

«De re metallica» – ein Beitrag zu einer frühneuzeitlichen Umwelttechnologie?

Arne Andersen (Bremen)

Natürlich könnte ich es mir leicht machen und die Frage mit einem einfachen Nein beantworten. Auch die systematische Begründung der Verneinung ist kurz; denn der Begriff Umwelttechnologie impliziert einen bestimmten Technikzweck. Da jedoch der Umweltbegriff erst in den 1960er Jahren in den politisch-gesellschaftlichen Diskurs gekommen ist, von 1865 bis dahin war er als Ökologie lediglich Gegenstand einer eher unbedeutenden Subdisziplin der Biologie – kann natürlich auch eine darauf basierende Technikentwicklung erst diesen neueren Ursprungs sein. Dennoch stellt Agricolas Werk die erste bewußte Technikfolgenabschätzung dar. Ausgangspunkt für ihn war die Tatsache, daß jede menschliche Tätigkeit Auswirkungen auf die Natur und die gesellschaftlichen Nutzen-Schäden-Analyse bezüglich der Metallgewinnung an. Dabei konnte er auf eine lange Tradition der Risikobeurteilung bei Nichteisenmetallen zurückblicken.

In den Auseinandersetzungen um Gesundheits- und Umweltgefährdungen in der Antike spielte Blei eine entscheidende Rolle. Blei gehört zu den ältesten Nutzmanmetallen der Menschheit; wegen seiner vielseitigen Verwendung – es war leicht formbar, weitgehend korrosionsbeständig und besaß mit 327 °C einen für Metalle niedrigen Schmelzpunkt – wurde es zu Recht als «römisches Metall» bezeichnet.¹ Neben seiner Verwendung im Wasserleitungsbau nutzten es die Römer für die Herstellung von Gefäßen, Senkbleigewichten in der Fischerei, Kinderspielzeug, Urnen, Grabplatten, aber auch in der Medizin und als Bleiweiß als Kosmetikartikel. Dennoch gab es in der Antike durchaus auch Warnungen vor dem giftigen Metall. So setzte sich der um die Zeitenwende lebende römische Architekt Vitruv im Zusammenhang mit dem Wasserleitungsbau intensiv mit dessen Wirkung auseinander:

So ist das Wasser so durch Irdenrören (Tonröhren,– A.A.) geleytet wird/ vil gesünder wann das durch Pleyenrören lauffet/ darumb das vom Pley/ das Pleyweiß kumb/ welches Pleyweiß dem menschlichen körper ein schedlich giffet ist. So mercken wir auch solche schedlichkeit/ bey denen so mit dem Pley ir handwerck treyben/ wir ir ganzer körper bleich unnd tödlicher farben ist. Dann so man das Pley schmelzet/gibt es ein schedlichen Rauch und dampff/ welcher sich in die glider setzet/ und die krafft des geblüts verzerrt.²

Als Schlußfolgerung heißt es weiter: *Darumb wo man gesund Wasser haben will/ sol man es in keinerley gestalt in Pleyenrören leiten oder fassen.* Zweierlei erscheint auffällig: Zum einen, daß diesen Warnungen keinerlei Gehör geschenkt worden waren. Das mag daran gelegen haben, daß die vielseitige Verwendbarkeit und seine leichte Verarbeitung das Blei zum zeitgenössischen Metall schlechthin gemacht haben. Hinzu kam, daß Bleivergiftungen erst langsam ihre Wirkung entfalteten und nicht alle gleichermaßen traf. So fällt die vitruvsche Warnung im lateinischen Original wesentlich vorsichtiger aus: man sagt (*dicitur*), Bleiweiß sei für den menschlichen Körper schädlich. Einer Ächtung dieses Stoffs hätte auch dem römischen Schönheitsideal der Bleichheit,³ dem durch Bleiweiß nachgeholfen werden konnte, Abbruch getan. Das dem Blei inhärente Risiko akzeptierte so die römische Gesellschaft offensichtlich als geringfügig.⁴ Zum anderen nahm Vitruv aber ausdrücklich auf die Gefährdungen durch die Bleiverhüttung Bezug. Der römische Naturforscher Plinius (24–79) erwähnte diese Risiken ebenfalls und empfahl, *die Atemwege zu schützen; andernfalls atmet man den schädlichen*

*und ungesunden Dunst der Bleiöfen ein.*⁵ Wie wenig er diese Gefährdungen als virulentes Problem ansah, zeigte sich auch an seiner abschließenden Betrachtung, daß die Bleidämpfe in den Hütten auch etwas Positives haben, denn es gebe dort keine Fliegen- und Mückenplage.

Der griechische Geograph Strabo (63–23) berichtete ebenfalls um die Zeitenwende über den Bau von Silberschmelzöfen, die mit hohen Schornsteinen ausgestattet seien, *damit der Dampf aus den Erzmassen in die Höhe aufsteige; denn er ist schädlich und tödlich.*⁶ Die angegebenen Schutzmaßnahmen bezogen sich eindeutig auf direkte Vergiftungen durch Schwermetallstäube und saure Gase (hauptsächlich SO₂). Auch eine frühe Inschrift aus dem 4. Jahrhundert v. Chr., die es verbietet, auf einem Grundstück in der Nähe von den bleihaltigen Silberschmelzen von Sunion Vieh zu weiden und (Grün-)Dünger zu streuen, deutete auf eine antike Risikowahrnehmung bezüglich dieses Schwermetalls hin.⁷

Obwohl Blei und Silber⁸ zur römischen Lebensumwelt gehörten und die Jahresproduktionsmengen von Blei in der Kaiserzeit bei bis zu 60.000 Tonnen lagen – eine Größenordnung, die erst wieder in der Mitte des 19. Jahrhunderts erreicht wurde –, waren die Berichte über ihre Produktion dürftig.⁹ Lediglich Strabo und Plinius informierten darüber.¹⁰ Bis auf den erwähnten Hinweis Strabos fehlte jedoch jegliche Aussage über die Risiken der Metallverhüttung.

Zusammenfassend läßt sich für die Antike festhalten, daß zwar die Gesundheitsgefährdungen durch Blei in Ansätzen bekannt waren, seine scheinbare Nichtersetzbarkeit und andere Umwelt-Problemlagen aber der weiteren Thematisierung entgegenstanden.

Nach dem Untergang des römischen Imperiums bis zum 16. Jahrhundert, dem Zeitalter Agricolas, gab es in Europa keinerlei Literatur über Verhüttungsprozesse. Dies war nicht weiter verwunderlich, denn die bis dahin in Deutschland existierenden Hütten waren Klein- und Kleinstbetriebe. Dies begann sich in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts zu ändern. Durch das Eindringen des Handelskapitals in den Bergbau konnte die seit eineinhalb Jahrhunderten bestehende Krise des Silberbergbaus überwunden werden. Der Bergbau übernahm eine Leitfunktion im entstehenden Frühkapitalismus. Werner Sombart (1863–1941) wies nach, daß der deutsche Bergbau im 15. und 16. Jahrhundert in zehn Jahren so viel Gewinne abwarf wie herkömmlicher Handel in 100 Jahren.¹¹ Größere Betriebsformen – die Gewerkschaften – entstanden, neue Ofenkonstruktionen und die Verbreitung bisher nur einzeln angewandter Verfahrenstechniken führten auch zu einem Fortschritt in der Verhüttung.¹² Die wachsende Bedeutung des Bergbaus, das zum damaligen Zeitpunkt das Hüttenwesen umfaßte, zeigte sich auch an der zunehmenden Überlieferung von Hüttenrauchauseinandersetzungen. Seit dem Beginn des 15. Jahrhunderts mehrten sich die Klagen wegen des Rauchs von Metallschmelzen, die zum Teil mitten in der Stadt lagen. So mußten sich die Treibhütten bei Goslar 1407 dazu verpflichten, weder oberhalb noch sonst in der Nähe der Stadt Erz zu rösten, um die Stadt nicht durch Hüttenrauch zu belästigen.¹³ In Lübeck und Augsburg ansässige Schmelzbetriebe mußten diese aus den Städten verlegen. Der Eisenhütten-Ingenieur Otto Vogel machte in einem Aufsatz in der Zeitschrift «Rauch und Staub» auf die mehrjährigen Auseinandersetzungen um die *Belästigung durch schädlichen Rauch* zwischen dem Kölner Kupfer- und Bleischmelzer Thomas von Venrath und Anwohnern aufmerksam.¹⁴ Innerhalb dieses Streites wandten sich 36 von Venrath abhängige Kupferschläger und Heimarbeiter an den Rat der Stadt Köln, und verlangten die offenbar angeordnete Verlegung der Kupferschmelze wieder zurückzunehmen – allerdings ohne Erfolg.

Der sich hier andeutende Konflikt Arbeitsplätze versus Immissionsschutz konnte noch ohne große Probleme gelöst werden, denn bei den kleinen, in Städten gelegenen Schmelzen erschien eine Verlegung vor die Tore der jeweiligen Stadt ohne weiteres möglich. Diese Umgehungsweise mit der Gefährdung gleicht der mit hohen Schornsteinen. In beiden Fällen wird das Problem lediglich verlagert, ohne daß sich der Grundkonflikt von Emissionen bei Metallhütten verändert.

Eine erste Zusammenfassung der Auseinandersetzungen um das Montanwesen (inkl. Hütten) leistete Paulus Nivis gegen Ende des 15. Jahrhunderts in seiner *Judicium Iovis*, der ältesten literarischen Darstellung des deutschen Bergbaus.¹⁵ Nivis hatte die Form einer Gerichtsverhandlung gewählt, in der dem Menschen als Angeklagter von der Klägerin, der Erde, vorgeworfen wurde, sie zerstöre diese durch den Bergbau. Die Götter als Zeugen, etwa Bacchus oder Ceres, die Göttin des Feldbaus, unterstützten die Klage, denn der Mensch verwüste die ihnen anvertrauten Berge und Felder.¹⁶ Doch das Urteil der Fortuna war eindeutig: *Es ist die Bestimmung der Menschen, daß sie die Berge durchwühlen; sie müssen Erzgruben anlegen, sie müssen Felder bebauen und Handel treiben.*¹⁷

Die beschriebenen Veränderungen des Berg- und Hüttenwesens erforderten aber eine systematische Zusammenfassung, den Beginn einer Bergbauwissenschaft. Diese legte der Chemnitzer Stadtarzt und Bürgermeister Georgius Agricola mit seinem «*De re metallica*», einem der ersten technologischen Bücher der Neuzeit, vor, das über 150 Jahre als praktisches Handbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Europa und Amerika benutzt wurde.¹⁸ Der Ausgangspunkt seiner Untersuchungen ist die Frage nach dem generellen Nutzen des Bergbaus. Das erste, umfangreichste Buch (= Kapitel) ist nichts anderes als eine Technikfolgenabschätzung, die den Nachweis antreten will, daß die Metallgewinnung unbeschränkt erfolgen müsse, *denn mit einem Verbot werde jede Möglichkeit aufgehoben, die Gesundheit zu schützen und zu erhalten und ein gepflegteres Leben ganz einzuhalten.*¹⁹ Die Eingriffe in die Natur erscheinen bei Agricola im Sinne der Aufklärung als berechtigt und absolut notwendig, um den gesellschaftlichen Wohlstand und deren Moral zu heben.²⁰

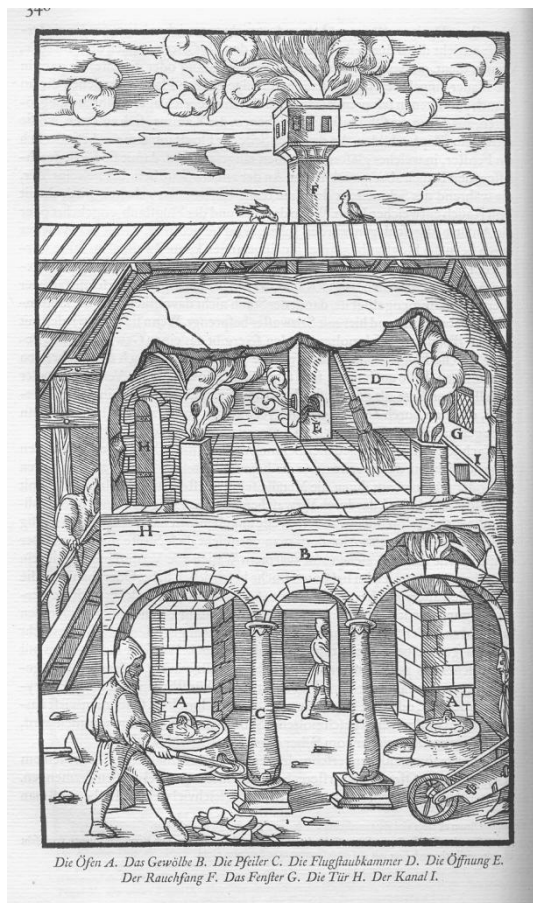
Eines der entscheidenden, hier interessierenden Kritikpunkte ist die umweltzerstörende Wirkung des Bergbaus. Die Kritiker argumentierten in den Worten Agriocolas folgendermaßen:

*... durch das Schürfen nach Erzen werden die Äcker verwüstet. Deshalb ist einst in Italien durch ein Gesetz Vorsorge getroffen worden, daß niemand um der Erze willen die Erde aufgräbt und jene so ertragreichen Felder und die Wein- und Ölpflanzungen verdirbt. Wälder und Haine werden gefällt; denn man braucht Unmengen Holz für die Bauten, für das Gezeug und Erzschnelzen. Wenn aber die Wälder und Haine niedergelegt sind, dann werden Vögel und Tiere verjagt, von denen sehr viele ausgesuchte und angenehme Speisen für den Menschen sind. Die Erze werden gewaschen. Dieses Waschen tötet die Fische oder vertreibt sie, weil es die Bäche und Flüsse vergiftet. Da also die Bewohner der Gegenden wegen der Verwüstung der Felder, Wälder, Haine, Bäche und Flüsse in große Verlegenheit geraten, wie sie Dinge, die sie zum Leben brauchen, sich verschaffen sollen, und wegen des Mangels an Holz größere Aufwendungen machen müssen für die Errichtung von Gebäuden, so liegt offen vor aller Augen, daß beim Schürfen mehr Schaden entsteht als die Erze Nutzen bringen, die bei dem Schürfen gewonnen werden.*²¹

Die Antwort Agriocolas zeigt, wie wenig er bereit war, sich dieser nicht von der Hand zu wei-

senden Kritik *en detail* auseinanderzusetzen und mögliche, auch zeitgenössische denkbare Alternativen aufzuzeigen: Bergbau finde dort statt, wo der Boden meistens sowieso unfruchtbar sei, wenn Wälder gerodet werden müssen, hätte dies den Vorteil, daß Getreide gesät werden könne, das den Schaden mehr als gut mache, werde die Natur wirklich zerstört, dann könne man mit dem durch die Metallgewinnung verdienten Geld *anderswo unzählige Vögel, eßbare Tiere und Fische erworben und in die Gebirgsgegenden gebracht werden.*²²

Die geringe Bedeutung, die Agricola den Beschwerden beimaß, zeigte sich auch an dem gänzlichen Fehlen einer Auseinandersetzung mit den Folgen des Hüttenrauchs. Immerhin hatte wenige Jahre vor dem Erscheinen seines bahnbrechenden Werks die Bauern im erzgebirgischen Ehrenfriedersdorf 1538 gegen die Brennöfen einer Zinnhütte revoltiert und wollten diese vernichten, weil deren Dämpfe die Feldfrüchte zerstörten.²³ Wie virulent zum damaligen Zeitpunkt die Diskussion um Luftverschmutzung durch Metallhütten war, kam auch im ungarischen Berggesetz von 1575 zum Ausdruck. An das Betreiben von jeglichen Schmelzhütten und Röstöfen knüpfte es die Bedingung, daß *es den Gründen auch mit Rauch und Gestank, Vieh und Leuten, so viel möglich ist, ohne Schaden seyn mag, derohalben die Unterthanen vor verderblichem Nachteil verhütet werden.*²⁴ Der Gestank einer Vitriolhütte im Erzgebirgischen wirkte sogar namensgebend: das Gewässer, an dem sie lag, erhielt auf Grund der stechenden Dämpfe der Hütte den Namen Stinkenbach.²⁵



Die Ofen A. Das Gewölbe B. Die Pfeiler C. Die Flugstaubkammer D. Die Öffnung E. Der Rauchfang F. Das Fenster G. Die Tür H. Der Kanal I.

Flugstaubkammer

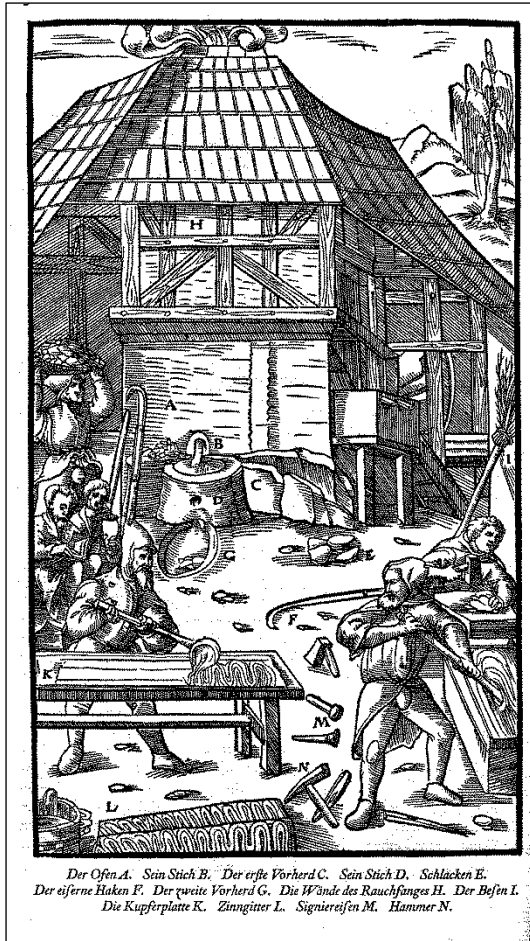
A Ofen, B Wölbung, C Pfeiler, D Flugstaubkammer,
E Öffnung, F Rauchfang, G Fenster, H Tür, I Kanal

von Rauchkammern vermutlich darauf zurück.²⁷ Diese Kammern lagen in einem Stockwerk oberhalb der Schmelzöfen (Bild: Flugstaubkammer).²⁸

Um 1550 plante man in Joachimsthal in Böhmen den Bau eines landesfürstlichen Hüttenwerkes mit Staub- und Rauchkammern, die nicht nur die Funktion haben sollten, die Schmelzverluste der silberreichen Erze zu begrenzen, sondern auch die nachbarschaftlichen Schäden. Balthasar Rößler schrieb in seinem «Speculum Metallurgiae Politissimum»:

*In vorigen Zeiten hat man so wohl in Königlichen Böhmischen als auch in denen Meißnischen Ertzgebürgen von obbeschriebenen Rauch-Fängen nichts gewußt/ sondern es ist der wilde giftige Rauch von Brenn-Oefen weg in die freye Luft geflogen/ dabey aber denen anliegenden Feldern und Vieh-Weiden mercklicher Schaden geschehen/ biß im vorigen Seculo (d.h. im 16. Jahrhundert.– A.A.) der berühmte glückliche Bergmann/ David Haidler/ zu St.Joachims-Thal/ im Königreich Böhmen/ das Arsenicalische Schmelz-Werck der giftigen Koblter und anderer Ertze erfunden/ und solche Rauch-Fänge daselbst erstmahls angerichtet hat.*²⁶

Da sich Agricola häufig in Joachimsthal aufgehalten und dort vier Jahre als Arzt praktiziert hatte, gehen entsprechende Hinweise und Zeichnungen



Der Ofen A. Sein Stich B. Der erste Vorherd C. Sein Stich D. Schlacken E.
Der eiserne Haken F. Der zweite Vorherd G. Die Wände des Rauchfangs H. Der Befen I.
Die Kupferplatte K. Zinginer L. Signierreifen M. Hammer N.

Zinnschachtofen

A Ofen, B Sein Stich, C Vorherd, H Wände des Rauchfangs

In ihnen mündeten die Hüttenschornsteine, so daß sich der metallhaltige Flugstaub ablagern konnte, der Rauch durch einen weiteren Schornstein aus der Rauchkammer entwich. Zweimal im Jahr sollte er zusammengekehrt und wiederum mit Erz und Bleiglätte verschmolzen werden und ergab *so einen Gewinn für den Besitzer*.²⁹ Zusammenfassend hieß es bei Agricola weiter: *Solche Kammern, die die metallischen Teilchen, die mit dem Rauch entwichen sind, aufnehmen, sind von Nutzen sowohl für das Verarbeiten der reichen Metallerze als besonders zum Verarbeiten der kleinen Metallteilchen*. Mit keinem Wort erwähnte er ihren – wenn auch begrenzten – Nutzeffekt als Emissionsschutz. Allerdings fallen die beiden Vögel direkt neben dem Schornstein auf. Auf die Bedeutung solcher scheinbarer Nebensächlichkeiten in frühneuzeitlichen Darstellungen hat Troitzsch 1989 hingewiesen.³⁰ Sie seien für die Beurteilung ökologischer Folgen der Technik von großer Bedeutung. Die Rauchkammer bewirkte eine auch für die Zeitgenossen wahrnehmbare Schadensminimierung; ein akuter Schaden ging offenbar nun vom Hüttenrauch nicht mehr aus (Bild: Zinnschachtofen).

Wenn man diese Zeichnung mit einer anderen eines Zinnschachtofens, der auch einen Rauchfang besitzt, vergleicht, so fällt hier auf, daß ein in der Nähe befindlicher Baum, deutliche Spuren von Vegetationsschäden aufweist, die vermutlich dem Hüttenrauch zuzuschreiben sind. Eine Schlußfolgerung für diese Unterscheidung zwischen nicht-akuten und chronischen Risiken gehen zwar aus den Bildern hervor, sie werden jedoch von Agricola nicht thematisiert.

Die Erkenntnisse Agricolas finden sich auch in anderen Regionen. So erstatteten 1696 die Harzer (Clausthaler und Altenauer) Hütten einen Bericht an den braunschweigisch-lüneburgischen Berghauptmann über das seit 1640 aus dem Hüttenrauch zurückgewonnenen Silber und schlugen zur noch besseren Ausnutzung des Hüttenrauchs den Bau neuer Rauchfänge vor.³¹ Die in der gleichen Sache gemachten Einwände, die Schornsteine *causieren Gestank und Ungelegenheit* wurden ohne Erörterung übergangen.³² Der Aktentitel «Die Zugutemachung des Hüttenrauchs» verdeutlichte die entsprechende zeitgenössische Wahrnehmung.

Treffend faßte Mumford die Wirkungen der frühneuzeitlichen Montanwirtschaft und -wissenschaft sowie der Metallurgie zusammen:

Der Bergbau stellte das Modell für spätere Formen der Mechanisierung dar – in seiner brutalen Mißachtung menschlicher Faktoren, in seiner Indifferenz gegenüber der Verschmutzung und Zerstörung der Umwelt, in seiner Konzentration auf physikalisch-chemische Prozesse zur Erlangung des gewünschten Metalls oder Brennstoffs und vor al-

*lem in seiner topographischen und psychischen Isolierung von der organischen Welt des Bauern und des Handwerkers und von der geistigen Welt der Kirche, der Universität und der Stadt ... Diese negativen Folgen wogen die technische Fortschritte auf.*³³

Allerdings ist gerade die Einschätzung Mumfords höchst problematisch, denn sie verlängert ein heutiges Verständnis in die Vergangenheit hinein.

Radkau hat sicher recht, wenn er schreibt, Hüttenrauch sei in der *vorindustriellen Zeit kein Krisenfaktor*³⁴; er greift jedoch an diesem Punkt zu kurz; denn die Risiken werden zu einseitig auf die Emissionen begrenzt. Wenn man sich mit den Methoden einer retrospektiven Technikfolgenabschätzung der Metallverhüttung nähert, dann sollte nicht nur die Produktion, sondern auch die Produkte betrachtet werden. In dieser Hinsicht war die Bleiproduktion in der Antike – wie bereits gezeigt – ansatzweise als Krisenfaktor erkannt worden. Doch der Hüttenrauch, auf den sich Radkau bezieht, war in der frühen Neuzeit nicht nur ein lokales Problem³⁵, sondern wurde auch darüber hinaus wahrgenommen. So hieß es in einem Lexikon von 1712 unter dem Stichwort Hüttenrauch:

*Hütten Rauch, wird derjenige corporalische Rauch auf Bergwercken, oder im Schmelzen genannt, welcher bey dem Abtreiben des Wercks vom Ertz und Werck, von Feuer davon getrieben worden: oder es ist das noch unreiffe und im Feuer unbeständige Wesen der Berg- Arten und Erteze, so sich an den Wänden der Oefen und Rost-Städten, und den hierzu gemachten krummen Rauch-Fängen Kreidenweis, auch wohl Schwefel-gelb, nachdem das Ertz viel Schwefel bey sich führet, anleget. Es ist der ärgste Gift, und der tödlich ist; wird Schwefel-gelb, oder weisse Farbe genannt. Die Materialisten nennen es Arsenicum.*³⁶

Daß der Hüttenrauch in der Folgezeit nicht nur als ökonomische durch Metallverluste bedingte Schwierigkeit, sondern auch als gesundheitliches Problem verstanden wurde, verdeutlichte eine Metallhüttenkunde aus dem Jahr 1738, deren dritter Paragraph immerhin schon im ersten Kapitel *Von Anlegung eines Hütten-Gebäudes* aufforderte, Hütten so anzulegen, daß der Rauch *nicht zu viel incommodiere*.³⁷

Ausführlicher hieß es dann:

*Man muß auch dahin sehen, daß man eine Hütte so lege, damit der Wind den Rauch wegtreibe, und solcher die Leute bey der Arbeit nicht incommodire, indem öfters die Hütten so angeleget sind, daß der Rauch von Rösten und Brennen in die Schmelz- und Treibe-Hütten gehet, und aus diesen dann wieder die Leute bey dem Rösten und Brennen behindert, und Schaden an ihrer Gesundheit thut. Es kann zwar niemals ein Werk so angelegt werden, daß ein jeder auf den Hütten ohn alle Behinderung des Rauches arbeiten könnte, man kan aber wol dahin sehen, daß die meisten Winde das Werk nicht behindern; es sey nun in Thälern oder auf der Fläche, so muß man eine Zeit vorher die Winde observiren, wie solche an denen Oertern ihr meistes Streichen haben.*³⁹

Von den ersten Auseinandersetzungen um Hüttenrauch Mitte des 15. Jahrhunderts in Köln bis zu dieser Darstellung erschien die (räumliche) Problemverlagerung als beste mögliche Lösungsstrategie, um der Emissionen Herr zu werden. Die Gefährdungen wurden als notwendiges Übel der Hüttenproduktion akzeptiert. Diese Risikoperzeption und -umgehungsweise bestimmte auch die Konfliktlage in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Dennoch gebührt Agricola das Verdienst, ohne direkt den Zusammenhang von Umweltschutz und End-of-the-Pipe-Technologien zu thematisieren, mit den Flugstaubkammern einen der Technikwege zu popularisieren, die bis weit in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts eine anerkannte Methode

zur Senkung der Emissionen metallhaltiger Stäube war. Damit zeichnete er allerdings auch den Weg der Bindung des betrieblichen Umweltschutzes an betriebswirtschaftliche Rentabilitätsrechnungen vor. Dieser hat sich aus heutiger Sicht als höchst problematisch erwiesen. Bis heute, über vier Jahrhunderte, hat er dazu geführt, daß zwar Folgen und Risiken minimiert, aber nicht ursächlich beseitigt wurden. Dies jedoch kann einem Technologen der frühen Neuzeit, dem es in erster Linie darum gehen mußte, eine erste zusammenfassende wissenschaftliche Grundlage für das weitere Prosperieren des Montanwesens zu liefern, nicht vorgeworfen werden.

Der vom Wissenschaftsjournalisten Randow in «Die Zeit» behauptete Streit zwischen Ökologie und Ökonomie entpuppt sich so als Durchsetzung dieses Industriezweiges gegen bestehende agrarische Feudalinteressen.⁴⁰

Anmerkungen

- 1 Weeber, Karl-Wilhelm: Smog über Attika. Umweltverhalten im Altertum. Zürich/München 1990, S. 176.
- 2 Pollio, Marcus Vitruvius: Zehen Bücher von der Architektur und künstlichem Bauen (Erstmal verteutscht durch Gualther Hermenius Rivikus.). Nürnberg 1548 (Nachdruck Hildesheim/New York 1973), S. CCLVII.
- 3 Vgl. Ovid: Die Liebeskunst. In: Ovid Werke in zwei Bänden, Berlin/Weimar 1968, Bd. 2, S. 231: *Bleich sei jeder, der liebt, die Farb ist für Liebende passend; Gut steht sie ihnen – ein Tor, wer an die Wirkung nicht glaubt!*
- 4 Weeber, Karl-Wilhelm: Smog über Attika ... (Anm. 1), S. 182.
- 5 Plinius: 34. Buch, Zeile 167.
- 6 Strabo: Erdbeschreibungen. Übersetzt und durch Anmerkungen erläutert von A. Forbiger, Berlin/Stuttgart 1855–²1907, 1. Bd, Drittes Buch, S. 19.
- 7 Höfener, Heiner: Zwischen Apokalypse und Paradies. Bausteine zu einer Geschichte des Umweltschutzes, Bd. 1: Umweltprobleme und Umweltschutz in der Antike. Witten 1984, S. 33.
- 8 Silber tritt zumeist als Mitbestandteil anderer Erze, besonders aber des Bleis (Bleiglanz) auf, so daß die Silberverhüttung eng mit der von Blei verbunden ist. Da das Blei Silber an sich zieht, wurde auch bei nichtbleihaltigen Silbererzen Blei zugesetzt. Die Blei-Silber-Legierung, das Werkblei, wird dann in einem Treibeofen eingeschmolzen. Auf das flüssige Metall wird Luft geleitet, so daß das Blei oxidiert und das reine Silber zurückbleibt.
- 9 Weeber, Karl-Wilhelm: Smog über Attika ... (Anm. 1), S. 177.
- 10 Secundus, Cajus Plinius: Naturgeschichte (Übers. und mit erläuternden Registern versehen von Christian Friedrich Lebrecht Strack). Bremen 1855, 3. Theil, 33. Buch, S. 385.
- 11 Sombart, Werner: Der moderne Kapitalismus, Bd. 1, München/Leipzig, 2. neubearb. Auflage 1916 (Reprint: München 1987), S. 651ff.
- 12 Vgl. Prescher, Hans: Einleitung zu Georgius Agricola. In: Ausgewählte Werke (AGA). Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden. Hrsg. von Prescher, Hans und Mathé, Gerhard. Band VIII, Berlin 1974, S. 1ff.

- 13 Reich, Albert: Leitfaden für die Rauch- und Rußfrage, München/Berlin 1917, S. 7.
- 14 Vogel, Otto: Rauchbelästigung in alter Zeit. In: Rauch und Staub, 2(1911), S. 118f. Vogels historisches Interesse resultierten aus den zeitgenössischen Hüttenrauchauseinandersetzungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts, ihm war daran gelegen, nachzuweisen, daß die Bekämpfung der Luftverschmutzung bei den Hüttenfachleuten und Ingenieuren bestens aufgehoben war, denn: *Als man einmal die Schädlichkeit des Hüttenrauchs erkannt hatte, ging man daran, auf Mittel und Wege zu sinnen, wie diesem Uebelstand abzuhelfen sei.* (S. 119)
- 15 Paulus Niavis, Iudicium Iovis oder Das Gericht der Götter über den Bergbau. Ein literarisches Dokument aus der Frühzeit des deutschen Bergbaus. Übers. und bearb. von Paul Krenkel. Berlin 1953, S. 5. Das zwischen 1485 und 1490 entstandene Werk thematisierte wahrscheinlich die Auseinandersetzungen um die Folgen des Aufschwungs des Bergbaus in Schneeberg (Erzgebirge).
- 16 Ebenda, S. 21ff. Vgl. Bayerl, Günter: Das Umweltproblem und seine Wahrnehmung in der Geschichte. In: Mensch und Umwelt in der Geschichte. Hrsg. von Jörg Calließ u.a., Pfaffenweiler 1989, S. 47–96, hier besonders S. 60ff.
- 17 Paulus Niavis, Iudicium Iovis oder Das Gericht der Götter über den Bergbau ... (Anm. 15), S. 38.
- 18 AGA, Bd. VIII, Berlin 1974. «De re metallica libri XII» erschien erstmalig 1556 in Latein, ein Jahr später in Deutsch.; Einleitung. In: ebenda, S. 5.
- 19 Ebenda, S. 65.
- 20 Vgl. Andersen, Arne: Der gesellschaftliche Umgang mit der Mensch-Natur-Beziehung im Industriezeitalter. In: Historische Umweltforschung: wissenschaftliche Neuorientierung. Bensberger Protokolle 71. Bensberg 1992, S.27–54.
- 21 AGA, Bd. VIII, Berlin 1974, S. 59.
- 22 Ebenda, S. 66.
- 23 Reyer, Eduard: Zinn. Eine geologisch-montanistisch-historische Monografie. Berlin 1881, S. 59.
- 24 Vogel, Otto: Rauchbelästigung in alter Zeit ... (Anm. 14), S. 119.
- 25 Siebert, Siegfried: Um Aue, Schwarzenberg und Johanngeorgenstadt. Berlin (DDR) 1973, S. 112.
- 26 Rössler, Bernhard: Speculum Metallurgiae Politissimum oder Hell-polierte Bergbau-Spiegel. Dresden 1700 (Reprint 1980), S. 159. Das Buch selbst ist viel früher, vermutlich um die Mitte des 17. Jahrhunderts geschrieben worden, denn Rössler starb 1673.
- 27 Engewald, Gisela-Ruth: Georgius Agricola, Leipzig 1982.
- 28 Schachtofen mit Flugstaubkammer. Der Rauch wird zunächst in eine über den Öfen befindliche Flugstaubkammer geleitet. Dort kann sich ein Teil des metallhaltigen Rauchs absetzen, bevor er dann durch einen mit Öffnungen (E) versehenen Schornstein ins Freie gelangt. Holzschnitt aus Agricola, G.: De re metallica libri XII.
- 29 AGA, Bd. VIII, Berlin 1974, S. 512.
- 30 Troitzsch, Ulrich: Umweltprobleme im Spätmittelalter und der Frühen Neuzeit aus technikgeschichtlicher Sicht. In: Bernd Hermann (Hg.), Umwelt in der Geschichte. Göttingen

- 1989, S. 103f.
- 31 Archiv des Obergamtes Claustal-Zellerfeld, Berg- und Forstamt Clausthal, Silbersachen, Acta betr. die Zugutemachung des Hüttenrauchs 1696–1828, Claußthal, 21. Januar 1696.
- 32 Ebenda, Zellerfeldt, 23. Januar 1696. Die Nichtberücksichtigung der Kritik erstaunte in diesem Fall, denn in den Einwendungen wurden auf die Erfahrungen der Oberharzer Hütten verwiesen: Diese Hütten lägen zum Teil zwischen Berg und Tälern, *da sich solcher Rauch nicht wohl auseinander geben und zertheilen kann; deswegen auch die formahls bey denen Oberhartzischen Communion Hütten angelegt gewesenenen Rauchfänge, ob sie gleich einigen Nutzen gebracht, wieder abgeschafft worden.* Da die Essen mit Sicherheit nicht höher als 10 Meter waren, ist der Einsatz dieser Schornsteine, was die Verteilung des Hüttenrauchs angeht, unbedeutend. Dennoch waren die Hütten auf Grund von Protesten offenbar genötigt, die Essen abzureißen. Ihre Beseitigung wird das Problem nicht wesentlich verringert haben, so daß diese Einwendungen weder berücksichtigt noch diskutiert wurden.
- 33 Mumford, Lewis: Mythos der Maschine. Frankfurt a.M 1980, S. 502.
- 34 Radkau, Joachim: Wald- und Wasserzeiten, oder: Der Mensch als Makroparasit? Epochen und Handlungsimpulse einer humanen Umweltgeschichte. In: Calließ (Anm.1), S. 142.
- 35 So hieß es in einer Predigt von Johann Mathesius in Joachimsthal 1562: ... *tröstlich ist die Geschicht zumal/ allen armen und dürfftigen Witwen/ der bey den Bergwercken viel sind, wenn ire Menner im Schwaden/ kalten dampff/ bösem wetter(dicken nebeln und giftigen hütrauch/ verlemen/ ersticken/ oder sonst bergsüchtig werden.* Zit. n. Vogel, Otto: Rauchbekämpfung in alter Zeit. In: Rauch und Staub, 2(1911/12), S. 200.
- 36 Hübner, Johann: Curieuses und reales Natur-Kunst-Berg-Gewerck- und Handlungs-Lexicon. Leipzig 1712, S. 784. Wie sehr Hüttenrauch mit den (bekannten) Gefährdungen durch Arsen gleichgesetzt wurde zeigte besonders die Lexikon-Ausgabe von 1776, in der bei *Hüttenrauch* auf das Stichwort *Arsenicum* verwiesen wurde. Entsprechend war ein Artikel aus dem Journal für Fabrik, Manufactur, Handlung und Mode, 6. Bd. , Leipzig 1794, S. 360–369 überschrieben: «Kleine Monographie des Hüttenrauchs oder Arseniks».
- 37 Schlüter, Christoph Andreas: Gründlicher Unterricht von Hütten-Werken, worin gezeigt wird, wie man Hütten-Werke auch alle dazu gehörige Gebäude und Oefen aus dem Fundament recht anlegen solle, auch wie sie am Hartz und anderen Orten angeleget sind. Braunschweig 1738, S. 3.
- 38 In dem Hüttengebäude befinden sich von vorn nach hinten: ein Schmelz-Ofen, ein Frisch-Ofen, ein Gar-Ofen und ein Treibeherd. Das Gebäude hat zwei Dachöffnungen am First, die als Schornsteinausgänge bezeichnet werden. Ebenda, Tafel 2.
- 39 Ebenda, S. 4.
- 40 Randow, Gero von: Der Mann, der aufschrieb, wie das Silber aus dem Berg kommt. In: Die Zeit, Nr.12, 18.3.1994.