

Max Sempers fehlgeschlagener Versuch, Geologiegeschichtsforschung als historische Epistemologie zu begründen

Gottfried Hofbauer

1. Einleitung

Die Geschichte der Geologie war bis in jüngste Zeit nicht Gegenstand kontinuierlicher Forschung – in Deutschland gibt es selbst heute dafür keine Einrichtung, von der aus entsprechende Arbeit systematisch betrieben wird. Dieser flickwerkartige Charakter ist auch Ursache dafür, daß geologiegeschichtliche Darstellungen, wie sie seit der Etablierung der Geologie als wissenschaftliche Disziplin mit Beginn des 19. Jahrhunderts immer wieder erschienen – untereinander oft nur wenig oder gar keinen argumentativen Zusammenhang zeigen. Die großen Arbeiten Zittels (1839-1904) und Geikies (1835-1924) am Ende des 19. Jahrhunderts vermitteln ein einfaches, kumulatives Bild der Wissenschaftsgeschichte, und werden auch heute noch gerne als Quellen herangezogen, genauso wie die in dieser sammelnd-deskriptiven Tradition stehenden Zusammenfassungen Hölders.¹ Arbeiten, die auf eine kritische Evaluierung des geologischen Forschungsprozesses zielen, und dabei für die Methodik und kommunikative Praxis der geologischen Sachforschung relevante Erscheinungen zur Diskussion stellen, haben dagegen offenbar schlechte Aussichten, Aufmerksamkeit zu erhalten oder gar diskutiert und weiter entwickelt zu werden.

Ein solcher – und dazu besonders bemerkenswerter – Fall in der Geschichte der Geschichtsschreibung der Geologie ist der Beitrag Max Sempers (1870-1952). Sein Hauptwerk sind, 1914 erschienen, „Die geologischen Studien Goethes: Beiträge zur Biographie Goethes und zur Geschichte und Methodenlehre der Geologie“. Schon zuvor hatte Semper einige ihm wichtige erscheinende methodologische Ansichten in einem kleinen Auszug in der Geologischen Rundschau bekanntgemacht: „Bemerkungen über Geschichte der Geologie und daraus resultierende Lehren“.² Er kritisiert an der bisherigen Geschichtsschreibung nicht nur, daß sie auf dem Standpunkt der Chronistik stehen geblieben sei.³ Neukantianischen Vorstellungen folgend, wird die Möglichkeit theoriefreier Beobachtung geleugnet, der naive Induktionismus zurückgewiesen und schließlich behauptet, in der Geologie würden Hypothesen stärker als Beobachtungen den Inhalt der Schlüsse bestimmen.⁴ Diese Sätze gründen auf einer profunden Analyse nicht nur der geologischen Leistungen Goethes, sondern der wissenschaftlichen Methodik seiner wie Sempers eigener Zeit.

Die von Semper aus der historischen Betrachtung gewonnene Schlußfolgerung ist der Geikies und Zittels völlig entgegen. Deren Werk hat er sicher im Auge, als er den chronistischen Stil der bis dahin gängigen Geschichtsschreibung kritisiert. Der Kontrast zu diesen beiden berühmten Vorgängerschriften liegt in Sempers erkenntniskritischen Analysen. Aus heutiger Rückschau ist dabei besonders bemerkenswert, daß damit nur wenige Jahre nach dem Erkenntnisoptimismus, wie ihn die Klassiker von Geikie und Zittel zeigen, eine sehr skeptische Einschätzung des geologischen Forschungsprozesses ausgesprochen wurde. Die Lehre, die etwa Geikie am Ende seines Werkes „The founders of geology“ aus der Geschichte zieht, lautet, daß die Wahrheit stets am Ende ihre Lebenskraft durchsetzt („the permanent

vitality of truth“),⁵ während Zittel die Überzeugung äußert, daß sich im folgenden Jahrhundert – durch die Anhäufung des Wissens und dessen induktiver Auswertung – Erklärungen hinsichtlich der Erd- und Lebensgeschichte ergeben werden.⁶ Von solche Vorstellungen ist Semper weit entfernt: „unumstössliche Tataschen“ gibt es nicht mehr, es gibt nur noch „umstössliche Schlüsse“.⁷

Im folgenden soll das Werk Sempers näher charakterisiert werden. Es wird gezeigt, daß die Entwicklung der Geologie selbst ein wesentlicher Grund für den von ihm vertretenen kritischen Standpunkt lieferte. Die Wende vom Erkenntnisoptimismus zum skeptischen Verständnis der Geologiegeschichte war keineswegs eine von Semper individuell vollzogene Bewegung, sondern entsprach der allgemein empfundenen Wahrnehmung der deutschen Geologen – innerhalb der Disziplingeschichte ist dies eine der einschneidendsten Veränderungen im wissenschaftlichen Selbstverständnis.

Semper war ausgebildeter Geologe und zu jener Zeit Professor an der Technischen Hochschule Aachen.⁸ Er war also kein Philosoph, der von außen an die Geologie herantrat. Parallel zu seinen historisch-methodologischen Studien hat er seine geologische Sachforschung betrieben und in Publikationen verbreitet. Dieser Umstand läßt eine weitere interessante Betrachtung zu: Wie zeigen sich die methodologisch-erkenntnistheoretischen Kenntnisse in seinen geologischen Arbeiten? Läßt sich etwa ein Gewinn an Argumentationskraft oder vertiefte Einsicht in kontroverse Sachverhalte feststellen? Es sei schon vorausgeschickt, daß dies nicht der Fall ist. In einer Phase, in der sich die Geologie mit zahlreichen Hypothesen auseinanderzusetzen hat, werden die erkenntniskritischen Kriterien weniger als Orientierungshilfe denn als Ausweis der Unsicherheit empfunden. Dieser Umstand, sowie die ausbleibende Weiterentwicklung seiner Forschungen durch Semper selbst sind neben anderen Gründen dafür verantwortlich, daß seine Beiträge keine anhaltende wissenschaftliche Diskussion in Gang setzten.

2. Sempers Wissenschaftskritik

Engelhardt & Zimmermann gingen in ihrer neueren, tiefgreifenden Darstellung zur „Methodik der Geowissenschaft“ von der philosophisch-analytischen Konzeption aus.⁹ Historische Fälle werden vor allem dazu verwendet, um bestimmte allgemeine erkenntnistheoretische Aussagen zu illustrieren. Semper hingegen gewinnt seine – von ihm selbst als „methodologisch-erkenntnistheoretisch“ bezeichneten Einsichten¹⁰ anhand seiner Auseinandersetzung mit den geologischen Vorstellungen Goethes. Äußerer Anlaß war ein Auftrag des Goethe-Nationalmuseums in Weimar, Goethes Sammlung zu ordnen und zu inventarisieren, sowie eine Schilderung seiner Studien anzuschließen.¹¹

Semper nennt Goethe einen für sein methodologisches Interesse besonders gut geeigneten Gegenstand, weil die Quellensituation so außerordentlich reichhaltig ist und so die Wege seiner Gedanken gut aufgezeigt werden könnten.¹² Der Fehler bisheriger wissenschaftsgeschichtlicher Forscher wäre gewesen, die Einzelbeobachtungen als Sachaussagen in den Vordergrund zu rücken und diese – *a posteriori* – als richtig oder falsch zu beurteilen.¹³ Semper bemüht sich um einen konsequenteren historischen Ansatz, in dem „[...]eine Ansicht unmöglich allein darum als richtig angesetzt werden kann, weil sie mit der heutigen Meinung übereinstimmt“.¹⁴ Stattdessen möchte er auf den jeweiligen theoretischen Kontext achten, die verwendeten Methoden feststellen und diese kritisch kommentieren. Am Ende dieser

Untersuchung hofft er, Grundlagen einer „Theorie und Kritik der geologischen Erkenntnis überhaupt“ gewinnen zu können.¹⁵

Hier soll nicht auf Sempers Analyse der wissenschaftlichen Tätigkeit Goethes, die den größten Teil des Werks bestimmt, eingegangen werden, sondern die von ihm angestrebten allgemeinen methodologisch-erkenntnistheoretischen Einsichten dokumentiert werden. Bereits drei Jahre vor dem Erscheinen des großen Werks faßt Semper einige seiner Resultate in einem Beitrag für die „Geologische Rundschau“ zusammen.¹⁶ Darin erscheinen in konzentrierter Weise Aussagen, die auf den gewöhnlichen, allein der Sachforschung ergebenden Geologen auch heute noch befremdend wirken könnten. „Es kommt bei der Beurteilung einer wissenschaftlichen Leistung weder auf den Inhalt des Resultats noch auf die schulebildende Nachwirkung an, sondern auf die Strenge und Geschlossenheit des Gedankenganges, auf geistige Selbstständigkeit und dergleichen.“¹⁷ In der Geologie sei es weiterhin nicht möglich, sich auf die Wiedergabe reiner Beobachtungen zu beschränken!¹⁸ Semper argumentiert mit Vehemenz gegen das „Pathos“, es gäbe „unumstößliche Tatsachen“.¹⁹

„Denkgewohnheiten“ spielen in Sempers Augen eine wesentliche Rolle im geologischen Erkenntnisprozess.²⁰ Dieser Begriff wird hier eher psychologisch verstanden und weniger soziologisch, wie es in der späteren klassischen Arbeit von Ludwik Fleck der Fall ist.²¹ Eine solche soziale Bestimmung von „Wahrheit“ betont Semper allerdings an anderer Stelle: „Allgemeine Übereinstimmung der Forscher beweist nur, daß diejenigen, welche sich mit einem Gegenstand näher beschäftigen, entweder ein und derselben Schule angehören und mit den Vorzügen auch die Fehler des Lehrers fortpflanzen, oder daß sie mit denselben Forschungsabsichten an den Gegenstand herantreten [...]“²² „Wahrheit“ kann daher auch nicht als ein der wissenschaftlichen Tätigkeit äußerliches Ziel verstanden werden, sondern als laufendes Produkt des Forschungsbetriebs.²³

Im Zusammenhang mit den von ihm herausgestellten Denkgewohnheiten betont Semper auch deren Bedeutung als Erkenntnishindernis und Fehlerquelle. Sachverhalte würden vom Forscher in der Regel zuerst im Lichte des ihm gewohnten theoretischen Kontextes betrachtet werden, anstatt unter der Fragestellung, ob nicht auch andere Erklärungszusammenhänge möglich wären. Denkgewohnheiten sind in einer Wissenschaft, in der – wie er später schreibt – „[...] ein rastloses Wiedereinreißen und Neuerrichten von Grund aus, das niemals mit einem Chaos begann, sondern stets im Rahmen eines Kosmos, eines wohlgeordneten Begriffsystems geschah“,²⁴ eines der Punkte, die besonderer methodologischer Reflexion bedürfen.

Es soll hier nicht der Anschein erweckt werden, Semper hätte eine Vorstellung entwickelt, die dem entspricht, was später von T. S. Kuhn „Paradigmenwechsel“ genannt wurde.²⁵ Gleichwohl sind seine Ausführungen deutlich genug, um erkennen zu können, daß er einige wesentliche funktionalen Elemente des Wissenschaftsbetriebs in einer Weise sieht, wie sie uns seit Kuhn und der umfangreichen Folgediskussion heute vertraut sind. Sempers kritischer Ansatz steht zweifellos in der Tradition des Neukantianismus. Die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wiedereinsetzende Anknüpfung an den kritischen Idealismus Kants hatte gerade zur Zeit Sempers institutionelle Zeichen gesetzt: das Erscheinen der „Kantstudien“ seit dem Jahr 1896 und die von der Preussischen Akademie der Wissenschaften 1902 begonnene Neuauflage der Kantschen Werke ist Ausdruck dieser gewachsenen Rezeptionsbereitschaft. Semper selbst bekennt sich zu einem „relativistischen Positivismus“.²⁶ Seine Sichtweise der „neuen Philosophie“ als Erkenntnistheorie, die wiederum – gegen den Leitgedanken der „naiv-empirischen Naturforschung“ gerichtet – „Erfahrungswissenschaft“ sein soll, bringt diese Anknüpfung zum Ausdruck.²⁷ Sempers Aussage, „der Glaube an die Möglichkeit, durch reine

Induktion zu sicheren Tatsachenfeststellungen zu gelangen, ruht auf der uralten menschlichen Hoffnung, es sei möglich, zu absolut gültigem Wissen zu gelangen [...]“²⁸, ist eine Umschreibung der Unmöglichkeit, das Erkennen zu können, was Kant das „Ding an sich“ genannt hatte. Die oben geschilderte Meinung vom rastlosen Wiedereinreißen und Neuerrichten des geologischen Gebäudes korreliert mit der philosophischen Einsicht von dem Fehlen einer kumulativen Annäherung an die Erkenntnis einer „wirklichen Naturbeschaffenheit“, die – so Semper –, aus der Prüfung der Geschichte der Wissenschaft, somit also empirisch, gewonnen wurde:

„Gleich der Leitgedanke der naiv-empirischen Naturforschung hält nun der Prüfung nicht stand, die Überzeugung, daß die Wissenschaft mit Sicherheit zu einer verbesserten Erkenntnis der Natur fortschreite, indem sie die überlieferte Form des Lehrgebäudes unter dem Zwang neu erworbener, Einordnung heischender Tatsachen schrittweise umgestalte, und daß auf diese Weise unsere Vorstellung von der Naturbeschaffenheit allmählich mit der wirklichen Naturbeschaffenheit zur Deckung gebracht werde.“²⁹

Das Wirkliche, so Semper, wären nur die Ideen.³⁰ Erkenntnis-Fortschritte werden allerdings durch neue Zugangsweisen zu den Forschungsgegenständen möglich: „durch Anwendung eines neuen Beobachtungsmittels, oder in allgemeinerer Formel: ein neuerer Lehrbegriff besitzt nur dann sicher einen höheren Wirklichkeitsgehalt, wenn ihm eine qualitativ neue Erkenntnis zugrunde liegt.“³¹ Daraus ergibt sich die erkenntnistheoretisch begründbare Berechtigung, vielen heutigen Ansichten einen größeren Wahrheitsgehalt als den früheren zuzumessen.

„Eine sonderbare Vorsicht, die Irrtümern dadurch entgehen will, daß sie ihre Gedanken nicht zu Ende denkt!“³² – in diesem prägnanten Satz faßt Semper seine Kritik an Inkonsistenzen der Forschungspraxis zusammen. Viele „Theorien“ beruhen auf unvollständigen Gedankengängen, die oft mehr oder weniger bewußt abgebrochen werden, um sich mit den daraus resultierenden theoretischen Problemen nicht befassen zu müssen. Denn Wissenschaftler ziehen es offenbar häufig vor, solchen Konsequenzen aus dem Weg zu gehen und stattdessen auf einer theoretisch niederen und somit unkomplizierten Ebene weiterzuarbeiten – egal wie problematisch der theoretische Kontext ein mag. In der Aufdeckung solcher Verhaltensweisen sieht Semper die Möglichkeit, fruchtbare methodologische Kritik üben und wissenschaftliche Fehlwege vermeiden zu können.³³

Ein prägnantes historisches Beispiel für ein solches „nicht zu Ende denken“ sieht Semper im Neptunismus Abraham Gottlob Werners.³⁴ Dieser hatte es angesichts der Vorkommen erdgeschichtlich junger Basalte vorgezogen, trotz aller damit verbundenen Ungereimtheiten nochmals das zu kristallinen Ausfällungen befähigte Urmeer ins Spiel zu bringen, anstatt den neptunistischen Charakter des Basalts oder gar sein ganzes neptunistisches Konzept in Frage zu stellen. Weil das theoretische Gefüge des Neptunismus niemals zusammenhängend diskutiert wurde, konnten die heute wohl als *ad hoc*-Hypothesen zu bezeichnende Konstruktionen zur Erklärung junger Basaltvorkommen lange gehalten werden, und damit nicht nur die fehlerhafte Klassifikation des Basaltes, sondern auch das neptunistische Schema als Ganzes weiterleben.³⁵

Semper resümiert daher am Ende, daß es gerade für die Geologie, als die „die am meisten hypothetische der Naturwissenschaften“³⁶ wichtig sei, der Bedeutung hypothetischer Elemente Aufmerksamkeit zu schenken. Diese Implikationen zu berücksichtigen wäre wichtiger, als danach zu trachten, unbedingt und ohne Reflexion die vorhandenen Vorstellungen zu bestätigen:

„Der Nachweis, daß in der Geologie die Hypothesen stärker als die Beobachtungen den Inhalt der Schlüsse beeinflussen, die daraus resultierende Forderung, den Hypothesen größere Aufmerksamkeit zu widmen, als ihnen jetzt zuteil wird, und die Erkennung irriger Annahmen, die Beseitigung vorhandener Inkonsistenzen, entsprechend dem Verfahren in methodologisch besser durchgearbeiteten Disziplinen, mehr in den Vordergrund zu rücken als das Sammeln von Bestätigungen für vorhandenen Hypothesen und Konsistenzen, das sind Ergebnisse dieser weit ausgedehnten und auf die verschiedenartigsten Felder des Denkens übergreifenden Untersuchung, die im ganzen und in einzelnen im Widerspruch zu den heute anerkannten Grundsätzen stehen.“³⁷

3. Die große Ernüchterung um die Jahrhundertwende

Wo liegen die Wurzeln für diese innerhalb der Geologie nahezu revolutionäre erkenntnistheoretische Kritik Sempers? Verfolgt man die wissenschaftliche Entwicklung jener Zeit, dann wird deutlich, daß die Zweifel an der erkenntnistheoretischen Zuverlässigkeit der Geologie schon allein aus den in der Sachforschung diskutierten Problemen genügend Nahrung erhalten konnten. Semper selbst geriet schon am Beginn seiner geologischen Studien an die Themen, die über viele Jahre Anlaß zu sachlichen wie auch methodologischen Kontroversen geben sollten.

In der unter von Zittel ausgeführten Dissertation befasste sich Semper mit den Klimaverhältnissen im Eozän.³⁸ Damit betrat der junge Geologe ein Feld, das voller widersprüchlicher Befunde zu sein schien – Widersprüche, die wenig später auch für Alfred Wegener Anlaß waren, über Kontinentaldrift als mögliche Erklärung nachzudenken. Zugleich begann man aber auch, den Zeichencharakter der geologischen und paläontologischen Befunde in Frage zu stellen: wie zuverlässig indiziert diese und jene Erscheinung einen bestimmten Sachverhalt, ein bestimmtes Klima oder andere möglicherweise sehr komplexe Bildungsstände?

Die paläogeographische wie paläoklimatologische Deutung der Daten aus dem Tertiär des Nordatlantiks war jedoch nur einer der schwierigen Aufgaben jener Zeit – viele dieser Probleme wurden erst viel später durch die Plattentektonik zufriedenstellend erklärt, andere klimatische Fragen sind gerade gegenwärtig Gegenstand intensiver Erforschung. Über dieses Thema nahm Semper jedenfalls den Einstieg in eine allgemeinere Debatte, deren weitere Probleme die permische Vereisung Gondwanas, wie aber auch die Ursachen der jüngsten nordeuropäischen Vereisung war. Semper selbst veröffentlicht im Jahr 1910 eine Zusammenfassung über die „Klimaprobleme der Vorzeit“, worin er eine ganze Reihe von „Klimatheorien“ – etwa die „Kohlensäuretheorie“ und die „Pendulationstheorie“ erwähnen kann.³⁹ Er selbst hat in einem früheren Aufsatz Polverlagerungen als Erklärungsmöglichkeit für die verwirrenden Befunde ins Auge gefaßt⁴⁰ und mehrfach auch gegen andere Konzepte kritisch Stellung bezogen, so etwa gegen eine paläoklimatisch relevante Hypothese von der Entstehung des Sonnensystems oder gegen die „Vulkanismus-Theorie“ von Harboe, die eine Erklärung der quartären Eiszeiten versuchte.⁴¹

Die paläoklimatischen Debatten haben nicht allein Semper Anlaß gegeben, über die Methodik der Geologie nachzudenken. In Publikationen jener Zeit findet man in diesem Zusammenhang häufiger Passagen, die den „theoretischen“ Charakter der Geologie zur Sprache bringen und versuchen, diese als neu und zugleich unbefriedigend empfundene Situation zumindest insofern zu bewältigen, indem man einen begrifflichen Umgang mit den methodologischen Gegenständen „Tatsache“, „Hypothese“, „erklärende Hypothese“

„Arbeitshypothese“, „Synthese“ oder „Theorie“ entwickelt und damit den Diskurs in wissenschaftlicher Form weiterzuführen vermag.⁴² Wichtig erschien besonders, die Hypothese als unverzichtbare wissenschaftliche Instanz anzuerkennen, sie aber zugleich von den träumerischen oder kühnen „Spekulationen“ auf der einen Seite, wie der als rein pragmatisch hingestellten „Arbeitshypothese“ andererseits abzugrenzen. Semper selbst hat diese Unterscheidungen wiederholt diskutiert.⁴³ In der Folge dieser Probleme wird auch die Diskussion um den Aktualismus wiederbelebt. Dies ist bei Semper selbst, aber auch anderen Arbeiten jener Zeit festzustellen,⁴⁴ und das Aktualismusproblem wird nach dem Ersten Weltkrieg sehr stark in den Vordergrund rücken.

Neben den Problemen der Paläoklimatologie gab es noch weitere kontroverse Themenkomplexe, für die eine rasche, empirisch fundierte Klärung in näherer Zukunft nicht möglich schien. Dies gilt besonders auch für die Abstammungslehre, die aus erdgeschichtlicher Sicht alles andere als ein eindeutiges evolutionäres Muster erkennen ließ. Das Darwinsche Konzept erschien nicht ohne weiteres nachvollziehbar, die Frage nach dem Aussterben wie auch umgekehrt dem Erscheinen neuer Arten erhielt aus den Fossil-sammlungen keine deutliche Antwort.

Auch wenn der Beitrag von Gustav Steinmann im Jahr 1908 in der Fachwelt auf weitgehende Ablehnung stieß, ist doch bemerkenswert, daß ein angesehener Geologe das Aussterben wie die Neuentstehung von Arten als ganzes leugnen und stattdessen die Ansicht vertreten konnte, daß eine einmal entstandene Palette von Lebensformen gleichsam als Artenreihe anhaltend existieren würde (so wären z.B. die Saurier nicht ausgestorben, sondern sie würden in den Säugetieren weiterexistieren)⁴⁵ Jaekel konzediert in diesem Zusammenhang aber auch den noch unreifen Zustand der Paläontologie, deren Sammlungen und wackelige Systematik viel Raum für unterschiedlichste evolutionäre Konzepte lassen.⁴⁶

Auch Semper setzt sich mit diesen und anderen evolutionstheoretischen Problemen auseinander. Von seinem Lehrer Zittel geschult, hat er selbst an einer paläontologischen Habilitation über Productiden (Brachiopoden) gearbeitet⁴⁷ und somit ausreichend Kompetenz, um an entsprechenden Kontroversen teilzunehmen. In seinem Beitrag „Ueber Artenbildung durch pseudospontane Evolution“ bringt er im Jahr 1912 selbst eine Modifikation der Evolutionstheorie vor, in der die Vererbung als ein selbstständig umbildender Faktor gesehen wird. Damit sollen insbesondere über das Anpassungsoptimum hinausgehende morphologische Züge erklärbar werden, die man sonst nur als spontane – also nicht selektiv bestimmte – Bildungen sehen müsste. Diese spontan erscheinenden Merkmale wären dann, würde man Sempers Ansicht von der weitergestaltenden Funktion der Vererbung folgen, nur scheinbar oder „pseudospontan“.⁴⁸

Ein weiterer problematischer Punkt war das Fehlen einer globalen Theorie zur Gebirgsbildung. Nach der Synopsis in Suess' „Antlitz der Erde“ enthüllt sich, so Semper, „[...] ein Chaos widerspruchsvoller Meinungen“ – und dies vor allem dann „wenn wir auf diese End- und Grundvorstellungen blicken, die zumeist unbeachtet im Hintergrund bleiben“.⁴⁹ Sieht man von der unten noch genauer behandelten Kontroverse gegen Wegener ab, hat Semper sich mit den zu jener Zeit zahlreich publizierten tektonischen Hypothesen aber nicht auf Publikationsebene auseinandergesetzt.⁵⁰

Die Geologie ist nun auf Hypothesen angewiesen, der Erkenntnisoptimismus ist verflogen. Semper selbst sieht diesen Umschwung, gewinnt ihm aber insofern positive Seiten ab, als er darin eine disziplingeschichtliche Weiterentwicklung der Problemstellungen sieht:

„Die Bereicherung der geologischen Erfahrung, die im letzten Jahrhundert errungen wurde, ist wesentlich dadurch geschaffen, daß sich die Forschung mit ausschließlicher Energie der ersten Aufgabe der Geologie und Paläontologie, der Beschreibung des gegenwärtigen Befundes, zuwandte. Hierbei war nur geringes Handwerkszeug an Hypothesen erforderlich und dieses brauchte niemals in Diskussion gezogen zu werden. In der Gegenwart aber wird auch die andere Aufgabe, Rekonstruktion der vorzeitlichen Zustände, immer umfassender in Angriff genommen. Bei ihr ist ein beträchtliches Rüstzeug an Hypothesen unentbehrlich, wenn man überhaupt zu Schlüssen gelangen will, aber die Forschung verhält sich ihrem gedanklichen und begrifflichen Material gegenüber mit wenigen Ausnahmen genauso, wie sie es in der vorhergehenden Tätigkeit mit Erfolg geübt hatte [...]“⁵¹

Es ist eine historische Pointe, das sich der an der Wende zum 20. Jahrhundert beobachtbare Übergang vom Erkenntnisoptimismus zum Skeptizismus so deutlich gerade an Persönlichkeiten zeigen läßt, die wie Zittel und Semper in einem Lehrer-Schüler-Verhältnis standen. Durch die Bindung an den Generationswechsel erscheint dieser Wende besonders scharf, denn Generationswechsel bedeutet auch Wechsel von Befindlichkeiten, die den Blick auf die Entwicklung der Forschung modifizieren können. So wie Zittel – und in Großbritannien Geikie – einen stolzen Rückblick auf das in ihrer Generation geleistete empirisch-deskriptive Programm zu Papier bringen – und das Bild dieser fruchtbare Phase somit verstärken⁵² – so haben die Nachkommen mit ihren nach vorne gerichteten Blick Schwierigkeiten, Lösungen für die drängenden, und für das Selbstverständnis der Geologie als grundsätzlich empfundenen Fragen zu sehen.

Angesichts der Komplexität der genannten Probleme mochte manchen Geologen das Gefühl überkommen, daß es zukünftig vielleicht nicht mehr möglich sein würde, als Einzelner die genannten Probleme noch kompetent überblicken zu können. Semper findet in Goethe einen von einer solchen Zersplitterung Betroffenen – dessen Kritik an den Wissenschaften kann er wiederaufnehmen, genauso wie er mit ihm deren Reduzierung auf technischen Fortschritt kritisiert.⁵³ Die Kunst der Gegenwart wird als Spiegel dieser Verhältnisse gesehen: „die alten Formen wurden zertrümmert, und was neu an ihre Stelle trat, erschöpfte sich im Erfassen der Außenseite, fand schließlich nichts anderes als wesentlich heraus als das Alleroberflächlichste, nämlich die Rastlosigkeit der Bewegung, oder resignierte sich auf die Wiedergabe des Eindrucks, der Impression, als ob das hastig Festgehaltene das Wichtigste, Kernhafteste sein könnte“.⁵⁴

4. Ausbleibende Rezeption

Obwohl Semper den Kern seiner Wissenschaftskritik in einer Arbeit über Goethe unterbrachte – also einem Gegenstand, der sich bis heute anhaltender historischer Aufmerksamkeit erfreut – ist sein Beitrag zur Erkenntnistheorie und Methodik der Geologie vergessen.⁵⁵ Gerade solche Analysen werden natürlich in einer Goethe-Studie nicht erwartet, und der Leser wird leicht geneigt sein, sie als Zutat aufzufassen und ihnen nicht die von Semper erhoffte Aufmerksamkeit schenken.

Dieser Umstand ist sicher nur einer der Gründe dafür, daß Sempers erkenntnistheoretisch-methodologische Analysen nicht aufgenommen und weiterentwickelt wurden. Aber Semper trägt selbst auch Mitschuld daran. Er hat es nicht unternommen, die bereits in der Goethe-Studie von der spezifischen historischen Analyse abgelösten allgemeineren Aussagen weiter

auszuarbeiten und in einem eigenen erkenntnistheoretisch-methodologischen Werk zusammenzufassen.

Später erwähnt Semper zwar entsprechende Absichten, allerdings liefert er sogleich die Einschränkung mit: „Ob die geplante Erweiterung und Vertiefung des dort nur Skizzierten zur Ausführung und zum Abschluß kommt, läßt sich nicht absehen“.⁵⁶ Diese Passage muß doch eher nur als ein Spreizen der Federn gesehen werden, das dem in diesem Zusammenhang angegriffenen Wegener Eindruck machen soll.

Semper wird so schon wenige Jahre nach der Publikation seiner Arbeit mit Ignoranz konfrontiert. Im Falle eines im Jahr 1924 erschienenen Beitrags motiviert ihn dieser Umstand zu einer Erwiderung.⁵⁷ Schon hier ist zu beobachten, wie auf Semper folgende Arbeiten sein Analysen ignorieren und zugleich unter das von ihm definierte Niveau fallen.

In der Zeit vor dem 2. Weltkrieg richtet Semper seine Anstrengungen auf ein geologiefernes Feld. Durch eine eigene Orientreise vertieft, verfaßt er eine historische Kulturanthropologie über „Rassen und Religionen im alten Vorderasien“, – ein Werk, das durchaus hohen philosophischen Anspruch zeigt. Der Ausgangspunkt seiner Studie ist biologisch/rassisch und klingt damit wie nationalsozialistisches Gedankengut. Genau betrachtet versucht er aber, die Entstehung kollektiver Identitäten aus dem Zusammenhang mit ihrer kulturellen Praxis, ihrem metaphysischen Werte- und Vorstellungssystem zu begründen. Schon frühere Darstellungen zeigen mitunter Passagen, in denen bestimmte wissenschaftliche Stile als nationale bzw. kulturelle Stile charakterisiert werden, etwa der Denkstil der Engländer, in dem die Arbeitshypothese ihre originäre und spezifische Bedeutung haben soll.⁵⁸ Wenngleich diese Arbeit weder in den Grundlagen noch in der Ausführung an der „Philosophie der symbolischen Formen“ von Ernst Cassirer gemessen werden kann, ist die Intention nicht unähnlich.⁵⁹ Diese Parallele ermöglicht es, Sempers Werk, das man heute wegen seiner biologistischen Verknüpfung von Rasse und Kultur nicht mehr akzeptieren kann, doch immer noch als Weiterarbeit in der philosophischen Tradition neukantianischer Perspektiven sehen zu können – eine Perspektive, aus der er in der Geologie so wesentlich zu seiner erkenntniskritischen Arbeit beitragen konnte.

Semper hat das Schicksal seiner geologiekritischen Arbeit wohl vorausgeahnt, haben ihm doch gerade seine historischen Studien gezeigt, daß die Chancen für ihre Rezeption nicht günstig sind, weil sie notwendig viel Zweifeln und Negation enthalten: „Ist die Überzeugungskraft, welche dem Ergebnis von Debatten innewohnt, schon geringfügig, so ist ein Kampf, dessen eigentliche Seele in Negation herrschender Ansichten besteht, völlig aussichtslos ...“⁶⁰ Erst positive Konzepte können eine Ablösung des alten Gedankengutes ermöglichen – wieder begegnen wir Gedanken, die uns von Kuhn und Lakatos bekannt sind.⁶¹

5. Dogmatische und polemische Verwendung methodologischer Argumente

Ein wesentlicher Grund für die mangelnde Bereitschaft der Geologen, erkenntnistheoretisch-methodologisch fundiertes Denken zu schulen, liegt sicher darin, daß ein daraus resultierender Nutzen in der geologischen Sachdiskussion nicht deutlich wurde – oder eben bisher nicht aufgezeigt wurde. Dies ist aber nicht ein Mangel der Methodologie und Erkenntnistheorie an sich, sondern Folge des oft nur wenig differenzierten und manchmal auch fehlgerichteten Gebrauchs, der von ihr in solchen Diskussionen oft gemacht wurde.

Bereits oben wurde erwähnt, daß die Aufnahme und Verwendung solcher Begriffe in einer Phase erfolgte, die von den Wissenschaftlern als unbefriedigend empfunden wurde.

Erkenntnistheoretische Begriffe und Argumente, selbst wenn sie nur fragmentarisch oder auch wenig differenziert eingebracht werden, können in Texten, die eigentlich geologische Sachfragen zum Gegenstand haben, eine komplementäre Funktion einnehmen. Mangelnde Evidenz der Sachaussagen, weite oder sich gar widersprechende Interpretationsspielräume, die Gefahr, den Anspruch strenger Wissenschaftlichkeit zu gefährden – dies sind die Umstände, in denen diese erkenntnistheoretischen Elemente ihre stützende Bedeutung erhalten. Nennen wir es die Alibifunktion der Erkenntnistheorie, wenn sie in solchen als krisenhaft empfundenen Situationen dazu dient, durch den Ausweis methodologischer Reflexion Wissenschaftlichkeit zu signalisieren, oder gegen nicht signifikant unsolidere Arbeiten in polemischer Weise als ausgrenzendes Werkzeug zu funktionieren. Dies ist Missbrauch, weil sie gerade zu solchen Zwecken nicht geeignet ist. Wenn man schon Fragen der Sachforschung mit erkenntnistheoretischen Argumenten verknüpft, dann sollten doch eher dazu dienen, gewollte wie ungewollte Mißverständnisse in der Kommunikation aufzuhellen und zu helfen, Möglichkeiten für diskursive wie methodische Lösungswege zu entwickeln.

Methodik und Erkenntnistheorie kann nicht in Kontroversen der Sachforschung entscheiden. Semper selbst scheint sich darüber durchaus im Klaren gewesen zu sein: „Keine wissenschaftsgeschichtliche Belehrung und keine darauf beruhende erkenntnistheoretische Schulung kann die Forschung vor Irrwegen bewahren.“⁶² Auch bemerkt er an anderer Stelle: „Es gibt eben keine absolut zuverlässige oder absolut verwerfliche Methode, sondern wie bei der Auflösung algebraischer Gleichungen könnten bei einer jeden die Ergebnisse völlig irrig ausfallen infolge von Rechenfehlern oder wegen unrichtiger Ansätze in den zugrunde gelegten Thesen“.⁶³

Aber genau solchen Fehlern ist Semper dann doch verfallen. Erkenntnistheoretisch-methodologische Argumente werden ausgiebig für schärfste Angriffe auf Kollegen benutzt. Am krassesten geschieht dies in seiner Polemik gegen Wegeners Kontinentalverschiebung. Unter dem Titel „Was ist eine Arbeitshypothese“ wird unter einer solchen methodologischen Flagge ein wütender Angriff gegen Wegener gefahren.⁶⁴ Dabei wird das methodologische Argument mit einer ins Absurde gehenden Konsequenz angewandt. Gerade die von Wegener für die Kontinentalverschiebung als empirisch wesentlich angesehene Messung der tatsächlichen Entfernungsrates zwischen Amerika und Grönland wird als erkenntnistheoretisch völlig belanglos hingestellt.⁶⁵

„Vom geologischen Standpunkt aus betrachtet, sind diese Beobachtungen aber für die Verschiebungstheorie gleichgültig, da niemand sagen kann, seit wie lange diese Veränderung statthat. Horizontalverschiebungen solcher Größenordnung sind außerdem an Spaltensystemen nichts Ungewöhnliches, und zwischen Europa und Grönland ist Platz und Gelegenheit genug, die zu fordernden Spalten anzusiedeln“⁶⁶

Semper entwickelt hier einen Absolutismus, der der Empirie am Ende nicht viel Bedeutung lassen würde: lieber scheint er Faktizitäten der Gegenwart und damit aktualistische Prinzipien aufgeben zu wollen, als die Kontinentalverschiebung zuzulassen.

Dem nicht genug. Semper lehnt die von Wegener vorgebrachten geophysikalischen Kalkulationen ab. Er tut dies, obwohl er doch wissen müßte, daß gerade die auf geophysikalischen Messungen beruhenden Modelle gute Hypothesen sind, da sie eher der empirischen Prüfung zugänglich sind als viele *a posteriori* konstruierte erdgeschichtliche Erklärungsmuster. Ob der Ozeanboden tatsächlich, wie von Wegener gefordert, aus dem dichten Sima besteht, oder wie Semper karikierend anmerkt, doch genauso gut aus Eisenplatten aufgebaut sein könnte, ist nahezu absurd. Semper argumentiert hier leichtsinnig und bar jeder methodologischen Klugkeit, denn er müßte wissen, daß gerade Hypothesen

dieser Art besonders gut der Erfahrung zugänglich sind – auch wenn damals von Bohrungen in der Ozeankruste noch nicht die Rede sein konnte. Wegener wird anschließend in krassester Weise als wissenschaftlicher Außenseiter, dem der Einlaß in die Wissenschaftliche Geologie zu verwehren sei, geschmäht: „O heiliger Sankt Florian, Verschon’ dies Haus, zünd’ andre an!“⁶⁷

Der Anspruch Wegeners, daß seine Ideen zur Kontinentaldrift gleichsam als „Arbeitshypothese“ verstanden werden sollten, gilt der abschließende Teil von Sempers Polemik. Semper gibt hier eine sehr enge und dogmatische Definition einer Arbeitshypothese, verbunden mit einer nicht weniger simplifizierten Typisierung der Rolle, die sie angeblich in ihrem Ursprungsland, nämlich der englischen Geologie, einnähme. So muß in Frage gestellt werden, ob man wirklich und dann auch noch mit derartiger Rigorosität behaupten kann, die Arbeitshypothese diene dort dem „Ausblenden theoretischer Überlegungen“, um „ungestörtes Beobachten“ zu ermöglichen.⁶⁸ Eine Arbeitshypothese als Baustein einer synthetischen Theorie zu verwenden, kann, so jedenfalls Semper, nicht gestattet sein – in Synthesen gäbe es nämlich nur konsistente und inkonsistente Hypothesen:

„Synthesen sind überhaupt nur möglich insoweit, als die verarbeiteten Hypothesen für das ganze in Betracht kommende Gebiet nachweislich konsistent sind oder als konsistent vermutet werden können. Ein Mittelding, das etwa ‘vorläufige und nicht einwandfreie, aber wegen teilweiser Brauchbarkeit allgemeine Bedeutung erstrebende Hypothese’ bedeutete, also das, was sehr oft, aber mißverständlich als Arbeitshypothese bezeichnet wird, ist für synthetische Arbeit einfach eine inkonsistente, demnach untaugliche Hypothese“.⁶⁹

Dieser von Semper als „erkenntnistheoretische Konsequenz“ verschleierte Begriffsdogmatismus verdeckt den Umstand, daß er selbst einige Jahre zuvor ein Bekenntnis zu Polverschiebungen publiziert hatte.⁷⁰ Die Kontinentaldrift – so wie Wegener – als einen anhaltenden Prozess zu postulieren, ist nämlich durchaus eine sinnvolle wissenschaftliche Hypothese, denn sie ist immerhin testfähig. Man kann Semper vielleicht zugute halten, daß er in dieser Frage nicht die angemessene Gelassenheit aufbringen konnte. Er selbst hatte nämlich in seiner Dissertation über das „Klima im Eocän“ an Kontinentalverschiebung gedacht.⁷¹ Eine entsprechende Formulierung im Entwurf wurde von seinem Lehrer Zittel mit einem „freundlichen Lächeln abgefertigt“. Dieser Versuch, „der Erde das Fell über die Ohren zu ziehen“ – so Zittels Formulierung –, konnte, von Semper auf Rat seines Lehrers aufgegeben, nun bei Wegener offenbar nicht hingegenommen werden. So erscheint die wissenschaftliche Karriere Sempers in einem tragischen Licht: die Dissertation wurde vom Lehrer zurechtgestutzt, und später von einem anderen – Wegener – ins Gespräch gebracht, die Habilitation vor ihrer Publikation wissenschaftlich überrundet, seine evolutionstheoretischen, paläoklimatischen und erkenntnistheoretischen Vorstellungen wurden nicht gut aufgenommen, und auch sein ambitioniertes kulturhistorisches Werk wird am Ende im Dunkeln bleiben, schon weil es in seiner biologisch-nationalen Konzeption nach dem Nationalsozialismus keine Chance mehr auf Akzeptanz haben konnte.

6. Fazit

Die methodologisch-erkenntnistheoretischen Studien Sempers zeigen ein bis dahin in den Geowissenschaften unerreichtes, hohes Niveau historischer Analyse. Seine Studie der geologischen Aktivitäten Goethes würden auch heutigen Ansprüchen gerecht. Die in diesem Zusammenhang erarbeiteten erkenntnistheoretisch-methodologischen Urteile erscheinen nach

der wissenschaftshistorischen und -theoretischen Debatte, wie sie in der Folge Kuhns in den sechziger und siebziger Jahren stattfand, als modern und das Wesen der Geologie treffend.

Diese Leistung Sempers würde es verdienen, als einer der Ausgangspunkte der Erkenntnistheorie und Methodologie der Geowissenschaften genommen zu werden. Allerdings zeigte sich schon bald nach ihrer Publikation, daß dieser Faden weder von Semper selbst, noch von anderen Bearbeitern weitergeknüpft wurde. Ein Grund für diese Ignoranz liegt sicher darin, daß eine solche kontinuierliche Forschung aus Sicht der Geologen offenbar nicht als sinnvoll betrachtet wurde. Diese Einschätzung ist nicht unbegründet, wenn man die Verwendung sieht, die erkenntnistheoretische Argumente in geologischen Kontroversen, bei Semper selbst wie auch in anderen Fällen, erhielten. Der unsachgemäße Gebrauch als polemisches Mittel hat der Wertschätzung der Methodologie und Erkenntnistheorie sicher Schaden bereitet. Eine Studie, die umgekehrt zeigen würde, daß solche Kenntnisse auch der Sachforschung nützen, indem sie ein differenziertes Denken und Argumentieren fördern und darüber hinaus auch die interdisziplinäre Kommunikation und den Umgang mit der Öffentlichkeit erleichtern, wäre ein besserer Erfolg zu wünschen!

Literatur

- Ampferer, O. (1906): Über das Bewegungsbild der Faltengebirge. - Jahrbuch Geol. Reichs-Anstalt [Wien] 56, 539-621.
- Engelhardt, W. v. & Zimmermann, J. (1982): Theorie der Geowissenschaft. - Paderborn und München: Schöningh.
- Fleck, L. (1935): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. - Basel: Benno Schwabe & Co.
- Fleck, L. (1980): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. - Frankfurt/Main: Suhrkamp. [vorliegend 2. Aufl. 1993, hg. von Lothar Schäfer und Thomas Schnelle]
- Hauchecorne, W. (1898): Drei und vierzigste Allgemeine Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Berlin (Feier des fünfzigjährigen Bestehens derselben) [Ansprache des Geschäftsführers Hauchecorne]. - Z. dt. geol. Ges., Verhandlungen 50, 43-59.
- Hölder, H. (1960): Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte. - Freiburg und München: Alber (Orbus academicus II, 11).
- Hölder, H. (1989): Kurze Geschichte der Geologie und Paläontologie. - Berlin: Springer.
- Hofbauer, G. (1993): Die sinnliche Naturgeschichte des Abraham Gottlob Werner. An der Grenze zwischen Empirismus und romantischer Naturphilosophie. - Z. geol. Wiss. 21, 545-558.
- Geikie, A. (1897): The founders of geology. - London.
- Geikie, A. (1905): The founders of geology. - London und New York: MacMillan & Co. [2. veränderte Aufl. des Titels von 1897, Reprint New York 1962: Dover Publications]
- Hummel, K. (1924): Über die Bedeutung der Geschichte der Geologie für die wissenschaftliche Ausbildung des Geologen. - Geol. Rundsch. 15, 359-362.
- Jaekel, O. (1908): Zu Gustav Steinmann's Geologischen Grundlagen der Abstammungslehre. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1908, 461-471.
- Kuhn, T. S. (1962): The structure of scientific revolutions. - Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1976): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. - Frankfurt/Main: Suhrkamp [2., rev. und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Aufl.].
- Lakatos, I. (1974): Die Geschichte der Wissenschaft und ihre rationalen Rekonstruktionen. - In: Diederich, Werner (Hrsg.), Theorien der Wissenschaftsgeschichte: Beiträge zur diachronen Wissenschaftstheorie, 55-119; Frankfurt: Suhrkamp.

- Semper, M. (1896): Einige Bemerkungen zu Faye's Hypothese über die Entstehung des Sonnensystems. - Z. dt. geol. Ges. 48, 683-684.
- Semper, M. (1896): Das paläothermale Problem, speciell die klimatischen Verhältnisse des Eocän in Europa und im Polargebiet. - Z. dt. geol. Ges. 48, 261-349.
- Semper, M. (1899a): Das paläothermale Problem: Berichtigungen und Zusätze über die klimatischen Verhältnisse des Eocän. - Z. dt. geol. Ges. 51, 185-206.
- Semper, M. (1899b): Zu Harboe's Aufsatz "Vereisung und Vulkanismus". - Z. dt. geol. Ges. 51, 441-461.
- Semper, M. (1908): Die Grundlagen paläogeographischer Untersuchungen. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1908, 434-445.
- Semper, M. (1910): Das Klimaproblem der Vorzeit. - Geol. Rundsch. 1, 57-80.
- Semper, M. (1911): Bemerkungen über Geschichte der Geologie und daraus resultierende Lehren. - Geol. Rundsch. 2, 263-277.
- Semper, M. (1912): Ueber Artenbildung durch pseudospontane Evolution. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1912, 140-151.
- Semper, M. (1913a): Zur eocänen Geographie des nordatlantischen Gebiets. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1913, 234-242.
- Semper, M. (1913b): Berichtigung [zu: Ueber Artenbildung durch pseudospontane Evolution, 1912]. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1913, 27-28.
- Semper, M. (1914): Die geologischen Studien Goethes: Beiträge zur Biographie Goethes und zur Geschichte und Methodenlehre der Geologie. - Leipzig: Veit & Comp..
- Semper, M. (1917): Was ist eine Arbeitshypothese?. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jg. 1917, 146-163.
- Semper, M. (1920): Wissenschaftliche und sittliche Ziele des künftigen Deutschtums. - München: J. F. Lehmann.
- Semper, M. (1925): Eine Randbemerkung [Anmerkung zu K. Hummel 1924, Über die Bedeutung der Geschichte der Geologie für die Ausbildung des Geologen]. - Geol. Rundsch. 16, 250- 252.
- Semper, M. (1930): Rassen und Religionen im alten Vorderasien. - Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung (Kulturgeschichtliche Bibliothek, I. Reihe: Ethnologische Bibliothek, 6).
- Steinmann, G. (1908): Die Grundlagen der Abstammungslehre. - Leipzig: W. Engelmann.
- Wegener, A. (1912): Die Entstehung der Kontinente. - Geol. Rundsch. 3, 276-292. [Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung der Geolog. Vereinigung in Frankfurt/Main am 6. Januar 1912]
- Wegener, A. (1915): Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. - Braunschweig: Vieweg & Sohn.
- Wood, R. M. (1985): The dark side of the earth: the battle for the earth sciences. - London: Allen & Unwin.
- Zittel, K. A. v. (1899): Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. - München und Leipzig: Oldenbourg [Geschichte der Wissenschaften in Deutschland, Neuere Zeit 23]

Anmerkungen

- ¹ Zittel 1899, Geikie 1897, 1905/1962 und Hölder 1960, 1989
- ² Geologische Rundschau 2, 1911
- ³ Semper 1911, S. 263; Semper 1914, S. 13, Semper 1925, S. 250ff.
- ⁴ Semper 1914, S. 289
- ⁵ Geikie 1905, S. 471
- ⁶ Zittel 1899, S. 226
- ⁷ Semper 1911, S. 277
- ⁸ Semper wurde geboren in Hamburg/Altona am 29. August 1870. Nach dem Studium in München (1891-96), Privatdozent, ab 1909 Professor an der Technischen Hochschule Aachen; J. C. Poggendorf's biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften 4, Leipzig 1904, (II. Abtheilung), S. 1384, sowie Band VI (1940), S. 2414.
- ⁹ Engelhardt & Zimmermann 1982
- ¹⁰ Semper 1925, S. 250
- ¹¹ Semper 1914, S. 1
- ¹² Semper 1911, S. 264
- ¹³ Semper 1911, S. 264
- ¹⁴ Semper 1911, S. 264
- ¹⁵ Semper 1914, S. 4
- ¹⁶ Geologische Rundschau 2, 1911
- ¹⁷ Semper 1911, S. 264
- ¹⁸ Semper 1911, S. 272
- ¹⁹ Semper 1911, S. 277
- ²⁰ Semper 1911, S. 266
- ²¹ Fleck 1935/1980
- ²² Semper 1914, S. 276
- ²³ Semper 1914, S. 15f.
- ²⁴ Semper 1914, S. 290
- ²⁵ Kuhn 1962/1976
- ²⁶ Semper 1914, Vorwort, iii
- ²⁷ Semper 1914, S. 12
- ²⁸ Semper 1914, S. 291
- ²⁹ Semper 1914, S. 12
- ³⁰ Semper 1914, S. 13
- ³¹ Semper 1911, S. 265
- ³² Semper 1914, S. 11
- ³³ Semper 1914, S. 22f.
- ³⁴ Semper 1911, S. 267, 269f.
- ³⁵ vgl. zu Werners unausgereiftem neptunistischen Konzept auch Hofbauer 1993, S. 554
- ³⁶ Semper 1914, S. 22
- ³⁷ Semper 1914, S. 289
- ³⁸ Semper selbst weist in seiner Polemik gegen Wegener darauf hin (1917, S. 158)
- ³⁹ Semper 1910
- ⁴⁰ Semper 1899a
- ⁴¹ Semper 1899b
- ⁴² Koken 1908, vgl. Anmerkung in Semper 1913, S. 241
- ⁴³ Semper 1899, 205; 1917 sowie in vielen anderen seiner Aufsätze
- ⁴⁴ Semper 1911, S. 274; 1914, S. 265 wie u.a. auch Koken 1908, S. 449
- ⁴⁵ Steinmann 1908 und weitere Arbeiten, das hier gegebene Beispiele wurde Jaekel 1908 entwickelt
- ⁴⁶ Jaekel 1908, S. 462
- ⁴⁷ Semper selbst gibt dies 1912, S. 151 mitd er Anmerkung bekannt, daß eine Veröffentlichung nicht erfolgte, da die kurz zuvor erscheinene Arbeit eines Tschernyschew sie als „hoffnungslos“ überholt erschienen ließ.
- ⁴⁸ Semper 1912, S. 147
- ⁴⁹ Semper 1914, S. 10
- ⁵⁰ Schon vor Wegener (1912) hatte Ampferer (1906) seine „Unterströmungstheorie“ publiziert. Vor allem im angelsächsischen Sprachraum wurden zahlreiche andere Modelle diskutiert, vgl. historische Zusammenfassung wie Wood 1985.
- ⁵¹ Semper 1913a, S. 240f.

Anmerkungen

⁵² vgl. Anm. 1; auch Hauchecorne (1828-1900) gehört in diese Gruppe – in seinem Vortrag (1898) zum fünfzigjährigen Bestehen der Deutschen Geologischen Gesellschaft kann er auf die erfolgreichen Kartierprogramme und die Lösung der Kontroversen um die norddeutschen Vereisung berichten.

⁵³ Semper 1914, S. 194, 254f.

⁵⁴ Semper 1914, S. 255

⁵⁵ Semper wird auch in Engelhardt & Zimmermann (1982) nicht erwähnt

⁵⁶ Semper 1917, S. 155

⁵⁷ Hummel 1924, dazu Sempers „Randbemerkung“ 1925

⁵⁸ Semper 1917

⁵⁹ Cassirers dreibändige „Philosophie der symbolischen Formen“ erschienen zuerst in den Jahren 1923-1929; zahlreiche spätere Auflagen. Während der Band I die symbolische Funktion der Sprache zum Gegenstand hat, wird im 2. Band das mythische Denken untersucht. Sempers Analyse östlicher Kulturen hat ebenfalls eine bestimmte Form des mythischen Denkens, nämlich die religiöse Ausdifferenzierung von Kulturen, im Auge.

⁶⁰ Semper 1914, S. 276

⁶¹ Nach Kuhn (1962/1976) wie Lakatos (1974) findet eine Ablösung in der Regel erst statt, wenn eine „Konversion“ zu einer erfolgsversprechenderen Hypothese möglich ist.

⁶² Semper 1925, S. 251

⁶³ Semper 1914, S. 264

⁶⁴ Semper 1917

⁶⁵ Wegener hat hier bekanntlich aus heutiger Sicht viel zu große Beträge angenommen. Die von ihm kalkulierten Raten liegen 2 Größenordnungen über dem heute gemessenen sea floor spreading im Nordatlantik. Diese so viel kleineren Verschiebungen hätte er mit den damaligen Meßmethoden nicht nachweisen können.

⁶⁶ Semper 1917, S. 148

⁶⁷ Semper 1917, S. 157

⁶⁸ Semper 1917, S. 161

⁶⁹ Semper 1917, S. 162

⁷⁰ Semper 1899a

⁷¹ diese Arbeit lag leider nicht vor, Semper selbst weist jedoch gegen Wegener darauf hin (1917, S. 158)