

## Der Magnetstein in geologischen Theorien der Vormoderne

### Einführung

Magnetit ist ein natürliches ferrimagnetisches Mineral, das vulkanisch entstanden ist und heute an tausenden Orten dieser Erde

### **Magnetite in geological theories of the Pre-Modern Period**

*This essay examines the pre-modern investigation of loadstones or magnetite, from the modern perspective of "geology" in the broadest sense. The focal question here is what assumptions researchers made about the relationship between magnetite and its effects, and planet earth. As long ago as the early 16th century, scholars and miners had begun to record locations of magnetite deposits more precisely, more systematically, and across a wider geographical area. In the 17th century, researchers then explained how magnetite was formed within the Earth and what role the planet's geographical characteristics played in geomagnetic phenomena. These questions are undoubtedly to be regarded as inventions of the Early Modern period as they were not addressed in any more detail until after the English physician and natural philosopher William Gilbert had termed the Earth a "great magnet" in the year 1600.*

*Initially, what miners and other practitioners knew about magnetite deposits and what theoreticians thought about their formation and interaction with the planet existed more or less in isolation. However, the more advanced and increasingly nuanced mapping of sites of discovery became increasingly relevant from a theoretical perspective during the 17th century. Some authors such as Gilbert, Niccolò Cabeo and Athanasius Kircher "demonstrated" the veracity of their speculations about underground structures made of magnetic deposits by, for example, furnishing fragments of knowledge or anecdotal accounts of discovery sites or geological events. Philosophers such as René Descartes subsequently hypothesised about how the planet, as a magnet, emitted tiny particles that were then to provide a mechanical explanation for geomagnetic phenomena on Earth.*

gefunden wird. Schon die Alten Griechen kannten dieses Mineral als „Magnetstein“ (λίθος μάγνης / *lapis magnes*).<sup>1</sup> Sie beschrieben ihn als schalen, dunklen, zierdelosen Stein, der aber über eine umso erstaunlichere Kraft verfügte: Wie durch ein Wunder zieht dieser Stein Eisen an, hält es fest und überträgt ihm seine Kraft. Plinius der Ältere berichtet in seiner *Naturgeschichte* (ca. 77 n. Chr.) von verschiedenen natürlichen Magnetsteinvorkommen, etwa im griechischen Thessalien in der historischen Landschaft „Magnesia“.<sup>2</sup> Dort lassen sich noch heute natürliche Magnetite finden und es ist anzunehmen, dass der Magnetstein seinen Namen dieser geographischen Herkunft verdankt.<sup>3</sup> Plinius berichtet hingegen eine andere etymologische Legende: Im heute türkischen Ida-Gebirge sei ein Hirte mit dem Namen „Magnes“ zufällig mit seinen eisenbeschlagenen Stiefeln und der Eisenspitze seines Hirtenstabs am steinigen Untergrund hängengeblieben. (Abb. 1) Er stand offenbar auf einem Magnetsteinvorkommen. An anderer Stelle berichtet Plinius sogar von ganzen Magnetbergen – die sich in allerlei abenteuerlichen Geschichten und kühnen Vorstellungen bis in das 17. Jahrhundert halten sollten.<sup>4</sup> Was für den legendären Hirten Magnes mutmaßlich eine zufällige Entdeckung war, die ihn in gehöriges Erstaunen versetzt haben dürfte, beschäftigte Naturforschende seither zunehmend systematisch: Was ist Magnetismus und wie sind magnetische Phänomene zu erklären? Diese Fragen wurden aber in vormoderner Zeit nicht in einer einzigen Disziplin gestellt und beantwortet. Die Beschreibung und Erklärung magnetischer Phänomene sowie praktische Verwendungen magnetischer Kräfte erfolgte in vielen sich überlappenden Kontexten wie etwa der Naturphilosophie, Nautik, Medizin, Alchemie oder Astronomie. In diesen unterschiedlichen Zusammenhängen wurde der Magnetismus also von, aus moderner Perspektive, sehr unterschiedlichen Blickwinkeln und mit entsprechend unterschiedlichen Erkenntniszielen und Vorannahmen behandelt. Für aber alle vormodernen Gelehrten war der Magnetstein als Mineral ein natürliches Erzeugnis der Erde, und kein Artefakt. Seit der Antike wurde also angenommen, dass ihn die Erde hervorbringt, mochten seine Wirkungen auch mit anderen, etwa astrologischen Kräften zusammenhängen. Somit gehörte der Magnetstein auch zu den zahlreichen Mineralen und Metallen, mit deren Erschließung und Förderung das Bergbauwesen betraut war. Reicht der Abbau von Bodenschätzen wohl in die Frühzeit



Abb. 1: Illustration nach Plinius: „The Shepherd discovering the Magnetic Stone on Mount Ida with the Iron or his Crook“, nach Murray 1882, S. 107. (Quelle: Boston Public Library, 6003.55. (<https://archive.org/details/warnesmodelhouse00murr>))

der Menschheit zurück, ist die Formulierung der systematischen Grundlagen und Methoden dieser Aneignung der Erde in Form einer Montanwissenschaft bekanntlich erst viel später entwickelt worden. Eine systematische im weitesten Sinne geologische Auseinandersetzung mit dem Magnetstein und der magnetischen Kraft erfolgte erstmals im 16. Jahrhundert, war aber auch zu dieser Zeit noch kein geschlossener Diskurs, sondern fand in ganz unterschiedlichen Zusammenhängen statt.

Dieser Beitrag wirft einige Schlaglichter auf die frühneuzeitliche ‘proto-geologische’ Beschäftigung mit dem Magnetstein und seinen Kräften und stellt dabei zwei wichtige Komplexe dieser Beschäftigung exemplarisch vor: 1) Was wusste das vormoderne Bergbauwesen über die Fundorte von Magnetsteinen? 2) Wie und wodurch bringt die Erde den Magnetstein nach Ansicht vormoderne Forschenden hervor und wie hängt dies mit (geo-)magnetischen Phänomenen zusammen? Ein Epilog wird den Forschungsstand zu Erfindung und Benutzung des Grubenkompasses vorstellen – ein Thema, das dringend weitere Erforschung verdient hätte.<sup>5</sup>

Die beiden hier zentralen Fragenkomplexe – Montanwissen und Theorien – überlappen sich in den historischen Quellen zunächst eher selten, werden jedoch durch eine gemeinsame Perspektive zusammengehalten, die im modernen Sinn als „geowissenschaftlich“ gelten kann: Sie fragt nach der Beziehung des Magnetsteins zum Erdkörper, mal mit Fokus auf eher praktische Bereiche des Montanwesens, etwa Exploration und Prospektion, mal eher mit Fokus auf die theoretische Untersuchung von geologischen Prozessen, etwa der Lagerstättenkunde. Die im modernen Verständnis so naheliegende Verschränkung und Abhängigkeit dieser Bereiche deutet sich zwar schon früh an, wird jedoch mit Blick auf den Magnetstein erst im Laufe des 17. Jahrhunderts deutlicher ausgeprägt.

## Montanwissen

In antiken und mittelalterlichen Klassifikationen von Mineralen galt der Magnetstein meist als Stein und nicht beispielsweise als Metall.<sup>6</sup> In sogenannten Steinbüchern oder Lapidarien listeten Forschende seit der Antike verschiedene Steine auf, beschrieben ihr Aussehen, ihre Fundorte und ihre Wirkungen. Auch der Magnetstein ist stets in diesen Listen zu finden – eine besonders einflussreiche Quelle war sogar die bereits erwähnte *Naturgeschichte* Plinius’, die ebenfalls solch eine Liste von Steinarten enthält.<sup>7</sup> Dem Magnetstein kommt hier keineswegs eine Sonderrolle zu, sondern er taucht neben all den anderen Steinen auf, wenn auch seine Wirkung, Eisen magnetisch anzuziehen, durchaus als Alleinstellungsmerkmal anerkannt wurde. Lapidarien führten nicht nur möglichst viel Wissen über Steine zusammen, sondern hatten ganz häufig vor allem die Zielsetzung, die medizinischen Verwendungen von Steinen und anderen sogenannten „einfachen Substanzen“ (*simplicia*) aufzuzählen, und schöpften dabei aus vielen Quellen.<sup>8</sup> Hierzu wurde überliefertes Wissen kopiert und nicht immer kritisch überprüft und oft eher sporadisch als systematisch erweitert.

Blickt man etwa in Plinius’ wirkmächtiges Kapitel zum Magnetstein, findet man auch dort eher ein Sammelsurium an Informationen. Plinius und seine Nachfolger kannten zudem nicht „den einen Magnetstein“, sondern eine ganze Reihe verschiedener Arten von Magnetsteinen, die sich in ihrer Erscheinung, in Fundorten und spezifischen Eigenschaften deutlich unterschieden. Die fünf dort genannten Sorten kamen aus Regionen, die recht ungenau bestimmt waren, und auch aus Gegenden weit jenseits des unmittelbaren europäisch-lateinischen Einflussgebietes, etwa aus Indien oder Äthiopien.<sup>9</sup>

Die Karte der Fundorte für Magnetsteine wurde vor allem im 16. Jahrhundert, beinahe schlagartig, beträchtlich erweitert, zudem reflektierten viele Autoren darüber, ob Magnetsteine prinzipiell in der Nähe von Eisenvorkommen anzutreffen wären. Beide Perspektiven sollen im Folgenden kurz anhand ausgewählter Quellen skizziert und ideengeschichtlich kontextualisiert werden.

## Fundorte

Georg Agricola, der vielfach als Vater der modernen Geologie betrachtet wird, berichtete 1546 in *De natura fossilium*, dass die Bergarbeiter in einer „magnetum“ genannten Eisengrube bei Schwarzenberg im Erzgebirge nach Feierabend ihr eisernes Werkzeug auf der Stollensohle ablegten.<sup>10</sup> Als sie am nächsten Morgen erneut ihren Dienst antraten, fanden sie zu ihrem großen Erstaunen ihre Instrumente an der Decke des Stollens baumelnd, da das magnetische Gestein des Stollens sie angezogen hatte. Mit der Zeit machten es sich die Minenarbeiter gar zum Brauch, ihre Hämmer an die Decke zu hängen. Für Agricola, Kenner der montanen Welt wie der antiken Schriften, stand diese Posse im Kontext anderer klassischer Vorkommnisse, etwa der von Plinius berichteten Entdeckung der magnetischen Kraft durch den erwähnten Hirten Magnes. Doch die Anekdote zeigt auch, dass zu dieser Zeit der Magnetstein und seine Wirkung auch Bergleuten vertraut war.

Ähnliche direkte Zeugnisse von Begegnungen mit magnetischem Gestein unter Tage sind in mittelalterlichen und antiken Quellen nicht zu finden. Bis in die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts war

es weitestgehend das antike Wissen über bekannte Fundorte des Magnetsteins, das schriftlich in gelehrten Quellen tradiert wurde. Die erste umfassendere Erschließung der Fundorte wird im 16. Jahrhundert zunächst für den deutschsprachigen Kulturraum unternommen. Im weiteren Verlauf des 16. Jahrhunderts werden solche Fundorte dann beinahe global vermeldet und in Publikationen zusammengetragen.

Bereits 1530 erwähnte Agricola in seinem *Bermannus* knapp, dass der Magnetstein in zwei Städten des Erzgebirges gefunden werde: in Eibenstock und Schwarzenberg.<sup>11</sup> In *De natura fossilium* knüpfte er daran an und gab erstmals überhaupt eine sehr genaue Beschreibung einzelner Bergwerke, in denen Magnetstein gefunden werde:<sup>12</sup> Man fände ihn im Harz, in einem Ort jenseits Harzburg, der sieben Meilen von Goslar entfernt sei, vor allem aber in jener Grube „magnetum“ in der Nähe des Dorfes Pöhla bei Joachimsthal. Diese Eisenmine sei von einem gewissen Burkhard entdeckt worden. Auch das Frankenland erwähnt Agricola sowie eine Eisengrube in Böhmen beim Dorf Lessau.

Spätere Autoren bereicherten Agricolas Karte noch um weitere Fundorte. Christoph Entzelt (1550) wusste etwa von Magnetsteinen aus dem thüringischen Saalfeld.<sup>13</sup> Andere Autoren aus dem deutschsprachigen Raum kannten etwa auch den Ort „Cassen“ als Fundort oder erwähnten den „Schwarzenberger Theamedes“, eine abstoßende Magnetsorte.<sup>14</sup> Der am Prager Hof auch als Leibarzt von Rudolf II. tätige Anselm de Boodt ergänzte 1609 noch böhmische und schlesische Fundorte und berichtete, selbst mit einem Magnetstein aus St. Georg bei Prag zu arbeiten.<sup>15</sup> Hiermit lassen sich folgende deutschsprachige Regionen definieren, die dafür bekannt waren, den Magnetstein zu Tage zu bringen:

1. Erzgebirge: Eibenstock, Schwarzenberg, Cassen, Lessau, Pöhla, Schneeberg
2. Harz: Harzburg, Goslar
3. Sachsen: Meißen
4. Thüringen: Saalfeld
5. Franken: Hirschbronn
6. Schlesien und Böhmen: St. Georg, Kupferberg

Diese deutschsprachigen Regionen sind in Bezug auf ihre Magnetsteinvorkommen von den Forschenden im 16. Jahrhundert vergleichsweise hochauflösend erschlossen worden. Dies fällt auf, wenn man sich Beschreibungen von Fundorten weltweit ansieht, die im 16. und frühen 17. Jahrhundert in den Quellen aufgeführt wurden.<sup>16</sup> Die Konturen dieser Geographie verlaufen weitaus ungenauer, gleichwohl belegen sie aber auch, dass wenigstens exemplarisch weltweit Vorkommen bekannt wurden.

1. Tyrrhenisches Meer: Elba/Portoferraio, Sardinien, Korsika
2. Ägäisches Meer: Serifos
3. Italien: Neapel, Apennin, Viterbo
4. Iberische Halbinsel: Pyrenäen, Caravaca
5. Frankreich: Loire, Auvergne, Bretagne
6. Großbritannien: Dartmoore, Devonshire, Irland
7. Skandinavien: Norwegen/Langsund, Schweden, Dänemark, Island
8. Baltikum: Lappland, Livland
9. Weiteres Osteuropa: Preußen, Russland, Ungarn
10. Arabische Welt: Ägypten, Armenien
11. Afrika: Malindi
12. Fernost: Ostindien, Bengalen, China
13. Amerika: Peru/Cusco/Laraos

Was war die treibende Kraft hinter dieser Erschließung von Fundorten und woher stammte dieses Wissen? Diese Fragen sind nicht einfach zu beantworten, doch lassen sich für das Bei-

spiel des Magnetsteins durchaus Hypothesen formulieren: Einen wesentlichen Hintergrund für die vor allem im deutschsprachigen Bereich erfolgte präzise Erschließung der Fundorte bildete der medizinische Hintergrund.<sup>17</sup> Die paneuropäische Kartierung folgte vor allem merkantilen Interessen, wohingegen die sehr viel grobmaschigere globale Verortung der Fundorte auch Beiprodukt einer global ausgerichteten Faszination für das Exotische war, ermöglicht durch Exploration und Ausbeutung.

Der medizinische Hintergrund zeigt sich deutlich im Falle Agricolas, der als erster um eine genaue Fundortbeschreibung bemüht war, nicht nur beim Magnetstein. Seine Quellen für die Fundortskarte benennt er nicht ausdrücklich. Doch schon 1537 erwähnte Antonio Musa Brasavola, ein damals berühmter Arzt, in seinem Arzneibuch, dass der Magnetstein in deutschen Eisenminen auf Geheiß des sächsischen Fürsten von Eibenstock und Schwarzenberg gefördert werde.<sup>18</sup> Ob sich Brasavola nun auf Agricolas *Bermannus* stützte oder beide womöglich dieselbe unbekannt Quelle hatten, bleibt zwar ungewiss, es lässt sich aber wohl vermuten, dass die Bestimmung von Herkunft und Fundort des Magnetsteins im pharmakologischen Kontext eine gewisse Rolle gespielt haben dürfte. So finden sich auch in einem pharmakologischen Steinbuch des deutschen Arztes Valerius Cordus im Eintrag zum Magnetstein zahlreiche deutsche Fundorte, die deckungsgleich mit den von Agricola genannten scheinen.<sup>19</sup> Agricola war mit Cordus gut befreundet, beauftragte diesen mit der Sammlung von Naturalien und war nach dessen Tod mit der Verwaltung seines Nachlasses betraut.<sup>20</sup> Ebenso war Agricola auch ausgebildeter Apotheker und damit genau in diesem Milieu tätig. Zudem begründete er das Interesse an Bodenschätzen selber ausdrücklich und an erster Stelle als medizinisch-pharmazeutisch.<sup>21</sup> Auch wenn sich Agricolas Quelle nicht sicher bestimmen lässt, ist doch wahrscheinlich, dass das medizinische Milieu eine große Rolle dabei spielte, die Fundorte einzelner Minerale sorgfältig zu katalogisieren.

Als medizinisch nützliche und wertvolle Objekte waren Magnetsteine damit auch eine Ware. Es verwundert somit nicht, dass die Akteure auch den merkantilen Aspekt des Handels mit verschiedenen Magnetarten erwähnen und teilweise den unterschiedlichen monetären Wert unterschiedlicher Arten oder Herkünfte von Magnetarten unterscheiden. Eine weiße, „calamita bianca“ genannte Sorte, fand beispielsweise vor allem in Medizinerkreisen große Beachtung, und Elbas Küstenörtchen Portoferraio war bekannt dafür, diese Magnetart zu exportieren.<sup>22</sup> Andere Handelswege brachten die spanischen Magnetsteine aus Caravaca hingegen zum Verkauf nach Sevilla, Caliz, Valencia, Alicante und Lissabon.<sup>23</sup> Auch die Handelsmetropolen Genua und Venedig wurden schon früh als Umschlagplatz für den Magnetstein benannt.<sup>24</sup> Von ostindischen Magnetsteinen hieß es, sie wögen ihren Preis in Silber auf. Wenig Kraft hätten die Exemplare aus Langesund in Norwegen, doch wurde ebenso behauptet, dass die meisten starken Magnetsteine, die man in Europa sähe, gerade aus Norwegen stammten, wohingegen man die schwachen Steine der griechischen Insel Serifos sackeweise verhökere.<sup>25</sup>

Die Quellen für das Wissen von Magnetsteinen aus anderen Kontinenten sind schwieriger zu fassen, aber die Autoren, die hier von gewissermaßen aus zweiter Hand berichten, fallen vor allem dadurch auf, dass sie durch ihren Beruf, ihre religiöse Zugehörigkeit oder ihren sozialen Status Zugang zu Reisenden auf Expeditionen in fremde Welten hatten. Hierzu zählen etwa Quellen, die von Instrumentenbauern verfasst wurden, die Seefahrer für ihre Langstreckenreisen ausstatteten, oder von Jesuiten, die ein glo-

bales Netzwerk an Missionen betrieben, oder von Affilierten königlicher Höfe, die internationale Machtpolitik durchsetzten und damit zwangsläufig mit Seefahrern und Händlern umgingen, die zu berichten wussten.

## Der Magnetstein in der Eisenmine

Geologische Theorien dazu, warum der Magnetstein an einem ganz bestimmten Ort zu finden ist, entwickelten Autoren, die zum Beispiel in einem Steinbuch Fundorte aufzählten, nicht. Aber manche Autoren machten, auch ohne allgemeine geologische Hypothesen zu postulieren, die Beobachtung, dass Magnetstein und Eisen gehäuft an denselben Orten gefunden würden und wollten damit teilweise auch die Anziehungskraft des Magnetsteins auf Eisen begründen. Hier drückt sich aber bereits ein Bemühen aus, Fundorte systematisch und nicht nur geografisch zu bestimmen.

Bereits der antike Arzt Galen von Pergamon (2. Jh. n Chr.) hatte darauf verwiesen, dass Eisen und Magnetstein oftmals in derselben Mine oder Erzader zu finden seien, und dies mit ihrer Ähnlichkeit sowie der Anziehungskraft in Verbindung gebracht.<sup>26</sup> Petrus Peregrinus, Autor des ersten Traktats zum Magnetstein überhaupt, bestritt im 13. Jahrhundert zwar, dass aufgrund dieses gemeinsamen Fundortes die Anziehungskraft des Magnetsteins erklärbar wäre.<sup>27</sup> Er wollte jedoch nicht ausschließen, dass sich eben Magnetstein und Eisenvorkommen oftmals den Fundort teilten. Auch in den alchemistischen Theorien des Mittelalters wurde die postulierte „Verwandtschaft“ zwischen Eisen und Magnetstein oftmals mit ihrem gemeinsamen Fundort in Verbindung gebracht.<sup>28</sup> Diese Fundort-Beobachtung wurde in frühneuzeitlichen Texten vielfach untermauert.

Georg Agricola berichtete von Magnetfunden in Eisenminen, etwa in Lessau. Christoph Entzelt, vermeldete Ähnliches aus Saalfeld.<sup>29</sup> Anselmus de Boodt, gab ebenfalls an, dass der Magnetstein oft in oder bei Eisenminen gefunden und dass in „Germania“ daher aus Magnetsteinen sogar Eisen herausgelöst werde.<sup>30</sup> Der Jesuit Georges Fournier, Verfasser eines umfassenden Handbuchs der Navigation (1643), konstatierte, dass der Magnetstein in jedweder Art von Erzgrube gefunden werde, insbesondere jedoch in Kupfer- und Eisenbergwerken.<sup>31</sup>

Doch wurde die Generalisierung der Regel „Wo Eisen, dort auch Magnetstein“ durchaus auch in Frage gestellt: Garcia de Orta, selbst Arzt und Forschungsreisender in Indien, behauptete bereits 1563, dass der Magnetstein mitunter auch an Orten gefunden werde, an denen weit und breit keine Eisenmine sei.<sup>32</sup> Auch der Jesuit Leonardo Garzoni, der eine bedeutende handschriftliche Abhandlung über den Magnetstein (ca. 1590) hinterlassen hat, berichtete davon, dass bei Malindi an der ostafrikanischen Küste Magnetstein gefunden werde, aber niemals Eisen.<sup>33</sup> 1645 befand Jean François Nicéron umgekehrt, dass der Magnetstein, anders als dies manche behaupteten, weder Beiprodukt noch Ausformung von Eisen sein könne, da etwa in Nivernais bestes Eisen gefördert werde, dort aber keine Magnetsteine zu finden seien.<sup>34</sup>

## Theorien

Die eher beiläufigen und nur ansatzweise systematischen Beobachtungen, Eisen und Magnetsteine in denselben Gruben zu finden – oder eben auch nicht –, wurden bis ins 16. Jahrhun-

dert hinein nicht ausdrücklich theoretisch begründet oder in Zusammenhang mit geologischen Vorgängen gebracht. Die bis dahin am weitesten verbreitete allgemeine Theorie zur Erklärung der Entstehung von Steinen und Metallen geht auf Aristoteles' Lehre von zwei Ausdünstungen zurück:<sup>35</sup> Aus dem Erdinneren kommend führe eine „trockene“ Ausströmung zur Bildung von Steinen, eine „feuchte“ zur Bildung von Metallen. Die sich hieraus ergebende kategorische Unterscheidung zwischen Metallen und Steinen wurde auch darin bestätigt gefunden, dass Metalle im Gegensatz zu Steinen schmelzbar waren. Der Magnet wurde meist als Stein betrachtet, vor allem auch, weil er ja nicht eingeschmolzen werden konnte.

Vor dem Hintergrund dieser Annahmen waren die gemeinsamen Grubenfunde ohnehin nicht besonders gut zu erklären. Wurde diese Beobachtung in einen theoretischen Zusammenhang gestellt, dann meist, um die Verwandtschaft von Eisen und Magnetstein zu postulieren und hieraus auch die Anziehungskraft des Magnetsteins auf Eisen zu erklären. Schon in der Antike wurde immer wieder ansatzweise erwogen, den Magnetstein als eine Mischform zwischen Eisen und Stein zu charakterisieren, aber erst im 16. Jahrhundert vertraten vor allem Paracelsisten diese These in einer gewissen Ausführlichkeit. Hierzu wurde dann passenderweise häufig erwähnt, dass man vermeintlich beide Substanzen an denselben Orten finden könne. Diese Neuklassifizierung des Magnetsteins als Mischung aus Stein und Metall oder später sogar als eine bestimmte Art von Eisen, die oft vor alchemistischem Hintergrund entwickelt wurde, erfuhr im Laufe des 17. Jahrhunderts immer mehr Zuspruch und Aufmerksamkeit.

Aber wie entstand der Magnetstein nun in der Erde? Eine echte, theoretisch wenigstens in Ansätzen ausgearbeitete Theorie hierzu formulierte erstmals der englische Arzt und Naturforscher William Gilbert, der mit seiner im Jahr 1600 gedruckten Monographie *De magnetibus* die einflussreichste und erste in dieser Ausführlichkeit ausgearbeitete experimentelle, philosophische und kosmologische Publikation zu den magnetischen Phänomenen vorlegte.<sup>36</sup> Seine in Teilen eher schwer verständliche Theorie zu den geologischen Prozessen, die am Ende den Magnetstein hervorbringen sollten, hängt mit zwei wesentlichen Annahmen zusammen, die hier nicht vertieft werden können. Zum einen ging Gilbert davon aus, dass die Erde selber ein großer Magnet sei, zum anderen betrachtete er Eisen und Magnetstein als zwei Ausformungen ein und desselben Stoffes, nämlich der sogenannten magnetischen Körper.

Seine Annahme, dass die Erde selbst ein großer Magnet sei, stützte Gilbert auf das Experiment, mit Hilfe eines rund geschliffenen Magnetsteins, den er „terrella“, also „kleine Erde“ nannte, bestimmte Effekte gewissermaßen am Miniaturmodell zu reproduzieren, die darauf schließen ließen, dass jene „terrella“ und der gesamte Erdkörper in wesentlichen magnetischen Eigenschaften übereinstimmten.<sup>37</sup> Hauptziel dieses Unternehmens war letztlich, eine kopernikanische Kosmologie zu untermauern, die experimentell zeigen sollte, dass die Erde eine tägliche Rotationsbewegung vollziehe.<sup>38</sup> Zudem erlaubte ihm seine geologische Annahme, die Erde als einen Magnet zu beschreiben, auch bestimmte geomagnetische Phänomene physikalisch zu erklären: die Ausrichtung der Magnetnadel nach den Polen der Welt, die je nach Breitengrad zu- oder abnehmende vertikale Neigung der Magnetnadel (Inklination), sowie die örtliche Missweisung (Deklination), also das Phänomen, dass die Nord-Süd-Ausrichtung einer Kompassnadel von Ort zu Ort leicht unterschiedlich ist.<sup>39</sup>



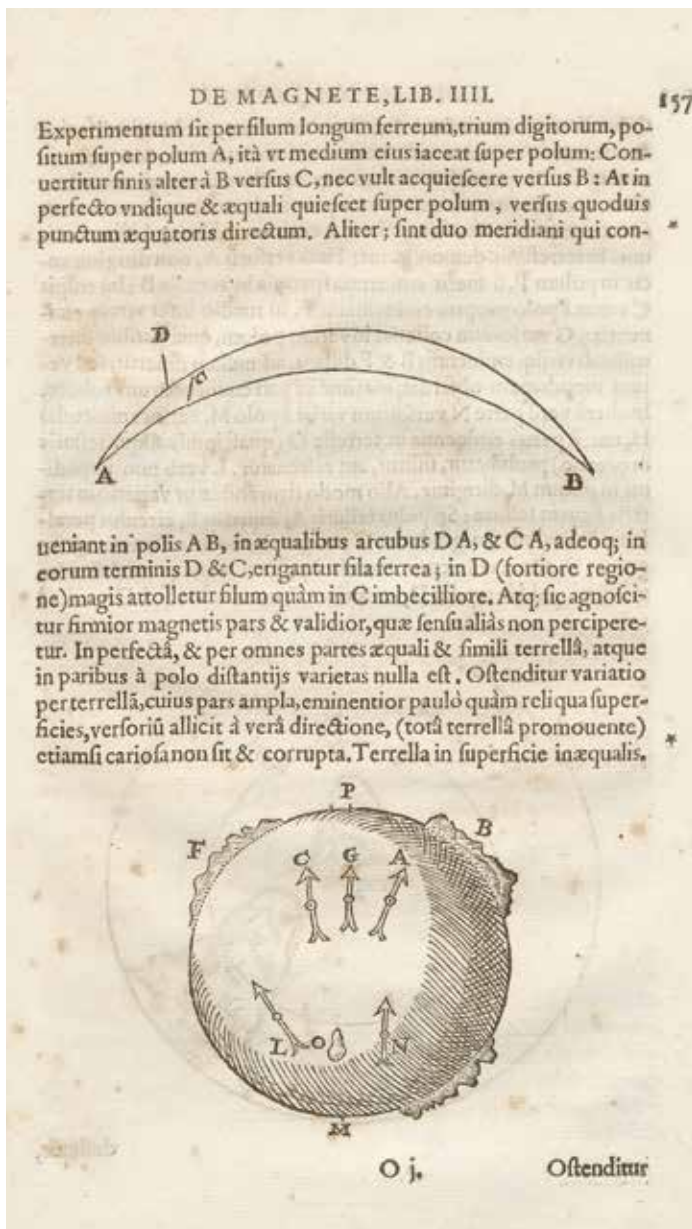


Abb. 2: Abgelenkte Magnetnadeln auf einem runden Magnetstein (untere Abbildung i. O.) zur Darstellung der Deklination, nach Gilbert 1600, S. 157. (Quelle: ETH-Bibliothek Zürich, Rar 1253. (<https://doi.org/10.3931/e-rara-8370>))

Während der Kompass bereits im späten 11. Jahrhundert in lateinischen Quellen erwähnt wurde, waren es insbesondere Entdeckungen und Anwendungen des 16. Jahrhunderts, durch die sich das Wissen um die geomagnetischen Phänomene beträchtlich erweiterte – Gilbert widmete einen großen Teil seines Werks der Analyse und Erklärung dieser Phänomene.<sup>40</sup>

Die von Gilbert entwickelte Geologie lässt sich nun folgendermaßen systematisieren: Der Planet Erde bestehe in seinem Kern aus einer Substanz, die Gilbert „wahre Erde“ nennt.<sup>41</sup> Jener Erdkern sei, so Gilbert, von einer Kruste umgeben, die die Erdoberfläche bilde. Die Entstehung von Steinen und Metallen geschehe durch „Ausflüsse“ aus dem Erdinneren, indem sich die vom Zentrum nach außen drängende „wahre Erde“ mit gewissen Prinzipien in der Kruste verbinde und so alle unterschiedlichen Steine und Metalle hervorbringe.<sup>42</sup> Da nun aber die Erde als Ganzes die we-

sentlichen Eigenschaften eines runden Magnetsteins habe, und die Erde im Inneren aus einer einzigen Substanz bestehe, unterstellte Gilbert, dass magnetische Körper einen besonders hohen Grad an Verwandtschaft zu jener „wahren Erde“ aufweisen. Die für Gilbert wesentlichen magnetischen Körper, Eisen und Magnetstein, hätten daher besonders große „Erdanteile“ und somit magnetische Kräfte.<sup>43</sup> Hiermit konnte Gilbert auch seine Annahme stützen, dass sich prinzipiell überall auf der Welt Eisen- oder Magnetvorkommen finden lassen müssten, deren individuelle Ausprägung jedoch davon abhängen würde, wie die jeweilige Ausströmung aus dem Erdkern auf ihrem Weg an die Oberfläche durch Beimischungen in der Kruste „verunreinigt“ wurde.<sup>44</sup>

Geomagnetische Phänomene sind für Gilbert im Rückgriff auf diese geologischen Annahmen physikalische Wechselwirkungen zwischen drei Konstituenten: einem Magnetstein (beziehungsweise einer Eisennadel) auf der Erdoberfläche, der „nicht-magnetischen“ Erdkruste und dem „magnetischen“ Erdkern. Allein die bloße magnetische Kraft der Erde sei dazu in der Lage, Eisen, das entlang der Nord-Süd-Richtung liege, zu magnetisieren.<sup>45</sup> Die von Gilbert nicht als Anziehung, sondern als genuine „magnetische Bewegung“ verstandene Richtkraft einer Magnetnadel zu den Polen der Welt hin werde ebenfalls durch den Erdkern direkt bewirkt und gesteuert. Auf einer makellos runden Erdkugel würde ein Kompass so stets den magnetischen Norden/Süden weisen.

Zahlreiche Messungen hatten jedoch schon zu Gilberts Zeit nahegelegt, dass die Weisung einer Kompassnadel lokalen Abweichungen unterlag, der Norden an dem einen Ort also woanders zu sein schien als an einem anderen. Gilbert erklärt dieses Faktum der Messwerte geologisch. Unebenheiten auf der Erdkruste bewirkten eine Art Irritation der Einflussnahme des Erdkerns auf das Messinstrument, was Gilbert auch am Miniaturmodell seiner „terrella“ zu reproduzieren versuchte. (Abb. 2)

Allerdings erachtete Gilbert diese Missweisung für zeitlich konstant und für praktisch unbeeinflussbar. So könnten weder Eisenvorkommen unter der Erde noch Inseln, ja nicht einmal das untergegangene Atlantis, auf die Varianz der Messwerte Einfluss nehmen.<sup>46</sup> Es muss jedoch festgehalten werden, dass Gilbert seine Theorie eher postulierte, als mit konkreten geografischen Beschreibungen und korrespondierenden magnetischen Messwerten systematisch zu untermauern. Einzelne Messungen der Missweisung und ihre Entsprechungen in Gilberts Hypothese werden innerhalb seiner Argumentation nicht systematisch erörtert, sondern Beobachtungen werden entweder von vornherein als Bestätigung seiner Theorie eingeführt oder die Korrektheit widersprüchlicher Beobachtungen wird schlicht angezweifelt.<sup>47</sup>

### Die Vorläufer von Gilberts Theorie

Gilberts geologische Theorie war wohl die erste, die eine einigermaßen ausführliche geologische Erklärung für die Entstehung des Magnetsteins präsentierte und die systematisch geomagnetische Phänomene in Zusammenhang mit geologischen Annahmen oder Beobachtungen stellte. Doch seine Ideen fußten vielfach auf schon vor ihm formulierten losen Gedanken anderer Forscher. Gerade das Verhalten einer Kompassnadel, die sich zu den Polen ausgerichtet, war seit dem 11. Jahrhundert in lateinischen Quellen beschrieben. Mittelalterliche Autoren betrachteten diese Wirkung allerdings eher als Einfluss der Sterne und nicht als eine terrestrische Wirkung. Doch im 16. Jahrhundert

versuchten Forschende häufiger, für eine Ursache auf oder in der Erde zu argumentieren, um das Verhalten einer Kompassnadel zu erklären.

Eine der kühnsten und berühmtesten Theorien war sicherlich, Magnetberge an den Erdpolen zu postulieren, auf die sich die Nadel ausrichtete. Diese magnetischen Felsbrocken, die in Antike und Mittelalter eher in Legenden und Abenteuergeschichten ihren Platz hatten, wurden nun sogar auf Weltkarten verzeichnet und je nach Messwerten der Missweisung frei in der Polarregion bewegt, um die Messwerte als Ausrichtungen auf die Magnetberge zu plausibilisieren. Die Ausrichtung der Nadel war dann nichts weiter als ihre Anziehung, die von einer großen Magnetmasse am Erdpol ausging. Doch auch in den kühnsten Polarexpeditionen der Zeit setzte nie jemand einen Fuß auf diese Magnetberge – sie waren ein Postulat, keine Realie. Aber sie leisteten der Idee Vorschub, die Erde selbst zum Ausgangspunkt zur Erklärung geomagnetischer Phänomene zu machen.

Diese polaren Magnetberge beschrieb Agricola nicht, aber er fügte in der zweiten, überarbeiteten Auflage von *De natura fossilium* (1558) eine Bemerkung zum Kompass für Navigation und Bergbau hinzu, aus der sich ebenfalls eine geologische Hypothese der Polarität des Magnetsteins ableiten lässt:<sup>48</sup> Der Südpol des Magnetsteins sei der Teil, der zum Südpol der Erde gerichtet war, als der Magnetstein noch unter der Erde lag.<sup>49</sup> Die Magnetisierung finde also in der Erde statt. Auch der Instrumentenbauer Georg Hartmann vermutete sogar schon 1527, dass die je nach geografischer Lage unterschiedlich große Missweisung der magnetischen Nadeln im Kompass mit der je nach Ort unterschiedlich großen Menge an Eisen in der Erde zusammenhängen könnte.<sup>50</sup> Ähnlich spekulierte der Geograph Jacques Severt 1588 darüber, dass die verschiedenen Werte der magnetischen Abweichung mit der mineralischen Herkunft des jeweils zur Magnetisierung der Nadel benutzten Magnetsteins zusammenhänge, da diese durch lokale Witterungsbedingungen unterschiedlich ausgeprägt seien und entsprechend unterschiedlich vom geografischen Norden abwichen.<sup>51</sup> Und Johannes Kepler übernahm von einem seiner Korrespondenten wohl schon 1599 die Ansicht, dass das Innere der Erde und ein Magnetstein einander in ihrer materiellen Beschaffenheit ähnelten.<sup>52</sup>

Gilberts Theorie der Entstehung von Magnetstein aus dem Erdinneren blieb jedoch auch für Zeitgenossen etwas idiosynkratisch, auch wenn sie an bereits zirkulierende Ideen anknüpfte und vergleichsweise ausführlich entwickelt wurde. Seine These, dass die Erde ein großer Magnet sei, wurde jedoch sehr bereitwillig aufgenommen. Dass diese Ansicht eine so große Resonanz erfuhr, verdankte sie vor allem ihrer Bedeutung bei der Erklärung geomagnetischer Phänomene sowie der kosmologischen These einer sich täglich drehenden Erde. Zu verstehen, warum sich eine Kompassnadel in Nord-Süd-Richtung ausrichtet, war für Naturforschung und nautische Anwendung gleichermaßen hoch relevant. Und die Frage nach Ruhe oder Bewegung der Erde war das wohl umstrittenste und dringendste Problem der Astronomie des 17. Jahrhunderts. Die Rezeption von Gilberts geologischen Ideen verlief also oft nebenbei oder als Voraussetzung für die Beurteilung der beiden genannten Fragen.

## Die Rezeption von Gilberts Theorie

Dieses indirekte, aber deshalb nicht weniger deutlich ausgeprägte Interesse an der geologisch-geomagnetischen Forschung

drückt sich etwa beim Jesuiten Niccolò Cabeo aus, der 1629 in einer *Philosophia magnetica* schrieb: „Ich halte es nämlich für unangemessen, dass wir erforschen, aus welcher Materie die festen Sterne und der Himmel sind, und [hingegen] nicht die Erde, auf die wir täglich mit den Füßen treten, so sehr es auch angemessen ist, hier rigoros zu unterscheiden.“<sup>53</sup>

Cabeo widmete sich ausführlich einer Widerlegung von Gilberts These, dass die Erde ein großer Magnet sei.<sup>54</sup> Dies war für den Jesuiten gewissermaßen geboten, da die aristotelische Lehre von der materiellen Beschaffenheit der Erde wie auch deren Stillstand im Kosmos zu den Grundüberzeugungen der Philosophie und Wissenschaft des Ordens im 17. Jahrhundert zählten.<sup>55</sup> Er bezweifelte zunächst, dass Magnetstein und Eisen identisch seien und dass Eisen überall auf der Welt zu finden sei.<sup>56</sup> Dennoch kam Cabeo letztlich zu dem Schluss, dass die Erde zwar eine inhärente magnetische Kraft habe, aber mitnichten ein großer Magnetstein sei oder einen solchen enthalte.<sup>57</sup> Cabeo folgte im Wesentlichen Gilberts Ansatz, die magnetische Missweisung aus der Unebenheit des Erdkörpers zu erklären.<sup>58</sup> Dennoch war er mit einigen Details von Gilberts Beweis nicht einverstanden, insbesondere in Bezug auf die Maßstäbe seiner Miniatur-„terrella“. Cabeo versuchte den von Gilbert hergestellten Zusammenhang zwischen der Tiefe der Meere und Erhebung der Kontinente auf der einen Seite und der Missweisung auf der anderen Seite an einem eigenen Miniaturmodell zu reproduzieren – erfolglos.<sup>59</sup> Allerdings vermutete Cabeo einen spezifisch geometrisch beschreibbaren Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Erdadern und der polaren Achse der Welt, ein Zusammenhang, den er bisher jedoch nur für italienische Gebirge im Apennin und der Lombardei bestätigt finden könnte und gerne auch an anderen Orten der Welt verifiziert wüsste.<sup>60</sup>

Noch ausführlicher als Cabeo widmete sich sein Ordensbruder, der berühmte Universalgelehrte Athanasius Kircher (*Magnes*, 1641), den Themen der geologischen Entstehung von Magnetstein und Eisen sowie der geologischen Ursache geomagnetischer Phänomene.<sup>61</sup> Der Magnetstein bildet sich laut Kircher aus einer Art zäher Tonmasse, die durch Salz verfestigt werde.<sup>62</sup> Die Vielfalt der Steine rühre daher, dass in der Erde verschiedene Massen existierten, die bei diesem „Reifeprozess“ mitwirkten, beziehungsweise als Nährboden der Steine fungierten.<sup>63</sup> In Bezug auf den Magnetstein sei besonders hervorzuheben, dass sich seine Vorkommen und Fundorte über die ganze Erde erstreckten und diese einer gewissen Ordnung folgend in „Fasern“ von Pol zu Pol angeordnet seien.<sup>64</sup> Jedoch bestritt auch Kircher Gilberts These, dass die Materie der Erde selbst ein Magnet sei, wengleich der Magnetstein ähnlich gebildet werde wie Eisen, ja nichts anderes sei als „perfektes Eisenerz“.<sup>65</sup> Umso tiefer sich das Magnetvorkommen in der Erde befinde, desto kräftiger sei die Anziehungskraft des Magnetsteins, was Kircher etwa in Deutschland, auf Elba oder Sardinien bestätigt sah, wo besonders tiefe, also auch besonders „feuchte“ Eisenvorkommen starke Magnetsteine hervorbrächten.<sup>66</sup>

Kircher überlegte sich auch eine Theorie, um die magnetische Deklination durch die Struktur der Erde zu erklären:<sup>67</sup> Die Erde sei kein Magnetstein, habe aber sehr wohl magnetische Eigenschaften, und in ihr ruhten Magnetsteinvorkommen.<sup>68</sup> Die bereits erwähnten unterirdischen Fasern von Magnetvorkommen, die sich wie Längengrade von Nord- zu Südpol spannten, seien die Linien, an denen sich eine Kompassnadel ausrichtete. Doch seien diese Fasern nicht mathematisch perfekt angeordnet, sondern mitunter etwas abgelenkt. Durch diese unterirdische, strukturel-



le Unordnung, nicht durch eine Unebenheit der Erdkruste, werde die örtliche Abweichung verursacht.<sup>69</sup> (Abb. 3)

Kircher befasste sich, anders als alle bisher hier genannten Autoren, jedoch nicht nur mit dem Phänomen, dass die Missweisung örtlich gebunden war, sondern diskutierte auch die Beobachtung, dass sich die Missweisung der Magnetnadel auch am selben Ort im Laufe der Zeit verändern konnte.<sup>70</sup> Auch hier griff Kircher auf seine geologische Hypothese zurück. Der Verlauf der unterirdischen Fasern könne durch Erdbeben oder andere schwerwiegende geologische Phänomene verändert werden und ziehe daher auch die Kompassnadeln in Mitleidenschaft, da deren Ausrichtung ja von der unterirdischen Verfasstheit des Erdkörpers abhängt. Als Beleg führte er etwa an, dass sich die magnetische Missweisung in Neapel nach einem kürzlich erfolgten Ausbruch des Vulkans Vesuv merklich verändert habe, wie ihm ein Freund mitgeteilt habe.<sup>71</sup> Die quasi-empirische Annahme war also, dass sich die unterirdischen Magnetvorkommen durch den Ausbruch neu angeordnet hatten, sodass sich die Kompassnadel nun anders ausrichteten.

Spätestens seit Kircher spielten geologische Annahmen in der Erforschung geomagnetischer Phänomene eine entscheidende Rolle und damit verschränkten sich die Bereiche „Geologie“ und „Magnetismus“ deutlich enger, als dies noch vor Gilberts Zeit der Fall gewesen war.<sup>72</sup> Für Autoren wie Gilbert oder Kircher stand somit etwa die Erkundung der Fundorte des Magnetsteins in einem systematischen Zusammenhang, da deren Kartografie mit der These verbunden wurde, dass das magnetische Mineral prinzipiell überall auf der Erde gefördert werden könne. Der Erdkörper selbst sorgte für diesen globalen Reichtum an Magnetsteinvorkommen, war er ja selbst magnetisch oder gar ein großer Magnet.

Spätere Naturphilosophen hielten diese geologischen Zusammenhänge bereits für gegeben, die Gilbert, Cabeo und Kircher erst etablieren mussten. René Descartes, Kenelm Digby und Pierre Gassendi entwickelten in den 1640er Jahren zum Beispiel unterschiedliche, aber in dieser Hinsicht ähnliche Theorien, indem sie magnetische Phänomene durch mechanische Interaktionen von unsichtbaren Partikeln zu erklären versuchten. Dabei setzten diese Autoren schlicht voraus, dass die Erde selbst ein großer Magnet sei, und griffen beispielsweise Beobachtungen und Annahmen aus Kirchers Werk auf. Besonders Descartes' Naturphilosophie der *Principia philosophiae* (1644) ist hier ein gutes Beispiel.<sup>73</sup>

Descartes beschrieb dort der Abfolge verschiedener Zustände der Entstehung der Welt unter der Annahme, dass allein die geometrischen und kinetischen Eigenschaften von Materie bis hin in eine unsichtbare Mikroebene dazu hinreichen, natürliche Prozesse in der Welt durch Kollision und mechanischer Interaktion dieser beliebig teilbaren Materieteilchen zu erklären.<sup>74</sup> In einem Kollisions- und Abriebprozess haben sich aus einer zunächst als homogen angenommenen Ur-Materie drei Elemente gebildet, die sich in Form und Festigkeit unterscheiden.<sup>75</sup> Descartes' Planet Erde besteht aus drei Schichten: einem Kern aus dem feinsten Element, einer etwas festeren Kruste und einer äußersten Kruste aus dem größten Element, aus dem auch die für uns wahrnehmbaren opaken Festkörper bestünden. Festkörper könnten durch kleinste Partikel der feineren Elemente durchströmt werden, sie besäßen also Gänge.

Es bestehe „kein Zweifel, dass der Magnet zur allgemeinen Betrachtung dieser Erde dazugehört, weil sich seine Kraft über die gesamte Erdkugel erstreckt“.<sup>76</sup> Für Descartes ist also

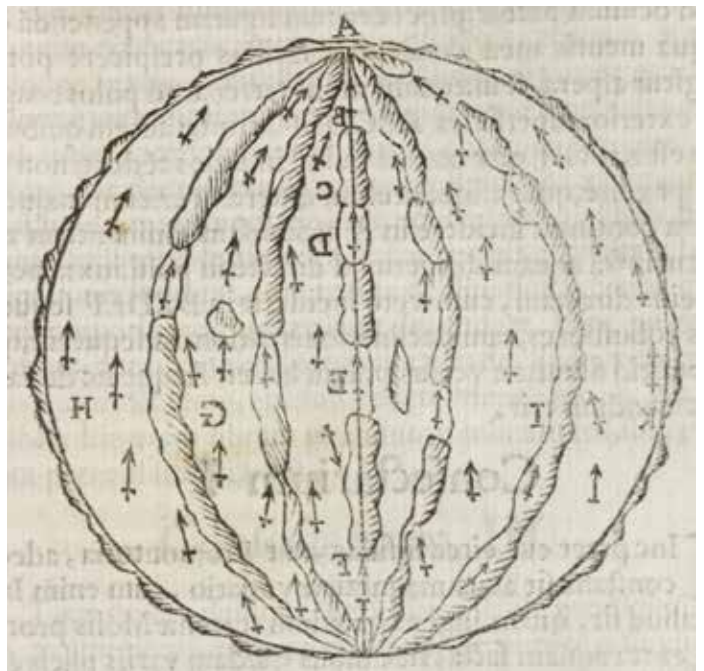


Abb. 3: Unregelmäßig verlaufende Magnetfasern unter der Erde, nach Kircher 1641, S. 469 (Holzschnitt spiegelverkehrt). (Quelle: Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Bibliothek, Rara K58ms. (<http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:MANTPCWE>))

der Magnetismus ein geologisch relevantes Phänomen. Die Erklärung sämtlicher magnetischer Phänomene fußte auf einer eigentümlichen Theorie sogenannter „*particulae striatae*“, einem winzigen Partikelkonglomerat in Schraubenform, die sich in winzige Gewindgänge drehen.<sup>77</sup>

„In der mittleren Region der Erde befinden sich viele Gänge mit parallelen Achsen, durch die die von dem einen Pol herankommenden gefurchten Partikel ungehindert zum anderen hindurchgehen. Diese Gänge sind gemäß der Ausmaße der gefurchten Partikel [*particulae striatae*] so ausgehöhlt, dass die Gänge, die die vom Südpol herankommenden gefurchten Partikel aufnehmen, die anderen, die vom Nordpol herankommen, nicht aufnehmen können. Umgekehrt können die Gänge, die die vom Südpol herankommenden Partikel aufnehmen, die nördlichen nicht einlassen, denn sie sind wie bei Schneckenhäusern eingedreht, die einen in die eine Richtung, die anderen in die entgegengesetzte. Weiterhin: Dieselben Partikel treten nur in der einen Richtung in diese Gänge ein, können aber nicht in der entgegengesetzten zurückkehren, weil gewisse feinste Endungen der Verästelungen innerhalb der Windungen dieser Gänge in die Richtung eingebogen sind, in die die gefurchten Partikel gewöhnlich vorangehen, und in der entgegengesetzten Richtung aufwärts gebogen sind, sodass sie ihren Rücktritt verhindern. Nachdem deshalb die gefurchten Partikel die gesamte mittlere Erde entlang gerader oder für geradlinig geltender Linien, deren Achsen parallel sind, von der einen Halbkugel zu der anderen hindurchgegangen sind, kommen sie durch den rundherum fließenden Äther zu derselben Halbkugel zurück, durch die sie zuerst in die Erde eingetreten sind, durchqueren erneut die Erde und bilden so eine Art Wirbel.“<sup>78</sup> (Abb. 4)

Der Geomagnetismus war für Descartes entsprechend somit nur eine Frage der materiellen Mikrostruktur der Erde. Er gestand der Erde magnetische Kraft zu, da die durch die Erde strömen-

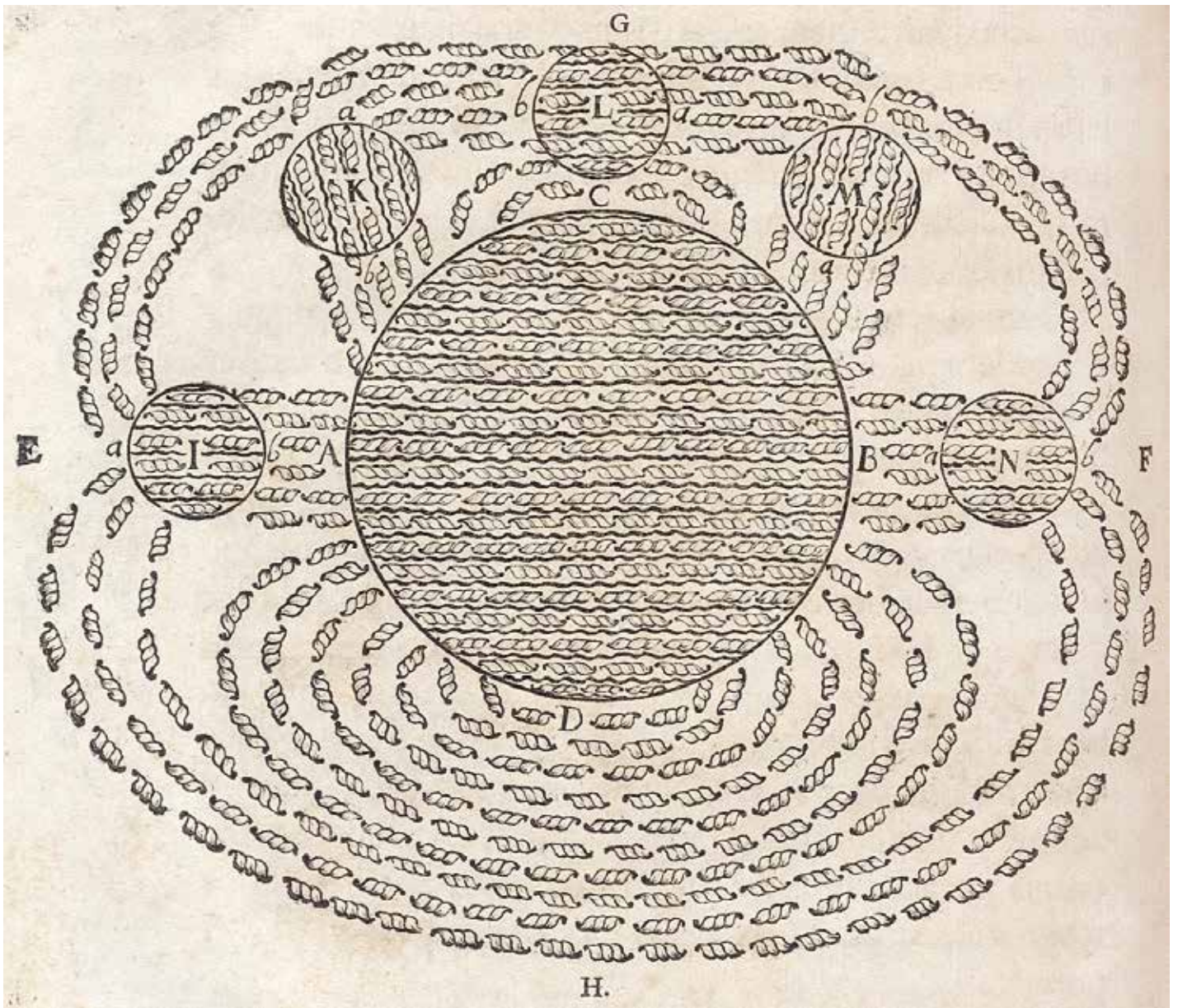


Abb. 4: Magnetwirbel, der die Erde umgibt, aus Descartes 1644, S. 271. (Quelle: Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Bibliothek, Rara D445pr. (<http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:D1EAAM5H>))

den „*particulae striatae*“ alle magnetischen Körper durchfluten.<sup>79</sup> Doch diese Kraft der Erde werde durch die Erdkruste gewissermaßen gebremst, sodass keine Anziehung spürbar sei.<sup>80</sup> Descartes bekräftigte also ausdrücklich, dass die Erde selbst als „größter Magnet“ gelten könne.<sup>81</sup>

Die magnetische Missweisung ist auch bei Descartes Folge der materiellen Verfasstheit des Erdballs, das heißt, Unebenheiten auf der Erdkruste ließen die „*particulae striatae*“ schief zur idealen Achse austreten und sollten so das Phänomen erklären.<sup>82</sup> Zeitlich variere diese Abweichung, weil sich auf der Erdoberfläche ebenfalls in relevanter Hinsicht etwas verändern könne, zum Beispiel, wenn durch das Hin- und Her-Transportieren von Eisenwaren durch den Menschen oder durch Entstehung und Versiegen magnetischer Erzvorkommen die magnetischen Bedingungen der Erde verändert würden. Descartes untermauerte seine geologische Theorie jedoch durch keine geografischen und empirischen Daten, wie dies etwa bei Cabeo oder Kircher

versucht wurde. Anders als diesen Autoren ging es Descartes und anderen Naturphilosophen vielmehr darum, ein korpuskulares und mechanistisches Modell zu entwerfen, in welches sich die geologischen Theorien ihrer Zeit anschaulich übersetzen ließen.

## Schluss

Der Magnetstein war für Autoren der Antike, des Mittelalters und Frühen Neuzeit zunächst ein natürliches Erzeugnis der Erde, ein Stein unter vielen, gleichwohl ein Stein mit besonderen Kräften: Er zieht Eisen an und zeigt als Kompassnadel die Himmelsrichtung an. Dieser Aufsatz hat die vormoderne Beschäftigung mit dem Magnetstein untersucht, die man heute im weitesten Sinne der „Geologie“ zurechnen würde – gleichwohl ein solcher geschlossener Diskurs der „Geologie“ in der Frü-



hen Neuzeit nicht existierte. Die leitende Frage war, was die Forschenden über die Beziehung zwischen Magnetstein und seiner Wirkungen und dem Erdkörper annahmen. Schon früh im 16. Jahrhundert begannen Gelehrte und Praktiker, Fundorte der Magnetvorkommen präziser, systematischer und geografisch weitreichender zu verzeichnen. Der Magnetstein war hier wohl zunächst als medizinisches Präparat ein gefragtes Handelsgut, dessen Förderquellen daher zu explorieren waren. Um das Jahr 1600 herum begannen Forschende vermehrt und systematischer zu erklären, wie der Magnetstein in der Erde entstand und welche Rolle die geologische Beschaffenheit der Erde für geomagnetische Phänomene spielte. Diese Fragestellungen sind durchaus als Neuerung der Frühen Neuzeit zu betrachten, da sie erst ausführlicher behandelt wurden, nachdem der britische Arzt und Naturforscher William Gilbert im Jahr 1600 die Erde zu einem großen Magnet erklärt hatte. Seit Gilbert überlegten sich viele Autoren, wie etwa die magnetische Missweisung mit der Ausformung des Erdkörpers korrelieren konnte.

Das montane Wissen um Fundorte und die eher theoretische Perspektive auf Entstehung und Wechselwirkung mit dem Erdkörper waren nicht nur chronologisch getrennt, sondern zunächst auch systematisch. Gilberts Theorie einer magnetischen Erde war nicht empirisch, insofern als er ausgehend von zahlreichen Fundorten oder anderen montanwissenschaftlichen Befunde seine Theorie entwickelt oder begründet hätte. Aber dieses montane Wissen wurde bestätigend herangezogen – wusste er doch von Fundorten fast überall auf der Welt dank der bis dahin geleisteten Explorationen zu berichten. Die magnetische Erde spuckte Magnetsteine und Eisen also überall auf der Welt aus.

Es gibt also insofern ein Bindeglied zwischen den beiden dargestellten Diskursen der „Montanwissenschaft“ und der „theoretisch-historischen Geologie“, nämlich die fortschreitende und immer differenzierter werdende Kartografierung der Fundorte des Magnetsteins. Einige Autoren wie Gilbert, Niccolò Cabeo oder Athanasius Kircher „belegten“ ihre Spekulationen über die unterirdischen Strukturen von magnetischen Ablagerungen somit durch punktuell oder anekdotisches Wissen über Fundorte oder geologische Ereignisse. Für derartige Theorien übernahmen Anmerkungen zu den Fundorten somit mitunter die Rolle eines Arguments. Philosophen wie René Descartes gingen dann sogar dazu über, Hypothesen aufzustellen, wie der magnetische Erdkörper kleinste Partikel verströmte, die dann mechanisch geomagnetische Phänomene auf Erden erklären sollten.

Eine solch intime Beziehung zwischen magnetischen Phänomenen und der inneren Beschaffenheit der Erde hätte in Antike und Mittelalter wenig Sinn ergeben. Der Magnetstein war ein Stein unter dutzenden, seine Kräfte der Anziehung und Ausrichtung eher besonders erstaunliche Eigenschaften als Anlass, systematisch neu über den Erdkörper nachzudenken. Sie kannten, etwas vereinfacht gesagt, zwar den Magnetstein und einige seiner Kräfte, aber keinen Magnetismus der Erde. Entscheidende Voraussetzung hierfür war auf der empirischen Seite vor allem die fortschreitende globale Erforschung geomagnetischer Phänomene, aber auch die Verzeichnung globaler Magnetsteinvorkommen. Doch der entscheidende Punkt war, und dieses Mal auf theoretischer Seite, dieses Wissen vor dem Hintergrund bestimmter Annahmen relevant werden zu lassen. Forschende mussten neu über die Erde nachdenken und neue Theorien formulieren, um das neue empirische Wissen zu bestätigen. Der historisch entscheidende Moment war Gilberts Theorie einer Erde aus magnetischer Materie. Diese Annahme machte globale Magnetvorkom-

men und geomagnetische Phänomene gleichermaßen plausibel und wurde scheinbar durch diese beiden Befunde wiederum bestätigt. Die Erde war fortan ein magnetischer Planet.

## Epilog: Der Grubenkompass

Der magnetische Kompass wurde schon im Mittelalter in der Schifffahrt eingesetzt, vermutlich jedoch auch im Bergbau, wenn gleich die Quellen hier recht vage sind.<sup>83</sup> Mit einiger Gewissheit war er im Bergbau im Tiroler Schwaz um das Jahr 1490 in Gebrauch.<sup>84</sup> In einem gedruckten Werk wurde der Grubenkompass erstmals 1505 in Ulrich Rüleins von Calws *Bergbüchlein* beschrieben und bebildert.<sup>85</sup> In den deutschsprachigen Quellen einfach nur „compast“ oder „compas“ genannt, sollte er dazu dienen, unter der Erde den sogenannten Streichwinkel der Gänge zu bestimmen. Auch Agricola stellte den Grubenkompass in *De re metallica* ausführlich und bebildert dar.<sup>86</sup> Agricolas Freund und Kenner seines Werkes Johannes Mathesius schrieb über den Grubenkompass in einer seiner Predigten (1562): „Das haben wir aber bey euch Bergleuten zu rühmen/ das man des Magneten zu Compasten unnd mascheidt scheiben brauchet/ damit man der mittags linien und andere stunde des tages/ und die vier ort der welt oder die refiren sehen kan/ und wan ein jeder windt hergehe.“<sup>87</sup>

Sebastian Münster erwähnte etwa (1550), dass die Bergleute in den Silberminen des Lebertals (Tal der Liepvrette, oberhalb von St.-Marie-aux-Mines) den Kompass in den Gängen benutzen, wie die Seeleute auf dem Meer.<sup>88</sup> Doch ein genaue Bau- und Gebrauchsanleitung des Grubenkompasses wurde erstmals 1574 von Erasmus Reinhold publiziert.<sup>89</sup> Auf acht Seiten beschrieb er zunächst die Konstruktion eines Kompasses zum selber Nachbauen und sodann eine geometrische Methode, ihn unter Tage zu gebrauchen: „So du durch dieses Instrument wilst das streichen eines ganges/ oder sonsten eines orthes abmessen“.<sup>90</sup> Ob sich Reinholds Kompass durchgesetzt hat, lässt sich nicht sagen, seine Anleitung war jedoch sehr praxisnah und detailliert, was die Vermutung nahelegt, dass es sich bei dem Instrument nicht nur um eine bloße Idee handelte. Athanasius Kircher beschrieb 1631 hingegen eine Art Untertagekompass, der mit einem Über- tagekompass gemeinsam zu gebrauchen sei. Man könne den unterirdischen Kompass mit dem überirdischen abgleichen und somit Richtungen über und unter der Erde miteinander vergleichen.

Es scheint, dass sich erst im Laufe des 17. Jahrhunderts eine neue Form des Grubenkompasses durchsetzen konnte. Die herkömmlichen, bisher beschriebenen Modelle mussten alle waagrecht positioniert werden, was jedoch im Auf und Ab der Stollen mitunter lästig gewesen sein mag. Daher entwarf man einen Grubenkompass in kardanischer Aufhängung, also mit zwei sich schneidenden zueinander rechtwinkligen Drehlagern.<sup>91</sup> Diese Technik war im nautischen Kompass längst bekannt und verbaut, doch der erste Beleg für dieses Instrument im sächsischen Bergbau stammt aus dem nur handschriftlich erhaltenen Werk *Neu Marckscheide-Buch* von Adam Schneider, das dieser ab vermutlich 1669 angelegt und stetig erweitert hat.<sup>92</sup> Dieses Instrument wurde an einer Schnur parallel zum Streichen des Ganges aufgehängt und konnte so mobil an der Leine mitgeführt werden.<sup>93</sup> In einem gedruckten Werk wurde, wohl ausgehend von Schneiders Vorarbeit, der „Heng-Compass“ erstmals in Nicolaus Voigtels *Geometria Subterranea* (1686) beschrieben und bebildert.<sup>94</sup> Voigtel befasste sich recht ausführlich mit den Eigenschaften des Magnetsteins,

etwa damit, wie man die Stärke der Anziehungskraft eines Exemplars ermittle, wie man die Pole auf dem Stein finde oder wie man die Eisennadel zu bestreichen habe.<sup>95</sup> Auch beobachtete er erstmals den Einfluss von Kälte auf die magnetische Anziehungskraft.<sup>96</sup> Für ihn stand diese Untersuchung der magnetischen Eigenschaften in direktem Bezug zur Markscheidekunst: „Dieses ist also dasjenige/ was ich einem/ der sich Marckscheidens bedient/ vom Magneten schreiben wollen; hat aber einer dieser subtilen Magnet-Wissenschaft ein besseres erfahren/ so wird er sichs auch bestermassen zu gebrauchen wissen.“<sup>97</sup>

Insgesamt lässt sich sagen, dass im Bereich der Markscheidekunst der magnetische Kompass zwar praktisch eine wichtige Rolle gespielt haben dürfte, als Thema in den Quellen jedoch nicht ausführlich diskutiert wurde. Auch finden sich in den untersuchten Werken vor 1650 keine Berichte über die längst bekannte magnetische Missweisung oder die magnetische Inklination – ganz im Gegensatz zu den Diskussionen um den Schiffskompass oder die Sonnenuhren.<sup>98</sup> Dies bedeutet nicht, dass der Markscheidekunst in dieser Hinsicht einen rückständigen Wissensstand attestiert werden muss, sondern nur, dass sie vermutlich deutlich weniger mit der Komplexität geomagnetischer Phänomene beschäftigt war als Fabrikanten nautischer oder horologischer Instrumente. Die zeitgenössischen Verweise auf die Kompassse der Seefahrer deuteten an, dass der Diskurs unter der Jurisdiktion eines anderen Forschungskontextes stand, oder zumindest an deren Vorbild angelehnt war. Doch es muss abschließend auch angemerkt werden, dass eine Erforschung archivalischer Quellen und erhaltener Instrumente hierbei ein deutliches Forschungsdesiderat darstellt und das bestehende Bild erheblich erweitern dürfte.

## Anmerkungen

- 1 Dieser Beitrag folgt in weiten, teils wörtlich übernommenen Teilen Sander 2020, S. 152-173. Dorthin sei auch für weitere Angaben zu Primär- und Sekundärliteratur verwiesen, die hier aus editorischen Gründen gekürzt sind.
- 2 Siehe die Zusammenstellung in Radl 1988, S. 48-58.
- 3 Melfos/Helly/Voudouris 2011.
- 4 Siehe Sander 2020, S. 489-499.
- 5 Siehe die Literatur in Sander 2020, S. 146-150.
- 6 Siehe hierzu Sander 2020, S. 52-93.
- 7 Siehe bspw. Draelants 2008.
- 8 Siehe bspw. Riddle 1970.
- 9 Siehe auch Forbes 1950, S. 382-388.
- 10 Vgl. Agricola 1546, S. 251: „Vid vero illa ferrum ad se trahendi ut primo inventori magnetem ostendi, clavis crepidarum, et baculi cuspidi, quod Plinius scribit, haerentibus, cum armenta pasceret, ita etiam nostris, qui in fodina ferri, quam magnetem vocari supra dixi, operam dederunt: Cum enim, definito labore perfuncti, cuneos et malleos de manibus in solo cuniculi, ut sit, deposuissent, aut abiecissent, postero die ad eundem laborem redeuntes, instrumenta non invenerunt in solo cuniculi, in quo deposita erant, sed as superiorem alterius lateris partem. Ex qua lapidis viribus attracta pendeabant, quo operarii, harum rerum rudes, admirati dominis indicarunt, ex quibus cum accepissent magnetis venam esse, vim illam suis facietis ludentes instrumenta saepenumero de lapide suspenderunt.“
- 11 Agricola 1530, S. 89.
- 12 Agricola 1546, S. 250. Siehe auch Prescher/Wagenbreth 1994, S. 114.
- 13 Entzelt 1551, S. 174.
- 14 Siehe bspw. Mathesius 1562, Vorrede, S. 105v, 202v; Gesner/Kentmann 1566, S. 24r; Albinus 1590, 2: S. 41, 70, 90, 96, 112, 149. Zu dieser Sorte vgl. auch Sander 2017.
- 15 Boodt 1636, S. 440-441.
- 16 Siehe bspw. Aldrovandi 1648, S. 162-163; Boodt 1636, S. 441; Kircher 1641, S. 8. Vgl. auch die Garzoni-Handschrift in Madrid, Biblioteca Nacional de España, Ms. 2020, fols. 223r-224v.
- 17 Siehe Sander 2020, S. 176-178.
- 18 Brasavola 1537, S. 442.
- 19 Cordus/Pedanius Dioskurides 1549, S. 531-532.
- 20 Siehe Engewald 1994, S. 88; Prescher/Wagenbreth 1994, S. 61-63; Krafft 1994, S. 474; Langer 1994, S. 124.
- 21 Siehe Agricola 1556, S. 14: „Primum autem ea utilis est medicis.“
- 22 Siehe bspw. Biringucci 1540, S. 37v; Norman 1585, S. 1-3; Fioravanti 1582, S. 336.
- 23 Angaben über die Käufer des Magnetsteins machen die Quellen nicht.
- 24 Brasavola 1537, S. 442.
- 25 Fournier 1643, S. 532.
- 26 Siehe Radl 1988, S. 73.
- 27 Petrus Peregrinus 1995, S. 78.
- 28 Siehe Sander 2020, S. 55-62.
- 29 Agricola 1546, S. 250; Entzelt 1551, S. 174.
- 30 Boodt 1636, S. 441. Vgl. auch Albinus 1590, 2: S. 135; Löhneys 1690, S. 21, 24; Agricola 1556, S. 77; Libavius 1597, S. 186.
- 31 Fournier 1643, S. 532.
- 32 Orta 1563, S. 164v.
- 33 Garzoni 2005, S. 216: „con ciò sia che ordinariamente nelle istesse minere di calamita non si trovi ferro, né in le minere di ferro quasi mai si trovi calamita, oltre che nella costa orientale di Affrica, vicino a Melinde, nel mare sotto acqua, d'onde mai fu cavato ferro, anzi dove vi è grandissima penuria di questo metallo, si trovano scogli e monti intieri di questa pietra, come ho inteso da persone che li hanno veduti, et che di là hanno portato gran pezzi di calamita in queste parti“. Garzoni integriert diesen Befund in eine Widerlegung einer kausalen Annahme über die Anziehungskraft des Magnetsteins.
- 34 Liceti 1646, S. 226-227.
- 35 Siehe Aristoteles, Meteorologica III, 7, 378a, S. 15-28.
- 36 Gilbert 1600. Im Weiteren zitiert als DM Buch, Kapitel (Seite in der Edition). Siehe auch die englischen Übersetzungen Gilbert 1900; 1958.
- 37 Vgl. hierzu Gilbert 1600 DM I, 3. Viele Aspekte von Gilberts Geologie sind gut zusammengefasst in Freudenthal 1983. Die wichtigsten Kapitel sind DM I, 2, 7, 16, 17; IV, 2, 3, 5.
- 38 Siehe hierzu Sander 2020, S. 319-322.
- 39 Siehe hierzu Sander 2020, S. 426-508.
- 40 Siehe überblicksartig Jonkers 2003.
- 41 Gilbert 1600, DM I, 17.
- 42 Gilbert 1600, DM I, 7 (21): „Latent enim in tellure metallorum et lapidum abdita primordia, ut in peripheria herbarum et stirpium.“
- 43 Gilbert 1600, DM I, 16 (39): „Ita magnes fortis est nostris rationibus maxime terreus“. Vgl. auch DM I, 7 (21): „[magnes] qui nihil aliud est quam nobilis vena ferrari.“
- 44 Gilbert 1600, DM I, 2.
- 45 Gilbert 1600, DM III, 12, 13.
- 46 Gilbert 1600, DM IV, 3 (159).
- 47 Gilbert 1600, DM IV, 13-21.
- 48 Agricola 1558, S. 246.
- 49 Vgl. auch Crescentio Romano 1607, S. 213; Reael/Baerle 1651, S. 37; Leonardi/Arlensis de Scudalupis 1717, S. 347.
- 50 Vgl. Hartmann 2002, S. 239.
- 51 Vgl. Severt 1598, S. 57.
- 52 Siehe Sander 2020, S. 157.
- 53 Cabeo 1629, S. 59: „Indignum enim puto nos inquirere, qua materia sint compacta astra, et Caelum, et hanc, quam quotidie pedibus calcamus, terram non, saltem quantum licet, penitus internoscere.“
- 54 Cabeo 1629, S. 72-98.
- 55 Siehe hierzu etwa Siebert 2006; Weichenhan 2004.
- 56 Cabeo 1629, S. 73.
- 57 Cabeo 1629, S. 73, 77-78.
- 58 Cabeo 1629, S. 91.
- 59 Cabeo 1629, S. 76. Vgl. hierzu auch Pumfrey 1989, S. 197.
- 60 Cabeo 1629, S. 59: „Quod accurate cum ego observarem, nunquam errare vidi. Hoc autem retulisse volui, quia summopere cuperem istud ipsum ab aliis in variis orbis regionibus observari, ubi diversae sunt poli altitudines, et notari, an semper huiusmodi venae praecise faciat cum plano horizontis eundem angulum, quem facit axis Mundi.“
- 61 Kircher 1641, S. 4-16. Vgl. auch Kircher 1641, S. 632-635.
- 62 Kircher 1641, S. 5.
- 63 Kircher 1641, S. 7: „Hinc pro diversitate succi terrestres, massaeque, aut etiam matricis in qua formantur, constitutione, variae quoque lapidum species nascuntur.“
- 64 Kircher 1641, S. 8.
- 65 Kircher 1641, S. 11-12.
- 66 Kircher 1641, S. 114. Siehe auch Baldwin 1987, S. 148.
- 67 Kircher 1641, S. 466-72.
- 68 Kircher 1641, S. 542-46.
- 69 Siehe hierzu auch Baldwin 1987, S. 306-307.
- 70 Kircher 1641, S. 472-486. Siehe auch Pumfrey 1989.

- 71 Kircher 1641, S. 485.
- 72 Während es in Kircher 1641 darum ging, die Entstehung des Magnetsteins und einige geomagnetische Phänomene geologisch zu erklären, bemühte er in seinem späteren, Werk „Mundus subterraneus“ (1665) gar einen „magnetismus naturae“, also eine Affinität bestimmter Substanzen zueinander, selbst als Erklärungsprinzip. Dieser Magnetismus wirke etwa bei der Bildung von Steinen generell. Hierbei geht es jedoch nicht um geologische Prozesse, die den Magnetstein und die geomagnetischen Phänomene im Besonderen betreffen, sondern um allgemeine geologische Phänomene. Siehe beispielsweise Kircher 1665, S. II, 6, 8, 11, 20, 26, 27, 39, 41, 111, 149, 220.
- 73 Siehe Descartes 1644, S. 259-93; 1964ff, S. VIII, 275-311. Im Weiteren zitiert als PP, Teil, Absatz. Siehe auch die Übersetzung in Descartes 2005, S. 526-595.
- 74 Siehe hierzu Garber 1992.
- 75 Siehe hierzu Schuster/Brody 2012, S. 7-18.
- 76 Descartes 1644, PP IV, 133: „Cum enim eius vis per totum hunc Terrae globum sit diffusa, non dubium est, quin ad generalem eius considerationem pertineat.“ Übersetzung aus Descartes 2005, S. 527.
- 77 Descartes 1644, PP III, 90, 92.
- 78 Descartes 2005, S. 527-529, und 1644, PP IV, 133: „[putemus] esse multos meatus in media eius regione, axi parallelas, per quos particulae striatae, ab uno polo venientes, libere ad alium pergant, eosque ad illarum mensuram ita esse excavatos, ut ii qui recipiunt particulas striatas a polo Australi venientes, nullo modo possint recipere et alias quae veniunt a polo Boreali; nec contra, qui recipiunt Boreales, Australes admittant: quia scilicet in modum cochlearum intortae sunt, unae in unam partem, aliae in oppositam. Ac praeterea etiam easdem particulas per unam tantum partem istorum meatuum ingredi posse, non autem regredi per adversam, propter tenuissimas quasdam ramulorum extremitates in spiris istorum meatuum inflexas versus eam partem, secundum quam progredi solent, et ita in adversam partem assurgentes, ut ipsarum regressum impediunt. Unde fit, ut postquam istae particulae striatae per totam mediam Terram, secundum lineas rectas, vel rectis aequipollentes, eius axi parallelas, ab uno hemisphaerio ad aliud transiverunt, ipsae per aetherem circumfusum revertantur ad illud idem hemisphaerium, per quod prius Terram ingressae sunt, atque ita rursus illam permeantes, quandam ibi quasi vorticem componant.“
- 79 Descartes 1644, PP IV, 165.
- 80 Descartes 1644, PP IV, 166.
- 81 Descartes 1644, PP IV, 152.
- 82 Descartes 1644, PP IV, 168-170.
- 83 Zur Geschichte des Grubenkompasses, vgl. insbes. Kirnbauer 1940; Sroczyński 1978. Der früheste Beleg ist womöglich zu finden in der Bergordnung von Massa Marittima aus dem 13. Jahrhundert, vgl. Hägermann/Ludwig 1991, S. 62: „Item quod omnia partita stantialia posita et ponenda inter aliquas foveas tam per magistris quam arbitros et arbitratos et amicos comunes electos a partiaris de voluntate et concordia partium, debeant calamitari et cum calamita singnari postquam posita et facta erunt; et scribatur in instrumento sententiae ad quem ventum partita respiciunt, et ut si dicta partita mutarentur possint refici et reformari in pristinum statum; que calamita et artificium cum quo calamitabit stare debeat penes camerarium comunis in camera, comunis Mass(e) pro prestando et exhibendo quando et quotiens necesse fuerit ad predicta partita ponenda et scribi facienda, et videre ad quem ventum partiatu.“ Vgl. hingegen noch Feldhaus 1971, S. 364: „Francesco [di Giorgio Martini] ist auch der erste, der 1465 beim Bau der unterirdischen Minen die Verwendung des Kompasses vorschlägt.“
- 84 Kirnbauer 1956, S. 94-95, 141; Winkelmann und Lässl 1956, S. 23, 77. Im Schwazer Bergbuch ist der Kompass mit dem „Schiner“ (Markscheider) auch abgebildet. Zu den Tiroler Bergkompassen vgl. insbesondere Michel 1956.
- 85 Siehe etwa Rühle von Calw 1518; 1527; 1534. Zu den Abbildungen vgl. auch Krause 1908, S. 16.
- 86 Siehe zu den Abbildungen Agricola 1556, S. 37, 39. Zu Kompassmodellen, die mit einem sogenannten Theodolit kombiniert waren, siehe auch Michel 1956. Auch diese kennt und bebildert Agricola 1558, S. 246.
- 87 Mathesius 1562, S. 203v.
- 88 Vgl. Münster 1554, S. 20, 434. Löhneys 1617, S. 18, erwähnt knapp, dass der Bergmann mit Laterne, Magnetstein und Quadrant zu seiner Orientierung auszustatten sei.
- 89 Reinhold 1574 ist unpaginiert. In „Vom Feldmessen“ findet sich der Abschnitt zum Kompass im 26. Kapitel. Die Beschreibung des Grubenkompasses steht noch vor dem ersten Kapitel in „Vom Marscheiden“. Vgl. hierzu auch Krause 1908, S. 25.
- 90 Er weist etwa darauf hin, dass die Kompassunterlage aus mindestens fünf Jahre abgelagertem Holz, vorzugsweise aus Nussbaum, bestehen müsse, in dessen Mitte „der Magnet“ (also die magnetisierte Nadel) unter gläsernem Verschluss eingesetzt werde. Doch anders als der Feldmesserkompass sei der Grubenkompass ein „Quadrant“, also nicht kreisförmig, sondern erstrecke sich auf vier Quadrate, die je einen Bereich von 90° abdecken. Der Vorteil bestehe darin, dass man so das Instrument größer skalieren könne und es somit genauer werde, wie ja auch ein Taler leichter in 5.000 gleiche Teile geteilt werden könne als ein Pfennig. Die genaue Konstruktion dieses quadratischen Kompasses scheint unklar. Zum Quadranten für die Berechnung der Züge vgl. auch Krause 1908, S. 30.
- 91 Ein aufzuhängender Kompass, ohne kardanische Aufhängung, ist bereits 1611 auf einer Grubenkarte des Salzbergbaus Aussee in Österreich belegt, vgl. Meixner/Schellhas/Schmidt 1980, S. 58.
- 92 Ich verdanke den Hinweis auf Schneiders Werk Thomas Morel, der auch seine Fotografien und Transkription zur Verfügung gestellt hat. Das Werk ist überliefert in der Handschrift in Freiberg, Universitätsbibliothek, Wissenschaftlicher Altbestand XVII 18: „Neu Marckscheide-Buch darinnen begriffen die TABULAE SINUM samt derer Gebrauch nebst Beschreibung der Gruben- Berg und Zulege Compasses, item der Wasser-Wage, und Winckel Weisserst“. Die Datierung stützt sich einerseits auf das auf 1669 datierte Titelblatt und andererseits darauf, dass Schneider bereits das 1586 gedruckte Werk Voigtels zitiert.
- 93 Anders als der herkömmliche Setzkompass war die Kompassrose hier linksläufig, doch weiterhin in 12 Stunden geteilt. Die Umkehrung der Kompassrose hatte praktische Gründe zur leichteren Ablesbarkeit des Streichwinkels entlang der Messlinie. Dies begründet Adam Schneider, „Neu Marckscheide-Buch“ (1669) so: „In gemeinen Sonn-ühren und Instrument-Compassen stehen die Welt Örther recht verzeichnet, Sept: gegen Mitternacht, Orient gegen Morgen, Occidens gegen Abendt, Meridies gegen Mittag. Wo aber hier Oriens stehet alda findet man in ünseren Hang-Compass Occidens und wo dorten Occidens, da weiset sich alhier Oriens, und ist also verkehret; und zwar darum, weil wie die Magnet Nadel des Compasses, welchen ich also anhalten müß, daß, wo ich hinziehe der Mitternachts Orth allzeit gekehrt werde, ünter der Erden die gegend wohin ich ziehe, richtig weiset: Denn wenn ich aüf solche Weise meinem Hang-Compass angehangen ü. Sept: in der Grüben nach Oriens der Welt gekehret, so zeigt die Magnet Nadel aüf demselbigen Orth, nehml. Oriens in demselbigen Hang-Compass.“ Siehe die Handschrift in Freiberg, Universitätsbibliothek, Wissenschaftlicher Altbestand XVII 18, fol. 6r.
- 94 Siehe insbesondere Voigtel 1686, S. 23-25. Zum Kompass und dem „Zünglein“, siehe Voigtel 1686, S. 69, 73, 76-78, 85, 100, 104, 105, 110, 130, 131, 137.
- 95 Über den Magnetstein schreibt Voigtel 1686, S. 27-33. Auch Adam Schneider, „Neu Marckscheide-Buch“ (1669), fol. 4v beschäftigt sich mit den „vitia und mangel[n]“ der Magnetnadel, jedoch nicht mit dem Magnetstein als solchem.
- 96 Voigtel 1686, S. 28.
- 97 Voigtel 1686, S. 33.
- 98 Einzig Mathesius 1562, S. 202v; Albinus 1590, 2: S. 149, thematisieren die Abweichung, jedoch nur mit Blick auf die Sonnenuhren. Adam Schneider („Neu Marckscheide-Buch“, 1669) bemerkt das Problem der Ablenkung der Magnetnadel durch eisenhaltige Stollen: „Wenn es in einer Strecke sehr Eisenschüssig, wie solche durch Hülffe zwey Scheiben ohne Compass abzuziehen.“ Vgl. die Handschrift in Freiberg, Universitätsbibliothek, Wissenschaftlicher Altbestand XVII 18, fol. 60v. Doch hiermit ist eher das magnetische Phänomen der Deviation gemeint, nicht das der Deklination.

## Bibliografie

- AGRICOLA, Georg:  
 1530 Bermannus, sive, De re metallica, Basel 1530  
 1546 Opera, Basel 1546  
 1556 De re metallica libri XII, Basel 1556  
 1558 De ortu & causis subterraneorum: Lib. V. Interpretatio Germanica uocum rei metallica, addito duplici Indice, altero rerum, altero locorum. Omnia ab ipso auctore, cum haud poenitenda accessione, recens cognita. De natura eorum, quae effluunt ex terra. lib. IV.: De natura fossilium. lib. X.; de veteribus & novis metallis. lib. II.; Bermannus, sive de re metallica dialogus. lib. I. Interpretatio Germanica uocum rei metallica, addito duplici indice, altero rerum, altero locorum, Basel 1558
- ALBINUS, Petrus:  
 1590 Meißnische Land und Berg-Chronica, in welcher ein vollnstedige description des Landes, so zwischen der Elbe, Sala und süd-



- ödischen behmischen gebirgen gelegen, so wol der dorinnen be-  
griffenen auch anderer Bergwercken, sampt zugehörigen Metall  
und Metallar beschreibungen. Durchaus auff Schreibpappir gedr.  
Bd. 2. 2 Bde., Dresden 1590
- ALDROVANDI, Ulisse:  
1648 *Musaeum metallicum: in libros IIII distributum*, Bologna 1648
- BALDWIN, Martha:  
1987 *Athanasius Kircher and the Magnetic Philosophy*, Diss. Chicago  
1987
- BIRINGUCCI, Vannoccio:  
1540 *De la pirotechnia: libri x: dove ampiamente si tratta non solo di  
ogni sorte & diversita di miniere, ma anchora quanto si ricerca in-  
torno à la prattica di quelle cose di quel che si appartiene à l'arte  
de la fusione over gitto de metalli come d'ogni altra cosa simile à  
questa*, Venedig 1540
- BOODT, Anselmus de:  
1636 *Gemmarum et lapidum historia. Quam olim edidit Anselmus Boe-  
tius de Boot ... Nunc vero recensuit, à mendis repurgavit, commen-  
tariis, & pluribus, melioribusque figuris illustravit, & multo locu-  
pletiore indice auxit*, Adrianus Toll. Herausgegeben von Adrianus  
Tollius, Leiden 1636
- BRASAVOLA, Antonio Musa:  
1537 *Examen omnium Simplicium medicamentorum, quorum in officii-  
nis usus est. Addita sunt insuper Aristotelis Problemata, quae ad  
stirpium genus, & oleracea pertinent*, Lyon 1537
- CABEO, Niccolò:  
1629 *Philosophia magnetica*, Ferrara 1629
- CORDUS, Valerius/PEDANIOS DIOSKURIDES:  
1549 *Pedanii Dioscoridis Anazarbei, de medicinali materia libri sex, Io-  
anne Ruellio suessionensi interprete. Singulis cum stirpium, tum  
animantium historiis, ultra millenarium numerum adiectis non  
sine multiplice peregrinatione, sumptu maximo, studio atque di-  
legentia singulari, ex diuersis regionibus conquisitis additis eti-  
am annotationibus sive scholiis brevissimis quidem, quae tamen  
de Medicinali materia omnem controversiam facile tollant. Per  
Gualtherum Rivium, Argentinum, Medicum. Herausgegeben von  
Conrad Gesner, Frankfurt 1549*
- CRESCENTIO ROMANO, Bartolomeo:  
1607 *Navtica mediterranea*, Rom 1607
- DESCARTES, René:  
1644 *Principia philosophiae*, Amsterdam 1644  
1964ff *Oeuvres de Descartes*. Herausgegeben von Charles Adam und  
Paul Tannery. 11 Bde., Paris 1964-1974
- 2005 *Die Prinzipien der Philosophie: lateinisch-deutsch*. Herausgegeben  
und übersetzt von Christian Wohlers (Philosophische Bibliothek,  
566), Hamburg 2005
- DRAELANTS, Isabelle:  
2008 *Encyclopédies et lapidaires médiévaux: La durable autorité  
d'Isidore de Séville et de ses Étymologies*, in: *Cahiers de Recherches  
Médiévales* 16.1 (2008), S. 39-91
- ENGEWALD, Gisela-Ruth:  
1994 *Georgius Agricola. Einblicke in die Wissenschaft (Wissenschaftsge-  
schichte)*, Stuttgart/Zürich 1994
- ENTZELT, Christoph:  
1551 *De re metallica: lib. III*, Frankfurt 1551
- FELDHAUS, Franz Maria:  
1971 *Die Technik der Antike und des Mittelalters (Documenta technica)*,  
Hildesheim/New York 1971
- FIORAVANTI, Leonardo:  
1582 *Della fisica dell' eccellente dottore et caualiero m. Leonardo Fiorau-  
anti bolognese diuisa in libri quattro ...*, Venedig 1582
- FORBES, Robert James:  
1950 *Metallurgy in Antiquity: A Notebook for Archaeologists and Tech-  
nologists*, Leiden 1950
- FOURNIER, Georges:  
1643 *Hydrographie contenant la théorie et la practique de tovtes les par-  
ties de la navigation*, Paris 1643
- FREUDENTHAL, Gad:  
1983 *Theory of Matter and Cosmology in William Gilbert's De Magnete*,  
in: *Isis* 74.1 (1983), S. 22-37
- GARBER, Daniel:  
1992 *Descartes' Metaphysical Physics (Science and Its Conceptual Founda-  
tions)*, Chicago 1992
- GARZONI, Leonardo:  
2005 *Trattati della calamita*. Herausgegeben von Monica Ugaglia (Filo-  
safia e scienza nell'età moderna, Bd. 3), Milano 2005
- GESNER, Conrad/KENTMANN, Johannes:  
1566 *De omni rerum fossilium genere, gemmis, lapidibus metallis, et hu-  
iusmedi*, Zürich 1566
- GILBERT, William:  
1600 *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tel-  
lure; physiologia noua, plurimis & argumentis, & experimentis de-  
monstrata*, Londini 1600
- 1900 *On the Magnet, Magnetick Bodies Also, and on the Great Magnet  
of the Earth; a New PHYSIOLOGY, Demonstrated by Many Argu-  
ments & Experiments*. Herausgegeben und übersetzt von Silvanus  
P. Thompson, London 1900
- 1958 *De Magnete*. Übersetzt von Paul Fleury Mottelay, New York 1958
- HÄGERMANN, Dieter/LUDWIG, Karl-Heinz (Hg.):  
1991 *Europäisches Bergrecht in der Toscana: die Ordinata von Mas-  
sa Marittima im 13. und 14. Jahrhundert*, Köln 1991
- HARTMANN, Georg:  
2002 *Hartmann's Practika: A Manual for Making Sundials and Astro-  
labes with the Compass and Rule: Written from 1518 to 1528*. He-  
rausgegeben von John Lamprey, Bellvue, CO 2002
- JONKERS, Art Roeland Theo:  
2003 *Earth's Magnetism in the Age of Sail*, Baltimore 2003
- KIRCHER, Athanasius:  
1641 *Magnes; sive, De arte magnetica opus tripartitum*, Romae 1641
- 1665 *Mundus Subterraneus: In XII Libros digestus; Quo Divinum Subter-  
restris Mundi Opificium, mira Ergasteriorum Naturæ in eo distribu-  
tio, verbo pantamorphon Protei Regnum, 2 Bde.*, Amsterdam 1665
- KIRNBAUER, Franz:  
1940 *Zur 450jährigen Wiederkehr des ersten schriftlichen Nachweises  
des Kompasses in der Hand deutscher Markscheider*, in: *Berg- und  
Hüttenmännische Monatshefte* 88.12 (1940), S. 151-53
- 1956 *400 Jahre Schwazer Bergbuch, 1556-1956*, Wien 1956
- KRAFFT, Fritz:  
1994 *Agricola und die Pharmazie*, in: *Georgius Agricola, 500 Jahre:  
wissenschaftliche Konferenz vom 25.-27. März 1994 in Chemnitz*,  
Freistaat Sachsen, veranstaltet von der Technischen Universität  
Chemnitz-Zwickau und der Georg-Agricola-Gesellschaft zur För-  
derung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik  
e. V., herausgegeben von Friedrich Naumann, Basel/Boston 1994,  
S. 465-476
- KRAUSE, Carl:  
1908 *Beiträge zur Geschichte der Entwicklung der Instrumente in der  
Markscheidekunde, Freiberg (Sachsen) 1908*
- LANGER, Wolfhart:  
1994 *Kenntnisse über Fossilien im deutschen Kulturraum zur Agricola-  
Zeit*, in: *Georgius Agricola, 500 Jahre: wissenschaftliche Konferenz  
vom 25.-27. März 1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, veranstal-  
tet von der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau und der  
Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der  
Naturwissenschaften und der Technik e.V.*, herausgegeben von  
Friedrich Naumann, Basel/Boston 1994, S. 123-130
- LEONARDI, Camillo/PETRUS ARLENSIS DE SCUDALUPIS:  
1717 *Speculum lapidum, et D. Petri Arlensis de Scudalupis Presbyteri  
Hierosolymitani, Sympathia septem metallorum ac septem selecto-  
rum lapidum ad planetas*, Hamburg 1717
- LIBAVIUS, Andreas:  
1597 *Alchemia. Operâ e dispersis passim optimorum autorum, veterum  
& recentium exemplis potissimum tum etiam præcepts quibusdam  
operose collecta, adhibitis[que]: ratione & expeientia, quanta poi-  
tuit esse, methodo accuratâ explicata, & in integrum corpus redac-  
ta*, Frankfurt 1597
- LICETI, Fortunio:  
1646 *De tertio-quaesitis per epistolas clarorum virorum, medicinalia  
potissimum et aliarum disciplinarum arcana postulantium*, Udine  
1646
- LÖHNEYSS, Georg Engelhard von:  
1617 *Bericht vom Bergkwerck: wie man dieselben Bawen vnd in guten  
Wolstande bringen soll, sampt allen darzu gehörigen Arbeiten,  
Ordnung vnd rechtlichen Process*, Zellerfeldt 1617
- 1690 *Gründlicher und aussführlicher Bericht von Bergwercken: wie man  
dieselbigen, nützlich, und fruchtbarlich Bauen in glückliches Auff-  
nehmen bringen und in guten Wolstand beständig erhalten*, Stock-  
holm/Hamburg 1690
- MATHESIUS, Johannes:  
1562 *Sarepta, oder, Bergpostill sampt der Jochimssthalischen kurtzen  
Chroniken*, Nürnberg 1562
- MEIXNER, Heinz/SHELLHAS, Walter/SCHMIDT, Peter:  
1980 *Balthasar Rösler: Persönlichkeit und Wirken für den Bergbau des  
17. Jahrhunderts: Kommentarband zum Faksimiledruck „Hell-  
polierter Berg-Bau-Spiegel“*, Leipzig 1980
- MELFOS, Vasilios/HELLY, Bruno/VOUDOURIS, Panagiotis:  
2011 *The Ancient Greek Names "Magnesia" and "Magnetes" and Their  
Origin from the Magnetite Occurrences at the Mavrovouni Mountain*

- of Thessaly, Central Greece. A Mineralogical-Geochemical Approach, in: *Archaeological and Anthropological Sciences* 3.2 (2011), S. 165-172
- MICHEL, H.:  
1956 *Boussoles de Mines des XVIe et XVIIe siècles*, in: *Ciel et Terre* 72 (1956), S. 617-631
- MÜNSTER, Sebastian:  
1554 *Cosmographiae uniuersalis lib. VI. in quibus iuxta certioris fidei scriptorum traditionem describuntur, omnium habitabilis orbis partium situs, propriaeque dotes. Regionum topographicae effigies. Terrae ingenia, quibus fit ut tam differentes & uarias specie res, & animatas, & inanimatas, ferat. Animalium peregrinorum naturae & picturae. Nobiliorum ciuitatum icones & descriptiones. Regnorum initia incrementa & translationes. Regum & principum genealogiae. Item omnium gentium mores, leges, religio, mutationes: atque memorabilium in hunc usque annum 1554. gestarum rerum historia*, Basel 1554
- MURRAY, Ross:  
1882 *Warne's Model Housekeeper: A Manual of Domestic Economy in All Its Branches*, London 1882
- NORMAN, Robert:  
1585 *The New Attractive; Containing a Short Discourse of the Magnes or Loadstone*, London 1585
- ORTA, Garcia de:  
1563 *Coloquios dos simples, e drogas he cousas medicinais da India, e assi dalguãs frutas achadas nella onde se tratam alguãs cousas tocantes a medicina, pratica, e outras cousas boas*, Goa 1563
- PETRUS PEREGRINUS:  
1995 *Opera*. Herausgegeben von Loris Sturlese und Ron B. Thomson (Centro di cultura medievale, Bd. 5), Pisa 1995
- PRESCHER, Hans/WAGENBRETH, Otfried:  
1994 *Georgius Agricola - seine Zeit und ihre Spuren*, Leipzig 1994
- PUMFREY, Stephen:  
1989 „O Tempora, O Magnes!“ A Sociological Analysis of the Discovery of Secular Magnetic Variation in 1634, in: *The British Journal for the History of Science* 22.2 (1989), S. 181-214
- RADL, Albert:  
1988 *Der Magnetstein in der Antike: Quellen und Zusammenhänge* (Boethius, Bd. 19), Wiesbaden/Stuttgart 1988
- REAEL, Laurens/VAN BAERLE, Kaspar:  
1651 *Observation of ondervindingen aen de magneetsteen: en de magnetische kracht der aerde*, Amsteldam 1651
- REINHOLD, Erasmus:  
1574 *Gründlicher und Warer Bericht. Vom Feldmessen Sampt allem, was dem anhengig: Darin alle die jrthumb, so biß daher im Messen für geloffen, entdackt werden. Desgleichen Vom Marscheiden: kurtzer vnd gründlicher vnterricht. Durch Erasmus Reinholdum Doctorem*, Erfurt 1574
- RIDDLE, John M.:  
1970 *LITHOTHERAPY in the Middle Ages...: Lapidaries Considered as Medical Texts*, in: *Pharmacy in History* 12.2 (1970), S. 39-50
- RÜLEIN VON CALW, Ulrich:  
1518 *Eyn wolgeordent und nützlich büchlin, wie man Bergwerck suchen un finden sol: von allerley Metall, mit seinen figuren, nach gelegenheit deß gebirgs artlich angezeygt; Mit anhangenden Bercknamen den anfahenden bergleuten vast dinstlich*, Worms 1518
- 1527 *Ein nützlich Bergbüchlin: von allen Metallen als Golt, Silber, Zcyn, Kupferertz, Eisenstein, BLEYERTZ und vom Quecksilber*, Erfurt 1527
- 1534 *Eyn wolgeordent vn[d] nützlich büchlein, wie man Bergwerck suchen vn[d] finden sol: von allerley Metall, mit seinen figuren, nach gelegenheit deß gebürges, artlich angezeygt; Mit anhangenden Bercknamen, den anfahenden Bergleuten vast dienstlich*, Augsburg 1534
- SANDER, Christoph:  
2017 *Magnetismus und Theamedismus. Eine Fallstudie zur Kenntnis der magnetischen Abstoßung in der Naturkunde der Frühen Neuzeit*, in: *Sudhoffs Archiv* 101.1 (2017), S. 42-72
- 2020 *Magnes: der Magnetstein und der Magnetismus in den Wissenschaften der Frühen Neuzeit* (Mittellateinische Studien und Texte, Bd. 53), Leiden/Boston 2020 <https://doi.org/10.1163/9789004419414>
- SCHUSTER, John A./BRODY, Judith:  
2012 *Descartes and Sunspots: Matters of Fact and Systematizing Strategies in the Principia Philosophiae*, in: *Annals of Science* 70.1 (2012), S. 1-45
- SEVERT, Jacques:  
1598 *De orbis catoptrici seu mapparum mundi principiis descriptione ac usu libri tres*, Paris 1598
- SIEBERT, Harald:  
2006 *Die grosse kosmologische Kontroverse: Rekonstruktionsversuche anhand des Itinerarium exstaticum von Athanasius Kircher SJ (1602-1680)* (Boethius, Bd. 55), Stuttgart 2006
- SROCZYNSKI, Ryszard:  
1978 *Zur Geschichte der Anwendung des Kompasses im Markscheidewesen*, in: *Vorträge: Internationales Symposium zur Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens*, herausgegeben von Eberhard Wächter und Gisela-Ruth Engewald, Bd. 2, Freiberg 1978
- VOIGTEL, Nicolaus:  
1686 *Geometria Subterranea, oder Marckscheide-Kunst: darinnen gelehret wird Wie auff Bergwercken alle Klüffte und Gänge in Grund und am Tag gebracht/ auch solche von einander unterschieden werden sollen; so wohl Was bey Durchschlägen in Ersparung Kosten/ Bringung Wetters und Benehmung Wassers denen Zechen oder Gebäuden/ mit zubeoachten; Item/ Wie Streitigkeiten/ so sich unter miteinander schnürenden Gewercken offters zuereignen pflegen/ dem Maaße nach aus einander zusetzen; Sambt noch andern in nechstfolgendem Indice enthaltenen und zu dieser Kunst dienlichen Sachen; Allen Bergwercks-Liebenden zum Unterricht und versicherlichen Nutzen*, Eisleben 1686
- WEICHENHAN, Michael:  
2004 *„Ergo perit coelum...“ Die Supernova des Jahres 1572 und die Überwindung der aristotelischen Kosmologie* (Boethius, Bd. 49), Stuttgart 2004
- WINKELMANN, Heinrich/LÄSSL, Ludwig (Hg.):  
1956 *Schwazer Bergbuch 1556-1956*, Bochum 1956

## Anschrift des Verfassers

Dr. Christoph Sander  
Bibliotheca Hertziana  
Via Gregoriana 28  
00187 Roma  
Italia