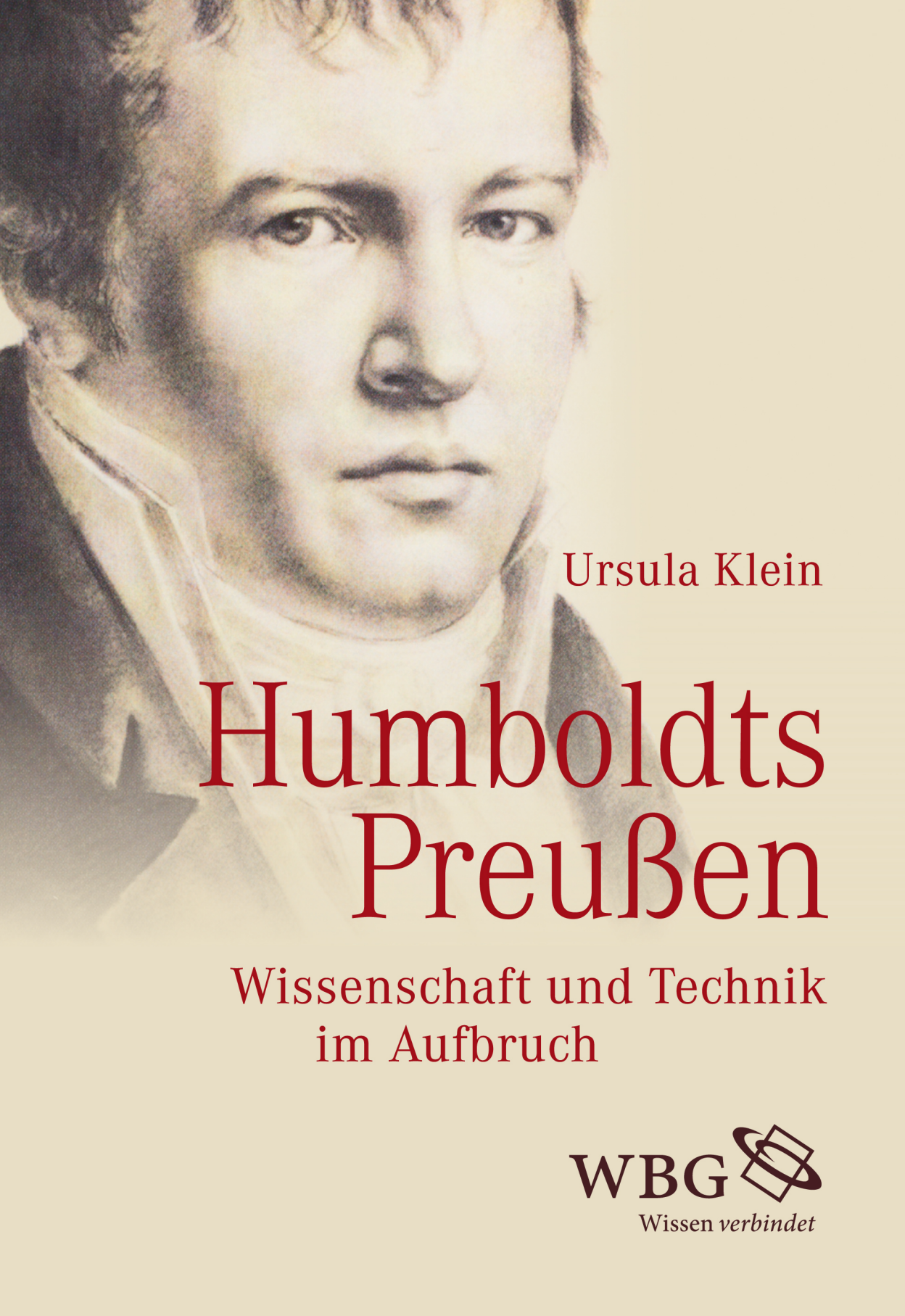


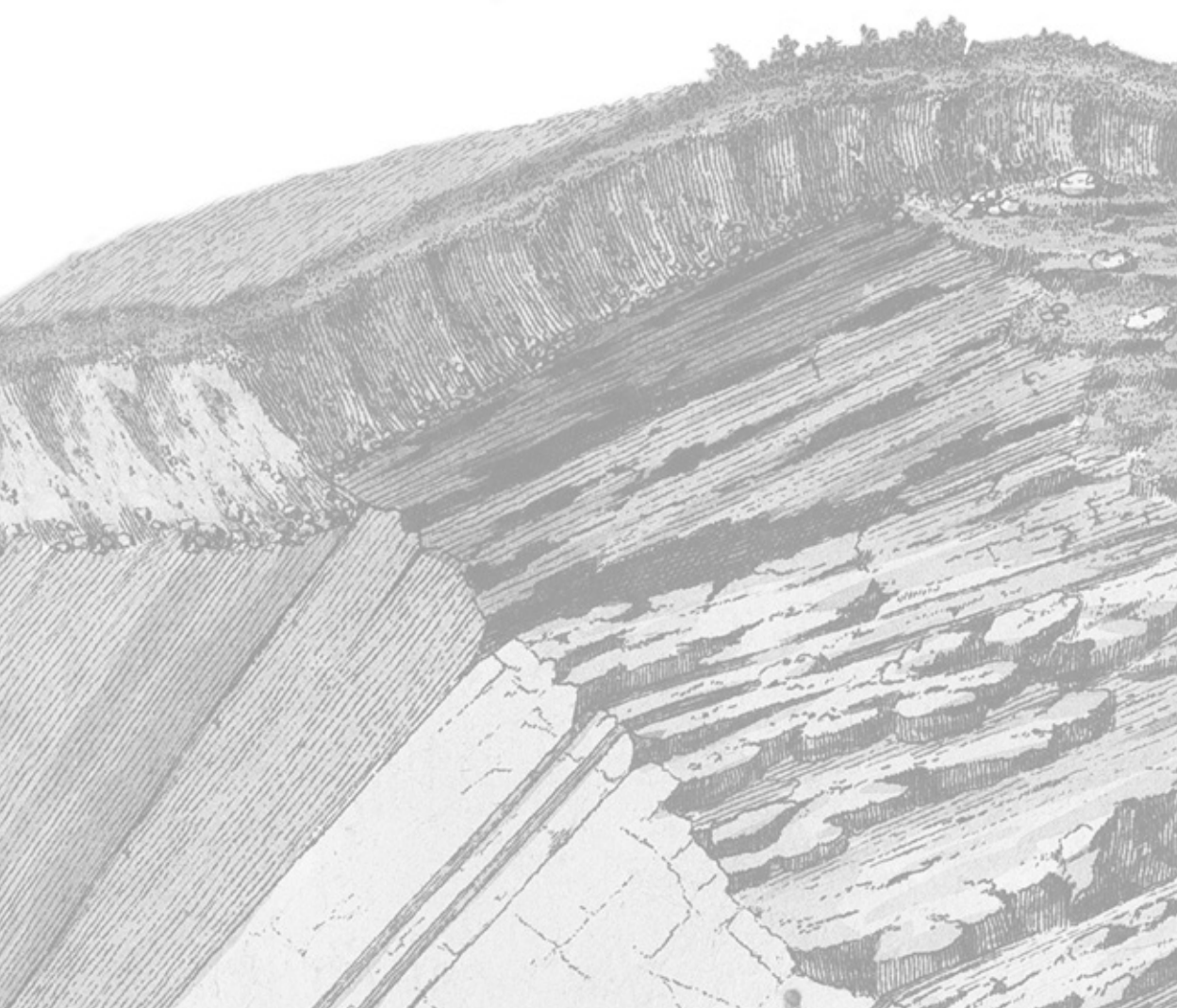


Ursula Klein

Humboldts Preußen

Wissenschaft und Technik
im Aufbruch

WBG 
Wissen verbindet



Ursula Klein

Humboldts Preußen

Wissenschaft und Technik
im Aufbruch



Für Wolfgang

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

© 2015 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Redaktion: Alessandra Kreibaum, Leinfelden-Echterdingen

Layout, Satz und Prepress: schreiberVIS, Bickenbach

Einbandabbildung: Alexander von Humboldt

Einbandgestaltung: Peter Lohse, Heppenheim

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3- 978-3-534-26721-7

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-534-74022-2

eBook (epub): 978-3-534-74023-9

Inhalt

Vorwort	7
 Teil I	
Humboldt im kameralistischen Preußen	13
1. Humboldt botanisiert im Berliner Tiergarten (1789)	13
2. Naturforschung für das Gemeinwohl	17
3. Weichenstellungen	21
4. Gleditsch und Willdenow verknüpfen Botanik, Forstwirtschaft und Nutzpflanzenzucht	26
5. Ersatz von Importen – Achards Rübenzuckerprojekt	36
 Teil II	
Faustische Ambitionen	55
6. Humboldt betritt die Welt der Berg- und Hüttenwerke (1791)	55
7. Staatlicher Bergbau und Bergbeamte – das sächsische Vorbild	71
8. Humboldt in der Berliner Bergwerks- und Hüttenadministration (1792)	81
9. Carl Abraham Gerhard: Bergrat und Naturforscher	88
10. Eine Bergakademie in Berlin?	97
11. Gerhard experimentiert im bergbehördlichen Laboratorium	112
12. Heinitz reorganisiert die preußische Bergbeamtenausbildung	118
13. Neue Ausbildungswege für Baubeamte: die Bauakademie	131
14. Nützliches Wissen für Färber	138
 Teil III	
Humboldts Bergmeisterleben	147
15. Humboldt inspiziert Gruben in Franken (1792)	147
16. Oberbergmeister Humboldt	156
17. Der Erfinder Humboldt	166
18. Naturforschung und Erfindungsarbeit	178
19. Humboldt quittiert den Staatsdienst (1797)	184

Teil IV

Entdecken und Erfinden	193
20. Experimentierende Apotheker	193
21. Klaproth: analytischer Chemiker, Experte, Geschäftsmann	209
22. In der Akademie der Wissenschaften	220
23. Experimente im Akademielabor	225
24. Achards Zuckergewinnung im Akademielabor	232
25. Arcanisten und Laboranten in der Berliner Porzellanmanufaktur	244
26. Heinitz reformiert die KPM	255
27. Klaproth experimentiert mit dem Laboranten Bergling: Erfindung neuer Porzellanfarben	261
28. Humboldt experimentiert in der KPM (1793)	268

Teil V

Reformstrategien	273
29. Nützliches Wissen in der Berliner Universität	273
30. Klaproths private Finanzierung von Lehre und Forschung	285
31. Humboldt reorganisiert die Akademie der Wissenschaften (1805 – 1807)	288
32. Das Zusammenspiel von Wissenschaft, Technik und Staatsbürokratie	293
Anhang	307
Fußnoten	307
Literaturverzeichnis	321
Register	330

Vorwort

Alexander von Humboldt war ein genialer Naturforscher, der als technikbegeisterter 22-Jähriger an der Freiburger Bergakademie studierte und dann weitere fünf Jahre in der Welt der Gruben und Hüttenwerke verbrachte. Dort initiierte er grubentechnische Verbesserungen und arbeitete unter Einsatz seiner ganzen Energie an Erfindungen, die die Arbeit der Bergmänner erleichtern sollten. In diesen Jahren als preußischer Bergmeister erwarb er auch Wissen, messtechnisches Können und experimentelles Geschick für seine Forschung während der späteren Weltreisen. Der junge Alexander von Humboldt engagierte sich gemeinsam mit anderen Naturforschern, Technikern und reformorientierten Staatsbeamten wie Karl August von Hardenberg für den technischen Fortschritt und das „Gemeinwohl“. Während in Frankreich eine Revolution tobte, setzte die preußische Elite auf allmähliche Reformen. Dabei verband sie das Ziel technischer Innovation mit der Hoffnung auf soziale und ökonomische Verbesserungen.

Das Buch beschreibt die Frühphase der Industrialisierung Preußens – nicht als anonymen Prozess, mithilfe von Zahlenkolonnen und Tabellen, sondern als gelebte Praxis der Akteure. Es skizziert deren Aufbruchsstimmung ebenso wie deren Erfolge und Misserfolge beim Arbeiten, Experimentieren und Erfinden. Humboldt und die zahlreichen anderen Naturforscher und Techniker, deren Aktivitäten hier unter die Lupe genommen werden, verwandelten ihre Arbeitswelt in ein Laboratorium der Natur- und Technikforschung. Der Prozess der Industrialisierung war somit auch ein Prozess der Herausbildung der exakten Natur- und Technikwissenschaften.

Im letzten Drittel des neunzehnten Jahrhunderts avancierte Deutschland mit Preußen an der Spitze zu einer führenden Industriemacht. Das Land, das jahrzehntelang im Schatten der englischen Industrie gestanden hatte, wurde Motor der Industrialisierung in ganz Europa und Hochburg innovativer Technologien und Naturwissenschaften. Die deutsche Elektrotechnik und synthetische Farbenindustrie profitierten im großen Stil von den gut ausgebildeten Ingenieuren, Technikern und Naturwissenschaftlern des Landes. Was wie ein plötzliches Aufwachen aus tiefstem Dornröschenschlaf aussah, war in Wirklichkeit Resultat eines langen, steinigen Wegs, auf dem Männer wie der junge Alexander von Humboldt ihr ganzes Tun und Denken in die Waagschale warfen, um oft nur kleine Verbesserungen zu erringen. In Preußen ging die Industrialisierung zuerst vom Staat aus und innerhalb des Staats von Beamten wie Humboldt und Hardenberg.

Technische Innovationen erfordern den sachkundigen Einsatz durch Menschen, die sie bewerkstelligen können. Sie sind kein Selbstläufer und schon gar nicht das Resultat einer frei flotierenden technischen Rationalität. In Preußen formierte sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ein Bündnis aus technisch versierten und naturwissenschaftlich gebildeten Staatsbeamten, Technikern und Naturforschern. Den Kitt dieser soziokulturellen Allianz, die mehrere Generationen bis zur Blüte der Industrialisierung Preußens im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts umspannte, bildete folgender Grundkonsens: Das preußische Gewerbe müsse durch staatliche Maßnahmen – die Unterstützung technischer Verbesserungen und Erfindungen und die systematische Ausbildung von Technikern und Naturwissenschaftlern – gefördert werden. Technisch interessierte Naturforscher wie der junge Alexander von Humboldt traten in den Staatsdienst ein, um selbst praktisch Hand anzulegen und gemeinsam mit Technikern und Reformbeamten technische Fortschritte in die Wege zu leiten. Im Geist der Aufklärung identifizierten sie technischen Fortschritt mit der Förderung des Gemeinwohls. Gleichzeitig organisierten diese Männer die Ausbildung technischer Sachverständiger und die Zusammenstellung „nützlicher Wissenschaften“, dem Vorläufer der Technikwissenschaften.

Der preußische Staat unterstützte Manufakturen und Bergwerke zwar schon seit langem, aber erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begann er, wissenschaftlich-technische Experten systematisch zu rekrutieren. Die ersten preußischen Techniker, die über eine rein praktische Lehre hinaus auch eine wissenschaftlich-technische Ausbildung erhielten, waren Beamte in Staatsbehörden, die den Bergbau, das Zivilbauwesen und andere Gewerbezweige unterstützten und teilweise auch direkt organisierten. In den Behörden hielt ein neuer Beamtentyp Einzug, der naturwissenschaftlich gebildete und technisch kompetente Beamte, der wichtige Impulse an Industrie und Wirtschaft gab. Der junge preußische Bergbeamte Alexander von Humboldt erlebte diese Veränderungen und gestaltete sie aktiv mit.

Neben den staatlichen Behörden, dem Bergbau und Teilen des Gewerbes war auch die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften ein Ort, an dem technisch komplexe Projekte in Angriff genommen und nützliche Wissenschaften im Verein mit exakten, analysierenden Naturwissenschaften entwickelt wurden. Die Mitglieder der mathematischen und physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften übernahmen Beraterfunktionen für die oberste preußische Regierungsbehörde, arbeiteten als Sachverständige in staatlichen Inspektionskommissionen und beteiligten sich persönlich an der Planung und Organisation technischer Projekte wie der Urbarmachung des Oderbruchs oder dem Gießen von Kanonen mit schle-

sischem Eisen. Der Mathematiker Leonhard Euler zum Beispiel arbeitete während seines 25-jährigen Aufenthalts in Berlin die analytische Methode der Differenzial- und Integralrechnung aus und wandte sie sowohl auf die theoretische Mechanik als auch auf die ballistischen Experimente der Artillerie und die praktischen Probleme des Schiffsbaus an. Von 1744 bis 1746 war er an der Wiederherstellung des Oder-Havel-Finowkanals und kurz danach an der Planung der Trockenlegung des Oderbruchs beteiligt. Der Akademiechemiker und Apotheker Andreas Sigismund Marggraf analysierte um dieselbe Zeit Pflanzen und entdeckte dabei Zucker in einheimischen Rübenarten. Bereits 1747 verwies er auf den praktischen Nutzen seiner Entdeckung, die sein Schüler Franz Carl Achard, von 1782 an Direktor des Laboratoriums der Akademie der Wissenschaften, gegen Ende des Jahrhunderts zu einer großtechnisch nutzbaren Erfindung ausbaute. Während sich Alexander von Humboldt im Februar 1789 noch den Kopf darüber zerbrach, wie man den Preußen die Nützlichkeit der Botanik erklären konnte, beugte sich Achard bereits über die Ergebnisse seiner Experimente mit Zuckerrüben. Bei seinen großtechnischen Versuchen der Zuckergewinnung aus Rübensaft unterstützte ihn Preußens berühmtester Chemiker Martin Heinrich Klaproth, der 1789 Uran entdeckte und „Uran gelb“ für die Porzellanmalerei in der Königlich Preussischen Porzellanmanufaktur erfand.

Das Reformbündnis aus Staatsbeamten, Technikern und Naturforschern, das sich für technische Verbesserungen und die Ausbildung wissenschaftlich-technischer Expertise engagierte, war auch durch den ständigen Kampf um Geld geprägt. Bis um die Mitte des 19. Jahrhunderts ersannen die reformorientierten Minister und Staatsbeamten eine ganze Palette von Mitteln, um die preussischen Könige für die Finanzierung ihrer Projekte zu gewinnen. Der wiederholte und vor 1860 erfolglose Versuch der Gründung einer preussischen Bergakademie ist nur ein Beispiel für die zahlreichen Schwierigkeiten, mit denen sich diese Reformer im absolutistischen Preußen konfrontiert sahen.

Auch die Wissenschaften selbst veränderten sich in dem allmählichen Prozess technischen Wandels während der Frühphase der preussischen Industrialisierung. Aus den „nützlichen Wissenschaften“ des späten des 18. Jahrhunderts entwickelten sich die „Technikwissenschaften“ und aus der „Naturforschung“ entstand ein weit verzweigtes System spezialisierter Naturwissenschaften. Heute denken wir bei der Bezeichnung Technikwissenschaften meist schon die Abgrenzung von den an Universitäten angesiedelten Naturwissenschaften mit. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass Technik- und Naturwissenschaften oft nicht scharf voneinander abgrenzbar sind. Es gibt Technikwissenschaften mit einer starken mathemati-

schen und physikalischen Komponente wie die Aerodynamik und ausgesprochen technikförmige Naturwissenschaften wie die Chemie. Überdies haben sich heute auch im universitären Kontext anwendungsorientierte und industrie- oder militärfinanzierte Forschungspraxen etabliert, die man zuweilen mit dem Kunstwort „Technowissenschaft“ (*technoscience*) belegt. Überschneidungen zwischen Natur- und Technikwissen gab es jedoch schon erheblich früher.

Die Besonderheiten des preußischen Wegs der Industrialisierung sind von Historikern zwar wiederholt thematisiert worden, aber der soziokulturellen Konstellation, die sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts herausbildete und den Weg für die technischen Veränderungen während der Industrialisierung ebnete, ist bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden.¹ Mindestens ebenso wenig sind die Leistungen von Naturforschern wie Alexander von Humboldt, Klaproth und Achard und der vielen, weniger bekannten Techniker gewürdigt worden, die sich auf den langen Weg technischer und wissenschaftlicher Verbesserungen machten. Weder der Blick auf große Einzelerfindungen noch eine reine Institutionengeschichte sind in der Lage, die Kontinuität des historischen Prozesses freizulegen, in dem sich kleine praktisch-technische Veränderungen – untermauert durch wissenschaftlich-technisches Sachwissen, aber auch durch neue Werte und Einstellungen – allmählich zu den sichtbaren technischen Umstrukturierungen akkumulierten, die wir als Industrialisierung bezeichnen.

Die Veränderungen der Technik, Staatsbürokratie, des Bildungssystems und der Wissenschaftslandschaft, die der junge Alexander von Humboldt und seine Bündnispartner durchsetzten, waren Initialzündung für weitere schrittweise Reformen in Preußen, die schließlich auf dem Höhepunkt der ersten Industrialisierungswelle in einen irreversiblen Wissens- und Innovationsstrom einmündeten. Die Männer, die diese Veränderungen in Gang setzten, waren Idealisten, für die Wissenschaft und Technik auch gesellschaftlichen Fortschritt verhießen. Ihr Traum von nützlichen Wissenschaften, die fern von engstirnigem Profitdenken zu einem besseren Leben beitragen sollten, war in der politischen Landschaft des absolutistischen Preußen jedoch nur begrenzt verwirklicht. Wie haben diese Männer gelebt, gearbeitet und geforscht? Was trieb sie an und was erreichten sie? Dieses Buch geht vor allem der Praxis dieser Reformer nach. Es beschreibt die faustischen Ambitionen und Aktivitäten des jungen Alexander von Humboldt und anderer preußischer Staatsbeamter, Naturforscher und Techniker in der Nutzpflanzenzucht und Botanik, dem Bergbau, der Metallverhüttung und den „Bergwerkswissenschaften“, der Porzellanherstellung und Chemie und vielen anderen Überschneidungsbereichen von Gewerbe, Technik

und Wissenschaften. Auf der Grundlage einer Fülle neuer Archivmaterialien, Briefe, wissenschaftlicher Veröffentlichungen und anderer Zeitzeugnisse bringt es die historischen Akteure selbst zum Sprechen.

Danksagung

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte – insbesondere Jürgen Renn, Dagmar Schäfer, Matteo Valleriani, Christoph Lehner und Helge Wendt – für wissenschaftliche Anregungen. Jürgen Renn und Hans-Jörg Rheinberger danke ich für ihre großzügige Unterstützung meiner Forschung. Urte Brauckmann, Ellen Garske, Urs Schöpflin und allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unserer Bibliothek danke ich für ihre freundliche Hilfe bei der Literatur- und Bildbeschaffung. Zu großem Dank bin ich meinem studentischen Assistenten Johannes Lotze verpflichtet, der einen Teil meiner Archivarbeit übernahm und hunderte Manuskriptseiten für mich transkribierte. Mein ganz besonderer Dank gilt – wie immer – Wolfgang Lefèvre für seine kritische Lektüre des Buchmanuskripts und unverdrossene Rückenstärkung.

Humboldt im kameralistischen Preußen

1. Humboldt botanisiert im Berliner Tiergarten (1789)

Der Berliner Tiergarten war ehemals ein königlicher Jagdgrund gewesen, den Friedrich II. in einen Barockpark umgestalten ließ. Im Februar 1789 schlenderte der junge Alexander von Humboldt (Sept. 1769 – Mai 1859) durch den unweit der elterlichen Stadtwohnung gelegen winterlichen Park. Die ersten Moose, Flechten und Schwämme zeigten sich. Der 19-Jährige verstaute die schönsten Exemplare in seinem Beutel. Botanik war jetzt sein neues Steckenpferd.

Im vorangegangenen Herbst hatte Humboldt den Berliner Botaniker Carl Ludwig Willdenow kennengelernt und sich von dessen Begeisterung für Kryptogamen, einem blinden Fleck im Linnéschen System, anstecken lassen. Der „sanfte und milde Charakter“ des nur unwesentlich älteren Willdenow, erzählte er später, half ihm über die ersten Hürden im Studium der Botanik hinweg.² Er begann, für den neuen Freund Pflanzen zu sammeln, und dieser weihte ihn dann in die Kunst des exakten botanischen Pflanzenbestimmens ein. In der Studierstube konnte die Botanik zwar ein „hyperlangweiliges Studium“ sein, fand Humboldt, doch draußen, in der freien Natur bot sie unendliche Überraschungen.

Der von Knobelsdorff gestaltete Tiergarten war mit seinen Kunstteichen, Springbrunnen, Labyrinthen und Skulpturen zwar längst keine unberührte Natur mehr, doch im Winter konnte man dort ungestört nach Wildpflanzen Ausschau halten. Der Park schien sich dann in einen „großen Tempel der Natur“ zu verwandeln, der zum „Genuß der reinsten, unschuldigsten Freude“ einlud. Humboldt war überwältigt von der Einsamkeit und stillen Schönheit, die ihn umgab. Eine „süße Schwermuth“ überkommt mich, schrieb er dem Universitätsfreund Wilhelm Gabriel Wegener, wenn ich mich „von tausenden Geschöpfen umringt“ in der freien Natur aufhalte.³

Doch Humboldt gab sich nicht allzu lange der Melancholie hin. Ganz andere Gedanken drängten sich auf. Botanisches Wissen war auch von praktischem Nutzen für die Gesellschaft. Die Botanik, so Humboldt, ermögliche es, „neue Nahrungsquellen gegen den von allen Seiten einreißenden Mangel“ zu erschließen. Doch habe man dies in Preußen noch nicht wirklich erkannt. Vielmehr sei man immer noch in dem „schiefen Urteil“ befangen, die Botanik diene hauptsächlich „zum Vergnügen“ oder bestenfalls zur „subjektiven Bildung des Verstandes“. Dagegen sei sie „eins von den Studien, von denen sich die menschliche Gesellschaft am meisten zu versprechen hat“.⁴

Die letzte große Hungerkrise von 1770/71 hatte zwar vor allem Böhmen, Sachsen und die Pfalz betroffen, aber auch Preußen war gegen Hungersnöte nicht geübt. Ein Bevölkerungswachstum von 2 785 000 auf 5 629 000 Einwohner während der rund 40-jährigen Regierungszeit Friedrichs II. stellte eine Herausforderung



Abb. 1 Geometrischer Plan des Königl. Thiergartens vor Berlin. Kupferstich von J. D. Schleuen nach der Kartierung von J. C. Rhode, Berlin 1765. Aus Buddensieg, Düwell und Sembach (1987a), 246

dar – selbst wenn die preußischen Getreidemagazine relativ gut gefüllt waren.⁵ Die Hungerrevolte von 1800 würde dies bald belegen. Überdies musste Preußen zahlreiche Lebensmittel, darunter Zucker, Gewürze, Früchte, Tabak, Wein, Kaffee und Tee importierten. Auch wenn es sich hierbei um reine Luxusgüter handelte, beeinträchtigten diese die Handelsbilanz. Sie konterkarierten die merkantilistische Wirtschaftspolitik Preußens, die das Ziel verfolgte, den Export zu steigern und teure Importe zu vermeiden.⁶

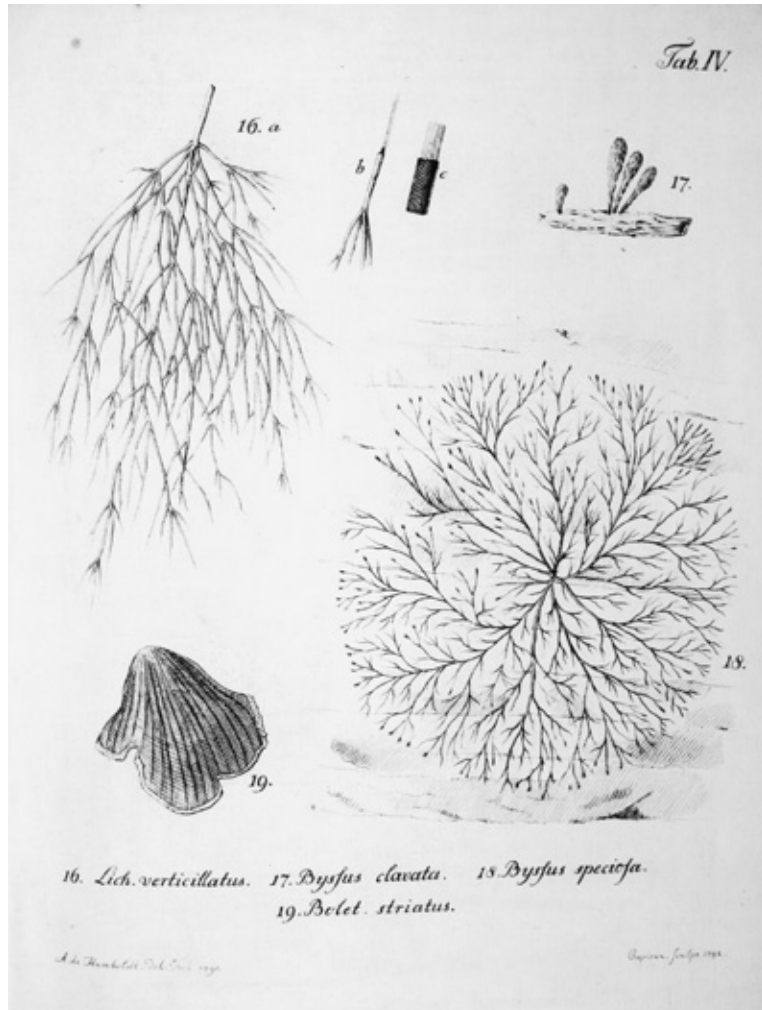
Für Humboldt, der mit diesem ökonomischen Problem durch sein Studium an der Universität Frankfurt/Oder vertraut war, wies botanisches Wissen auch hier einen Ausweg. „Viele Produkte, die wir von fernen Welttheilen haben, treten wir in unserem Land mit Füßen – bis nach vielen Jahrzehnten ein Zufall sie entdekt“, empörte er sich. Die Botanik lege das Fundament für systematische Entdeckungen und Erfindungen. Sie lehre die Kräfte kennen, die die „gütige Natur zur Befriedigung unserer Bedürfnisse in das Pflanzenreich legte“. Daher trage er sich selbst mit dem Gedanken, demnächst ein Werk „über die gesamten Kräfte der Pflanzen“ zu verfassen.⁷

Der junge Humboldt zeichnete sich nicht durch allzu große Bescheidenheit aus, auch wenn sein Interesse an so ausgesprochen schlichten Gewächsen wie Moosen, Flechten und anderen Kryptogamen dies nahelegen sollte. Wir kennen Humboldt heute vor allem als unermüdlichen Sammler exotischer Pflanzen und kühnen Forschungsreisenden, der die Erde bis in ihre letzten Winkel vermaß. Doch die Anfänge seines wissenschaftlichen Lebens spielten sich auf einer ganz anderen Bühne ab. Eine Reise nach „Westindien“ war dem 19-Jährigen noch nicht in den Sinn gekommen. Daher zog es ihn eher in den Tiergarten als in den Königlichen Botanischen Garten, in dessen Gewächshäusern auch Palmen, Drachenbäume und Kakteen zu bewundern gewesen wären.

Im „Jahrhundert der Entdeckungen“, darin stimmte Humboldt mit seinem Freund Willdenow überein, konnte man der Natur ihre Geheimnisse auch zu Hause ablauschen.⁸ Nur wenige Jahre später würde er seine Entdeckungsreise in den Tiefen sächsischer und preußischer Bergwerke fortsetzen. Wie wir noch sehen werden, erschloss ihm das Studium an der Freiburger Bergakademie und die nachfolgende Arbeit als preußischer Bergbeamter ein völlig neues Terrain, auf dem er sein mineralogisches, geologisches und chemisches Wissen ausbauen und Methodenkenntnisse für systematisches Beobachten, Messen und Experimentieren erwerben würde.

Der junge Humboldt hatte aber noch andere große Ziele. Er wollte die neuesten technischen Errungenschaften kennenlernen, und hier stand der Bergbau an erster Stelle. Dabei schloss sich Humboldt einer Reformbewegung an, die im technischen

Abb. 2 Darstellung unterirdischer Kryptogamen. Aus Humboldt (1793)



Fortschritt einen wirkmächtigen Hebel für Wohlstand und die Bekämpfung von Unwissenheit sah. Erst am Ende der folgenden zwei Jahre würde ihm dieses zweite Ziel klar und deutlich vor Augen stehen. Ein weiteres, völlig unbefriedigendes Studium an der Göttinger Universität, das er nach wenigen Monaten abbrechen würde, eigene mineralogische Studien und eine Reise mit Georg Forster, dem späteren Vertreter der Mainzer jakobinischen Republik, halfen ihm dabei.

Was für uns heute wie ein unmöglicher Spagat aussieht, war in den Jahrzehnten um 1800 das Ideal vieler gebildeter junger Männer. Sie wollten Hervorragendes in der

Naturforschung leisten, aber auch praktisch tätig sein und zwar an den Schaltstellen der Macht, als leitende preußische Staatsbeamte. Wie wir im Folgenden sehen werden, boten Botanik, Chemie, Mineralogie und Geologie zahlreiche praktische Anknüpfungspunkte zur Nutzpflanzenzüchtung und Forstwirtschaft, zu Bergbau und Metallgewinnung und zum Apothekergewerbe. Mathematik, Statik, Hydraulik und theoretische Mechanik lieferten wiederum Wissens Elemente für die Maschinentechnik, Ballistik und das Bau- und Vermessungswesen. Wenn Humboldt in seinem Brief an Wegener mehr Engagement für die Botanik und ihre nützlichen Bereiche einforderte, so stand er keineswegs alleine da, wie er als 19-Jähriger vielleicht noch glaubte. Schon bald würde er zahlreiche Weggefährten treffen, darunter auch Minister und einflussreiche Staatsbeamte, die seine Ziele teilten. Der Samen des kameralistischen Diskurses und des Utilitarismus der Aufklärung war längst aufgegangen.

2. Naturforschung für das Gemeinwohl

Kameralisten und Aufklärer engagierten sich schon seit Jahrzehnten für die staatliche Förderung von Sachwissen und der praktisch nützlichen Teile der Naturwissenschaften und Mathematik als Voraussetzungen für technische Verbesserungen und die Hebung des allgemeinen Wohlstands. Seit dem frühen 18. Jahrhundert hatten sie versucht, die Universitäten in diesem Sinn zu reformieren und leitende Staatsbeamte nicht nur juristisch, sondern auch kameralwissenschaftlich ausbilden zu lassen. Die Kameralwissenschaft umfasste ein breites Wissensfeld, das von der Gesellschafts-, Staats- und Wirtschaftstheorie über die Mathematik, Naturwissenschaften und Technologie bis hin zur Verwaltungslehre reichte.⁹ Sie vereinigte in sich alle Wissensbereiche, die der moderne, Wirtschaft und Gewerbe fördernde Staatsbeamte nach kameralistischer Auffassung besitzen musste.

Alexander von Humboldt hatte vom Oktober 1787 bis März 1788 gemeinsam mit seinem Bruder Wilhelm an der Universität Frankfurt/Oder Kameralwissenschaften studiert. Es war fest geplant, dieses Studium im Sommer 1789 an der Reformuniversität Göttingen fortzusetzen. Dort lehrte unter anderen der berühmte Johann Beckmann, Autor der *Anleitung zur Technologie* (1777), der die Linnésche Konzeption nützlichen botanischen Wissens in Deutschland verbreitete und ein Technologiekonzept vertrat, das auch die Landwirtschaft einbezog. Im Februar 1789, kurz nach seinem Tiergartenspaziergang, schrieb Humboldt an Alexander Burggraf zu Dohna-Schlobitten, der ebenfalls beabsichtigte, in Göttingen zu studieren:¹⁰

▷ Da können wir ja im Sommer Botanik und im Winter Technologie zusammen studieren, wobei wir von beiden Seiten gleichviel Freude und Nutzen haben werden. Schade, daß ich weder mein Herbarium noch meinen Vorrat von technologischen Materialien als Zeugproben, Wollarten, Baumwollarten, andere Pflanzenwolle, Farbmaterialien u.s.w. mitschleppen kann. Dagegen bringe ich in einigen Fächern wenigstens mühsam ausgearbeitete Aufsätze über Technologie mit, die ein genaues Detail der Berlinischen Manufakturen enthalten. Ich habe soviel zusammengeschleppt, als mir meine Zeit erlaubte. ◁

In Vorbereitung seines Göttinger Studiums stellte Humboldt somit Berichte über Berliner Textilmanufakturen zusammen und sammelte Farbmaterialien und Stoffproben. Berlin war damals das Zentrum der preußischen Textilindustrie. Seine Baumwollmanufakturen und -druckereien gehörten zum technologisch avancierten Gewerbe Deutschlands.

Nach seiner Rückkehr aus Frankfurt/Oder trat Humboldt wieder in Kontakt mit seinem ehemaligen Lehrer Johann Friedrich Zöllner, der nun Pastor an der Berliner Nicolai- und Marienkirche war und als Mitglied der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften auch Privatvorlesungen anbot. Humboldt nahm bis zum Frühjahr 1789 an seinem technologischen Kollegium teil, das sich auch mit Botanik befasste. Im Sommer 1788 unternahm Humboldt mit Zöllner eine Exkursion ins Brandenburgische Umland, um metallurgische Unternehmen zu besichtigen.¹¹

Die Eisenhütten in Zehdenick und Neustadt an der Dosse, der Kupferhammer und das Messingwerk in Neustadt-Eberswalde, die Eisenspalterei in Eberswalde und das Messingwerk in Hegermühle konnten sich zwar nicht mit den staatlichen Eisenhüttenwerken in Schlesien messen, in denen man hochwertigen Stahl aus einheimischem Eisen produzierte und wo gerade Vorbereitungen für den Bau des ersten kontinentaleuropäischen Kokshochofens getroffen wurden.¹² Unter der Ägide des Ministers Friedrich Anton von Heinitz, der das Bergwerks- und Hüttendepartement im Berliner „Generaldirektorium“ leitete, waren jedoch auch für die märkischen Hüttenwerke technische Fortschritte zu erwarten.¹³ Nachdem sie jahrzehntelang von den Privatunternehmern Splitgerber & Daum gepachtet worden waren, befanden sie sich seit 1786 in staatlicher Hand. Bis Mitte des 19. Jahrhunderts würde der preußische Bergbau weitgehend ein Staatsunternehmen bleiben. Die Kameralisten sahen im staatlich organisierten Bergbau und Hüttenwesen die Verwirklichung ihres Traums einer modernen, auf Wissenschaften, technischem Sachverstand und einer vernünftigen Planung beruhenden Wirtschaftsweise.

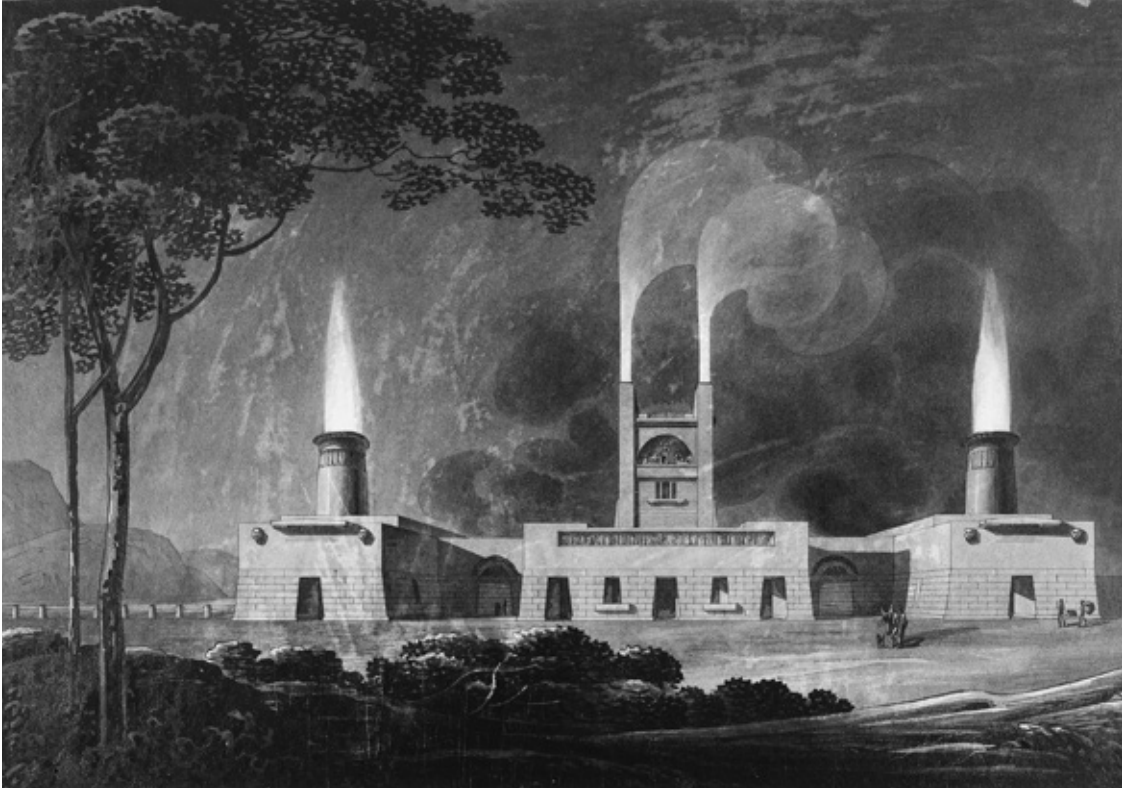


Abb. 3 Entwurf zum Eisenhüttenwerk Königshütte, Federzeichnung vom Friedrich Gilly (1797). Kunstbibliothek, Staatliche Museen zu Berlin PK

In den Jahrzehnten um 1800 beteiligte sich die große Mehrheit der deutschen Naturforscher am kameralistischen Diskurs über nützliches Wissen, an dem auch Staatsbeamte, Techniker und andere Praktiker partizipierten. Die analysierenden und exakten Naturwissenschaften entwickelten sich im Kontext dieses Diskurses und im Wechselspiel mit den Bemühungen um die Institutionalisierung und Konkretisierung nützlicher Wissensinhalte und Methoden. Die romantische Naturlehre, die die Natur als einheitliches Ganzes und losgelöst von Gesellschaft und Technik betrachtete, war im Vergleich dazu das Projekt einer kleinen Minderheit. Den meisten preußischen Naturforschern war ohnehin jede Art übergreifender, große Systeme entwerfender Naturphilosophie fremd. Zu ihren Vorbildern gehörten weder die Philosophen Christian Wolff und Immanuel Kant noch die romantischen Naturforscher und Schellinganhänger Johann Wilhelm Ritter und Henrik Steffens,

sondern analytisch verfahrenende, messende Naturforscher und Mathematiker wie Martin Heinrich Klaproth, Leonhard Euler und Johann Heinrich Lambert, deren Forschung anschlussfähig an technische Verbesserungsprojekte war. Wer sich in Deutschland als „Naturforscher“ bezeichnete, grenzte sich mit dieser Bezeichnung nicht zuletzt von den „Naturphilosophen“ ab.¹⁴

In der kulturellen Elite der Residenzstadt Berlin herrschte im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts eine genuine Faszination für Naturwissenschaften und Technik. Bei spektakuläreren Ereignissen wie der Ballonfahrt des Franzosen Jean Pierre Blanchard im September 1788 war „ganz Berlin auf den Beinen“ und so auch Humboldt.¹⁵ Berlin besaß damals noch keine Universität, doch die Mathematiker und Naturforscher der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften organisierten öffentliche Vorlesungen über Chemie, Experimentalphysik, Astronomie, Botanik, Forstwissenschaft und Mineralogie.¹⁶ Die Stadtvorlesungen des Berliner Chemikers Martin Heinrich Klaproth lösten in den 1780er-Jahren einen wahren Chemiekult aus. So wusste ein Leser der *Chemischen Annalen* im Jahr 1784 zu berichten, an Klaproths Vorlesungen nähmen jetzt auch „distinguirte Personen vom schönen Geschlecht“ teil. Sie seien bereit, „Kälte und Hitze, Dünste und Kohlenstaub, und alle sonstigen Unbequemlichkeiten einer chemischen Werkstätte standhaft zu ertragen.“¹⁷ Der 19-jährige Humboldt, der sich intellektuell noch nicht festgelegt hatte, sog derartige Anregungen auf wie ein Schwamm. Niemand konnte übersehen, dass die in der Chemie akkumulierten Stoffkenntnisse und die chemisch-analytischen Methoden bereits sichtbare praktische Konsequenzen für das Gewerbe hatten. Klaproths Chemie und die preußische Naturforschung insgesamt waren meilenweit von der Romantik entfernt. Man musste kein Kameralist und Student der Kameralwissenschaften sein, um das zu begreifen. Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften förderte nützliches Wissen, ebenso wie das alteingesessene *Collegium medico-chirurgicum* und die neuere Königliche Tierarzneischule. Und auch die 1773 gegründete Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin war alles andere als ein Aushängeschild romantischer Naturforschung. Diese private Vereinigung von Naturforschern, die wie die Freimaurerlogen strenge Aufnahmeregeln befolgte sowie Freundschaft und Geselligkeit pflegte, widmete sich dem Studium der Naturgeschichte und der Sammlung von Naturobjekten. Mit ihren Preisfragen und Vorträgen wandte sie sich auch an die Berliner Öffentlichkeit. Der Schwerpunkt der Preisfragen lag auf praktisch nützlichem Wissen, ungeachtet der Tatsache, dass im Statut der Gesellschaft der praktische Nutzen der Botanik nur eine marginale Rolle spielte.¹⁸

3. Weichenstellungen

Im April 1789 machte sich Humboldt in Begleitung seines ehemaligen Erziehers Gottlob Johann Christian Kunth auf den Weg nach Göttingen. Die 1737 gegründete Göttinger Universität galt in Aufklärerkreisen als beste deutsche Universität, und den Preußen war es nun endlich erlaubt, auch außerhalb des Landes zu studieren. Humboldt hatte vor allem vor, Beckmanns Vorlesungen über ökonomische Botanik und Technologie zu hören. Nur ein einziges Semester lang hatte er an der Frankfurter Universität Kameralwissenschaften studiert. Im Frühjahr 1789 ahnte er noch nicht, wie schnell ihn auch die Göttinger Universität enttäuschen und dass er ihr bereits im März 1790 wieder den Rücken kehren würde.

Der Göttinger Professor Johann Beckmann (1739–1811) hatte 1765 bei dem schwedischen Botaniker Carl von Linné in Uppsala studiert. Auf seiner Göttinger Professur für Ökonomie, die er seit 1766 innehatte, baute er den Ansatz Linnés mit seiner charakteristischen Verquickung von systematischer Botanik und Ökonomie weiter aus.¹⁹ Um seine Vorlesungen mit praktischen Übungen verbinden zu können, ließ er einen „ökonomischen Garten“ anlegen. 1777 veröffentlichte er eine Schrift mit dem Titel *Anleitung zur Technologie*, die den Terminus „Technologie“ im deutschsprachigen Raum fast schlagartig bekanntmachte.²⁰

Unter „Technologie“ verstand Beckmann systematisch zusammengestelltes, beschreibendes Wissen über das zeitgenössische Gewerbe, einschließlich der Landwirtschaft. Vermittelt über letztere, integrierte die „Technologie“ auch nützliches Wissen der Botanik. Als Bindeglied zwischen Handwerk und Landwirtschaft fungierten dabei die „Materialien“, denen Beckmann eine wirtschaftliche Schlüsselfunktion einräumte. Die Technologie hatte es demnach vorwiegend mit Materialien zu tun – sowohl mit unverarbeiteten Rohmaterialien wie im Bergbau oder der Landwirtschaft als auch mit gewerblich weiterverarbeiteten Stoffen.²¹

Beckmanns Technologieverständnis war durch die baconische Tradition der Experimentalgeschichte (*experimental history*) geprägt, die auch in Frankreich mit zwei umfassenden, der Beschreibung der handwerklichen Künste gewidmeten akademischen Projekten fortgesetzt worden war.²² Der Sammlung handwerklichen Wissens und Beschreibung aller Gewerbe stellte Beckmann aber auch eine erklärende Funktion der Technologie zur Seite. Diese sollte nicht nur „die Kentniß der Handwerke“ lehren, sondern auch „die bey der Verarbeitung vorkommenden Erscheinungen erklären“. ²³ Auch die Betonung eines Einheit stiftenden Bindeglieds aller handwerklichen und landwirtschaftlichen Gewerbe – der Materialien – kann als

vorsichtiger Versuch einer Theoretisierung der Technologie gewertet werden. Wie die sich gleichzeitig herausbildenden Bergwerkswissenschaft, Forstwissenschaft und andere „nützliche Wissenschaften“ brachte auch der Terminus Technologie eine Tendenz zur Ausdifferenzierung der Kameralwissenschaften und Bildung neuer Disziplinen zum Ausdruck, die sich mit speziellen technischen Objektbereichen befassten.

In der technikbegeisterten Generation Humboldts galten Beckmanns Vorlesungen als unbedingtes Muss. Friedrich Karl von Fulda (1774–1847), der spätere Autor einflussreicher landwirtschaftlicher Schriften und Professor der Kameralwissenschaften an der Universität Tübingen, studierte bei Beckmann in den 1790er-Jahren ebenso wie Friedrich Casimir Medicus (1736–1808), der Gründer der Kameralhohen-Schule in Kaiserslautern und Direktor der Kurpfälzischen Ökonomischen Gesellschaft. Humboldt selbst scheint jedoch von Beckmanns Vorlesungen eher enttäuscht gewesen zu sein. Entgegen seiner sonstigen Mittheilung, hinterließ seine Begegnung mit ihm kaum Spuren, abgesehen von einer Rezension, die er für dessen *Physikalisch-ökonomische Bibliothek* schrieb.²⁴

Enttäuscht von der Universität

Wenn Humboldt ein Lob für die Göttinger Professoren übrig hatte, so galt dies jemand anderem, dem klassischen Philologen und Archäologen Christian Gottlob Heyne (1729–1812). Dieser sei „ohnstreitig der hellste Kopf“ der Universität, schrieb er an Wegener. Sein Vortrag sei zwar „holprig und stottrig“, aber „äußerst philosophisch“.²⁵ Humboldt besuchte selbstverständlich auch die Vorlesungen Georg Christoph Lichtenbergs, Johann Friedrich Gmelins, Abraham Gotthelf Kästners und Johann Friedrich Blumenbachs. Mit Blumenbach würde er noch viele Jahre korrespondieren. Aber auch die Vorlesungen dieser berühmten Göttinger Professoren waren ihm kaum eine Erwähnung wert.

Das Universitätsleben in Hörsälen, Bibliotheken und der Studierstube war nicht Humboldts Sache. Alles habe hier „einen affektirten Fleiß“ klagte er dem Freund Wegener. Dem Helmstedter Mathematikprofessor Johann Friedrich Pfaff schrieb er, es sei ein „niederschlagender Anblick“, so viele Gelehrte zu sehen, die „keine andere Mittheilung als durch die Feder oder vom Katheder“ kennen. Auch die „Bekanntheit so vieler gelehrter Männer“ mache dies nicht wett.²⁶

Im 18. Jahrhundert spielte sich der universitäre Lehrbetrieb noch weitgehend im traditionellen Rahmen der Vorlesung ab. Die Professoren verlasen am Katheder stehend einen Text und die Studenten schrieben eifrig mit. Diskussionen außer-

halb der nach rigiden Regeln ablaufenden Disputationen waren ungewöhnlich und bestenfalls bei geselligen Zusammenkünften in der Professorenwohnung erlaubt. Praktische naturwissenschaftliche Übungen, wie sie sich Humboldt erhofft hatte, waren auch an einer Reformuniversität wie Göttingen selten. Und anders als an der modernen Universität war auch das Alltagsleben der Studenten durch universitäre Sitten und Rituale geprägt.

Humboldt versuchte, der sterilen Atmosphäre des Universitätslebens durch eigene Lektüre und Selbststudien zu entfliehen. In den Berliner Textilmanufakturen hatte er unlängst die neuen, aus England importierten Spinnmaschinen kennengelernt, die ihn ebenso faszinierten wie die englischen Dampfmaschinen. Im Habsburg-ungarischen Bergrevier von Schemnitz hatte man schon in den 1730er-Jahren die ersten Dampfmaschinen eingeführt. Der preußische Minister v. Heinitz hatte 1785 den Bau einer Dampfmaschine für den Kupferschieferbergbau im mansfeldischen Hettstedt organisiert, dann bei der Firma Boulton und Watt eine Dampfmaschine für den Bleibergbau im schlesischen Tarnowitz in Auftrag gegeben, und nun verhandelte er erneut mit Boulton und Watt, um Dampfmaschinen für die Saline Schönebeck und die Kohlenwerke in Wettin und Rothenburg zu erwerben.²⁷ Im Mai 1789 schrieb Humboldt an einen Freund: „Wer mit dem Maschinenwesen in den Manufakturen und beim Bergbau nur ein wenig bekannt ist, wird bald aus deren Anwendung, bald aus dem Mangel gewisser Einrichtungen die Vortheile der höheren Mechanik, den Schaden, den Unkunde darin bringt, einsehen lernen.“²⁸ Also setzte er die theoretische Mechanik und Mathematik auf seinen Arbeitsplan. Um sich in die mathematische Analysis einzuarbeiten, studierte er die *Anfangsgründe der Analysis des Unendlichen* (Berlin und Stralsund 1770) des Berliner Artillerieoffiziers, Mathematikers und Newtonanhängers Georg Friedrich L. von Tempelhoff (1737 – 1807).

Wenn Humboldt durch solche Studien immer noch an die Studierstube gefesselt war, so boten ihm botanische und mineralogische Exkursionen eine höchst willkommene Abwechslung. Die Mineralogie und Geologie rückten nun näher ins Zentrum seiner Interessen, was nicht zuletzt eine Folge seiner Bekanntschaft mit Georg Forster (1754 – 1794) war. Der berühmte Naturforscher, Weltumsegler und Schwiegersohn Heynes machte ihn mit dem brandneuen mineralogischen Thema des Ursprungs der Basalte vertraut. Nachdem Humboldt die erste Basalthöhle am Rhein besichtigt hatte, zögerte er nicht lange und verfasste im Winter 1789/90 eine wissenschaftliche Publikation, *Mineralogische Beobachtungen über einige Basalte am Rhein*, die Forster gewidmet war.

Die Reise mit Forster

Nachdem Humboldt sein Studium an den Nagel gehängt hatte, brach er Ende März 1790 mit Forster zu einer mehrmonatigen Studienreise auf. Über Belgien und die Niederlande ging es nach England, wo es auch Bergwerke zu besichtigen galt. Im Juni 1790 schrieb Humboldt aus Derbyshire, er habe „den größten Theil des Tages unter der Erde“ in Bergwerken verbracht.²⁹ Durch Forster lernte er weitere namhafte Naturforscher kennen. In London begegnete er dem Botaniker und Gründer der Linnean Society James Edward Smith, dem Weltumsegler Joseph Banks und dem deutschen Naturforscher Christoph Girtanner, der ihm erste Einblicke in die neue Lehre des französischen Chemikers Antoine-Laurent Lavoisier vermittelte. So knüpfte sich langsam ein Netz von Forschungskontakten, das Humboldt half, sich über die Grenzen Preußens hinweg als Naturforscher bekannt zu machen.

Auf der Rückreise über Frankreich hielten sich Humboldt und Forster mehrere Tage im revolutionären Paris auf. Wenig später bekannte Humboldt, dies seien „die frohesten und lehrreichsten Stunden“ seines Lebens gewesen. Die Vorbereitungen für die Feierlichkeiten am ersten Jahrestag der Revolution (14. Juli 1790) waren gerade in Gang, und der 20-Jährige ließ sich schnell von der Umbruchsstimmung mitreißen. „Der Anblick der Pariser, ihrer Nationalversammlung, ihres noch unvollendeten Freiheitstempels (zu dem ich selbst Sand gekarrt habe) schwebt mir wie ein Traumgesicht vor der Seele“, schrieb er an Friedrich Heinrich Jacobi.³⁰ Nur vier Jahre später würde Forster, der Mitbegründer der jakobinischen Mainzer Republik, in Paris sterben.

Wende zur Mineralogie

Nach Deutschland zurückgekehrt und noch während eines kurzen Zwischenaufenthalts in Mainz im Hause Forsters schrieb Humboldt im Juli 1790 einen Brief an den renommierten Mineralogen und Professor der Freiburger Bergakademie Abraham Gottlob Werner, in dem er seinen baldigen Besuch in Freiberg ankündigte: „Widrige Verhältnisse haben mich bis jezt noch abgehalten, das vortrefliche Institut zu Freiberg zu besuchen“, schrieb er ihm, aber „vielleicht glückt es mir noch künftig, mich zu Ihren Schülern zu gesellen“. ³¹ Dem Brief war auch ein Exemplar seiner *Mineralogischen Beobachtungen über einige Basalte am Rhein* beigelegt.

Basalte waren damals besonders interessante mineralogisch-geologische Objekte, weil sie eine ausschlaggebende Rolle in der Kontroverse zwischen „Plutonisten“ und „Neptunisten“ spielten. Neptunisten wie Werner argumentierten, die Basalte seien durch Sedimentationsprozesse im Meerwasser entstanden, während

Plutonisten wie der Engländer James Hutton behaupteten, sie seien vulkanischen Ursprungs. In Deutschland hatte sich die Kontroverse gegen Ende des Jahres 1788 zugespitzt, nachdem sich ein ehemaliger Schüler Werners, Johann Carl Wilhelm Voigt, öffentlich zur vulkanistischen Erklärung der Basalte bekannt hatte. Humboldt schlug sich in dieser Kontroverse auf die Seite der Neptunisten und damit auf diejenige des einflussreicheren Werner. Wie er den Freiburger Professor in seinem Brief wissen ließ, fand er auf seinen Exkursionen „nichts, was die Voraussetzung ehemaliger Vulkane notwendig machte, hingegen überall Gründe für den neptunistischen Ursprung der Basalte“.³² Basalte und die Kontroverse über deren Entstehung würden noch lange ein hochaktuelles Thema bleiben, und Humboldt ließ auch später keine Gelegenheit aus, Basaltfelsen zu besichtigen.

Im August 1790 fuhr Humboldt nach Hamburg, um noch einige Monate an der Handelsakademie Johann Georg Büschs zu studieren. Von Hamburg aus verschickte er einen zweiten Brief an Werner, in dem er seinen Besuch der Freiburger Bergakademie definitiv ankündigte. „Es sind nun fast 2 Jahre, seitdem ich mich mit der Mineralogie beschäftige“, schrieb er, und er verspüre eine „heiße Begierde, nach Freiberg zu gehen.“³³ Die Mineralogie hatte ihn nun endgültig in ihren Bann gezogen, der Plan, Bergbeamter zu werden, war ausgereift. Ende April 1791 kehrte er nach Berlin zurück und traf sofort die notwendigen Vorbereitungen.

Humboldts Studium der Kameralwissenschaft, sein Besuch der Freiburger Bergakademie und die daran anschließende fünfjährige Bergbeamtentätigkeit sind in der Literatur fast durchweg auf die Initiative seiner Mutter zurückgeführt worden, die für ihren Sohn, angeblich gegen dessen Willen, eine Beamtenkarriere vorgesehen hatte.³⁴ Was auch immer der Wunsch der Mutter gewesen sein mag, es gibt keinerlei Indizien dafür, dass sie ihn ausgerechnet dazu animierte, Bergbeamter zu werden. Man kann Humboldts halbamtliche Briefe an Werner und seinen späteren Vorgesetzten Minister von Heinitz, in denen er sein Interesse an Bergbau und Mineralogie herausstreicht, als Rhetorik abtun. Dieses Argument greift jedoch nicht für seine privaten und oft sehr intimen Briefe, in denen ein genuines bergbauliches Interesse ganz unverkennbar ist. Der junge Humboldt sehnte sich danach, praktisch und technisch tätig zu werden, seinem „Vaterland“ und dem „Gemeinwohl“ zu dienen und gleichzeitig an der vordersten Front naturwissenschaftlicher und technologischer Forschung zu stehen. Dazu boten Bergbau und Hüttenwesen mit ihrer avancierten Technologie, den mineralogischen, chemischen und geologischen Anschauungsobjekten und zahllosen Gelegenheiten für Experimente und Messungen ein hervorragendes Terrain.

4. Gleditsch und Willdenow verknüpfen

Botanik, Forstwirtschaft und Nutzpflanzenzucht

Als die jungen Berliner Humboldt und Willdenow im Frühjahr 1789 gemeinsame botanische Studien betrieben, stand ihnen ein klares Vorbild vor Augen. Willdenows Onkel Johann Gottlieb Gleditsch (1714–1786) vereinte in sich alles, was ein guter Botaniker wissen, können und anstreben musste. Gleditsch gehörte auch zu den Pionieren der Forstwissenschaft. Schon als Kind hatte Willdenow den Onkel auf Exkursionen in die Wälder Berlins begleitet, wovon er später zu berichten wusste, dieser habe seine Schüler „immer auf den Nutzen der Gewächse und ihre rechten Unterscheidungskennzeichen aufmerksam“ gemacht.³⁵ Von Gleditsch übernahmen Willdenow und Humboldt nicht nur abstrakte Ideen über die gesellschaftliche Nützlichkeit der Botanik, er verkörperte auch persönlich den praktisch engagierten Botaniker.

Nachhaltige Forstwirtschaft

Gleditsch hatte in Leipzig Philosophie, Mathematik und Medizin studiert und sein Studium mit einer medizinischen Promotion abgeschlossen. Bereits 1744, zwei Jahre nach seiner Promotion, wurde er als Botaniker in die Preußische Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Nach weiteren zwei Jahren stellte ihn seine Ernennung zum Direktor des Königlichen Botanischen Gartens vor die erste große Bewährungsprobe. Noch im selben Jahr wurde er Professor für Botanik am Berliner *Collegium medico-chirurgicum*, der im Dezember 1723 gegründeten Ausbildungsstätte für preußische Chirurgen und Militärchirurgen.

1768 wandte sich Gleditsch der Forstwirtschaft und dem brandneuen Gebiet der Forstwissenschaften zu. Hauptaufgabe der staatlich geregelten, in Preußen seit 1770 durch ein eigenständiges Forstdepartment gelenkten Forstwirtschaft war die langfristige Sicherung der Forstnutzung und Verhinderung von Raubbau. Holz war im 18. Jahrhundert der wichtigste Baustoff und Energielieferant. Der Hausbau und die Konstruktion von Wagen, Schiffen, Brücken, Maschinen und Möbeln verschlangen Millionen an Festmetern von Holz. Hinzu kam der Holzverbrauch für private und gewerbliche Heiz- und Produktionszwecke, der in Hüttenwerken, Glashütten sowie Keramik- und Porzellanmanufakturen besonders hoch war.

Zur nachhaltigen Sicherung dieser wichtigen natürlichen Ressource stellten die verbeamteten preußischen Förster systematisch alle Befunde über Waldschäden und ihre Ursachen zusammen. Ihre Versuche der Ökonomisierung der Natur

schlossen auch den Anbau neuer, schnell wachsender und anspruchsloser Bäume wie der aus Nordamerika eingeführten Robinie ein. Das systematische Sammeln forstwirtschaftlich relevanten Wissens erfolgte zuerst im Rahmen der allgemeinen Kameralwissenschaften und von Mitte des 18. Jahrhunderts an durch die „Forstwissenschaft“. Auch der Begriff der „nachhaltigen Nutzung“ des Waldes kam damals in Umlauf. Bereits 1713 hatte der kursächsische Oberberghauptmann Hannß Carl von Carlowitz gefordert, dass man „eine continuirliche beständige und nachhaltige Nutzung“ des Holzvorrats der Wälder anstreben müsse.³⁶ Für die ökonomischen Gesellschaften der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gehörte diese Forderung bereits zum programmatischen Kernbestand.

Im Oktober 1770 begann Gleditsch, im Auftrag des Bergwerks- und Hüttendepartments Vorlesungen für angehende Bergbeamte über Forstwissenschaft und Botanik zu halten. Anstatt sich wie seine Kollegen an den Universitäten auf Vorlesungen zu beschränken, organisierte er Exkursionen in die Berliner Forste und machte seine Schüler auf aktuelle forstwirtschaftliche Sachverhalte aufmerksam. Zu diesem Zweck besorgte er sich amtliche Unterlagen, die Aufschluss über Feuer- und Sturmschäden, Dürreperioden und Schädlingsbefall gaben. So erging im Juni 1771 an den Registrator Schultz im Bergwerks- und Hüttendepartment der Auftrag, Gleditsch behilflich zu sein. Dieser habe „angezeigt, daß er bey seinen Vorlesungen über die Forst-Wirthschaft Gebrauch von gewissen Vorfällen machen wolle, wie nemlich Forsten durch Feuer, Wasserschaden, Sturm, Dürre, Ungeziefer verwüstet, und welche Anstalten dagegen gemacht worden“ seien. Er habe insbesondere um Zugang „der von dergleichen Fällen handelnden Acten wie um Mitheilung solcher Nachrichten gebethen (hat), welche über die heimliche Zerstörung der Bäume durch Fäulniß, Brand, Krebs, Wurmstich und dergleichen gesammelt worden“ sind. Schultz sollte diese forstwirtschaftlichen Akten für Gleditsch besorgen, „damit er solche inspiciren und den nöthigen Gebrauch davon machen könne.“³⁷

Bereits 1774 veröffentlichte Gleditsch den ersten Band eines zweibändigen Werks über die Forstwissenschaft. Zehn Jahre später würde der Berliner Verleger Friedrich Nicolai in seiner Berliner Chronik berichten, Gleditsch lehre „alle zum



Abb. 4 Porträt Johann Gottlieb Gleditsch.
Staatsbibliothek zu Berlin PK

Forstwesen nöthige Kenntniß der Bäume, ihrer Pflanzung, Besämun- und Kultur“. Er führe seine Zuhörer „in die benachbarten Wälder, um ihnen alles in der Natur zu zeigen.“³⁸

Gleditsch wird Direktor des Königlichen Botanischen Gartens

Als Gleditsch 1746 Direktor des Königlichen Botanischen Gartens wurde, fand er diesen in einem ziemlich verwahrlosten Zustand vor. Die Gewächshäuser waren baufällig und der Bestand an exotischen Pflanzen war dem entsprechend dezimiert. Der in Schöneberg, in der Nähe des heutigen Kleistparks gelegene Botanische Garten unterstand der „Societät der Wissenschaften“ bzw. der „Akademie der Wissenschaften“ wie die „Societät“ später unter Friedrich II. hieß. Anders als der weltberühmte *Jardin des Plantes* in Paris, der als Juwel der Krone gehegt und gepflegt wurde, fristete der akademische Garten der preußischen Residenzstadt jedoch lange ein Schattendasein, unbeachtet von Hof und kultureller Elite.³⁹

Die Finanzierung des Botanischen Gartens war ein permanentes Problem, auch unter Friedrich II., der in diesem Fall das französische Vorbild ignorierte. Die Akademie der Wissenschaften bemühte sich während seiner Regierungszeit wiederholt, aber meist vergeblich um eine ausreichende Finanzierung. Die wichtigste wissenschaftliche Funktion des Gartens beschränkte sich daher lange auf seine Nutzung für praktische botanische Übungen durch die Studenten des *Collegium medico-chirurgicum*. Im Sommer ließ Gleditsch seine Studenten dort regelmäßig Bestimmungsübungen vornehmen.

In den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts hatte die Societät der Wissenschaften den königlichen Garten hauptsächlich praktisch genutzt, insbesondere für den Anbau von Heilkräutern, die an die Königliche Hofapotheke und das *Collegium medico-chirurgicum* geliefert wurden. Die Kultivierung von Aprikosen- und Pfirsichbäumen für den Hof war ein weiterer praktischer Zweck, und in den Glashäusern des Gartens wurde sogar Kaffee angebaut. Der „Soldatenkönig“ neigte zwar selten zu luxuriösen Eskapaden, aber der Anbau von Kaffee in Berlin sollte der ganzen Welt die Fortschrittlichkeit seines Königreichs demonstrieren.

Der junge Gleditsch war nicht ganz unerfahren mit Gartenbau. Nach seinem Studienabschluss hatte er den botanischen Garten des Leipziger Rats Herrn Caspar Bose und danach den des Rittmeisters von Ziethen in Trebnitz geleitet. Als Direktor des Berliner Botanischen Gartens organisierte er als erstes die Rettung der kostbaren exotischen Pflanzen. Es gelang ihm, Geld für den Bau zweier Gewächshäuser zu erhalten, in denen er die afrikanischen Sukkulente und zwei Drachenbäume

unterbrachte, die den Zerfall der alten Glashäuser überlebt hatten. Schon bald sollte sich herausstellen, dass diese Maßnahmen auch die Weichen für die eigene Forschung stellten. Denn unter den geretteten Pflanzen befand sich eine Dattelpalme, mittels derer es ihm 1749 gelang, die Sexualität der Pflanzen experimentell nachzuweisen.⁴⁰ Das Experiment ging als Gleditschs „Experimentum Berolinense“ in die Geschichte ein.

Um die Finanzierung des Botanischen Gartens längerfristig abzusichern, schlug Gleditsch vor, eine Baumschule anzulegen und die Gewinne aus dem Verkauf der Baumsetzlinge in den Garten zu reinvestieren. Anfänglichen Bedenken, „unter dem Namen der Königl. Akademie oder des Gartens mit Bäumen zu handeln“, begegnete er mit dem klugen Vorschlag, man könne den Verkauf ja unter dem Namen des Gärtners abwickeln.⁴¹ Damit war die Akademie einverstanden, die Baumsetzlinge wurden gepflanzt und die Baumschule allmählich erweitert. Dennoch zeigte sich bald, dass die Ausgaben für den Botanischen Garten noch immer über den Einnahmen lagen. Es kam zu jahrelangen Auseinandersetzungen um Geld, in deren Folge sich Gleditsch schließlich zurückzog, zumal sich seine Erfolgsaussichten nach dem Siebenjährigen Krieg (1756 – 1763) dramatisch verschlechtert hatten. Dieser Krieg, der die Annexion Schlesiens durch Preußen besiegelte, hatte Unsummen von Geld verschlungen und die preußische Ökonomie in eine Krise gestürzt. Frustriert strich Gleditsch die Segel und überließ die faktische Verwaltung des Gartens einer ökonomischen Revisionskommission der Akademie.

Unter der Ägide der ökonomischen Revisionskommission dominierten in den folgenden Jahren die finanziellen Gesichtspunkte bei der Gestaltung und Nutzung des Botanischen Gartens, der nun zu mehr als der Hälfte in einen Nutzgarten umgewandelt wurde. Für Gleditschs botanische Studien verblieb somit nur noch ein kleiner Bereich, in dem sich auch die Gewächshäuser befanden. An diesem Zustand änderte sich jahrzehntelang fast nichts. Nachdem Franz Carl Achard 1782 Direktor der Physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften geworden war, organisierte dieser zwar den Ankauf einiger neuer Sträucher und versuchte überdies, der physikalischen Klasse, in deren formeller Zuständigkeit der Garten immer noch lag, mehr Gehör zu verschaffen, doch seine punktuellen Interventionen bewirkten keine dauerhaften Veränderungen.⁴² Um 1790 wurde vielmehr der Nutzgartenteil durch eine Maulbeerbaumpflanzung mit rund 10 000 Bäumen erweitert, um der Seidenraupenzucht der Akademie Auftrieb zu verleihen. Erst als Gleditschs Neffe Willdenow 1801 in die Fußstapfen seines Onkels trat, wurde der Botanische Garten wieder in größerem Umfang als Forschungsstätte genutzt.

Apothekergewerbe und Botanik

Carl Ludwig Willdenow (1765–1812), der Sohn eines Berliner Apothekers, hatte zuerst eine Apothekerlehre in der väterlichen Apotheke begonnen, von 1785 bis 1787 an der Universität Halle Medizin studiert und danach noch ein Jahr lang das private Bildungsinstitut für Pharmazeuten des Apotheker-Chemikers Johann Christian Wiegleb in Langensalza besucht. Die Kombination von handwerklicher Lehre und Studium ermöglichte eine Verkürzung der ansonsten strikt geregelten, langwierigen Apothekerausbildung, die sich in Preußen gewöhnlich aus einer sechsjährigen Lehre und einer siebenjährigen Gesellenzeit zusammensetzte.

Nach seiner Promotion im Februar 1789 heiratete Willdenow und übernahm die väterliche Apotheke. Der 24-Jährige hatte damals bereits durch eine Buchveröffentlichung über die Berliner Pflanzenwelt von sich reden gemacht.⁴³ Als er im Sommer 1788 Freundschaft mit Humboldt schloss, war er schon ein stadtbekannter Botaniker.

Das Apothekergewerbe bot zahlreiche Anreize für medizinische und naturwissenschaftliche Studien. Im 18. Jahrhundert stammte etwa die Hälfte aller deutschen Chemiker aus dem Apothekergewerbe. Die Berliner Chemiker Marggraf, Rose, Klaproth und Hermbstaedt sind hierfür nur einige bekannte Beispiele. Willdenow zog es dagegen stärker zur Botanik. Da die größeren Stadtapotheken oft hunderte verschiedener Heilpflanzen führten, bedeutete botanisches Wissen zugleich auch nützliches Apothekerwissen. Botanische Kenntnisse waren überaus hilfreich bei der genauen Identifizierung und Benennung der Pflanzen. Die genaue Identifikation der Pflanzenarten war wiederum wichtig für die richtige Zubereitung von Arzneien und schützte zugleich vor betrügerischen Kräuter- und Materialienhändlern. Der geschäftliche Umgang mit Heilpflanzen regte zum Sammeln von Pflanzen an, und wohlhabende Apotheker leisteten sich nicht selten auch einen eigenen kleinen botanischen Garten. Überdies besaßen die wohlhabenden Stadtapotheker meist eine Bibliothek, in der sie die neusten botanischen und chemischen Schriften sammelten, und zuweilen auch ein Naturalienkabinett.

Von diesen praktischen, oft auch der Unterhaltung dienenden botanischen Aktivitäten war der Schritt zu systematischeren Botanikstudien nicht allzu groß. Auch Willdenow hatte schon als junger Apothekerlehrling begonnen, ein Herbarium anzulegen und im kleineren Rahmen Pflanzen zu züchten. Durch sein Universitätsstudium war er in die Gelehrtenwelt eingeführt worden, sodass er sein Erstlingswerk über die Flora Berlins, *Florae Berolinensis prodromus* (1787), selbstverständlich in lateinischer Sprache schrieb. Dem folgten später meist deutschsprachige Bücher, darunter der *Grundriss der Kräuterkunde* (1792), einem systematischen botanischen

Werk in der Tradition Linnés. 1794 wurde Willdenow in die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Zwei Jahre später veröffentlichte er seine *Berlinische Baumzucht* (1796). Als er 1798 zum Professor für Naturgeschichte am Berliner *Collegium medico-chirurgicum* ernannt wurde, verkaufte er seine Apotheke.

Wie Willdenow in seinem *Grundriss der Kräuterkunde* deutlich machte, verstand er sich als Schüler des schwedischen Botanikers Carl Linné, stand jedoch dessen Werk nicht unkritisch gegenüber. Sein Freund Humboldt war von seinen botanischen und taxonomischen Detailkenntnissen ebenso fasziniert wie von seinem Entschluss, der systematischen Botanik neue Türen zu öffnen. Die Kryptogamenforschung zum Beispiel war noch ein relativ unbearbeitetes Feld, sodass sich Humboldt 1789 gerne von Willdenow animieren ließ, sich dort zu betätigen.

In den 1790er-Jahren weitete Willdenow seine Studien auf die Physiologie, Erdgeschichte und die Pflanzengeographie aus. In Gedanken schritt er die Breiten- und Längengrade der Erde ab und gelangte so zu einem Muster der geographischen Pflanzenverteilung: „Die Mark Brandenburg, die Küste Labradors und Kamtschatkas liegen ziemlich in einer Breite, und haben viele Pflanzen mit einander gemein. Berlin, Venedig, Tripolis und Angola haben fast gleiche Länge, aber die Gewächse sind sehr verschieden“, stellte er 1792 fest. Dieses pflanzengeographische Verbreitungsmuster erklärte er mit den vorherrschenden Klimabedingungen. An verschiedenen Orten desselben Längengrades herrschten sehr unterschiedliche klimatische Bedingungen, so Willdenow, während sie auf ein und demselben Breitengrad weitgehend übereinstimmten. Berge, Meere, Wälder und andere morphologische und botanische Faktoren übten jedoch zusätzliche klimatische Einflüsse aus, sodass allgemeine Schlussfolgerungen über die Pflanzenverbreitung erschwert seien. Dennoch argumentierte Willdenow, dies sei kein absolutes Hindernis für die Forschung. Denn man dürfe annehmen, dass die Verbreitung der Pflanzen auf der Erde „auf besonderen Regeln gegründet“ sei, die man auch wissenschaftlich analysieren könne. Sein Credo gipfelte in der Aussage: „Alles, alles was geschaffen ist, zweckt zum Nutzen des Ganzen ab.“⁴⁴ Zu Recht hat die historische Forschung auf die Gemeinsamkeiten zwischen diesen pflanzengeographischen Überlegungen Willdenows mit denen des späteren Autors des *Kosmos* verwiesen.

Willdenow trinkt den Tee der Frau Werneburg

Fast zehn Jahre lang war Willdenow praktizierender Apotheker gewesen, der die pharmazeutische Nützlichkeit der Botanik aus der eigenen gewerblichen Tätigkeit kannte. Als gelehriger Schüler Gleditschs waren ihm aber auch andere Seiten der