Felsstücke gemacht habe, und dabei mit den am gründlichsten untersuchten Basaltklippen in der Nähe der Nürburg beginnen, sodann einige Untersuchungen mittheilen, durch die ich die Ursache der polarischen Eigenschaft der Gesteine zu erforschen suchte.

#### Vertheilung des Magnetismus in den beiden polarischen Basaltfelsen in der Nähe der Nürburg.

Die erwähnten Felsen, an denen Hr. Bergmeister Schulze eine so auffallende Polarität entdeckte, liegen in der Eifel, eine Stunde von Adenau ganz nahe der Nürburg. Der Felsen, auf dem die Ruinen der Nürburg selbst stehen, besteht aus Basalt, mit dem zugleich ein grobes, bröckliches Conglomerat vorkommt, welches auf dem Gipfel des Berges in-

nerhalb der Ruine in einer etwa 10 Fuss hohen Wand ansteht und das Ansehen von Lava hat. Um die Nürburg erheben sich mehrere andere Kuppen, nordwestlich der Selberg, östlich zieht sich eine Reihe bewaldeter Hügel bis zum Adenauer Bache, von dessen anderem Ufer der Boden allmählig zum höchsten Berge der Eifel, zur hohen Acht, ansteigt. Der südwestlichste dieser Hügel, welcher der Nürburg zunächst liegt, wird das Steinchen oder die Steinecke genannt; er besteht aus dem oben erwähnten Basaltconglomerat und ist auf seinem ganzen Gipfel mit grossen Basaltblöcken bedeckt. Nur wenige von ihnen scheinen noch in der Lage zu sein, wie sie emporgehoben wurden, die meisten sind unregelmässig über einander gestürzt. Fast alle zeigen die polarische Eigenschaft in gleichem Maasse, genau untersucht wurden von mir aber nur die beiden auf dem obersten Gipfel des Hügels stehenden Klippen, weil ich damals glaubte, es komme darauf an, die Untersuchungen an solchen Gesteinen anzustellen, die sich noch in ihrer ursprünglichen Lage befänden. Beide Felsen sind ohne Zweifel die Reste von dem Gipfel eines tief in die Erde hinabsetzenden Felsens und an ihrem Grunde nur 1' 3'', an ihrem Gipfel 2 $\frac{1}{2}$  Fuss von einander entfernt, indem der eine nordwestlich, der andere südöstlich liegt. Die nordwestliche Klippe ist etwa 6 Fuss hoch, an ihrer Basis 4' lang, 3' breit, die südliche Seite bildet mit der westlichen und östlichen ungefähr rechte Winkel und alle drei sind ziemlich eben, die nördliche Seite springt an ihrem westlichen Theile mit einer stumpfen Ecke vor. Oben ist der Felsen etwas kürzer und von seiner östlichen Seite ist ein grosses Stück von 1 Fuss Breite abgesprengt, so dass die Breite hier nur etwa 2' beträgt. Der südöstliche Felsen ist viel grösser, etwa 6' lang und 3' breit, an der nördlichen und westlichen Seite steht er etwa 6' über dem Boden an, an der südlichen und östlichen ist er noch etwa 6' tiefer entblösst. Der Basalt ist in beiden, so wie in den übrigen Blöcken in Platten von 1 bis 1 $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke abgesondert, die steil in einem Winkel von 75° nach Osten fallen und diese Absonderungsweise macht diese Felsen zur Untersuchung besonders geeignet, indem sie ihnen eine regelmässige fast parallelepipedische Gestalt giebt.



Die erste Schwierigkeit macht es, auf solchen Stellen, an denen die Felsen ringsum auf die Magnetnadel wirken, den magnetischen Meridian mit einiger Genauigkeit zu bestimmen, da man der Magnetnadel nicht trauen darf. Ich half mir dadurch, dass ich an einem nahen Orte, der aber so fern von den Felsen war, dass ich ihre Einwirkung auf die Nadel nicht mehr zu fürchten hatte, den Meridian bestimmte und mir einen genau nördlich gelegenen Punkt in möglichster Entfernung am Horizonte merkte. Nach diesem visirte ich von der Spitze jener Felsen und es stellte sich dabei heraus, dass die Platten des Basalts ziemlich genau von Norden nach Süden streichen. Ich nahm daher bei allen Untersuchungen an diesen Felsen, da es doch unmöglich gewesen wäre, bei jedem Stande der Boussole von Neuem den Meridian zu bestimmen, überall das Streichen des Basalts als genau in der Meridianlinie liegend an. Eine mathematische Genauigkeit in der Bestimmung der Lage der Achsen konnte freilich bei dieser Art der Beobachtung nicht erreicht werden, indessen würde diese auch bei Anwendung genauerer Instrumente überhaupt kaum möglich zu erreichen sein, und der hier gemachte, jedenfalls nicht grosse Fehler wird um so weniger in Betracht kommen, da wir es, wie wir sehen werden, nicht mit einzelnen Stellungen der Magnetnadel, sondern grösstentheils mit einer stetigen Drehung derselben zu thun haben.

Ich hatte mich nämlich schon bei vorläufiger Untersuchung dieser und bei vielen andern polarischen Felsen davon überzeugt, dass eine Magnetnadel, die in einer horizontalen Ebene um die Felsen herumgeführt wird, eine stetige Drehung in der Boussole macht, wenn jene die polarische Eigenschaft in einem nur einigermaßen hohen Grade zeigen. Da es mir nun besonders darum zu thun war, meine Beobachtungen so anzustellen, dass spätere Beobachtungen an denselben Felsen mit ihnen möglichst genau verglichen werden könnten, so machte ich sie im Jahre 1841 auf folgende Weise:

Es wurden rings um jeden der beiden Felsen mit gelber Oelfarbe 5 horizontale, einen Fuss von einander entfernte Linien, von denen die unterste nahe der Basis der nördlichen Seite des nordwestlichen Felsens hinlief, und auf jeder Seite der Felsen eben solche senkrechte Linien in demselben Ab-

stande von einander gezeichnet. Dadurch entstanden an jeder Seite der Felsen Quadrate. Nun wurde die Magnetnadel an den 5 horizontalen Linien ringsum die Felsen herumgeführt und genau ihre Stellung an jedem Punkte, an dem die horizontale Linie von einer senkrechten durchschnitten wurde, aufgezeichnet, ausserdem auch noch jede Stellung der Nadel in  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  und  $90^\circ$  Abweichung vom Meridiane angemerkt. Die Figuren 1 bis 4 sind die genauen Zeichnungen der 4 Seiten des südöstlichen Felsens mit den Quadraten, die von den horizontalen Linien I bis V und den senkrechten a bis u gebildet werden, und mit den verschiedenen Nadelstellungen an diesen Linien. Die Figuren 11 bis 14 geben dieselben Zeichnungen für den uordwestlichen Felsen. Die Fig. 5 bis 9 aber und die Fig. 15 bis 19 stellen die 5 horizontalen Durchschnitte an beiden Felsen dar, die Buchstaben a bis u bezeichnen wieder die Punkte, an denen diese horizontalen Linien von den entsprechenden senkrechten geschnitten werden. Bei jeder Nadelstellung ist die Abweichung der Nadel vom magnetischen Meridiane in Graden angegeben, wobei, wie oben gesagt, stets angenommen wurde, dass die Streichungslinie der Basaltplatten gerade in diesen Meridian falle. Meistens macht die Nadel, um den Felsen herumgeführt, eine allmälige und stetige Drehung, wo dies aber nicht der Fall ist und eine rückgängige Bewegung der Nadel erfolgt, da ist das Maximum der Abweichung angegeben und die entsprechende Zahl ist unterstrichen. — Da endlich die Stellungen der Nadel, in denen sie im Meridian steht, oder  $180^\circ$  oder  $90^\circ$  abweicht, meistens die Lage der Pole oder die Indifferenzpunkte im Steine anzeigen, also vom besonderm Interesse sind, so suchte ich mit der Boussole diese Punkte auch zwischen den 5 horizontalen Linien auf, verfolgte sie hie und da auch über dieselben hinaus und bezeichnete die dadurch entstehenden Linien der gleichen Abweichung am Steine mit rother Farbe, und zwar die Linien von  $0^\circ$  Abw. mit Punkten, die Linien von  $180^\circ$  Abw. durch Kreuze, von  $90^\circ$  östl. Abw. durch horizontale Striche und die Linien von  $90^\circ$  westl. Abw. durch ebensolche senkrechte Striche. Auf den Figuren 1 bis 4 und 11 bis 14 wurden alle diese Linien punktirt dargestellt und zwar diejenigen, welche die Lage der Pole bezeichnen, mit stärkeren,

diejenigen, welche die Lage der Indifferenzpunkte angeben, mit schwächeren Punkten angedeutet. Nur in den Fig. 11 u. 12 sind 2 solcher Linien gezeichnet, die sich auf den Felsen selbst nicht finden, also auch nur durch Verbindung der entsprechenden Punkte in den 5 horizontalen Linien entstanden sind. Die Figuren 10 und 20 geben die Stellung der Magnetnadel auf den freilich sehr unebenen oberen Flächen der Felsen an, sie rühren zwar eigentlich von meinen Beobachtungen i. J. 1839 her, da diese aber mit den Beobachtungen vom Jahre 1841, soweit sie sich vergleichen lassen, ganz übereinstimmen, so können sie ohne Bedenken jenen zur Seite gesetzt werden.

Durch diese Vorkehrungen werden hoffentlich meine Beobachtungen mit späteren vergleichbar werden, so dass eine Veränderung in der Lage der Pole und Achsen, wenn sie etwa einen Zoll oder mehr beträgt, der Wahrnehmung nicht entgehen kann. Denn ich hoffe, dass sowohl Wind und Wetter, obschon sie zu manchen Zeiten auf den Höhen der Eifel mit ungeheurer Gewalt gegen die Felsen stürmen mögen, als auch die Bewohner des nahen Dorfes, die meine Arbeiten an den Steinen sehr verwundert betrachteten, soviel von meinen Malereien werden übrig gelassen haben, dass spätere Beobachter, wenn sie nicht gar zu lange auf sich warten lassen, mit Hülfe der hiebei gegebenen Zeichnungen sich leicht über die Stellungen der Nadel werden orientiren können. Ich muss nur noch bemerken, dass alle meine Beobachtungen, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes bemerkt ist, mit einer Nadel von 1 Zoll 9 Linien Länge Rhl. M. angestellt wurden, die in einer Messingkapsel von 2 Zoll 9 Linien Durchmesser schwebte, so dass also die Spitzen der Nadel wenigstens einen halben Zoll vom Steine entfernt blieben. Da die Stellungen der Nadel an schwach magnetischen Stellen von ihrer Schwere und Beweglichkeit und bei zwei im Steine einander nahe liegenden Polen auch von der Grösse der Nadel abhängen, so würde es gut sein, die Beobachtungen mit einer gleich grossen Nadel zu wiederholen.

Gehen wir nun endlich zur Betrachtung der Nadelstellungen selbst in den verschiedenen Durchschnitten über. Wir wollen mit dem südöstlichen Felsen, der am regel-

mässigsten und am stärksten auf die Magnetnadel wirkt, beginnen und die Stellungen derselben im III. Durchschnitte (Fig. 7) betrachten. Führen wir in dieser Höhe die Boussole von der Nordwestecke des Felsens an der westlichen Seite hin und in dieser Richtung um den ganzen Stein herum, so sehen wir an der Nordwestecke, bei  $a$  die Nadel parallel mit der Wand des Steines im Meridian stehen; sogleich aber, wenn die Boussole von diesem Punkte nach S. bewegt wird, beginnt die Nordspitze nach W. abzuweichen und dreht sich langsam und stetig bei jeder Bewegung der Boussole, bis sie etwa 2 Fuss vom Südrande entfernt, mit der Südspitze gegen den Stein gekehrt ist und  $90^\circ$  Abweichung zeigt. Von hier an wird die Drehung der Nadel schneller, sehr bald sehen wir sie mit der Gesteinswand parallel, aber mit der Nordspitze nach S. gekehrt stehen, nun wendet sich diese nach Osten, stellt sich, etwa  $6''$  vom Südrande entfernt mit der Nordspitze gegen den Stein d. h. gegen Osten und kehrt dann sehr bald in die normale Stellung zurück, so dass sie an der Westseite des Steins gerade einmal den ganzen Kreis der Boussole durchlaufen hat. Rücken wir sie nun weiter auf der Südseite nach O. fort, so zeigt sie sehr bald, indem der Nordpol der Nadel sich wieder nach W. dreht,  $90^\circ$  und in einer Entfernung von einigen Zollen  $180^\circ$  Abweichung vom Meridiane, von hier wird die Drehung der Nadel langsamer, in der Mitte der Südseite zeigt sie bei paralleler Stellung mit der Wand des Steines  $90^\circ$  Abw., vollendet dann an der Südostecke bei  $i$  die 2te vollständige Drehung, indem sie sich in den Meridian stellt. Auf der Ostseite sehen wir sie aber schon in geringer Entfernung vom Südrande (bei  $l$ ) sich mit der Nordspitze senkrecht gegen den Stein kehren, in  $2\frac{1}{2}'$  Entfernung zwischen  $n$  und  $o$  zeigt sie parallel mit dem Steine stehend  $180^\circ$  und an der Nordostecke  $90^\circ$  östl. Abw., so dass sie in der Mitte der nordöstlichen Seite, bei  $r$ , sich wieder in den Meridian stellt. Diese Stellung behält sie auf einer kurzen Strecke bei, um dann am übrigen Theile der Nordseite noch eine vollständige Drehung zu machen, so dass sie an der nördlichsten Kante des Steines gerade mit dem Nordpole nach Süden gegen den Stein gekehrt ist. Die Nadel macht also auf dem ganzen Wege keine rückgängige Bewegung, sondern

dreht sich regelmässig in derselben Richtung, in der die Boussole um den Stein bewegt wird, viermal durch den ganzen Kreis.

Versuchen wir nun diesen Stellungen der Magnetnadel gemäss die Lage der magnetischen Pole in dem Gesteine selbst anzugeben, so sehen wir, dass in der Nähe der westlichen Seite 2 Pole, ein Nordpol  $N$  und ein Südpol  $s_2$  in Fig. 7, im Steine wirksam sind, deren Lage durch die Stellungen der Nadel von  $90^\circ$  Abw. angedeutet wird, während die Stellungen von  $0^\circ$  an der Nordwestecke und  $180^\circ$  zwischen  $e$  und  $f$  Indifferenzpunkte bezeichnen; ebenso deuten an der Südseite die Stellungen von  $180^\circ$  und  $0^\circ$  Abw. auf die Nähe eines Nord- und eines Südpols ( $n_2$  und  $S$ ) während zwischen beiden die Nadel bei  $90^\circ$  östl. Abw. an einem Indifferenzpunkte liegt; ein solcher Punkt wird ferner an der Ostseite durch die Stellung der Nadel von  $180^\circ$  Abw. angegeben, während alle Stellungen der Nadel an der Nordostecke und an der nördlichen Kante des Steins auf das Vorhandensein zweier Pole, dort eines Nordpols ( $n_1$ ) und hier eines Südpols ( $s_1$ ) hinweisen.

Ehe wir aus diesen Beobachtungen noch weitere Schlüsse ziehen, wollen wir die Stellungen der Nadel auch an den anderen Durchschnitten des Felsens betrachten. Ein Blick auf die Figuren 5, 6, 8 und 9 wird überzeugen, dass im Allgemeinen die Stellungen der Nadel an allen Durchschnitten fast einander gleich sind, wenn schon die Punkte, an denen bestimmte Abweichungen zu Stande kommen, nach dieser oder jener Seite vorgerückt erscheinen, wie z. B. die westl. Abw. von  $90^\circ$  an der Westseite in den unteren Theilen des Steins südlicher, in den oberen etwas nördlicher liegt. Nur einzelne Verschiedenheiten, die sich an den verschiedenen Durchschnitten zeigen, werden näher zu besprechen sein. Im II. und I. Durchschnitte, welche tiefer liegen, als der so eben betrachtete III. Durchschnitt, kommt an der Südwestecke des Steins die dort so schnell erfolgende Umdrehung der Nadel nicht mehr zu Stande. Die Nordspitze der Nadel geht an dem II. Durchschnitte von dem Punkte aus, an dem sie  $180^\circ$  Abw. zeigt bei  $f$ , nur noch um  $70^\circ$  nach Osten und kehrt von hier wieder zu der Stellung von  $180^\circ$  Abw. zurück, um dann erst

ihre regelmässige Drehung fortzusetzen; im I. Durchschnitte kommen sogar zwei rückgängige Bewegungen der Nadel an dieser Stelle vor, die Nordspitze geht von  $180^{\circ}$  Abw. bis  $140^{\circ}$  nach Osten, kehrt dann zu jener Stellung zurück und wendet sich noch um  $10^{\circ}$  weiter nach Westen, um wieder umzukehren und nun in ihre regelmässige Drehung einzulenken. Diese abweichende Drehung der Nadel in dem untern Theile des Felsens ist jedoch keine Unregelmässigkeit, sie beweist vielmehr, dass im Durchschnitt I. zwar noch dieselben Pole an denselben Stellen, wie im Durchschnitt III. vorhanden sind, dass sie aber nur eine sehr schwache Wirkung auf die Nadel ausüben. Im Durchschnitt II. ist nur der Südpol merklich, während der Nordpol fehlt oder zu schwach ist und zu tief im Steine liegt, um von der Nadel markirt zu werden. Die Grenze, an der jene stärkere Einwirkung aufhört, ist am Felsen sehr scharf nachzuweisen, wie aus der punktirten Linie an der entsprechenden Stelle in Fig. 1. hervorgeht und ist dadurch bedingt, dass das Gestein auf der Südseite im untern Theile des Felsens etwas vortritt. Wir werden auf diese Erscheinung später zurückkommen. — Im IV. Durchschnitte erfolgt an der südwestlichen Ecke eine noch schnellere Drehung der Nadel als im III. Durchschnitte, es verschwinden aber die entsprechenden Pole ganz da, wo der Felsen an der südlichen Seite oben kürzer wird und sich abzurunden beginnt, daher sind sie im V. Durchschnitte nicht mehr anzutreffen. — Eine andere Verschiedenheit von den am Durchschnitte III. betrachteten Nadelstellungen zeigt der I. Durchschnitt an seiner Nordostecke, in dem dort zwischen  $o$  und  $q$  noch eine vollständige Umdrehung der Nadel vorkommt, die in den oberen Theilen des Steines fehlt; sie lässt auch hier auf zwei einander nahe liegende, ungleiche Pole schliessen und rührt, wie aus den Figuren 4 und 5 hervorgeht, daher, dass hier der Stein um einen halben Fuss breiter ist, als oben. Auch auf der Nordseite tritt am Fusse des Felsens eine grössere Gesteinmasse vor, ein auf der äussersten Ecke dieser liegender Pol ist wahrscheinlich die Ursache, dass über dieser Ecke bei  $r$  die Nadel vom Fusse des Felsens an bis zum III. Durchschnitt hinauf eine kleine rückgängige Bewegung von einigen Graden macht, die auf eine

sehr schwache Nordpolarität,  $\nu$  in Fig. 5, an dieser Stelle des Steins hindeutet. — Endlich ist noch eine Abweichung von der regelmässigen Drehung der Nadel im V. Durchschnitte Fig. 9, zu bemerken. Auf der nordöstlichen Ecke nämlich zwischen  $q$  und  $s$  dreht sich die Nadel von ihrer Meridianstellung durch  $90^\circ$  westl. Abw. bis auf  $150^\circ$ , geht dann aber zurück bis auf  $35^\circ$  westl. Abw., um nun wieder umzukehren und ihre regelmässige Drehung fortzusetzen. Diese Bewegung der Nadel lässt auf einen zwischen  $q$  und  $r$  liegenden schwachen Südpol  $\sigma$  und einen zwischen  $r$  und  $s$  liegenden noch schwächern und nur in unmittelbarer Nähe wirkenden Nordpol  $\nu$  schliessen. Das Auftreten der Pole an dieser Stelle ist besonders interessant und soll später noch besprochen und erklärt werden. — Unerklärlich ist mir nur die Unregelmässigkeit an der westlichen Seite des IV. Durchschnitte (Fig. 8), wo die Nadel bei  $d$  um  $10^\circ$  aus ihrer sonst an der ganzen Felswand durchaus regelmässigen Drehung zurückgeht. Die Intensität des Gesteins muss an dieser Stelle durch irgend einen Zufall vermindert werden, so dass der Erdmagnetismus eine grössere Gewalt auf die Nadel erhält; ich erinnere mich nicht mehr, ob eine Unregelmässigkeit in der Form des Felsens hiezu die Veranlassung giebt.

Lassen wir die eben erwähnten Einzelheiten jetzt unberücksichtigt, so bleiben in jedem der vier ersten Durchschnitte 6, in dem 5ten Durchschnitte 4 wirksame Pole. Die Nähe der beiden Pole, die an der Südwestecke des Felsens liegen, so wie ihre gleichzeitig sich vermindernde Wirksamkeit in dem untern Theile des Felsens beweist ihr Zusammengehören und wir können annehmen, dass hier eine magnetische Achse  $s_2n_2$  durch den Felsen gehe, ebenso liegt es nahe, die beiden im nordöstlichen Theile des Felsens liegenden Pole  $s_1$  und  $n_1$  mit einander zu verbinden und als die Endpunkte einer zweiten magnetischen Achse zu betrachten; eine dritte würde dann den Nordpol  $N$  auf der Westseite des Felsens mit dem Südpol  $S$  auf der südöstlichen Ecke verbinden; und wir kommen also zu dem Resultat, dass drei Flächen fast senkrecht und mehr oder weniger in der Richtung von N.W. nach S.O. den Felsen durchsetzen, in denen die magnetischen Achsen liegen, und zwar so, dass in der mitt-

leren Fläche die Nordpole der Achsen nach N.W., die Südpole nach S.O., dagegen in den seitlichen Ebenen, die in dem nordöstlichen und in dem südwestlichen Theile des Felsens liegen, die Südpole nach N.W., die Nordpole dagegen nach S.O. gekehrt sind. — Die Lage dieser drei Flächen ist nicht in allen Theilen des Felsens dieselbe, ihre Richtung von N.W. nach S.O. verändert sich von oben nach unten etwas, sie sind weder ganz eben, noch stehen sie genau senkrecht. Zum Theil mögen diese Abweichungen von der Regelmässigkeit zufällig und, wie wir sehen werden, durch die gegenseitige Einwirkung der Pole auf einander bedingt sein, zum grössten Theile aber lassen sie sich aus der nicht ganz regelmässigen Form des Steins erklären. Denn werfen wir einen Blick auf die Figuren 1 bis 4, so sehen wir die Linien, welche die gleichen Abweichungen der Nadel verbinden, ungefähr den Kanten des Steins folgen. Dies zeigt sich am deutlichsten in der Achse  $s_1n_1$ , welche fast überall der nordöstlichen Seitenfläche des Felsens parallel geht; denn die Linie, welche auf der nördlichen Seite (Fig. 4) die Punkte von  $180^\circ$  Abw. bezeichnet und die Lage des Südpols dieser Achse andeutet, ist — einzelne durch die Unebenheit der Gesteinsoberfläche bedingte Krümmungen abgerechnet — fast senkrecht und ebenso liegen die Punkte von  $90^\circ$  östl. Abw., welche die Lage der Nordpole angeben, gerade auf der nordöstlichen Kante des Steines, wie aus Fig. 3 am deutlichsten hervorgeht. Auch die Achse NS folgt im Ganzen der Form des Steins mit Ausnahme des untersten Felsentheils; man vergleiche in den Fig. 1, 2 und 3 die Richtung der Linien, welche die Punkte von  $90^\circ$  westl. Abw., von  $0^\circ$  und von  $90^\circ$  östl. Abw. verbinden und die Lage der Pole dieser Achse bezeichnen. Dabei nähert sich aber die Richtung dieser Achse, die in dem obern Theile des Felsens mehr von N.W. nach S.O. geht, in dem untern Theile des Steins allmähig einer von W. nach O. gehenden Richtung. Aehnlich verhält es sich mit der kleinen, an der südöstlichen Kante des Felsens liegenden Achse  $n_2s_2$ . — Es geht also, obschon sich mit vollkommener Genauigkeit die Lage der Pole aus den Stellungen der Magnetnadel nicht ableiten lässt, da diese durch die bald in derselben Richtung, bald sich entgegengewirkenden Kräfte des



Gestein- und des Erdmagnetismus bedingt sind, so viel dennoch aus diesen Beobachtungen hervor, dass die drei Achsen im Steine nirgends genau parallel sind, wie Hr. v. Humboldt die magnetischen Achsen in den Serpentinegesteinen des Fichtelgebirgs gefunden hatte. Auch unterscheiden sie sich von diesen wesentlich dadurch, dass hier Nord- und Südpole im Umfange des Steins stets mit einander abwechseln, während in dem Serpentinfels alle Nordpole auf der Nordseite, alle Südpole auf der Südseite lagen.

Interessant ist noch die Beobachtung der Nadelstellungen auf der oberen Fläche des Felsens, Fig. 10. Hier ist nämlich, wie auch aus den Figuren 3 und 4 hervorgeht, an der nordöstlichen Ecke des Steins ein grosses, mehr als einen Fuss tiefes Stück zufällig fortgebrochen, und mit ihm ist auch die Achse  $s_1n_1$  verschwunden, die tiefer in diesem Theile des Felsens liegt. Aus den Richtungen der Nadel wird hier im nordwestlichen Theile ein Nordpol und im südöstlichen Theile ein Südpol, d. h. nur die Achse NS. angedeutet, welche hier von N.N.W. nach S.S.O. geht; der Südpol S wurde bei der Beobachtung auch dadurch besonders bezeichnet, dass an dieser Stelle die Nordspitze der Nadel mit grosser Gewalt gegen den Stein niedergedrückt wurde, und eine dabei nahe liegende Erhöhung A zog von allen Seiten die Nordspitze der Nadel an. — *Es ist also in diesem polarischen Felsen*, und dies wird sich auch an ähnlichen Gesteinen bestätigen, *eine ganz andere Vertheilung des Magnetismus, als in einer senkrecht stehenden Eisenstange*, mit der man in dieser Hinsicht die polarischen Gesteine wohl verglichen hat. Die Beobachtung des Hrn. Wächter an den Scharchern des Harzes, der an der östlichen Wand des obern Felsentheils einen Südpol, an der westlichen Wand unten einen Nordpol fand, schien diesen Vergleich zu unterstützen. *In unseren Felsen sind aber die beiden magnetischen Kräfte, der Nord- und der Südmagnetismus, nicht in senkrechter, sondern in horizontaler Richtung getrennt.* — Den Zusammenhang der einzelnen, an diesem Felsen beobachteten Erscheinungen zu erklären, behalte ich mir für einen spätern Theil der Arbeit vor, nachdem durch andere Untersuchungen die Struktur der magnetischen Steine und die Bedingungen, unter denen sie polarisch werden, näher erörtert sein werden.

Der nordwestliche Felsen ist in weit geringerem Grade polarisch als der eben betrachtete südöstliche. Wie aus den Figuren 12 bis 14 hervorgeht und auch bereits oben bemerkt wurde, ist an seiner östlichen Seite von oben bis zu seiner Mitte hin ein grosses Stück von mehr als einem Fuss Dicke abgebrochen. Dieser Umstand bewirkt, dass in dem oberen Theile des Felsens eine ganz andere Vertheilung des Magnetismus Statt findet, als am untern Theile und zwar so, dass die Grenze zwischen beiden sich durch eine horizontale Linie, die auf den Fig. 11 u. 12 auch angedeutet ist, scharf bestimmen lässt. Dem untern Theile gehören die 3 ersten um den Stein horizontal gezogenen Linien, oder Durchschnitte, dem obern der 4te und 5te Durchschnitt an. Wir wollen auch hier, wie am südöstlichen Felsen, den dritten Durchschnitt (Fig. 17), der dicht unter dem Rande des auf der Ostseite vorspringenden Stückes hingeht, näher betrachten. Auch hier stellt sich an der nordwestlichen Ecke die Nadel in den Meridian, weicht aber, wenn man sie an der westlichen Seite nach Süden hinführt, mit der Nordspitze nach Osten ab bis zu dem Maximum von  $40^{\circ}$ , dann kehrt sie allmählig zurück und erreicht an der südwestlichen Ecke, bei *d*, ein Maximum von  $40^{\circ}$  östlicher Abweichung; von hier wendet sie sich zurück und weicht nach Osten, bei *f*, um  $30^{\circ}$  ab, stellt sich nochmals in den Meridian und bleibt in dieser Stellung am östlichen Theile der südlichen Seite, erst an der östlichen Seite geräth sie in eine regelmässige Drehung, stellt sich etwa in der Mitte dieser Seite, zwischen *h* und *i*, mit  $90^{\circ}$  westlicher Abweichung senkrecht mit der Nordspitze gegen den Stein, erreicht dann durch  $180^{\circ}$  gehend schon an der nordöstlichen Ecke die entgegengesetzte Stellung und kehrt so in den Meridian zurück, um an der nördlichen Seite noch ein Mal eine östliche Abweichung von  $10^{\circ}$  und in der Nähe der nordöstlichen Ecke bei *o*, eine westliche Abweichung von  $55^{\circ}$  zu zeigen. Wir haben hier also eine fünfmalige Schwankung der Nadel und nur an der östlichen Seite eine regelmässige Drehung durch den ganzen Kreis der Boussole, was von einer sehr geringen Intensität der magnetischen Kraft in dem Gesteine zeigt. Suchen wir auch hier die Lage der Pole im Steine zu bestimmen! Auf der westlichen Seite sind diese

durch die Maxima der Abweichungen nach Osten und Westen angedeutet, es liegt an dem nördlichen Theile dieser Seite ein Südpol  $s_1$ , in der Südwestecke des Felsens ein Nordpol  $n_1$ . Die Stellung der Nadel an der Südseite lässt einen schwachen Pol  $S_2$  in dem südlichen Theile des Felsens, zwischen  $f$  und  $g$ , vermuthen; ihm würde ein schwacher Nordpol in der Mitte der nördlichen Seite des Felsens, zwischen  $m$  und  $n$  entsprechen, und endlich liegen die beiden am intensivsten wirkenden Pole  $N_1$  und  $S_1$  im nordöstlichen Theile des Felsens, deren Lage ungefähr durch die Stellungen der Nadel von  $90^\circ$  Abw. an der Ostseite bezeichnet wird. — Verbindet man die entsprechenden Pole, so sieht man, dass auch hier drei magnetische Achsen im Steine liegen. Sie laufen alle drei fast parallel von N.N.W. nach S.S.O., die beiden östlichen, ob schon sehr ungleich an Intensität, kehren aber beide den Nordpol nach N.W., den Südpol nach S.O., die westliche dagegen ist mit dem Südpole nach N.W. und mit dem Nordpole nach S.O. gerichtet.

Vergleichen wir zunächst mit diesem Durchschnitte die Durchschnitte II und I, Fig. 16 und 15, die einen und zwei Fuss tiefer an dem Felsen gemacht sind, so stimmen die Stellungen der Nadel hier mit den vorher betrachteten, fast ganz überein, nur findet man die Maxima der Abweichung je mehr nach unten, desto geringer. Nur an der südlichen Seite des Felsens tritt der Südpol  $S_2$  etwas deutlicher hervor und rückt etwas mehr nach Westen, dagegen ist der entsprechende Nordpol an der nördlichen Seite des Steins bereits im zweiten Durchschnitte verschwunden; aber an der östlichen Seite zeigt sich in dem ersten Durchschnitte, zwischen  $h$  und  $i$ , ein schwacher Nordpol, der eine Abweichung der Nordspitze nach Osten um  $20^\circ$  hervorbringt.

In der Höhe der vierten horizontalen Linie (Fig. 18), welche am schmälern Theile des Felsens sich hinzieht, ist die Intensität der magnetischen Kraft viel grösser. Von der Stellung der Nadel im Meridian an der nordwestlichen Kante weicht die Nordspitze auch hier auf der Westseite zuerst nach Osten ab bis zum Maximum von  $25^\circ$ , kehrt dann zurück und macht auf derselben Seite des Felsens eine regelmässige Umdrehung durch den ganzen Kreis, und zwar auf einer sehr

kurzen Strecke, zwischen  $c$  und  $d$ , dann eine ebensolche, ob-  
 schon langsamer auf der Südseite, eine dritte auf der West-  
 seite, die nur durch eine Unregelmässigkeit zwischen  $h$  und  $i$ ,  
 bei der die Nordspitze der Nadel sich plötzlich zurück gegen  
 den Felsen kehrt, unterbrochen wird, und zeigt endlich auf  
 der Nordseite, ihre regelmässige Drehung fortsetzend, eine  
 Abweichung von  $75^\circ$  nach Westen. — Ganz übereinstimmend  
 mit diesem Durchschnitte zeigt sich der oberste Durch-  
 schnitt V, Fig. 19; nur ist hier nahe an der Spitze des Fel-  
 sens auf der Südseite ein bedeutendes Stück des Steins ab-  
 gesprengt und mit ihm ist auch der im tiefern Theile des Fel-  
 sens an dieser Stelle liegende Nordpol  $n_1$  verschwunden, die  
 Nadel weicht bei  $e$  nur bis zu  $60^\circ$  ab, meine Zeichnungen  
 lassen mich aber in Zweifel, ob die Abweichung eine östliche  
 oder eine westliche ist.

Wir finden also auch in diesem obern Theile des Fel-  
 sens zwei magnetische Achsen  $N_2S_2$  und  $s_1n_1$ , welche in ih-  
 rer Lage den ebenso benannten Achsen im untern Theile des  
 Felsens entsprechen, nur scheint die östliche etwas mehr nach  
 Westen und der Nordpol der westlichen etwas mehr nach Osten  
 gerückt zu sein. Ausser diesen sind aber noch an der süd-  
 westlichen Seite des Felsens zwei einander sehr nahe liegende  
 aber intensiver wirkende Pole  $\nu$  und  $\sigma$  vorhanden, welche eine  
 dritte den beiden anderen wenigstens im vierten Durchschnitte  
 ziemlich parallel laufende Achse bilden, deren Nordpol nach  
 N.W. gerichtet ist. Die auffallende und von den übrigen Be-  
 obachtungen sehr abweichende Erscheinung, dass im untern  
 Theile des Felsens zwei mit ihren Polen gleich gerichtete  
 Achsen  $N_1S_1$  und  $N_2S_2$  neben einander hinlaufen, erklärt sich  
 nun leicht. Höchst wahrscheinlich lag oben sowohl wie unten  
 im nordöstlichen Theile des Felsens, so lange derselbe oben  
 noch ebenso breit wie unten war, nur eine Achse  $N_1S_1$ , als  
 aber oben das Stück des Steins, in dem die Achse lag, fort-  
 geschlagen wurde, mussten sich natürlich in dem übrigblei-  
 benden, ebenfalls schon stark magnetischen Gestein neue Pole  
 und eine in ihrer Lage der frühern entsprechende Achse bil-  
 den, daher finden wir oben  $N_2S_2$  in derselben Richtung, wie  
 im untern Theile  $N_1S_1$ , und da der untere Felsentheil über-  
 haupt nur in geringem Grade magnetisch ist, so können die

Pole dieser Achse ihre Wirksamkeit auch noch der tiefer liegenden Gesteinmasse mittheilen und durch dieselbe auf die hier herumgeführte Magnetnadel wirken. So findet sich im 3. Durchschnitt noch eine Spur beider Pole, im 2. u. 1. Durchschnitt nur noch eine schwache Wirkung des etwas stärkeren Südpols. Dies Verhältniss wird recht klar, wenn man sich auch im 3. Durchschnitt, wie die punktirte Linie in Fig. 17 zeigt, das oben fehlende Stück fortgenommen denkt, dann hat die Achse  $N_2S_2$  genau dieselbe Lage und Länge, wie im 4. Durchschnitt. Durch diese Deutung wird auch zugleich die Unregelmässigkeit erklärt, welche sich an der Ostseite des 4. und 5. Durchschnitts zwischen  $h$  und  $i$  zeigt und auf eine stärkere Wirkung der Südpolarität an einer Stelle des Steins hinweist. Man sieht, dass dieser Punkt genau da liegt, wo sich in dem tiefern Felsentheile der Südpol  $S_1$  findet; auch in dem obern Theile wird, ehe das jetzt fehlende Stück abgebrochen war, hier der Südpol der Achse  $N_1S_1$  gelegen und das um denselben zunächst liegende Gestein sich in höherem Grade als das übrige Gestein magnetisch gezeigt haben. Bei der grossen Coercitivkraft, die dem Basalte eigenthümlich ist und die sehr schwer einen Austausch der einmal getrennten magnetischen Kräfte zulässt, hat sich die stärkere Wirkung dieser Stelle noch erhalten, obschon sich inzwischen die neuen Pole  $N_2S_2$  gebildet haben.

Sehr überraschend ist gewiss im ersten Augenblicke die Erscheinung, dass die stärkere Einwirkung des Steins auf die Nadel sich überall auch an der Westseite in der Höhe verliert, wo auf der Ostseite der Stein breiter wird. Es ist dies ganz analog einem am südöstlichen Felsen an der dortigen Achse  $s_2n_2$  beobachteten Verhalten und ich werde später darauf zurückkommen. — Auch in diesem Felsen stehen die Ebenen, in denen die Achsen liegen, nicht genau senkrecht, sie folgen auch hier im Ganzen, wie aus den stark punktirten Linien in den Fig. 11 bis 14, welche die Richtung dieser Ebenen bezeichnen, hervorgeht, der Form und den Rändern des Felsens, jedoch mit manchen Krümmungen, die wahrscheinlich von zufälligen Strukturverhältnissen des Gesteins abhängen und sich im Einzelnen nicht erklären lassen. Ein Unterschied zwischen diesem Felsen und dem südöstlichen besteht darin,

dass die Achsen hier einander fast parallel sind und dass sie hier einen viel kleinern Winkel (etwa von 10 bis 15 Graden) mit dem magnetischen Meridian bilden. Interessant ist es, dass aber auch hier auf der oberen Fläche des Felsens recht deutlich nur eine Achse hervortritt, nämlich die Achse  $N_2S_2$ , beide Pole dieser Achse werden hier wieder dadurch bezeichnet, dass einmal die Südspitze, das andere Mal die Nordspitze sehr heftig gegen den Stein niedergedrückt wurde. Von den übrigen Polen ist aus der Stellung der Nadel noch die Lage des Poles  $n_2$  einiger Massen zu erkennen.

Ueber die Fernwirkung der Felsen konnte keine genaue Beobachtung angestellt werden, weil sie gerade die Spitze eines Hügels einnehmen und man sich kaum einige Schritte auf ebenem Boden von ihnen entfernen kann. Folgende Beobachtung aber beweist, wie kräftig an einzelnen Stellen die Gesteinmasse auf die Magnetnadel wirkt. An der ersten um den südöstlichen Felsen gezogenen horizontalen Linie (vergl. Fig. 5) liegt auf der östlichen Seite ein Indifferenzpunkt, an dem die Nadel um  $180^\circ$  von der Meridianstellung abweicht. Ich entfernte die Nadel horizontal von der Felswand und in  $1\frac{1}{2}$  Fuss Entfernung behielt sie dieselbe Stellung bei, bei 3 Fuss Entfernung kehrte sie sich mit der Nordspitze gegen den Felsen und bei vollem Klafter zeigte sie noch  $60^\circ$  westliche Abweichung.

#### Beobachtungen an einzelnen Stücken der Nürburger Felsen.

Die Felsen, aus vielen parallel liegenden Basaltplatten zusammengesetzt, verhalten sich wie magnetische Magazine. Es war daher zu vermuthen, dass Untersuchungen an einzelnen Basaltplatten durch grössere Einfachheit der Erscheinungen manche nähere Aufklärung geben würden. Deshalb nahm ich zu beiden Malen, da ich die Felsen besuchte, mehrere Stücke mit, um an ihnen die Vertheilung der magnetischen Kraft zu untersuchen. An allen wurde bemerkt, welche Stelle sie am Felsen eingenommen und welche Lage sie in Bezug auf die Himmelsgegenden gehabt hatten, so dass man sie bei der Untersuchung in dieselbe Lage bringen und die Stellungen der Nadel an ihrem Umfange mit den Stellungen der Nadel an den

entsprechenden Stellen des Felsens vergleichen konnte. Aber obschon die plattenförmige Absonderung des Basaltes die Ablösung solcher Stücke sehr begünstigte, so fehlen sie mir dennoch von manchen Stellen des Felsens, von denen es mir jetzt interessant wäre, einzelne Platten zu haben. Man müsste nämlich, um ein vollständiges Bild von der Vertheilung des Magnetismus im Felsen zu erlangen, mehrere Stücke aus allen von den verschiedenen magnetischen Achsen beherrschten Regionen genauer untersuchen. Soviel meine Beobachtungen hierüber erkennen lassen, werde ich im Folgenden mittheilen. Auch dann, wenn die daraus abzuleitenden Eigenschaften des polarischen Steins nichts Auffallendes darbieten, sondern der Art sind, wie man sie nach den bekannten Gesetzen des Magnetismus von solchen magnetischen Massen erwarten würde, wird es nicht ohne Interesse sein, diese Voraussetzungen durch direkte Beobachtung bestätigt zu sehen.

1. Ein Stück, 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Zoll dick, durchschnittlich 5 Zoll lang und etwa 13 Zoll hoch, war in der Höhe des fünften Horizontaldurchschnitts von der nordöstlichen Kante des nordwestlichen Felsens geschlagen. Nachdem es in die Stellung gebracht war, die es am Felsen gehabt hatte, wurde es auf derselben Linie untersucht, auf der die Nadel am Felsen vorübergeführt war. Die Nadel nahm die Stellungen ein, die in der 21. Fig. verzeichnet sind. Diese Figur stellt einen horizontalen Durchschnitt dieses Stückes dar und die bezeichneten Punkte am Umfange sind auf jeder Seite einen Zoll von einander entfernt. Die Nadel macht horizontal um den Stein herumgeführt, mit grösster Regelmässigkeit zwei Umdrehungen durch den ganzen Kreis der Boussole. An der nordwestlichen und an der südöstlichen Kante steht sie im Meridian und deutet durch diese Stellungen, so wie durch die Stellungen von  $90^\circ$  östl. und westl. Abweichung auf beiden Seiten des Steins die Lage der Pole und der magnetische Achse an. Diese geht also von N.W. nach S.O. und bildet mit dem Meridian einen Winkel von etwa 15 bis 20 Graden; die Indifferenzlinie, welche die beiden Stellungen der Nadel in  $180^\circ$  Abw. verbindet, geht von N.O. nach S.W., indem sie mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von beiläufig  $30^\circ$  bildet. Die Nordpolarität nimmt also den nordwestlichen, die Süd-

polarität den südöstlichen Theil des Stückes ein. — Der durch die Fig. 21 dargestellte horizontale Durchschnitt lag ungefähr in der Mitte des Stückes, die Stellung der Nadel war sehr ähnlich, wenn sie an höheren und tieferen Stellen um das Stück herumgeführt wurde, nur dass die Indifferenzlinie oben einen noch kleineren Winkel mit dem Meridian bildete, in den tieferen Durchschnitten dagegen sich mehr der Richtung von W. nach O. näherte.

Vergleichen wir die Stellungen der Nadel an der Ostseite dieses Stückes mit den Nadelstellungen an der Ostseite des nordwestlichen Felsens im fünften Durchschnitte (Fig. 19), von der jene etwa den 7. oder 8. Theil bildete, so sehen wir, dass alle Nadelstellungen, die sich dort an der Ostseite des fünften Durchschnitte finden, mit Ausnahme der unregelmässigen und rückgängigen Bewegung zwischen  $h$  und  $i$ , auf dieses Stück übergegangen sind und dass die magnetische Achse in dem Stücke ungefähr dieselbe Lage gegen den Meridian hat, wie die Achse  $N_2S_2$  in dem Felsen, welche die Stelle beherrscht, an der das Stück sass. Es verhält sich also an dieser Stelle der Felsen ganz wie ein künstlicher Magnet, dessen einzelne Stücke, nachdem er zerbrochen ist, dieselbe Vertheilung des Magnetismus zeigen, die der ganze Magnet, ehe er zerbrochen war, wahrnehmen liess.

Dieses Stück war zufällig der Quere nach so zerbrochen, dass die Bruchfläche ungefähr mit dem eben beschriebenen Durchschnitte zusammenfiel. Nahm man das obere Stück fort und beobachtete die Nadelstellungen an der nunmehr oberen Kante des übriggebliebenen Stückes, so mussten diese wegen der durch das Fehlen des obern Theils nothwendig veränderten magnetischen Intensität sich verändert haben. Sie zeigten sich, wie sie in Fig. 22 verzeichnet sind. Die Punkte von  $0^\circ$  Abw. sind dieselben geblieben, die Punkte von  $90^\circ$  haben sich an beiden Seiten dem Indifferenzpunkte etwas genähert; an diesen selbst aber kommt die Stellung der Nadel von  $180^\circ$  Abw. nicht mehr zu Stande, indem an der Ostseite die Nordspitze der Nadel ohne zurückzugehen von  $130^\circ$  westl. Abw. auf  $135^\circ$  östl. Abw. überschlägt, auf der Westseite aber die Nordspitze von  $90^\circ$  westl. Abw. durch den Null-Punkt auf  $50^\circ$  östl. Abw. zurückgeht. — Das Nicht zu Stande kommen der



Abweichungen von  $180^\circ$  ist stets das erste Zeichen einer verminderten Wirksamkeit des Felsens und zwar wird dabei entweder die Nordspitze der Nadel sehr schnell durch den Punkt von  $180^\circ$  Abw. auf die andere Seite der Boussole hinübergezogen, wie hier auf der Ostseite, oder sie weicht, bei noch geringerer Intensität, vom regelmässigen Gange zurück, um durch den Meridian auf die andere Seite der Boussole hinüberzugehen. Vermindert sich die Wirksamkeit des Steins noch mehr, so kommt auch die Stellung der Nadel von  $90^\circ$  Abw. nicht mehr zu Stande und dann zeigt sich nur ein viermaliges Schwanken derselben, indem sie sich auch in den Indifferenzpunkten in den Meridian stellt. Auch hierin boten uns schon die Felsen bei den früher angeführten Beobachtungen Beispiele dar, und andere werden uns einzelne Handstücke später liefern.

Es wurde auch noch der Versuch gemacht, das Stück so umzukehren, dass bald die Südkante, bald die Ost- oder Westseite nach Norden gestellt wurde. In Fig. 23 gebe ich noch eine Zeichnung der Nadelstellungen, die sich an dem oben genau beschriebenen Durchschnitte zeigen, wenn die Südkante nach N., die Nordkante nach S. gekehrt ist. In der Zeichnung selbst habe ich der leichteren Vergleichung wegen die Stellungen der Nadel unverändert gelassen und die Himmelsgegenden umgekehrt gedacht. Wo die Nadel früher im Meridian stand, zeigt sie nun  $180^\circ$  Abw. und umgekehrt; diese vier Punkte sind aber auch die einzigen, in denen die Nadel genau dieselbe Lage wie früher gegen den Meridian hat, die Abweichungen von  $90^\circ$  sehen wir allenthalben gegen die N.W.- und S.O.-Kante vorgerückt. Diese Erscheinung ist leicht erklärlich, da jene vier Stellungen in  $0^\circ$  und  $180^\circ$  Abw. die einzigen sind, in denen der Erdmagnetismus keine Wirkung auf die Nadel üben kann, weil die Richtung desselben durch den Aufhängepunkt der Nadel hindurch geht, alle übrigen Stellungen der Nadel gegen den Stein aber nur die Resultanten aus den Wirkungen des Erd- und des Steinmagnetismus sind, und der Erdmagnetismus bei umgekehrter Stellung des Stückes gerade da beschleunigend wirkt, wo er früher die Drehung der Nadel hemmte, und da aufhört, wo er bei natürlicher Stellung dieselbe beschleunigt.

2. Zwei Handstücke von dem südöstlichen Rande des südöstlichen Felsens, aber einem Theile des Felsens angehörig, der unter den oben erwähnten 5 horizontalen Linien lag, passten genau seitlich an einander. Das eine Stück war viel grösser als das andere, aber beide von ziemlich ähnlicher Form und ausgezeichnet polarisch. Ich untersuchte jedes einzeln, stellte sie dann zusammen und untersuchte sie auch in ihrem Zusammenhange. Fig. 24 stellt einen horizontalen Durchschnitt des grössern Stückes dar mit den Stellungen der Nadel an seinem Umfange. Fig. 25 zeigt die Stellungen der Magnetnadel in derselben horizontalen Ebene an dem kleinen Stücke, Fig. 26 dieselbe an den beiden mit einander vereinigten Stücken. Ganz ähnlich wie in diesem Durchschnitte sind die Stellungen der Nadel auch an den höheren und tieferen Durchschnitten. Die Stellungen von  $0^{\circ}$  finden sich durchweg an jedem der beiden Stücke auf der Nord- und Südseite, auf der Nordseite meist dem nordwestlichen, auf der Südseite dem südöstlichen Rande näher. Die Indifferenzpunkte mit  $180^{\circ}$  Abw. liegen auf der West- und Ostseite, auf jener dem südlichen, auf dieser dem nördlichen Rande näher. Die Punkte mit  $90^{\circ}$  östl. Abw. folgen genau dem südwestlichen und dem nordöstlichen Rande, die Punkte mit  $90^{\circ}$  westl. Abw. liegen ziemlich in der Mitte zwischen den Indifferenzpunkten und den Punkten von  $0^{\circ}$  Abweichung. Verbindet man in den Seiten beider Stücke die Punkte, an denen die Magnetnadel eine gleiche Abweichung vom Meridian zeigt, mit Linien, so verlaufen diese ziemlich gleichmässig mit den Rändern des Stückes, indem sie sich nach unten allmählig nähern. Die magnetische Achse weicht in beiden Stücken um nur wenige Grade nordwestlich und südöstlich vom Meridian ab. Die Indifferenzlinie, welche in den verschiedenen Horizontaldurchschnitten die auf der Ost- und Westseite liegenden Punkte von  $180^{\circ}$  Abw. mit einander verbindet, bildet in dem grossen Stücke mit dem magnetischen Meridiane Winkel von 30 bis  $35^{\circ}$ , in dem kleinern Winkel von 35 bis  $45^{\circ}$ , aber hier — abweichend von dem unter No. 1. beschriebenen Stücke — so, dass die grösseren Abweichungswinkel dem oberen Theile der Stücke, die kleineren dem unteren Theile zukommen. Auch hier nimmt die Nordpolarität den nordwestlichen, die Südpolarität den südöstlichen

Theil des Steines ein. Werden beide Stücke an einander gelegt, so macht die Nadel um beide zusammen nur 2 regelmässige Drehungen, indem nun beide wie eine Basaltplatte auf die Nadel wirken. Das mehr nach N. vorspringende Stück wirkt an dem nördlichen Rande, das nach S. vortretende am südlichen Rande fast ebenso wie früher auf die Nadel, die übrigen Stellungen derselben verschieben sich, wie Fig. 26 leicht übersehen lässt. Die Indifferenzlinie macht an diesen zusammengesetzten Stücken einen Winkel von 30 bis 40° mit dem Meridian.

Vergleichen wir die Vertheilung der Magnetismen in diesen Stücken mit dem Verhalten der Felsen an jener Stelle, woher die Stücke entnommen sind, so zeigt sich ein bemerkbarer Unterschied. Diese Stelle liegt, wie oben gesagt, an dem Südostrande des südöstlichen Felsens und zwar unter dem ersten Durchschnitte, der Fig. 5 dargestellt ist; aus Fig. 2 u. 3 aber geht hervor, dass der Felsen auch an den tieferen Theilen sich ebenso verhält, wie an der genau untersuchten ersten Horizontallinie. Die beschriebenen Stücke gehören also zu einer Region des Steines, die von der Achse NS beherrscht wird; diese aber hat, obschon von N.W. nach S.O. verlaufend eine andere Richtung, als die magnetische Achse in den beiden einzelnen Basaltplatten, indem sie mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von etwa 70° bildet. Daraus geht hervor, dass diese Achse NS in dem Felsen durch irgend eine Ursache in die fast westöstliche Richtung gedrängt ist, deren Einfluss aufhört, sobald einzelne Basaltplatten von dem Felsen getrennt werden. Zum Theil ist diese Wirkung wahrscheinlich der im Nordosten des Steines liegenden Achse  $n_1s_1$  zuzuschreiben. Die sehr regelmässige Wirkung der Basaltplatten auf die Magnetonadel und ihr Verhalten zu einander zeigt übrigens, dass in ihnen, wie in dem unter No. 1. beschriebenen Stücke vom nordwestlichen Felsen die magnetische Kraft sehr gleichmässig in der ganzen Masse vertheilt ist; sie verhalten sich wie regelmässig magnetisirte Stahlplatten; fände dasselbe in allen Theilen des Felsens Statt, so müssten diese wie ein aus vielen Magnetplatten zusammengesetztes Magazin nur eine magnetische Achse haben. Dies ist nicht der Fall und wir werden sehen, dass in andern

Theilen der Felsen auch die einzelnen Basaltplatten ganz andere Erscheinungen zeigen.

3. Eine Vertheilung der Magnetismen, die mit der Lage der magnetischen Achse im Felsen selbst ungefähr übereinstimmt, zeigen auch die Stücke, welche der westlichen Seite des südöstlichen Felsens entnommen sind. Auch diese Seite wird von der Achse NS beherrscht. Wie aber die Drehung der Nadel an dieser Seite des Felsens sehr langsam ist, so zeigen sich auch die einzelnen Stücke sehr unwirksam und selbst grosse Steinplatten, die die früher betrachteten an Grösse weit übertrafen, waren nicht im Stande, die Nadel um  $90^\circ$  abzulenken. Ein Beispiel hiervon liefert Fig. 27, welche die Stellung der Nadel am Umfange eines etwa 5 Zoll langen Stückes darstellt, das an der Westseite des südöstlichen Felsens in der vierten horizontalen Linie (Fig. 8) zwischen den mit *b* und *c* bezeichneten Punkten sass. Die Stellungen der Nadel im Meridiane, welche die Lage der schwachen Pole andeuten, finden sich auch hier an der Nordwest- und an der Südostkante des Stückes, die Indifferenzpunkte, hier bei sehr geringer Intensität des Stückes ebenfalls durch die Stellungen der Nadel im Meridiane angedeutet, liegen auf der Nordost- und Südwestkante, die zweizöllige Nadel macht nur Abweichungen von  $15^\circ$ . Der Nordpol liegt also im nordwestlichen Theile, der Südpol im südöstlichen Theile des Steines.

4. Sehr ungewöhnlich ist die Lage der Pole in einem kleinen Stücke von der nordöstlichen Kante des südöstlichen Felsens, dessen Wirkung auf die horizontal herumgeführte Magnetnadel Fig. 28 darstellt. Das Stück sass am Felsen in der Nähe der vierten horizontalen Linie bei *q*. Die Nadel stellt sich hier an der Nordost- und an der Südwestkante in den Meridian, die Indifferenzpunkte, in denen sich die Nadel wegen der zu grossen Nähe der Pole in  $180^\circ$  Abw. nicht erhalten kann, liegen an der Ost- und Westseite, aber abweichend von dem gewöhnlichen Verhalten, dort dem Süd-, hier dem Nordrande näher, die magnetische Achse geht also hier von N.O. nach S.W. Da das Stück einem Theile des Felsens angehört, welcher von der Achse  $s_1n_1$  beherrscht wird, so war zu erwarten, dass in den einzelnen Basaltplatten die Achse eine ähnliche Lage haben würde, wie die Achse  $s_1n_1$ ; die

einzelnen Stücke mussten in ihrem nordwestlichen Theile einen Südpol, in ihrem südöstlichen Theile einen Nordpol haben, wenn die magnetische Kraft in diesem Theile des Felsens, wie in dem Wirkungskreise der Achse NS einiger Massen gleichmässig vertheilt wäre und die Pole als diejenigen Punkte zu betrachten wären, in denen die Wirkung aller zu diesem Felsentheile gehörigen Basaltplatten resultirte; dies ist bei der eben beschriebenen Basaltplatte (Fig. 28) offenbar nicht der Fall, sondern sie ist im Felsen durch den nahen und südwestlich liegenden Nordpol  $n_1$  magnetisirt und zeigt daher vom Felsen losgerissen in ihrem südwestlichen Theile Süd-, in ihrem nordöstlichen Theile Nordmagnetismus. Ein ähnliches Verhalten zeigen andere Stücke, welche im Felsen der Nordostkante nahe gesessen hatten. Es wäre interessant gewesen, auch solche Stücke zu untersuchen, die im Felsen im Wirkungskreise des Südpols  $s_1$  gewesen wären, aber mir stehen gegenwärtig solche nicht zu Gebote.

5. Von dem untern, vorstehenden Theile des nordwestlichen Felsens wurde an der östlichen Seite eine ganze Basaltschicht abgeschlagen. Die Stellung der Nadel wurde dadurch an der Felswand selbst in nichts geändert, sondern zeigte sich nachher gerade so wie vorher. Von den abgeschlagenen Stücken aber wurden zur näheren Untersuchung drei ausgewählt, welche zusammen die ganze Länge der Felswand einnahmen und in der Höhe des oben beschriebenen dritten Durchschnitts lagen, auf dieser dritten horizontalen Linie, die auf allen drei Stücken gezeichnet war, wurden sie, nachdem sie in ihre ursprüngliche Stellung gebracht waren, einzeln von Neuem untersucht. In Fig. 29 sind die Nadelstellungen, wie sie sich an den einzelnen Stücken A, B und C fanden, aufgezeichnet und zugleich ist der genaueren Vergleich wegen die entsprechende Seite des dritten Durchschnitts (Fig. 17) daneben gezeichnet. Das Stück A, welches die Nordostecke des Felsens bildete, zeigt sich stark polarisch und ganz in denselben Verhältnissen, wie die oben unter No. 1 u. 2 genau beschriebenen Stücke, indem die Nadel horizontal um dasselbe herumgeführt, zwei regelmässige Drehungen macht. Die Punkte von  $0^\circ$  Abweichung liegen auf der Süd- und Nordkante, die Indifferenzpunkte auf der Ost- und Westseite;

die Linie, welche die letzteren verbindet, geht von N.O. nach S.W. und bildet mit dem Meridian einen Winkel von etwa  $35^{\circ}$ . Die magnetische Kraft in diesem Stücke ist auch gross genug, um die Nadel in derselben Stellung gegen den Stein zu erhalten, auch wenn der Südrand des Stückes nach Norden und der Nordrand nach Süden gekehrt wird. Das Stück wiederholt also, wie wir dies auch schon bei dem unter No. 1 beschriebenen Stücke sahen, an seiner Ostseite alle Nadelstellungen, die an der ganzen Seite des Steines vorkommen, und die Vertheilung des Magnetismus in demselben entspricht vollkommen der magnetischen Achse, die im Steine demselben nahe lag. — Das mittlere Stück zeigt sich schon in weit geringerem Grade wirksam, die Nadel stellt sich an vier Stellen in den Meridian und bleibt an allen diesen Punkten auch in dieser Stellung, wenn das Stück umgekehrt wird, nimmt also dann gegen den Stein die entgegengesetzte Stellung ein. Zwischen diesen Punkten weicht die Nadel zwei Male nach Osten, zwei Male nach Westen ab und aus diesen Abweichungen ergibt sich, dass hier der Nordmagnetismus die Westseite und Südkante, der Südmagnetismus die Nord- und Ostseite einnimmt. Diese Vertheilung der Magnetismen entspricht also durchaus nicht der im Felsen nahe gelegenen Achse NS. Zugleich ist es auffallend, dass der Südpol des Stückes an dem nordöstlichen Theile desselben fast dieselbe Abweichung der Magnetnadel bis zu  $100^{\circ}$  hervorbringt, die an der entsprechenden Stelle am Felsen selbst sich findet; während der Nordmagnetismus viel schwächer wirkend die Nadel nur um  $30^{\circ}$  ablenkt. Offenbar ist die ganze südliche Hälfte des Felsens von der Mitte zwischen *h* und *i* und also auch die südliche Hälfte des in Rede stehenden Stückes B sehr unwirksam und nur von der nördlichen Hälfte desselben, die mit dem im Felsen nahe gelegenen Pole S zugleich Südpolarität erlangt hat, geht die Vertheilung der Magnetismen im Stücke B aus, so dass nach Losreissung desselben vom Felsen der Nordmagnetismus auf die entferntesten Stellen, nämlich auf die Westseite und Südkante zurückgedrängt erscheint. Noch jetzt liegt mir der südlichste Theil des Stückes B vor, der etwa 5 Zoll lang ist und eine ähnliche Vertheilung der Magnetismen zeigt, wie das Stück B, mit dem Unterschiede, dass dort die

Indifferenzlinie einen grössern Winkel mit dem Meridian bildet. Die Figur 29 D zeigt die Stellung der Magnetnadel an seinem Umfange, die ganze obere und nördliche Hälfte gehört dem Südpole, die untere und südliche Hälfte dem Nordpole an. — Endlich ist noch das dritte und südlichste Stück dieser Reihe (Fig. 29 C) zu betrachten; es zeigt sich in noch geringerem Grade wirksam, als B; denn obschon von ziemlich bedeutender Grösse bewirkt es an der Nadel nur Abweichungen von  $5^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$  und  $35^{\circ}$ . Es verhält sich in Bezug auf die Vertheilung der Magnetismen ganz wie D d. h. wie ein von B abgetrenntes Stück und ist wie dieses im nordöstlichen Theile süd-, im südwestlichen Theile nordpolarisch. Am Felsen selbst trat freilich die Nordpolarität an der Stelle, wo das Stück C sass, nirgends hervor, hier beherrscht der starke Südpol S die ganze südöstliche Ecke.

6. Sehen wir in dem eben angeführten Beispiele, dass an einigen Stellen des polarischen Felsens die einzelnen Platten von einem Pole aus magnetisirt erscheinen und daher vom Felsen getrennt eine ganz andere Vertheilung des Magnetismus zeigen als im Zusammenhange mit der grossen Gesteinmasse, so zeigt sich dieselbe Erscheinung noch recht auffallend an einem kleinen Stücke von der westlichen Seite des nordwestlichen Felsens, welches der vierten Horizontallinie (Fig. 18) zwischen *c* und *d* angehörig, gerade die Stelle enthielt, die am Felsen den Nordpol der Nadel bis zu  $90^{\circ}$  östl. Abw. anzog. Das Stück gehörte also dort zum Wirkungskreise der Achse  $\nu\sigma$  und enthielt nahe an seinem Nordrande den Südpol  $\sigma$ . Verhielte sich der Stein hier wie ein Stahlmagnet, so müsste sich in dem abgebrochenen Stücke eine Achse in ungefähr derselben Lage, die  $\nu\sigma$  im Felsen hat, bilden. Dies ist aber nicht der Fall. Nimmt man zur Untersuchung des Stücks wegen seiner nur geringen Ausdehnung eine kleine und leichte Magnetnadel, so stellt sich diese an derselben Stelle, die am Felsen den Südpol  $\sigma$  enthielt, mit der Nordspitze gegen den Stein (Fig. 30) und bezeichnet also auch hier den Südpol des Stücks; führt man die Nadel von hier nach Norden am Umfange des Steines hin, so geht die Nordspitze durch die Punkte von  $180^{\circ}$  Abw. und  $90^{\circ}$  östl. Abw. schnell hindurch und es wendet sich die Südspitze dem Steine

zu. Diese wird dann auch an der Nord- und an der Ostseite angezogen, während die Süd- und Westseite die Nordspitze anzieht. Es hat hier also, ganz abweichend von der Richtung der Achse  $\nu\sigma$  im Felsen, der nordöstliche Theil des Stückes Nord-, der südwestliche Südpolarität. Diese Vertheilung der Magnetismen rührt nicht von einer gleichmässigen magnetischen Wirkung der ganzen Masse her, sondern geht allein von dem bei weitem am kräftigsten wirkenden Südpole  $\sigma$  aus.

7. Um endlich auch von dem entgegengesetzten Verhalten noch ein Beispiel anzuführen, beschreibe ich noch ein kleines Stück von der äussersten Nordwestkante des nordwestlichen Felsens in der vierten Horizontallinie bei  $\alpha$  (vgl. Fig. 18). Auch an diesem Felsen waren die von der Nordwestseite entnommenen Stücke ausgezeichnet durch Unwirksamkeit, und selbst grosse Platten bewirkten nur eine geringe Ablenkung der Nadel. Die Stellungen derselben im Umfange des genannten Stückes giebt Fig. 31. Die Westseite zieht die Nordspitze, die Ostseite die Südspitze der Nadel an. Ganz entsprechend also mit der den nordwestlichen Theil des Felsens beherrschenden Achse  $s_1n_1$  ist das Stück in seinem nordwestlichen Theile süd-, im südöstlichen Theile nordpolarisch. Hier ist es nicht die Wirkung eines einzelnen Poles, sondern die gleichmässige Vertheilung der magnetischen Kraft durch die Gesteinmasse, welche in dieser die Anziehung der Nadel bewirkt.

Da es mir darauf ankam, die magnetische Achse an diesen Stücken mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen, als es nach den Stellungen der Magnetenadel an den Durchschnittszeichnungen möglich ist, versuchte ich vielfach dieselben an ungedrehten Seidenfäden oder feinen Drähten aufzuhängen, um nach der Stellung, die sie durch den Erdmagnetismus einnehmen würden, die Lage der magnetischen Achse in ihnen zu bestimmen. Aber wie lang ich diese Fäden auch nahm und welche Vorsichtsmassregeln ich auch anwandte, diese Mühe war vergebens, wahrscheinlich deshalb, weil in diesen Basaltplatten, da ihre Form nicht vollkommen regelmässig ist, auch die Ebene, welche in ihnen die Nord- von dem Südmagnetismus trennt, nicht genau senkrecht liegt und sich da-



her stets zu beiden Seiten des Aufhängepunktes sowohl süd- als nordpolarisches Gestein findet. Die Wirkung beider wird daher zum grossen Theile aufgehoben und ist so gering, dass sie auch nicht die geringste Drehung des Fadens zu überwinden vermag, der bei der Schwere der Stücke nicht ganz dünn genommen werden kann. Bekannt ist es aber, dass kleine Basaltstücke, bei denen es nicht darauf ankommt, in welche Lage sie gebracht werden, an einen Faden befestigt oder auf Kork in Wasser gelegt, sich wie eine Magnetnadel drehen.

Suchen wir aus allen diesen speciellen Untersuchungen an den einzelnen Stücken das allgemeine Resultat, so lässt sich dies, glaube ich, kurz in Folgendem zusammenfassen:

*Die einzelnen vom Felsen getrennten Basaltplatten zeigen sich auf zweierlei Weise magnetisch. Die einen nämlich zeigen eine solche Vertheilung des Magnetismus, die der magnetischen Achse entspricht, zu deren Wirkungskreise sie im Felsen gehörten; die in ihnen liegende Achse hat mit jener eine gleiche oder, wenn aus anderen Gründen jene im Felsen vielleicht eine Aenderung erlitten hat, wenigstens eine ähnliche Richtung.* Solche Gesteinplatten verhalten sich ganz wie regelmässig magnetisirte Stahllamellen und zeigen, dass an denjenigen Stellen des Felsens, denen sie angehörten, die Gesteinmasse in grösserem Umfange gleichmässig magnetisirt ist. *An solchen Stellen sind die Pole wie an einem künstlichen Magnete die Punkte, in denen die Wirkung aller magnetischen Theile der Gesteinmasse resultirt.* Würde diese durch Abschlagen grösserer Stücke oder auf andere Weise vermindert, so würde sich in der übrigbleibenden Masse sogleich wieder ein neuer dem früheren entsprechender Pol bilden. So hat sich z. B. im obern Theile des nordwestlichen Felsens die Achse  $N_2S_2$  gebildet, nachdem an der östlichen Seite das Stück fortgeschlagen war, in dem die ursprüngliche Achse  $N_1S_1$  lag. — In diese Abtheilung gehören von den oben gegebenen Beispielen die unter No. 2. u. 3. beschriebenen Stücke des südöstlichen Felsens, die dem Wirkungskreise der Achse NS angehören und die un-

ter No. 1., No. 5. A und No. 7. beschriebenen Stücke des nordwestlichen Felsens, von denen die ersten zum Bereiche der Achse NS, das letztere zur Achse  $n_1s_1$  gehören.

*Andere Felsstücke zeigen dagegen eine Vertheilung des Magnetismus, die nicht der Achse entspricht, zu deren Wirkungskreise sie gehören, sondern die allein durch den Wirkungskreis des zunächst liegenden Pols hervorgerufen ist.* Die einzelnen magnetischen Theilchen des Steins sind wie die einzelnen Eisenfeilspähne in den magnetischen Kurven durch Vertheilung magnetisirt. Solche Stücke zeigen daher, wie wir dies an mehreren der oben angeführten Beispiele gesehen haben, wenn sie diejenigen Punkte, von denen die Magnetisirung der Gesteinmasse ausging, enthalten, an diesen oder an den diesen zunächst gelegenen Stellen eine entschieden stärkere Wirkung auf die Magnetnadel als an allen übrigen Theilen. Ein solches Verhalten setzt also auch eine ungleichmässige Vertheilung der magnetischen Kraft in derjenigen Felsmasse, der die Stücke entnommen sind, voraus. *Die hier liegenden Pole kann man nicht betrachten, als durch die gemeinschaftliche Wirkung aller magnetischen Elemente der Gesteinmasse entstanden, sondern sie sind Stellen, die durch zufällige Umstände fähig wurden, eine grössere magnetische Kraft zu äussern, als das sie umgebende Gestein.* Man würde sie abschlagen können, ohne dass sich in der übrigbleibenden Felsmasse sogleich neue entsprechende Pole bilden würden \*). Schon diese Betrachtung muss uns zu dem Schlusse führen, dass die Aeusserung der magnetischen Polarität nicht eine dem Steine von Anfang an eigenthümliche sei, sondern erst allmählig in ihm entstehe — einem Satze, dessen Richtigkeit noch später durch andere Untersuchungen erwiesen werden wird. —

---

\*) Solcher Art sind gewöhnlich auch die Pole im Magneteisenstein, daher pflegt man die Kraft derselben bei natürlichen Magneten zu verstärken, indem man die weniger wirksame Steinmasse abschleift.

Von dem hier beschriebenen Verhalten liefern uns die oben unter No. 4., No. 5. B, C, D und No. 6. untersuchten Basaltplatten Beispiele.

Bemerkenswerth ist ferner, dass in jeder einzelnen Basaltplatte nur eine magnetische Achse vorkommt, dass aber in Bezug auf die Intensität der magnetischen Kraft in den von verschiedenen Stellen des Felsens entnommenen Stücken die grösste Verschiedenheit herrscht, wie dies aus den oben angeführten Beispielen zur Genüge hervorgeht. In dem südöstlichen Felsen zeigen sich alle Stücke der westlichen Seite (mit Ausnahme der südwestlichen Ecke) besonders unwirksam. In dem nordwestlichen Felsen zeigt sich dasselbe nicht nur bei den von der nordwestlichen, sondern auch bei den vom südöstlichen Theile entnommenen Stücke; an diesem Felsen sind überhaupt nur die Stücke von dem nordöstlichen Theile in hohem Grade polarisch wirkend. Für beide Felsen aber gilt es, dass in allen denjenigen Basaltplatten, welche die regelmässigste Vertheilung des Magnetismus und die grösste Intensität zeigen, wie die oben unter No. 1. und 2. beschriebenen Stücke, von denen man annehmen kann, dass sie allein durch den Erdmagnetismus, ohne Einwirkung eines schon im Steine vorhandenen Poles, magnetisirt sind, die magnetische Achse entweder gerade in den Meridian fällt oder nur wenig von ihm nach N.W. und S.O. abweicht, und dass die Indifferenzlinie bei ihnen von N.O. nach S.W. geht, bald mehr dem Meridian, bald mehr der Richtung von W. nach O. genähert, dass also bei ihnen der Nordmagnetismus den nordwestlichen, der Südmagnetismus den südöstlichen Theil einnimmt.

**Beobachtungen über die magnetische Polarität an  
anderen Basaltfelsen und an trachytischen  
Gesteinen.**

Nachdem ich die Felsen an der Nürburg untersucht hatte, stellte ich auf einer weiteren Reise durch die Eifel noch an vielen andern Basalten Beobachtungen über die polarische

Wirkung derselben an, die ich hier folgen lasse, obschon sie, weil ich dabei in meiner Zeit beschränkt war, in vieler Hinsicht lückenhaft geblieben sind.

Grössere Felsen, welche wie die Steinchen der Nürburg mehrere magnetische Achsen enthielten, hatte ich selbst nur noch zwei Male zu beobachten Gelegenheit. Ein solcher Felsen nämlich ist der grosse Basaltfelsen, auf dem die Nürburg selbst liegt, in dem der Basalt in quaderförmige Blöcke gespalten erscheint. Dieser wirkt an einzelnen Stellen sehr stark polarisch, und am Fusse seiner hoch anstehenden Wand liegen mehrere ungleichnamige Pole abwechselnd neben einander. Ein zweiter Felsen der Art liegt auf der Landskrone bei Heppingen am Ausgange des Ahrthales. Leider habe ich auch ihn nicht genau genug untersucht. Da er aber die polarische Eigenschaft in hohem Grade besitzt und sich sehr zu genaueren Untersuchungen eignet, auch vom Rheine aus bequem zu erreichen ist, so will ich seine Lage so beschreiben, dass er leicht wieder aufgefunden werden kann. Wenn man nämlich auf der höchsten oder südöstlichen Spitze der Landskrone steht, die noch mit Mauern eingefasst ist, so sieht man von dieser zwei Reihen Felsen in das Thal hinabziehen. In der südöstlichen, dem Rheine zunächst gelegenen Reihe, zu der man von der Spitze — früher wenigstens — über eine durch den Einsturz der Mauer gebildete Basalttreppe gelangt, ist der genannte Felsen der zweite. Er bildet eine flache Kuppe, niedrig auf der Nordseite, höher anstehend auf der Ost- und Westseite, wo der Berg sich steiler hinabsenkt. Der Basalt ist in Säulen abgesondert, an der Oberfläche jedoch sehr unregelmässig zerklüftet. Bewegte man auf der Nordseite die Boussole von Osten nach Westen hin, so nahm die Nadel die Stellungen ein, wie sie Fig. 32 zeigt, sie durchlief auf einer Strecke von 12 bis 15 Fuss vier Male den ganzen Kreis der Boussole; es lagen also hier acht Pole neben einander und zwar Nord- und Südpole in regelmässiger Abwechslung. Am westlichen Theile der Felswand waren sie einander sehr nahe, am östlichen Theile standen sie weiter von einander ab. Die Richtung der magnetischen Achsen im Felsen kann ich nicht mit Genauigkeit angeben, da ich die Stellungen der Nadel an der andern Seite des Felsens nicht

aufgezeichnet habe. Aus der Bemerkung aber, dass auch an der Südseite des Felsens dieselbe regelmässige Drehung der Nadel Statt fand, dass sie aber an dem westlichen Theile derselben langsamer erfolgte, während nach Osten zu auch hier die Pole sehr nahe an einander lagen, ist zu entnehmen, dass auch in diesem Felsen die magnetischen Achsen mehr oder weniger von N.W. nach S.O. verlaufen. Ein Handstück, welches ich von einer Stelle mitgenommen hatte, welche die Nordspitze der Nadel in einer Abweichung von  $180^\circ$  anzog, zeigte ganz entsprechend seiner Lage am Felsen im nordwestlichen Theile Süd-, im südöstlichen Nordpolarität und eine kleine Magnetnadel wich auf der Nord- und Südseite des Stückes um  $180^\circ$  vom Meridian ab. Auf der Oberfläche des Felsens stand eine Säule hervor, die allenthalben den Südpol der Nadel anzog. — Mehr oder weniger polarisch wirksam zeigten sich auch die übrigen Felsmassen auf der Landskrone, aber keine in so hohem Grade, als die beschriebene. In sehr geringem Maasse wirkte das unmittelbar neben der Kapelle anstehende Gestein und ganz unwirksam war der Basalt, der die gegliederten Säulen innerhalb der Kapelle bildet.

Obschon ich selbst, wie gesagt, keine andere Basaltblöcke mit mehreren magnetischen Achsen angetroffen habe, so bin ich doch durch die Güte des Herrn Professor Förstemann aus Elberfeld \*) in den Stand gesetzt noch auf mehrere Lokalitäten in der Eifel aufmerksam machen zu können, die sich zu Beobachtungen über diese Erscheinung eignen möchten. Herr Förstemann traf nämlich, auf einer Reise durch die Eifel begriffen, mich, als ich mit Untersuchung der Nürburger Felsen beschäftigt war. Das grosse Interesse, welches er an ihnen nahm, bestimmte ihn, auf seiner

---

\*) Erst jetzt, bei der Korrektur des Druckes, erfahre ich, dass Hr. Professor Förstemann seine mir damals zur Benutzung mitgetheilten Beobachtungen bereits im J. 1844 selbst veröffentlicht hat. Sie finden sich im 1. Jahrgange dieser Verhandlungen, S. 4, die mir hier in Königsberg bisher nicht zugänglich waren. Ich verweise daher zur genaueren Vergleichung auf diesen Aufsatz. Ebendort, S. 22, findet sich von demselben Beobachter noch eine Notiz über die magnetische Polarität der sogenannten Schnarcher im Harz und einer Basaltmasse in der sächsischen Schweiz.

ferneren Reise selbst Beobachtungen an vielen Basalten und Lavamassen anzustellen, die er mir später mittheilte und von denen ich diejenigen, die an grösseren Felsen gemacht sind, anführen will. Leider fehlen bei ihnen bestimmte Angaben über die Grössenverhältnisse der untersuchten Felsblöcke, so dass nur ungefähr die Lage der Pole und Achsen aus ihnen zu entnehmen ist.

Auf dem Wege von Dockweiler nach dem Ernstberge fanden sich im Walde, den man von Dockweiler kommend zuerst durchwandern muss, viele Blöcke zerstreut, die in hohem Grade polarisch waren, weiterhin ausserhalb des Waldes lag am Wege ein Block, der schon in einer Entfernung von 3 Fuss die Magnetnadel afficirte. Die Stellungen an demselben, über dessen Grösse und Zusammensetzung ich nichts Bestimmtes angeben kann, waren, wie sie Fig. 33 darstellt. Gegen Norden lag ein Südpol, der die Nadel fast an dieser ganzen Seite in einer Stellung von  $180^\circ$  Abweichung erhielt, ihm scheint ein Nordpol an der Südseite zu entsprechen und mit der von diesen Polen gebildeten Achse scheint eine zweite in der Südwestecke des Steines parallel zu verlaufen, deren Pole eine umgekehrte Lage haben. Beide Achsen haben also auch hier eine Richtung von N.W. nach S.O.

Sehr stark polarisch zeigten sich auch viele Basaltblöcke an dem sogenannten Beilstein, einer Basaltkuppe von ruinenförmigem Ansehn zwischen Hühnerbach und Mannbach, in der Nähe von Kelberg. Der Basalt soll hier verschiedenartige Absonderungen, theils Schalen, theils Säulen bilden und viele zeolithische Einschlüsse enthalten. Ein Felsen brachte an seinem südlichen, freiliegenden Theile die Magnetnadel in diejenigen Stellungen, wie sie in Fig. 34 aufgezeichnet sind. Diese deuten auf sechs in seinem Umfange liegende Pole, über deren Zusammengehören zu Achsen sich, da alle weiteren Bemerkungen fehlen, mit Bestimmtheit nichts sagen lässt, die aber vielleicht drei Achsen bilden in der Art, wie sie durch die einander entsprechenden Buchstaben NS,  $n_1s_1$  und  $n_2s_2$  in Fig. 34 bezeichnet sind.

Am nordwestlichen Fusse desselben Berges fanden sich zwei Spalten, die nach dem Mittelpunkte des Berges hinzu ziehen schienen und von denen die eine im Ausgehenden

etwa 3, die andere 6 Fuss Weite hatte. Hier zeigte sich eine auffallende Erscheinung, indem die frei nach N.O. gerichteten Ecken und die sich daran schliessenden westlichen Seitenwände der Spalten so stark auf die Nadel wirkten, dass diese mehrere regelmässige Drehungen durch den ganzen Kreis der Boussole machte, während die östlichen Seitenwände fast gar keine Wirkung auf sie ausübten. Fig. 35 zeigt die Stellungen der Nadel an den Seiten dieser Spalten.

Aehnliche Erscheinungen, nämlich mehrere unweit von einander liegende Pole, zeigten sich auch an einzelnen Blöcken von poröser Lava. Einen solchen fand Herr Förstermann am östlichen Abhange des Lier, einer maarartigen Vertiefung, eine Viertel Stunde von Rockeskill, und einen andern am obern Rande des Kraters der Facher-Höhe bei Bertrich. — Die übrigen Lavamassen an der Facher-Höhe und an der Falkenley, sowie die Basalte bei Bertrich fand er unwirksam und dies kann auch ich bestätigen, in dem ich an den Laven der Falkenley wenigstens nur einen sehr schwachen, an den bekannten käseförmigen Basalten der Bertricher Grotte, die ich sehr genau untersuchte, nicht die geringste Einwirkung auf die Magnetnadel wahrnahm.

Es war zu erwarten, dass die einzelnen Basaltblöcke und die oft fast regelmässigen Säulen leichter als die grösseren zusammengesetzten Felsen ein bestimmtes Gesetz über die Lage der Pole und Achsen erkennen lassen würden. Ich untersuchte daher eine Menge solcher Säulen und Blöcke, fand aber gerade bei diesen hierin die grösste Verschiedenheit und eine scheinbare Regellosigkeit. Vielleicht gelingt es später, die Ursache dieser Erscheinung anzugeben. Hier mögen die Beobachtungen so folgen, wie sie an den einzelnen Lokalitäten gemacht sind.

In vorzüglichem Grade zog die hohe Acht meine Aufmerksamkeit auf sich. Dieser Berg ist bekanntlich ein hoher Kegel von Säulenbasalt und viele seiner an allen Seiten in den verschiedensten Richtungen vorstehenden Säulen sind sehr stark polarisch wirkend. Aber auch hier zeigt sich sogleich dieselbe Erscheinung, der wir bei diesen Untersuchungen allenthalben begegnen: eine grosse Ungleichheit der verschiedenen Säulen in ihrer magnetischen Wirkung. Oft er-

regte von zwei ganz nahe stehenden Säulen die eine ganz regelmässige Drehungen der Magnetonadel, während die andere sie fast gar nicht afficirte, ja selbst an verschiedenen Stellen einer und derselben Säule ist dieser Unterschied in der Intensität oft sehr auffallend. Ein Grund dafür ist im Einzelnen meist gar nicht anzugeben, im Allgemeinen aber schien es mir, dass die wirksamsten Säulen sich auf der Spitze des Berges oder wenigstens nahe derselben fänden; diejenigen, welche dem dort erbauten Häuschen zunächst stehen, zeigen grossentheils die polarische Eigenschaft ausgezeichnet. In viel geringerem Grade erscheint sie am tiefern Abhange des Berges. Hierin stimmten auch mit den meinigen die von diesen ganz unabhängig gemachten Beobachtungen des Hrn. Förstmann vollkommen überein. In drei Steinbrüchen, die auf verschiedenen Seiten am Fusse des Berges angelegt waren, zeigten sich die Säulen ganz unwirksam auf die Magnetonadel der Boussole und ein von ihnen entnommenes Handstück afficirte auch eine freischwebende Nadel gar nicht, ja es hatte sich hierin bis zum Herbste 1849, nachdem es acht Jahre neben den stark magnetischen Stücken gelegen hatte, nicht geändert. Leider habe ich durch einen unglücklichen Zufall die meisten Aufzeichnungen, die ich über die Stellungen der Magnetonadel an einzelnen Säulen in grosser Zahl gemacht hatte, auf der Reise verloren, einige theile ich in den Fig. 37, 38 a, b, und 42 mit. Fig. 38 a und b gehören einer Säule an, die am westlichen Abhange nahe der Spitze des Berges stand und etwa  $3\frac{1}{2}$  Fuss aus dem Erdboden hervorstand. Fig. 38 a zeigt die Stellungen, welche die Nadel einnimmt, wenn sie in einer horizontalen Ebene oben um die Säule herumgeführt wird. Fig. 39 b die entsprechenden Nadelstellungen 30 Zoll tiefer. Die Nordseite der Säule zieht den Südpol, die Südseite den Nordpol der Nadel an, die Indifferenzlinie geht fast genau von O. nach W., der Indifferenzpunkt wird auf der östlichen Seite durch die Stellung der Nadel in  $180^\circ$  Abw., auf der westlichen aber durch die Meridianstellung angedeutet, die Achse geht von N.O. nach S.W. Aehnlich waren die Nadelstellungen anderthalb Fuss unter dem oberen Rande der Säule, von hier aber nahm die Intensität allmählig ab, was sich zuerst darin zeigte, dass sich die Nadel auch an dem Indiffe-



renzpunkt der Ostseite in den Meridian stellte, dabei rückte dieser Punkt allmähig mehr dem nördlichen Rande zu, während die Achse eine mehr von N. nach S. gehende Richtung annahm. Sehr bald verschwanden aber auch die Abweichungen von  $90^\circ$  und so wurden 29 Zoll unter dem obern Rande die Pole nur noch durch viermalige Schwankungen der Nadel angedeutet (Fig. 38 b), wobei nur ein Mal eine Abweichung von  $110^\circ$ , sonst nur Abweichungen bis zu  $60^\circ$  vorkamen.

Eine Richtung gerade von N. nach S. hatte die Achse auch an einer auf der nördlichen Seite des Berges stehenden Säule (Fig. 37), die fast sechskantig war, 14 Zoll im Durchmesser und anderthalb Fuss Höhe hatte. Auch hier war die Intensität auf der östlichen Seite grösser als auf der westlichen, indem an jener die Nadel eine vollständige Drehung macht. Anders dagegen lagen die Pole an einer dritten Säule, die auf der Südostseite der hohen Acht stand, aber stark nach S. geneigt und auf der Nordseite von andern Basaltsäulen wenig entfernt war (Fig. 42). Die Nadel dreht sich an ihrem Umfange regelmässig; der Südpol lag auf der Westseite, der Nordpol auf der Ostseite und die Indifferenzlinie ging gerade von N. nach S.

Eine nur geringe Einwirkung auf die Nadel äusserten die grossen Basaltblöcke, mit denen das sogenannte Steinechen bedeckt ist, ein Berg, der unweit Adenau auf dem Wege zur hohen Acht liegt und sich durch die horizontale Lagerung seiner Basaltsäulen auszeichnet.

Ganz unwirksam fand ich auch den schwarzen Stein in den grossen Basaltblöcken, mit denen eine zweite, ebenfalls auf dem Wege von Adenau zur hohen Acht gelegene Basaltkuppe, der Stauff genannt, bedeckt ist. Dagegen zeigten sich mehrere Basaltblöcke auf einer zwischen der Nürburg und der hohen Acht gelegenen Basaltkuppe, „die alte Burg“ genannt, in hohem Grade polarisch. Grosse Blöcke geschichteten Basalts bedecken den ganzen Berg, vorzüglich auf seiner südwestlichen, südlichen und südöstlichen Seite und die meisten zeigten sich sehr schwach oder gar nicht wirksam. Einige aber theils auf der südöstlichen Ecke, theils auf der Spitze des Berges rissen schon in einer Entfernung von mehr als einem Fuss die Nadel der Boussole gewaltsam

herum. Die Nadel drehte an ihrem Umfange sich regelmässig und alle Blöcke stimmten darin überein, dass sie auf ihrer südöstlichen Spitze einen Nordpol hatten.

Ein ähnliches, ebenso ungewöhnliches Verhalten zeigten einige Steine auf einer kleinen Basaltkuppe, die eine Viertel-Stunde von dem Dorfe Müllenbach, rechts von der von Adenau nach Kelberg führenden Chaussee, sich erhebt. Am Fusse dieser Basaltkuppe zeigten sich die Blöcke unwirksam oder nur äusserst schwach auf die Nadel wirkend, mehr gegen die Spitze hin aber lagen auf ihrer Nordwestseite mehrere Blöcke, die in ausgezeichnetem Grade polarisch waren. Fig. 45 zeigt die Stellungen der Nadel an einem dieser Blöcke, sie machte zwei regelmässige Drehungen durch den ganzen Kreis, aber auf der Nordseite des Steins lag der Südpol und auf der Südseite der Nordpol, so dass die Achse von S.O. nach N.W. ging. Hr. Oberlehrer Förstemann hatte auch an einer auf der andern Seite des Weges gelegenen Basaltkuppe, wo der Basalt geschichtet und vielfach zerklüftet, ja mitunter dünnschiefrig wie Thonschiefer war, äusserst polarische Stücke gefunden.

Der Hochkelberg, welcher südlich von der Nürburg liegt, ist zwar an seinem Gipfel mit vielen Basaltblöcken bedeckt, an diesen aber zeigte sich, so weit sie untersucht werden konnten, keine Polarität. Nördlich von diesem Berge, mit ihm aus demselben Bergrücken erhebt sich eine andere, kleinere Kuppe, der Rothbusch genannt, dessen Abhang ebenfalls mit vielen Basaltblöcken bedeckt ist. Die am Fusse des Hügels liegenden, so wie überhaupt die meisten wirkten gar nicht oder sehr unbedeutend auf die Nadel, an der westlichen Seite aber nahe der Spitze fanden sich mehrere Blöcke, die schon in zwei Fuss Entfernung die Nadel herumdrehten. Die Stellungen der Nadel an einem dieser Felsstücke zeigt Figur 40; aus ihr erhellt, dass die Achse hier eine Richtung von N.O. nach S.W. hat. Dann fand sich aber auch ein Basaltblock, der sich abweichend von allen übrigen verhielt, die von mir untersucht sind. Er zog nämlich ringsherum mit ausserordentlicher Heftigkeit den Nordpol der Nadel an, so dass die Nadel bald emporgerissen, bald nie lergedrückt wurde. Nur nahe dem Boden, fast unter dem Stein fanden sich auf

der Westseite desselben einige wenige Punkte, die den Südpol anzogen. Die magnetische Achse war also hier im Stein unter ziemlich grossem Winkel von O. nach W., oder von S.O. nach N.W. gegen den Erdboden gerichtet und wandte diesem den Nordpol zu, ein Verhalten, welches demjenigen am meisten ähnlich ist, welches wir an senkrecht stehenden Eisenstangen zu sehen gewohnt sind. Auffallend aber war es, dass der Wirkungskreis des Südpoles hier um so vieles grösser war, als der des Nordpols. An einem abgeschlagenen Stücke, welches gerade die Stelle enthielt, welche den Südpol der Nadel angezogen hatte, breitete sich der Nordmagnetismus weiter aus und nahm die ganze äussere Seite des Stückes ein.

Sehr geeignet zur näheren Untersuchung über die magnetische Polarität ist eine schöne Basaltkuppe bei dem Dorfe Hoffelt. Eine grosse Menge zerbrochener und umgestürzter Säulen umgeben von einer Seite den bewaldeten Gipfel des Berges, auf der südlichen und südöstlichen Seite aber stehen viele Säulen vor, welche fast alle in hohem Grade polarisch auf die Magnetenadel wirken. Keine magnetische Wirkung dagegen konnte ich an dem Basalte des Aremberges entdecken, an dem freilich auch nur wenige Säulen so frei hervorragten, dass sie zur Untersuchung sich eignen.

Auch an den Ufern der Ahr fand ich noch einen polarisch wirkenden Felsen. Eine halbe Stunde von Altenahr liegt nämlich die Lochmühle. Hier tritt an dem Wege, der durch einen vorspringenden Felsen gehauen ist, ein Basaltgang zu Tage, der etwa 3 Fuss mächtig ist, ein Streichen gerade von O. nach W. hat, seiger fällt und sich aufwärts in den Weinbergen noch weiter verfolgen lässt. Der Basalt in demselben erscheint in senkrechte Platten gesondert, ist von Arragonitgängen durchsetzt und vielfach zerklüftet. Auf der andern Seite des Weges erheben sich, aber in einer Streichungslinie von ungefähr  $3\frac{1}{2}$  Stunde hohe thurmformige Basaltklippen, in denen der Basalt in fussdicke horizontal liegende Schichten gesondert ist, die wieder blättrig spalten. Der Basalt im Gange zeigt keine Einwirkung auf die Magnetenadel, das Gestein der frei stehenden Kuppen dagegen ist an manchen Stellen stark polarisch und obschon ich die Stellungen der Nadel an den Felsen, die nicht überall bequem zu-

gänglich waren, nicht genau verzeichnete, bemerkte ich doch, dass die nordöstliche und südöstliche Seite am stärksten, weniger die nordwestliche Seite die Nadel afficirte.

Noch muss ich aus meinen eigenen Beobachtungen des bekannten **Mendebergs** bei **Linz** erwähnen. Ich besuchte ihn am Anfange meiner Reise in der Hoffnung, an seinen schlanken und oft so regelmässigen Basaltsäulen die Erscheinungen der magnetischen Polarität am genauesten und bequemsten studiren zu können. Aber ich hatte mich getäuscht, die Nadel rührte sich an den hohen Wänden des grossartigen Steinbruchs nirgends, wo man sie auch denselben nähern mochte. Ich bestieg nun den Gipfel des Berges, der von Buschwerk bewachsen und vom Steinbruche unberührt war; hier standen einzelne Säulen, deren Oberfläche grau und ziemlich verwittert war, aus der Erde vor, und zu meinem nicht geringen Erstaunen zeigten sich alle diese in hohem Grade polarisch. Die Nadel machte in einer horizontalen Ebene um sie herumgeführt zwei vollkommene Drehungen in der Boussole und nahm an einer derselben, die sich zur Untersuchung besonders eignete, die Stellungen ein, die in **Fig. 41** aufgezeichnet sind. Ein von dieser Säule abgeschlagenes Stück lenkte schon in einiger Entfernung die Nadel sehr bedeutend ab, während ein fünf oder sechs Mal grösseres, aus dem Steinbruche entnommenes Stück sie auch in grösster Nähe nicht im mindesten in Bewegung setzte.

Von den Beobachtungen, die Herr Oberlehrer **Förstermann** mir gütigst mittheilte, erwähne ich noch folgende:

Auf einem Basaltberge, der auf dem Wege von **Kelberg** nach **Boos** liegt und der **Riem** genannt wird, zeigten sich von vielen Basaltblöcken nur einzelne, auf dem nördlichen Abhange liegende polarisch; an einem derselben nahm die Nadel die Stellungen an, die **Fig. 36** zeigt und die eine von **N.W.** nach **S.O.** verlaufende Achse anzeigen. Es scheint ein sehr seltener Fall zu sein, dass in einem Basaltblocke, der nur eine magnetische Achse hat, diese eine Richtung von **N.W.** nach **S.O.** nimmt, während in grösseren Felsen mit mehreren Achsen diese fast überall die genannte Richtung zu haben scheinen. — Zwei Blöcke einer nicht festen, sondern mehr schlackigen und porösen Basaltmasse, die an der

westlichen Seite eines östlich von Daun gelegenen Berges sich fanden, bewirkten eine bedeutende Ablenkung der Magnetnadel, welche in horizontaler Ebene um sie herumgeführt die in Fig. 43 und 44 aufgezeichneten Stellungen einnahm.

Lavablöcke zeigen öfters ein ähnliches Verhalten, wie Basalte, doch sind sie gewöhnlich in geringerem Grade und häufig sehr ungleichmässig polarisch, so dass sie nur an einzelnen Seiten eine regelmässige Drehung der Nadel bewirken. Mehrere Lavablöcke der Art wurden sowohl von Hrn. Förstemann, als auch von mir zwischen Gerolstein und Roth, im Hauptkrater des Mosenberges, am Strohmer Maare und am Nerother Berge beobachtet; die meisten Lavafelsen aber zeigten sich auf die von uns angewandten Magnetnadeln entweder ganz unwirksam oder in ihrer Einwirkung sehr zweifelhaft.

Endlich muss ich noch einige Beobachtungen anführen, die ich an trachytischen Gesteinen zu machen Gelegenheit hatte. Von ihnen ist bisher nur so viel bekannt, dass sie zuweilen auf die Magnetnadel wirken. Hr. v. Humboldt führt nämlich in seiner dritten Erklärung über den Serpentin des Fichtelgebirges den Trachyt vom Drachenfels unter denjenigen Stoffen auf, die den Nord- und Südpol der Nadel auf gleiche Weise beunruhigen und Hr. Nöggerath hat bereits vor vielen Jahren bemerkt, dass eine Stelle der Trachytwand am Drachenfels die Nadel merklich ablenke. Diese Stelle wieder aufzufinden gelang mir nicht und jedenfalls scheint die polarische Eigenschaft am Drachenfels nur an einzelnen Stellen und Stücken vorzukommen; dagegen fand ich sie an trachytischen Gesteinen in der Eifel in hohem Grade ausgebildet. Parallel nämlich mit dem geschichteten Basalte der Nürburg und des hohen Kelbergs zieht sich westlich eine Trachytformation hin, in der das Gestein dieselbe Absonderungsweise zeigt. Sie bildet östlich von der Nürburg den Selberg und zwei Stunden südlicher, südlich von den Dörfern Kelberg und Köttelbach, einige kleinere Hügel. Am Selberg sind ihre Grenzen gegen den Basalt hin sehr scharf durch die Thäler zweier Bäche, welche sich in dem nördlich gelegenen Dorfe Quiddelbach vereinigen, bezeichnet. Der Selberg ist ein Kegel, der östlich von drei kleineren Kup-

pen, nördlich und nordwestlich aber von einem terrassenförmigen Walle umgeben wird, der mit grossen Trachytblöcken bedeckt ist. Der Trachyt ist von grauer Farbe und enthält viele langgestreckte Hornblendekrystalle; indem er verwittert, nimmt er eine lichtere, fast weisse Farbe an. Er ist in Platten von einem bis zwei Zoll Dicke abgesondert, die an den kleineren Kuppen fast senkrecht stehen oder in einem Winkel von  $75^{\circ}$  bis  $80^{\circ}$  nach N.O. fallen und etwa in  $8\frac{5}{8}$  Stunden von N.W. nach S.O. streichen, auf dem höchsten Gipfel aber sich der wagerechten Lage mehr nähern. Viele der hier liegenden Blöcke zeigten sich polarisch, aber in sehr verschiedenem Grade. So stark wirkte kein Felsen, dass er die Nadel in seinem ganzen Umfange in stetiger Drehung erhalten hätte, aber einzelne Stücke der ruhenden Nadel vorbeigeführt, setzten sie in starke Bewegung. Andere Felsblöcke, theils von der Spitze des Berges, theils vom tieferen Abhange zeigten sich dagegen viel weniger wirksam, beunruhigten die Nadel in der Boussole gar nicht und äusserten auch auf eine an einem Faden frei aufgehängte Nadel nur eine geringe Anziehung und Abstossung.

Die drei kleineren Höhen, die zwei Stunden südlich vom Sellberge zwischen dem Dorfe Köttelebach und dem Mosbrucher Maare liegen und von denen der nördlichste der Brink, der südliche das Freienhäuschen heisst, sind bereits in dem genannten Aufsätze des Hrn. Bergmeister Schulze erwähnt. Am Freienhäuschen kommt sogenannter Trachytporphyr, theils in grossen Blöcken anstehend, theils in einigen Steinbrüchen aufgeschlossen vor; er ist in zolldicke Tafeln abgesondert, die von N. nach S. streichen und unter einem Winkel von etwa  $80^{\circ}$  nach Osten fallen, also dasselbe Verhalten zeigen, wie der Basalt auf der Nürburg. Auch schalige Absonderungen, die den bekannten Umläufern am Stenzelberge im Siebengebirge ganz ähnlich schienen, aber nicht senkrecht standen, sondern in einem sehr spitzen Winkel von N. nach S. einsanken, bemerkte ich in einem kleinern Steinbruche an der Südwestseite des Berges. Beide Abänderungen dieses Gesteins, sowohl die braune und grau gefleckte, als die hellgraue, die beide reich an Albit- und Hornblendeinschlüssen sind, wirkten auf die Nadel der Boussole nicht,

Handstücke indessen von der leberbraunen Abänderung, an einer empfindlicheren und freischwebenden Nadel untersucht, schienen beide Pole gleichmässig anzuziehen. Es ist daher wohl anzunehmen, dass auch dieser Stein unter Umständen einen stärkern Magnetismus anzunehmen und polarisch zu werden im Stande ist. Anders aber verhält es sich mit dem dunkel rauchgrauen, fast schwarzen Trachyt, der den nördlich gelegenen Hügel, den Brink, bildet, ebenfalls geschichtet ist und grössere und kleinere Hornblendekrystalle in grösster Menge enthält. Er ist in hohem Grade polarisch, obschon auch hier nicht alle Blöcke die Eigenschaft in gleichem Maasse zeigen. Besonders deutlich trat sie an einem grösseren auf der Nordwestseite und an einem kleineren auf der Spitze des Berges liegenden Felsstücke hervor. An dem letztern wurden die Stellungen der Nadel notirt, die Fig. 39 zeigt und die auf dieselbe Vertheilung des Magnetismus im Steine schliessen lassen, die an sehr vielen Basaltsäulen beobachtet wurde, nämlich Nordmagnetismus im nordöstlichen, Südmagnetismus im südwestlichen Theile des Felsens.

Bei einer Vergleichung der letzten Beobachtungen mit den früheren fällt zuerst der Unterschied in die Augen, dass wie auch früher bereits erwähnt, in den zuletzt beschriebenen Felsen nur eine Achse, oder richtiger gesagt, nur eine Achsenebene vorhanden ist, während die in früheren Beobachtungen erwähnten Felsen deren mehrere enthielten. Mir scheint diese Verschiedenheit allein von der Grösse der Felsenmasse, nämlich davon abzuhängen, ob eine Achse im Stande ist, die ganze Gesteinmasse zu beherrschen oder nicht. Ferner geht aus den zuletzt angeführten Beobachtungen hervor, *dass wie an den grösseren Felsen, so auch an einzelnen polarischen Basaltsäulen die Vertheilung des Magnetismus eine ganz andere ist, wie an senkrecht stehenden Eisenstangen, die durch den Erdmagnetismus magnetisirt sind*, obschon man gerade bei jenen eine Uebereinstimmung mit diesen am meisten erwarten sollte. *Nirgends trennt eine horizontale Ebene die beiden verschiedenen Magnetismen, so dass etwa das untere Ende der Säule Nord-, das obere Südmagnetismus zeigte, sondern diese Indifferenzebene steht meistens fast senkrecht und durchsetzt den Stein seiner ganzen Länge nach und ebenso liegen*

*Pole und Achsen in einer Ebene, die den Kanten der Säule fast parallel ist.* Nur in einem von den oben angeführten Fällen fand sich, wie wir sahen, im Steine keine solche Achsenebene, sondern eine einzelne Achse, weil der Südmagnetismus einen unverhältnissmässig grossen Wirkungskreis eingenommen und den Nordmagnetismus auf einige wenige Punkte zusammengedrängt hatte. Aus diesem verschiedenen Verhalten senkrechter Felsmassen und senkrechter Eisenstangen folgt also auch, *dass in jenen Gesteinen ausser dem Gehalte an Magneteisen noch andere Verhältnisse die Einwirkung des Erdmagnetismus modificiren und die Vertheilung der magnetischen Kraft bedingen müssen.* Sucht man nun aber aus den obigen Beobachtungen ein Gesetz über die Lage und Richtung der Achsen in einzelnen Basaltsäulen und Basaltblöcken abzuleiten, so erscheinen sie hiezu allerdings sehr lückenhaft. Einmal nämlich war es nicht gut, nur diejenigen Säulen zu berücksichtigen, welche besonders stark auf die Magnetnadel wirken, im Gegentheil wäre es interessant gewesen, die Vertheilung der Magnetismen im Steine bei den verschiedenen Graden der Intensität dieser Eigenschaft kennen zu lernen; dann hätten, wie es an einer Säule der hohen Acht geschah, mehrere Basaltsäulen in verschiedener Höhe über dem Erdboden untersucht werden müssen. Dennoch zeigt sich in den Figuren 36 bis 45, wie sehr verschieden auch die Lage der magnetischen Achse gegen den Meridian in den verschiedenen Basaltblöcken ist, eine Uebereinstimmung, die wohl hervorzuheben ist. *Mit Ausnahme nämlich eines Falles, der an einem Basaltfelsen auf dem sogenannten Riem von Hrn. Förstemann beobachtet wurde, liegt die Achse entweder gerade im Meridian, wie Fig. 38 und Fig. 39, b zeigen, oder der Nordpol weicht nach O., der Südpol nach W. mehr oder weniger ab.* In den bei Weitem meisten Fällen stellt sich die Nadel, wenn die magnetische Anziehung des Steines stark genug ist, an der N.O.- und S.W.kante in den Meridian und zeigt an den N.W.- und S.O.kanten eine Abweichung von  $180^{\circ}$ . Dies ist darum so bemerkenswerth, weil nach den Beobachtungen an den Nürburger Felsen und an der Landskrone, in grösseren Felsen, die mehrere magnetische Achsen enthalten, diese letzteren gerade eine andere Richtung zu haben und mit



dem Nordpole westlich vom Meridiane, mit dem Südpole östlich abzuweichen scheinen. Ob die Achse in den Basaltsäulen einen kleineren oder grösseren Winkel mit dem Meridiane bildet, ob sie sich mehr der Richtung von N. nach S. oder der Richtung von O. nach W. nähert, oder auch wohl, wie in Fig. 45 über diese hinausgeht, dies mag theils von der Form des Steines, theils von anderen sich der Beobachtung entziehenden Zufälligkeiten abhängen, indessen muss ich noch bemerken, dass auch hierin zuweilen eine gewisse Uebereinstimmung an bestimmten Lokalitäten zu herrschen scheint. Es würde daher bei ferneren Beobachtungen über diesen Gegenstand auch hierauf Rücksicht zu nehmen sein.

Endlich ist hier noch ein Punkt zu erwähnen, der für die Erklärung mancher Erscheinungen an den polarischen Felsen von grosser Wichtigkeit zu sein scheint. Fast alle Beobachtungen nämlich, sowohl an den grösseren Felsen, als auch an den einzelnen Säulen weisen darauf hin, dass *der nordöstliche und der südwestliche Theil der Felsen, vorzüglich der erstere die übrigen Felsentheile an Intensität der magnetischen Kraft übertrifft*, so dass man annehmen muss, dass diese Theile des Felsens leichter als die übrigen die Fähigkeit magnetisch zu werden, erlangen. Hiefür sprechen die Beobachtungen an den Nürburger Felsen, wie ein Blick auf die Durchschnittzeichnungen Fig. 5 bis 9 und Fig. 15 bis 19 beweist und die Wahrnehmung, dass die von der nordöstlichen Ecke der Felsen entnommenen Stücke am meisten auf die Nadel wirken, während die Stücke von der nordwestlichen Ecke und grössten Theils auch von der westlichen Seite am unwirksamsten sind. Ferner spricht dafür auch auffallend die oben erwähnte Beobachtung des Herrn Förstemann an dem Beilstein, Fig. 35, wo nur die nach N.O. gekehrten Ecken und Seiten der Spalten auf die Nadel einwirkten, endlich der Umstand, dass in den meisten Säulen in der Nähe der Nordostecke oder auf der Ostseite der Nordpol liegt. Wie diese auffallende Erscheinung zu erklären sei, lasse ich vorläufig dahin gestellt und werde später eine Vermuthung darüber aufzustellen wagen.

### Untersuchung der gepulverten Gesteine.

Nachdem ich in dem Vorhergehenden meine Beobachtungen über die Lage der magnetischen Pole und Achsen in den Basaltfelsen mitgetheilt habe, komme ich zu der zweiten und schwierigeren Frage, die ich mir gestellt, zur Untersuchung nämlich der Verhältnisse, welche die polarische Eigenschaft der Gesteine bedingen.

Bekanntlich ist von den Physikern viel darüber gestritten worden, ob die Ursache der polarischen Eigenschaft der magnetischen Gesteine allein in dem denselben beigemengten Magneteisen zu suchen sei oder in anderen Verhältnissen des Gesteines liege und in allen Bestandtheilen desselben gleichmässig vertheilt sei. In Bezug auf die Harzer Granite behauptete Hr. Jordan gegen Hrn. Hausmann, dass einzig und allein die Menge des in ihnen enthaltenen Magneteisens, die stellenweise nicht unbeträchtlich sei, die magnetische und polarische Eigenschaft der Gesteine hervorrufe und suchte dies durch mehrere Beobachtungen zu beweisen. — In den Serpentin und Hornblendeschiefern des Fichtelgebirges wurde ebenfalls eingesprengtes Magneteisen gefunden. Es lag daher die Meinung nahe, auch hier demselben die polarische Wirkung des Gesteines zuzuschreiben; indessen hob Hr. v. Humboldt sogleich in seinem ersten Berichte über jene Gesteine besonders hervor, dass von dem Pulver des Steines nicht einzelne Körnchen, sondern jedes Stäubchen von einem künstlichen Magnete angezogen würde und zeigte durch Bestimmung des specifischen Gewichtes verschiedener Stücke, dass die Menge des in ihnen enthaltenen Magneteisens in keinem Verhältnisse zu der polarischen Intensität derselben stehen könne, indem polarische Stücke das geringe specifische Gewicht von 1,9 bis 2,04 hätten, ja sogar meistens leichter seien, als die unwirksamen. Die meisten Physiker, welche jene Gesteine untersuchten, stimmten hierin bei; um so auffallender musste es sein, dass die späteren Untersuchungen des Herrn Bischof, gewiss mit derselben Sorgfalt und Genauigkeit angestellt, die wir seitdem vielfach an den Arbeiten dieses Gelehrten kennen zu lernen Gelegenheit gehabt haben, ein fast in allen Stücken abweichendes Resultat gaben. Hr. Bischof

konnte nicht nur mit Leichtigkeit aus dem Pulver des Gesteines durch Hülfe eines Magnetstabes zwei verschiedene Bestandtheile trennen, von denen der eine dem Magnete folgte und schwarz war, der andere eine hellgrüne Farbe hatte und sich ganz unwirksam zeigte, sondern er fand auch eine constante Abnahme des specifischen Gewichtes mit Abnahme der magnetischen Wirkung. So ist denn auch in Bezug auf diese Serpentin- und Hornblendegesteine die Frage, ob das eingesprengte Magneteisen die Ursache der polarischen Wirkung sei oder nicht, schwebend geblieben, denn seit den von Hrn. Bischof im J. 1816 angestellten Untersuchungen sind neue Beobachtungen über diesen Gegenstand, soviel ich weiss, nicht gemacht. — Am Basalt ist wohl mit Unrecht die polarische Eigenschaft viel weniger auffallend erschienen, als an den genannten Gesteinen, weil Magneteisen ein wesentlicher Gemengtheil des Basaltes ist und so hat denn auch Niemand Anstand genommen, demselben allein die Wirkung auf die Magnetnadel zuzuschreiben.

Um nun zunächst die Frage zu entscheiden, welche Bestandtheile dem Basalte die polarische Eigenschaft verleihen, untersuchte ich von verschiedenen Basalten das Pulver; und zwar wandte ich abweichend von den früheren Beobachtern, da es mir darauf ankam, durch Zerkleinerung des Steins denselben, soviel wie möglich, in seine Gemengtheile zu zerlegen, die sich durch eine Loupe an jedem Basalte schon zum Theil durch ihre Farbe unterscheiden lassen, ein möglichst feines Pulver an. Ich zerrieb daher kleine Stückchen der zu untersuchenden Steine in einem Achatmörser und schüttete von dem sehr feinen Pulver Einiges durch ein feines Sieb auf glattes Papier, um die einzelnen Staubtheilchen zu untersuchen, indem der Pol eines 1 Fuss langen Magnetstabes ihnen genähert wurde. Die Oeffnungen des Siebes hatten, wie eine Messung an dem Mikrometer eines Mikroskops ergab, einen Durchmesser von 0,004 bis 0,005 eines Zolls, es konnten daher nur so kleine Staubtheilchen zur Untersuchung kommen, sie waren aber meistens viel kleiner. Da nun der Basalt der Nürburger Felsen sich vor andern dadurch auszeichnet, dass er in reichlicherem Maasse gelblich weisse feldspathige oder zeolithische Bestandtheile enthält, die hier nicht

nur sehr feine weisse Adern, sondern an den Bruchflächen auch Schuppen und Blättchen bilden, welche die oben genannte Grösse bei weitem übertreffen, so war ich wenigstens für diesen Stein ziemlich sicher, dass unter den zu untersuchenden Staubtheilchen viele nur aus diesen nicht Magnet-eisen als Gemengtheil enthaltenden Bestandtheilen gebildet würden. Für die Basalte von andern Fundorten z. B. für den Mendeberger Basalt konnte dies weniger gelten, da hier schon unter der Loupe die dunkelen und hellen Bestandtheile viel inniger mit einander gemengt erscheinen.

1. Es wurde der Staub von mehreren stark polarischen Stücken der Nürburger Felsen untersucht, nämlich von den später bei der Bestimmung der specifischen Gewichte unter No. 1, 5 und 7 aufzuführenden Stücke. Man konnte in dem ausgestreuten Pulver unter der Loupe sehr gut schwarze, scharf begrenzte Körnchen von andern hellgrauen und mehr flockigen Stäubchen unterscheiden, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass allein die schwarzen Körnchen Magneisen oder Titaneisen waren, die grauen Theilchen aber von den übrigen Gemengtheilen des Basalts gebildet wurden, da auch das Pulver des Augits grau, das Pulver der basaltischen Hornblende aber braun ist. Es zeigte sich jedoch, dass alle Staubtheilchen ohne Ausnahme vom Magnet angezogen wurden mit dem Unterschiede freilich, dass jene schwarzen Körnchen schon aus einiger Entfernung dem Pole des Magnets entgegenflogen, die hellen Theilchen aber erst in grösserer Nähe angezogen wurden. Es war hiebei, wie nicht anders zu erwarten war, ganz gleichgültig, ob der Nord- oder der Südpol des Magnets genähert wurde. Um von vorn herein dem Einwande zu begegnen, dass statt einer magnetischen Anziehung ein mechanisches Anheften der feinen Theilchen Statt gefunden habe, stellte ich alle hieher gehörigen Untersuchungen unter einer scharfen Loupe an, so dass ich auch sehr kleine Entfernungen noch deutlich unterscheiden konnte, und ich spreche nur da von einer Anziehung, wo ich mich überzeugte, dass noch vor der Berührung mit dem Magnet das Stäubchen emporgehoben und zu demselben hingezogen wurde. Auch zeigte sich die Anziehung aller Körnchen noch in andern Versuchen. Schüttet man sie auf

sehr feines straff gespanntes Papier und bringt unter dieses die Pole eines Hufeisenmagnets, so bildet der Staub zwar keine magnetischen Kurven wegen der nur geringen Weite, in der auf ihn der Magnet wirkt, aber es ordnen sich die Stäubchen bei leichter Erschütterung des Papiers allmähig sämmtlich um die Ränder der beiden Pole und umgrenzen diese mit scharfem Striche.

2. Von dem polarischen Basalt einer Säule der hohen Acht (später unter No. 10 untersucht) zeigte der Staub eine viel geringere Anziehung als bei dem eben beschriebenen Basalte der Nürburg. Sowohl die schwarzen, als auch die grauen Theile folgten dem Magnet nur in noch grösserer Nähe und bei manchen der letzteren blieb es zweifelhaft, ob sie wirklich noch vor ihrer Berührung mit dem Magnet diesem entgegen gezogen wurden. Die viel stärkere Anziehung der schwarzen Körnchen zeigte sich aber auch darin, dass diese öfter von kleinen Häufchen des grauen Staubes, mit denen sie zusammen lagen, losgerissen wurden und dem Magnet zuflogen, während jene noch liegen blieben.

3. Nicht viel anders verhielt sich der Staub von dem ganz unpolarischen Basalte aus dem Steinbruche der hohen Acht; nur war eine noch grössere Annäherung des Magnets auch bei den dunkeln Körnchen nöthig, ehe sie angezogen wurden und sie markirten nur in sehr geringem Grade die Polecken eines Hufeisenmagnets, wenn sie über diesem auf sehr dünnes Papier geschüttet wurden.

4. Dagegen verhielt sich der Staub des nicht polarischen Basalts vom Unkeler Steinbruche (später No. 25) auffallender Weise ganz wie Staub eines polarischen Steins. Das Pulver hatte eine sehr dunkelgraue Farbe, während bei dem Basalte der hohen Acht die graue Farbe mehr ins Gelbe spielte, und war nicht nur ausserordentlich reich an schwarzen Körnchen, sondern diese schienen auch so gleichmässig vertheilt, dass ich mit der Loupe kaum ein Häufchen des helleren Staubes finden konnte, das nicht noch ein sehr feines schwarzes Körnchen enthielt. Es wurde aber jedes Stäubchen angezogen und zwar noch heftiger, als bei den Basalten der Nürnburger Felsen.

5. Ganz ebenso, wie das Pulver des Unkeler Basalts ver-

hielt sich auch das Pulver des unwirksamen Basalts aus dem Mendeberger Steinbruche. Das Pulver eines Basaltstückchens von der polarischen Säule des Mendebergs, welches zum Theil aus der hellgrauen Verwitterungskruste gebildet war, hatte eine gelblich graue Farbe, doch wurde auch hier jedes Stäubchen angezogen.

6. Der schwarze Trachyt vom Brink hatte pulverisirt ganz das Aussehen des Basaltpulvers und verhielt sich ebenso, indem ebenfalls jedes Stäubchen angezogen wurde.

7. Das Pulver des polarischen Trachyts vom Selberge (später unter 31 angeführt), zu dessen Herstellung ein Stückchen ohne grössere Hornblendekrystalle ausgelesen war, hatte eine hellgraue Farbe, die Loupe zeigte darin auch schwarze — wahrscheinlich Hornblende — Körnchen; diese vorzüglich, aber auch von den hellgefärbten Staubtheilen viele, wenn auch nicht alle, wurden vom Magnet gezogen. Weniger deutlich war dies der Fall bei dem Pulver von einem nur in geringem Grade polarischen Stücke desselben Fundorts (später unter No. 32 zu nennen), von dem nur einzelne Stäubchen deutlich angezogen wurden.

8. Endlich prüfte ich noch einige im Trachyt und Basalt vorkommende Mineralien, die ich gerade zur Hand hatte, in Bezug auf ihre Polarität. Von einem Augitkrystall vom Laacher See, dessen Oberfläche glatt und von allen anhängenden fremdartigen Theilen sorgfältig gereinigt war, wurde ein Stückchen pulverisirt; das feine Pulver erscheint dem unbewaffneten Auge graugrün. Schüttet man aber etwas davon durch ein Sieb auf weisses Papier, so erkennt man durch eine Loupe, dass es keineswegs gleichartig ist. Die grösste Masse wird von kleinen eckigen Stückchen von hellgrüner Farbe gebildet, dazwischen zerstreut liegen aber kleinere schwarze Körnchen und diese werden in grosser Nähe vom Magnet schwach angezogen, während alle hellgefärbte Stücke auch bei der Berührung mit dem Magnete gar keine Anziehung zeigen. Der ganze Krystall hatte sich, wie die übrigen ähnlichen Krystalle, die in meinem Besitze waren, unwirksam gegen die Magnetnadel bewiesen.

Von mehreren Stücken basaltischer Hornblende, wie sie mit geschmolzener oder geflossener Oberfläche bei

Dockweiler in der Eifel vorkommt, zeigte eines eine geringe, aber entschieden polarische Anziehung gegen den Magnet. Das Pulver dieser Hornblende ist braun und besteht aus kleinen nadelförmigen Splintern, aber zwischen diesen finden sich, wenn auch nicht so leicht unterscheidbar, wie beim Pulver des Augits, mehr eckige oder schuppenförmige, schwarze Körnchen zum Theil von ausserordentlicher Kleinheit. Diese wurden schon aus grösserer Entfernung d. h. in einer Entfernung von einer oder zwei Linien sehr kräftig vom Magnet angezogen, in grösserer Nähe geschah dasselbe auch mit einigen der hellbraunen und deutlich glasglänzenden Splitter. Auch bildete das Pulver eine deutliche Einfassung der Pole, wenn ein Magnet unter ein mit demselben bestreutes Papier gehalten und dieses sanft erschüttert wurde. Es unterliegt auch hier wohl kaum einem Zweifel, dass in beiden Fällen, beim Augit wie bei der Hornblende, die schwarzen Körnchen feine Magneteisentheile sind.

Das Pulver des Ryakoliths, sowohl des glasigen Feldspaths vom Drachenfels, als auch des sogenannten opalisirenden Feldspaths von Betteldorf in der Eifel, zeigt sich durchaus unmagnetisch, jedoch enthalten die Krystalle vom Drachenfels häufig Schuppen und kleine Parteen von Hornblende und diese wurden aus dem Pulver sehr kräftig vom Magnet angezogen.

Aus diesen Versuchen folgt nun in Bezug auf den Basalt:

- 1) *dass allerdings das in dem Basalte enthaltene Magnet-eisen die hauptsächlichste Quelle der polarischen Eigenschaft desselben ist und dass die übrigen, die Masse des Steines bildenden Gemengtheile sich zwar in den meisten Fällen etwas, aber immer in viel geringerem Grade magnetisch zeigen (vielleicht weil auch sie noch chemisch mit Eisenoxydul gemischt sind).*
- 2) *Dass man sich die auf die Magnethadel polarisch wirkenden Steine zu denken hat als aus einer Masse bestehend, die nur in geringem Grade des Magnetismus fähig ist, in der aber eine unzählige Menge sehr kleiner Magnete einander sehr nahe, aber wahrscheinlich vollständig von einander getrennt, liegen.*

Der letzte Umstand, dass die einzelnen Magneteisentheile

von einander vollständig getrennt sind, lässt sich bei dem Pulver des Steins aus der verhältnissmässig geringen Menge derselben gegen die viel beträchtlichere Masse der hellen flockigen Theilchen und aus dem gleichmässigen Gemenge sämmtlicher Bestandtheile des Steines schliessen, obschon es unmöglich ist, hierüber bestimmte Zahlenverhältnisse anzugeben. Es ergibt sich aber auch dasselbe aus den chemischen Analysen, denen zufolge dem Gewichte nach nur etwa 13 pr. Ct. des Steines aus Magneteisen bestehen.

Ferner giebt das Verhalten des Basaltes von der hohen Acht, noch mehr aber des Unkeler und Mendemberger Basaltes, das bemerkenswerthe Resultat :

*dass sich das Pulver von Basaltstücken desselben Fundortes dem Magnete gegenüber auf ganz gleiche Weise verhält, mögen diese sich polarisch gezeigt haben oder nicht.*

Und hieraus wieder wird wahrscheinlich :

*dass die polarische Eigenschaft des Steines nicht in einer Verschiedenartigkeit seiner Gemengtheile liegt, sondern in Verhältnissen begründet ist, deren Wirkung mit der Pulverisirung des Steines aufgehoben wird.*

Wenn wir nämlich sehen, dass die einzelnen Staubtheilchen von dem Pulver des Basaltes aus dem Unkeler und Mendemberger Steinbruche, der gar nicht oder wenigstens gewiss nicht polarisch auf die Magnetnadel wirkt, noch heftiger und leichter vom Magnete gezogen werden, als die einzelnen Gemengtheilchen des Steines von den in hohem Grade polarschen Nürburger Felsen, so müssen wir schliessen, dass durch irgend einen Umstand der Erdmagnetismus verhindert wird bei jenen Steinen, so lange sie fest sind, auf die in ihnen liegenden Magnettheile zu wirken und ihre Magnetismen zu trennen, woher sie denn auf die Magnetnadel keine polarsche Wirkung äussern können, dass aber auch jene Basalte fähig sein würden, in ebenso hohem, ja vielleicht in noch höherem Grade als der Nürburger Basalt die polarische Eigenschaft anzunehmen, wenn diese die Einwirkung des Erdmagnetismus hemmenden Verhältnisse aufgehoben werden könnten.

Zur Erklärung der polarischen Eigenschaft der Trachyte,



in denen direkt kein Magneteisen wahrzunehmen ist, sind die letzten der oben angeführten Beobachtungen von besonderm Interesse. Aus ihnen geht nämlich hervor :

*dass sowohl in den Augit-, als in den Hornblende-krystallen Magneteisen nicht — oder wenigstens nicht nur — als chemischer Bestandtheil, sondern in Form mechanischer Einschlüsse vorhanden ist.*

Dann sind also diese Mineralien schon für sich in dieser Hinsicht ganz ähnlich zusammengesetzt, wie der Basalt d. h. es liegt hier wie dort in einer unmagnetischen oder sehr schwach magnetischen Masse eine Menge kleiner Magnete zerstreut, und daher scheint bei ihnen wie beim Basalte die Möglichkeit gegeben, sich unter günstigen Umständen auch polarisch zu zeigen. Dass dies bei der Hornblende zuweilen der Fall ist, habe ich oben bereits gesagt. Man wird daher in diesem Mineral die Ursache suchen müssen, warum die sehr Hornblende reichen Trachyte der Eifel sich hie und da in ausgezeichnetem Grade polarisch zeigen, und dasselbe mag vielleicht für viele polarische Serpentine und Hornblendeschiefer gelten, wie man aus einer an den Serpentin im Baireuthischen von Hrn. Flurl gemachten Bemerkung, dass diese Steine nur dann Polarität zeigen, wenn ihnen Hornblende beigemischt ist, schliessen kann. Wenn die von mir untersuchten Augitkrystalle sich nicht polarisch zeigten, so kann daraus noch kein Schluss auf ein gleiches Verhalten aller Augite gezogen werden, da die genannte eigenthümliche Struktur der Steine zwar eine, aber nicht die einzige nothwendige Bedingung zur Erlangung der polarischen Eigenschaft zu sein scheint \*).

#### Verhältniss des specifischen Gewichtes zur polarischen Eigenschaft.

Die zweite Frage ist diese, ob — wenn in dem durch den Stein zerstreuten Magneteisen hauptsächlich der Sitz der polarischen Eigenschaft zu suchen ist — von der grösseren Menge dieses Gemengtheils die stärkere oder schwächere Wir-

---

\*) Hr. Plücker fand Hornblende- so wie Augitkrystalle magnetisch. Pogg. Ann. 1849. Bd. 78. S 429.

kung des Steins auf die Magnetnadel abhänge? — Im ersten Augenblick könnte man eine bejahende Antwort dieser Frage erwarten, wie sie denn auch mehrfach bejahend beantwortet ist. Doch — auch abgesehen von den eben angeführten Beobachtungen, die an dem Pulver verschiedener Basalte gemacht wurden — genügt ein Blick auf die Vertheilung der magnetischen Kraft in einem oder in mehreren Felsen, diese Meinung zu widerlegen. Denn bei allen polarischen Gesteinen, die bis jetzt beobachtet sind, ist es gerade stets aufgefallen, dass sich immer neben stark auf die Magnetnadel wirkenden Stücken auch ganz unwirksame finden. So wird es ausdrücklich von den Serpentinegesteinen des Fichtelgebirges, so von den Harzer Graniten berichtet. Dasselbe gilt auch vom Basalte. Die oben beschriebenen Felsen in der Nähe der Nürburg zeigen sich zwar an keiner Stelle ganz unwirksam, an abgeschlagenen Stücken findet aber, wie wir bereits gesehen haben, in Hinsicht auf ihre Intensität ein grosser Unterschied Statt. Grosse Tafeln von den nordwestlichen Theilen der Felsen und bei der kleineren Klippe auch Stücke von dem südöstlichen Theile lenken oft kaum die Nadel um 10 oder 20 Grade vom Meridian ab, während kleine Stücke von anderen Felstheilen sie mit grosser Gewalt im Kreise herumwerfen. Aehnliches beobachtete ich an mehreren Säulen der hohen Acht. Auf der östlichen Kuppe des Berges z. B. beobachtete ich eine Säule, die an ihrer Spitze stark polarisch war und hier an ihrer N.W.-Kante die Nadel um  $180^{\circ}$  ablenkte. Drei Fuss tiefer, nahe dem Erdboden war dieselbe Kante und die ganze Säule so unwirksam, dass sie die Nadel nur um wenige Grade aus ihrer Lage brachte. Noch auffallender ist der Unterschied, wenn man verschiedene Felsblöcke oder Säulen derselben Lokalität mit einander vergleicht; von vielen Basaltblöcken, die einen Hügel oder Abhang beecken, sind oft nur einige polarisch wirksam, viele ganz unwirksam, wie ich dies von mehreren Lokalitäten z. B. vom Rothbusch oben angeführt habe. Bedenkt man endlich noch, dass auch Stücke reinen Magneteisens nicht nur in sehr verschiedenem Grade die magnetische Kraft zeigen, sondern dass die meisten sogar nicht polarisch sind, so ist es kaum nöthig zu beweisen, dass nicht in der Menge des enthaltenen Magneteisens der

Grund der polarischen Eigenschaft der Gesteine zu suchen ist. Da indessen die letzten Untersuchungen von Hrn. Bischof über die polarischen Hornblendeschiefer gerade zu dem Resultate geführt haben, dass die Intensität der polarischen Kraft dieser Steine in geradem Verhältniss zu dem specifischen Gewichte derselben stehe, während andererseits früher Hr. von Humboldt bemerkt zu haben glaubte, dass die wirksamsten Serpentine auch die leichtesten seien, so schien mir die Frage, ob irgend ein Verhältniss zwischen der polarischen Eigenschaft der Basalte und ihrem specifischen Gewichte bestehe, von besonderm Interesse und ich habe sie durch eine grössere Reihe von Versuchen zu entscheiden gesucht, indem ich von Basalten verschiedener Fundorte, die theils mehr oder weniger polarisch, theils unwirksam waren, das specifische Gewicht und von jenen auch die Intensität ihrer polarischen Wirkung bestimmte. Die Resultate dieser Untersuchung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Hiebei wurden die Stücke so gewählt, dass die jedes Mal zu vergleichenden von möglichst nahe gelegenen Stellen desselben Fundortes herrührten, und damit von vorn herein dem Einwande begegnet werde, die schwächere Wirkung auf die Magnetnadel rühre von der geringeren Masse des Steines her, wurden die unpolarischen Stücke um ein Bedeutendes grösser als die polarischen gewählt, wenn sie nicht etwa von Felsstücken entnommen wurden, die sich schon im Grossen ganz unwirksam auf die Magnetnadel gezeigt hatten. Ich werde deshalb in der nachfolgenden Tabelle auch das absolute Gewicht der Stücke anführen. Die polarische Intensität der Stückchen wurde durch die Schwingungen einer Magnetnadel bestimmt, die 25''' lang und an einen einfachen Seiden-Coconfaden aufgehängt, in 2 Minuten 90 Schwingungen machte; die zu untersuchenden Stücke wurden mit ihrem Südpole stets in einer Entfernung von einem halben Zoll dem Nordpole der Nadel gegenüber gelegt und aus der Zahl der Schwingungen, welche die Nadel dann in 2 Minuten machte, wurde die Intensität berechnet. Ich werde endlich auch die Temperatur des Wassers angeben, bei der die Gewichtsbestimmungen gemacht wurden, da es mir nicht möglich war, diese immer ganz gleich zu wählen, obschon die Unterschiede von einem oder von zwei

Graden kaum erheblich auf das Resultat einwirken werden. Da bei vielen Stücken die Gewichtsbestimmungen wiederholt wurden und sich hiebei nur ein einziges Mal in den Resultaten eine Verschiedenheit von 0,0016, sonst nur ein Schwanken in der vierten Stelle fand, so glaube ich, dass die beiden ersten Decimalstellen ganz und die dritte in den bei Weitem meisten Fällen zuverlässig sind. In der letzten Columne der Tabelle führe ich theils die Mittel aus mehreren Gewichtsbestimmungen oder die Differenzen an und bezeichne diese mit +, wenn die grössere Zahl den wirksameren, und mit — wenn sie den weniger wirksamen Stücken angehört.

	Absolutes Gewicht in preuss. Gran.	Schwingungen der Nadel in 2 Minuten.	Intensität bei 1/2 Zoll Entfernung vom N. pol der Nadel.	Spec. Gewicht.	Temperatur des Wassers in Graden nach Reaum.	Mittel oder Differenzen
<i>Basalt vom nordwestlichen Nürburger Felsen.</i>						
1. Von der N.O.-Ecke in der 5. horizontalen Linie	256	146	1,631	2,772	11,5°	Diff. —0,015
2. Von der N.W.-Ecke in der 4. Horizontalen	429	91	0,022	2,787	11,5°	
3. Von der W.-Seite, nahe der S.-Kante, in der 4. Horiz.	315	115	0,632	2,808	11,5°	Diff. 0,
4. Von derselben Seite, 1 1/2 Fuss tiefer, zwisch. d. 2. u. 3. Horiz.	397	91	0,022	2,808	11°	
<i>Basalt vom südöstlichen Nürburger Felsen.</i>						
5. Von der O.-Seite, nahe der S.-Kante, unter den Horiz.	381	128	1,022	2,792	12°	Diff. —0,015
6. Von der O.-Seite, 3 Fuss tief unter der Erde	613	91	0,022	2,807	10,5°	
7. Von der W.-Seite, nahe der S.-Kante	196	132	1,151	2,810	11,5°	Diff. —0,002
8. Von dem nördlichen Theile der W.-Seite	402	97	0,161	2,812	11,5°	
<i>Basalt von der Hohen Acht.</i>						
9. Von einer sehr polar. Säule	218	100	0,234	3,113	12,5°	Mittel 3,105
10. Von einer andern pol. Säule	197	98	0,185	3,101	12,75°	
11. Von einer dritten pol. Säule	172	97	0,161	3,103	12,75°	
12. Von einer fast unwirksamen Säule	227	90	0	3,098	13°	Diff. +0,002
13. Von einer Säule aus einem Steinbruche	150	90	0	3,109	12,5°	Mittel 3,103

	Absolutes Gewicht in preuss. Gran.	Schwingungen der Nadel in 2 Minuten.	Intensität bei $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung vom N. pol der Nadel.	Spec. Gewicht.	Temperatur des Wassers in Graden nach Reaum.	Mittel oder Differenzen.
<i>Basalt vom Rothbusch.</i>						
14. Von dem oben beschriebenen, sehr polar. Felsen	288	134	1,216	2,985	12°	Mittel
15. Von demselben Felsen	284	122	0,837	3,002	12°	2,993
16. Von einem fast unwirksamen Blocke	269	90	0	3,002	12°	Diff. —0,009
<i>Basalt von der Landskrone.</i>						
17. Von dem oben beschriebenen polar. Felsen	478	123	0,867	3,014	10,75	Mittel
18. Von einer Säule auf diesem Felsen	74	95	0,114	2,997	12°	3,005
19. Von dem nicht ganz unwirksamen, aber nicht polar. Basalte neben der Grotte	444	90	0	2,950	10,75	Diff. +0,055
<i>Basalt vom Mendeberge.</i>						
20. Von der oben beschriebenen, polarischen Säule	468	116	0,661	2,934	10,75	Mittel
21. Von derselben Säule	173	92	0,044	2,949	11°	2,941
22. Von einem unwirksamen Stücke aus dem Steinbruche	93	90	0	2,936	11,75	Diff. +0,005
23. Ebendaher ein gröss. Stück	397	90	0	2,932	12°	Mittel
24. Von e. and. Stücke ebendaher	70	90	0	2,942	12°	2,936
<i>Basalt aus d. Unkeler Steinbruche.</i>						
25. Von einem Stück, welches sogen. schlackiges Magnet-eisen enthielt	99	90	0	3,046	11°	Mittel
26. Von e. ebensolchen Stücke	44	90	0	2,934	11°	2,990
<i>Basalt von Oberkassel bei Bonn.</i>						
27. Schalig abgesonderter Basalt aus dem Steinbruche	75	90	0	2,911	11,5	
<i>Trachyte.</i>						
28. Schwarzer Trachyt v. Brink	295	105	0,361	2,825	11,75	
29. Von einem pol. Block auf d. 3. kleinern Kopfe des Selbergs	406	95	0,114	2,611	11,75	Diff.
30. Von einem fast unwirksamen Blocke ebendaher	251	90	0	2,585	11,75	+0,026
31. Von einem pol. Blocke auf d. höchsten Kegel des Selbergs	191	95	0,114	2,429	11,75	Diff.
32. Von einem sehr wenig wirksamen Blocke ebendaher	224	91	0,022	2,433	10,75	—0,004

Betrachten wir in dieser Zusammenstellung zunächst die Differenzen im Gewichte zwischen den zunächst mit einander verglichenen Stücken desselben Fundorts, so finden wir eben so oft ein Ueberwiegen desselben bei den nicht polarischen Stücken, als bei den polarischen und in beiden Fällen sind die Unterschiede meistens so gering, dass sie sich nur auf die Tausendtheile erstrecken und auch bei solchen Stücken, welche in Bezug auf den Magnetismus gleichartig sind, vorkommen könnten. Im Gegentheil muss die grosse Uebereinstimmung zwischen den Stücken gleichen Fundortes auffallen, wenn man bedenkt, dass man es mit einem gemengten und unregelmässige Einschlüsse von Olivin enthaltenden Gesteine zu thun hat, und es geht daraus hervor, dass das Gemenge im Basalt ein sehr gleichmässiges ist und dass der Olivin mit demselben ein fast gleiches specifisches Gewicht haben muss. Da aber, wo die Differenzen im spec. Gewichte grösser sind, d. h. wo sie sich bis auf die zweite Decimalstelle erstrecken, lassen sich auch leicht bestimmte Ursachen dafür nachweisen. Die Basalte nämlich von der Landskrone durften eigentlich nicht, so wie es geschehen, mit einander verglichen werden, was ich beim Sammeln der Stücke übersehen hatte, denn die polarischen Stücke gehören einem Säulenbasalte an, während der Basalt, von dem das Stück No. 19 herrührt, geschichtet oder, wenn ich mich nicht irre, gar nicht regelmässig abge sondert ist. Er ist auf dem durch seine zierlich gegliederten Säulen bekannten Basalte der Landskrone gelagert und ich finde ihn in dem mir vorliegenden Stücke ausserordentlich zerklüftet, auf allen Sprungflächen mit Eisenoxydhydrat braun gefärbt und zwar nicht ganz unwirksam, aber nur schwach beide Pole anziehend, nicht polarisch wirkend.

In einzelnen Fällen, z. B. bei den Stücken 1 und 2 ist noch ein anderer Grund für die Differenz in ihrem specifischen Gewichte vorhanden. Das eine Stück nämlich enthielt mehr von der Aussenfläche des Steins, dass diese aber verwittert und zersetzt ist, lehrt schon der erste Anblick. Die ganze Grundmasse des Steins ist oft einige Linien tief durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt, während der Olivin hier eine gelbe oder bräunlich gelbe Farbe angenommen hat; dicht unter der Oberfläche wird die Steinmasse hellgrau und geht zuletzt in

eine erdige Beschaffenheit über. Solche Stücke zeigen daher, besonders wenn sie dünn sind, ein etwas geringeres specifisches Gewicht, auch wenn die erdige Substanz, die sich im Wasser ablösen würde und gewöhnlich mit Flechten dicht besetzt ist, fortgenommen worden ist. Um ungefähr die Grösse des Unterschieds übersehen zu können, die durch diese verschiedene Beschaffenheit der Steine in ihrem spec. Gewichte hervorgerufen werden kann, verglich ich noch mehrere Stücke mit einander, nämlich solche, welche möglichst viel von der Verwitterungskruste enthielten und solche, welche ganz aus der unveränderten inneren Masse des Steines bestanden.

	Absolutes Gewicht in preuss. Gran.	Schwingungen der Nadel in 2 Minuten.	Intensität bei $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von dem N-pol der Nadel.	Spec. Gewicht.	Temperatur des Wassers in Gr. Reaum.	Verlust durch die Verwitterung.
<i>Von einem sehr stark polarisch wirkenden Stücke der Nürnberger Felsen.</i>						
33. Ein Innenstück	73	113	0,576	2,827	12,5	
34. Ein ebensolches grösseres das Mittel aus beiden Werthen	261	126	0,96	2,829	12,5	
35. Ein dünnes Stück von der Aussenfläche	49	105	0,361	2,795	12,5	0,033
36. Ein grösseres ebensolches	211	122	0,837	2,803	12,5	0,025
<i>Aus dem Steinbruche der Hohen Acht.</i>						
Ein Innenstück, oben Nr. 13	150	90	0	3,109	12,5	
37. Ein Eckstück mit doppelter Aussenfläche	240	90	0	3,005	12,5	0,104
<i>Von dem polarisch wirkenden Felsen der Landskrone.</i>						
Ein Stück mit sehr kleiner Aussenfläche oben Nr. 17	478	123	0,867	3,014	10,75	
38. Ein plattes Stück mit breiter Aussenfläche	166	109	0,466	2,987	11,5	0,027
<i>Von der polarischen Säule des Mendebergs.</i>						
Das Mittel aus den Beobachtungen Nr. 20 und 21				2,941		
39. Ein dünnes Stück von der Aussenfläche	81	109	0,466	2,851	11,75	0,090

Das specifische Gewicht des Steins erleidet also durch die Verwitterung jedes Mal und abgesehen von der magnetischen Eigenschaft einen Verlust, der grösser ist, als die Unterschiede, die sich oben zwischen den Stücken 1 u. 2, 5 u. 6 zeigten; zugleich ist aber der Umstand, dass Stücke von der Aussenfläche des Felsens, wie das Stück No. 1, bei geringem specifischen Gewichte und den offenbarsten Spuren der Verwitterung oft, wenn auch nicht immer, eine ganz vorzügliche Intensität der magnetischen Kraft zeigen, deshalb noch besonders interessant, weil, ohne diese Kraft zu schwächen, ein Theil des in ihnen enthaltenen Magneteisens in Eisenoxydhydrat umgewandelt ist, welches den Stein mitunter mehrere Linien tief färbt. Ja an der westlichen Seite des nordwestlichen Felsens der Nürburg sind die äussersten Basaltplatten grossentheils in ihrer ganzen Dicke braun gefärbt, meist mürbe und bröcklich geworden, das Eisenoxydhydrat hat sich als Eisenerocker auf den Spaltflächen abgelagert und dennoch zeigt nicht nur auch diese Seite an dem obern und südlichen Theile des Felsens eine starke Einwirkung auf die Magnetnadel, sondern auch ein kleines von dieser Stelle entnommenes Stück lenkt noch gegenwärtig in einem Punkte die Nadel um  $90^{\circ}$  ab, wie derselbe Punkt am Felsen es that.

Sehen wir von dem Unterschiede im specifischen Gewichte der einzelnen zunächst verglichenen Stücke ab und auf die Verschiedenheiten, die sich in dieser Hinsicht an den Basalten verschiedener Fundorte zeigen, so fällt es besonders auf, dass der Basalt von den Nürburger Felsen sich durch ein sehr geringes specifisches Gewicht vor allen andern auszeichnet, so dass dies sich dem niedrigsten Werthe nähert, welcher für das spec. Gewicht des Basalts bisher beobachtet ist \*), während der benachbarte Basalt der Hohen Acht fast die höchste in dieser Hinsicht beobachtete Grenze erreicht. Bei dem Nürburger Basalte erklärt sich dies Verhalten durch den schon oben beschriebenen, grossen Reichthum an hellgefärbten, wahrscheinlich zeolithischen Bestandtheilen. Mit der magnetischen Eigenschaft steht es in keiner unmittelbaren Be-

---

\*) Nämlich 2,762 nach von Leonhard und 2,759 nach A. Reuss; siehe Naumanns Geognosie I. p. 651.



ziehung, da die Säule auf dem Mendeberge und die Felsen auf der Landskrone im Verhältniss ihrer Grösse wohl eben so stark polarisch wirkend sind, ja selbst einige Säulen auf der hohen Acht sehr stark die Magnetnadel ablenken, wenn auch die in der Tabelle genannten Stücke dieses letzten Fundortes zufällig an Intensität der magnetischen Kraft gegen die übrigen zurückstehen — da mithin diese Eigenschaft auf jeder Stufe der Dichtigkeit des Steines vorkommen kann.

Werfen wir endlich noch einen Blick auf das specifische Gewicht der verschiedenen Trachytvarietäten, so zeigt sich auch hier einmal eine grössere, das andere Mal eine etwas geringere Dichtigkeit bei den polarisch wirksameren Stücken, also kein constantes Verhältniss zwischen Dichtigkeit und Polarität, dagegen verhält sich das spec. Gewicht der drei verschiedenen Varietäten recht übereinstimmend mit ihrer Farbe und ihrem Gehalte an Hornblende. Der dunkelgraue Trachyt vom Brink, der weniger grosse und ausgebildete, aber desto mehr kleine und dicht neben einander liegende Hornblendekrystalle enthält, erreicht mit dem spec. Gewicht 2,825, welches sogar bei einem Stücke aus dem Innern des Steins bis 2,834 steigt, schon die Schwere mancher leichteren Basalte. Das Gestein von dem dritten, kleineren Kopfe des Selbergs ist gefleckt, die helleren Stellen hellgrau, die dunkleren grünlichgrau und reich an grösseren und kleineren schlanken Hornblendekrystallen; das spec. Gewicht ist im Mittel aus beiden Beobachtungen 2,598. Die Steine endlich vom höchsten Kegel des Selbergs sind sehr hell, fast weiss gefärbt, sehr feinkörnig und verhältnissmässig arm an Hornblendekrystallen; dem entsprechend ist auch ihr spec. Gewicht am geringsten, nämlich im Mittel = 2,431 und sinkt, wenn man absichtlich Stücke ohne grössere Hornblendekrystalle auswählt, bis auf 2,41. Obschon nun die Hornblende, wie wir gesehen haben, höchst wahrscheinlich der Sitz der magnetisch polarischen Eigenschaft dieser Gesteine ist und diese in so verschiedener Menge vorkommt, so finden wir doch in allen drei Varietäten neben einander unwirksame und stark polarische Stücke. So stark wie manche Basalte scheinen diese Trachyte allerdings nie zu wirken.

Das, wie mir scheint, unzweifelhafte Resultat aller dieser Beobachtungen ist also,

*dass die Stärke in der magnetisch-polarischen Wirkung verschiedener Basalt- oder Trachytstücke mit ihrem specifischen Gewichte und folglich mit ihrem grösseren oder geringeren Gehalte an Magneteisen oder Hornblende in keinem bestimmten Verhältnisse steht und*

*dass die Auflockerung der Masse, wie sie an der Ausenfläche der Steine Statt findet, und sogar eine theilweise Umwandlung des Magneteisens in Eisenoxydhydrat der magnetischen Wirkung des Steins keinen Abbruch thut.*

#### Bedingungen für das polarische Verhalten der Gesteine.

Liegt die Ursache der polarischen Wirkung der Gesteine also nicht in der grösseren Quantität der in ihnen enthaltenen magnetischen Theile, so scheinen nur zwei Verhältnisse möglich, in denen der Grund des verschiedenen Verhaltens derselben gesucht werden könnte: er könnte entweder in chemischen Verschiedenheiten der Masse oder in verschiedenen Strukturverhältnissen liegen. Was die ersteren betrifft, so steht mir bei dem Mangel vorliegender chemischer Analysen darüber zwar kein Urtheil zu, indessen ist es nicht anzunehmen, dass in der ursprünglichen Zusammensetzung solcher Gesteine, die an demselben Orte vorkommend, offenbar dieselbe Entstehungsweise haben, bedeutende Verschiedenheiten vorhanden sein sollten, während sie doch oft ein sehr verschiedenes magnetisches Verhalten zeigen. Möglich wäre es, dass gewisse Bestandtheile das Auftreten der magnetischen Eigenschaft begünstigen. Die chemischen Veränderungen aber, welche der Einfluss der Atmosphäre im Steine hervorruft, scheinen dem äussern Ansehen nach vorzüglich in einer Umwandlung des Eisenoxydoxyduls in Eisenoxydhydrat, also gerade der magnetischen Substanz in eine unmagnetische, zu bestehen. Ein tüchtiger Chemiker Königsbergs hatte mir chemische Analysen von polarischen und nicht polarischen Basalten versprochen. Sollte ich dieselben noch zeitig genug erhalten, so werde ich sie am Ende der Arbeit mittheilen. Wichtiger

scheinen, wie aus dem Verhalten des gepulverten Basaltes hervorgeht, für das Vortreten des Magnetismus im Steine die Strukturverhältnisse desselben zu sein und über diese werde ich im Folgenden einige Beobachtungen mittheilen.

Mehrfach habe ich Gelegenheit gehabt zu erfahren, *dass immer nur solche Felsstücke und Felsentheile polarisch wirken, welche an der Oberfläche der Erde oder sehr nahe derselben der Einwirkung der Atmosphäre vollkommen ausgesetzt sind, dass sich dagegen unter der Oberfläche die polarische Eigenschaft sehr bald verliert und an Basalten, die tiefer unter der Erde liegen, nicht vorkommt.*

Dies zeigte sich mir zuerst und am auffallendsten, wie ich oben bereits erwähnte, am Mendeberge, wo die Basaltsäulen im Steinbruche gar keine Wirkung auf die Nadel der Boussole ausübten, dagegen die oben auf dem Berge hervorragenden Säulenköpfe in hohem Grade polarisch waren. Dann bestätigte sich die Beobachtung an der Hohen Acht; die Basaltsäulen an der Spitze des Berges wirken zwar in sehr verschiedener Stärke auf die Magnetonadel, sie sind aber doch meistens polarisch, in drei Steinbrüchen aber, die sich am Fusse des Berges befanden, war der Basalt ganz unwirksam auf die Nadel und ein dort abgeschlagenes Stück zeigte auch, nachdem es acht Jahre neben den polarischen Stücken gelegen hatte, an einer empfindlichen und beweglichen Nadel geprüft durchaus keine Polarität. Und doch ist der Basalt von den Säulen im Steinbruche und der Basalt vom Gipfel des Berges, wie zu erwarten ist, nicht verschieden, beide enthalten viel Olivin in Körnchen, welche die Grösse einer Linse erreichen, zuweilen auch überschreiten; grössere Parteen von Magneteisen fehlen ihnen; beide zeigen an der Oberfläche Spuren der Verwitterung und sind unter derselben 2 bis 6 Linien tief durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt, während der Olivin in dieser Schicht bräunlich oder gelb gefärbt erscheint.

In dem Basalt-Steinbruche bei Unkel am Rhein habe ich zwar keine Untersuchungen mit der Magnetonadel angestellt, aber alle Stücke von dorthier, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten sich durchaus nicht polarisch, selbst nicht solche, die grössere Stücke des sogenannten schlackigen Magneteisens enthielten, ja selbst dieses wirkt immer nur

beide Pole gleich stark anziehend , niemals polarisch auf die Magnetnadel.

An dem Hoffelter Berge , dessen Basaltsäulen grösstentheils ausserordentlich polarisch waren, befand sich ein kleiner, nur wenige Fuss tiefer und, wie es schien, lange nicht betriebener Steinbruch. Der Basalt in diesem war zwar nicht ganz unwirksam , aber die Ablenkung der Nadel betrug nur wenige Grade , während die dicht über dem Bruche frei stehenden Säulen dieselbe durch den ganzen Kreis der Boussole drehten.

Als ich die Felsen an der Nürburg untersuchte , war es mir besonders interessant, auch hier zu untersuchen, wie weit sich das polarische Verhalten des Steins in die Tiefe erstreckte. Ich liess daher den südöstlichen grösseren Felsen , der , wie wir gesehen haben , die polarische Eigenschaft in noch höherem Grade als der andere besass, an seiner östlichen Seite mehrere Fuss tief von der Erde entblössen. In einer Tiefe von zwei Fuss unter der Erde wirkte der Stein noch ziemlich stark auf die Nadel , aber von hier an verlor sich die Einwirkung sehr bald und bei einer Tiefe von 3 bis 4 Fuss war sie unmerklich , während doch oben an dieser ganzen östlichen Seite des Steins , wie die 3. Fig. der I. Tafel zeigt, mit grosser Regelmässigkeit nur Abweichungen von 90 bis 180° vorkamen. Auch ein hier abgeschlagenes grösseres Stück zeigte sich auf die Nadel der Boussole ganz unwirksam. Noch gegenwärtig liegt mir von diesem ein Stück, etwa 10 bis 11 Kubikzoll enthaltend, vor, welches jetzt zwar — vielleicht durch die Nähe der grösseren polarischen Stücke — bestimmte Pole erlangt hat, die aber so schwach sind, dass sie nur durch die Schwingungen einer empfindlichen und möglichst genähernten Nadel wahrgenommen werden und im Vergleiche mit den übrigen Stücken desselben Felsens nicht in Betracht kommen können.

Erinnern will ich endlich noch daran , dass der Basalt, welcher in dem vor Kurzem erst durchbrochenen Gange an dem Ufer der Ahr bei der Lochmühle zu Tage tritt, und dessen ich oben erwähnte, i. J. 1841 unwirksam, der Basalt dagegen, der die thurmartigen, mitten im Ahrthale frei liegenden Felsen bildet, grösstentheils ziemlich stark polarisch war ;

dass ferner auf der Landskrone die in der Kapelle stehenden durch ihre Gliederung merkwürdigen Basaltsäulen sich ganz unwirksam zeigten, während die übrigen Felsen auf dem Gipfel des Berges mehr oder weniger, einige sogar sehr stark magnetisch waren, und dass auch die Basalte in der Käsegrotte zu Bertrich durchaus unwirksam auf die Magnetnadel sind.

Durch diese übereinstimmenden Beobachtungen scheint mir die oben ausgesprochene Behauptung bewiesen zu sein. Ja, sie ist in der That nicht neu und zwar am Basalte und an ähnlichen Gesteinen, so viel ich weiss, bisher nicht gemacht, wohl aber am Magneteisensteine. Auch an diesem hat man bekanntlich beobachtet, dass er am Orte seiner Lagerung nicht magnetisch ist und erst seine magnetische Kraft erhält, wenn die einzelnen Stücke zu Tage gefördert sind. Die älteste, bisher übersehene Beobachtung darüber finde ich in J. G. Gmelins Reise durch Sibirien \*). Dieser besuchte 1742 einen Magnetberg zwischen Catharinenburg und Tobolsk und sagt von den dort sich findenden Magnetsteinen „die Seiten, welche dem Tage ausgesetzt sind, haben die stärkste magnetische Kraft, diejenigen aber, so in der Erde liegen, sind viel schwächer. Hingegen sind jene, weil sie die Witterung auszustehen haben, mürber, folglich zum Einfassen nicht tauglich.“ In neuerer Zeit soll Herr Oberst Miggs die Beobachtung in dem Eisenbergwerke zu Succasunny gemacht haben \*\*). Sie scheint aber von keinem Physiker näher verfolgt zu sein, obschon es höchst merkwürdig scheint, dass schon die geringe Tiefe von wenigen Fuss hinreichend ist, die polarisirende Wirkung des Erdmagnetismus aufzuheben.

Von mehreren früheren Beobachtern ist auch angeführt worden, dass die Spitzen der Felsen und Berge vorzüglich polarisch sind. So stellt Hr. Wächter für die Harzer Granite ohne Weiteres den Satz auf, dass man an der Spitze der Felsen immer Polarität finde, und Hr. Zeune sagt, indem er von der Polarität des Scheiben- und Pöhl-Berges bei Anna-

---

\*) J. G. Gmelins Reise durch Sibirien. Göttingen 1752. Theil IV. S. 345.

\*\*\*) Gehler Bd. VI. S. 640.

berg im Erzgebirge spricht, dass „man an den Polseiten mehr Abweichung an den aufrechtstehenden Säulen, also in der grössten Höhe, nicht aber tiefer an einzelnen hervorragenden Pfeilerstücken finde“ und leitet die Erscheinung zum Theil aus der hohen, abgesonderten Lage der Säulenkuppen ab, auf welche die Elektrizität der Luft frei wirken könne. In solcher Allgemeinheit kann ich diese Beobachtung nicht bestätigen, indessen glaubte auch ich an der Hohen Acht zu bemerken, und Hr. Förstmann machte ganz dieselbe Wahrnehmung, dass die am meisten die Magnetnadel irritirenden Basaltsäulen sich auf der Spitze des Berges fänden, und dass am Abhange des Berges die Erscheinung nicht so deutlich vortrete. Auch an anderen Bergen bestätigte sich dies öfters, doch nicht so ausschliesslich, dass nicht auch häufig auf den Gipfeln neben den wirksamen sich ganz unwirksame Felsstücke, und tiefer am Abhange hie und da einige polarische sich gefunden hätten. Im Allgemeinen wird sich allerdings herausstellen, dass bei übrigens gleichen Umständen die Erscheinung da am lebhaftesten vortritt, wo die Gesteine am freiesten der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind.

Mit der eben besprochenen Beobachtung steht eine zweite, die ich zu machen Gelegenheit hatte, im genauesten Zusammenhange. Ich fand nämlich, *dass die sehr polarischen Gesteine sich sämmtlich durch vielfache Zerklüftung auszuzeichnen pflegen*, und glaube, dass dieser Umstand eine wesentliche Bedingung für die polarische Eigenschaft derselben ist.

An den drei grössten Felsen, an denen ich die Polarität am ausgezeichnetsten beobachtete, war die vielfache Zerklüftung sehr auffallend. So zeigt der beschriebene Felsen der Landskrone, obschon er aus Säulenbasalt besteht, sich an seiner Oberfläche vielfach zerrissen und zersprungen, und die Basaltmauer, auf der die Nürburg steht, ist durch zahlreiche Klüfte in fast quaderförmige Stücke getheilt, so dass man ohne grosse Mühe hie und da solche Blöcke herausbrechen kann. Genauer aber untersuchte ich dies an den beiden kleinen Felsen in der Nähe der Nürburg. Die Absonderungsspalten zwischen den nur ungefähr zolldicken und fast senkrecht stehenden Basaltplatten, aus denen die Felsen zusammengesetzt sind, sind hier ganz besonders dem Eindringen

der atmosphärischen Feuchtigkeit ausgesetzt, und man findet sie daher überall mit einer dichten Lage von Eisenoxydhydrat bedeckt, welches auch von hier aus, wie von der Aussenfläche des Felsens häufig in die zunächst liegenden Theile des Gesteines eindringt. Die Basaltplatten selbst scheinen zwar äusserlich fest, aber beim Zerschlagen derselben sieht man, dass auch sie im Inneren vielfach zersprungen sind; es gelingt an grösseren Stücken nicht leicht, eine frische Bruchfläche zu erhalten, ja man kann sie in Stückchen von einem halben bis anderthalb Cubikzoll Grösse zerschlagen und sieht an den bräunlichen oder mit einem weisslich gelben Anfluge versehenen Aussenflächen, dass der Stein nur in älteren Sprungflächen zerbrochen ist. Erst wenn diese Stücke zerkleinert werden, tritt der frische Bruch und die unzersetzte Gesteinmasse zu Tage.

Ganz Aehnliches beobachtete ich in höherem oder geringerem Grade bei fast allen durch ihre Polarität ausgezeichneten Felsen und, wo ich an Ort und Stelle darauf zu merken versäumte, da bestätigen es noch grösstentheils die mir vorliegenden Stücke. Leicht in die Augen fällt die vielfache Zerklüftung an dem geschichteten Basalt von der Lochmühle an der Ahr, wo die Sprünge grossentheils den Absonderungsflächen parallel gehen, so dass der Stein sich oft in dünne Blätter spaltet. Auch am Säulenbasalt zeigt sich Aehnliches. In einigen Stücken von der hohen Acht finde ich das Gestein ebenfalls durch viele Sprungflächen durchzogen, ganz besonders aber an der polarischen Säule des Mendebergs. Sind hier auch die einzelnen Sprungflächen nicht so sehr durch besondere Färbung markirt, so zeigt der eckige, unregelmässige Bruch sie deutlich an, und der Umstand beweist ihr Vorhandensein, dass ich mit meinem nicht sehr schweren Hammer den ganzen Kopf der Säule leicht abschlagen konnte, während doch der Basalt aus dem Steinbruche äusserst fest ist und einen gross- und flachmuscheligen Bruch hat. — Besonders auffallende Beweise endlich für die Richtigkeit der gemachten Behauptung werden wir noch kennen lernen, wenn wir auf die Lage der Achsen und Pole in den Felsen an der Nürburg zurückkommen.

Diese Beobachtung ergänzt und erweitert die vorher er-

örterte in so fern, als nicht das Zerklüftetsein der Gesteine an sich, welches auch bei solchen Felsen vorkommt, die unter der Erde liegen, nicht die Verwitterung und die Auflockerung der Masse die polarische Eigenschaft derselben hervorruft, sondern der Umstand, dass die zahlreichen Sprungflächen der Atmosphäre und mit ihr der polarisirenden Materie, welcher Art sie auch sein mag, das Eindringen auch in das Innere des Steines möglich machen. Denn ist es gleich eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Magnetismus, dass er durch andere Körper in seiner Wirkung nicht gehemmt wird, so bezieht sich dies wesentlich nur auf unmagnetische Körper. Dagegen ist es aus vielen Beobachtungen wahrscheinlich, dass die stärkste Magnetisirung auch bei künstlichen Magneten nicht tief in den Stahl eindringe und so wird wahrscheinlich die schwächere erdmagnetische Kraft bei den Magneteisen haltenden Steinen durch die der Oberfläche zunächst liegenden Eisentheile selbst verhindert auf die tiefer liegenden zu wirken und kann dies nur dann, wenn sie durch Spaltungen und Sprungflächen unmittelbaren Zutritt zu ihr hat. Annehmen aber darf man wohl, dass diese Einwirkung durch die feinsten Spalten schon möglich wird, auch wenn diese unserm Auge als solche nicht sichtbar sind und der Masse nur eine grössere Porosität geben. Wir müssen uns hier noch an die oben erwähnte Erscheinung erinnern, die mit dem eben Gesagten in genauem Zusammenhange steht, dass das Pulver der Steine, die im Ganzen sich unwirksam gegen die Magnetnadel gezeigt hatten, sich nicht anders verhielt, als das Pulver stark polarischer Gesteine, was dadurch erklärlich wird, dass durch die Zerkleinerung der Masse selbst jedes Stäubchen der Einwirkung der magnetischen Kraft unmittelbar ausgesetzt wurde.

Hiedurch, glaube ich, ist der wesentlichste und ein sehr einfacher Grund des sehr verschiedenen Verhaltens des Basaltes und ähnlicher Gesteine gegen den Magnetismus gefunden.

*Nur solche Magneteisen enthaltenden Gesteine zeigen sich polarisch, die nicht nur dem freien Zutritt der Atmosphäre ausgesetzt sind, sondern auch von vielfachen, in das Innere dringenden Spalten und Sprüngen durchsetzt sind.*



Ist nur die erste Bedingung erfüllt, so werden nur die an der äussersten Oberfläche liegenden, magnetischen Theilchen von dem Erdmagnetismus afficirt und bei der Kleinheit derselben ist ihre Wirkung eine so geringe, dass sie gar nicht oder in sehr geringem Grade und vielleicht nur durch besonders empfindliche Instrumente wahrgenommen werden könnte; werden aber zugleich durch dieselbe Kraft alle Magnetheilchen, die den unzähligen, die Gesteinmasse durchsetzenden Sprungflächen nahe liegen, magnetisirt, so bilden sich aus der vereinigten Wirkung aller bestimmte Pole, die nun sehr kräftig auf die Magnethadel wirken. *Je gleichmässiger die Zerspaltung des Steines ist, desto grössere Regelmässigkeit wird sich auch in den polarischen Erscheinungen zeigen.*

Im Allgemeinen werden daher die in Tafeln und dünne Schichten abgesonderten Gesteine die polarische Eigenschaft öfter wahrnehmen lassen, als die massigen und säulenförmig abgesonderten, und alle dann am meisten, wenn die Schichten- oder Säulenköpfe nicht durch andere Gebirgs- und Erdmassen bedeckt sind. Daher mag es kommen, dass nicht nur auf der ganzen Reihe der geschichteten Basalte, die sich im östlichen Theile der Eifel von der Lochmühle an der Ahr über die Nürburg und den Kellberg gegen die Mosel hinzieht, hie und da die magnetische Eigenschaft in ausgezeichnetem Grade auftritt, sondern dass auch die Trachyte, welche auf der westlichen Seite diese Basalte begleiten und ebenso abgesondert sind, dieselbe Eigenschaft, die an diesem Gesteine sonst seltener vorzukommen scheint, zeigen. Ganz besonders günstig aber für die Einwirkung der magnetisirenden Erdkraft müssen solche einzelne Felsstücke sein, die bei gewaltigen Erderschütterungen entweder von anstehenden Felsen losgerissen wurden oder als Ueberbleibsel grösserer Felsmassen stehen blieben, denn die Kraft, die den Fels zertrümmerte und einzelne Stücke losriss, wird dabei auch mannigfache Zerreisungen im Innern des Gesteines bewirkt haben. Dieser Art sind denn auch die Felsen an der Nürburg, und ähnliche Klippen, Reste grösserer Gebirgsmassen, scheinen auch die polarischen Granitfelsen am Harze zu sein, von denen Hr. Jordan sagt, dass der Granit in ihnen geschichtet ist und dass häufig, wenigstens zu Tage, diese Granitschichten auch noch

durch vertikale Trennungen durchsetzt sind, so dass sie sich oft tafelförmig, säulig oder rhomboëdrisch zerschnitten zeigen. Auch Hr. Zeune hebt bei Erwähnung der magnetischen Wirkung einiger Basalte am Bärenstein im Erzgebirge die vielfache Zerklüftung derselben hervor, und dass auch die Serpentin- und Hornblendesteine des Fichtelgebirges reich an Spaltungsflächen waren, lässt sich aus der Bemerkung des Herrn von Humboldt, dass sie mit Eisenoxydhydrat überall tingirt seien, schliessen.

Eine unmittelbare Folge aus dem bisher über die polarischen Gesteine Gesagten, die aber noch besonders ausgesprochen zu werden verdient, ist:

*dass die polarische Eigenschaft keine der Gesteinmasse inwohnende und ihr eigenthümliche ist, sondern dass sie erst allmählig in derselben entsteht und wahrscheinlich so lange zunimmt, bis das Gestein durch den Einfluss der Atmosphäre zertrümmert oder das Magneteisen grösstentheils in Eisenoxydhydrat verwandelt ist,*

und ferner:

*dass die polarische Eigenschaft sich von aussen nach innen und gewöhnlich von oben nach unten durch den Stein verbreiten muss.*

Auch diese letzte Folgerung wird durch die Beobachtung bestätigt, indem häufig Basaltsäulen gefunden werden, welche oben sehr stark die Magnetnadel ablenken, an tiefer gelegenen Stellen nur schwach auf sie wirken und unten unwirksam sind. Nur hiedurch scheint es mir auch erklärlich, dass nie einzelne Basaltsäulen vorkommen, in denen die beiden magnetischen Kräfte in senkrechter Richtung geschieden sind, was offenbar geschehen müsste, wenn der Erdmagnetismus, wie beim Eisen, auf die ganze Masse des Steines zugleich einwirken könnte. Es wäre daher interessant eine vollständige Entwicklungsgeschichte dieser Eigenschaft an einzelnen Felsstücken kennen zu lernen, die mit einiger Ausdauer sich leicht liefern liesse, da man die zu untersuchenden Steine so aufstellen könnte, dass ihre Untersuchung bequem und auch die Anwendung feinerer Instrumente bei derselben möglich wäre.

Sind auch, wie ich glaube, die beiden genannten Bedin-

gungen für das polarische Verhalten der Gesteine durch die angeführten Beobachtungen als solche sehr wahrscheinlich gemacht, so kann ich doch nicht umhin, noch eine Reihe von Versuchen mitzutheilen, die auf eine überraschende Weise das früher Gesagte bestätigen.

Am 23. December 1849 hatte ich mehrere, durchaus nicht polarisch wirkende Magneteisenstücke und Basalte auf das Dach des von mir bewohnten Hauses gelegt, um zu sehen, ob sich in ihnen vielleicht allmählig die polarische Eigenschaft ausbilden würde. Unter den Basalten war auch ein Stück aus dem Steinbruche der Hohen Acht, welches sich in einer Entfernung von 2 bis 3 Linien vor den Polen einer an einem Coconfaden schwebenden und in einen Glascylinder eingeschlossenen Magnetnadel überall ganz unwirksam zeigte. Als ich am 11. Februar 1850 das Stück von Neuem vor derselben Nadel untersuchte, zeigte sich an einer Stelle desselben eine äusserst geringe Einwirkung auf den Nordpol der Nadel, indem diese, wenn jene Stelle dem Pole bis auf die oben angeführte Entfernung genähert wurde, 90 Schwingungen in 2 Minuten machte, während sie für sich nur 89 mal schwang. Da dieses Resultat zu wenig überzeugend war, der Magnetismus auch nach ferneren 2 Monaten keine merkliche Verstärkung zeigte, die Magneteisenstücke aber in dieser Hinsicht ganz unverändert geblieben waren, so glaubte ich ihre Empfänglichkeit für den Magnetismus den oben mitgetheilten Beobachtungen gemäss verstärken zu können, wenn ich in ihnen Spalten und Sprünge hervorbrächte, durch welche die Atmosphäre und die magnetische Kraft der Erde schneller auf ihre ganze Masse einwirken könnte. Ich liess daher sämtliche Stücke in dem Feuer einer Schmiedesse glühen und sodann schnell in kaltem Wasser abkühlen. Meine Absicht hatte ich hiedurch natürlich vollkommen erreicht; das erwähnte Basaltstück, welches an einem grossen Theile seiner Oberfläche geschmolzen gewesen und später mit Schlacken bedeckt war, die sich aber leicht fortbrechen liessen, war in zwei Stücke zersprungen, von denen ein jedes wieder eine Menge Sprünge und Risse zeigte und leicht zerbrechlich war. Zufällig wurde ich verhindert, die Steine sogleich nach diesem Experimente zu untersuchen, und als es nach zwei Tagen geschah, fand

ich zu meinem Erstaunen beide Basaltstücke entschieden polarisch auf die Magnetnadel wirkend. Bei dem grösseren Stücke zeigten sich die Pole schon unzweifelhaft durch Anziehen und Abstossen der entgegengesetzten und gleichen Pole der Nadel, sie waren gleich stark und brachten, jenen in geringer Entfernung gegenüber gestellt, eine Beschleunigung der schwingenden Nadel um 12 Schwingungen in 2 Minuten hervor. Die Richtung der die beiden Pole verbindenden Linie stimmte nach der Lage, die das Stück seit dem Glühen gehabt hatte, ungefähr mit der Richtung des magnetischen Meridians überein. An dem kleineren Stücke zeigte sich die Polarität dadurch, dass eine Ecke desselben vor dem Nordpol der schwingenden Nadel diese um 10 Schwingungen in 2 Minuten beschleunigte, vor dem Südpole aber sie um 5 Schwingungen retardirte, während die gegenüberliegende Kante vor dem Nordpole die Schwingungen der Nadel um 2 verzögerte, vor dem Südpole sie um 5 Schwingungen beschleunigte. Die Pole waren hier also nicht gleich stark, was vielleicht von der Form des Stückes abhängig gewesen sein mag. Es versteht sich von selbst, dass der früher an einer Stelle bemerkte Magnetismus des Basaltes beim Glühen vollständig zerstört sein musste und auf die späteren Erscheinungen keinen Einfluss haben konnte. Das kleinere Stück gehörte zumal einem Theile des früheren Stückes an, das sich kurz vor dem Glühen ganz unwirksam auf die Magnetnadel gezeigt hatte.

Die ebenso behandelten Magneteisenstücke liessen verschiedene Erscheinungen wahrnehmen. Ein Stück körnigen Magneteisens, welches bis zum Weissglühen erhitzt und abgekühlt worden war, war der Länge nach zersprungen und zeigte viele parallele Spaltungsflächen, die auf eine blätterige Absonderungsweise hindeuteten. Die eine Hälfte des Stückes wies sich durch die Schwingungen der Nadel als entschieden polarisch aus, indem beide Enden des Stückes vor den Polen der Nadel die Schwingungen derselben einmal beschleunigten, das andere Mal verzögerten; die andere Hälfte zeigte nur eine Anlage zum polarischen Verhalten, indem zwar beide Enden beide Pole der Nadel anzogen, jedes derselben aber einen Pol merklich stärker als den andern. Ein Stück blättrigen Magneteisens war ebenfalls bis zur Weissglühhitze erhitzt worden,

zerfiel aber schon im Feuer in zwei Theile, von denen nur der eine gekühlt wurde. Beide zerbrachen nachher in mehrere kleine Stücke, besonders war das gekühlte so bröcklich geworden, dass es fast in Pulver zerrieben werden konnte. Mehrere Stückchen und wie es schien, vorzüglich die länglich gestalteten, hatten eine entschiedene Neigung zur Bildung bestimmter magnetischer Pole. So hatte sich an einem etwa  $\frac{3}{4}$  Zoll langen Stückchen an einer Stelle ein Südpol gebildet, während die gegenüberliegende Stelle noch beide Pole, wenn auch den Südpol der Nadel in viel höherem Grade anzog, indem sie diesem zugekehrt, die Nadel um 28 Schwingungen, dem Nordpole zugewandt die Nadel um 3 Schwingungen beschleunigte. Aehnlich zeigte auch ein anderes Stückchen zwar an beiden Enden eine Anziehung gegen beide Pole, aber an jedem eine stärkere Anziehung eines oder des andern Poles. Von den nur geglühten, aber nicht gekühlten Stücken zeigte keines eine ähnliche Anlage zur Polarität, sie zogen an allen Theilen beide Pole der Nadel gleich stark an, ebenso auch ein freilich nur kleines Stückchen Titaneisen von Unkel und ein Magneteisenkrystall, die beide geglüht und gekühlt waren.

Da, wie gesagt, bei diesem Versuche die Untersuchung der Stücke auf den Magnetismus erst zwei Tage, nachdem sie geglüht und gekühlt worden waren, vorgenommen werden konnte, so entstand die Frage, ob die Polarität in ihnen augenblicklich nach dieser Behandlung, oder erst im Verlaufe der nächsten Zeit entstehe. Ich wiederholte daher denselben Versuch noch mit mehreren anderen Basalten, da indessen die Werkstatt eines Schlossers nicht der Ort ist, an dem man genaue Beobachtungen an einer empfindlichen Magnetnadel machen kann, so mussten die gekühlten Steine erst nach Hause gebracht werden, und es vergingen einige Stunden, bis sie sämmtlich untersucht waren. Von 7 Basalten, die verschiedenen Fundorten, dem Mendeberge, der Alten Burg, dem Rothbusch angehörten, von denen einige aber schon vorher eine schwache Polarität wahrnehmen liessen, zeigten 5 entweder beide Pole entschieden ausgebildet, oder liessen wenigstens einen Pol bemerken, während an dem diesem entgegengesetzten Ende nur eine stärkere Anziehung eines Na-

delpoles Statt fand. Nur zwei Stücke Mendeberger Basalts zeigten keine Spur von Polarität. Ein achttes Basaltstück wurde unmittelbar, nachdem es geglüht und gekühlt war, in Erde verpackt und sodann 7 Fuss tief vergraben. Als es nach etwa acht Wochen hervorgeholt und untersucht wurde, zeigte es durchaus keine Polarität, ein Verhalten, welches in Bezug auf die früher angeführten Beobachtungen bemerkenswerth ist.

Ob diese Steine, ferner dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzt, in ihrer polarischen Eigenschaft zunehmen werden, darüber muss ich mir eine Mittheilung für spätere Zeit vorbehalten; ich werde sie von Zeit zu Zeit prüfen, und zweifele nicht, dass eine solche Zunahme sich, wenn auch sehr langsam, zeigen wird. Wünschenswerth wäre es wohl, dass diese Versuche von Solchen wiederholt würden, denen ein reicheres Material, bequemerer Raum und genauere Instrumente zu Gebote stehen, denn es würde sich dabei vielleicht noch manche bemerkenswerthe Erscheinung herausstellen. So schien mir z. B. bei einigen Stücken ein Fortrücken der Pole kurz nach ihrem Entstehen Statt zu finden, ich konnte aber die Beobachtung nicht so feststellen, dass ich ein Gewicht darauf legen könnte.

Diese Versuche sind überraschend, weil wir hier plötzlich durch die blosse Einwirkung des Erdmagnetismus sich bestimmte Pole bilden sehen in Steinen, die sich vorher meistens ganz unwirksam in Bezug auf den Magnetismus gezeigt hatten. Bei genauerer Betrachtung aber finden wir hier ganz dieselben Verhältnisse, wie beim allmäligen und natürlichen Entstehen der polarischen Eigenschaft in den Felsen. Wir müssen auch hier das Auftreten derselben den veränderten Strukturverhältnissen des Steines zuschreiben; dass solche durch den Temperaturwechsel hervorgerufen sind, davon belehrt uns der Augenschein. Wir sehen bei der plötzlichen Abkühlung die Masse sich so heftig nach verschiedenen Richtungen zusammenziehen, dass sie zerreißt, Stücke abspringen, an andern Stellen die Theile nur locker zusammenhängen, und dürfen annehmen, dass auch hier die scheinbar feste Masse noch von vielen feinen Spalten durchsetzt ist, ja dass in gewissen Fällen auch da, wo diese aufhören, noch Veränderungen in der Struktur vorgegangen sind. Denn wo auch der Tempe-

raturwechsel und mit ihm die Zusammenziehung nicht plötzlich und heftig genug war, um wirkliche Zerreißungen hervorzubringen, da wird dennoch, wenn die Masse eine gewisse Zähigkeit besitzt, wie dies beim Magneteisenstein in höherem Grade, als beim Basalt, der Fall sein mag, durch Zusammenziehung an einzelnen Stellen und heftigere Spannung anderer, dazwischen liegender Parteen eine ungleiche Dichtigkeit und folglich eine grössere Porosität der Masse hervorgerufen werden. So wird hier die Oberfläche des Steins und mit ihr der Wirkungskreis des Erdmagnetismus plötzlich sehr vergrössert, es werden plötzlich viele der im Steine zerstreut liegenden magnetischen Theilchen magnetisirt und ihre Wirkung wird durch die Magnetnadel sichtbar. Auf den Unterschied, der hiebei zwischen reinem Magneteisen und Basalt Statt findet, woher der erstere nicht so entschiedene Pole zeigt, als der letztere, werde ich im letzten Abschnitte dieser Arbeit noch näher zurückkommen. *Wir sehen also, dass die Natur durch die fortwährenden Temperaturwechsel in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten in langer Zeit dasselbe zu erreichen vermag, was auf künstlichem Wege eine plötzliche Erhitzung und Abkühlung hervorruft*, ja es wird, wie häufig, durch die schwach aber fortwährend wirkende Kraft weit sicherer und vollständiger dasselbe Resultat erzielt. Ob im Basalte den wirklichen Zerreißungen in der Steinmasse eine Auflockerung durch die theilweise Zusammenziehung und theilweise Anspannung der kleinsten Massentheilchen vorhergeht, lasse ich dahin gestellt. Die Sprödigkeit der Gesteinmasse, die Zusammensetzung derselben aus verschiedenen Bestandtheilen und die Ergebnisse der Untersuchungen über das specifische Gewicht magnetischer und nicht magnetischer Basalte lassen vermuthen, dass dieselbe hier sehr unbedeutend sei.

Es erklärt sich nun auch vielleicht die oben schon besprochene und gewiss auffallende Beobachtung, dass bei den meisten Felsen bestimmte Seiten, nämlich die Nordost- und Südwestseite des Steins, besonders die erstere, in höherem Grade als die übrigen die polarische Eigenschaft zeigen. *Wenn nämlich die schnellen und häufigen Temperaturwechsel vorzüglich diese Fähigkeit im Steine hervorzurufen im Stande sind, so ist es nicht unmöglich, ja sehr wahrscheinlich, dass*

*die herrschenden Windesrichtungen auf diese von Einfluss sind.* Da nun im mittleren Europa die herrschenden Winde die nordöstlichen und südwestlichen sind, da namentlich von N.O. her die kältesten und heftigsten Winterstürme wehen, so wird bei ganz freiliegenden Felsen gerade von diesen Seiten her das Gestein am ersten und schnellsten angegriffen werden, es werden hier die Spaltungen und Sprünge am tiefsten in die Gesteinmasse eindringen und am vollständigsten die Bedingungen erfüllen, die zur Annahme eines bleibenden Magnetismus erforderlich sind. Bei bestimmten Lokalitäten können natürlich in Bezug auf diese Erscheinung verschiedene Modificationen eintreten. Erst fernere Beobachtungen, bei denen diese Verhältnisse eine genaue Berücksichtigung finden, werden über die Richtigkeit dieser Erklärung entscheiden können. Sehen wir oft in einem Gehölze sämtliche Baumstämme durch die herrschende Windesrichtung nach einer Seite geneigt, sehen wir die Nordseite derselben durch den Wuchs der Flechten markirt, warum sollte sich nicht auch an den Felsen in bestimmter Richtung die Wirkung der Temperatur durch gewisse Eigenschaften aussprechen? Beruht doch wahrscheinlich die Vertheilung des Magnetismus auf der Erde auf ganz ähnlichen Verhältnissen!

#### Erklärung der einzelnen, an den polarischen Felsen beobachteten Erscheinungen.

Kehren wir nun noch einmal zu den Beobachtungen zurück, die an den verschiedenen polarischen Felsen über die Lage der magnetischen Pole und Achsen gemacht wurden! Unter Festhaltung der einfachen Sätze, dass die Eigenschaft der magnetischen Polarität in den Magneteisen enthaltenden Gesteinen allmähig von aussen nach innen entstehe und an Intensität zunehme, wenn nicht nur die Oberfläche sondern auch durch vielfache Zerklüftung der Masse das Innere derselben der Einwirkung des Erdmagnetismus ausgesetzt ist, dass ferner die nordöstlichen und südwestlichen Theile der Felsen gewöhnlich am ehesten und in höherem Grade als die übrigen einen bleibenden Magnetismus anzunehmen fähig werden, unter diesen Annahmen, glaube ich, erklären sich alle an den Felsen beobachteten Erscheinungen leicht.



Zuerst wird aus diesen Sätzen klar, warum grössere, aus vielen Platten oder Säulen zusammengesetzte Felsen im Allgemeinen eine grössere Regelmässigkeit und Uebereinstimmung in den magnetischen Erscheinungen zeigen, als einzelne Säulen oder feste Blöcke. Die Absonderungsflächen sind die Stellen, auf denen die Atmosphäre zuerst und ziemlich gleichmässig das Gestein angreifen wird, um dem Einflusse des Erdmagnetismus den Weg zu eröffnen. Indem dieser sodann auf die Oberfläche der einzelnen Platten oder Säulen wirkt, wird, wenn die Magnetisirung auch noch nicht tief in diese eingedrungen ist, die magnetisch gewordene Masse des Gesteins viel gleichmässiger in dem ganzen Felsen verbreitet sein, als wenn in einer Säule durch unregelmässige Sprungflächen und Klüfte allmählig einzelne Theile der Gesteinmasse magnetisch werden. Dies mag der Grund sein, warum die magnetischen Achsen in den zusammengesetzten Felsen, so weit man aus den freilich noch sehr beschränkten, bisherigen Beobachtungen schliessen kann, ungefähr dieselbe Richtung, nämlich eine von Nordwesten nach Südosten gehende, haben, während sie in den einzelnen Säulen in sehr verschiedener Lage vorkommen.

Ist nun in einem grösseren Felsen aus dem eben angegebenen Grunde ein Theil der Gesteinmasse ziemlich gleichmässig magnetisch geworden, und haben die einzelnen kleinen, magnetischen Theilchen so viel an Intensität gewonnen, dass sie auf einander wirken können, so werden sich durch die vereinigte Wirkung aller bestimmte Pole bilden und es wird somit die erste magnetische Achse entstehen, welche durch den Erdmagnetismus allein hervorgerufen, mit geringen Modifikationen, die von der Form des Steines abhängig sein könnten, im magnetischen Meridiane liegen muss. In kleineren Blöcken und Säulen dagegen, in denen keine regelmässigen Spaltungsflächen vorkommen, werden wahrscheinlich meistens von Anfang an der nordöstliche und der südwestliche Theil zur Aufnahme des Magnetismus fähiger, als die übrigen Theile, und in diesem Falle wird auch die magnetische Achse eine nach N.O. und S.W. abweichende Lage erhalten. In jedem Falle ist aber zugleich klar, dass die Achsen allmählig in ihrer Lage eine Aenderung erleiden können, wenn auch ferner

die Intensität des Gesteins in verschiedenen Theilen ungleichmässig zunimmt und die Wirkungskreise der einzelnen Pole sich nur nach einer Seite hin entweder vergrössern oder verkleinern. Auch hier werden nach dem Umfange und der Grösse der Felsen wieder zwei Fälle zu unterscheiden sein.

Ist die Felsmasse nicht gross, wie bei einzeln stehenden Säulen, und breiten sich die Zerspaltungen der Masse, welche die magnetische Eigenschaft bedingen, von N.O. und S.W. allmählig mehr auf der Ost- und Westseite aus, so wird nothwendig, weil die Pole hier die Punkte sind, in denen die magnetischen Kräfte aller Theile des Steines resultiren, der Nordpol mehr nach Osten, der Südpol mehr nach W. rücken müssen, die Achse wird eine entschiedenere Richtung von N.O. nach S.W. annehmen, ja möglicher Weise in eine von O. nach W. oder gar von S.O. nach N.W. gerichtete Lage kommen können, indem die Grösse dieser Drehung von dem allmählichen Fortschreiten und der Intensität der magnetischen Kraft im Steine, zum Theil auch von der Form des Steines abhängen wird. So erkläre ich mir die sehr verschiedene Lage der Achsen in den verschiedenen Säulen und Blöcken, die oben beschrieben und in den Figuren 36 bis 45 der III. Tafel im Durchschnitte gezeichnet sind, unter denen aber nirgends der Fall vorkommt, dass der Nordpol im S.W. und der Südpol im N.O. des Steines läge. Eine Bestätigung für die Richtigkeit der gegebenen Erklärung scheint mir auch noch die Säule der Hohen Acht (Fig. 38) zu liefern, bei der, wie ich oben beschrieben habe, im oberen Theile, soweit der Stein eine grössere magnetische Intensität hat, die Pole im N.O. und S.W. liegen (Fig. 38 a), tiefer unten aber immer mehr nach N. und S. rücken (Fig. 38 b), so bald die Intensität des Steines geringer wird.

Ist dagegen der Stein grösser und liegen die Pole, die sich zuerst in demselben gebildet haben, den nordöstlichen und südwestlichen Theilen des Steins fern, so werden einzelne Stellen in diesen Theilen des Felsens, die wahrscheinlich wegen grösserer Zerklüftung der Gesteinmasse, vorzüglich fähig sind, magnetisch zu werden, neue Mittelpunkte der magnetischen Kraft, selbstständige Pole, bilden, die nun aber unter dem Einflusse der schon vorhandenen einen Magnetismus er-

halten, der dem zunächst liegenden Pole entgegengesetzt ist. So bildet sich neben der ersten und ursprünglichen Achse im Steine eine zweite, deren Nordpol nach Süden und deren Südpol nach Norden gerichtet ist. Anfangs haben diese Pole einen sehr beschränkten Wirkungskreis, indem sie aber allmähig an Intensität zunehmen, geht von ihnen die Magnetisirung der umliegenden Gesteinmasse aus, deren schwachen Magnetismus sie allmähig neutralisiren und umkehren. Daher zeigen denn auch die Stücke, die dem Wirkungskreise solcher Pole entnommen sind, wie wir oben bei Untersuchung der einzelnen Basaltplatten gesehen haben, sich ganz verschieden in der Vertheilung des Magnetismus von denjenigen Stücken, die unmittelbar durch die Einwirkung des Erdmagnetismus ihre Polarität erhielten. Erweitern so allmähig die neuen Pole ihren Wirkungskreis, so kann dies natürlich nur auf Kosten des Wirkungskreises der ersten Achse geschehen; wird aber diesem magnetische Masse des Gesteins entzogen, so werden die Pole dieser Achse, da sie gleichsam die magnetischen Schwerpunkte der Gesteinmasse sind, auch in ihrer Lage sich ändern, sie werden vor den neu sich bildenden Polen zurückweichen. Es wird also auch in diesem Falle die Hauptachse eine Aenderung erleiden, besonders wenn auf einen Pol derselben die neuen Pole stärker als auf den andern einwirken. Diese Drehung wird zum Theil wieder aufgehoben werden können, wenn sich auch auf der andern Seite der Hauptachse in derselben Weise neue Pole bilden und es ist klar, dass so mit zunehmendem Magnetismus des Steines zu beiden Seiten der Hauptachse immer neue Achsen entstehen können. Endlich wird auch an diesen Polen ein Fortrücken möglich werden, wenn allmähig rings um sie herum die Felsmasse in gleich hohem Grade magnetisch geworden ist und auch ihr Wirkungskreis von einer Seite her beschränkt wird. So werden sich die magnetischen Achsen immer näher an einander drängen und desto mehr einander parallel sein, je gleichmässiger die ganze Masse des Felsens magnetisch geworden ist. Diese Theorie wollen wir an den Erscheinungen der Nürnburger Felsens prüfen.

In unseren Felsen sind die mit NS bezeichneten Achsen die ursprünglichen oder Hauptachsen. Im nordwestlichen Fel-

sen, der eine grosse Ungleichheit in der magnetischen Intensität in seinen verschiedenen Theilen zeigt, liegt diese Achse selbst im nordöstlichen Theile des Felsens, wahrscheinlich weil anfangs nur dieser Theil magnetisch wurde. Wie aus Vergleichung der Fig. 15 bis 19 hervorgeht, ist diese Achse im obern Theile des Felsens am längsten, wird unten dagegen allmählig kürzer und nähert sich mehr den Aussenflächen des Steines, zum Beweise, dass die magnetisirende Kraft von oben nach unten und von aussen nach innen in die Felsmasse eingedrungen ist. Im südöstlichen Felsen, der viel gleichmässiger in seiner ganzen Masse magnetisch geworden zu sein scheint, liegt die Hauptachse in der Mitte des Steins. In beiden Felsen zeigen sich diese Achsen NS als die zuerst entstandenen nicht nur durch die Lage ihrer Pole, die der Einwirkung des Erdmagnetismus gemäss ist, sondern vorzüglich auch dadurch, dass sie den bei weitem grössten Theil der Felsmasse beherrschen, wie aus den punktirten Linien in Fig. 5 bis 9 und 15 bis 19 hervorgeht, welche ungefähr den Wirkungskreis der verschiedenen Achsen begränzen.

Im nordwestlichen Felsen hat sich nordöstlich von der Hauptachse noch keine neue Achse gebildet, da sie selbst im nordöstlichen Theile des Felsens liegt; es entstand aber im südwestlichen Theile eine zweite Achse  $s_1n_1$  mit umgekehrt liegenden Polen, die eine nur geringe Intensität erlangte; im obern Theile des Felsens entstand dann ferner neben dieser neuen Achse sehr nahe der äussern Wand des Felsens eine dritte Achse  $\nu\sigma$ , die schliessen lässt, dass dieser obere Theil des Steines in höherem Grade des Magnetismus fähig geworden ist. Da diese Achse  $\nu\sigma$  einen Theil des Steines beherrscht, der früher zum Wirkungskreise der Achse  $s_1n_1$  gehörte, so ist, wie aus der Vergleichung der Figuren 17 und 18 mit Fig. 12 hervorgeht, der Pol  $n_1$  im obern Theile des Felsens etwas nach Osten zurück gewichen. — Das durch scharfe Begrenzung sehr ausgezeichnete Vorkommen der beiden Pole  $\nu$  und  $\sigma$  erklärt sich nun auch sehr leicht und liefert zugleich einen treffenden Beweis für die Richtigkeit der Behauptung, dass von der Zerklüftung des Steins seine Fähigkeit magnetisch zu werden, abhänge. Am obern Theile der östlichen Seite ist nämlich, wie oben beschrieben wurde, ein grosses, über einen

Fuss breites Stück vom Felsen ausgebrochen und gerade in derselben Höhe ist der obere Theil des Felsens an der entgegengesetzten, südwestlichen Kante äusserst wirksam auf die Magnetsadel, während der untere Theil sich höchst unwirksam zeigt. Die Grenze zwischen beiden ist so scharf, dass sie allenthalben durch eine horizontale Linie bezeichnet werden kann, die genau die Fortsetzung des vorspringenden Theils an der östlichen Seite ist, wie die Figuren 11 bis 14 zeigen. Das fehlende Stück ist aber wahrscheinlich durch Menschenhände, durch die Bewohner des nahen Dorfes, welche die Basaltplatten zu Treppenstufen u. dgl. gebrauchen, fortgebrochen und dies geschah, soweit es ohne grosse Mühe möglich war d. h. soweit die Basaltplatten sich leicht von einander trennen liessen. Die ziemlich glatte Bruchfläche am Steine zeigt, dass dies bei allen fast bis zu derselben Horizontalfläche möglich war und wir dürfen daher annehmen, dass auch die übrigen Basaltplatten des Felsens bis zu derselben Höhe mehr von einander getrennt sind als im untern Theile. Diese Spaltungsflächen gewährten also der Atmosphäre und dem Erdmagnetismus freieren Zutritt zu dem Innern des Steines und dadurch erlangte der obere Theil des Felsens in höherem Grade die Fähigkeit polarisch zu werden. — Der sehr schwache Pol  $n_2$  in der Höhe der ersten Horizontallinie (Fig. 15) ist vielleicht auch der Anfang einer neuen Achse in diesem Theile des Felsens und durch die Einwirkung des nahen Südpols hervorgerufen, indem diese Stelle des sonst nur schwach magnetischen, südöstlichen Felsentheils für die Einwirkung des Erdmagnetismus empfänglicher zu werden beginnt. Es mag dies vielleicht auch damit zusammenhangen, dass in dieser Höhe, wie aus Fig. 13 hervorgeht, von der Südostkante ein ziemlich grosses Stück abgebrochen ist.

Im südöstlichen Felsen, in dem die Hauptachse die Mitte des Steines einnimmt, konnten sich auf beiden Seiten im Nordosten und Südwesten derselben sekundäre Achsen  $s_1n_1$  und  $s_2n_2$  bilden. Höchst wahrscheinlich hatte die Achse NS ursprünglich eine andere Lage, sie lag entweder im Meridian oder näherte sich wenigstens viel mehr der Meridianrichtung, wurde aber bei dem Entstehen der Achse  $n_1s_1$ , die ihr, und zwar zunächst ihrem Nordpole, einen grossen Theil des Wir-

kungskreises entzog, aus ihrer ursprünglichen Lage in eine mehr von Westen nach Osten gerichtete gedrängt. Für diese Annahme spricht einmal der Umstand, dass einzelne Tafeln, die zum Wirkungskreise der Achse NS im Felsen gehören, wenn sie von dem Felsen getrennt sind, eine fast gerade von N nach S verlaufende oder nur wenig abweichende Achse zeigen, wie die oben unter No. 2 genau beschriebenen Stücke (Fig. 24 bis 26), dann scheint dies auch die Lage der Achse im obersten Theile des Felsens zu zeigen, wie sie in Fig. 10 durch die Stellungen der Magnetnadel auf der Oberfläche des Steins angedeutet ist. Hier ist nämlich beinahe bis zur V. Horizontallinie herab an der Nordostecke des Steins ein grosses Stück ausgebrochen und mit ihm die hier liegende Achse  $s_1n_1$  verschwunden. Der Nordpol N scheint in Folge dessen hier plötzlich mehr nach Norden vorzutreten und die Achse NS nimmt eine Lage ein, wie man sie der Wirkung des Erdmagnetismus und der Form des Steines gemäss etwa erwarten dürfte.

Die Pole  $s_2n_2$  an der Südwestecke erscheinen von oben her zuerst zwischen der IV. und V. Horizontallinie, denn im höheren Theile des Felsens fehlt dort ein Stück, wo unten der Wirkungskreis dieser Pole liegt; sie haben, wie wir oben bereits gesehen, bis zur Mitte der II. und III. Horizontallinie, so viel Intensität, dass sie die Nadel in der Boussole ganz herumlenken und ihrer nahen Lage wegen eine ausserordentlich schnelle Drehung derselben bewirken. Zwischen der II. und III. horizontalen Linie verlieren sie aber plötzlich (s. Fig. 1) so sehr an Intensität, dass sie im II. Durchschnitte nur noch durch eine Abweichung von  $70^\circ$ , im I. Durchschnitte durch Abweichungen von  $40$  und  $30^\circ$  angedeutet sind, ja es verschwindet hier sogar an einzelnen Stellen, wie im Durchschnitte II der Nordpol ganz, wahrscheinlich weil er hier etwas entfernter von der Oberfläche des Felsens liegt. Diese plötzliche Abnahme der Intensität geschieht aber, wie Fig. 1 zeigt, genau da, wo der Felsen an der Südwestecke einen Vorsprung bildet. Wir haben also hier einen ganz ähnlichen Fall, wie am nordwestlichen Felsen, und auch hier rührt wahrscheinlich beides, die Erhaltung der grösseren Felsenmasse und die geringere Intensität, von derselben Ursache her, näm-

lich von einer grösseren Festigkeit des Steines in dem untern Theile des Felsens. — Auch von dem Fortrücken eines Poles in Folge eines andern neu gebildeten giebt uns die Achse NS ein Beispiel. Schon im II., noch mehr aber im III. und IV. Durchschnitte ist das Vorrücken des Poles N zu bemerken, wahrscheinlich in Folge der ungefähr hier an Intensität gewinnenden Pole  $s_2n_2$ , die, wie Fig. 7 zeigt, in der Höhe des III. Durchschnitte sich bereits einen ziemlich bedeutenden Wirkungskreis verschafft haben.

Im untern Theile des Felsens hat sich, wo derselbe fast um einen Fuss breiter wird, und der Einwirkung der Atmosphäre um so mehr ausgesetzt ist, durch die gemeinschaftliche Einwirkung der Achsen NS und  $s_1n_1$  noch eine dritte Nebenachse  $s_3n_3$  gebildet (Fig. 5) und auch hier scheint fast der Pol  $n_1$  vor der neuen Achse bereits zurückgewichen zu sein. — Endlich findet sich an der Nordostecke, dicht unter dem obersten Rande des Felsens, Fig. 9, der Anfang einer neuen Achse  $\nu\sigma$ , deren Pole noch von sehr geringer Intensität sind, aber dadurch angedeutet werden, dass die Nadel hier um  $35^\circ$  und  $60^\circ$  von ihrem regelmässigen Gange abweicht. Die Pole liegen sehr nahe der Oberfläche und erstrecken sich, wie aus Fig. 4 hervorgeht, vom obern Rande des Felsens etwa 9 Zoll tief in denselben, erreichen also noch nicht den IV. Durchschnitt. Ob auch die nur wenige Grade betragende Abweichung der Nadel vom regelmässigen Gange an der Westseite des IV. Durchschnitte zwischen  $c$  und  $d$  (s. Fig. 8) und die Abweichung von  $40^\circ$  an der Nordostkante des I. Durchschnitte bei  $r$  (Fig. 5) für die Anfänge neuer Pole und Achsen zu betrachten seien, oder ob die letzte Abweichung nur durch Einwirkung der unten vorspringenden Felsen-ecke hervorgerufen, darüber würden spätere Untersuchungen entscheiden müssen.

Wollen wir noch fragen, welche Veränderungen in der Vertheilung der Magnetismen nach längerer Zeit am Felsen zu erwarten sind, so ist hier zwar nicht anzunehmen, dass, wie Hr. von Humboldt nach seinen Beobachtungen am Heideberge vermuthete, die Veränderung der Deklination einen merklichen Einfluss auf die Lage der Achsen in dem Felsen äussern sollte, wohl aber werden sich Veränderungen heraus-

stellen dadurch, dass die Felsmasse immer mehr an Intensität in der polarischen Wirkung gewinnen wird. Im nordwestlichen Felsen z. B. wird sich wahrscheinlich zunächst zu dem Pole  $n_2$  ein entsprechender Südpol bilden, und die Pole  $\nu$  und  $\sigma$  werden an Intensität und Ausdehnung zunehmen. Dasselbe wird im südöstlichen Felsen mit den Polen  $\nu\sigma$ ,  $n_2s_2$  und  $s_3n_3$  der Fall sein und dadurch würden die Achsen NS und  $s_1n_1$  einander mehr genähert und in eine mehr parallele Lage gebracht werden. So würde die Vertheilung des Magnetismus derjenigen immer ähnlicher werden, die am Felsen der Landskrone (Fig. 33) bemerkt wird, der offenbar sich in einem weitem Entwicklungsstadium der magnetisch-polarischen Eigenschaft befindet. Einige dieser Veränderungen möchten vielleicht schon jetzt wahrzunehmen sein und ich wünsche daher sehr, dass ein Physiker der Rheinprovinz etwa im folgenden Jahre d. h. 10 Jahre, nachdem die hier mitgetheilten Beobachtungen gemacht sind, eine neue Untersuchung der Felsen vornehmen möge. Die im Jahre 1828 von Hrn. Schulze angestellten Beobachtungen sind leider, besonders weil nicht angegeben ist, in welcher Höhe der Stein untersucht wurde, zu ungenau, als dass eine Vergleichung mit den meinigen einen sichern Aufschluss über die Veränderungen in der magnetischen Wirkung der Felsen seit 13 Jahren geben könnte. Die wenigen von Herrn Schulze verzeichneten Stellungen der Magnetnadel habe auch ich ungefähr an denselben Stellen des Felsens gefunden, bis auf eine an der nordwestlichen Ecke des südöstlichen Felsens, wo nach jener Beobachtung der Nordpol der Nadel angezogen wurde, während jetzt an dieser Stelle überall Indifferenzpunkte liegen. Auch an der Südwestecke desselben Felsens stimmt die damalige Stellung der Nadel mit der von mir beobachteten höchstens an der V. Horizontallinie überein, an der die Beobachtung gewiss nicht gemacht ist, weil diese Stelle unbequem und schwer zugänglich ist. Die Nadel würde aber auch an den tieferen Theilen des Felsens an der Südwestkante ungefähr die angegebene Stellung haben, wenn die Pole  $s_2n_2$  hier nicht lägen, und daher ist es möglich, dass diese Pole damals eine geringere Intensität gehabt oder wohl ganz gefehlt haben, zumal da die schnelle Drehung der Magnetnadel



in ihrer Nähe sonst kaum dem Beobachter hätte entgehen können.

Sollte es mir gelungen sein, durch diese Betrachtungen die meisten an den polarischen Felsen beobachteten Erscheinungen auf eine einfache Weise zu erklären, so bleibt mir jetzt nur noch übrig, zwei auffallende Eigenschaften des magnetischen Basaltes zu besprechen und daran einige Bemerkungen zu knüpfen, durch welche die an ihnen beobachteten Eigenschaften mit bekannten Erscheinungen im Gebiete des Magnetismus in Verbindung gesetzt werden.

Ueber die geringe Anziehungskraft des Basaltes  
gegen Eisen.

Eine bekannte und besonders auffallende Eigenschaft vieler polarischen Gesteine ist diese, *dass sie, wie stark sie auch auf die Magnetnadel wirken, keine Anziehung gegen Eisenfeilspähne zeigen.*

Hr. von Humboldt hat diese Eigenschaft an den von ihm entdeckten polarischen Serpentin und Hornblendeschiefen des Fichtelgebirges als eins der vorzüglichsten Merkmale dieser Gesteine besonders hervorgehoben und in der That scheint sie ihnen auf den ersten Blick ein von andern magnetischen Körpern ganz fremdartiges Verhalten zu geben. Auch beim Basalte findet dieselbe Erscheinung Statt. Eine Magnetnadel z. B., die für sich in 2 Minuten 89 Schwingungen machte, schwang in derselben Zeit 220 Male, wenn sie, mit dem Südpole einen halben Zoll vom Rande einer Basalttafel entfernt, die etwa 5 Zoll breit,  $1\frac{1}{4}$  Zoll dick, 12 Zoll hoch war, also ungefähr 75 Cubikzoll enthielt, im Meridiane stand; eine kleine  $\frac{15}{16}$  Gran schwere, magnetische Stahlnadel dagegen bewirkte in gleicher Entfernung von der Nadel nur 114 Schwingungen, die Intensität des Magnetismus ist also in dem Steine achtmal grösser als in der Nadel, dort 5,11, hier nur 0,64, wenn die Intensität des Erdmagnetismus = 1 gesetzt wird, und dennoch hält der Stein, in Eisenfeilspähne gelegt, auch nicht ein Stäubchen derselben, während die Nadel sich mit einem langen Barte von Eisentheilchen umgiebt; ja noch mehr: ein kleines Stückchen eines sogenannten natürlichen Magnets wog 1 Gran und erregte in derselben Entfernung von

der Nadel, in der der Basalt untersucht wurde, 100 Schwingungen derselben d. h. seine Intensität war nur = 0,26 und dennoch zog es bereits Eisentheilchen an.

Hieraus geht hervor, *dass die Tragkraft eines magnetischen Körpers oder seine Anziehung gegen Eisen nicht immer nach seiner Einwirkung auf die Magnetnadel zu beurtheilen ist, dass sie vielmehr in gewissen Fällen durch das Verhältniss bedingt ist, welches seine durch die Magnetnadel gemessene Intensität zu seinem Volumen hat.* — Aehnliches scheint auch wohl Hr. Steinhäuser gemeint zu haben, wenn er bei den Versuchen über die Ziehkraft des Basaltes, die er ausführlich bespricht, von dem weniger verdichteten Wirkungskreise desselben spricht im Gegensatze zu dem mehr verdichteten des künstlichen Magnets.

Es hängt nämlich die Eigenschaft des Basaltes und ähnlicher Gesteine, keine Eisentheile anzuziehen, offenbar einmal von der weitläufigen Lage der magnetischen Theilchen in ihnen und dann von der Gestalt der anzuziehenden Eisentheile ab. Liegt nämlich ein Eisentheilchen, dessen Gestalt wir, wie es der günstigste Fall sein würde, nadelförmig denken wollen, mit dem spitzen Ende dem Steine zugewandt, so wird es nur ein einzelnes oder höchstens einige wenige magnetische Theilchen des Steines berühren, die, gewiss noch viel kleiner als jenes, für sich nicht die Kraft haben es zu tragen. Die umliegenden Theilchen aber werden, weil sie entfernter sind, weit weniger wirken und mit dieser schwachen Wirkung jene auch wenig oder gar nicht darin unterstützen, in dem Eisen die vereinigten Magnetismen zu trennen und so eine Anziehung hervorzubringen, da ihre Kraft in einer andern Richtung auf das Eisenspähnchen wirkt. Beim künstlichen Stahlmagnete liegen die magnetischen Theilchen sehr viel dichter neben einander, es werden daher mehrere zugleich in derselben Richtung auf das Eisentheilchen wirken und eine entschiedene Trennung der Magnetismen in ihm hervorzurufen im Stande sein. Liegt aber im andern Falle das Eisentheilchen der Länge nach dem Steine vor, so wird es allerdings von mehreren magnetischen Theilchen dieses angezogen werden, aber auch diese werden sich nicht gegenseitig unterstützen, weil sie wegen der ungünstigen Form des Eisens,

in diesem Folgepunkte hervorrufen werden, darum in ihrem Wirken isolirt bleiben und nur in geringem Grade eine Trennung der Magnetismen hervorbringen können. Ihre vereinzelt Anziehungen werden also auch in diesem Falle gering und kaum wahrnehmbar sein. Bezeichnet man z. B. die anziehende Kraft eines einzelnen Magnettheilchens mit  $a$ , die anziehende Kraft, die durch dasselbe in Folge der Trennung der Magnetismen im Eisen hervorgerufen wird, mit  $b$ , also die gemeinschaftliche Anziehung mit  $a b$ , so wird, wenn 2 solcher Magnete isolirt neben einander wirken, ihre Wirkung  $= 2 a b$  sein, liegen sie aber so dicht neben einander, dass sie gemeinschaftlich in derselben Richtung auf das Eisen wirken, so üben sie eine Kraft  $2a$  aus, die im Eisen eine entsprechende Kraft  $2b$  hervorrufen wird, so dass in diesem Falle die ganze Anziehung gleich  $2^2 a b$  gesetzt werden muss. — Dem Pole einer Magnetsadel gegenüber verhalten sich aber die einzelnen Magnettheilchen des Steines anders, sie werden sich hier in ihrer Wirkung immer unterstützen, da es hier nicht nöthig ist, dass die Magnetismen nach einer bestimmten Richtung durch die Kraft des Steines erst getrennt werden.

Folgender Versuch, den ich angestellt habe, macht, wie ich glaube, diese Erscheinung recht klar, *indem er zeigt, wie derselbe Umstand in gewissen Fällen die Wirkung auf die Magnetsadel verstärken und die Anziehung gegen Eisen schwächen kann.* Ich verband nämlich 11 aus einer Uhrfeder gemachte Magnetstäbchen, die bis zur Sättigung magnetisirt waren, und von denen jedes 4 Zoll lang,  $1\frac{3}{4}$  Linien breit und etwa ein  $\frac{1}{11}$  Linie dick war \*), in dreierlei Weise zu Bünd-

---

\*) Dieselben Nadeln hatten früher zur Wiederholung eines von Coulomb angestellten Versuches gedient, den ich hier anführen will, weil er mit dem oben zu beschreibenden in genauem Zusammenhange steht. Coulomb hatte nämlich gefunden, dass, wenn magnetisirte Platten unmittelbar auf einander gelegt und zu Bündeln vereinigt werden, ein solches Bündel eine viel geringere Intensität zeigt, als man nach der Intensität der einzelnen Lamellen erwarten sollte, und dass dabei die inneren Platten bedeutend mehr verlieren als die äusseren (s. Gehlers Ph. W. Bd. VI. S. 796). Es lag mir daran zur Erklärung einiger Erscheinungen an den polarischen Basaltfelsen, zu untersuchen, ob die mittleren Magnetstäbe eines solchen Bündels

deln, indem ich sie einmal unmittelbar mit ihren breiten Flächen an einander legte, dann sie durch dazwischen liegende

---

vielleicht allmählig durch den Einfluss der äusseren neutralisirt und in ihrer Polarität umgekehrt werden würden, wie dies nach den Coulombschen Versuchen zu erwarten war. Der Versuch gab indessen ein etwas anderes Resultat. Die einzelnen Magnete wurden einzeln in Bezug auf ihre Intensität vor der Magnetnadel untersucht und dann auf die angegebene Weise mit einander vereinigt. Bald darauf zeigte das Bündel eine viel geringere Intensität, als die Summe der Intensitätswerthe der einzelnen Stücke betrug, diese letztere nämlich war = 5,43, die wirkliche Intensität aber nur = 3,27 und betrug also nur 0,6 des berechneten Werthes. Als darauf auch die einzelnen Magnetstäbe wieder untersucht wurden, hatten alle an Intensität verloren, aber nicht die mittleren mehr, als die an den äussern Seiten liegenden, sondern so, dass im Ganzen die stärkeren auch den grössern, die schwächeren den geringeren Verlust erlitten hatten. Die aus den Intensitätswerthen der einzelnen Stäbchen berechnete Intensität des Bündels war jetzt = 4,49, wurden die Stäbe aber in derselben Reihenfolge, wie früher, an einander gelegt, so zeigte das Bündel dieselbe Intensität wie früher d. h. 3,27, diese beträgt also jetzt 0,72 des berechneten Werthes, der Verlust ist 27 pr. C.; diese nicht in Wirksamkeit tretende magnetische Kraft ist aber nicht verloren, sondern nur gebunden und tritt an den Magneten wieder hervor, wenn das Bündel aus einander genommen wird, denn späterhin veränderte sich die Intensität der einzelnen Magnete und des ganzen Bündels nicht mehr während dreier Monate, in welcher Zeit dieselben noch mehrmals untersucht wurden. Nach jedem Versuche wurden sie wieder zusammengebunden und in die Richtung des magnetischen Meridians gelegt.

Es sind hier also zweierlei Vorgänge zu unterscheiden: 1) Mehrere an Intensität ziemlich gleiche Magnete, die mit ihren gleichnamigen Polen auf einander gelegt werden, vernichten gegenseitig einen Theil ihrer auf die Magnetnadel wirkenden Kraft und nehmen eine Intensität an, die sich später nicht weiter verändert. 2) Auch von dieser Intensität wird beim Aufeinanderliegen der Magnetstäbe ein Theil gebunden, so dass das aus ihnen gebildete Bündel nicht die volle Wirkung äussert, die sich durch Summirung der Intensitäten der einzelnen Magnete ergibt.

Zugleich mit dem eben beschriebenen Versuche wurden noch 11 andere Magnetstäbe derselben Grösse zu einem Bündel

Papierstreifen und endlich durch dickere Pappstreifen von einander trennte. Von jedem dieser Bündel bestimmte ich die Anziehung gegen Eisen und die Kraft, mit der es auf die Magnetnadel wirkte. Das erstere geschah mittelst einer recht empfindlichen Wage, indem die eine Seite des Wagebalkens durch eine Vorrichtung verhindert wurde, unter die Horizontallinie hinabzusinken, auf welche er durch die Arretirung gestellt wurde. An die Wagschale dieser Seite wurde zunächst horizontal eine Platte von Eisenblech befestigt, die eben so breit wie die Magnete, etwa  $\frac{1}{4}$  Linie dick und 2 Zoll und 8 Linien lang war. Sodann wurde das Gleichgewicht zwischen beiden Seiten der Wage genau hergestellt, so dass beim Herunterlassen der Arretirung die das Eisenblech tragende Seite auf ihrer Unterlage ruhen blieb, durch ein Uebergewicht der andern Seite von 0,0163 Gran aber bereits gehoben wurde. Nun stellte ich das zu untersuchende Bündel senkrecht unter die Eisenstange und näherte den Südpol, der eine ebene Fläche bildete, von 12 Linien Entfernung allmählig bis zu 1 Linie dem Mittelpunkte der Eisenplatte, indem ich jedes Mal das grösste Gewicht bemerkte, welches auf die andere Wagschale gelegt werden konnte, ohne dass die Eisenstange vom Pol des Magnets entfernt wurde. Die Wirkung der einzelnen Bündel auf die Magnetnadel bestimmte ich durch die Schwingungen einer 2 Zoll langen Nadel, die für sich 89 Schwingungen in 2 Minuten machte, indem ich sie horizontal in der Richtung des Meridians dem Nordpole derselben gegenüber legte, wobei der Südpol des Bündels jedes Mal 3 Zoll vom Mittelpunkte der Nadel entfernt war.

---

vereinigt, aber so dass die einzelnen Stäbe durch Pappstreifen von etwa  $\frac{1}{2}$  Linie Dicke von einander getrennt waren; hier veränderte sich bei den meisten die Intensität, die 0,49 bis 0,53 betrug, durch das Aneinanderliegen nicht merklich, nur bei dreien, die eine etwas stärkere Intensität, nämlich 0,6 und 0,63 hatten, wurde diese bleibend geschwächt und bis 0,54 zurückgeführt. Auch hier wurde in dem Bündel ein Theil der Intensität der einzelnen Nadeln gebunden, aber die so gebundene Intensität betrug hier nur etwa 11 pr. C., also viel weniger, als in dem eben angeführten Versuche, ein Resultat, welches in dem oben mitzutheilenden Versuche seine Bestätigung findet.

Es ergab sich nun folgendes Resultat:

1. in Bezug auf die Wirkung gegen die Magnetnadel:

Das I. Bündel, in dem die Magnetstäbe unmittelbar an einander lagen und welches  $1\frac{1}{3}$  Linien breit war, bewirkte in 2 Minuten 182 Schwingungen der Nadel und hatte also eine Intensität = . . . . . 3,181

Das II. Bündel, in dem die Magnetstäbe durch Papierstreifen getrennt waren und welches  $2\frac{3}{5}$ ''' breit war, bewirkte 188 Schwingungen und hatte also eine Intensität = . . . . . 3,462

Das III. Bündel, in dem die Magnetstäbe durch dickere Pappstreifen getrennt waren und welches  $11\frac{1}{2}$  Linien breit war, bewirkte 196 Schwingungen und hatte eine Intensität = . . . . . 3,849

Diese drei Werthe verhalten sich zu einander wie 1 : 1,08 : 1,20. \*)

2. in Bezug auf die Anziehung gegen die horizontale Eisenplatte, wobei diese in Gran ausgedrückt ist:

Entfernung des Südpols vom Eisen.	I. Bündel.	II. Bündel.	III. Bündel.
12'' und 11'''	0.	0.	0.
10'''	0,016	0.	0.
9'''	0,048	0,032	0,016
8'''	0,114	0,097	0,062
6'''	0,26	0,23	0,141
4'''	0,562	0,51	0,391
3'''	0,93	0,91	0,687
2'''	2,174	2,165	1,533
1'''	7,625	7,55	3,54

\*) Dies Verhalten der Magnetstäbe ist auch aus früheren, namentlich aus den von Scoresby über die Magnetisirung von Stahlmagneten angestellten Versuchen bekannt; aus diesen ist hier noch besonders die Beobachtung zu erwähnen, die als eine Ergänzung des obigen Versuches dienen kann, dass zwei auf einander liegende Magnetstäbe stärker auf eine Magnetnadel wirken, als ein Stab, der jenen beiden an Dicke gleich ist. (Vgl. Gehler. Bd. VI. S. 934.)

Aus diesem Resultate geht hervor, dass so wie die Magnetstäbe weiter von einander entfernt werden, die Intensität des Bündels dem Pole der Magnetnadel gegenüber zunimmt, weil jene in geringerem Grade auf einander einwirkend, einen geringeren Theil ihrer eigentlichen Intensität gegenseitig binden; dass aber dabei zugleich die Anziehung gegen die horizontale Eisenplatte schwächer wird, wahrscheinlich, weil die Dünne derselben eine Trennung der Magnetismen von unten nach oben nicht zulässt und sich den einzelnen Magnetstäben gegenüber getrennte und nur schwache Pole bilden, so dass diese mehr isolirt auf das Eisen wirken.

Ganz anders aber war das Resultat, wenn ich statt der horizontal liegenden Eisenplatte, ein Eisenstück, welches etwa anderthalb Zoll lang, 4 Linien breit und 2 Linien dick war, senkrecht an die Wagschale befestigte, so dass einer ebenen Endfläche die Pole der Nadeln zugekehrt werden konnten. Der Versuch wurde hier der geringen Breite des Eisens wegen nur mit 3 Nadeln statt mit eilf, sonst aber in ganz derselben Weise gemacht. Hier zeigte sich, wenn sie durch Pappstreifen von einander entfernt wurden, wie eine grössere Wirkung auf die Magnetnadel, so auch eine etwas stärkere Anziehung gegen das Eisen (die einzelnen Zahlen bin ich hier nicht im Stande anzugeben), offenbar weil hier wegen der Form der Eisenstange eine solche Vertheilung der Magnetismen in ihr möglich war, dass das ganze den Nadelpolen zugekehrte Ende den diesen entgegengesetzten Magnetismus annehmen konnte, mochten sie vereinigt oder von einander getrennt sein. Diese konnten daher, auch weiter von einander entfernt, nicht nur dennoch sich gegenseitig unterstützen, sondern auch noch eine stärkere Anziehung ausüben, da sie dann einen grössern Raum im Eisen beherrschten.

Bei der Anziehung des Basaltes gegen Eisen mögen ähnliche Verhältnisse wie bei dem angeführten Versuche Statt finden. Ich stellte, um in dieser Hinsicht auch mit dem Steine ein genaueres Experiment zu machen, die oben erwähnte Basaltplatte, die so kräftig auf die Magnetnadel wirkte, mit dem Rande, an dem die Südpole lagen, der Mitte der an die Wage befestigten Eisenplatte gegenüber. Es liess sich aber auch auf diese Weise bei einer Entfernung, die kleiner als eine

Linie war, keine Anziehung nachweisen,  $\frac{1}{64}$  Gran auf die andere Wagschale gelegt, entfernte bereits die Eisenplatte vom Stein. Es würde aber vielleicht eine Anziehung bemerkbar werden können, wenn man dem ganzen Rande der Basaltplatte, die Endfläche eines eben so breiten und dicken und verhältnissmässig längeren Eisenstückes entgegenstellen möchte; ein Versuch, der auf die oben beschriebene Weise nicht anstellbar ist, weil weder eine solche Eisenmasse noch ein grösseres Basaltstück von einer empfindlichen Wage getragen werden könnte. Zu bemerken ist aber, dass Herr Steinhäuser erzählt, durch eine angemessene Armirung eines künstlich magnetisirten Basaltstückes es dahin gebracht zu haben, dass dasselbe ein Gewicht von mehreren Lothen trug.

Belehrend ist der eben angeführte Versuch in Bezug auf den Basalt aber auch deshalb, weil daraus hervorgeht, dass *das Getrenntsein der einzelnen Magneteisentheilchen durch unmagnetische oder des Magnetismus in sehr geringem Grade fähige Massen gerade die Intensität ihrer Wirkung auf die Magnetnadel erhöht, weil sie in geringerem Grade ihre Kraft gegenseitig binden, als wenn sie dicht zu einer Masse zusammengedrängt wären.* Hieraus ist vielleicht die oft sehr kräftige Einwirkung der Basalte und ähnlicher Gesteine z. B. der Hornblendegesteine auf die Magnetnadel bei verhältnissmässig geringer Quantität der in ihnen zerstreuten magnetischen Theilchen erklärlich.

#### Ueber die Coercitivkraft des Basaltes.

Eine zweite bemerkenswerthe Eigenschaft des Basaltes und ähnlicher des Magnetismus fähiger Gesteine, durch welche sie sich vor dem reinen Magneteisen auszeichnen, besteht darin, dass *jene schon Polarität zeigen, wenn sie auch erst in sehr geringem Grade auf die Magnetnadel wirken, während Magneteisen oft sehr kräftig die Magnetnadel in Bewegung setzt, aber in allen Theilen gleich stark beide Pole derselben anzieht.*

Diese Erscheinung ist so auffallend, dass ich lange glaubte, es fände sich überhaupt beim Basalte und beim Trachyt keine magnetische Wirkung, ohne dass sich zugleich bestimmte Pole



in dem Steine aussprechen, bis ich mich bei einigen Basalten z. B. bei der dichten Abänderung von der Landskrone und dem oben erwähnten Trachytophyr von Quidelbach, durch genaue Untersuchung an einer sehr empfindlichen Magnetnadel und Zählen ihrer Schwingungen in bestimmter Zeit von dem Gegentheile überzeugte. In solchen Fällen zeigen sich aber auch nur die ersten Spuren einer magnetischen Anziehung, die wahrscheinlich nur von den der Oberfläche des Steins zunächst liegenden Magneteisentheilen herrührt, und eben nicht gross sein kann, weil die Zahl dieser gegen die übrigen Bestandtheile des Steins eine verhältnissmässig nur geringe ist. Es trennen sich also im Basalte die beiden verschiedenen Magnetismen sehr leicht, sobald der Erdmagnetismus unter den Bedingungen, die wir oben kennen gelernt haben, auf mehrere des Magnetismus fähige Theilchen des Steins einwirken kann, und man könnte in diesem Sinne sagen, der Basalt besitze eine nur geringe Coercitivkraft. Im Grunde möchte diese Erscheinung ganz dieselbe sein, die wir bei den geglühten und gekühlten Basalten kennen lernten, indem diese unmittelbar danach und fast plötzlich bestimmte Pole zeigten.

In anderer Beziehung müssen wir aber dem Basalte auch eine ausserordentlich grosse Coercitivkraft zuschreiben, welche gewiss die des Magneteisens und des Stahles übertrifft, insofern wir darunter die Fähigkeit verstehen, die einmal getrennten Magnetismen getrennt zu erhalten. Ich bewahre seit 10 Jahren viele Basaltstücke und Basalttafeln, die dicht neben und auf einander in einer Kiste verpackt liegen ohne Rücksicht auf ihre Stellung gegen einander und ihre Lage gegen den magnetischen Meridian. Vor acht Jahren untersuchte ich sie alle mit der Magnetnadel genau, und verzeichnete die Stellungen derselben im ganzen Umfange der Stücke, wie die Figuren 21 bis 31 der 3. Tafel sie von einzelnen Durchschnitten einiger Stücke angeben. Vor einigen Monaten revidirte ich diese Beobachtungen mit derselben Magnetnadel und nur an einem kleinen Stücke schien sich die magnetische Kraft etwas geschwächt zu haben, in dem es nicht mehr wie früher im Stande war, die Nadel um  $180^\circ$  abzulenken. An allen grösseren Tafeln nahm die Nadel fast überall dieselbe Stellung wie

früher ein und nur hie und da war eine Verschiedenheit in der Abweichung von 5, sehr selten von 10 Graden bemerkbar, so dass sie in ihrer magnetischen Kraft durchaus nicht gelitten zu haben schienen. Stahlmagnete würden gewiss, ebenso nachlässig behandelt, einen grossen Theil ihrer Kraft eingebüsst haben. Eben so wenig habe ich am Basalte jemals eine Verminderung oder Aenderung des Magnetismus bei heftigen Erschütterungen, die beim Absprengen und Zerschlagen der Platten so häufig vorkamen, bemerkt. Ein Basaltstück endlich, welches äusserst schwache Pole hatte, deren geringe Intensität durch die Schwingungen einer Magnetnadel bestimmt wurde, lag 2 Monate in verkehrter Stellung seiner Pole zum Meridian und zeigte sodann doch keine Veränderung in seiner Intensität und in der Lage der Pole \*).

Beim Magneteisen ist es bekanntlich der bei Weitem gewöhnlichere Fall, dass die Stücke nur anziehend auf beide Pole, also nur wie weiches Eisen wirken und man findet wenigstens in Sammlungen verhältnissmässig nur selten polarisch wirkende Stücke. Ich untersuchte früher sämtliche in dem mineralogischen Museum zu Bonn enthaltene Magneteisenstücke, mehrere aus dem Berliner Kabinet und viele aus Privatsammlungen. Unter 80 Stücken waren kaum 10 polarisch und unter diesen zeigten mehrere eine so geringe Polarität, dass diese nur mit Mühe nachgewiesen werden konnte. Besonders hervorzuheben aber ist es, dass sich nie ein Krystall von Magneteisen findet, der polarisch ist; die Krystalle ziehen stets an allen Ecken gleich stark beide Pole an. Diese Beobachtung, von deren Richtigkeit man sich in jeder grössern Mineraliensammlung überzeugen kann, bestätigt die oben angeführte Erfahrung, dass reines Magneteisen, so wie es aus der Erde kommt, niemals polarisch ist \*\*). Dagegen ist oft in sogenannten natürlichen

---

\*) Sehr unwahrscheinlich ist mir daher die Richtigkeit der von Hrn. Zimmermann angeführten, freilich auch von ihm selbst nicht ganz bestimmt ausgesprochenen Beobachtung, dass in einem Stücke stark polarischen Hornblendeschiefers die Pole sich umgekehrt hätten, nachdem es einige Wochen in verkehrter Stellung zum Meridiane im Freien gelegen hatte.

\*\*\*) Dagegen fand ich fast alle Eisenglanzkrystalle, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, polarisch wirkend. So zeig-

Magneten das Magneteisen mit andern Substanzen in verhältnissmässig grosser Quantität gemengt. So sah ich vor Kurzem einen solchen, welcher recht kräftig wirkte und dessen specifisches Gewicht nur 3,6 betrug.

Haben wir so eine Reihe von Stoffen: Basalt, Eisen, Magneteisen und Stahl, in denen sowohl die Fähigkeit polarisch zu werden, als auch die Fähigkeit polarisch zu bleiben, nachdem sie es geworden, in verschiedenem Grade sich findet, und haben wir uns in dem Vorhergehenden bemüht, die Eigenschaften auch desjenigen dieser vier Stoffe, der in dieser Hinsicht bisher am wenigsten bekannt war, genauer kennen zu lernen, so können wir jetzt noch einige allgemeinere Schlüsse über die Ursache der Coercitivkraft wagen. Die, wie es scheint, am meisten verbreitete Ansicht, dass die verschiedene Fähigkeit der Körper, die Magnetismen getrennt zu erhalten, in der grössern oder geringern Kohäsionskraft derselben ihren Grund habe, scheint nicht richtig; denn die geglühten, gekühlten und in Folge dessen polarisch gewordenen Basalte waren ausserordentlich bröckelich und zeigten einen nur geringen Zusammenhang zwischen ihren Theilen; ein Stück Basalt von den Nürburger Felsen zeigte mir noch vor Kurzem an derselben Stelle denselben Pol, den es vor neun Jahren erkennen liess, obgleich es so verwittert und mürbe war, dass ein grosser Theil desselben beim Zerschlagen des Stückes in Pulver zerfiel. Ich möchte vielmehr, indem ich von den am Basalte gemachten Beobachtungen ausgehe, eine andere Hypothese aufstellen, die, wenn nicht vollständig erwiesen, doch

---

ten z. B. in der Berliner Mineraliensammlung einige Aggregate platter Krystalle aus Elba und andere aus dem Liviner Thale und aus Brasilien die Eigenschaft recht deutlich. Hier lagen die Pole an den Rändern der Platten, also in der Ebene der Nebenachsen. Stücke unkrystallisirten Eisenglanzes zeigten sich nur zuweilen die Magnetnadel anziehend, aber niemals bestimmte Pole. Vielleicht finden sich in diesen Krystallen, wie in der polarisch wirkenden Hornblende, kleine Magneteisentheile mechanisch der Masse beigemischt. Interessant war es mir, nach diesen Erfahrungen vor Kurzem zu lesen, dass auch Hr. Plücker Eisenglanzkrystalle sehr polarisch wirkend gefunden hat (Pogg. Annal. 1849. Bd. 78, S. 429).

einer ferneren Prüfung werth scheint. Mir scheint nämlich der Grund der genannten Fähigkeit *in der Struktur der Körper zu liegen*, und die Hauptbedingung für dieselbe diese zu sein, dass die in der Masse enthaltenen Theilchen, die des Magnetismus fähig sind, nicht in unmittelbarem Zusammenhange stehen, sondern so weit von einander getrennt liegen, dass ein Uebergang des magnetischen Fluidums aus einem Theilchen in das andere nicht möglich oder wenigstens sehr erschwert ist \*). Wenn dann in dem einzelnen magnetischen Theilchen entweder durch den Erdmagnetismus oder durch künstliche Magnetisirung die beiden Magnetismen getrennt sind, so bilden sie eine unzählige Menge kleiner Magnetnadeln, deren gleiche Pole sämmtlich nach einer Seite gekehrt sind und deren entgegengesetzte einander nahe liegende Pole, indem sie nur durch Vertheilung auf einander wirken können, einander binden und die einmal erfolgte Trennung der Magnetismen in allen kleinen Magneten aufrecht erhalten. Es existiren dann also die Elementarmagnete, in die man sich zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen einen Magnetstab zerlegt zu denken pflegt, nicht nur in der Theorie, sondern in der Wirklichkeit, aber nicht als unendlich kleine, sondern nur als sehr kleine Eisentheilchen.

Beim Basalte und ähnlichen Gesteinen ist unter den vier oben genannten Substanzen die Trennung dieser einzelnen Elementarmagnete am vollständigsten, weil diese, wie aus der verhältnissmässig geringen Quantität des im Basalte ent-

---

\*) Dass in vollkommen reinem Eisen ein solcher Uebergang von einem Theilchen zum andern, bei unmittelbarem Zusammenhange derselben, möglich ist d. h. dass in einem Stabe reinen Eisens, wenn er vollständig magnetisirt würde, die beiden Magnetismen sich durch die ganze Masse des Stabes vertheilen, nehme ich — wol mit mehreren Physikern — an, da mir dies nach der Analogie mit anderen dem Magnetismus verwandten Naturkräften das wahrscheinlichere zu sein scheint und ich keinen Versuch kenne, der diese Annahme direkt widerlegt; obschon man, wie es scheint, gewöhnlich, von der Vertheilung des Magnetismus im Stahlmagnete ausgehend, es als eine Eigenthümlichkeit der magnetischen Kraft bezeichnet, an die kleinsten Theilchen des Eisens gebunden zu sein.

haltenen Magneteisens hervorgeht, durch dazwischen liegende, feste, entweder ganz unmagnetische oder doch des Magnetismus in höchst geringem Grade fähige Theilchen getrennt sind, und deshalb besitzt der Basalt die Fähigkeit, die einmal angenommenen Polaritäten zu erhalten, im höchsten Grade. Es ist aber auch zugleich klar, dass eine solche Masse, in der die magnetischen Theilchen so vollständig getrennt sind, sich sogleich polarisch zeigen muss, wenn nur so viele von diesen durch den Erdmagnetismus magnetisirt sind, dass sie gegenseitig auf einander wirken können, wenn auch ihre Wirkung im Ganzen noch eine sehr schwache ist, denn die einmal getrennten Magnetismen werden in den der Oberfläche zunächst liegenden Theilchen auch bei Annäherung eines Poles der Magnetnadel verhindert werden, ein anderes Verhältniss zu einander anzunehmen, weil sie durch die dahinter liegenden Magnete, auf welche der Pol der Nadel weniger wirken kann, bereits gebunden und in ihrer Lage fixirt werden. Beim reinen Magneteisen dagegen werden bei Annäherung eines Poles der Magnetnadel, wenn auch der grösseren Menge der magnetischen Theilchen wegen die Wirkung im Ganzen eine stärkere ist, die beiden magnetischen Fluida sich durch die ganze Masse, deren Theilchen in genauerem Zusammenhange unter einander stehen und dem Uebergange derselben keine oder nur sehr geringe Hindernisse entgegenzusetzen, so vertheilen, dass dem nahen Pole der Nadel der entgegengesetzte Magnetismus zuströmt und eine Anziehung desselben bewirkt. Es wären also nach dieser Annahme dieselben Strukturverhältnisse, welche im Basalte die beiden oben erwähnten Eigenschaften hervorrufen: die leichte und baldige Trennung der Magnetismen auch bei nur schwacher magnetischer Wirkung und die grosse Beharrlichkeit, mit der eine einmal erfolgte Trennung aufrecht erhalten wird.

Alle Mittel, schliesse ich weiter, welche in Eisen oder Magneteisen haltigen Substanzen dieselben oder ähnliche Strukturverhältnisse, wie die eben beschriebenen, hervorbringen können, werden auch im Stande sein, ihnen in höherem oder geringerem Grade Coercitivkraft zu verleihen. — Wir haben aber auch schon oben gesehen, dass zur Hervorbringung einer stärkeren magnetischen Wirkung in solchen Körpern noch

eine zweite Bedingung erfüllt sein muss, dass sie nämlich bei der beschriebenen Struktur, durch die ein unmittelbarer Uebergang des Magnetismus von einem Theilchen zum andern aufgehoben ist, eine gewisse Porosität besitzen müssen, wenn eine von aussen wirkende, magnetisirende Kraft, sei es die Kraft der Erde oder eines künstlichen Magnets, tiefer in den Körper eindringen soll, weil sonst, wie es scheint, die unmittelbar an der Oberfläche liegenden Eisentheilchen die regelmässig polarisirende Wirkung auf die innern Theile aufhalten und verhindern. Diese letztere und zum Theil auch die erstere Bedingung wird aber, wie oben bereits ausgeführt, am vorzüglichsten durch einen schnellen und heftigen Temperaturwechsel erfüllt, weil in Folge dessen die Masse sich in unzähligen Punkten schnell und mit grosser Heftigkeit zusammenzieht und dadurch in den dazwischen liegenden Theilchen partielle Zerreibungen und Trennungen oder auch, je nach der Zähigkeit der Substanz, gewaltsame Zerrungen und Spannungen bewirkt. Durch die so entstandenen Spalten oder Poren wird einmal ein mehr oder weniger tiefes Eindringen des magnetischen Fluidums in das Innere des Körpers und die Magnetisirung der hier liegenden magnetischen Theilchen möglich, zugleich aber werden diese dadurch noch mehr von einander isolirt; ja, es ist nicht unwahrscheinlich, dass, wo eine wirkliche Trennung der Theilchen nicht erfolgt, schon die ungleiche Dichtigkeit, die zwischen den einzelnen Massentheilchen durch den Temperaturwechsel hervorgerufen wird, in ähnlicher Weise, wenn auch in geringerem Grade, wie bei der gänzlichen Isolirung der Elementarmagnete die Fortbildung der magnetischen Kraft hemmt und eine magnetische Vertheilung hervorruft, die sich einige Zeit hindurch erhält. — Nehmen wir endlich noch an, was kaum zu bezweifeln sein möchte, dass die weniger schroffen aber unendlich oft wiederholten Temperaturwechsel, die in der Atmosphäre erfolgen, die einmaligen, heftigen und künstlich hervorgebrachten Temperaturwechsel zu ersetzen im Stande sind, so bliebe mir nur noch zu zeigen, dass ähnliche Verhältnisse, wie beim Basalt, auch bei den übrigen Substanzen Statt finden, welche einer starken magnetischen Polarität fähig sind.

Dass beim Magneteisen, wenn dasselbe durch die Ein-

wirkung der Atmosphäre und des Erdmagnetismus polarisch wird, etwas ganz Aehnliches Statt findet, wie beim Basalt, liegt auf der Hand. Einmal werden auch hier durch den Einfluss der Temperatur in dem Steine Spalten, Zerreibungen und eine Auflockerung im Zusammenhange der Theile hervorgeufen, dann aber wird, wie ebenfalls beim Basalte, nicht nur an der Oberfläche, sondern bis in die kleinsten, den Stein durchdringenden Spaltungsflächen, aus dem Magneteisen Eisenoxydhydrat erzeugt, und dadurch aus der Masse des Steines selbst eine unmagnetische Substanz gebildet, die sich in sehr kleinen Parteen zwischen die Magneteisenthelchen ablagert, so dass auch hier die beiden oben genannten Bedingungen erfüllt sind. Ich bemerke nur noch, dass mit dieser Vorstellung von dem Entstehen der polarischen Eigenschaft in den natürlichen Magneten die früher angeführte Beobachtung Gmelins ganz übereinstimmt, nach der die am meisten bröckeligen Theile des Steins auch die wirksamsten sind; dass ferner in den geglühten und gekühlten Magneteisensteinen im obigen Versuche, sich entweder nur sehr schwache Pole oder nur eine Anlage zur Polarität zeigte, wahrscheinlich weil durch die plötzliche Abkühlung allein die nöthigen Veränderungen der Masse nur unvollständig erfolgt waren und noch ein zu inniger Zusammenhang zwischen den meisten Theilchen derselben bestand. — Dass auch die Pole im Magneteisenstein sehr häufig solcher Art sind, wie wir sie an den sekundären Achsen in den grösseren Basaltfelsen kennen gelernt haben d. h. Stellen, die in höherem Grade, als die übrige Gesteinmasse die Fähigkeit erlangten, magnetisch zu werden, darauf ist schon früher aufmerksam gemacht.

Auch Eisen kann ganz auf dieselbe Weise einen bleibenden Magnetismus annehmen, wenn es lange Zeit hindurch den Einflüssen der Atmosphäre und des Erdmagnetismus ausgesetzt ist, wie die bekannte Erzählung von *Leeuwenhoek* beweist, der 1722 einige Stücke von einem eisernen Kreuze untersuchte, welches einige hundert Jahre auf der Spitze des Kirchthurmes zu Delft gestanden hatte und zur Reparatur heruntergenommen wurde. Zuerst erhielt er ein Stück, welches nicht auf die Magnetnadel wirkte, später aber brachte ihm ein Arbeiter vom Fusse der Helmstange einige „verrostete“

Stücke, die grössere Anziehungskraft besaßen, als die beiden natürlichen Magnete, die Leeuwenhoek besaß und „diese Stücke waren, wie er bemerkt, so hart, dass keine Feile sie angriff“ \*). „Hieraus zeigt sich, dass auch das Eisen die so eben beim Magneteisen beschriebenen Veränderungen erlitten hatte, dass nämlich, indem ein Theil desselben in Eisenoxydhydrat verwandelt wurde, eine unmagnetische Substanz in ihm erzeugt wurde, und dass die Temperaturwechsel der Atmosphäre dieselbe Erscheinung und dieselben Strukturverhältnisse hervorgerufen hatten, die bei der Härtung des Stahls durch die schnelle Abkühlung der erhitzten Masse bewirkt werden.

Im Stahl endlich scheinen mir ebenfalls wesentlich dieselben Bedingungen zu dem magnetisch polarischen Verhalten, wie beim Basalte, Statt zu finden, denn es ist schon aus den von Nicholson über den Stahl angestellten Untersuchungen \*\*) erwiesen und durch chemische Untersuchungen \*\*\*) in neuerer Zeit genauer festgestellt, dass man sich den Stahl nicht als eine einfache chemische Verbindung von Eisen und Kohlenstoff, sondern als ein sehr feines Gemenge von reinem Eisen und Kohleneisen oder weissem Roheisen zu denken hat. Andererseits ist aus den Versuchen Barlows \*\*\*\*\*) bekannt, dass Roheisen viel weniger empfänglich für den Magnetismus ist, als Stabeisen. Seine Fähigkeit den Magnetismus aufzunehmen, soll sich nach diesen Versuchen zu der des Stabeisens verhalten etwa wie 48 zu 100, und sicher wird auch Stabeisen in dieser Eigenschaft von reinem Eisen weit übertroffen. Wir haben also auch im Stahl ein Gemenge von zwei des Magnetismus in sehr verschiedenem Grade fähigen Substanzen, und da es nur hierauf anzukommen scheint, so ist es erklärlich, dass Silberstahl ebenso bleibenden Magnetismus annimmt, als Kohlenstahl. Auch sollen andere Substanzen, wie Schwefel, Phosphor u. dgl. dem Eisen beigemenget, ihm dieselbe Eigenschaft geben. Zu diesen Strukturverhältnissen tritt nun noch das Härten des Stahls hinzu, wodurch sich auch

---

\*) Gehler. Ph. W. VI. Abth. 2. S. 657.

\*\*) Gilberts Annal. der Ph. 1807. Bd. 26. S. 254.

\*\*\*) Vergl. Mitscherlich. Lehrb. d. Chemie II. S. 127.

\*\*\*\*) Gehler. VI. S. 684.



hier zwischen unzähligen verdichteten Punkten der Masse sehr kleine Zwischenräume oder wenigstens Stellen bilden, in denen die heftig gespannte und gezerzte Masse weniger dicht ist. Dass dies wirklich der Fall ist, beweist der Umstand, dass der Stahl oft wider den Willen des Arbeiters grössere Sprünge bekommt und dass er gehärtet ein grösseres Volumen hat als vor der Härtung. Durch diese Porosität werden die einzelnen Theilchen weichen Eisens noch mehr und vollständiger von einander getrennt; sie mag aber auch hier bei der Magnetisirung das Eindringen der magnetischen Kraft möglich machen oder erleichtern. Dass der Stahl übrigens, weil ein Theil der Masse sich in heftiger Spannung befindet, hart ist, scheint mit der magnetischen Eigenschaft zwar dieselbe Ursache zu haben, nicht aber selbst Ursache derselben zu sein. So würde also auch im Stahl, wenn er magnetisirt wird, eine sehr grosse Menge kleiner und isolirter Magnetnadeln, ähnlich wie im Basalt, entstehen. Es unterscheiden sich aber beide Substanzen einmal dadurch, dass im Stahl die Menge der vorzüglich magnetischen Theilchen sehr viel grösser ist, dass sie sich viel näher liegen und vielleicht noch gleichmässiger in der ganzen Masse, als im Basalt vertheilt sind, dann aber auch dadurch, dass die sie trennenden und isolirenden Theilchen im Stahl zwar weniger empfänglich für den Magnetismus als jene, aber durchaus nicht ganz unfähig sind, ihn anzunehmen. Aus dem ersten Grunde zeigt Stahl einen höheren Grad von Magnetismus als Basalt und namentlich auch eine stärkere Anziehung gegen weiches Eisen; aus dem letzten Grunde wird der Stahl eher eine allmälige Ausgleichung der getrennten Magnetismen zulassen. Eine heftige Erschütterung wird den Magnetismus des Stahls schwächen oder kann die schnellere Aufnahme der magnetischen Kraft möglich machen, wenn dadurch bei der grossen Elasticität der Masse die nur durch sehr kleine Zwischenräume getrennten Magnetnadeln plötzlich einander genähert und momentan die verschiedene Dichtigkeit in den Theilchen der Masse aufgehoben, also eine Fortleitung des Magnetismus möglich wird. Beim Basalte wird eine Erschütterung wenig Einfluss auf die magnetische Kraft haben können, weil die einzelnen Magnettheile weiter von einander entfernt und durch feste, wenig elastische

und fast unmagnetische Massen getrennt sind. In künstlichen Stahlmagneten sind grössere Spalten und Sprünge der gleichmässigen Magnetisirung durch kräftige Magnete ungünstig, weil sie die magnetischen Theilchen weiter von einander entfernen, und ihre gegenseitige Wirkung auf einander schwächen; im Basalt begünstigen sie aus einem andern Grunde das Auftreten der polarischen Eigenschaft, weil sie die Einwirkung des Erdmagnetismus auf das Gestein erleichtern. — Mit weichem Eisen verglichen nimmt der Stahl den Magnetismus schwerer an, als jenes, weil in ihm die Fortleitung des Magnetismus fortwährend unterbrochen wird und die einzelnen Theilchen des darin enthaltenen reinen Eisens vielleicht grösstentheils nur durch Vertheilung magnetisirt werden; im Eisen aber die ganze Masse von dem magnetischen Fluidum durchströmt wird.

In voller Uebereinstimmung endlich mit der hier aufgestellten Ansicht scheint es mir zu sein, dass ausser dem Temperaturwechsel noch einige andere Mittel dem Eisen in einem gewissen Grade die Eigenschaft, einen bleibenden Magnetismus anzunehmen, ertheilen können, wenn sie im Stande sind einzelne Theilchen der Masse weiter von einander zu trennen und zu spannen, andere einander zu nähern und zusammen zu drängen, überhaupt dem Eisen an verschiedenen Stellen eine verschiedene Dichtigkeit zu geben. So wird es zu erklären sein, dass Eisen durch Hämmern und eiserne Drähte durch Drehen in gewissem Grade die Fähigkeit erlangen, die magnetischen Fluida getrennt zu erhalten.

---

## Erklärung der Zeichnungen.

Die Figuren der I. und II. Tafel beziehen sich (vergl. S. 205 bis 220) auf die beiden polarischen Basaltfelsen unweit der Nürburg in der Eifel und zwar die I. Tafel auf den südöstlichen, die II. auf den nordwestlichen Felsen. Die Figuren 1 bis 4 und 11 bis 14 stellen die Seitenflächen der Felsen dar; auf ihnen sind senkrechte Linien, *a* bis *u* und *a* bis *o* und horizontale I bis V gezeichnet, die hier  $\frac{1}{2}$  Zoll, auf den Felsen selbst einen Fuss weit von einander entfernt sind. Die Zeichnungen haben also  $\frac{1}{24}$  natürlicher Grösse. Am

Durchschnittspunkte jeder horizontalen mit jeder senkrechten Linie ist durch die Richtung des Pfeiles die Stellung, welche die Magnetnadel der Boussole an diesem Punkte der Felsenoberfläche einnimmt, und durch die Zahl die Abweichung derselben von dem Meridiane nach Westen oder Osten in Graden bezeichnet. Die punktirten Linien verbinden diejenigen Punkte auf den Flächen der Felsen, in denen die Nadel die gleichen Abweichungen von  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  westlich oder östlich, und  $180^\circ$  hat; die stärker punktirten Linien bezeichnen die Lage der Pole, die schwächer punktirten die Lage der Indifferenzpunkte. Auf den Felsen selbst wurden im Jahre 1841 diese letzten Linien mit rother Farbe punktirt, die horizontalen und senkrechten mit gelber Farbe gezeichnet.

Die Figuren 5 bis 9 und 15 bis 19 zeigen in derselben Weise die Stellungen der Magnetnadel im Umfange der erwähnten 5 horizontalen Linien in verschiedener Höhe der Felsen; sie stellen also gleichsam 5 Durchschnitte der Felsen dar, während die Figuren 10 und 20 die Nadelstellungen auf der Oberfläche der Felsen angeben. Da, wo die Nadel, am Felsen von W. durch S. und O. nach N. herumgeführt, von der regelmässigen Drehung durch den Kreis der Boussole abwich und zurückging, da wurde jedes Mal das Maximum der Abweichung angegeben und die entsprechende Zahl ist in den Zeichnungen unterstrichen. Die Punkte N, S, n, s,  $\nu$  und  $\sigma$  bezeichnen die Lage der Pole, wie sie sich ungefähr aus den Stellungen der Nadel am Umfange der Felsen ergibt, und die sie verbindenden Linien sind die magnetischen Achsen, während die durch feine Striche angedeuteten Linien ungefähr die Wirkungskreise derselben angeben.

Die Figuren 21 bis 31 der III. Tafel zeigen die Stellungen, welche die Magnetnadel am Umfange einzelner Basalttafeln annimmt, die von den Nürnburger Felsen abgeschlagen wurden (vergl. S. 220 bis 233). Die Figuren 21 bis 26, 28 und 29 D haben  $\frac{1}{3}$  natürlicher Grösse. Es beziehen sich

Fig. 21 bis 23 auf ein Basaltstück, welches der nordöstlichen Kante des nordwestlichen Felsens in der V. horizontalen Linie angehörte (S. 221—223).

Fig. 24, 25 und 26 auf zwei Basalttafeln von der südöstlichen Kante des südöstlichen Felsens unter den horizontalen Linien (S. 224).

Fig. 27 auf ein Stück von der Westseite des südöstlichen Felsens in der IV. horizontalen Linie (S. 226).

Fig. 28 auf ein Stück von der Nordostkante des südöstlichen Felsens ungefähr in der Höhe der IV. horizontalen Linie (S. 226).

Fig. 29 auf die östliche Seite des nordwestlichen Felsens in der Höhe der III. Horizontallinie (S. 227).

Fig. 30 auf ein Stück von der westlichen Seite des nordwest-

lichen Felsens in der Höhe der IV. Horizontallinie zwischen *c* und *d* (S. 229).

Fig. 31 auf ein Stück von der Nordwestkante des nordwestlichen Felsens in der Höhe der IV. Horizontallinie bei *a* (S. 230).

Die Figur 32 giebt die Stellungen der Magnetnadel an der Nordseite eines polarischen Basaltfelsens auf der Landskrone bei Hepingan (S. 234).

Figur 33 ist die Durchschnittszeichnung durch einen grössern Basaltblock, der sich zwischen Dockweiler und dem Ernstberge in der Eifel fand, mit den Stellungen der Magnetnadel am Umfange des Blockes (S. 236).

Die Figuren 34 und 35 sind eben solche Zeichnungen durch einzelne Felsentheile vom sogenannten Beilstein zwischen Hühnerbach und Mannebach (S. 236, 237). Die 3 letztgenannten Zeichnungen sind nach Beobachtungen des Herrn Professor Förstemann gemacht.

Die Figuren 36 bis 45 sind Durchschnittszeichnungen durch Basaltsäulen und einzelne Blöcke mit den Stellungen der Magnetnadel an ihrem Umfange und der sich aus diesen ergebenden Lage der magnetischen Achsen. Es beziehen sich

Fig. 36 auf einen Basaltblock auf dem Riem, einer Basaltkuppe bei Boos (S. 242).

Fig. 37, 38 a und b, 42 auf Basaltsäulen von der hohen Acht; und zwar stellt Fig. 38 a einen Durchschnitt durch den obern Theil der Säule, und b einen Durchschnitt an einer  $2\frac{1}{2}$  Fuss tiefer gelegenen Stelle derselben Säule dar (S. 238).

Fig. 39 auf einen Block von dunkelgrauem Trachyt vom Brink beim Dorfe Köttelbach (S. 246).

Fig. 40 auf ein Felsstück vom Rothbusch, einer Basaltkuppe neben dem Hochkelberg (S. 240).

Fig. 41 auf eine Basaltsäule von der Spitze des Mendebergs bei Linz (S. 242).

Fig. 43 und 44 auf zwei Basaltblöcke von einem Berge bei Daun. Diese Figuren und Fig. 36 wurden von Hrn. Förstemann entworfen (S. 243).

Fig. 45 auf einen Basaltblock in der Nähe von Müllenbach (S. 240).

Der südöstliche polnische Felsen unweit der Nürnberg.

Fig. 1. Westseite.

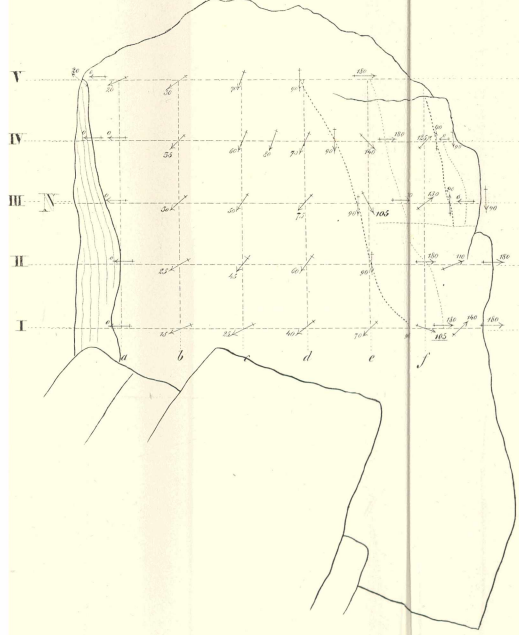


Fig. 2. Südseite.

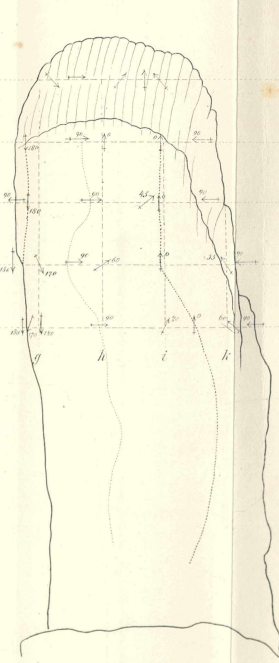


Fig. 5. Ostseite.

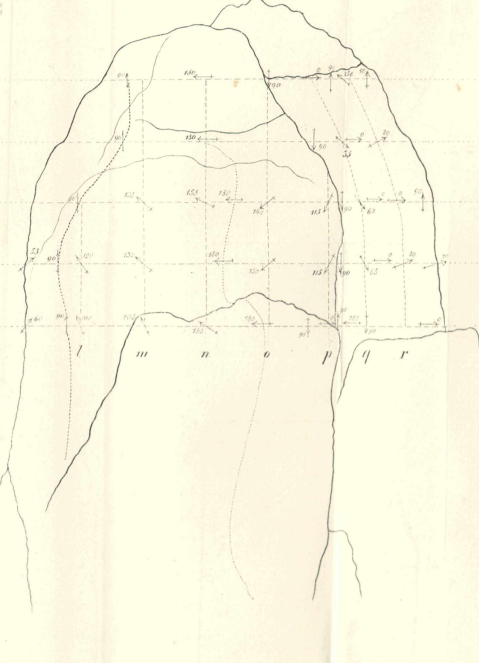


Fig. 4. Nordseite.

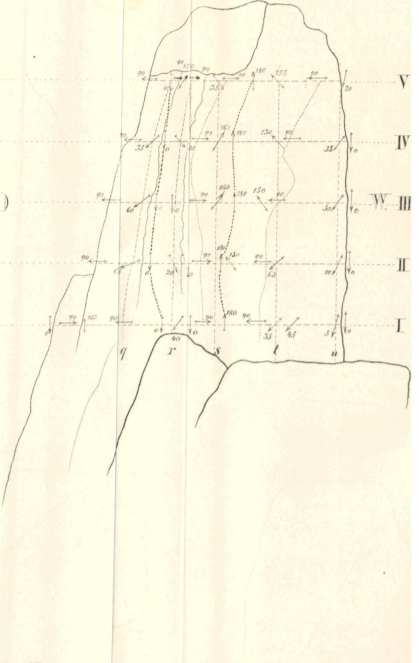


Fig. 5. I.

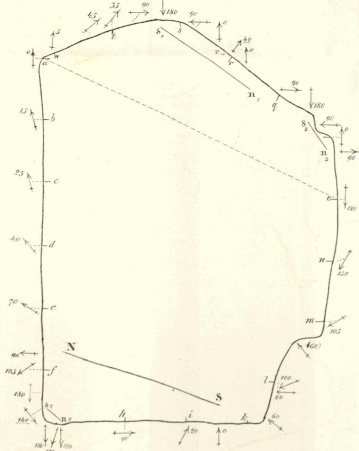


Fig. 6. II.

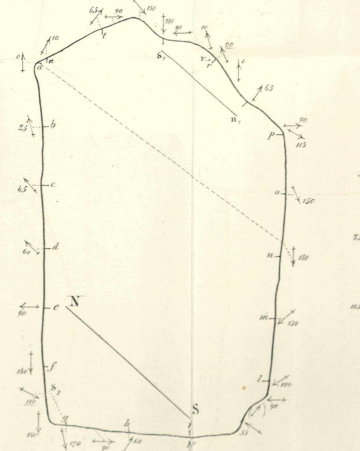


Fig. 7. III.

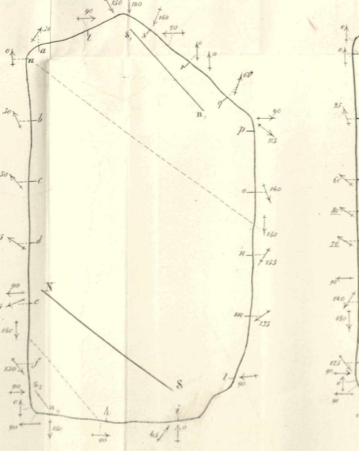


Fig. 8. IV.

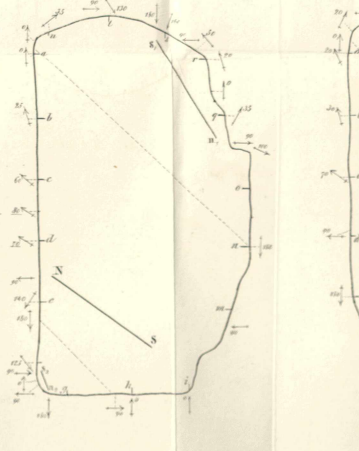


Fig. 9. V.

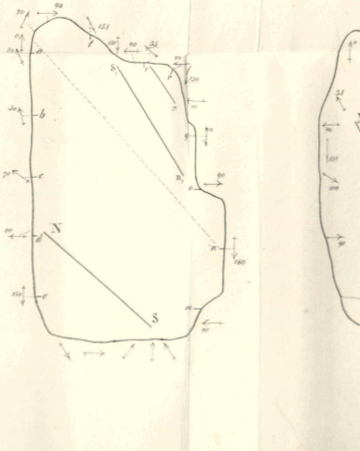


Fig. 10.





Der nordwestliche polarische Felsen unweit der Nürburg.

Fig 11. Westseite.

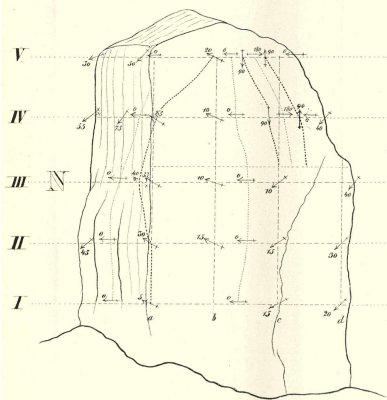


Fig 12. Südseite.

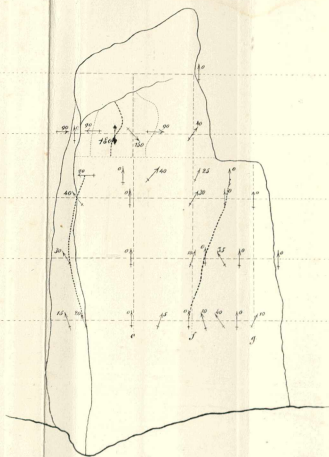


Fig 15. Ostseite.

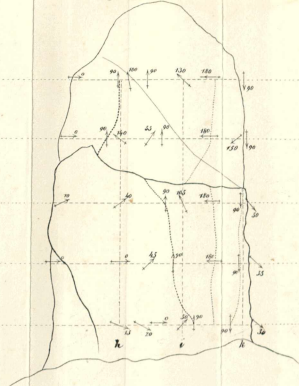


Fig 14. Nordseite.

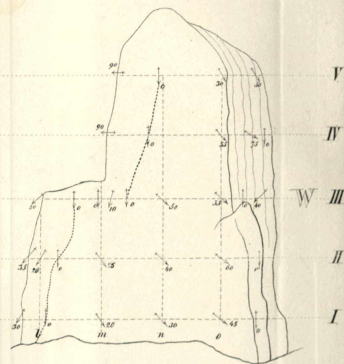


Fig 13. I.

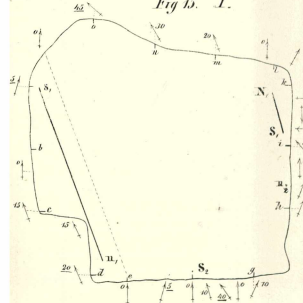


Fig 16. II.

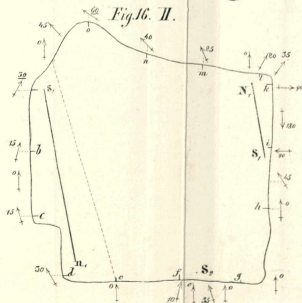


Fig 17. III.

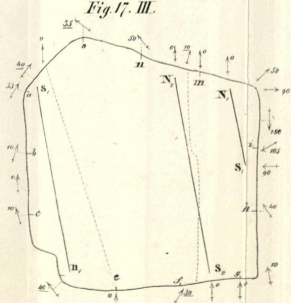


Fig 18. IV.

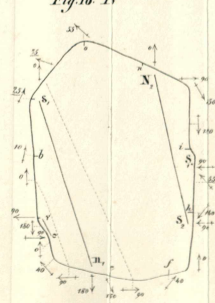


Fig 19. V.

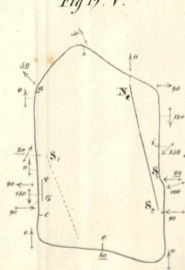


Fig 20.







