

Vom Holz zur Kohle

Die Energiekrise im 18. Jahrhundert und ihre Lösung

Energieprobleme kennt man nicht erst in unserer Zeit. Bereits im Mittelalter fanden sich Stimmen, die von der Knappheit an Holz oder von Streitigkeiten berichten, bei denen es um den Gebrauch fließender Gewässer für Mühlen ging¹. Freilich handelte es sich in jener Zeit noch um lokal begrenzte Schwierigkeiten, doch weist vieles darauf hin, daß sich seit der frühen Industrialisierung, in Deutschland also etwa seit Ende des 17. Jahrhunderts, ein verbreiteter Mangel an Energie, vor allem an Holz, bemerkbar machte².

Es verstand sich daher von selbst, daß auf die drohende Holzkrise eine staatliche Antwort gefunden werden mußte. Die Lösungsstrategien, die man entwickelte, gingen zunächst durchweg von staatlichen Organen aus; erst als durch eine Vielzahl von Publikationen das Problem in der Öffentlichkeit bekannt geworden war, begann man, auch unabhängig vom Staat nach Auswegen zu suchen. Holzknappheit und Möglichkeiten ihrer Bewältigung wurden im 18. Jahrhundert schließlich zu einem viel diskutierten Thema, zu dem eine Flut von Schriften erschien.

Aus der heutigen Perspektive lassen sich insgesamt drei unterschiedliche, doch in der Realität praktisch nie getrennt voneinander auftretende Antwortversuche unterscheiden:

- Maßnahmen zur Einsparung von Holz
- funktionelle Trennung von Forst- und Landwirtschaft
- Substitution von Holz, vor allem durch Kohle

Die erste Strategie bewegte sich mehr in herkömmlichen Bahnen, während die beiden anderen schließlich den Weg in eine Zukunft öffneten, die von gewaltiger Expansion des Energiedurchsatzes gekennzeichnet war.

Holz als Wirtschaftsfaktor und früher Energiemangel

Holz war der wichtigste Energieträger der vorindustriellen Gesellschaften; in der Dritten Welt ist dies vielfach noch heute der Fall. Darüber hinaus diente es zu vielen häusli-

chen Zwecken als universaler Rohstoff. Man denke nur an die Bauwirtschaft; auch bei Fachwerkbauten oder Häusern aus Stein benötigte man für die (Dach-)Konstruktionen gewaltige Mengen an Holz. Selbst zum Brennen der Ziegel brauchte man es, und zwar mehr, als wenn man ein Holzhaus gebaut hätte. Hinzu kamen Geräte und Maschinen aller Art, Schiffe und Wagen, Keltern und Fässer, Kisten, Zäune, Hafenanlagen, militärische Befestigungen und vieles mehr. Ungeheure Holzmengen wurden in der Montanindustrie verwandt. Nicht nur wurden die Strecken mit hölzernen Stempeln abgestützt, auch die Wasserkünste und Förderanlagen, Hämmer und Blasebälge, Karren und Bootsländen – alles war aus Holz.

Holz war auch seiner chemischen Eigenschaften wegen begehrt. Zur Glasherstellung wurde Pottasche gebraucht; für 1 kg Glas wandte man etwa 2400 kg Holz auf. Kein Wunder, daß die Glashütten als „eine Holz fressende Sache“ galten³. Oder die Salinen: Hall in Tirol verbrauchte im Jahre 1515 zur Herstellung von 14 000 t Salz etwa 1 Mio. cbm Holz, das entspricht dem jährlichen Zuwachs von 200 000 ha Wald⁴. Ein weiterer Großverbraucher waren die Eisenhöfen. Man kann grob rechnen, daß zur Herstellung von 1 t Schmiedeeisen etwa 50 cbm Holz aufgewandt werden mußten, das entspricht dem nachhaltigen Ertrag einer Niederwaldpflanzung von 10 ha⁵. Hinzu kam der Verbrauch privater Haushalte, der ebenfalls recht umfangreich war.

Es verwundert angesichts dieser Zahlen nicht, daß die Wälder unter starken Druck gerieten. Man muß dabei berücksichtigen, daß der Holzeinschlag nicht ihre einzige Nutzungsform war. Der Wald war integraler Bestandteil der bäuerlichen Wirtschaft. In ihm weideten die Schweine und Ziegen, die Bauern entnahmen ihm Humus zur Düngung der Ackerböden und Laub zum Einstreu für die Ställe. Wald war daher nicht etwa das Gegenstück zum kultivierten Land, sondern er ergänzte es. Landwirtschaft ohne Waldnutzung war in der vorindustriellen Gesellschaft kaum denkbar.



Abb. 1: Große Holzmengen wurden in der Montanindustrie, z. B. bei der Eisenverhüttung, verbraucht

Diese Tatsache wird leicht dadurch verdunkelt, daß aus der Perspektive des landnehmenden Bauern der Wald zunächst als „Feind der Kultur“ aufgefaßt wurde, nicht als ihr Bestandteil. Zunächst einmal mußten die Acker- und Weideflächen geschaffen werden, bevor der Wald als ihre Ergänzung wahrgenommen werden konnte. Es tat sich hier ein grundlegendes Problem auf, vor dem die expandierende Agrargesellschaft stand. In dem Maße, wie die Bevölkerung wuchs, brauchte man mehr Ackerland und mehr Waldprodukte zugleich, das heißt, der Bedarf an Holz wuchs in dem Umfang, wie die Wälder abnahmen. Der Wald geriet in eine Schere zwischen wachsender Nachfrage nach Lebensmitteln, die durch Ackerbau gedeckt werden mußte, und wachsender Gewerbeproduktion, die den Pro-Kopf-Verbrauch an Holz steigerte. Es ist in diesem Zusammenhang wichtig, Ackerbau, Weide und Wald als alternative Formen der Flächennutzung zu begreifen, zwischen denen prinzipiell eine gewisse Substituierbarkeit bestand, ohne daß sich die eine Form völlig auf Kosten der anderen durchsetzen durfte.

Das vorindustrielle Energiesystem war ein Solarenergiesystem⁶. Praktisch die einzige Quelle für nutzbare Energie war die Sonne. Die Menschen machten sie sich vor allem dadurch verfügbar, daß sie den Prozeß der Photosynthese zwischen sich und die Sonne schalteten. Pflanzen und schließlich auch Tiere, die sich von Pflanzen ernährten, speicherten die Energie, die schließlich von den Menschen genutzt werden konnte. Es zeigte sich hier das entscheidende Charakteristikum eines Solarenergiesystems: Die Menge verfügbarer Energie wurde letztlich von der Flä-

chengröße bestimmt, auf der nutzbare Pflanzen wuchsen. Es konnte zwar gelingen, durch technische Verbesserungen den Wirkungsgrad dieser Energienutzung zu erhöhen, doch war es nicht möglich, die Menge insgesamt verfügbarer Energie zu vergrößern. Was an Nahrung gewonnen wurde, ging als Holz verloren; die mechanische Energie, die Pferde lieferten, wurde mit einem Verzicht auf die Wärmeenergie erkaufte, die verfügbar gewesen wäre, hätte anstelle der Weide ein Wald zur Verfügung gestanden.

Die Schere, in die der Wald durch Bevölkerungswachstum und gewerbliche Expansion geriet, machte sich in Deutschland im 18. Jahrhundert verstärkt bemerkbar. Eine ganze Reihe von Zeugnissen weist darauf hin, daß sich der Holzmangel verschärfte und zu einer allgemeinen, nicht mehr nur regionalen und transportbedingten Rohstoffkrise zu werden drohte. Nicht zuletzt durch die „Peuplierungspolitik“ der absolutistischen Staaten wuchs die Bevölkerung in Deutschland nach dem Dreißigjährigen Krieg wieder rasch an. Die Vorkriegszahlen wurden um 1740 wieder erreicht. Zwischen 1700 und 1800 nahm die Bevölkerung von etwa 15 Mio. auf 24 Mio. zu. Zugleich stieg durch die Förderung der Gewerbe der Pro-Kopf-Verbrauch an Holz. Besorgte Zeitgenossen machten auf die drohende Krise aufmerksam: „Es ist ohne meine Erinnerung bekandt, was massen gantz Deutschland, vornehmlich aber das werthe Sachsen, bey langgenossener Ruhe und Verschonung von allgemeinen Land-Plagen, dafür wir dem Allerhöchsten, und Geber, alles Guthen, nicht gnug-samen Danck abstatten können, auch an Glückseligkeit und allen Guten, mehr und mehr zugenommen hat. Die wüsten und verödeten Dörffer sind meistentheils wiederum angebauet, die Äcker gereiniget, daß, wo vorhero Pusch und Hecke war, anitzo das schönste Getreidig kan gebauet werden. Nicht weniger haben sich die Leute gemehret, und ist ihrer viel worden, durch welche das Land cultifirt und zu Hervorbringung alles Überflusses zugerichtet wird. Allein es ereignet sich bey dieser Glückseligkeit dennoch ein nicht geringes Ungemach, indem durch Reinigung und Abholtzung der Äcker und Wiesen fast allenthalben Mangel an Holtz entstehen will, so daß zu besorgen, es werde inskünftige in diesen Mitternächtigen Ländern grosser Mangel daran gespüret werden“⁷.

Während überall der Bedarf an Holz wuchs, verschlechterte sich der Zustand der Wälder, wenn auch ihr Umfang selbst nicht so stark abnahm. Was nominell noch als „Wald“ galt, war vielfach nur noch ein mit armseligem Unterholz bewachsenes Ödland, in dem Schafe und Ziegen sowie auch das der herrschaftlichen Jagd dienende Wild keine Bäume mehr aufkommen ließen. Angesichts dieser Tendenz zur Übernutzung der Wälder schien ein akuter Holzmangel bevorzustehen. Nach einer neueren Berechnung⁸ betrug der jährliche Zuwachs an Holz wegen des schlechten Waldzustandes um 1750 nur noch 1,5 – 2 cbm pro Hektar Waldfläche, statt der heute üblichen 4 – 8 cbm/ha. Da nur ein Drittel des Landes mit Wald bedeckt war,

kann man mit 50 – 70 cbm Holz pro Quadratkilometer Landesfläche rechnen. Setzt man eine Bevölkerungsdichte von 44 Personen pro qkm an, so standen pro Kopf jährlich nachhaltig nur noch etwa 1,5 cbm Holz zur Verfügung. Das war eindeutig zuwenig. Diese Zahlen zeigen, daß man Mitte des 18. Jahrhunderts angesichts des aktuellen Verbrauchs offenbar von der Substanz zehrte. Der Zeitpunkt war absehbar, an dem die noch verbliebenen Vorräte verbraucht waren. Die Menschen jener Zeit sahen sich vor einem aktuellen oder bald drohenden Holz-mangel und sahen vielfach nach Abhilfe.

Weiterblickende Verwaltungsbeamte und Kameralisten machten darauf aufmerksam, daß die Wälder nicht nur unter dem Gesichtspunkt des herrschaftlichen Jagdvergnügens anzusehen waren, sondern einen entscheidenden Wirtschaftsfaktor bildeten. Johann Heinrich Gottlob von Justi, einer der bedeutendsten Kameralisten, lenkte die Aufmerksamkeit auf das Waldproblem: „Unzureichende Waldungen bey einer großen Bevölkerung ziehen die natürliche Folge nach sich, daß endlich das Holz zu einem exorbitanten Preise steigt. Dieses hat nicht allein in den Preisen der Waaren von den Manufacturen, Fabriken und aller andern Gewerbe und ihrer Producte einen nachtheiligen Einfluß, und dieser hohe Preis ist denen auswärtigen Commercien, und mithin durch eine natürliche Folge der Bevölkerung schädlich; sondern sobald das Holz in einem so hohen Preise steht, und mithin die einträglichste Nutzung ist, die man von seinem Boden haben kann; so wird man sich wieder häufig auf den Holzanbau befließen, und mithin die Menge des im Lande erzeugten Getraides vermindern“⁹.

Justi sah also den Waldanbau als eine alternative Nutzung des Landes an, die mit dem Ackerbau konkurrierte. Es kam darauf an, die richtige Proportion von Ackerland und Wald zu bestimmen. Einerseits sollte es nicht zu viele Wälder geben, da dadurch die mögliche maximale Bevölkerungsgröße unterschritten wurde. Eine möglichst große Bevölkerung lag jedoch im Interesse des Staates, da sie ein Reservoir von Soldaten, Arbeitskräften und Besteuerungssubjekten bildete. Zuwenige Wälder waren jedoch auch von Übel, so daß der Staat regulierend eingreifen sollte. Justi und andere Kameralisten sahen hierin eine wichtige Aufgabe des Finanzcollegiums. Abgesehen davon, daß ein vorbehaltloses Vertrauen auf den Markt, der eine sinnvolle Einrichtung der Volkswirtschaft herstellen würde, zu jener Zeit unter Ökonomen noch nicht verbreitet war, kam bei der Frage der Bodennutzung noch hinzu, daß es sich hier um eine langfristige Angelegenheit handelte, die offensichtlich staatlicher Planung bedurfte. Auch bei der Anlage von Gewerben, die einen hohen Holzverbrauch hatten (Glashütten, Salinen, Eisenhütten und dergleichen), sollte die momentane Profitabilität kein hinreichender Beweis dafür sein, daß sie dem Gemeinwesen, wie es Vertreter des absolutistischen Wohlfahrtsstaates verstanden, auch wirklich von Nutzen waren: „Es steht . . . dem Lan-

desherren, vermöge seiner forstlichen Hoheit, das Recht der Direction hierin zu; denn nur derselbe, und seine Landespolizey- und Kammer-Collegia können es einsehen und am besten beurtheilen, ob diese Werke demselben durch ihre übermäßige Vervielfältigung, oder an einem unschicklichen Orte angebrachte Anlegung, Schaden bringen können“¹⁰.

Einsparung von Holz

Schon für das Mittelalter sind bestimmte Beschränkungen des Holzverbrauchs und der Waldnutzung nachweisbar, doch gehen sie weniger auf eine verbreitete Brennstoffknappheit zurück, sondern dienten dem Schutz von fruchttragenden Bäumen, sogenannten Mastbäumen wie Eichen oder Buchen, von deren Samen sich Schweine oder jagdbares Wild ernährten. Seit dem 15. Jahrhundert gab es dann eine Serie von Forstordnungen, in denen Nutzung und Pflege des Waldes geregelt wurden. In diese Forstordnungen wurden zunehmend Vorschriften zur Einsparung von Holz aufgenommen. So enthielt etwa eine Anordnung aus der Oberlausitz vom Jahre 1767 die Aufforderung, die geheizten Räume besser gegen Wärmeverlust zu isolieren: „Die übel verwahrten Stuben, besonders bey denen Unterthanen auf dem Lande, verursachen vergehenen Holz-Aufwand; dahero sollen die Stuben mit Schlagung tüchtiger Estriche, und guter Versetzung derer Stuben von außen verwahrt, und bey allenthalben gewöhnlich, und wo möglich jährlich zweymahl vorzunehmender Besichtigung derer Feuermauern und Oeffen, fleißig nachgesehen werden, ob in diesen . . . der Vorschrift gehorsamet wird?“¹¹

Allgemeine Appelle, „das Brenn-Holz zu schonen und zu spahren“ finden sich in sehr vielen Forstordnungen des 18. Jahrhunderts, doch gab es auch spezifischere Versuche, etwas gegen die Holzverschwendung zu unternehmen. In manchen Städten wurde einfach der Holzverbrauch der Haushalte festgesetzt. So schrieb ein Brennholzreglement in Königsberg im Jahre 1702 Haushalten wie Gewerben vor, wieviel Holz sie verbrauchen durften. Wer seinen Teil verbrannt hatte, mußte frieren; Bäcker, Brauer usw. mußten eventuell ihr Geschäft einstellen, wenn sie kein Holz mehr hatten¹².

Auch auf das Bauwesen richtete sich die Aufmerksamkeit. Bauabsichten mußten angemeldet werden, und es war nachzuweisen, ob sie tatsächlich nötig waren. Bauten zur „privat-Lustbarkeit“ wurden untersagt – Standespersonen immer ausgenommen.

„Was dringet uns denn aber wohl vor eine unumgängliche Nothwendigkeit, große und hohe Zimmer im Winter zu Wohnstuben zu erwehlen. Man schaffe also diese ab, und wehle solche, die klein und niedrig sind, so wird man ohnfehlbar . . . sehr viel Holz sparen . . . Ich rede hier nicht von Pallästen großer Herren. Vor diese würden sich kleine niedrige Zimmer nicht schicken. Es haben auch dieselben keine wärmern Stuben nöthig. Die viele starkgewürzten

Speisen und geistreichen Getränke, welche sie genießen, bringen ihnen so viele schweifliche Theile ins Geblüte, daß ihnen warme Stuben ohnedem unendlich sind“¹³.

Da bekannt war, „daß dergleichen Vorschläge anders nicht geltend zu machen sind, als wenn sich die Polizey der Sache annimmt“, wandten sich besorgte Zeitgenossen, die eine zu starke Reglementierung der Privatsphäre fürchteten, gegen zu weitgehende Vorschriften und forderten Einsparmaßnahmen nur da, wo sie leicht von außen überwachbar waren. So sollten etwa höhere Häuser gebaut werden, weil dadurch Balken für das Dachgestühl eingespart werden konnten. Es fehlte in der Spardebatte auch nicht an Kuriosa. So wurde in Österreich unter Joseph II. angeordnet, die Toten in mehrfach verwendbaren Särgen zu bestatten. Der Boden dieser Särgen sollte aufklappbar sein, so daß die Leichen, in schwarze Tücher gehüllt, in der Grube liegen blieben, während der Sarg unbeschädigt wieder nach oben gezogen wurde.

Der Schwerpunkt der Einsparbemühungen lag dann jedoch in der Entwicklung sogenannter Holzsparkünste, besonders der Konstruktion und Verbreitung von Holzsparöfen. Man muß hier berücksichtigen, daß der Gebrauch von Öfen ursprünglich den Holzverbrauch gewaltig ansteigen ließ. In Bauernhäusern war zum Teil noch bis in unser Jahrhundert hinein die offene Feuerstelle verbreitet. Sie hatte zwar den Vorteil, daß die gesamte Wärme zunächst in den Raum abgestrahlt wurde, doch durfte er nicht zu gut isoliert sein, da ja der Rauch durch die Wände und Decken entweichen mußte. Der offene Kamin und später der Plattenofen verbesserten zwar den Abzug, doch mit der Wirkung, daß der überwiegende Teil der Wärme nach außen entwich. Die Konstrukteure der Sparöfen standen daher vor dem Problem, daß der Ofen möglichst viel Wärme in den Raum abgeben sollte, wobei jedoch zwischen Rauch und Außenluft noch ausreichend Temperaturgefälle übrig bleiben mußte, um die Abgase nach außen zu transportieren.

Im Laufe des 18. Jahrhunderts erschien eine ganze Flut von Schriften zur Konstruktion solcher Sparöfen, doch ist nicht sicher, wie gut sie wirklich funktionierten. Vieles hing von den konkreten Umständen ab, und häufig liest man, daß es Jahre dauerte, bis sie wirklich rauchfrei arbeiteten und nicht rußten. Zum Teil waren die Einspareffekte nicht unbeträchtlich: Sie betrugen bis zu zwei Drittel des Brennstoffs. Allerdings hat es den Anschein, als wäre es bei den früheren Holzsparöfen häufig weniger auf die tatsächliche Einsparung angekommen als auf die Freude an der technischen Innovation. Betrachtet man Bauanleitungen und Abbildungen der fertigen Öfen, so gewinnt man leicht den Eindruck, daß das Motiv des ökonomischen Nutzens nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben kann¹⁴. Allein der Aufwand an Verzierung und Bemalung war so groß, daß er die Einspareffekte kompensiert haben muß. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden dann auch einfachere, standardisierte Varianten von Sparöfen angeboten. Man

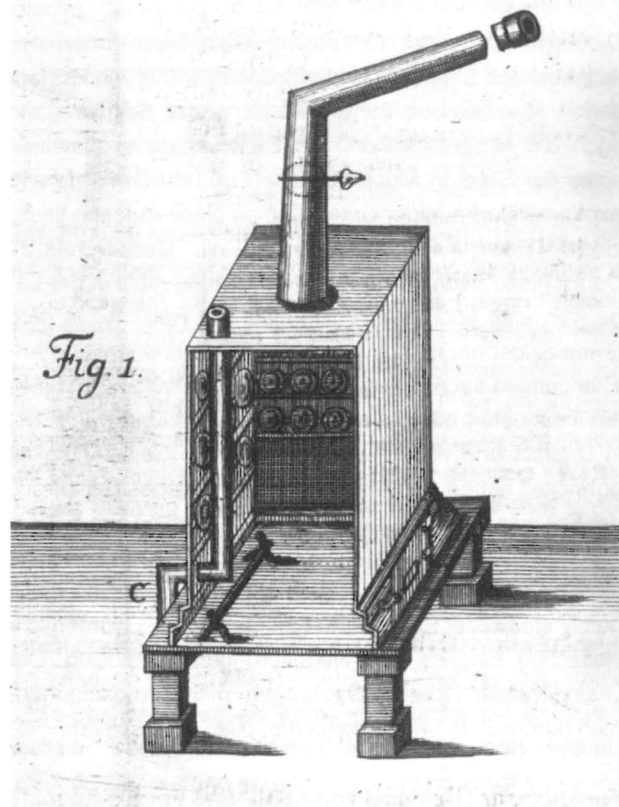


Abb. 2: Modell eines einfachen Holzsparofens von 1754: Das Zirkulirrohr C leitet die Zimmerluft durch den Ofen

konnte dazu auf die Erfahrungen der technischen Pioniere zurückgreifen, die häufig weder Mühe noch Kosten gescheut hatten, einem neuen Prinzip zum Durchbruch zu verhelfen.

Auch im gewerblichen Bereich wurden Anstrengungen unternommen, den Holzverbrauch zu beschränken. Hier standen die staatlichen Administratoren jedoch vor dem Problem, daß zumindest für exportorientierte Betriebe keine Einschränkung des Verbrauchs in Frage kam, da dies die Handelsbilanz geschädigt hätte. Weder sollten ihnen Höchstgrenzen des Verbrauchs vorgeschrieben werden, noch dachte man an eine Regulierung über höhere Holzpreise, da sie die Konkurrenzfähigkeit im Ausland beeinträchtigt hätten. Auf den heute naheliegenden Gedanken, daß eine Preissteigerung technischen Fortschritt in der Einsparung provozieren würde, kam man nicht.

„Von den Fabrikanten und Manufacturiers selbst aber die Erfindung nützlicher Holzsparkünste zu erwarten, dürfte wohl eine vergebliche Hoffnung seyn, indem hierzu Männer erfordert werden, die den Mechanismus des Feuers verstehen. Haben aber diese die brauchbaren Holzsparkünste erfunden und bekannt gemacht, so werden auch jene, die auf ihren Vortheil allemahl bedacht sind, solche

schon von selbst und freywillig bey sich einführen, ohne daß die Polizey nöthig haben wird, sie durch einen erhöhten Holzpreis dazu zu zwingen“¹⁵.

Die Entwicklung der Einspartechiken blieb daher eine Aufgabe des Staates. Da die üblichen wenig marktorientierten Kleinbetriebe in der Regel weder Sachverstand noch die Mittel besaßen, um Experimente anzustellen, sollte der Staat in Musteranstalten und durch Förderung experimentierfreudiger Unternehmen diese Aufgabe finanzieren. Hierin wird deutlich, daß die Gesellschaft in Deutschland nach verbreiteter Auffassung nicht in der Lage war, eine spontane Antwort auf die Holzkrise in dem Sinne zu geben, daß durch freiwillige, marktorientierte Anstrengungen ein Ausweg gesucht worden wäre. Es ist dies ein Indiz dafür, daß die Mechanismen der Marktwirtschaft in Deutschland noch nicht den Grad an Selbständigkeit entwickelt hatten, wie dies in England zu jener Zeit bereits der Fall war. Die staatliche Bürokratie gewann aus diesem Defizit immer neue Legitimation. Erst als der Übergang zu fossilen Energieträgern stattgefunden hatte – ebenfalls durch staatliche Maßnahmen begünstigt –, wurden die vielfachen Eingriffe und Regulierungen überflüssig. Der „Kalorienstaat“, der Einsparungen mit Zwangsmaßnahmen durchsetzte und überwachte, blieb eine Episode.

Funktionelle Trennung von Land- und Forstwirtschaft

Eine zweite Strategie gegen die drohende Holzkrise bestand darin, alle Anstrengungen zu unternehmen, das Angebot an Holz zu vergrößern. Dazu war es nicht unbedingt erforderlich, die Waldflächen als solche zu vermehren, wenn es gelang, den Holzertrag der Wälder zu verbessern. Aufgrund der verschiedenen landwirtschaftlichen „Nebenutzungen“ des Waldes lag der jährliche Zuwachs bei weniger als einem Drittel dessen, was forstbiologisch möglich war. Wenn es daher gelang, bei gleichbleibender Flächenverteilung die Landwirtschaft vom Wald unabhängig zu machen, war der Holzertrag auf etwa das Dreifache zu steigern.

Der Prozeß der funktionellen Trennung von Land- und Forstwirtschaft beruhte im Grunde auf drei verschiedenen Vorgängen. Der erste war die Ablösung der bäuerlichen Nutzungsrechte am Wald. Die Bauern besaßen seit alters das Recht, dem „öffentlichen“ Gemeindewald Brennholz oder Bauholz zu entnehmen, Vieh im Wald zu weiden, Gras zu schneiden oder Laub und Humus zu holen. Seit dem 16. Jahrhundert, verstärkt aber im 18. Jahrhundert, begannen die absolutistischen Staaten, diese Nutzungsrechte oder Servituten abzulösen und den Wald allein für forstliche und jagdliche Zwecke zu reservieren. Abgeschlossen wurde dieser Prozeß jedoch erst im Verlauf des 19. Jahrhunderts.

Er setzte nämlich die Entwicklung neuer landwirtschaftlicher Produktionsmethoden voraus, die einen Verzicht auf die Waldnutzung überhaupt erst erlaubten. Hier handelte es sich vor allem um die Stallfütterung, die jedoch den An-

bau spezieller Futterpflanzen erforderte, sowie neue Formen der Düngung, der Fruchtfolge und Feldbearbeitung.

Auch die Entwicklung des rationellen Forstwesens und der Forstwissenschaft ist in diesem Zusammenhang zu sehen. Man experimentierte mit allen möglichen Formen der Schlageinteilung, beschäftigte sich mit Forstbiologie, probierte exotische Holzarten usw. Ziel war es, die Forstwirtschaft „nachhaltig“ zu betreiben, das heißt, im Jahr genau so viel Holz einzuschlagen, wie im gleichen Zeitraum nachwuchs. Die neuen Forstmethoden waren mit schwerwiegenden Eingriffen in den Haushalt des Waldes verbunden. Bäume wurden an standortfremden Stellen angebaut, es entstanden die ersten Monokulturen (und bald folgten die Insektenkalamitäten); der Wald verlor seinen Charakter als Wildnis und wurde zu einem Zweig der rationellen Bodennutzung.

Substitution von Holz, vor allem durch Kohle

Die Suche nach einem Ersatz für Holz war für die Zeitgenossen nichts anderes als eine Methode der Holzeinsparung. Dennoch wurde hier, indem man schließlich auf Kohle als Brennstoff zurückgriff, ein Prozeß eingeleitet, der energetisch etwas völlig Neues bedeutete. Indem Holz durch Kohle ersetzt wurde, nutzte man nicht länger nur das gegenwärtige Energieeinkommen der Biosphäre, also die Sonnenenergie, die Acker, Weide, Wald, Wind und Wasser verfügbar machten, sondern man griff auf gespeicherte Energievorräte zurück, die vor Jahrmillionen entstanden waren. Damit begann eine Epoche des relativen Energieüberflusses, der eine nie geahnte Reichumsvermehrung und eine gewaltige Bevölkerungsexplosion ermöglichte.

Die Substitution von Holz durch Kohle ist in Deutschland als ein Ausweg aus der Energiekrise des 18. Jahrhunderts, die eine Holzkrise war, anzusehen. Freilich ist die Nutzung von Steinkohle wesentlich älteren Ursprungs. Es ist bekannt, daß bereits in der Römerzeit in England, aber auch im Saargebiet, bei Aachen und Lüttich Kohle verwandt wurde. Auch in China war ihr Gebrauch schon seit langem üblich. Doch gewann Kohle in Deutschland erst im 18. Jahrhundert eine überregionale Bedeutung.

Der Ursprung des eigentlichen Steinkohlenbergbaus sowie der Techniken, die man zur Anwendung von Kohle benötigte, liegt in England¹⁶. Hier gab es seit dem 16. Jahrhundert einen permanenten Anstieg des Kohleverbrauchs, und zwar nicht nur in unmittelbarer Nähe der Lagerstätten, sondern auch weit davon entfernt. Auch in England ersetzte Kohle das Holz, doch war unmittelbarer Anlaß dafür weniger eine wirklich verbreitete Holzknappheit, sondern Vorteile, die ihre Transporteigentümlichkeiten mit sich brachten.

Der Transport schwerer Güter bot der vorindustriellen Gesellschaft ein gewaltiges Problem. Auf weitere Entfernung war er nur auf dem Wasserweg möglich. Holz wurde bevorzugt zum Verbraucher geflößt. In England gab es nicht,

wie auf dem Kontinent, reicht bewaldete Mittelgebirge, die durch lange Flußläufe mit Gewerbezentren verbunden waren. Statt dessen waren die Hafenstädte mit Hilfe der Küstenschiffahrt leicht erreichbar. Es war daher einfacher, Kohle von Newcastle, wo sie am Tyne zutage trat, nach London zu verschiffen, als das Äquivalent an Holz herbeizuschaffen. Die Nutzung von Kohle für gewerbliche Zwecke, die etwa in London seit dem späten Mittelalter nachweisbar ist, machte umgekehrt Land frei, das man sonst zum Anbau von Holz benötigt hätte. England wurde im 17. Jahrhundert zum bedeutenden Exportland der Agrarprodukte Getreide und Wolle, während seine Wälder im Vergleich zum Kontinent verschwindend klein waren. Das war nur auf der Grundlage der Steinkohlenfeuerung möglich.

Man kann sagen, daß über die Substitution von Holz durch Kohle eine entsprechende Bodenfläche für alternative Nutzungsformen frei wurde, was einen höheren Produktions- und Versorgungsstandard erlaubte. Landfläche für „Energieplantagen“ – so kann man Niederwaldpflanzungen für Brennholzgewinnung wohl nennen – wurden nicht mehr in dem Umfang benötigt, als man den entsprechenden Energiebedarf durch Kohle decken konnte. Es läßt sich einem bestimmten Quantum Kohle direkt ein Flächenäquivalent zurechnen, daß man an seiner Stelle für die Erzeugung von Brennholz gebraucht hätte. Vom Brennwert her entspricht 1 t Kohle etwa 5 cbm Holz, das ist etwa der jährliche Zuwachs von 1 ha Niederwald. Für stationäre Bedingungen, das heißt, wenn nur der jährliche Zuwachs genutzt werden darf, gilt also, daß 1 t Kohle 1 ha Land mit

Holzpflanzungen für Brennzwecke substituiert. Die Menge der geförderten Kohle ist selbst relativ unabhängig von der Fläche, die für Schachtanlagen usw. über Tage benötigt werden. Die Kohleförderung benötigt nur einen Punkt in der Landschaft, während das vorindustrielle Solarenergiesystem linear flächenabhängig ist. Am Beispiel Englands läßt sich sehen, welche Flächenentlastung die Kohlenutzung gebracht hat.

Die 210 000 t Kohle, die zwischen 1551 und 1560 jährlich etwa gefördert wurden, entsprachen einer Waldfläche von 2100 qkm; das ist gerade 1,4 % der Fläche von England und Wales. Aus dieser Zahl wird deutlich, daß die frühe Kohlenutzung nicht auf eine absolute Holzknappheit zurückgeführt werden kann, sondern nur einem letztlich transportbedingten Vorteil der Kohle zuzuschreiben ist, der zu einem niedrigen Preis führte. 1681–90 sind es aber bereits etwa 30 000 qkm gewesen, das heißt etwa $\frac{1}{5}$ der Fläche von England und Wales, und 1801–10 hätte man die gesamte Landesfläche mit Niederwaldpflanzungen bedecken müssen, um den Energieertrag der Kohle mit Brennholz zu decken. Bereits aus diesen Zahlen wird deutlich, daß die Industrielle Revolution in England ohne Kohle nicht denkbar gewesen wäre; auch dürfte die Kohlenutzung ein wesentlicher Grund dafür gewesen sein, weshalb die Industrialisierung gerade von England ausging.

Deutschen Ökonomen war dieser Sachverhalt durchaus bekannt. Die Substitution von Holz durch Kohle geschah hier mit Blick auf englische Verhältnisse, die als Beweis

Abb. 3: Verschiffung der Kohle von Nordengland nach London, um 1730, wo sie seit dem 17. Jh. gebräuchliches Brennmaterial war



dafür galten, daß ein fossiles Energiesystem möglich war. So konnte man 1778 in einer ökonomischen Enzyklopädie lesen: „Da die Steinkohlen unter der Erde stehen, und mit- hin die Cultur der Oberfläche zur Nahrung der Menschen nicht hindern: so bedarf ein Land, welches damit versehen ist, weit weniger Waldungen, und kann folglich weit mehr bevölkert werden. Dieses ist die Hauptursache, warum England weit mehr bevölkert ist, als irgend ein anderes Land in den gemäßigten Himmelsgegenden“¹⁷.

Wenn dies richtig war, lag es vom kameralistischen Stand- punkt her nahe, den Gebrauch von Kohle auch in solchen Fällen zu fördern, wo kein wirklicher Holzangel bestand, das heißt, wo der technische Aufwand, der mit dem Über- gang zur Steinkohlefeuerung verbunden war, in keinem rechten Verhältnis zur Preisdifferenz gegenüber dem Holz stand. Man kann sich nämlich fragen, ob die Verbraucher nicht bei akuter Holzknappheit schon von sich aus, durch Kostenüberlegungen, dahin gelangt wären, Kohle statt Holz zu verwenden. In England war das ja offenbar der Fall gewesen.

Weshalb initiierte der Markt nicht von sich aus, spontan, den Substitutionsprozeß, sondern mußte der Staat es sich zur Aufgabe machen? Ist der Grund ein übertriebener Hang zur Reglementierung gewesen? War die Kohle rein ökonomisch noch gar nicht in allen Bereichen konkurrenz- fähig? Oder war das ökonomische Kalkül der Individuen in Deutschland noch nicht so weit entwickelt wie in England?

Alle diese Faktoren mögen eine Rolle gespielt haben. Man muß berücksichtigen, daß die Holzkrise des 18. Jahrhun- derts wohl in erster Linie als Bauholzkrise verspürt wurde. Ein zeitgenössischer Spruch lautete: „Holz und Plage wachsen alle Tage“. Jedermann wußte, daß Brennholz inner- halb kurzer Zeit nachwuchs; ein Niederwald war nach etwa 20 Jahren schlagbar. Bauholz benötigte dagegen ei- ne längere Zeit. Wenn es daher gelang, Brennholz durch Kohle zu ersetzen, konnten die Wälder dem Anbau von Bauholz gewidmet werden.

Hinzu kamen die erschwerten Transportbedingungen, die Kohle in Deutschland stark verteuerten. Gewerbegebiete, die in direkter Nachbarschaft von Kohlegruben lagen, konnten Holz schon recht früh substituieren. Von ihnen ging dann ein Impuls zur Nachahmung aus. Die Salinen von Reichenhall und von Lüneburg waren lange Zeit auf die Befuerung mit Holz angewiesen, da man zu ihnen Kohle nur unter großen Schwierigkeiten, mit hohem Ko- stenaufwand, transportieren konnte. Anders war die Lage bei der Saline von Halle an der Saale beschaffen, die von nahegelegenen Braunkohlefeldern über den Fluß versorgt werden konnte. Ende des 17. Jahrhunderts betrieb hier der sächsische Leibmedicus Nida den Übergang zur Steinkoh- lefeuerung, wobei er jedoch zunächst auf heftigen Wider- stand der Salzsieder stieß. Sie fürchteten, der Kohlerauch würde das Salz „unbrauchbar, ungesund und feuchte ma- chen, oder wohl gar bey den Meistern und Knechten üble Krankheiten verursachen.“¹⁸

Umweltprobleme

Diese Klagen weisen auf ein grundsätzliches Problem hin, das der Einführung der Steinkohlenfeuerung im Wege stand. Nicht nur gab es technische Schwierigkeiten beim Einsatz im gewerblichen Bereich; der Rauch und die Flugasche der Kohle forderten auch breiten Protest und gesundheitliche Bedenken heraus. Widerstände gegen die Steinkohle gab es nicht nur in Deutschland. Auch in Eng- land war es wiederholt zu Protesten gekommen¹⁹. Bereits 1285 wurde eine königliche Kommission eingesetzt, die untersuchen sollte, ob die Klagen von Anliegern, mit Kohle betriebene Kalköfen würden die Luft verschmutzen und verderben, berechtigt seien. 1307 kam es zu einem Verbot der Steinkohle in London. In den folgenden Jahren ging der Kohleverbrauch massiv zurück, und die Klagen ver- stummten. Grund dafür ist allerdings nicht das Verbot ge- wesen, sondern ein Rückgang der Bevölkerung um 40 % aufgrund der Pest. Jetzt reichten die Wälder in direkter Nä- he der Stadt wieder aus, und man konnte auf Kohle ver- zichten.

Seit dem 15. Jahrhundert wuchsen Bevölkerung und Ge- werbe in England wieder an, und die Kohle kehrte in die Städte zurück. Sogleich waren auch die Klagen über Ge- ruchselästigung wieder zu hören. Der Kohle haftete ein ausgesprochener Armeleutegeruch an; wer es sich leisten konnte, brannte weiterhin mit Holz oder Holzkohle, zumin- dest in Eß- und Schlafräumen. 1631 wurde bemerkt: „Noch vor dreißig Jahren pflegten sich die vornehmen Da- men in London zu weigern, ein Haus zu betreten, in dem ein Steinkohlenfeuer unterhalten wurde, noch aßen sie von einem Stück Fleisch, das mithilfe von Steinkohle gekocht oder gebraten worden war.“²⁰

Der Kohlegeruch Londons wurde sprichwörtlich, wie auch seine schwarzgefärbten Mauern. Der bekannte Pamphle- tist und Projektant John Evelyn veröffentlichte 1661 eine Flugschrift, die den bezeichnenden Titel trug: „Fumifu- gium, or The Inconveniencie of the Aer and Smoak of Lon- don dissipated“, in der er sich wortreich gegen den alles verpestenden Gestank der Kohle wandte. Diese Schrift ist eines der ersten Zeugnisse einer Kritik der Umweltver- schmutzung. In ihr heißt es: „Dieser schreckliche Rauch schwärzt unsere Kirchen, läßt unsere Paläste alt ausse- hen, ruiniert unsere Kleider, verdirbt das Wasser, und selbst mit dem Regen und dem Tau, die solche Erfri- schung bringen können, fällt dieser Schmutz herab, der schwarz und klebrig alles befleckt und verunreinigt, was ihm ausgesetzt ist.“²¹

Evelyn war nicht der einzige, der sich öffentlich gegen die Kohle aussprach. Die Bewohner Londons gewöhnten sich nur zögernd an die allgemeine Verschmutzung der Luft, die vor allem der Flugasche aus Tausenden von Kaminen zuzuschreiben war. Im Jahre 1700 veröffentlichte Tim Nourse als Anhang einer Schrift, die sich mit Verbesserun- gen in Haus- und Landwirtschaft beschäftigte, ein Projekt zur Abschaffung der Kohlefeuerung in London²². Ebenso

wie Evelyn beschrieb er die Umweltverseuchung durch Rauch und Asche, doch machte er sich zugleich daran, den Plan einer alternativen Energieversorgung der Stadt zu entwerfen. Nach umständlicher Schätzung kam er auf eine Waldfläche von 240 qkm, die zur Brennholzversorgung Londons ausreichen mußte. Freilich hatte sein Projekt keinen Erfolg. Dazu waren die Vorteile der Steinkohlenfeuerung viel zu groß.

Die Nachricht von den schädlichen Auswirkungen der Steinkohle gelangte auch nach Deutschland. Die Auffassung war verbreitet, die Tatsache, daß in England viele unter Lungenkrankheiten litten, sei direkt auf die Steinkohle zurückzuführen. Evelyn wie Nourse hatten beide darauf aufmerksam gemacht: „Gibt es einen Ort unter dem Himmel, wo so viel Husten und Schneuzen zu hören ist wie in Londoner Kirchen oder Versammlungsstätten, in denen man unentwegt durch Husten und Spucken belästigt wird?“ „Wenn man glaubt, reine Luft einzusatmen, füllt man seine Lunge mit schwefligem, stinkenden Staub, der einen so sehr zum Niesen reizt, daß einen der Schlag rührt.“²³

Aber auch Ärzte wie der bekannte Kenelmus Digby führten im 17. Jahrhundert Lungenkrankheiten auf den Steinkohlenrauch zurück. Ihm wurden die Schwindsucht, der „Englische Schweiß“, die Pest zugeschrieben und generell behauptet, daß „der Rauch der Steinkohlen nicht allein in den Häusern alle Geräte corrodire und häßlich mache, sondern auch bey den Menschen die Lunge angreiffe, exulcerire und inflamire.“²⁴

Die Autoren, welche in Deutschland den Gebrauch von Kohle in der Öffentlichkeit propagierten, hatten daher gegen weit verbreitete Vorbehalte anzukämpfen. Denjenigen Ärzten, die gesundheitsschädliche Auswirkungen befürchteten, wurde spontan geglaubt, denn sie hatten die Evidenz des eigentümlichen Kohlegeruchs für sich. Viele Aussagen schleppten sich über Jahrzehnte hinweg weiter, wie an dem Artikel „Steinkohle“ deutlich wird, der zwischen 1717 und 1762 unverändert in einem weitverbreiteten ökonomischen Lexikon zu lesen war: „Sie kommen mehren theils aus Engell- und Schottland, woselbst man dabey kochet, und die Stuben damit heizet, sie geben aber einen sehr bösen und corrosiven Rauch von sich, welcher der Brust und Lungen sehr gefährlich, und ohne Zweifel Ursach daran ist, daß, wie ein gewisser Engelländer meldet, der dritte Theil der Einwohner zu London, an der Schwind- und Lungensucht sterben. Man suchet aber auch dergleichen Stein-Kohlen in Deutschland, sonderlich in Ober- und Nieder-Sachsen.“²⁵

Auch Johann Philipp Bunting, der 1693 unter dem Titel „Sylva Subterranea oder: Vortreffliche Nutzbarkeit des Unterirdischen Waldes der Stein-Kohlen“ eine Propagandaschrift zugunsten der Kohle veröffentlichte, gestand zu, daß neben weiteren Faktoren auch der Steinkohlenrauch für die verbreiteten Lungenkrankheiten in England verantwortlich war. Allerdings wollte er zeigen, daß in England

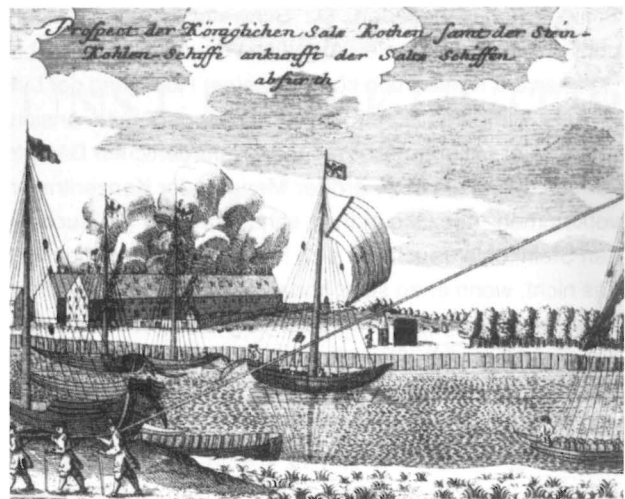


Abb. 4: Halle/Saale. Die Salinen waren am Ende des 17. Jh. zur Feuerung mit Braunkohle übergegangen. Sie wird mit „Steinkohle“ im Gegensatz zu Braunkohle bezeichnet

andere Lebensbedingungen herrschten, so daß in Deutschland beim Gebrauch von Kohle keine Gesundheitsschäden zu erwarten waren. Krankheiten der Brust seien in England deshalb so häufig, „weil die Engelländer unter allen occidentalischen Völkern die aller übelste Diaet halten, indeme sie aus Tag Nacht und Nacht Tag machen, des Mittags schlaffen, und des Nachts sauffen, auch sonst mit vielen Fleisch, Fischen, Gewürtz und Wein sich überhäuffen und beschweren.“ Dennoch sei auch der Steinkohlenrauch nicht unschuldig an dem schlechten Gesundheitszustand, doch läge dies daran, daß die Engländer offene Kamine statt geschlossener Öfen benutzten: „Weil die Engelländer in offenen Caminen die Steinkohlen brennen, und herum sitzend sich darbey wärmen, dadurch viel subtile und unsichtbare Unreinigkeiten und effluvia in die Luft gestreuet und denen umstehenden communiciret werden, welches aber in denen Teutschen Oefen nicht zu besorgen.“²⁶

Bünting zitierte zwar auch klassische Autoritäten, die die Unschädlichkeit des Steinkohlenrauchs behaupteten, doch ist offensichtlich, daß er nicht von der völligen Harmlosigkeit der Abgase überzeugt war. Auch bei Kameralisten kamen Bedenken auf, ob es der Machtentfaltung des Staates dienlich sei, zwar Ackerboden zu gewinnen, jedoch durch Vergiftung und Lungenkrankheiten wieder an Bevölkerung zu verlieren. Es schlug also die Stunde der Gutachter, die nachweisen sollten, ob der Kohlerauch der Gesundheit schädlich sei oder nicht. Große Bedeutung gewann das „Propempticon inaugurale“ des Hallenser Medizinprofessors Friedrich Hoffmann aus dem Jahre 1695. Hoffmann, einer der angesehensten Mediziner seiner Zeit, veröffentlichte das Gutachten unter dem programmatischen Titel „De vapore carbonum fossilium innoxio“ (Die Unschädlichkeit des Steinkohlenrauchs). Er berichtete darin, daß er Experimente mit Steinkohle angestellt hatte, aus denen hervorgegangen war, daß sie einen hohen

Schwefelgehalt besaßen. Da Schwefel in jener Zeit als nützlich galt, und in vielen Arzneien verwandt wurde, nahm Hoffman an, Kohler Rauch könne zu einer Reinigung der Luft führen. Allerdings schränkte er diese generelle Ansicht wieder ein: „Alle an sich gesundheitsförderlichen Dämpfe können, wenn sie in zu großer Menge oder Konzentration vorkommen, der Gesundheit schaden. Dies gilt auch für den Steinkohlenrauch. An sich ist er unschädlich, doch gilt das nicht, wenn er zu stark konzentriert ist. In England, wo nicht nur die Luft rauh und salzhaltig ist, sondern wo man auch im Übermaß ißt und alkoholische Getränke konsumiert, ist die Atemluft so dicht mit Kohler Rauch angereichert, daß Gesundheitsschäden die Folge sind. Das darf auf keinen Fall auf die Steinkohlen als solche, sondern allein auf die hohe Konzentration ihres Rauchs zurückgeführt werden; d. h. die Luft ist zu stark mit an sich sehr gesunden Substanzen angereichert.“²⁷

Dieses Gutachten war die wichtigste wissenschaftliche Belegstelle für die deutschen Propagandaschriften des 18. Jahrhunderts, die den Gebrauch von Kohle befürworteten. Auch in Frankreich wurde eine Reihe von medizinischen Gutachten abgegeben, die die Unschädlichkeit des Steinkohlenrauchs mit ähnlichen Argumenten nachwiesen²⁸. Hinzu kam, daß Hoffmann 1715 die Kohlenmonoxidvergiftung entdeckt hatte²⁹, so daß vielfach der Schluß gezogen wurde, Steinkohlenrauch sei gesund, Holzkohlenrauch aber lebensgefährlich: „Wir behaupten schlichtweg, daß aller Steinkohlenrauch, auch sogar an verschlossenen Orten, unschädlich sey, und daß die Meynungen der Ärzte, welche annehmen, daß in der Nähe eingehauchte Schwefeldämpfe gesund sind, ebenfalls von den Erdharzen gelte, unter welche die Steinkohlen unstreitig zu rechnen sind.“³⁰

Auch Samuel Hahnemann, der Begründer der Homöopathie, vertrat in seiner 1787 veröffentlichten „Abhandlung über die Vorurtheile gegen die Steinkohlenfeuerung“ die Auffassung, schwefelhaltiger Kohler Rauch reinige die Luft und fördere daher die Gesundheit. Er zählte eine Vielzahl von Orten auf, in denen nach Einführung des Steinkohlenbrandes die Lungenkrankheiten zurückgegangen waren, und wies vor allem darauf hin, daß auch die Holzfeuerung zu Umweltbelastungen führte: „Aber wo ist eine große, gewerbreiche Stadt, wo irgend ein Fabrikort, in denen viele Holzfeuer nöthig sind, die man nicht wie Paris, Wien, Berlin usw. von weitem wie in Nebel begraben sähe? Sind nicht alle alte Häuser auch bei Holzfeuerung schwarz und beräuchert worden? Fehlt es irgend einem volkreichen Orte an beräuchertem Hausgeräthe und Feuerstätten, wo auch nie Steinkohlen gebrannt wurden?“³¹

Per saldo ist also der gesundheitliche Effekt der Steinkohlenfeuerung gegenüber dem Holz als positiv zu bewerten. Hinzu kommen die ökonomischen Vorteile, also das Freiwerden von Land für andere Zwecke. Diese Argumente sollten sich als durchschlagend erweisen. Die populären Vorbehalte wichen, wenn auch langsam, und die Steinkohle setzte sich allmählich auch in Deutschland durch.

Die endgültige und umfassende Durchsetzung der Steinkohle fand jedoch erst im Laufe des 19. Jahrhunderts statt. In einzelnen Gebieten hielten sich die Vorbehalte noch recht lange, zumal gerade im häuslichen Bereich eine ganze Reihe von Umstellungen, neue Kaminformen, Umbauten und dergleichen, erforderlich waren. Nicht nur mußte man die Verbrennungsstätte selbst für die Kohle einrichten, man mußte auch darauf verzichten, Fleisch durch Räuchern zu konservieren; auch war mit der Asche nicht viel anzufangen. Gerade auf dem Lande bedeutete die Umstellung auf Kohle, daß man gewohnte hauswirtschaftliche Arbeitsweisen aufgeben mußte: Statt selbstgewonnene Pottasche zu Seife zu verarbeiten, mußte man Seife kaufen; statt sein Deputatholz im Walde einzusammeln, mußte Kohle erstanden werden.

Immerhin schien, zumindest für private Haushalte, noch 1839 der Gebrauch von Kohle nicht selbstverständlich zu sein. Noch immer wurde gegen Vorurteile zu Felde gezogen: „Wenn man aber, wie in einigen Journalen gesagt worden, den Steinkohlenbrand abscheulich nennt, weil er Alles beschmutze und verderbe, ja sogar den Teint ruinire, so kann dieses nur der Fall in einem Haus seyn, wo nur geringe Reinlichkeit herrscht . . . wo kein schöner Teint ist, kann auch die Steinkohle denselben eben so wenig verbessern, wie das Holz“³².

Die Gegner scheinen sich in einer hoffnungslosen Rückzugsposition befunden zu haben. Wer Kohle ablehnte, wurde nicht mehr, wie im 18. Jahrhundert, mit Argumenten umworben, sondern lächerlich gemacht, ja mangelnder bürgerlicher Tugenden verdächtigt. Klagen darüber, der Steinkohlenrauch sei „für eine reinliche Familie ein Gegenstand des Abscheus“³³, wurden bis Mitte des 19. Jahrhunderts immer wieder gehört. Doch wenn es nicht gelang, eine spezifische Beeinträchtigung nachzuweisen, die vom Gebrauch der Kohle in Nachbargrundstücken ausging, hatten Beschwerden wenig Aussicht auf Erfolg.

Das war sogar bei gravierenderen Bedenken der Fall. Schon seit dem 18. Jahrhundert war bekannt, daß es in unmittelbarer Umgebung von Fabriken, die Kohle verbrannten oder in denen beim Rösten von Erz schwefelhaltige Emissionen entstanden, zu Rauchschiäden an der Vegetation kommen konnte. Als im Jahre 1838 die Ständeverammlung des Großherzogtums Baden über den Bau einer Eisenbahnlinie beriet, lag ihr die Petition eines Freiherrn von Haynau vor, in der sogar auf mögliche Umweltschiäden durch den Lokomotivenrauch hingewiesen wurde: „Es ist zu bedenken, daß der starke Steinkohlen Rauch dem Weinstock in der Blüthenzeit höchst nachtheilig ist, und strichweis die Blüthen des Weinstocks zernichtet, und die Beeren der Weintrauben verkrüppelt.“³⁴

Haynau spielte in seiner Petition auf Vegetationsschiäden in Sachsen an, die in der Nähe von Hüttenwerken entstanden waren. Diese Gefahren auch beim Eisenbahnbetrieb zu sehen, schien jedoch weit hergeholt zu sein. Die Ständeverammlung nahm den Einwand daher nicht ernst,

MEISTERWERKE BERGBAULICHER KUNST UND KULTUR

Nr. 27:

Kunitz-Schale

1887/88, Koch & Bergfeld, Bremen

Silber und Kristall, Höhe 210 mm, Breite 270 mm, Länge 530 mm

Deutsches Bergbau-Museum Bochum



Die Kunitz-Schale besteht aus einer in 800er Silber hergestellten Fassung und einer Einsatzschale aus geschliffenem Kristall. Typologisch gesehen gehört dieses Meisterwerk der Metallbearbeitung zu den Ehrengeschenken, die von Unternehmen an verdiente Mitarbeiter als Dank für geleisteten Einsatz übergeben wurden.

Die silberne Fassung spiegelt in ihren historisch gebildeten Einzelformen das Schönheitsempfinden und die ästhetischen Ansprüche des letzten Viertels des 19. Jahrhunderts wider. Die ovale, getriebene und gepreßte Silberfassung ruht auf vier mit Voluten und vegetabilischen Elementen versehenen, dreieckigen Füßen, auf denen ein profilierter Reifen aufliegt, über dem sich der breite, sich vorwölbende Körper der Fassung entwickelt. Diese Körperzone ist mit einem konsequent durchgeführten Wechsel sich vorwölbender und sich muschelartig einziehender zungenartiger Einzelelemente gegliedert, wobei die sich vorwölbenden Teile glatt und poliert-optisch vortreten, während die sich einziehenden Elemente mit an Arabesken und Grotesken erinnernden Schmuckteilen verziert sind. Während die Zierelemente hell leuchten, ist der muschelartige Hintergrund unpoliert und dunkel belassen worden, so daß durch den Wechsel von hellen und dunklen Partien diese Zone lebhaft gestaltet erscheint. Über dieser Zone liegt eine hell polierte Schmiede, in welche man ein sich überschlagendes, die gesamte Fassung umlaufendes Wellenband eingetragen hat. Darin sind in alphabetischer Reihenfolge die Namenszüge der Stifter eingetragen. Die Silberfassung schließt mit einem vortretenden Profil ab, das auf seiner Oberfläche einen Blattfries vor dunkel belassenem Grund zeigt. An den Längsenden der Fassung erblickt man jeweils einen Griffhenkel, der unten über dem beschriebenen Fuß in einer Volute ansetzt, sich erweitert, mit einem Löwenhaupt und einem Knauf versehen ist und in einem Schuppenschwanz endet. Vom oberen Rand der Fassung geht ein unterteilter, geschuppter Reif aus, der sich mit dem Henkel verbindet: Der Punkt des Zusammentreffens beider Ringe ist durch Zackenblätter zusätzlich betont. Dieser Bereich des Henkels wirkt wie die gesamte Silberfassung durch den Wechsel polierter und dunkel belassener Partien: Das Licht „malt“ auf der Oberfläche.

Von besonderem Interesse sind die beiden Attachen auf den Längsseiten der Fassung, die aus mehreren aneinandergesetzten Schwüngen bestehen. Zwei Knappen (mit Schachthut, Tuch, Jacke, Tscherpertasche, Leder, Kniehose und -bügeln, Strümpfen und Schuhen) halten in der einen Hand leider verlorene Schlägel, in der anderen je eine sich vorwölbende, mit Lorbeerblättern gerahmte Inschriftkartusche. Auf der einen Kartusche erkennt man die Jahreszahlen 1863 und 1888 im Strahlen- bzw. Ehrenkranz, das Emblem Schlägel und Eisen sowie den Gruß „Glück auf!“ Die andere Kartusche trägt die Worte: „Ihrem hochverehrten Vorgesetzten Herrn Bergwerks-Director Kunitz die Beamten des Erzreviers der Bergwerks-Gesellschaft Georg von Giesches Erben“.

Der Kristalleinsatz weist im Bodenteil einen Sternschliff, die untere Wandungszone Mattschliff mit eingelassenen Ovalschnitten auf. Der obere, aus der Silberfassung herausragende Teil zeigt eine Folge blattähnlicher Einzelteile, die voneinander durch senkrechte Schnitte getrennt sind. Die einzelnen, sich nach außen wölbenden „Blattformen“ enden in gerundeten Segmenten.

Die Silberschale weist das Markenzeichen der renommierten, 1829 gegründeten Bremer Silberwarenfirma Koch & Bergfeld in Gestalt eines Kelches, die Modellnummer N 14360 sowie das Reichssilberzeichen (Krone und Halbmond) und den Silbergehalt (800) aus. Nach der Modellnummer zu urteilen, ist die Schale Ende des Jahres 1887 hergestellt worden. Der maßgeblich am Entwurf beteiligte Künstler dürfte Heinrich von der Cammer, der Leiter des Entwurfsbüros (1874–1903) gewesen sein. Es ist geradezu eine Eigentümlichkeit der Arbeiten

von der Cammers, daß er zierliche Gefäßformen mit einer Tendenz zu „überlängten“, stark eingeschnürten Profilen sowie graphisch wirkende zarte Rankenmotive nach Art früher italienischer Renaissance-Grotesken und französischer „Bandelwerk-Dekorationen“ vorzugsweise herstellte. Die Musterbücher von Koch & Bergfeld sprechen in dieser Hinsicht eine deutliche Sprache. Die Silberschale ist von der schon im 18. Jahrhundert gegründeten Breslauer Juwelierfirma Gebr. Sommé im Auftrag der Bergwerksgesellschaft Georg von Giesche's Erben bei der Bremer Firma bestellt worden; der Stempel „Gebr. Sommé“ findet sich ebenfalls auf der Schale.

Aus den Inschriften in den beiden Kartuschen wird ersichtlich, daß diese Ehrengabe Hugo Kunitz zum 25jährigen Dienstjubiläum überreicht worden ist. Hugo Kunitz, der sich vor allem um die Blei-Zinkerzgrube (Blei-)Scharley verdient gemacht hat, war seit 1872 erst Berginspektor, dann von 1886 bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1896 Bergwerksdirektor der Bergverwaltung der Bergwerksgesellschaft Georg von Giesche's Erben für das Erzrevier. Dieses Unternehmen zählte neben den bekannten Montanunternehmen der Grafen Henckel, Donnersmarck und Ballestrem zu den ältesten und traditionsreichsten des oberschlesischen Industriereviers und besaß im 18. Jahrhundert die führende Stellung im Galmei- und Zinkbergbau. Schon 1704 gegründet, bestand es bis zum Jahre 1973; das Unternehmen verfügte in der Blütezeit des 19. und 20. Jahrhunderts über eine ausgedehnte Rohstoffwirtschaft, zu der neben Steinkohlen- und Erzgruben auch Hüttenanlagen gehörten (Gruben Blei-Scharley, kons. Giesche, kons. Kleophas, kons. Heinitz und Mathilde sowie die Wilhelmine, Pauls-, Norma-, Walther-Croneck-, Recke- und Bernhardihütte und das Zinkwalzwerk). Mit diesem Unternehmen waren so klangvolle Namen wie Walther und Croneck, Recke-Volmerstein und von Richthofen verbunden. Bergleute wie Friedrich Bernhardt und Hüttenmänner wie Otto Uthemann brachten das Unternehmen zu hoher Blüte, dessen Betriebsanlagen in der Umgebung von Kattowitz, Beuthen und Königshütte lagen. Der Erfolg des Unternehmens manifestiert sich auch in diesem Jubiläumsgeschenk, das von den Bergbeamten der Erz- und Steinkohlengruben gestiftet worden ist: So war Johann Heinzel z. B. Obersteiger der kons. Gieschegrube, während Adolf Ansorge und Julius Triebs als Maschinenwerkmeister bzw. Betriebsführer auf der Grube Blei-Scharley-Westfeld fungierten.

Damit dokumentiert dieses Geschenk nicht nur in ästhetischer Hinsicht die künstlerischen Möglichkeiten einer vergangenen Zeit, sondern auch die Erinnerung an ein einst blühendes Unternehmen, das aus der Rohstoffwirtschaft Oberschlesiens nicht wegzudenken ist. Es wirft aber auch ein bemerkenswertes Schlaglicht auf eine Zeit, die verdienten Unternehmensangehörigen reiche und prunkvolle Geschenke verehren konnte.

Die Kunitz-Schale ist 1982 vom Deutschen Bergbau-Museum Bochum aus Privatbesitz erworben worden.

LITERATUR:

Unpubliziert. — FS Georg von Giesche's Erben 1704–1904, 3 Bde., Breslau 1904; Treue, Wilhelm: Georg von Giesche's Erben 1704–1964, Hamburg 1964; Schäfer, Karl: Koch & Bergfeld, Bremen, in: Historisch-biographische Blätter; Der Staat Bremen, 7. Lief., Berlin o. J. (1912), S. 11 ff.; Löhr, Alfred: Bremer Silber. Von den Anfängen bis zum Jugendstil, Bremen 1981 (= Hefte des Focke-Museums. 59), S. 17, 20 u. 28; Schumann, Carl-Wolfgang: Silber aus Bremen — 150 Jahre Tafelbesteck, Köln 1979; Scheffler, Wolfgang: Goldschmiede Niedersachsens, Berlin 1965, S. 151–221; Hunitze, Erwin: Die Breslauer Goldschmiede, Breslau 1906, S. 161; frdl. Mitteilungen von Herrn Dr. Wolfgang Scheffler, Berlin.

Dr. Rainer Slotta, Bochum

DER ANSCHNITT, 36, 1984, Heft 4.

sondern ging ohne weiteren Kommentar über ihn hinweg. Es sollte sich jedoch zeigen, daß die Befürchtungen Haynaus nicht völlig aus der Luft gegriffen waren. Einige Jahre später konnte man in einer forstwirtschaftlichen Fachzeitschrift lesen, daß in Tharandt in Sachsen „der Locomotivrauch eine . . . Vernichtung der Nadelhölzer in den nahen Umgebungen des Bahnhofes und an mehreren engen Thalstellen zur Folge gehabt (hat), seit die Coaksfeuerung durch Steinkohlenfeuerung ersetzt und der Betrieb wesentlich verstärkt wurde.“³⁵

Vegetationsschäden aufgrund schwefelhaltiger Immissionen machten sich zunehmend in Gebieten bemerkbar, in denen man damit nicht gerechnet hatte. Freilich waren diese Schäden noch lokal beschränkt und bildeten keine allgemeine Bedrohung der Wälder. Dennoch deutete sich eine merkwürdige Umkehrung des Verhältnisses von Holz und Kohle an: Der „unterirdische Wald“ der Steinkohlen, von dem Bünting 1693 gesprochen hatte, begann, den Wald an der Oberfläche nicht mehr nur zu ergänzen, sondern in seiner Existenz zu gefährden.

Die Durchsetzung der Kohle

Die Durchsetzung der Kohle wurde in Deutschland, im Unterschied zu England, vielfach von staatlichen Stellen unterstützt. Wie oben erwähnt, war die Substitution von Holz im kameralistischen Interesse schon deshalb angebracht, weil so Land für Ackerbauzwecke frei wurde oder die Wälder dem Anbau exportfähigen Bauholzes gewidmet werden konnten. In Preußen kam das Motiv hinzu, daß man für die im Siebenjährigen Krieg erworbenen oberschlesischen Kohlegebiete, deren Bergwerke in staatlicher Regie betrieben wurden, einen Absatzmarkt schaffen wollte³⁶. In Oberschlesien selbst war Kohle kaum verkäuflich, da ausreichend Wälder existierten. In den westlichen Gebieten war englische Importkohle billiger als in Preußen geförderte. In Berlin zum Beispiel war Mitte des 18. Jahrhunderts schlesische Kohle teurer als Holz, und zwar aus Transportgründen.

Unter Friedrich II. wurde begonnen, den Gebrauch von Kohle in Preußen einzuführen. 1754 erging die Anordnung, Kasernen mit Kohle zu heizen. Für viele Anwendungsbereiche wurden staatliche Prämien gezahlt, so für Ziegelöfen, Kalkbrennereien, Branntweinbrennereien, Brauereien, Färbereien, Glashütten, Bäckereien, Pottaschen- und Salpetersiedereien, ja sogar für die Raumheizung. Da mit den Prämien vielfach Mißbrauch getrieben wurde (nach ihrem Erhalt ging man einfach wieder zum Brennholz über), wurde gegen Ende des Jahrhunderts in bestimmten Bereichen die Anwendung von Holz unter Strafe gestellt. Durchschlagenden Erfolg hatte schließlich die Politik des „Königlichen Preußischen Haupt Brennholz Administration Comptoire“, einer Behörde, die ursprünglich zur besseren Versorgung der Hauptstadt mit Brennholz gegründet worden war. Das Comptoire erhöhte künstlich den Holzpreis und verkaufte die Kohle unter den Gestehungskosten, um die Konsum-



Abb. 5: Trennung der Kohlestücke vom Kohlenstaub, der zu Briketts verarbeitet wird

menten an sie zu gewöhnen. Durch diese Politik gelang es allmählich, Brennholz zu einem Luxusgegenstand zu machen und die Bevölkerung dazu zu bringen, ihre Öfen für die Nutzung von Kohle umzurüsten.

Die Nutzung von Kohle als Hausbrand war technisch nicht unproblematisch. Kohle konnte nicht so leicht angezündet werden wie Holz, auch war sie in der Handhabung nicht so sauber. Man muß dabei berücksichtigen, daß gerade beim seinerzeit üblichen Abbau der Kohle viel Grus und Kohlenstaub anfielen, die man im Ofen nicht so leicht verwenden konnte. Schon auf der Grube wurden die größeren Kohlestücke vom Staub getrennt; letzteren verarbeitete man zu Briketts oder „Formlingen“, die auf den Rost gelegt werden konnten. Diese Briketts mußten feucht gehalten werden, sonst zerfielen sie wieder zu Staub. Ihr Brand war unregelmäßig, sie rußten stark, und das Feuer drohte immer wieder zu erlöschen. Eine einfache Feuerstätte genügte nicht mehr; die Benutzer kamen nicht umhin, sich spezielle Kenntnisse anzueignen, die auf einem breiten Markt von Publikationen angeboten wurden. Es schlug die Stunde der Erfinder und Projektanten, die ihre Ergebnisse in Flugschriften und in ausführlichen, reich illustrierten Büchern der Öffentlichkeit vorstellten. Der wirkliche Nutzen ihrer

Vorschläge ist oft fraglich; gegen Ende des 18. Jahrhunderts setzten sich dann jedoch standardisierte, erprobte und vereinfachte Modelle durch, die auch erschwinglich waren.

Technische Probleme gab es vor allem im gewerblichen Bereich. Auch wenn die Kohle nur zur Erzeugung von Prozeßwärme gebraucht wurde, trat die grundsätzliche Schwierigkeit auf, daß sie im Gegensatz zu der relativ reinen Holzkohle Elemente enthält, die die Qualität des zu bearbeitenden Gutes beeinträchtigen konnten. Es mußte vermieden werden, daß unerwünschte chemische Reaktionen stattfanden, oder daß sich der Geruch der Kohleabgase auf das Produkt übertrug.

Als ein Beispiel soll die Bäckerei genannt werden: Der traditionelle Backofen war ein gemauerter, nach außen gut isolierter Raum, in dem zuerst ein heftiges Feuer entzündet wurde. Wenn die Steine sich ausreichend aufgeheizt hatten, wurde die Asche entfernt, der Backraum mit einem Tuch ausgekleidet, und anschließend führte man die Brotteige in denselben Raum ein, wo sie allein von der Hitze des Mauerwerks langsam gebacken wurden. Das war mit Kohle nicht möglich. Backraum und Brennraum mußten getrennt werden. Jetzt konnte man den Backraum nicht mehr gleichmäßig erhitzen und die Wärme langsam abklingen lassen, sondern das Brot mußte in relativ kurzer Zeit bei hoher Temperatur ausgebacken werden. Backofen, Backprozeß wie auch die Qualität des Brotes änderten sich dadurch, was in einer nicht sehr innovationsfreudigen, traditionellen Gesellschaft auf Widerstände stieß, deren Überwindung einige Zeit dauerte.

Auch in anderen Arbeitsbereichen, wie der Bierbrauerei, dem Ziegelbrennen, der Töpferei und der Färberei, traten vergleichbare Schwierigkeiten auf, die prinzipiell dadurch gelöst wurden, daß man die Kohle von dem zu bearbeitenden Gut trennte oder versuchte, ihr durch Verkokung ihre schädlichen Eigenschaften zu nehmen. Besondere Probleme stellten sich jedoch dort, wo es wie bei der Glasherstellung oder der Eisenverhüttung nicht nur um thermische Prozesse ging, sondern spezielle chemische Eigenschaften gefragt waren.

Die meisten dieser Probleme waren über hundert Jahre zuvor bereits in England aufgetreten und dort zum größten Teil überwunden worden.

In den Schriften, die den Gebrauch der Steinkohle empfahlen, wird daher immer wieder England als leuchtendes Beispiel hervorgehoben. England demonstrierte, daß die Probleme grundsätzlich lösbar waren: Der konkrete Weg dazu konnte dem Vorbild jedoch nicht entnommen werden. Das Wissen über Produktionsverfahren war rein empirisch, nur durch Beobachtung übertragbar, nicht theorieförmig zu vermitteln. Jeder mußte daher im Grunde die jeweilige Erfindung noch einmal machen, wobei er nur wußte, daß sie prinzipiell möglich war. Auch hing vieles von den lokalen

Umständen ab, vom Charakter der beteiligten Werkstoffe, die ebensowenig wie die Kohle homogen waren. Wissenschaftliche Analysemethoden standen noch kaum zur Verfügung. Besonders in der Metallurgie konnte erst im 19. Jahrhundert erklärt werden, was seit langem praktisch üblich war und gute Resultate brachte.

Ein wichtiger Engpaß für die gewerbliche Entwicklung bestand in der Eisenverhüttung. Wie erwähnt, wurde zur Herstellung einer Tonne Schmiedeeisen der jährliche Holzverbrauch von etwa zehn Hektar Niederwald benötigt. Spezifische Transportbedürfnisse und die Notwendigkeit, zum Antrieb des Gebläses und der Schmiedehämmer über ein fließendes Gewässer zu verfügen, beschränkten die Eisenproduktion an einem Standort auf etwa 2000 t im Jahr. Als es gegen Ende des 18. Jahrhunderts gelang, die Eisenverhüttung auf die Energiebasis Kohle umzustellen, verschwanden diese Standortrestriktionen. Die britische Eisenproduktion war zwischen der Mitte des 17. und des 18. Jahrhunderts fast gleichgeblieben; die wachsende Nachfrage wurde durch Importe aus Schweden und Rußland gedeckt. Mit der Entwicklung des Puddelverfahrens (1783/84), das nicht nur, wie das ältere Darby-Verfahren, Schmelzen, sondern auch Frischen mit Koks ermöglichte, öffneten sich die Schleusen für gewaltige Produktionssteigerungen³⁷. Die Wattsche Rotationsdampfmaschine bot darüber hinaus eine kohlebetriebene Kraftquelle für Hämmer, Walzen und Gebläse, die von der Wasserkraft unabhängig machte.

Schlußbemerkungen

Man muß sich vor Augen halten, daß die britische Eisenproduktion von 1850, die bei etwa 2 Mio. t lag, auf der Basis von Holzkohle des nachhaltigen Ertrags einer Waldfläche von 20 Mio. Hektar bedurft hätte; das ist ein Drittel mehr als die gesamte Fläche von England und Wales. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, welche Holzmengen man für die Feuerung der Dampfmaschine gebraucht hätte. Es ist daher sicher, daß ohne Kohle und ohne Kokseisen keine Industrielle Revolution denkbar gewesen wäre, keine Eisenbahn, keine Dampfschifffahrt und nicht die Produktionssteigerungen, die zur Versorgung einer wachsenden Bevölkerung erforderlich waren.

Die Durchsetzung der Kohle entsprang in Deutschland einer aktuellen, zum Teil auch einer antizipierten Krise; sie war Antwort auf den drohenden Holzmangel. Der Zugriff auf die fossilen Energieträger war jedoch weit mehr als eine Notlösung. Er bereitete den Weg für eine neuartige Gesellschaft, die sich von den Einschränkungen des traditionellen Solarenergiesystems unabhängig machte. Nicht mehr die verfügbare Fläche bestimmte die nutzbare Energie, sondern die Technik, mit deren Hilfe die Lagerstätten ausgebeutet wurden, sowie der Gehalt dieser Lagerstätten selbst. Man war auf einen Schatz gestoßen, der mühelosen Reichtum versprach.

Allerdings haben Schätze es an sich, daß man sie verschwenden kann und zuletzt wieder mit leeren Händen da steht. Als man im 17. Jahrhundert begann, sich über die Kohle Gedanken zu machen, trug die Analogie des „unterirdischen Waldes“ sehr weit, glaubte man doch, „daß die Steinkohlen nebst denen andern mineralibus in prima creatione von Gott mit ihren besondern Saamen begabet, daß sie sich biß an das Ende der Welt ernehren, vermehren und propagieren sollten“³⁸.

Leider war das nicht der Fall. Die Steinkohlen wuchsen nicht wie die Bäume nach. Über die Begeisterung angesichts der neuen Energiequelle fiel daher bald der Schatten, daß die Epoche der Kohle einst zu Ende gehen mußte. Die Debatte um die künftige Erschöpfung der Lagerstätten setzte bereits im 18. Jahrhundert ein, führte in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts besonders in England zu großen Befürchtungen und riß seitdem nicht wieder ab³⁹. Es wurde deutlich, daß das fossile Energiesystem nur ein Zwischenspiel sein konnte, die Lösung der Holzkrise war nicht dauerhaft, sondern sie sollte schließlich zu einer Energiekrise auf weit höherem Niveau führen, auf die heute ähnliche Antworten wie im 18. Jahrhundert gegeben werden: Einsparung und Substitution. Wir stehen vor der Alternative, entweder auf ein modernisiertes Solarenergiesystem oder ein Kernenergiesystem auszuweichen. Universalgeschichtlich bleibt die Nutzung fossiler Energie eine Episode.

ANMERKUNGEN

1. Vgl. Lohrmann, Dietrich: Energieprobleme im Mittelalter. Zur Verknappung von Wasserkraft und Holz in Westeuropa bis zum Ende des 12. Jahrhunderts, in: Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, 66, 1979, S. 297–317.
2. Vgl. Sombart, Werner: Der moderne Kapitalismus, Bd. 2, Leipzig 1919, S. 1137–55; Gleitsmann, Rolf-Jürgen: Rohstoffmangel und Lösungsstrategien. Das Problem vorindustrieller Holzknappheit, in: Technologie und Politik, 16, 1980, S. 104–54; ders.: Aspekte der Ressourcenproblematik in historischer Sicht, in: Scripta Mercaturae, 15, 1981, S. 33–89; Sieferle, Rolf Peter: Der unterirdische Wald. Energiekrise und Industrielle Revolution, München 1982.
3. Zedler, Johann Heinrich: Großes vollständiges Universallexikon aller Wissenschaften und Künste, Bd. 52, Halle/Leipzig 1747, S. 1160.
4. Vgl. Rubner, Heinrich: Forstgeschichte im Zeitalter der industriellen Revolution, Berlin 1967.
5. Berechnung bei Sieferle (1982), S. 86 ff.; vgl. auch Hammersley, George: The Charcoal Iron Industry and its Fuel, 1540–1750, in: Economic History Review, 26, 1973, S. 593–613.
6. Vgl. Contrell, Fred: Energy and Society, New York 1955.
7. Leutmann, J. G.: Vulcanus Famulans oder Sonderbahre Feuer-Nutzung, Wittenberg 1720, Vorrede.
8. Vgl. Mitscherlich, Gerhard: Zustand, Wachstum und Nutzung des Waldes im Wandel der Zeit, Freiburg 1963, S. 13.
9. Justi, Johann Heinrich Gottlob: Von der Aufmerksamkeit eines Cameralisten auf die Waldungen und den Holzanbau, in: Gesamtelte politische und Finanzschriften, Bd. 1, Kopenhagen/Leipzig 1761, S. 441.
10. Krünitz, Johann Georg: Oeconomische Encyclopädie oder allgemeines System der Land-, Haus- und Staatswirtschaft, Bd. 43, Berlin 1788, S. 915 f.
11. Abgedruckt in: Schmid, Georg Victor: Handbuch aller seit 1560 bis auf die neueste Zeit erschienenen Forst- und Jagdgesetze des Königreiches Sachsen, Bd. 1, Meißen 1839, S. 183.
12. Vgl. Pfeil, Wilhelm: Forstgeschichte Preußens bis 1806, Leipzig 1839, S. 111.

13. Möller, G.F.: Ohnmaßgebliche Vorschläge, wie eine ohnfehlbare Holz-Ersparung bey Erheizung der Wohn-Zimmer zu erhalten. Oeconomische Nachrichten, Bd. 1, Leipzig 1750, S. 667.
14. Viele solcher Öfen sind abgebildet bei Faber, Alfred: Entwicklungsstufen der häuslichen Heizung, München 1957.
15. Krünitz, Bd. 43 (1788), S. 923 f.
16. Hierzu die klassische Studie von Nef, John Ulric: The Rise of the British Coal Industry, London/Edinburgh 1932; neuerdings im Zusammenhang mit der Energiekrise ders.: An Early Energy Crisis and its Consequences, in: Scientific American, 237, 1977, S. 140–152; Dyer, Alan David: Wood and Coal: A Change of Fuel, in: History Today, 26, 1976, S. 598–607.
17. Krünitz, Bd. 14, 1778, S. 658.
18. Schulze, Chr. F.: Zufällige Gedanken über den Nutzen der Steinkohlen und des Torfes, Friedrichstadt 1764, S. 23.
19. Vgl. Te Brake, William H.: Air Pollution and Fuel Crises in Preindustrial London, 1250–1650, in: Technology and Culture, 16, 1975, S. 337–359.
20. Zit. bei Galloway, Robert Lindsay: History of Coal Mining in Great Britain, London 1882, S. 24.
21. Evelyn, John: Fumifugium, or, The Inconveniencie of the Aer and Smoak of London dissipated, London 1661, S. 6.
22. Vgl. Nourse, Timothy: Campania Foelix, or a Discourse of the Benefits and Improvements of Husbandry. Anhang: Of the Fuel of London, London 1700.
23. Evelyn (1661), S. 10; Nourse (1700), S. 350.
24. Bünting, Johann Philipp: Sylva Subterranea, oder Vortreffliche Nutzbarkeit des Unterirdischen Waldes der Steinkohlen, Halle 1693, S. 131.
25. Huber, J.: Curieuses und Reales Natur- Berg- Gewerck- und Handlungs-Lexicon, Leipzig 1717 und 1762, Sp. 1555 f.
26. Bünting (1693), S. 134.
27. Hoffmann, Friedrich: Propempticon inaugurale de vapore carbonum fossilium innoxio, Halle 1695, unpag.
28. Vgl. Morand, M.: Mémoires sur les feux de houille, ou charbon de terre, in: L'art d'exploiter les mines de charbon de terre, Teil 2, Paris 1777.
29. Vgl. Hoffmann, Friedrich: Gründliches Bedenken und physikalische Anmerkungen von dem tödtlichen Dampf der Holtz-Kohlen, Halle 1716.
30. Venel, D.: Unterricht von den Steinkohlen und ihrem Gebrauche zu allen Arten von Feuern, Dresden 1780, S. 67.
31. Hahnemann, Samuel: Abhandlung über die Vorurtheile gegen die Steinkohlenfeuerung, Dresden 1787, S. 4.
32. Krünitz, Bd. 172, 1839, S. 521.
33. Zeitgenössische Quelle, zit. bei Kuczynski, Jürgen: Geschichte der Lage der Arbeiter unter dem Kapitalismus, Bd. 10, Berlin 1960, S. 63.
34. Generallandesarchiv Karlsruhe, 231/1237.
35. Hasenclever, R.: Über die Schädigung der Vegetation durch saure Gase, in: Chemische Industrie, 2, 1879, S. 230, Hasenclever bezieht sich auf Stöckhardt, A.: Untersuchungen über die schädliche Einwirkung des Hütten- und Steinkohlenrauches auf das Wachstum der Pflanzen, insbesondere der Fichte und Tanne, in: Tharandter forstliches Jahrbuch 21, 1871, S. 248–254. Vgl. auch Stöckhardt, A.: Über die Einwirkung des Rauches der Silberhütten auf die benachbarte Vegetation, in: Berg- und hüttenmännische Zeitung, 9, 1850, S. 305 ff.; Hartig, R.: Über die Einwirkung des Hütten- und Steinkohlenrauches auf die Gesundheit der Nadelwaldbäume, in: Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 5, 1896, S. 245–289.
36. Vgl. vor allem Fechner, Hermann: Geschichte des Schlesienschen Berg- und Hüttenwesens in der Zeit Friedrichs des Großen, Friedrich Wilhelms II. und Friedrich Wilhelms III., 1741–1806, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen, 48, 1900, S. 279–402; 49, 1901, S. 1–86, 243–288, 383–446, 487–568; 50, 1902, S. 140–228, 243–310, 415–505, 691–796.
37. Vgl. besonders Hyde, C. K.: Technological Change and the British Iron Industry, 1700–1870, Princeton 1977. Die Forschungsergebnisse von Hyde relativieren zahlreiche ältere Arbeiten, besonders die von M. W. Flinn, der die Holzknappheit als Ursache für die Stagnation der englischen Eisenproduktion bestreitet, weil Darby bereits 1710 das Koksschmelzverfahren eingeführt hatte. Hyde zeigt, daß der eigentliche Engpaß beim Frischprozeß lag, der erst durch das Potting oder Puddling-Verfahren auf der Basis von Koks möglich war.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Rolf Peter Sieferle

Adalbert-Seifriz-Straße 13

D-6903 Neckargemünd