

# Vom Sinn eines Lern-Umwegs über die Geschichte<sup>1</sup>

Von Daniel Bienia

*Dieser Aufsatz thematisiert das technikgeschichtliche Lernen in der technischen Bildung. Er bildet die Fortsetzung des Aufsatzes von Peter Röben, Daniel Bienia und Florian Lepold „Mit Technikgeschichte die Energietechnik der Zukunft erkunden“, der in TU 149 erschien.*

Mit Technikgeschichte Umweltbildung fördern – eine solche Überschrift mag irritieren. Welchen Sinn macht ein „Lern-Umweg“ über die Geschichte, um aktuelle Fragen wie z. B. Klimawandel und die darauf bezogenen technischen Handlungsnotwendigkeiten bildungswirksam zu thematisieren? Warum soll eine Beschäftigung mit der Vergangenheit dazu dienlich sein, Handlungserfordernisse der Gegenwart oder solche der Zukunft zu erörtern? Überspitzt kommt die scheinbare Unsinnigkeit eines solchen Vorgehens in einem Aufsatz von B. Sachs zum Ausdruck, indem er den hier angedeuteten Widerspruch schon in der Überschrift eines Artikels zum geschichtlichen Lernen in der technischen Bildung zum Ausgang seiner Argumentation macht: „Eine Technik von gestern in der Schule von heute – für eine Welt von morgen“<sup>2</sup>.

Unser Ansatz des technikgeschichtlichen Vorgehens ist der, dass Lernen aus der Geschichte weder romantisierend rückwärtsgewandt verstanden werden soll, noch soll hier ein technikdidaktischer Ansatz entstehen, der das Heil des Technikunterrichts im Auswendiglernen von Jahreszahlen sieht. Ebenso wenig möchten wir (neu-)humanistisch eingefärbte Lernwege beschreiben, die dem zivilisatorischen-technischen Lernen einen kulturellen Anstrich verleihen sollen. Vielmehr soll das historisch orientierte Vorgehen als ein sinnvoller Bildungsbeitrag dazu verstanden werden, dass ein Wissen über die Vergangenheit zu

Einsichten und zu rationaler Durchdringung von Gegenwart und zum Nachdenken über sinnvolle Handlungsoptionen in der Zukunft führt. Einen sehr hilfreichen, auf die Sinnhaftigkeit didaktischen Handelns bezogenen Zugang erörtert der Geschichtsdidaktiker Klaus Bergmann in einer wegweisenden Arbeit zur Gegenwartsbedeutung geschichtlichen Lernens. Er entlässt die Auseinandersetzung mit der Vergangenheit aus einer Anmutung der Rückwärtsgewandtheit und kennzeichnet Bedeutungs- und Sinnaspekte für Gegenwart und Zukunft. Recht treffend fasst er seinen didaktischen Ansatz im Nachdenken darüber zusammen, was ein Nachdenken über die Vergangenheit bildend zu leisten vermag – oder leisten sollte: „Geschichte ist eine Denkbewegung, die in der Gegenwart ansetzt und sich mit vergangenem menschlichem Handeln und Leiden befasst, um in der Gegenwart und Zukunft ein vernunftgeleitetes Handeln zu ermöglichen“<sup>3</sup>. Aber dieses Ziel des vernunftgeleiteten Handelns in der Gegenwart und Zukunft wird nicht über Auswendiglernen von Jahreszahlen erreicht, sondern indem solche Sachverhalte thematisiert werden, die im erkennbaren Zusammenhang zur Gegenwart stehen. Den Charakter dieser Sachverhalte, denen Gegenwartsbedeutung zukommt, kennzeichnet Bergmann. Es sind „... historische Sachverhalte, die durch die in ihnen auffindbaren Probleme und Wertesinnvorstellungen mit den gegenwärtig existenten Problemen und/oder Werten und Sinnvorstellungen identisch

sind, ihnen entsprechen oder entgegengesetzt sind. Dabei werden historische Sinnvorstellungen, gedachte und gelebte Möglichkeiten damals und heute entdeckt. Zwischen Gegenwart und Vergangenheit wird ein Sinnzusammenhang hergestellt. Das dabei anfallende Orientierungswissen ermöglicht ein differenziertes Nachdenken über die Lösung gegenwärtiger Probleme“<sup>4</sup>.

Das geschichtliche Lernen in der technischen Bildung soll also keine Aneinanderreihung von Techniken oder Artefakten sein, deren Gemeinsames es ist, dass sie alt sind. Vielmehr dient die Vergangenheit, das dort erkennbare Andere als Anregung zu differenzierten Formen des Nachdenkens über die Gegenwart. So verstanden ist Geschichte eine Betrachtung der Gegenwart „von außen“ mit dem Ziel, die heutige Wirklichkeit und heutige Probleme distanziert bzw. verfremdet und damit differenziert wahrnehmen zu können. Das didaktische Moment hierbei ist die Schaffung von Distanz – nämlich die Schaffung einer zeitlichen Distanz zur Gegenwart der Lernenden, zum fraglos Hingenommenen des Alltags mit seiner normativen Kraft. „Wer in der Alltagswelt lebt, tut dies nicht als Zuschauer, sondern als Handelnder, der Wünsche, Absichten und Interessen verwirklichen möchte. Deshalb ist das Alltagsbewusstsein durch eine besondere Aufmerksamkeit auf pragmatische Elemente gekennzeichnet“<sup>5</sup>. Alltägliche technische Gegenstände wie Auto, Waschmaschine oder Fernseher sind in ihrer lebenspraktischen Bedeutung so nahe, dass eben diese Unmittelbarkeit den Blick verstellt. Der Alltag zeichnet sich eben durch eine

1 Der Beitrag nimmt in großen Teilen Bezug auf das Kapitel „Geschichtliches Lernen als Moment der Distanzierung und der Verfremdung“ meines Dissertationsdrucks (D. Bienia: Technikgeschichte als Gegenstand allgemeiner technischer Bildung – 2004

2 SACHS 1981, S. 302–318

3 BERGMANN 1997 S. 266

4 BERGMANN 1997 S. 267

5 SCHÖRKEN in Bergmann und andere, Handbuch der Geschichts- didaktik 1997



Abbildung 1: Calwer Straße in Pforzheim um 2000



Abbildung 2: Calwer Straße in Pforzheim um 1900

pragmatische Orientierung aus. Die Gegenwart lädt nicht dazu ein, sie zu hinterfragen. Anders die Vergangenheit. Die Fremdheit von Formen und Materialien führt die Lernenden weg von ihrem alltagsbezogenen Denkkort, hin zum Irritierenden, vielleicht Motivierenden der Geschichte.

Die in bildender Hinsicht gebotene Loslösung von einer pragmatischen Alltagssicht fordert auch Klaus Tüchel, der die Distanznahme als notwendigen Bestandteil einer technischen Bildung herausstellt. Der Nähe und der damit verbundenen Selbst-Verständlichkeit alltäglicher Technik stellt er das bildungswirksame Moment einer Schaffung kritisch-rationaler Distanz gegenüber. „Die Nähe wird dadurch gekennzeichnet, dass wir uns in unserer Arbeits-, besonders aber auch der übrigen Lebensumwelt wie selbstverständlich und natürlich mit Technischem umgeben ... Gerade die ungebrochene Selbstverständlichkeit des Gebrauchs muss uns dazu herausfordern, die technische Entwicklung kritisch und distanziert zu durchdenken. ... In der Erziehung des jungen Menschen muss seine Nähe zur Technik aufgeschlossen und ergänzt werden durch die Schaffung einer Distanz zu ihr. ... Erst die in der Erziehung vorbereitete Erschließung von Nähe und Distanz zur Technik schafft die Möglichkeit ihrer vernünftigen Einbeziehung in unser Leben“<sup>6</sup>.

Eben dieser Distanzaspekt, konkretisiert als zeitliche Distanz, ist eine der zentralen Ideen des hier beschriebenen geschichtlichen Vorgehens. Sie ist ein Verweis auf die aufklärerische

Absicht des Bildungsbegriffs, der oft unbedacht bleibt. Technische Bildung ist vielfach nicht Bildung **durch**, sondern **für** Technik, d. h. weniger Reflexion als Qualifikation für angenommene Anwendungs- bzw. für vermeintliche Verwendungssituationen und damit eher Ausbildung als Bildung. Dies wird in einer Stellungnahme Sellins deutlich, der die Frage untersucht, inwieweit technische Bildung sich ihrer Bedeutungen und Funktionen eigentlich bewusst ist. „Ein Beispiel ist die Einführung der Neuen Technologien im Unterricht. Hier gab es einerseits konkrete Anforderungen aus der Wirtschaft – neue Qualifikationsanforderungen, radikale Veränderung der Produktionsweise und die Markteinführung eines neuen Produkts – andererseits kräftige Unterstützung durch alle Ebenen der Bildungsadministration ... in bislang unbekanntem Umfang. Viele Fachvertreter der Technischen Bildung haben sich mit den neuen Anforderung identifiziert. Das Fach hat den wohl stärksten Entwicklungssprung seiner Geschichte vollzogen – etwas überspitzt formuliert: von der Hobelbank zum Computer. ... Da die Technische Bildung einem allgemeinen Trend gefolgt ist, kann wohl mit aller Vorsicht formuliert werden, dass sie vorwiegend affirmativ reagiert hat“<sup>7</sup>.

Unser Vorgehen soll Distanz schaffen. Es soll den Lernenden dabei helfen, sich aus der blickverstellenden Unmittelbarkeit des Gegenwärtigen heraus und in eine kritisch-konstruktive, distanzierte Auseinandersetzung mit dieser Gegenwart hineinzubegeben. „Im Lichte historischer Alternativen gerät die gegenwärtige Wirklichkeit

unter Legitimationszwang und ggf. in die Auseinandersetzung mit auf Veränderung drängender Kritik“<sup>8</sup>. Andere Lebensverhältnisse, andere Normen und Einstellungen verweisen auf das Andere, das Kontrastierende, Alternative der Vergangenheit und stellen sie einer Gegenwart gegenüber, die nun vielleicht anders denkbar erscheint.

Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Das Auto erweitert die Möglichkeiten der Lebensgestaltung – es ermöglicht das Reisen, es erleichtert das Einkaufen, es verkürzt die Arbeitswege zeitlich. Das Ideal der Auto-Mobilität führte aber auch zur Auto-gerechten Stadt. Es führte zur Verringerung der Lebensqualität im urbanen Bereich, zum Mangel an Spielmöglichkeiten für Kinder, zu Lärm, Schmutz und zu tausenden Toten jedes Jahr. Im historischen Vergleich werden die mit der Zunahme des Autoverkehrs verbundenen Veränderungen deutlich – die ökonomischen, die sozialen und die ökologischen Veränderungen, die Veränderungen der Lebensformen und die der Lebensqualität.

6 TUCHEL 1967 S. 78 f

7 SELLIN 1997 S. 367 Hier soll nicht zum Ausdruck gebracht werden, dass jede unterrichtliche Auseinandersetzung mit den neuen Technologien die Schüler an wirtschaftliche Erfordernisse anpasst statt sie aufzuklären. Wogegen sich SELLIN aber zu Recht wehrt, ist die unkritische Übernahme von Forderungen der Wirtschaft bzw. die direkte Umdeutung des Geforderten in Bildungsnotwendiges.

8 ROHLFES, JEISMANN S. 120



Abbildung 3: Beulenpest, Miniatur aus der Toggenburg-Bibel (Schweiz) von 1411

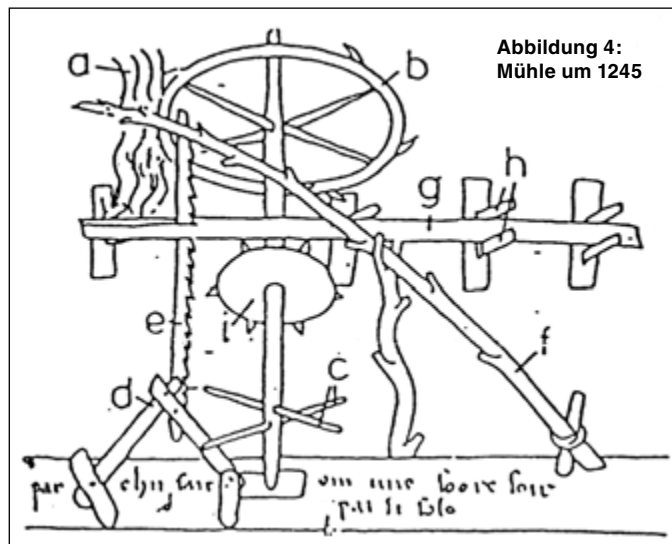


Abbildung 4: Mühle um 1245

Das geschichtliche Vorgehen bietet Raum, sich vom Alltäglichen, kaum noch Hinterfragten zu lösen und im Anderen der Geschichte Alternativen zu entdecken – Denkalternativen zu gegenwärtigen Formen, Mustern, Einstellungen – als Ansätze für eine konstruktive Weiterentwicklung. Eine distanzierende Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Zeiten, Werten und Formen, wie sie hier beschreiben wird, soll dazu führen, dass die Lernenden eigene Haltungen entwickeln, ihren eigenen Standpunkt finden und lernen, ihn zu begründen und selbstbewusst zu vertreten. Dies ist, was Bergmann als geschichtsdidaktisch auferlegte Verpflichtung aller absichtsvollen Vermittlung und Darstellung von Geschichte betrachtet, nämlich die Befähigung der Lernenden „... zur kritischen Auseinandersetzung mit ihrer Gegenwart und zu diszipliniert gedachten Zukunftsentwürfen ...“<sup>9</sup>. So kommt der Geschichte eine Funktion zu, die das Erinnern handlungsleitend macht: „Geschichtlichkeit heißt eben nicht, wehrlos in den Fluß der Zeit geworfen zu sein, Spielball von Modeströmungen zu sein; sie schließt Möglichkeiten der Entscheidung ein. Menschen sind in ihrem Denken und Handeln nicht nur geschichtsabhängig, sondern zugleich geschichtsmächtig; sie sind nicht nur Objekt, sondern auch Subjekt der Geschichte.“<sup>10</sup>

Technische Bildung zielt auf reflektierte Handlungsfähigkeit in technisch geprägten Situationen. Technik ist gestaltet und Bildung, die sich auch als

Bürgerbildung verstehen muss, sollte die Lernenden in die Lage versetzen, Technik mitzugestalten – eben so, wie es die sich abzeichnende Bürgergesellschaft z. B. bei Großprojekten wie „Stuttgart 21“ vormacht. In seinem Grundsatzartikel „Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven“ führt B. Sachs durchaus treffend an: „Technik wächst nicht an Bäumen. Technik ist Menschenwerk. Sie manifestiert sich in Artefakten (= Kunstwerken) und Prozessen. In der Technik verwirklicht sich die Kreativität des Menschen in einer besonderen Weise.“<sup>11</sup> Technik ist gestaltet, sie ist ein Kondensat des Wollens und des Könnens im jeweiligen zeitspezifischen Kontext. Technische Bildung zielt demnach nicht nur auf eine „fertige“ Technik, sondern sie macht diese auch als etwas Mach- und Veränderbares.

In der Geschichte erscheint aber nicht nur das Andere, die Gegenwart Kontrastierende, sondern häufig ist das vermeintlich Neue nichts anderes als Wiederentdecken von Vergessenem. Elektroautos gab es schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts, die Nutzung regenerativer Energien erfolgt bereits seit mehr als zweitausend Jahren. Bedeutung bekommt die Auseinandersetzung dann, wenn z. B. die Frage gestellt wird, warum die vermeintlich umweltfreundliche Antriebstechnik Elektromotor sich nicht gegen die umweltzerstörerische Technologie der Verbrennungsmotoren durchsetzen konnte. Oder am Beispiel der Nutzung der Wasserenergie stellt sich

die Frage, warum eine umweltfreundliche Technik mit einer Tradition über mehrere tausend Jahre und mit entsprechendem Know-how aufgegeben wurde – zugunsten der massenhaften Nutzung fossiler Energieträger mit all ihren gefährlichen Nebenfolgen.

Um unseren Ansatz geschichtlichen Lernens hinsichtlich der oben umrissenen Aspekte zu verdeutlichen, soll hier am Beispiel der Wasserkraftnutzung einer der Lern-Gänge in unserer Grundidee skizziert werden.

## Lern-Gang 5: Wasserkraftnutzung

Die Geschichte der Nutzung der Wasserkraft mittels Wasserrädern ist eine 2000-jährige Geschichte von Mahlmühlen, Papiermühlen, Bewässerungen, Bewetterungen, Sägewerken, Hämmern, Fördereinrichtungen, Walk- und Stampfwerken, ... Dargestellt werden soll diese am Beispiel von einem Längsschnitt auf der Basis zweier Kurzquerschnitte 13./14. Jh. und 15.–17.Jh. Zunächst soll der Zeitraum 13./14.Jh. skizziert werden.

Das Spätmittelalter ist durch Krisen geprägt: Missernten 1315 bis 1317, Ausbruch der Pest: 1348. Diese Krisensituationen führten zu gravierenden

9 BERGMANN 1985 S. 215

10 SCHMAYL 1989 S. 134

11 SACHS, B. 2001 S. 5



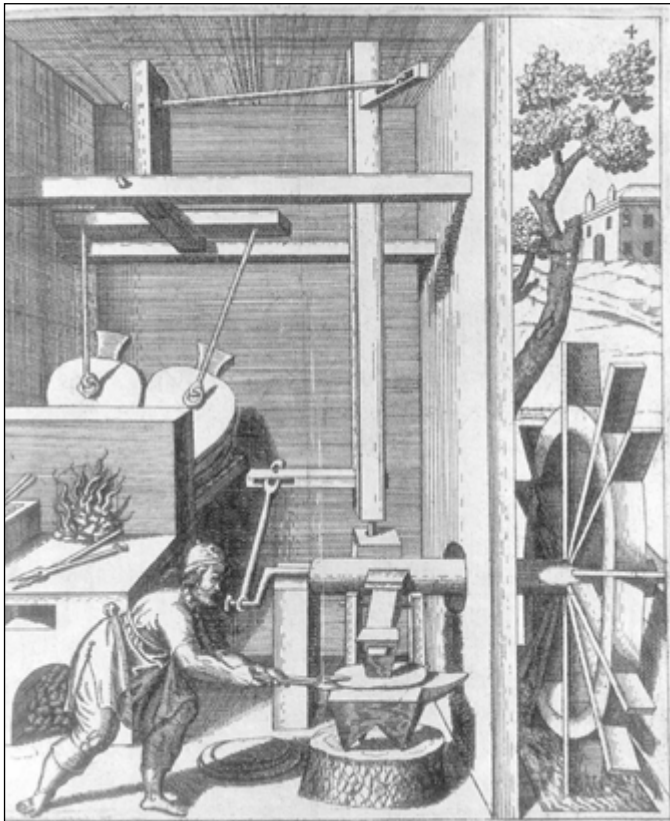


Abbildung 5. unterschlächtiges Wasserrad

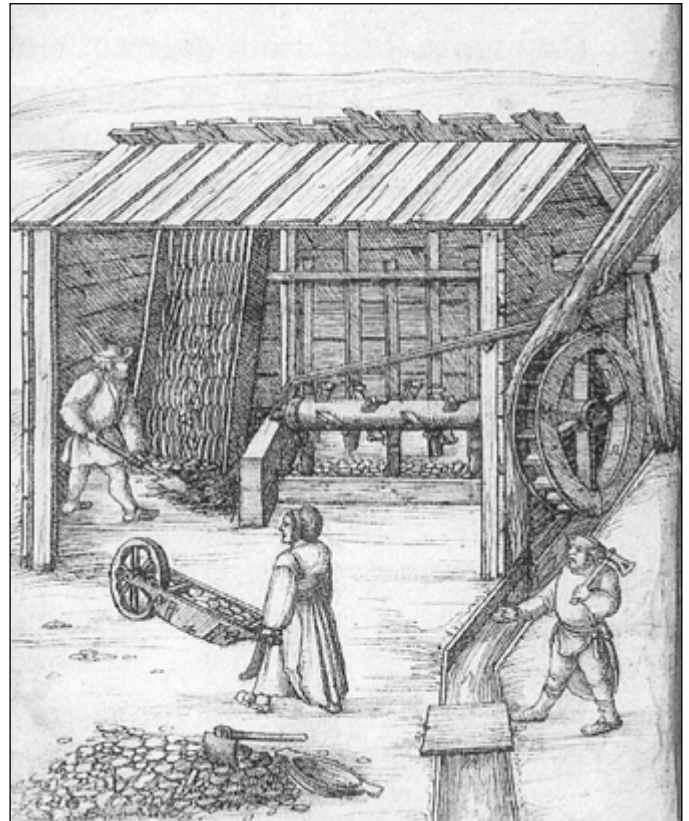


Abbildung 6: überschlächtiges Wasserrad

gesellschaftlichen Veränderungen: Die Bevölkerung ging zurück, wer überlebte, floh vom Land in die vermeintlich sicheren Städte. Dies führte zu Erhöhung der Löhne auf dem Land und zur Zunahme der städtischen Wirtschaft. Eine zunehmende Stadtbevölkerung musste versorgt werden, eine gute Grundlage dafür, dass sich auf dem Land kapitalkräftige und investitionsfreudige Territorialherrschaften herausbilden konnten.

Hohe Löhne auf dem Land, Versorgungsengpässe in den Städten und Kapitalisierung der Feudalherrschaften führten zu Investitionen in Technik – die Arbeit wurde mechanisiert, in dieser Phase entstanden viele Mühlen.

Bezogen auf unsere Gegenwart werden im 14. Jh. Ähnlichkeiten erkennbar – manuelle Arbeit und deren stete Konkurrenz zu mechanisierten Formen. Die Nutzung regenerativer Energiequellen ist hierbei kein modernes Vorgehen, sondern ein seit langem praktiziertes. Die Frage stellt sich hierbei freilich immer, warum diese umweltfreundliche Form der Energienutzung durch fossile Träger ersetzt wurde.

Einen ersten Ansatz für eine Beantwortung dieser Frage liefert die Beschäftigung mit dem weiteren Verlauf der Wasserkraftnutzung.

Im weiteren historischen Verlauf ist eine kontinuierliche Stärkung der Territorialherrschaften erkennbar. Die Verwaltung wurde neu organisiert und Gewerbe, Verlage und Mühlen wurden entlang neuer Wirtschaftsideen angesiedelt. Im 17. Jh. existierten in Europa etwa 600.000 Wasserräder. Diese enorme Zahl bedeutete natürlich auch enorme Nachfragezuwächse nach Wasserenergie, die nur begrenzt zur Verfügung stand. Die bis ins 15. Jh. gebauten Wasserräder waren fast ausschließlich unterschlächtige. Diese Technik stieß hier an ihre Grenzen, denn jede Mühle reduzierte die Strömungsgeschwindigkeit und sorgte zugleich für Rückstau nach oben. Es konnten also nicht beliebig viele Mühlen an einem Fluss gebaut werden.

Ein Ausweg bestand darin, die Wasserenergie besser zu nutzen. Ab dem 15. Jh. wurden verstärkt überschlächtige Räder gebaut. Im Gegensatz zum unterschlächtigen Rad wurde nun nicht

mehr die kinetische Energie des Wassers genutzt, sondern die potenzielle. Durch das Aufstauen wurde es möglich, sich die potenzielle Energie zu sichern, die für den jeweiligen Streckenabschnitt zur Verfügung stand. Zudem lieferten diese Wasserräder höhere Drehmomente – es ist davon auszugehen, dass sich der Wirkungsgrad der gesamten Anlage enorm erhöhte. Durch die Erweiterung notwendiger Baumaßnahmen wie Stauwehre erhöhten sich zwar die Baukosten erheblich, aber dadurch, dass die begrenzte Ressource Wasserenergie nun besser genutzt werden konnte, konnten mehr gewinnbringende Mühlen betrieben werden.

Selbst diese Maßnahmen genühten allerdings nicht, um mit der zunehmenden Mechanisierung schrittzuhalten. Die Mühlenbetreiber gruben sich gegenseitig das Wasser ab, Mühlenstreitigkeiten um Wasserrechte waren die Folge. Eine weitere Maßnahme war, die Energiemenge zu kontingentieren – Eichpfähle wurden eingeführt, mittels derer die zulässigen Stauhöhen festgelegt wurden. „Währpfahl, ... ein pfahl, der die richtige höhe des

wasserstandes angibt, zu wahren II ‚verbürgen‘: es soll kein mühlherr, müller oder iemand, ihrentwegen den währpfahl ausziehen, verrücken, noch einigen falsch daran gebrauchen. altenburg. landes-ordnung (1705).“<sup>12</sup>

In diesem kurzen Umriss sollte deutlich werden, was der Lern-Umweg über die Geschichte bringen kann: Der Vergleich 14. Jh. – heute zeigt ähnliche Strukturen: Technisierung / Rationalisierung infolge gesellschaftlicher Veränderungen – eben diese Wirkmechanismen sind weiterhin gültig. Die Epoche 15. bis zum 17. Jh. ist eine Epoche der Energiekrisen<sup>13</sup> – auch diese sind nicht neu! Didaktisch wertvoll ist eine Beschäftigung mit solchen Krisensituationen nicht zuletzt deshalb, weil die Lernenden sich am historischen Beispiel mit Handlungsmöglichkeiten auseinandersetzen können: Wenn die Energiekrisen des Mittelalters gelöst werden konnten, dann liegen in den damaligen Lösungen vielleicht sinnvolle Denkansätze für heutige Möglichkeiten. Die Maßnahmen sind ähnlich:

- 15.–17. Jh. – Kontingentierung und Effizienzsteigerung
- heute: Effizienzsteigerung und Substituierung der Energieträger.

Hier wird auch ein zweiter Antwortansatz auf die oben gestellte Frage erkennbar: Warum wurde diese umweltfreundliche Form der Energienutzung durch fossile Träger ersetzt? Die massenhafte Mechanisierung und insbesondere die Industrialisierung ab dem 18. Jh. verlangte derart große Energiemengen, dass die ausschließliche Nutzung der Wasserenergie bei weitem nicht mehr ausreichte, um den rapide steigenden Bedarf zu decken. Fossile Energieträger ersetzen die regenerativen Quellen – mit den heute bekannten Folgen für die Umwelt.

Zwei Begriffe treten hier in den Vordergrund: Substituierung und Effizienzsteigerung. Der Aspekt der Substituierung der Energieträger verweist auf heutige Muster – im Gegensatz zur Richtung des 19. Jh. rücken nun wieder jene regenerativen Formen in den Blick, die damals verworfen wurden. Heute kehrt sich die Situation um: Nun sollen regenerative Energieträger die

fossilen und atomaren ersetzen – ein Widerspruch? Neben dem Substituierungsaspekt spielt auch der Aspekt der Effizienzsteigerung eine wichtige Rolle. Effizienzsteigerung ist ein fundamentaler Denkansatz, der auf viele Technologien der Gegenwart übertragbar ist: LEDs statt Glühlampen, Einsatz unterschiedlicher Wasserturbinen – optimiert für unterschiedliche Einsatzzwecke, neue Antriebskonzepte für Autos ...

Der Lern-Umweg über die Geschichte soll also dabei helfen, dass die Lernenden Distanz zur Unmittelbarkeit des gegenwärtig Alltäglichen gewinnen. Dieser Umweg zeigt Ähnliches oder Gleiches, vielleicht das Kontrastierende der Vergangenheit. Am Beispiel der ober- bzw. unterschlächtigen Wasserräder können an recht einfachen mechanischen Aufbauten Versuche gemacht werden, die den Lernenden den abstrakten Begriff „Wirkungsgrad“ anschaulich vor Augen führen. Historische Techniken schaffen mitunter bessere Zugänge als moderne. Versuche an modernen, gekapselten Turbinen sind mit schulischen Mitteln nur sehr schwer umsetzbar. Diese Verstehbarkeit der unverdeckten, häufig mechanisch einfacheren historischen Techniken ist ein Vorteil des genannten Lern-Umwegs. Der andere ist der, dass Entscheidungen der Vergangenheit hinsichtlich ihrer Folgen und Nebenfolgen erkennbar werden. Technisches Handeln wird erst im geschichtlichen Rückblick vollständig erkennbar. Erst dann erscheinen tatsächliche Folgen – und nicht die Behaupteten (d. h. die Versprochenen), wie dies aus Sicht der Gegenwart üblich ist. Zwar können heutige Handlungsoptionen zwar sicher nicht aus der Vergangenheit abgeleitet werden, die potenziellen Wirkungen werden aber sicher differenzierter erörterbar. Erst in der kritischen Distanz zur Ge-

schichte – d. h. im kritischen Vergleich, vielleicht im Kontrast zur Vergangenheit, erscheint die Gegenwart als das, was sie ist, nämlich ein spezifischer, zeitbedingter Zustand, der gemacht und somit auch anders denkbar bzw. veränderbar ist.

### Abbildungsverzeichnis:

- Abb. 1 und 2: KERTH/ TIMM S. 36 f  
 Abb. 3: <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Smallpox01.jpg> (gesehen am 2.3.2013)  
 Abb. 4: <http://www.atterwiki.at/index.php?title=S%C3%A4gewerk> (gesehen am 2.3.2013)  
 Abb. 5: oberschlächtiges Wasserrad Propyläen 1000–1600 S. 228  
 Abb. 5: unterschlächtiges Wasserrad Propyläen 1000–1600 S. 369

### Literaturverzeichnis:

- BERGMANN, K.: Geschichte in der didaktischen Reflexion in: Handbuch der Geschichtsdidaktik, BERGMANN u. a. (Hrsg.), Düsseldorf 1985 S. 207–217, 5. Auflage 1997  
 BIENIA, D.: Technikgeschichte als Gegenstand allgemeiner technischer Bildung – Didaktische und methodische Aspekte für den Technikunterricht, Hamburg 2004  
 KERTH, K., TIMM, C.: Pforzheim. Fotografien von gestern und heute – eine Gegenüberstellung, Gudensberg-Gleichen 1998  
 LUDWIG, K.-H., SCHMIDTCHEN, V.: Propyläen Technikgeschichte / Metalle und Macht in: Propyläen Technikgeschichte 1000–1600, Propyläen Verlag 2000  
 ROHLFES, J., JEISMANN, K.: Geschichtsunterricht, Inhalte und Ziele, 2. Auflage Stuttgart 1976  
 SACHS, B.: Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven, in: TU – Zeitschrift für Technik im Unterricht TU 100/2001 S. 5–12  
 ders.: Eine Technik von gestern in der Schule von heute – für eine Welt von morgen?, in: Technikgeschichte 51 (1984)4, S. 302–318.  
 SCHMAYL, W.: Pädagogik und Technik, Bad Heilbrunn 1989  
 SELLIN, H.: 30 Jahre nach „Heidelberg“, in: Fast/Seifert (Hrsg.) Technische Bildung, Weinheim 1997  
 TUCHEL, K.: Herausforderung der Technik, 1967

<sup>12</sup> [http://woerterbuchnetz.de/DWB/call\\_wbgui\\_py\\_from\\_form?sigle=DWB&mode=Volltextsuche&hitlist=&paternlist=&lemid=GW02911](http://woerterbuchnetz.de/DWB/call_wbgui_py_from_form?sigle=DWB&mode=Volltextsuche&hitlist=&paternlist=&lemid=GW02911) (gesehen 2.5.2013)

<sup>13</sup> Allerdings war der Begriff „Energie“ noch völlig unbekannt. Er entstand erst im 19. Jh.