



Zusammenfassung der Inhalte aus dem Kurs

Grundlagen der Technik

für die Virtuelle Hochschule Bayern



Dr. Michael Köck

Inhalt

1. Bedeutung und Geschichte der Technik	3
2. Geschichte der Technik II	6
3. Systematik der Technik	8
4. Grundkategorie: Stoff.....	12
5. Grundkategorie: Energie	16
6. Grundkategorie: Information	20
7. Von der Idee zum Produkt.....	23
8. Aspekte der Energietechnik	26
9. Aspekte der Produktionstechnik	29
10. Aspekte der Informations- und Kommunikationstechnik	33
11. Technikbewertung.....	36
12. Technik als Gegenstandsbereich des Faches „Wirtschaft und Beruf“ (Mittelschule/Bayern)	40

1. Bedeutung und Geschichte der Technik

Was ist Technik? Wie beeinflusst sie unsere Kultur? Welchen Nutzen bringt die Technik?

Im Rahmen dieser Lerneinheit soll im ersten Abschnitt der Frage nachgegangen werden, was man generell unter Technik versteht. Ausgangspunkt ist die Feststellung, dass Technik unlösbar mit der Menschheitsgeschichte verbunden ist, bzw. diese überhaupt erst durch technische Erfindungen und Artefakte nachgezeichnet werden kann.

Weitere Aspekte zur Deutung der Technik gewinnt man durch philosophische Überlegungen, die nicht allein den materiellen oder Nützlichkeitsaspekt der Technik hervorheben, sondern Technik vor allem auch als schöpferischen Akt des denkenden Menschen an sich beschreiben.

Den verschiedenen Facetten der Technik entspricht auch die Technikdefinition des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), die als Grundlage für diesen Kurs dienen soll und die den ersten Abschnitt abschließt. Nach der vom VDI in einer Richtlinie zur Technikbewertung verwendeten Definition umfasst Technik:

"die Menge der nutzorientierten, künstlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);
die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen;
die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden."

Der dann folgende Blick in die Technikgeschichte soll an einzelnen Beispielen Aufschluss darüber geben, wie Technik die soziale und kulturelle Entwicklung im Verlauf der Geschichte beeinflusste und umgekehrt, wie die soziale und kulturelle Entwicklung erst Technik ermöglichte – generell, welchen Nutzen der Mensch von der Technik hatte.

Als eigentliche Triebfeder technischer Entwicklungen kann die Befriedigung der Bedürfnisse von Individuen oder Kollektiven identifiziert werden. Existenzsicherung, das Bedürfnis nach Entlastung bei der Arbeit, Machterhalt oder auch Komfort sind Ursachen für die gezielte Nutzung der Naturkräfte.

Freilich entwickeln sich Bedürfnisse immer auch vor dem Hintergrund der jeweiligen klimatischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Bedingungen widerspiegelnden Verhältnisse und Wertsysteme. Wenn sich durch diese Lebensumstände bedingt, für das Individuum keine Verbesserung abzeichnet, unterbleibt die Suche nach technischen Neuerungen: Wenn man nicht friert, braucht man keine Heizung. Wenn man genug Sklaven hat, braucht man keine technischen Hilfsmittel zur Arbeitserleichterung oder Maschinen als Ersatz für menschliche Arbeitskraft. Und warum sollte man es sich im Diesseits schöner machen, wenn der Blick doch eigentlich auf das Jenseits gerichtet ist.

So zeigt der Blick auf unterschiedliche Epochen durchaus widersprüchliche Aspekte: Während die Griechen beispielsweise viel zur Entwicklung mathematisch-naturwissenschaftlichen Wissens beigetragen haben, bleiben sie den Transfer des theoretischen Wissens in Praxis und Realtechnik weitgehend schuldig. Ein Grund dafür ist in den gesellschaftlichen Verhältnissen zu sehen. Handwerk und mühsame Arbeit zählen zumindest in der späten Phase der griechischen

Antike nicht unbedingt zum Ideal des freien Bürgers. Sie werden, wie bei den Römern, eher den Unfreien überlassen. Die Römer übernehmen das bereits vorhandene Wissen ohne es entscheidend weiter zu entwickeln. Sie beeindruckten vor allem in der Baukunst und Kriegstechnik.

Der Blick in die Geschichte zeigt aber auch, dass Bedürfnisse zum Fortschritt technischer Entwicklungen beitragen, wenn sie ihre Kraftwirkung in verschiedenen gesellschaftlichen und kulturellen Teilbereichen entfalten können. Die erreichten technischen Lösungen konkurrieren dann miteinander und befördern ihrerseits den regionalen, gesellschaftlichen oder nationalen Wettbewerb.

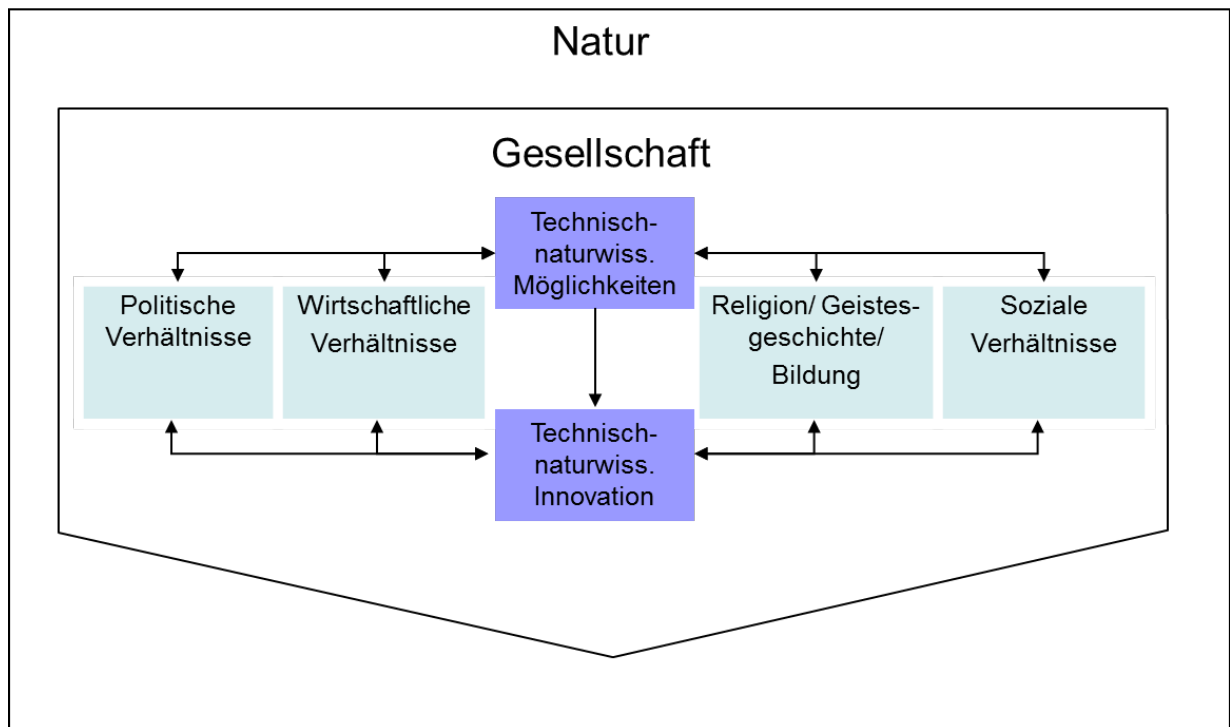


Abb. 1: Bestimmende Faktoren technischer Entwicklung

So kommt es beispielsweise im Mittelalter durch die Ächtung der Sklaverei zu einem Arbeitskräftemangel, der seinerseits verschiedene Innovationen nach sich zieht. Allerdings sind auch in dieser Phase der Technischen Entwicklung geistesgeschichtlich und gesellschaftlich enge Grenzen gesetzt.

Schlüsselwörter

Kulturgeschichte	Metallurgie
Technik als Kompensation unzulänglicher physischer Ausstattung	Bronzezeit
Technik als Teil der immateriellen Kultur	Eisenzeit
Nutzbarmachung der Natur	Antike
Technik als Folge von Bedürfnissen	Mathematisch-naturwissenschaftliche Erkenntnisse der Griechen
„Techne“	Römische Baukunst

Enges, weites Technikverständnis	opus caementitium
Technikdefinition des VDI	Mittelalter
Abhängigkeit technischer Entwicklung von natürlichen und gesellschaftlichen Bedingungen	Mangel an Arbeitskräften
Mittlere Steinzeit	Klöster, Städte, Handwerk
Steinwerkzeug	Zunft

2. Geschichte der Technik II

Warum kommt es in der Neuzeit zu einer Beschleunigung technischer Entwicklungen? Was sind die Triebkräfte für technische Entwicklungen?

Die zweite Lerneinheit beschäftigt sich noch einmal mit der Technikgeschichte. Erinnern wir uns: Technik ist die Folge und die Ursache sozialer Prozesse und der ihnen innewohnenden Triebkräfte menschlicher Bedürfnisse. Diese wiederum werden beeinflusst von den jeweiligen Naturgegebenheiten, den vorgefundenen oder neu entdeckten technischen Möglichkeiten, den gesellschaftlichen, politischen und sozialen Verhältnissen sowie von religiösen oder geistesgeschichtlichen Entwicklungen.

Die geographische und regionale Trennung und die dadurch mögliche spezifische Ausformung kultureller Wirkkräfte einerseits sowie die die Zeitläufte überformenden politischen Auseinandersetzungen mit ihrem zum Teil kriegerischen Zerstörungspotential andererseits begünstigten lange Zeitabschnitte, die aus unserer heutigen Perspektive wie technischer Stillstand anmuten. Bei näherer Betrachtung zeigt sich die Technikgeschichte keineswegs als durchweg linearer Prozess. Über Jahrhunderte ist die Geschichte vielmehr gekennzeichnet durch asynchrone Entwicklungen und der Neuentdeckung bereits Gewesenes.

Auffällig ist allerdings die Dynamik des technischen Wandels ab der Renaissance und insbesondere in den letzten zweihundert Jahren. Wie es zu einer solchen Beschleunigung technischer Impulse kommen konnte, ist Thema dieser Lerneinheit. Wir werden sehen, dass dafür die Überlagerung verschiedener wirtschaftlicher und sozialer Gegebenheiten eine wichtige Rolle spielte, die es dem von religiös motivierten Bindungskräften befreiten Menschen erlauben, sein schöpferisches Potenzial entfalten zu können. Befreit von geistigen Fesseln kann sich das Verlangen nach einer intellektuellen Durchdringung der Naturgesetze Bahn brechen, wobei das dazu notwendige Wissen nicht allein aus der Rezeption antiker Quellen gewonnen wird, sondern erstmals über die systematische Anwendung erfahrungswissenschaftlicher Methoden. Wissenschaft und Technik rücken nun zum ersten Mal eng zusammen: Einmal, weil technische Geräte für die wissenschaftliche Untersuchung konzipiert und gebaut werden, zum anderen, weil die funktionale Ausstattung technischer Geräte selbst nun auf den durch wissenschaftliche Erkenntnissen basierenden Naturgesetzen beruht.

Für den Erfolg technischer Innovationen ist es von Bedeutung, welche Wirkung sie in einem bestimmten gesellschaftlichen Bereich erzielen, ob mit der Innovation Bedürfnisse befriedigt werden und ob die Menschen überhaupt über die Freiheit verfügen, die Innovation anzunehmen.

Einmal angestoßene soziotechnische Fliehkräfte werden durch so genannte Komplementärbedürfnisse verstärkt. Dabei handelt es sich um solche Bedürfnisse, die allein dadurch entstehen, weil andere Bedürfnisse beispielsweise durch die Technik gedeckt werden. So geht das Verlangen, ein Auto zu besitzen einher mit dem Bedürfnis, es auch uneingeschränkt nutzen zu können. "Technische Neuerungen und wachsende Bedürfnisse schaukeln einander wechselseitig auf, wobei durch eine bestimmte Innovation neue Engpässe geschaffen werden, die dann in einem scheinbar unaufhaltsamen Prozess zu weiteren Innovationen führen." (Rapp 1993, S. 36)

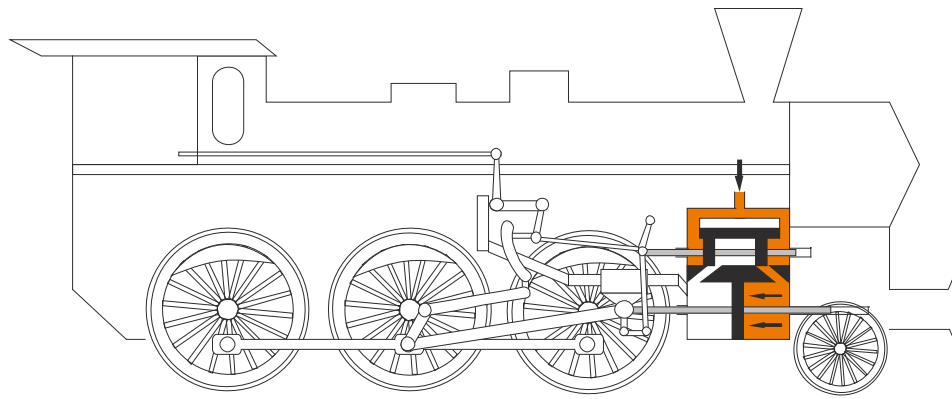


Abb. 2: Die mit Dampf angetriebene Eisenbahn - Resultat naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und des Bedürfnisses nach Mobilität

Schlüsselwörter

Renaissance	Wasserturbine
Uomini universali	Elektromotor
Leonardo da Vinci	Fließbandfertigung
Stadtbürgertum	Selbstzünder-/Verbrennungsmotor
Fürsten	Flugzeug
Wiss. Instrumente und Wissenschaftstheorie	Düsenflugzeug
Zunftschranken	Nachrichten- und Kommunikationstechnik
Rechenmaschinen	Rundfunk
Kraftmaschine	Entwicklung der Computertechnik
Dampfmaschine	Mechanische Rechenmaschinen
James Watt	Programmgesteuerte Maschinen
Aufklärung	Lochkarten
Gewerbliche und polytechnische Schulen	Röhren/Transistoren
Industrialisierung	Mikroprozessoren
Mechanisierung der Produktion	Personal Computer
Werkzeugmaschinen	Internet
Eisenbahn	Technikdeterminismus

3. Systematik der Technik

Wie kann man Technik systematisch erfassen?

Es gilt weiterhin und in Anbetracht des technischen Fortschritts heute noch mehr als 1979, als der Technikphilosoph Günter Ropohl seine Habilitationsschrift veröffentlichte, die Feststellung, dass „der Mensch vor der Technik steht, wie der Verirrte, der vor lauter Bäumen den Wald nicht sieht“. Die „unbewältigte Technik“, für Ropohl (1979, S. 16) ist sie Ausgangspunkt für deren eigene Unvollkommenheit sowie für ressentimentgeladene oder hilflose Reaktionen gegenüber ihren Erscheinungen, Bedingungen und Folgen. Angesichts dieser Feststellung möchte man dem Lodovico Settembrini aus Thomas Manns Zauberberg zustimmen, wenn er – freilich in anderem Kontext – sagt, dass Ordnung der erste Schritt zur Beherrschung sei. Eine Ordnung in die Technik bringen, das ist die Aufgabe dieser Lerneinheit und sie bringt es mit sich, dass der Gegenstand der Betrachtung zu diesem Zweck zunächst „zerlegt“ wird und die daraus gewonnenen Elemente in eine Systematik eingeordnet werden.

Eine Systematik (auch Klassifikation) entsteht durch die Definition von Klassen (auch Konzepten oder Kategorien), denen jeweils Elemente zugeordnet werden, die vergleichbare Merkmale aufweisen. Die Klassen selbst können dabei in einem mehr oder weniger hierarchischen Verhältnis zueinander stehen. Anzumerken bleibt, dass die hier bemühten Klassifizierungen nicht im Dienst einer grundsätzlichen Ontologie stehen und damit den Anspruch erheben, Technik in jeder Hinsicht allgemeingültig zu erfassen. Ein solches Unterfangen bliebe angesichts des Variationsreichtums technischer Hervorbringungen problematisch. Auf der Suche nach Ordnung und Systematik in der Technik wenden wir uns zunächst der Sachtechnik zu und anschließend den technischen Handlungen.

Als Grundlage zur Betrachtung der „materiellen“ Technik führen wir den Begriff des Systems ein. Er erlaubt eine Unterscheidung technischer Systeme nach ihrer vorherrschenden Funktion und weiter nach den stofflichen, energetischen oder informationellen Bezügen technischer Systeme untereinander. Indem man die in ein System eingeleiteten Inputs und die daraus resultierenden Outputs näher spezifiziert, kann das gesamte System charakterisiert werden. Wenn gleich die für die Beschreibung der In- und Outputs bemühten Kategorien Energie, Stoff und Information physikalisch nicht unbedingt zu trennen sind, so erlaubt die getrennte Betrachtung doch Aussagen darüber, zu welcher Kategorie sich das jeweilige Gebilde hinwendet. Je nach dem kann ein solches System dann eher dem Energie-, Stoff- oder Informationsumsatz zugeordnet werden.

Geräte, Maschinen oder andere technische Gebilde bleiben jedoch selten auf eine Funktion beschränkt, vielmehr setzen sie sich aus einer Vielzahl von Teilsystemen mit jeweils verschiedenen Funktionen zusammen. Die funktionellen Beziehungen zwischen den Teilsystemen sind nicht durchweg sequentiell, sondern folgen auch hierarchischen Abhängigkeiten.

Dass für die Umsetzung der Funktionen Naturgesetze zum Tragen kommen, versteht sich von selbst und macht es eigentlich auch notwendig, Technik daraufhin zu systematisieren. Da den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Technik aber in den folgenden Kapiteln ausreichend Raum eingeräumt wird, sollen sie hier nicht näher behandelt werden. Festzuhalten bleibt, dass die Anwendung naturwissenschaftlicher Prinzipien und Gesetze dadurch, dass sie einen bestimmten Wirkort und eine bestimmte Wirkrichtung einfordern, letztlich die materielle und

morphologische Gestaltung des technischen Systems bestimmen. Die Funktionsstruktur definiert damit auch den Bauzusammenhang bzw. die Baustruktur technischer Systeme. Da in der Technik immer wieder gleichartige Anforderungen und Funktionen zu erfüllen sind, existiert eine Vielzahl von Teilen, die sich ausgehend von einzelnen Elementen zu Baugruppen und wiederum ganzen Systemen kombinieren lassen.

Bereits die Systematisierung der dinglichen Seite der Technik im Hinblick auf Funktion und Struktur identifiziert Technik als stoffgewordene Realisierung menschlicher Erkenntnisse und deren praktische Umsetzung im Rahmen von Handlungen. Daher wollen wir uns nach der Betrachtung des technischen Systems den technischen Handlungen widmen. Einschränkend sei angemerkt, dass in unseren Ausführungen nur individuelle Handlungen Beachtung finden werden, wohl wissend, dass gesellschaftliche Handlungszusammenhänge – man kann hier auch von übergeordneten Handlungssystemen sprechen – einen starken Einfluss auf die Technik haben.

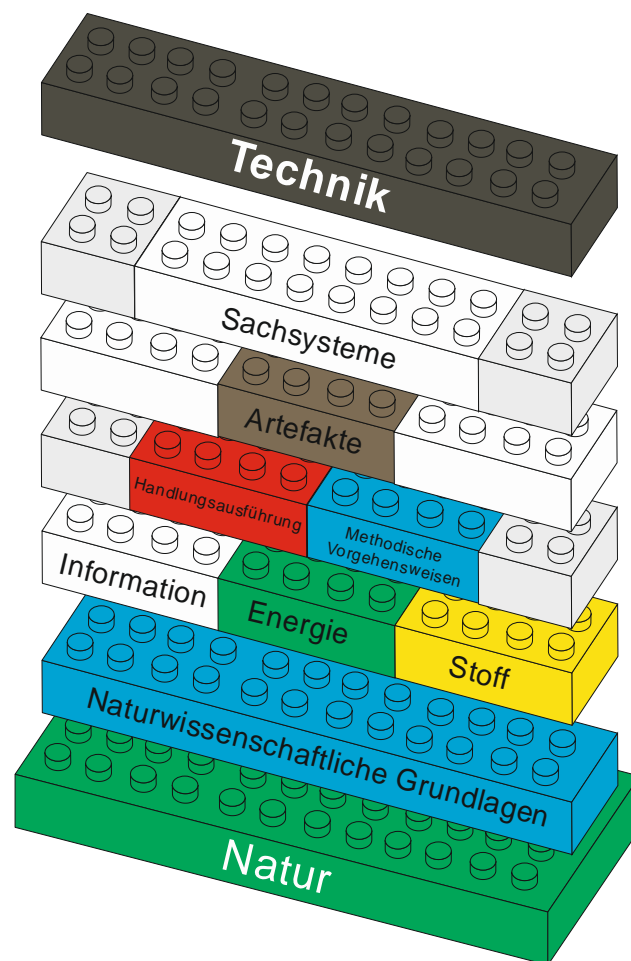


Abb. 3: Der Zusammenhang zwischen Natur und Technik

Technisches Handeln ist stets produktorientiert. Der Produktlebenszyklus mit seinen Phasen bietet daher eine erste Systematisierung technischer Handlungen. Eine weitere Analyse erlaubt die Handlungsregulationstheorie: Sie beschreibt Handlungen als Abfolge hierarchisch miteinander in Beziehung stehender Ziele, die der eigentlichen Tätigkeit teilweise zumindest gedanklich vorausgehen und für deren Umsetzung unterschiedliche psychoregulative Vorgänge notwendig sind. Diese psychoregulativen Prozesse spannen ein Feld zur Einordnung und Bewertung von Handlungen auf, dass von reinen Denkakten bis hin zur konkreten Tätigkeitsausführung reicht.

Man kann Handlungen demnach rein analytisch eine eher innere und eine eher äußere Seite zuschreiben. Wenngleich beide Seiten nur analytisch voneinander zu trennen sind, sollen sozusagen auf der „inneren Seite“ Denkvorgänge, die den kreativen und dispositiven, prozeduralen Aspekt der Handlung – wir nennen sie hier methodische Vorgehensweisen in der Technik – berühren, näher betrachtet werden. Dann erst soll ein Blick auf die „äußere Seite“ der Handlungsausführung geworfen werden; auf jene Seite, die augenscheinlich Technik verwendet oder herstellt.

Als innere Seite technischer Handlungen können antizipierende, realisierende, vereinfachende/systematisierende und analysierende Methoden definiert werden, die etwa bei der Konstruktion, aber auch bei der Fertigung oder Instandhaltung technischer Systeme zum Einsatz kommen.

Das um den Faktor Mensch ergänzte Sachsystem (soziotechnisches System) ist Ausgangspunkt für die Analyse der äußeren Seite technischer Handlungen. Ausgehend von bestimmten Arbeitsaufgaben agieren Menschen mit spezifischen Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen. Welche Aufgaben dabei zu erledigen sind, ist wiederum vom jeweiligen technischen System abhängig. Handelt es sich um Aufgaben innerhalb der Verfahrenstechnik, sind die technischen Handlungen an den Stoffwandlungsverfahren orientiert, berühren die Aufgaben dagegen die Fertigungstechnik, lassen sie sich entlang der Gestaltgebungsverfahren charakterisieren.

Schlüsselwörter

Sachsysteme	Produktlebenszyklus als Möglichkeit der Systematisierung technischer Handlungen
Technische Gebilde, Artefakt, technisches System	Technische Methoden als spezielle Ablauf- und Organisationsschemata
Systemhierarchie	Grundsätzliche Richtungen technischer Handlungen: instrumentell-motorisch oder dispositivkreativ
Teil- bzw. Subsysteme	Technische Problemtypen: Entscheidungen, Störungsbeseitigung, Techniknutzung, Technikbewertung, Konstruktion
Funktionen: Energie-, Informations- und Stoffumsatz	Handlungsregulationstheorie: Psychische Regulationen steuern äußere Tätigkeitsabläufe
Ein- und Ausgangsgrößen	Handeln als hierarchisch-sequentielle Abfolge von Zielen und Teilzielen
Wandlung, den Transport und die Speicherung von Information, Stoff oder Energie	„Innere Seite“ von Handlungen
Haupt- und Teilfunktionen	Methodische Vorgehensweisen: Algorithmisch oder heuristisch
Elementare Funktionen	Antizipierende, realisierende, vereinfachende/systematisierende und analysierende Methoden
Wirkprinzip, Wirkort, Wirkrichtung, Wirkstruktur	„Äußere Seite“ von Handlungen

Baustruktur: Form, Größe, Art, Anordnung der Materialien	Soziotechnisches System
Baueinheiten: Element, Gruppe, Einrichtung, System	Arbeitssystem: Arbeitsaufgabe, Mensch, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand, Umgebungseinflüsse
Technische Handlungen	Technische Handlungen im Bereich der Verfahrenstechnik, orientiert an den Stoffwandlungsverfahren
Handlung: Einheit von Wahrnehmung, Denken und zielgerichtetem Tun	Technische Handlungen im Bereich der Fertigungstechnik, orientiert an den Gestaltgebungsverfahren

4. Grundkategorie: Stoff

Welche Bedeutung spielen Stoffe in der Technik? Wie lassen sie sich einteilen und welche Eigenschaften haben sie?

Um das stoffliche „Geschehen“ technischer Prozesse bzw. Systeme zu erfassen, helfen chemisch-physikalische Erkenntnisse. Die Chemie dient der Klärung des Aufbaus, der Eigenschaften und der möglichen Umwandlungen von Stoffen. Die Physik rückt dann in den Mittelpunkt, wenn es um Vorgänge geht, in denen sich Zustand, Form oder Lage der Stoffe durch Kraft- oder Energieeinwirkungen ändern.

Ausgangspunkt stofflicher Vorgänge ist jeweils der atomare, bzw. molekulare Aufbau der Elemente, also der Stoffe, die nicht mehr in andere Stoffe zerlegt werden können. Die Atome eines Elementes sind in so genannte Elementarteilchen aufgebaut. Wichtige Elementarteilchen sind die Protonen, Neutronen und Elektronen. Es existieren unterschiedliche Modellvorstellungen zum Aufbau der kleinsten Teilchen. Gemäß der Modellvorstellung von Niels Bohr sind Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen auf bis zu 7 Schalen um den Kern angeordnet. Stimmen die Anzahl der Protonen im Kern und Elektronen in der Hülle nicht überein, wird aus dem elektrisch neutralen Atom ein Ion.

In der Vielfalt der uns bekannten Stoffe sind allerdings diejenigen, die in elementarer Form, also als Grundstoff vorkommen, eher die Minderheit. Viel öfter anzutreffen sind Kombinationen von Stoffen, die sich nach der Art ihres Aufbaus und ihrer Reinheit in Reinstoffe oder Gemenge unterscheiden lassen. Reinstoffe können aus Elementen oder Verbindungen aus Elementen bestehen. Gemenge wiederum werden unterteilt in feste Gemenge (z.B. Legierungen), in Lösungen und in so genannte Dispersionen.

Um die für technische Aufgaben erforderlichen technischen Stoffe zu bekommen, ist in der Regel eine Stoffwandlung von Rohstoffen in technische Stoffe mit genau vorbestimmten Eigenschaften erforderlich. Die Gesamtheit der Stoffwandlungsverfahren, in denen aus einem Rohmaterial ein Produkt geschaffen wird, einschließlich der dazu notwendigen Maschinen und Anlagen, wird als Verfahrenstechnik bezeichnet. Die Verfahrenstechnik baut auf Umwandlungsprozessen, bei denen eine Änderung der Eigenschaften, der Zusammensetzung oder auch der Stoffart erfolgt. Die Umwandlungsprozesse können physikalischer, chemischer oder auch biologischer Natur sein, und lassen sich in Verfahrensschritte und Grundoperationen untergliedern. Klassen von verfahrenstechnischen Grundoperationen sind zum Beispiel für die Änderung der Stoffeigenschaften das Zerkleinern, Kühlen oder Verdampfen, für die Änderung der Stoffzusammensetzung die Filtration, Destillation oder Elektrolyse und für die Änderung der Stoffart die Oxidation, Hydrierung, Polymerisation oder Gärung. Auch bei der Umwelttechnik spielt die Verfahrenstechnik eine Rolle, wenn es um die Trennung von Abfallstoffen oder das Recycling von Wertstoffen geht.

Um die Bauteile technischer Artefakte bzw. Sachsysteme herstellen zu können, ist die Verwendung von Werkstoffen notwendig. In der Bautechnik wird eher von Baustoffen gesprochen. Werkstoffe lassen sich nach ihrer Verarbeitung (z.B. Gusslegierungen, Sinterwerkstoffe), ihrer

Anwendung (z.B. Federstähle, Kolbenlegierungen), den Eigenschaften (z.B. Korrosionsbeständigkeit, unmagnetisch), der Zusammensetzung (z.B. legiert/unlegiert) oder ihrer inneren Struktur einteilen.

Die Kenntnis der Bindungsart zwischen den Atomen bzw. Molekülen eines Stoffes ist sowohl für das Verständnis verfahrenstechnischer Prozesse bei der Herstellung verschiedener Werk- und Baustoffe als auch für das Verständnis ihrer Eigenschaften zweckmäßig. Chemische Verbindungen von Elementen sind deswegen möglich, weil viele Atome dazu neigen, die Zahl der Elektronen auf der Außenschale (Valenzelektronen) zu erhöhen und auf acht zu bringen (Oktettregel). Dieser Zustand wird in Entsprechung zu den 8 Elektronen der äußersten Hülle der Edelgase als Edelgaskonfiguration bezeichnet.

Je nach Stellung der Elemente im Periodensystem erreichen die Elemente das von ihnen bei Verbindungen angestrebte Oktett auf verschiedene Weise: Entweder durch elektrostatische Wechselwirkungen oder Wechselwirkungen der Elektronen zweier oder mehrerer Atome. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang drei Arten von Verbindungen: die Metallbindung, die Atombindung oder Elektronenpaarbindung zwischen Nichtmetallelementen und die Ionenbindung.

Bei der Atombindung erfolgt der Aufbau von vollbesetzten Edelgasschalen über die Nutzung gemeinsamer Elektronenpaare. Beteiligt sind vorrangig Atome von Nichtmetallen. Zwischen Nichtmetallen und Metallen wirken hingegen ionische Bindungen, deren Gefüge durch elektrische Anziehungskräfte verursacht wird. Bei Metallen kommt es aufgrund der Abgabe der Außenelektronen zu einer Art Elektronengas, das die positiven Atomrümpfe in Form einer Kristallstruktur zusammenhält. Neben der guten Leitfähigkeit der Metalle, die auf die Beweglichkeit der Elektronen im Metallgitter (Elektronengas) zurückgeführt werden kann, beruhen auch ihre mechanischen Fähigkeiten auf dem Verhalten von Atomrümpfen und Elektronengas.

Keine direkte Bindungsart liegt bei den van-der-Waal-Kräften vor. Hier führen Ladungsasymmetrien der Atome kurzzeitig zu Anziehungskräften. Diese Art der Bindung findet sich besonders bei Kohlen-Wasserstoffverbindungen, also sogenannten organischen Stoffen.

Die aus ihrer inneren Struktur resultierenden spezifischen Eigenschaften der Werk- bzw. Baustoffe bedingen letztlich die Verwendung in technischen Systemen oder Bauwerken. Während der Festigkeit der Materialien beispielsweise eine gewisse Schlüsselrolle bei Anwendungen im Bauwesen und Maschinenbau zukommt, spielt die elektrische Leitfähigkeit naturgemäß eine dominierende Rolle bei allen elektronischen Systemen. Die Wärmeleitfähigkeit der Stoffe wiederum ist heute bei fast allen technischen Anwendungen mit zu berücksichtigen und ohne die Fähigkeit der Materialien, unter Wärme- und Druckeinwirkung von einem Aggregatzustand in einen anderen zu wechseln, gäbe es wohl nicht nur in der Verfahrens-, und Fertigungstechnik sehr eingeschränkte Möglichkeiten.

Dominierte lange Zeit die makroskopische Perspektive auf die Werk-, Bau- und Betriebsstoffe, die eine Verwendung der Materialien auf der Basis getesteter oder augenscheinlicher Eigenschaften nach sich zog, so interessieren nun in den Werkstoffwissenschaften die kleinsten Strukturen. Dadurch, dass es heute möglich ist bis in die atomaren Strukturen vorzudringen, können Werkstoffe quasi auf dem Reißbrett zu erzeugt werden.

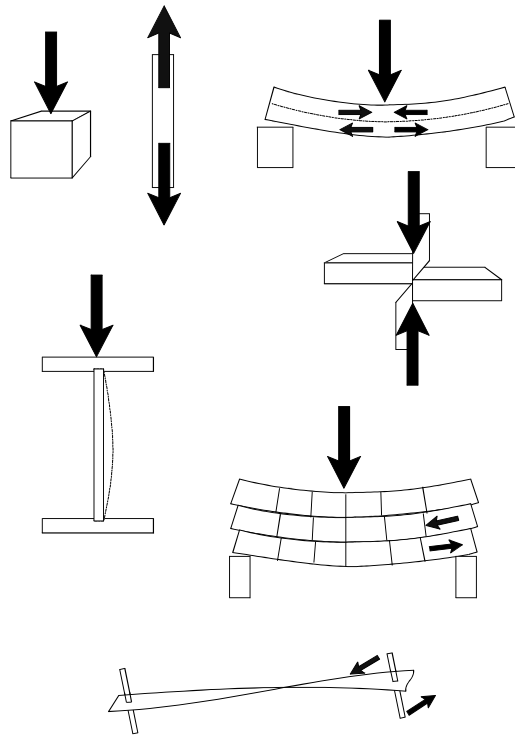


Abb. 4: Verschiedene technische Beanspruchungsarten

Die Nanotechnologie widmet sich der Erforschung und Produktion von Stoffstrukturen, Bauteilen oder Systemen im Nanometerbereich. Ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter (10^{-9} m). Viele Nanomaterialien zeigen allein aufgrund der geringen Größenordnung andere Eigenschaften als ihre chemisch identischen, aber in größeren Stoffstrukturen vorkommenden Verwandten. Solche Eigenschaften sind zum Beispiel eine verbesserte Leitfähigkeit, extreme Härte oder unerwartete chemische Reaktivität. Andererseits können die kleinen Teilchen, die etwa in Sonnenschutzcremes oder Zahnpasta enthalten sind, über die Haut oder über die Atemluft in das Innere des Körpers eindringen und dort zu Reaktionen und Veränderungen und in der Folge zu Krebs oder Abwehrreaktionen des Körpers führen.

Eine weitere Innovation sind die so genannten „intelligenten Werkstoffe“. Sie sind in der Lage, selbstständig auf äußere Einflüsse wie Temperaturänderung oder Lichtwechsel zu reagieren, um damit ohne weitere Ansteuerung eine Aktion auszulösen. Dazu werden entweder Sensoren und Aktoren direkt in den Werkstoff integriert oder aber, der Werkstoff reagiert selbstständig etwa aufgrund von Wärme oder Licht.

Schlüsselwörter

Naturstoffe	Valenzelektronen, Edelgaskonfiguration
Werk-, Bau- oder Betriebsstoffe	Atombindung, Metallbindung, Ionenbindung, Van-der-Waal-Bindung
Bohrsches Atommodell	Organische und anorganische Stoffe
Periodensystem	Stoffeigenschaften
Atom, Molekül	Masse, Dichte, Porösität
Grundstoff bzw. Element, Reinstoff und Gemenge	Festigkeit
Homogene und heterogene Gemenge	Wärmeleitfähigkeit
Roh-, Werk-, Bau- oder Betriebsstoffe	Elektrische Leitfähigkeit
Grundoperationen der Verfahrenstechnik	Aggregatzustände
Chemische Verbindungsarten	Nanomaterialien, Intelligente Werkstoffe, Verbundwerkstoffe

5. Grundkategorie: Energie

Was ist Energie? In welchen Formen kommt sie vor? Wie muss sie für die Nutzung weiterverarbeitet werden?

Was wir physikalisch mit Energie bezeichnen, versetzte Menschen in früheren Zeiten in Erstaunen: Sonne, Erdwärme, Stürme oder brennbare Flüssigkeiten wie Erdöl bildete die Grundlage für Religionen und Mythen. Heute ist die Beschäftigung mit Energie weitaus weniger geheimnisvoll. Im Vordergrund steht vielmehr das handfeste Problem, angesichts des weltweit steigenden Energiebedarfs sichere Energiequellen zu finden und diese auch effektiv zu nutzen. Was genau aber ist eigentlich Energie und in welchen Formen kommt sie vor? Damit beschäftigt sich diese Lerneinheit.

Energie kann über das erklärt werden, was es kann, nämlich Arbeit verrichten. Energie kann weder erzeugt, noch vernichtet werden, sondern nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden (Erhaltungsgröße). Die verschiedenen Formen der Energie lassen sich zu vier großen Gruppen zusammenschließen:

- Mechanische Energie (kinetische, potentielle Energie oder Spannungsenergie)
- Thermische oder innere Energie
- Elektrische Energie
- Bindungsenergie

Als Energie-Einheiten werden Newtonmeter [Nm], Watt-Sekunde [Ws] oder Joule [J] verwendet.

Beim Betrieb technischer Systeme wird Energie umgesetzt. Bezieht man die aufgewendete oder abgegebene Energie auf die dafür aufgewendete Zeit spricht man von der Leistung eines Systems. Die Einheit für die Leistung ist das Watt [W].

Will man Aussagen über die Energiebilanz eines technischen Systems treffen, ist das Verhältnis aus zugeführter Energie und Nutzenergie von Bedeutung. Der dimensionslose Wert, der sich daraus ergibt, heißt Wirkungsgrad und ist immer kleiner als Eins.

Die Energieträger, die in der Natur vorkommen (Primärenergieträger) können in den meisten Fällen nicht direkt genutzt werden. Im Anschluss an ihre Förderung oder Weiterverarbeitung werden sie Sekundärenergieträger genannt. Sie lassen sich besser transportieren oder lagern. Bei den verschiedenen Verbrauchern (Haushalte, Industrie, Gewerbe oder Landwirtschaft) werden sie in die eigentliche Nutzenergie umgewandelt. Die mit Abstand am meisten verbrauchten Primärenergieträger in Deutschland sind die fossilen Energieträger Erdöl und Erdgas.

Fossile Energieträger sind das Resultat aus Biomasse und Kleinstlebewesen, die in Urzeiten durch Sedimentation und Luftabschluss entstanden. Sie sind nur in begrenztem Maße vorhanden und ihre Nutzung führt u.a. zur Produktion des klimaschädlichen Kohlendioxids (CO₂).

In Atomkraftwerken wird die Energie genutzt, die durch die Spaltung von Atomkernen vorzugsweise des Uranisotops U 235 freigesetzt wird. Die Kernspaltung eines Uranatoms lässt sich durch Neutronenbeschuss beeinflussen. Die bei der Spaltung freiwerdenden Neutronen können ihrerseits andere Kerne spalten (Kettenreaktion). Regenerative Energien sind solche, die nach menschlichen Maßstäben nicht aufgebraucht werden können, weil sie entweder, wie die

Solarenergie durch die Kernfusion in der Sonne (Sonnenstrahlen), durch den radioaktiven Zerfall von Isotopen in der Erdkruste (Erdwärme), die Erdrotation und den damit verbundenen Effekten (Gezeiten, Wind- und Wasserkraft) oder durch nachwachsende Rohstoffe (Biomasse) gewonnen werden können.

Bei der Geothermie wird Energie durch heißes Wasser gewonnen, das entweder direkt gefördert wird oder in warme Erdschichten gepumpt wird. In Deutschland kann die Geothermie nur an wenigen Stellen effektiv genutzt werden, zum Beispiel im Voralpenland. Eine andere Möglichkeit der Nutzung der Erdwärme ist der Einsatz von Wärmepumpen. Mit ihnen lässt sich unter Zuführung von elektrischer Energie das Temperaturniveau eines Trägermediums erhöhen, das vorher durch den Wärmeaustausch mit Erdreich oder Grundwasser gewonnen wurde.

Die Kraft der Sonne kann grundsätzlich aktiv oder passiv genutzt werden. Von passiver Nutzung solarer Strahlungsenergie spricht man dann, wenn die Wärme der Sonne ohne weitere technische Apparaturen unmittelbar genutzt wird. Das ist beispielsweise bei Gewächshäusern oder Wintergärten der Fall. Hier wird die eintreffende kurzwellige Strahlung in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Von aktiver Nutzung spricht man, wenn technische Geräte und Apparaturen so gestaltet werden, dass sie solare Strahlungsenergie absorbieren oder reflektieren und einem technischen System zuführen können. Das ist bei Sonnenkollektoren und Solarzellen (Photovoltaik), bei Solarkraftwerken und indirekt auch bei Wärmepumpen der Fall.

Bei der Photovoltaik wird über Solarzellen direkt Strom erzeugt. Die Solarzellen, die meist aus Silizium bestehen, fungieren als photoelektrische Wandler. Die solare Strahlungsenergie löst Elektronen von den Siliziumatomen. Es bilden sich positiv und negativ geladene Zonen. Dadurch entsteht eine Spannung. Der daraus resultierende Gleichstrom kann nach Zwischenschaltung eines Wechselrichters in Form von Wechselstrom dem Stromnetz zugeführt werden.

Anders als bei der Photovoltaik wird bei solarthermischen Anlagen die Sonnenstrahlung in thermische Energie umgewandelt. Wie in einem Gewächshaus führt die in einen Sonnenkollektor einfallende kurzwellige Strahlung zur Erwärmung eines Mediums, das die Wärme anschließend beispielsweise an einen Heizungskreislauf abgeben kann.

Solarkraftwerke sind vor allem in sonnenreichen Gebieten sinnvoll. Bessere Bedingungen herrschen in Deutschland für die Nutzung der Windenergie vor. Sie kann bereits ab einer mittleren Windgeschwindigkeit von 4 m/s wirtschaftlich genutzt werden. Auslöser für die Windenergie ist ebenfalls die Sonne, die Luftmassen unterschiedlich stark erwärmt und damit Druckunterschiede verursacht.

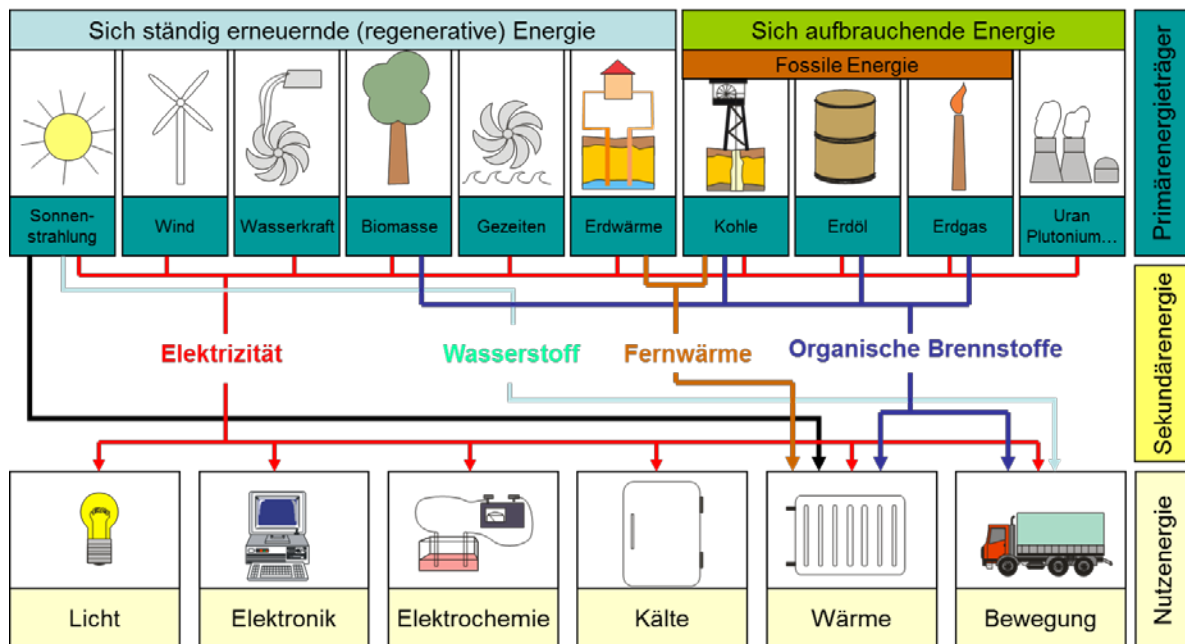


Abb. 5: Energieformen

Die Ressourcen für die Nutzung der Wasserkraft sind in Deutschland weitestgehend ausgeschöpft. Man unterscheidet im Wesentlichen drei Kraftwerkstypen. Laufwasserkraftwerke (an Flüssen), Speicherkraftwerke mit Sperrmauern und Staubecken und Gezeitenkraftwerke, die den Tidenhub nutzen. Eine weitere Möglichkeit ist es, den durch Wellen verursachten Unter- und Überdruck in einer Röhre für den Antrieb von Generatoren zu nutzen.

Der Biomasse wird nach Wind und Wasser mit das größte Potenzial für die Energieversorgung der Zukunft zugebilligt. Zur Biomasse zählt man alle nachwachsenden Rohstoffe, in denen die durch Photosynthese umgewandelte Energie der Sonne in Form von organischem Material gespeichert ist. Die energetische Nutzung der Hauptbestandteile von Biomasse, Kohlenstoff und Wasserstoff erfolgt entweder unmittelbar durch Verbrennung zu Heizzwecken oder zur Stromgewinnung sowie mittelbar nach der Weiterbearbeitung über verschiedene verfahrenstechnische Prozesse zu Brenn- bzw. Kraftstoffen (Biodiesel, Bioethanol, Biogas). Energetisch effizienter ist momentan die unmittelbare Verwertung. Neuere Verfahren versprechen die Energiebilanz bei der Nutzung von Biomasse vor allem dadurch zu verbessern, dass im Gegensatz zu den Brennstoffen wie Pflanzenöl oder Biodiesel die gesamte Ausgangsmasse genutzt wird. Zu nennen ist hier die Herstellung von Ethanol über einen Pilz (Ethanol aus Lignozellulose) sowie ein spezielles Raffinerieverfahren („Biomasse to liquids“, BTL), bei dem Diesel gewonnen werden kann.

Ein relativ ausgereiftes Verfahren ist die Biogasgewinnung, bei der Gülle, Festmist, Grün- und Mähgut sowie organische Abfälle und Reststoffe genutzt werden. Das Biogas enthält rund 60 % Methan und ca. 40 % Kohlendioxid. Nach einer Reinigung kann das Gas zum Beispiel für die Heizung, die Warmwasserbereitung oder den Betrieb von Gasmotoren und damit auch für die Stromerzeugung weiterverwendet werden.

Schlüsselwörter

Mechanische Energie (kinetische, potentielle Energie oder Spannungsenergie)	Atomspaltung, Kettenreaktion
Thermische oder innere Energie	Regenerative Energie
Elektrische Energie	Solarenergie
Bindungsenergie	Photovoltaik
Energieeinheiten	Solarthermie
Leistung	Windenergie
Zugeführte Energie, Nutzenergie	Wasserkraft
Energiebilanz und Wirkungsgrad	Laufwasserkraftwerk, Speicherkraftwerk, Gezeitenkraftwerk
Primärenergieträger	Geothermie
Sekundärenergieträger	Biomasse
Fossile Energieträger	Nachwachsende Rohstoffe
Kohlendioxid	Brennstoffe der ersten, zweiten oder dritten Generation

6. Grundkategorie: Information

Was meint Information in der Technik? Wie kann man Information verarbeiten?

In der Lerneinheit 3 wurde gezeigt, dass in technischen Systemen auch die Grundkategorie Information, ähnlich wie Stoff und Energie, „umgesetzt“ wird. Die drei Möglichkeiten des Umsatzes sind die Wandlung, der Transport und die Speicherung.

Analog zu dieser Kategorisierung lässt sich das weite Feld der Informationstechnik dann auch in die Bereiche Informationsverarbeitung bzw. Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (Wandlung), Informationsübertragung (Transport) und in die Informationsspeicherungstechnik (Speicherung) einteilen. Der Schwerpunkt dieser Lerneinheit liegt bei der Informationsverarbeitung und der Informationsübertragung.

Stoffe und Energie können der Natur entnommen werden, und sie werden nach der Verwendung der Natur im Sinne eines Kreislaufs wieder zugeführt. Für beide Kategorien gilt der Erhaltungssatz. Anders bei Informationen. Für ihre Generierung ist allein der Mensch zuständig. Doch was ist Information und wie kommt sie in der Technik vor?

Das was wir landläufig unter Information verstehen und die Art, wie wir Informationen übermitteln, sind auf den Bereich technischer Informationsverarbeitung nur bedingt übertragbar: Gebärden, Mimik oder doppeldeutige Begriffe sind zu wenig präzise und aufgeladen mit Bedeutungsgehalten, mit denen technische Systeme nicht unbedingt etwas anzufangen wissen. Information im mathematisch-technischen Kontext ist enger zu fassen: Unter Information versteht man dort den Inhalt einer Beschreibung oder einer Nachricht, die sich auf unterschiedliche Subjekte oder Objekte beziehen kann, z.B. auf die Größe einer Zahl, die Farbe eines Gegenstandes oder die Maße eines Menschen. Wie aber wird Information gespeichert oder weitergegeben?

Eine Möglichkeit liegt in der Speicherung als geometrische Form, die im Bedarfsfall eine manuelle oder mechanische Weiterverarbeitung erlaubt: Beispiele dafür sind unterschiedliche Zahnräder oder auch Schablonen. Die in diesen Formen gespeicherte Information kann auch als Signalgeber eingesetzt werden. Die Speicherung und die Weiterverarbeitung von geometrisch definierten Informationen bildet die Grundlage für die manuelle und mechanische Datenverarbeitung etwa mit Abakus und Rechenmaschinen. Auch die Steuerung und Regelung von Maschinen kann auf manueller und mechanischer Informationsverarbeitung beruhen. Ein Beispiel dafür ist die Nockenwelle, die bei einem Motor die Einlassventile steuert.

Neben der Anbindung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen über geometrische Formen, gibt es die Möglichkeit, Informationen mit physikalischen Größen zu verknüpfen. Solche Größen können thermischer, optischer, akustischer, chemischer und vor allem auch elektrischer Natur sein. Die für technische Systeme bestimmten Informationen müssen auf alle Fälle von diesen auch entschlüsselt werden können: Das wird durch präzise definierte Daten, Signale, Steuerimpulse oder Programm-Befehle erreicht. Gemeinsam ist diesen Informationsformen, dass sie in einem maschinenlesbaren Code vorliegen.

Ein solcher Code ist zum Beispiel einer, der Informationseinheiten mit nur zwei Zeichen auszudrücken vermag (Binärcode), etwa mit 0 und 1. Maschinenlesbar bedeutet, dass die beiden Zeichen als zwei Zustände interpretiert werden können, die technische Bauteile einnehmen und damit auch als Signale weitergeben oder verarbeiten können: Ein und Aus, stromleitend

oder nichtleitend. Derartige Signale werden aufgrund ihres begrenzten Wertvorrats und auch aufgrund der bestimmten Zeiten, zu denen sie auftreten, als digitale Signale bezeichnet. Da viele Signale zunächst aber in analoger Form auftreten und als solche auch wieder nur vom Menschen genutzt werden können, kommen Signalwandler zum Einsatz.

Obwohl sich in der Technik digitale Signale auch in anderer Form darstellen lassen, dominiert heute die Verarbeitung elektrischer Signale. Dies liegt wohl in erster Linie in den Möglichkeiten begründet, die elektrische Strom-, und Spannungsänderungen als „Informations-Transporteure“ aufweisen.

Eine Grundlage für die elektronische Datenverarbeitung liegt nun darin, dass mittels 0en und 1en alle anderen Zahlen (Dualsystem) ausgedrückt werden können und über die Zahlen letztlich dann auch alle anderen Zeichen. Ordnet man Buchstaben oder anderen Zeichen bestimmten Zahlen zu, wie dies beim ASCII-Code der Fall ist, können Maschinen daher auch Begriffe verarbeiten.

Jeder Zustand der beiden Ziffern 0 und 1 einer Dualzahl wird als Bit bezeichnet. Acht Bit ergeben ein Byte. Bits und Bytes können nun z.B. in Form von elektrischen Impulsen transportiert werden, entweder hintereinander (bitseriell) oder bitparallel.

Das Grundprinzip der Datenverarbeitung ist die Abfolge von Informationseingabe, Informationsverarbeitung und Informationsausgabe (EVA-Prinzip der Datenverarbeitung). Die eigentliche Informationsverarbeitung erfolgt im Zusammenspiel der einzelnen Bereiche eines Prozessors (Steuerwerk, Rechenwerk und Register). Was ein Rechner tun soll, muss ihm vorher mit Programmiersprachen einprogrammiert werden. Jede Programmiersprache zur Erstellung von Software besteht – ähnlich wie eine Fremdsprache – aus bestimmten Vokabeln und einer Grammatik. Der mit der Programmiersprache erzeugte Code muss für die Nutzung durch den Rechner erst noch in Maschinencode übersetzt werden. Dazu werden Interpreter oder Compiler benötigt.

Technisch basiert die Verarbeitung der 0en und 1en auf den unterschiedlichen Zuständen von Schaltungen (Gatter) und den sich daraus ergebenden logischen Kombinationsmöglichkeiten für den Stromfluss. Freilich haben die Schaltungen heute mit denen aus den Anfangstagen elektronischer Datenverarbeitung äußerlich nichts mehr gemein. Relais wurden durch Vakuumröhren und diese durch Transistoren ersetzt. Aufgrund der Verwendung von Silizium konnten Transistoren wiederum in mikroskopisch kleine Formen gebracht werden, so dass die Leistungsfähigkeit der damit ausgestatteten Bauteile beständig zunahm.

Die Übertragung von Signalen ist nicht nur für die Datenverarbeitung bedeutsam, sondern auch bei der Telekommunikation, die sich heute mehr und mehr vom einst klassischen Übertragungsweg Kabel löst und in vielen Fällen auf Funk und auch auf Licht und damit auf die Signalübermittlung mittels elektromagnetischer Wellen setzt.

Generell spielt bei vielen Datenübertragungsverfahren die so genannte Modulation eine Rolle. Dabei wird das zu übertragende analoge oder digitale Signal auf eine Schwingung aufmoduliert. Man unterscheidet die Frequenz-, die Amplituden- und die Phasenmodulation. Für die drahtgebundene Übertragung hat die Modulation den Vorteil, dass in einer Leitung mehr Signale gleichzeitig transportiert werden können. Für die drahtlose Kommunikation ist sie die einzige Möglichkeit, Informationen zu transportieren. Bei der Funktechnik erzeugt ein Schwingungserzeuger so genannte Grund- oder Trägerwellen, denen dann im „Huckepackverfahren“ die eigentliche Information aufmoduliert wird.

Da sich bei der Mobilfunktechnik eine Vielzahl von Teilnehmern einen begrenzten Umfang von Frequenzen teilen muss und die „Handys“ aus Gewichtsgründen auch nur kleine Akkus für kleine Reichweiten haben, wird ein Sende- und Empfangsgebiet in kleine Zellen aufgeteilt. Das Handy muss dann grundsätzlich eine Funkverbindung zu dem stationären Sender aufweisen.

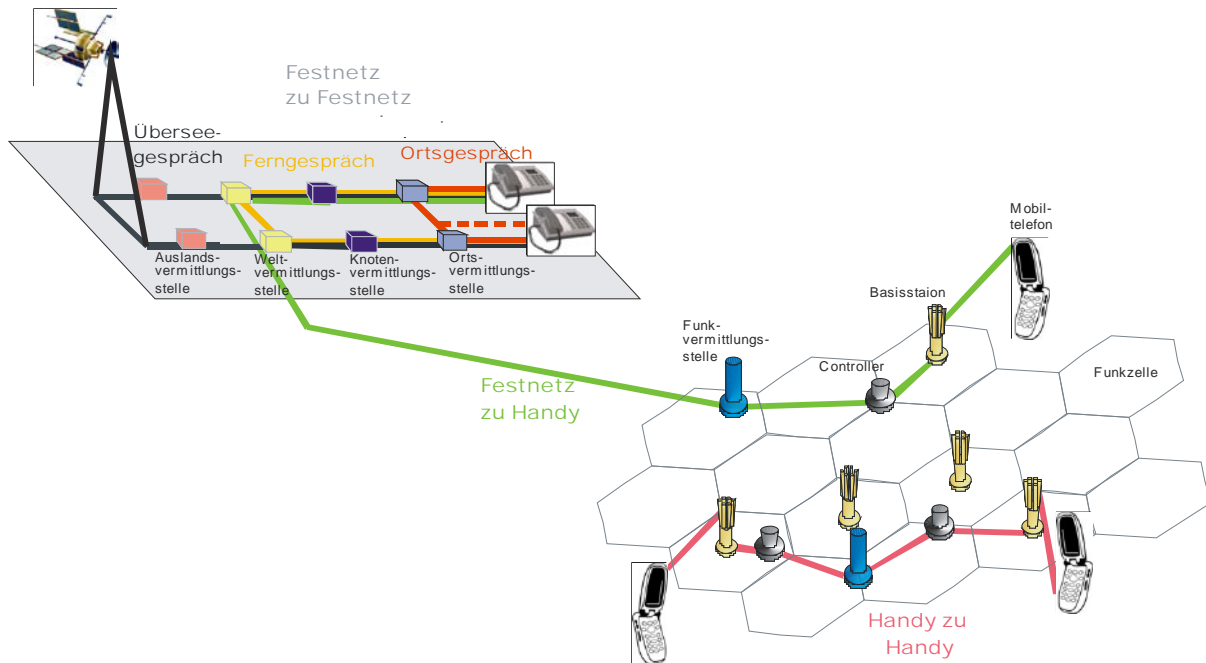


Abb. 6: Vom Hausanschluss zum Satelliten

Schlüsselwörter

Informationsverarbeitung	Serielle oder parallele Übertragung
Informationsübertragung	EVA-Prinzip der Datenverarbeitung
Mechanische Datenverarbeitung	Prozessor: Steuerwerk, Rechenwerk, Register
Information, Zeichen, Codierung, Signal, Daten	Programmiersprache, Assembler, Interpreter, Compiler
Physikalische Größe	Maschinencode
Zeit- und Wertverfügbarkeit der Signale	Schaltung, Gatter
Diskret, kontinuierlich	Relais, Röhre, Transistor
Sampling	Signalübertragungswege/-verfahren
Digitales, analoges Signal	Telekommunikation
Signalwandler	Elektromagnetische Welle, Schwingung
Binärcode	Modulierung, Demodulierung
ASCII-Code	Funktechnik, Schwingkreis
Bit, Byte	Zelle
Frequenz-, Amplituden- und Phasenmodulation	

7. Von der Idee zum Produkt

Welche Schritte sind für die Produktion von Gütern erforderlich? Welche Bedeutung spielt die Technik bei der Produktion von Gütern? Welche Fertigungsverfahren existieren?

Unter Produktion versteht man im volkswirtschaftlichen Sinn die Erzeugung von Gütern. Dabei kann es sich um Sachgüter, aber auch um die Bereitstellung von Dienstleistungen handeln. Im Rahmen dieser Lerneinheit geht es um die Produktion von Sachgütern, wobei der Fokus besonders auf der industriellen Produktion liegt.

Die Produktion industrieller Güter erfolgt heute vor dem Hintergrund sich im globalen Wettbewerb befindlicher Akteure und der Flüchtigkeit der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital sowie sich schnell verändernder Kundenanforderungen und Märkte. Dies führt gerade in Hochlohnländern zu einem beständigen Zwang zu Rationalisierung, Automatisierung und Qualitätssicherung. Es gilt, die Zeit zu minimieren, die zwischen der ersten Planung eines Produktes und dem Weg zum Kunden liegt. Dabei spielt die Technik eine entscheidende Rolle.

Die Grundlage für jede Produktion ist die gezielte Kombination verschiedener Produktionsfaktoren. Ganz allgemein kann man diese in Arbeit, Boden und Kapital unterscheiden. Menschliche Arbeit lässt sich wiederum in eine dispositive (planerische) oder direkt objektbezogene (fertigende) Komponente unterteilen. Boden und Kapital werden im Rahmen wirtschaftlicher Betrachtungen oft zusammengefasst, zum Beispiel zu Betriebsmitteln oder Werkstoffen. Erst durch das Zusammenwirken der verschiedenen Produktionsfaktoren zu einem Produktionssystem können Produkte entstehen.

Die Produktion eines Gutes ist Teil des Produktlebenszyklus, der sich in verschiedene Phasen aufteilen lässt: In die Produktplanung, die Konstruktion, die Arbeitsvorbereitung, die Herstellung, den Vertrieb, die Nutzungsphase sowie die Außerbetriebnahme bzw. die Entsorgungs- oder Recyclingphase. Die ersten vier Phasen des Produktlebenszyklus können zusammenfassend als Produktentstehung bezeichnet werden.

Die Konstruktionsphase lebt zwar von der Kreativität und Erfahrung des Konstrukteurs, lässt sich allerdings durch eine feste Abfolge an Arbeitsschritten, der Anwendung geeigneter Methoden und technischer Hilfsmittel unterstützen. In jeder der vier Phasen bzw. Arbeitsschritten der Konstruktion (Planung, Konzeption, Entwurf und Ausarbeitung) kommen in der Regel technische Hilfsmittel zum Einsatz, z.B. rechnergestützte Konstruktionskataloge, Datenbanken oder Zeichenwerkzeuge. Eine besondere Bedeutung haben heute die CAD-Systeme (Computer Aided Design), mit deren Hilfe besonders die Entwurfs- und Ausarbeitungsphase unterstützt wird.

In der Planungsphase geht es im Wesentlichen darum, die Anforderungen an das zu konstruierende Produkt zusammenzutragen, um dann geeignete technische Lösungen zu finden. Anforderungen können sich aus allen Produktlebensphasen ergeben. Aus diesen Anforderungen werden bei der Konzeption Haupt- und Teilfunktionen für das Produkt abgeleitet, für die ihrerseits technische Lösungsprinzipien gefunden, bewertet und ausgewählt werden müssen. Dabei

kann es sich um physikalische, chemische oder aber auch biologische Effekte oder Gesetze handeln. Diese Prinzipien beanspruchen ihrerseits einen bestimmten Wirkort und möglicherweise eine bestimmte Wirkrichtung. Damit determinieren sie Geometrie und Werkstoffe, also die Baustruktur, die notwendig ist, um die jeweilige Teilfunktion zu erfüllen.

Beim Entwerfen wird das aufgrund der Lösungsprinzipien und der ihnen zugeordneten Bauteile konzipierte technische Gebilde grafisch skizziert und auch rechnerisch ausgelegt. In der Ausarbeitung werden nun alle Informationen erstellt, die für die Fertigung notwendig sind. Als Informationsträger kommen Technische Zeichnungen, Stücklisten oder Anweisungen in Frage.

Die Arbeitsvorbereitung ist Teil der Organisation für alle in einem Unternehmen ablaufenden Prozesse. Sie resultiert aus der Notwendigkeit, komplexe Vorgänge in einzelne Arbeitsschritte aufzuteilen (Arbeitsteilung) und wird auch als Fertigungsorganisation bezeichnet. Zusammenfassend lässt sich der Aufgabenbereich der Arbeitsvorbereitung in Planungs- (Material-, Informations-, Kapazitäts- und Ablaufplanung) und Steuerungsaufgaben (Veranlassen, Überwachen und Sichern der Programm- und Auftragserfüllung) einteilen. Ein wesentlicher Aspekt der Arbeitsvorbereitung ist die fertigungsnahe Aufbereitung der Produktdaten in Technischen Zeichnungen, Stücklisten und Arbeitspläne.

Die Produktion von Sachgütern erfolgt in Produktionssystemen, die nach unterschiedlichen Merkmalen analysiert werden können. Von Bedeutung sind hier zunächst Ziel und Zweck des Produktionssystems und davon ausgehend dann die grundlegende Technik zur Realisierung des Produktcharakters (Verfahrens- oder Fertigungstechnik), der Grad der Technisierung und die im Wesentlichen davon bestimmte Ausprägung der Arbeitsbeziehungen sowie die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine.

Alle genannten Faktoren eines Produktionssystems sind bei der Fertigungsorganisation mit zu berücksichtigen. In Abhängigkeit vom Produktcharakter haben sich bestimmte Organisationsprinzipien bewährt. Bei den Organisationsprinzipien unterscheidet man hinsichtlich der Ausrichtung der Bearbeitungsstationen das Werkbank-, Objekt- und Verrichtungsprinzip und hinsichtlich der Art der Zuordnung des Arbeitspensums auf die Arbeitspersonen die Art- und Mengenteilung.

Setzt man die Funktionen eines Produktionssystems, die vorrangig mit Werkzeugen, Maschinen oder Automaten realisiert werden, ins Verhältnis zur Gesamtzahl der Funktionen einschließlich derer, die durch menschliche Handarbeit verrichtet werden, kann man auf den Technisierungsgrad bzw. auf den Grad der Automatisierung schließen.

Die Automatisierung bringt generell eine Verschiebung beruflicher Aufgaben mit sich: Es treten solche Aufgaben in den Hintergrund, die vorrangig Krafteinsatz, Motorik oder Reaktion des Menschen fordern. Das Spektrum verschiebt sich hin zu den kombinatorischen und kreativen, namentlich zu Einrichtungs-, Steuerungs-, Überwachungs- und Wartungs- sowie Programmierfähigkeiten.

Der Technisierungsgrad eines Produktionssystems ist damit ausschlaggebend für die Arbeitsbeziehungen zwischen Mensch und Maschine. Je nachdem welche Rolle der Mensch hier übernimmt, kann man zwischen der aktiven oder passiven Kopplung oder der autonomen Kooperation unterscheiden. Um den Charakter eines Produktes zu realisieren, kommen Verfahrens-

und/oder Fertigungstechnologien zum Einsatz: Die Stoffwandlungsverfahren bei der Verfahrenstechnik und die Gestaltgebungsverfahren bei der Fertigungstechnik. Die verschiedenen Gestaltgebungsverfahren der Fertigungstechnik lassen sich allgemein in sechs Hauptgruppen unterteilen: Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaften ändern.

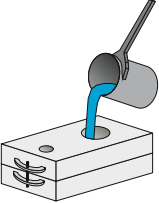
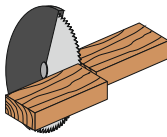
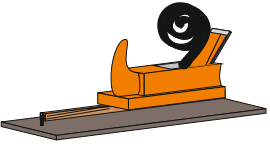
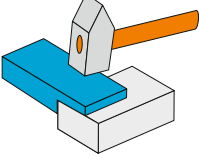

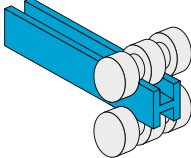
		
Urformen: Gießen	Trennen: Sägen	Trennen: Hobeln
		
Umformen: Schmieden	Trennen: Bohren	Umformen: Walzen

Abb. 6: Beispiele für Gestaltgebungsverfahren

Schlüsselwörter

Produktion	Arbeitsteilung
Sachgüter	Ablauforganisation
Rationalisierung	Fertigungsorganisation
Qualitätssicherung	Werkbank-, Objekt- und Verrichtungsprinzip
Produktionsfaktoren	Werkstattfertigung und Baustellenfertigung
Dispositive (planerische) Arbeit	Reihenfertigung und Fließfertigung
Objektbezogene (fertigungsbezogene) Arbeit	Art- und Mengenteilung
Hilfsmittel	Technisierungsgrad
Werkstoffe	Mechanisierung und Automatisierung
Produktionssystem	Haupt- und Teilfunktionen
Produktlebenszyklus	Aktive, passive und autonome Kopplung zwischen Mensch und Maschine
Produktplanung	Verfahrenstechnik
Konstruktion (Planung, Konzeption, Entwurf, Ausarbeitung)	Stoffwandlungsverfahren
Arbeitsvorbereitung	Fertigungs-/Produktionstechnik
Herstellung	Gestaltgebungsverfahren
Vertrieb	Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaften ändern
Nutzungsphase	CAD-System
Technische Lösungsprinzipien	Außerbetriebnahme
Wirkort- und Wirkrichtung	Entsorgungs- und Recyclingphase
Produktcharakter	Produktentstehung

8. Aspekte der Energietechnik

Welche energiewirtschaftlichen Aspekte sind wichtig? Wie wird in Deutschland Energie und vor allem Strom erzeugt? Wie kann die Energieversorgung in der Zukunft sichergestellt werden? Wie kann Energie effizient genutzt werden?

Nachdem in Lerneinheit 5 Arten und Formen der Energie im Mittelpunkt standen, werden in dieser Lerneinheit einzelne Aspekte der Energieerzeugung und –nutzung behandelt. Der erste Teil der Lerneinheit widmet sich verschiedenen energiewirtschaftlichen Aspekten.

Zunächst wird der Frage der Verfügbarkeit der Energievorräte nachgegangen. Die Basis für derartige Berechnung bilden die heute nachweisbaren Vorkommen, die mit der derzeit verfügbaren Technologie und zu heutigen Marktpreisen genutzt werden können. Dividiert man diese Reserven insgesamt durch die aktuelle Förderung bzw. Gewinnung, erhält man die statistische Reichweite. Die statistische Reichweite für Erdgas und Erdöl beträgt rund 50 Jahre. Neben den Reserven kann man aber auch Ressourcen mit in die Analysen einbeziehen. Dabei handelt es sich um nachgewiesene oder vermutete Vorkommen, deren Förderung aber aus heutiger Sicht unwirtschaftlich oder mit gängiger Technologie derzeit nicht realisierbar ist. Nicht ausgeschlossen ist aber, dass u.a. aufgrund technologischer Entwicklungen Ressourcen zu Reserven werden und damit die Reichweite nicht erneuerbarer Energievorräte nach oben korrigiert werden muss. Rein rechnerische Prognosen lassen oft die politischen technischen, ökonomischen und ökologischen Förderbedingungen unberücksichtigt. Jüngste Ereignisse führen jedoch deutlich vor Augen, dass Energie beispielsweise auch als politische Waffe eingesetzt wird.

Energiebilanzen erlauben Aussagen über den Verbrauch von Energieträgern in den einzelnen Sektoren einer Volkswirtschaft und liefern Informationen über den Energiefluss vom Erzeuger bis zur Verwendung. Hier zeigt sich, dass nur rund zwei Drittel des Primärenergieverbrauchs beim Endverbraucher ankommen. Das hat mit Verlusten bei der Erzeugung und bei der Leitung der Energie zu tun. Ein Vergleichswert, wie energieeffizient ein energieumsetzendes System ist, ist der Wirkungsgrad η (sprich „nü“). Er beschreibt das Verhältnis der Nutzenergie zur eingesetzten bzw. zugeführten Energie eines Systems.

Tageszeitliche, wochenendbedingte sowie saisonale Schwankungen auf der Nachfrageseite und die ungleichmäßige Einspeisung besonders von Strom aus Wind- und Photovoltaikanlagen stellen für Kraftwerks- und Netzbetreiber große Herausforderungen dar, denen durch eine zentrale Regelung der Kraftwerke entgegengewirkt wird. Die Stromleistung, die durchgehend nachgefragt wird, die Grundlast, wird in Deutschland vor allem durch Braunkohle- und Kernkraftwerke oder Laufwasserkraftwerke an Flüssen bereitgestellt. Die untertags notwendige Mittellast erzeugen hierzulande vor allem Steinkohlekraftwerke. Spitzenlasten werden durch Pumpspeicherkraftwerke und Gasturbinenkraftwerke abgedeckt.

Ein weiterer energiewirtschaftlicher Aspekt, besonders für die Beurteilung einzelner Kraftwerkstypen, ist der Erntefaktor. Er drückt das Verhältnis zwischen der für die Erstellung, Betreibung und Entsorgung (Anlagenlebenszyklus) aufgewendeten Energie eines Energieerzeugungssystems zur nutzbaren Energie aus. Der Erntefaktor beantwortet letztendlich die Frage: "Wie

oft bekommt man die hineingesteckte Energie wieder heraus?" Um eine positive Energiebilanz auszuweisen, muss der Erntefaktor einer Anlage größer 1 sein.

Im letzten Abschnitt der energiewirtschaftlichen Betrachtungen stehen die Umwelt- und Klimaprobleme, die durch die Emissionen bei der Energieerzeugung entstehen. Sowohl bei der Verbrennung fossiler Energieträger, als auch bei der Verbrennung von Biomasse entstehen pro Jahr Milliarden Tonnen an Kohlendioxid (CO_2). Außerdem gelangen Kohlenmonoxid (CO), Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2) Partikel und andere Stoffe in die Umwelt. Hauptsächlich Verursacher des Treibhauseffektes sind das Kohlendioxid (CO_2) und das Methan CH_4 . Methan entsteht in der Landwirtschaft. Es trägt zu 20 % am Treibhauseffekt bei.

Durch den Ausstoß an chlor- und bromhaltigen Verbindungen in die Atmosphäre wird die Ozonschicht geschädigt. Eine besondere Gefahr geht dabei von den Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen (FCKW) aus, die über lange Jahre in Kühlgeräten oder Spraydosen Verwendung fanden. Eine erhöhte Ozonkonzentration im bodennahen Bereich dagegen ist für Lebewesen schädlich. Es reizt die Atemwege, schädigt die Lunge und trägt auch zu Ernte- und Waldschäden bei. Es entsteht vor allem durch den verkehrsbedingten Ausstoß von Stickstoffoxiden.

Nach wie vor wird elektrische Energie in Deutschland überwiegend in thermischen Kraftwerken, also über die Erzeugung von Wärme gewonnen (Wärmekraftprozess). Als Brennstoffe dienen meist fossile Energieträger oder Uran. Technisch lassen sich thermische Kraftwerke weiter unterscheiden in Dampf-, Gasturbinen und Dieselmotoren. In den verbreiteten Dampfkraftwerken wird mit der durch Verbrennung oder Kernspaltung freigesetzten Wärmeenergie Wasserdampf erzeugt, der mit hohem Druck auf die Schaufeln einer Turbine geleitet wird. Die Turbine treibt ihrerseits über eine Welle einen Generator an.

Für die in Atomkraftwerken zur Energiegewinnung ablaufende Kernspaltung (Kettenreaktion) müssen die Neutronen durch einen Moderator abgebremst werden. In Deutschland wird aus Sicherheitsgründen hierfür vor allem leichtes Wasser verwendet. Steigt in diesen Leichtwasserreaktoren die Leistung eines Reaktors, verdampft der Moderator durch Überhitzung. Die Neutronen werden dann nicht mehr abgebremst und der Reaktor kommt automatisch zum Stillstand. Beim Reaktortyp von Tschernobyl wurde Graphit benutzt, das beim Überhitzen seine Moderatorenfunktion nicht verliert. Die Kernspaltung wird weitergeführt. Regeln lässt sich die Kettenreaktion in einem Reaktor grundsätzlich durch Steuerstäbe, deren Aufgabe die Absorption von Neutronen ist.

Primäres energiewirtschaftliches Ziel ist der rationelle Einsatz von Energie. Dabei gilt es, den Endenergieverbrauch zu senken, die Wirkungsgrade bei der Bereitstellung von Energie zu steigern sowie das Speicherproblem besonders für Strom zu lösen. Eine Senkung des Endenergieverbrauchs kann grundsätzlich durch eine Reduzierung der Energieverluste, also einer Erhöhung der Wirkungsgrade erreicht werden. Im privaten Haushalt kann durch die Kombination einer ganzen Reihe von Maßnahmen der Endenergieverbrauch deutlich gesenkt werden. Zu nennen sind etwa der Kauf energieeffizienter Geräte, der energiesparende Betrieb von technischen Systemen, die Energieeinsparung durch die bauliche Gestaltung der Gebäude, sowie die Heizenergieeinsparung durch ein adäquates Wohnverhalten. Eine Steigerung des Wirkungsgrades lässt sich zudem durch Kraft-Wärmekopplung sowie die Nutzung so genannter Kombiprozesse erreichen. Dabei wird die in Kraftmaschinen oder anderen technischen Systemen anfallende Wärmeenergie zumindest teilweise für Heiz- oder Prozesswärme verwendet.

Der Vorteil der Sekundärenergie Strom liegt in der Vielfalt der möglichen Anwendungen und in der relativ problemlosen Verteilung über das Stromnetz. Der Nachteil ist, dass elektrische Energie bisher nicht in nennenswertem Umfang gespeichert werden kann. Die Menge an Energie, die gerade verbraucht wird, muss im selben Moment in den Kraftwerken zur Verfügung gestellt werden. Durch die Zunahme dezentraler Energieerzeugungssysteme können Schwankungen im Bereich von Angebot und Nachfrage nach Strom nur durch Speichermöglichkeiten abgedeckt werden (z.B. über Druckluftspeicher, große Batterie-Anlagen oder durch Speicherung von Wasserstoff). Auch ein Ausbau des Stromnetzes kann die Flexibilität erhöhen. Auch auf der Nachfrageseite wird sich in Zukunft das Nutzerverhalten besser auf das schwankende Stromangebot einstellen müssen. Das kann durch intelligente Netze und entsprechende Haustechnik erreicht werden.

Optionen für eine sichere Energieversorgung in der Zukunft bietet der Wasserstoff, wenngleich er heute noch überwiegend unter Einsatz fossiler Energie gewonnen wird. Auch die Kernfusion könnte ein ungeheures Energiepotential bedeuten. Bisher ist eine Nutzung aus technischen Gründen allerdings noch nicht möglich. Als Kraftstoff der Zukunft bzw. Alternative zu fossilen Kraftstoffen wird zudem Biosprit aus Algen betrachtet. Allerdings sind auch hier viele Probleme noch ungelöst.

Schlüsselwörter

Peak-Oil-Theorie	Kernspaltung, Kettenreaktion
Reserven, Ressourcen und statistische Reichweite	Leichtwasserreaktor
Politische, technische, ökonomische und ökologische Förderbedingungen	Moderator
Energiebilanz	Steuerstäbe
Primär- und Endenergieverbrauch	Rationeller Energieeinsatz; Reduzierung der Energieverluste und Energieeinsparung
Verluste bei der Energiegewinnung, der Umwandlung und Verteilung der Energie	Kennzeichnung nach Energieverbrauchsklassen
Wirkungsgrad	Jahresprimärenergiebedarf eines Gebäudes
Energieeffizienz	Transmission, Lüftung
Tageszeitliche, wochenendbedingte und saisonale Schwankungen des Stromverbrauchs	Wärmebrücken
Grundlast, Mittellast, Spitzenlast	Kraft-Wärmekopplung
Erntefaktor	Energiespeichermöglichkeiten: Batterie, Pumpspeicherkraftwerk, Druckluftspeicherkraftwerk, Elektrolyse
Emissionen und Immissionen	Netzsicherheit: Instabilität des Verbrauchs, Instabilität der Erzeugung
Treibhausgase, klimawirksame Gase	Netzausbau: intelligente Netze, smart grid
Ozonschicht	Gleichstromhochspannungsübertragung
Bodennahes Ozon	Wasserstoffgewinnung über Elektrolyse

Thermische Kraftwerke: Dampf-, Gasturbinen und Dieselmotoren	Brennstoffzelle
Generator	Kernfusion
Wechselstrom, Schwingung, Frequenz	Biosprit aus Algen

9. Aspekte der Produktionstechnik

Welche Rolle spielen Informations- und Kommunikationstechniken bei der Produktion von Gütern? Was bedeuten Digitalisierung, Digitale Fabrik oder Industrie 4.0 für den Produktionsbereich und für die Arbeitsplätze? Welche Trends gibt es in der Produktionstechnik?

In Lerneinheit 7 wurden die Phasen der Produktentstehung beschrieben. Dabei wurde gezeigt, welche Bedeutung der Technik bei den dispositiven Arbeiten rund um das Produkt und bei den direkten Arbeiten am Produkt zukommt. In dieser Lerneinheit liegt der Fokus vor allem auf der Digitalisierung der Produktentstehung. Die Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnik lassen kaum einen Geschäfts- oder Arbeitsprozess im Unternehmen unberührt. Die Digitalisierung soll dabei helfen, Entwicklungs- und Durchlaufzeiten zu verkürzen und Kunden schnell, zielgruppenspezifisch und kostenoptimiert zu bedienen. Bei der Integration der Informations- und Kommunikationstechnik in den Bereich der Produktion lassen sich verschiedene Entwicklungsschritte bzw. Leitideen voneinander abgrenzen: Die Digitalisierung der Produktentstehung, die Idee der „Digitalen Fabrik“ und neuerdings das Konzept der „Industrie 4.0“:

Die Digitalisierung führte in den verschiedenen Phasen der Produktentstehung zu einer Unterstützung dispositiver und kreativer Tätigkeiten durch Computer. Die rechnerintegrierte Produktion lässt sich daher untergliedern in die rechnerunterstützte Konstruktion und Entwicklung (CAD und CAE), die rechnerunterstützte Arbeitsplanung (CAP), die rechnerunterstützte Fertigung (CAM) und die rechnerunterstützte Qualitätssicherung (CAQ). Die entsprechenden Anwendungen fokussieren vor allem die technische Seite der Produktentstehung. Die eher betriebswirtschaftlich ausgerichteten PPS-Systeme dienen der Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten. Der Einsatz von integrierten DV-Systemen in allen mit der Produktherstellung direkt befassten Unternehmensbereichen wird mit CIM (Computer Integrated Manufacturing) bezeichnet. Grundlage für CIM-Konzepte ist die Absicht, eine informations-technische Vernetzung der technischen und organisatorischen Funktionen einzelner Bereiche zu erreichen. CIM umfasst daher das Zusammenwirken von CAD, CAP, CAM, CAQ und PPS.

Eine virtuelle Modellierung ist nicht nur für Produkte zweckmäßig, sondern auch für die bei der Fertigung oder Montage eingesetzten Arbeitsprozesse und Betriebsmittel. Durch virtuelle Probeläufe oder Inbetriebnahme von Betriebsmitteln sollen Planungsprozesse verkürzt, die Qualität der Produktion sowie die Kommunikation mit Kunden und Projektpartnern verbessert werden. Die durchgängige Virtualisierung von Produkten, Betriebsmitteln oder Geschäfts- und Arbeitsprozessen ist mit der Chiffre „Digitale Fabrik“ belegt.

Eine Integration der verschiedenen Daten vom Entwurf eines Produktes über die Herstellung bis hin zum Versand in ein einheitliches System ist eine wesentliche Voraussetzung für die koordinierte Bearbeitung von Aufgaben im gesamten Produktentstehungsprozess. Die Grundlage für ein effizientes Datenmanagement bildet eine gut strukturierte Ablage und Dokumentation von Arbeitsprozessen und Arbeitsergebnissen. Im Sinne eines solchen Datenmanagements arbeiten heute viele Firmen mit so genannten Product Data Management (PDM) oder Engineering Data Management Systemen (EDM).

Die nächste Stufe der digitalen Produktion wird derzeit unter dem Stichwort Industrie 4.0 diskutiert. Hinter dem Begriff verbergen sich etliche Neuerungen. Kennzeichen dieser Art der Industrieproduktion der Zukunft ist die Individualisierung der Produkte durch die Ausstattung mit QR-Codes, RFID-Chips oder Rechenkapazitäten. Dies erlaubt eine Kommunikation von Maschinen und Produkten und verspricht eine Flexibilisierung der Produktion, weil nun das Produkt der Maschine sagen kann, wie es zu bearbeiten ist. Außerdem können Daten aus der Nutzungsphase eines Produktes wieder in die Produktion zurückgespiegelt werden und dabei helfen, die Qualitätssicherung zu verbessern. Eine solche hoch flexibilisierte Produktion macht außerdem eine frühzeitige Einbeziehung von Kunden und Geschäftspartnern in Design und Wertschöpfungsprozesse möglich. So ist es durchaus denkbar, dass sich – ähnlich wie heute bereits mit Müsli, Kleidung oder anderen weniger aufwändigen Produkten möglich – in Zukunft auch komplexere Produkte, wie Automobile oder Möbel, am Tablet-Computer auswählen und konfigurieren lassen.

Eine weitere Neuerung stellt die Kopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen dar. Eine solche Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen (Smart Services) ergibt sich beispielsweise, wenn eine Maschine im Betriebszustand Meldungen über notwendige Reparaturen an einen Vertragspartner sendet.



Abb. 7: Kollaboration von Mensch und Roboter (Foto KUKA)

Auch bei den Fertigungsverfahren gibt es Neuerungen: Bis vor kurzem wurde der 3D-Druck als reines Rapid Prototyping-Verfahren betrachtet, also als Verfahren zur schnellen Herstellung von Modellen, Formen und Werkzeugen im Vorfeld der eigentlichen Produktion. Generell besitzen diese Verfahren jedoch auch das Potenzial für eine Serienfertigung. Aus Rapid Prototyping wird so Rapid Manufacturing und zwar ohne komplizierte Produktionsprozesse oder großen Maschinenpark.

Ein weiterer Trend in der Produktion ist, dass Mensch und Maschinen in der Produktion immer enger zusammenrücken. Ein direktes Zusammenwirken verhinderte bisher allerdings die mangelnde Arbeitssicherheit. Das soll in Zukunft anders werden. Damit Mensch und Roboter zusammen arbeiten können, werden Kollisionsvermeidungssysteme eingesetzt. Dabei definieren Laserscanner, Laserschranken oder Sensoren virtuelle Grenzen. Erst wenn der Mensch diese überschreitet, wird die Maschine abgeschaltet.

Schlüsselwörter

Produktentstehungsprozess	Rechnerunterstützte Qualitätssicherung (CAQ)
Digitalisierung der Produktion	Digitale Fabrik
Rechnerintegrierte Produktion	Koppelung virtueller Prozesse mit realen Ablagen oder Maschinen
CAX-Techniken	Datenmanagement, Product Data Management (PDM)
Rechnerunterstützte Konstruktion (CAD)	Industrie 4.0
Technische Kommunikation	Kommunikation von Maschinen und Produkten
Rechnergestützte Simulation und Analyse von Produkten	Qualitätssicherung
Bewegungssimulation	Frühzeitige Einbeziehung von Kunden und Geschäftspartnern in Design und Wertschöpfungsprozesse
Rechnerunterstützte Entwicklung (CAE)	Kopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen
Rechnerunterstützte Arbeitsplanung (CAP)	Rapid Prototyping
Rechnerunterstützte Fertigung (CAM)	3D-Druck
CNC-Maschinen (Computerized Numerical-Control)	Rapid Manufacturing
Roboterprogrammierung: online, offline oder intuitiv	Kollisionsvermeidungssysteme für die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter

10. Aspekte der Informations- und Kommunikationstechnik

Wie funktioniert eigentlich das Internet? Welche Trends gibt es in der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Chancen und Probleme bringen diese Entwicklungen mit sich?

Informations- und Kommunikationstechnik gelten als die Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Mit den Begriffen werden alle Methoden, Mittel und Verfahren der Modellierung, Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von Daten zusammengefasst. Technologisch bauen Informations- und Kommunikationstechnik auf Rechner- und Netzwerktechnik sowie auf Software.

Im Zentrum der Informations- und Kommunikationstechnik steht das Internet, das aus einer Vielzahl miteinander verbundener Netzwerke mit Routern, Datenautobahnen und Knotenpunkten besteht. Damit die Daten auch dort ankommen wo sie hingehören, sind bestimmte Vereinbarungen über den organisatorischen Ablauf der Übertragung in einem Netzwerk erforderlich. Solche Kommunikationsvereinbarungen heißen Protokolle. Das übliche Protokoll für den Austausch von zwei Rechnern in einem Netzwerk ist das Transportprotokoll Transmission Control Protocol (TCP). Das World Wide Web (kurz WWW) ist neben anderen Diensten wie E-Mail oder Telefonie ein Teil des Internets.

Informationen sind mittels der Seitenbeschreibungssprache HTML innerhalb von Web-Sites auf zentralen Rechnern abgelegt. Von dort werden sie über einen Web-Browser durch die genaue Angabe einer Adresse (Uniform Resource Locator, URL) abgerufen und gemäß der durch HTML vorgegebenen Struktur dargestellt. Neben dem Ausbau des Internets und seiner steigenden Leistungsfähigkeit ist es die Hardware, die zu einer dynamischen Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik beigetragen hat.

Neben dem Ausbau des Internets und seiner steigenden Leistungsfähigkeit ist es die Hardware, die zu einer dynamischen Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik beigetragen hat.

Aufgrund der Miniaturisierung der Elektronik, der gestiegenen Prozessor- bzw. Rechnerkapazität, der überall verfügbaren Datennetze sowie der Fortschritte in der Sensortechnik zeichnen sich verschiedene technische Trends ab.

Durch die dynamische Kombination digitaler und physischer Dienstleistungen können dem Konsumenten beispielsweise individualisierte Serviceangebote bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von smart service.

So genannte smart objects sind in der Lage, ständig Daten aus der Umgebung aufzunehmen und weiterzuleiten oder durch ihre Rechnerkapazität selbst als Knotenpunkte oder Servicebausteine zu fungieren. Zusammen mit den Möglichkeiten der zentralen Datenhaltung in der cloud ergeben sich die unterschiedlichsten Anwendungsmöglichkeiten für Unternehmen oder Privatanwender.

Roboter oder Systeme mit künstlicher Intelligenz unterstützen den Menschen bereits jetzt im Rahmen von Assistenzsystemen, Haushaltsrobotern oder Übersetzungsprogrammen. Ziel der Forscher ist es aber, lernfähige technische Systeme mit Gehirn, Bewusstsein oder sogar Seele zu schaffen („starke künstliche Intelligenz“). Obwohl man davon noch weit entfernt ist, sind tiefgreifende Auswirkungen der Digitalisierung auf Wirtschaft und Gesellschaft zu erwarten. Neue Geschäftsideen und -modelle auf der einen Seite, der Niedergang herkömmlicher Branchen auf der anderen Seite.



Abb. 8: Vernetzte Welt

Trotz neuer Arbeitsplätze zum Beispiel in der Internetwirtschaft stellen die Informations- und Kommunikationstechnologien durchaus auch eine Bedrohung für die unterschiedlichsten Berufsinhaber dar: Nicht nur in der Produktion, sondern auch in den Büros konkurrieren technische Systeme in Zukunft mit den Arbeitnehmern. Ob Anwälte, Börsenanalysten oder Journalisten – intelligente Arbeit gerät mehr und mehr in den Fokus der Maschinenentwickler.

Die Politik sieht sich angesichts der Dynamik informationstechnischer Entwicklungen ständig vor der ständig vor die Aufgabe gestellt, über Regulierungen und Standardisierungen nachzudenken. Der Datenschutz ist mit eines der bedeutendsten Themen in diesem Zusammenhang. Bedroht wird die Sicherheit durch verschiedene Angriffsmöglichkeiten: Vortäuschen einer falschen Identität, Unbefugtes Lesen oder Ändern von Daten oder das Ableugnen einer Handlung. Auch ohne kriminelle Energie ist eine Nutzung der privaten Daten von Internetnutzern möglich, nämlich durch ihren „digitalen Fingerabdruck“, den sie im Internet hinterlassen. Der lässt sich entweder über kleine Dienstprogramme (Cookies) ermitteln, die den Rechner eines Nutzers zweifelsfrei identifizieren oder über die Analyse des Browsers, mit dem der Nutzer im Internet unterwegs ist (Browser-Fingerprinting). Problematisch sind Schadprogramme wie Trojaner, Würmer oder Viren, die häufig unbemerkt eine zerstörerische oder zumindest beeinträchtigende Wirkung haben.

Generell sollten beim Umgang mit Daten verschiedene Ziele gelten: Beispielsweise, dass Daten sparsam erhoben, vertraulich behandelt und nicht für andere Zwecke verwendet werden dürfen. Freilich muss jeder Nutzer selbst auch aktiv zur Datensicherheit beitragen, also beispielsweise sein System auf dem neuesten Stand halten, Virens Scanner einsetzen, Vorsicht bei fremden E-Mails oder dem Besuch zweifelhafter Webseiten walten lassen und sich immer fragen, ob die Eingabe persönlicher Daten im Internet wirklich sinnvoll ist.

Schlüsselwörter

Interconnected Networks	Augmented Reality
Internet-Konnektivität	Smart Services
Internet Access Provider	Smart objects bzw. products
Internet-Service-Provider	Smart Data (Big Data) und cloud computing
Transmission Control Protocol	Robotik
Hypertext Transfer Protocol	Schwache künstliche Intelligenz
Internet-Dienste	Starke künstliche Intelligenz
World Wide Web	Digitale Dienstleistungen
Hypertext-Dokument	Talent cloud
Uniform Resource Locator	Datenschutz/Datensicherheit
Domain Name Service	Recht auf informationelle Selbstbestimmung
IP-Adresse	Basisangriffe auf die Datensicherheit
Hyper Text Markup Language	Digitaler Fingerabdruck
Tag	Cookie
Intelligentes System	Browser-Fingerprinting
Miniaturisierung	Schadprogramm
Netztechnologie	Schutzziele beim Datenschutz
Umfeldererkennung	Maßnahmen zur Datensicherheit

11. Technikbewertung

Ist Technik wertfrei? Was versteht man unter Technikbewertung überhaupt? Macht Technikfolgenabschätzung Sinn? Welche Werte oder Kriterien sind bei der Bewertung sinnvoll? Welche Typen von Technikbewertung gibt es und wer „betreibt“ Technikbewertung? Wie geht man Technikbewertung bzw. Technikfolgenabschätzung an?

Technikbewertung fußt auf Werten, deshalb gilt der erste Abschnitt der Frage, wie eng die Verknüpfung der Technik mit Werten gesehen werden muss oder anders ausgedrückt: Ist die vorfindbare Technik das Ergebnis guter oder schlechter Wertentscheidungen und wie tragfähig sind letztendlich solche, einmal getroffenen Wertentscheidungen in der Zukunft? In Bezug auf die Einschätzung der Tragweite von Technikbewertung besitzt diese Frage einen essentiellen Charakter.

Die Problematik wird zunächst über die Definition von Werten aufgerollt. Werte werden als Orientierungen des Handelns verstanden, die einen subjektiven Charakter besitzen und innerhalb einer Gesellschaft differieren können (Wertpluralismus). Zudem erweisen sie sich als zeitlich veränderlich. Ändert sich der individuelle, soziale, gesellschaftliche, wirtschaftliche und auch technische Hintergrund, können sich auch die Werte ändern. Natürlich existieren Werte, die durch ihre rechtliche Fixierung in Gesetzen, Normen und Richtlinien allgemeinverbindlichen Charakter besitzen. Bis sie jedoch diesen Status besitzen, unterliegen sie einem gesellschaftlichen Diskurs. Genau diese öffentliche Auseinandersetzung kann zur Klärung der Wertpositionen und mithin zur Lösung von Technikkonflikten beitragen, die etwa dadurch entstehen, weil es gesellschaftliche Differenzen zwischen Wünschbarkeit und Machbarkeit gibt, oder Risiken unterschiedlich eingeschätzt werden.

Wie lassen sich Werte nun aber auf die Technik projizieren? Gibt es überhaupt eine gute oder schlechte Technik angesichts der Flüchtigkeit der Werte? Ist dann auch eine Technikbewertung in ihrem Sinn zu hinterfragen? Diese Fragen werden im Folgenden angegangen.

Ausgangspunkt ist der Rückbezug der gewordenen Technik auf die für sie ursächlichen menschlichen Entscheidungen, von denen angenommen werden kann, dass sie zumindest unter dem Bewusstsein eines bestehenden Wertegerüsts getroffen wurden. Die Argumentation folgt also dem ethischen Grundsatz, dass der Wert eines Resultats einer Handlung den Wert der Handlung selbst bestimmt. Dieser gegenseitige Bezug setzt den Wert einer Handlung mit dem des Ergebnisses gleich. Daraus resultiert Verantwortung für alle an einer Technologie beteiligten Menschen.

Eine bereits bestehende Technik kann demnach über ihre Folgen und auf der Grundlage bestehender und anerkannter Werte bewertet werden. Bei noch nicht realisierten Technologien ist dagegen eine prognostische Analyse der Folgen und deren anschließende Bewertung erforderlich. Eine solche Bewertung kann in Ermangelung besseren Wissens nur über die im Augenblick des Innovations- bzw. Schöpfungsaktes jeweils geltenden und als verbindlich angenommenen Werte erfolgen.

Zunächst schaut es also so aus, als ob Technik durchaus bewertet werden kann, sie also nicht wertfrei ist. Mehr noch, ethisches Handeln bedingt sogar, dass Technik bewertet werden muss. Gegen eine solche Sichtweise, die – ist eine Technik einmal positiv bewertet – auch ein trügerisches Sicherheitsgefühl vermittelt, lassen sich allerdings Einwände geltend machen: Zum Beispiel, dass die einer Handlung zugrundeliegenden Entscheidungsgrundlagen vielfach als vorläufig, weil in ihren Folgen nicht absehbar, zu gelten haben und dass auch das Ergebnis, die Technik selbst, wegen möglicher Nebenfolgen oder der Multifunktionalität nicht eindeutig klaren Wertungskategorien zugeordnet werden kann. Und wie soll ein Wertezusammenhang zwischen Handlung und Folgen hergestellt werden können, wenn unklare Zuständigkeiten das Bindeglied zwischen Ursache und Ergebnis, nämlich die konkrete Verantwortlichkeit, verdecken?

Eine klare Lösung dieses Problems der Unschärfe existiert nicht. Der einzige Ausweg scheint daher der zu sein, Handlungen im Kontext der Technik an solchen ethischen Maximen zu orientieren, deren Wertgrundlagen einem breiten gesellschaftlichen Diskurs entwachsen sind und die die Folgen von Technik immer verantwortlich mit bedenken. Genau dazu bedarf es Technikbewertung.

Was genau aber ist Technikbewertung und welche Ziele verfolgt sie? Dieser Frage nähern wir uns über die Definition von Technikbewertung in einer Richtlinie des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) an. Nach dieser Richtlinie bedeutet Technikbewertung das planmäßige, systematische, organisierte Vorgehen, das

- den Stand einer Technik und ihrer Entwicklungsmöglichkeiten analysiert,
- unmittelbare und mittelbare technische, wirtschaftliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen abschätzt,
- aufgrund definierter Ziele und Werte diese Folgen beurteilt oder auch weitere wünschenswerte Entwicklungen fordert,
- Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten daraus herleitet und ausarbeitet,

so dass begründete Entscheidungen ermöglicht und gegebene durch geeignete Institutionen getroffen und verwirklicht werden können.

Wie in der Definition der Technikbewertung bereits dargelegt ist, sind die Folgen der Technik in Richtung verschiedener Dimensionen zu bedenken. Daher widmet sich der nächste Abschnitt den verschiedenen Aspekten, die im Kontext der Technikbewertung eine Rolle spielen. Die Analyse dieser Aspekte führt letztlich zu den Werten, die man bei der Technikbewertung zugrunde legen kann, und die von verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen mit leicht unterschiedlichen Akzentuierungen formuliert werden. Der VDI hat mit seinem Werte-Oktogon acht übergeordnete Werte dargelegt, die jeweils in einem Bedeutungszusammenhang zueinander stehen. Sie bedingen sich teilweise, führen – beim Versuch zeitgleicher Realisation – aber auch zu Konfliktpotentialen.

Da Werte relativ allgemeingültige Ziele bzw. Maßgaben für das technische Handeln darstellen, reichen sie als konkrete Vorgaben bzw. Kriterien für die Realisierung naturwissenschaftlich-technischer Aufgaben nur bedingt aus. Es sind demnach weitere Kriterien notwendig, deren Berücksichtigung bei der Planung und Konstruktion technischer Systeme, Prozesse oder Produkte die Werte im Einzelnen erst realisieren.

Ergebnis und Folgen einer Technikbewertung sind nicht unerheblich von dem Zeitpunkt ihrer Durchführung sowie dem eigentlichen Anlass abhängig. Man unterscheidet daher beim Zeitpunkt zwischen der innovativen, der reaktiven oder der retrospektiven Technikbewertung. Nach dem Anlass kann eher die technikinduzierte, die problemorientierte oder die projektorientierte Technikbewertung unterschieden werden.

Wünschenswert wäre die problemorientierte, innovative Technikbewertung, da nur sie sicherstellt, dass eine Orientierung an den Bedürfnissen und Wünschen der später Betroffenen stattfindet.

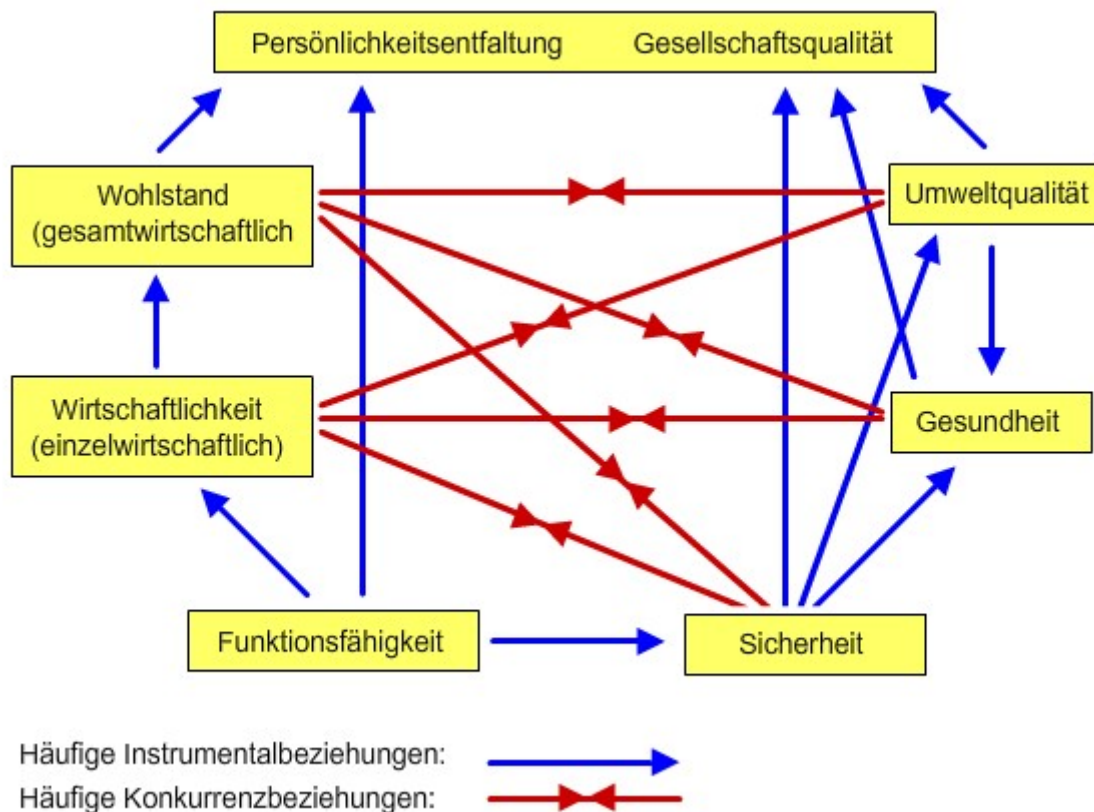


Abb. 9: Werte im technischen Handeln (VDI 3780)

Technikbewertungsprojekte sind komplexe Aufgaben, die sich grundsätzlich in folgende Schritte unterteilen lassen: Definition und Strukturierung des Problems, Folgenabschätzung, Bewertung, Entscheidung. Innerhalb dieser Phasen können quantitative und qualitative Methoden zum Einsatz gelangen.

Die Grenzen der Technikbewertung liegen jedoch auf der Hand und wurden bereits thematisiert: Die sich verändernden Werte, insgesamt der Wertpluralismus und vor allem auch der beständige Fortschritt an Wissen sind Gründe, Entscheidungen über den Nutzen und die Risiken der Technik stets auch als vorübergehend zu betrachten.

Schlüsselwörter

Werte als Leitbild oder Handlungsziel	gesellschaftlicher Diskurs als Aufgabe der Technikbewertung
Wertpluralismus	Vermeidung negativer Auswirkungen und Folgen von Technik als Aufgabe der Technikbewertung
Grundwerte	Technikbewertung als Mittel zur Innovationsförderung
Veränderlichkeit der Werte	Aspekte der Technikbewertung
Wertfreiheit der Technik?	Werteoktagon des VDI
Technik als Folge bewusster Entscheidungen	Gestaltungsrichtlinien als Grundlage für die Bewertung der Technik
Unbeabsichtigte Folgen der Technik	Typen der Technikbewertung, Unterscheidung nach Anlass oder Zeitpunkt
Problem der Zuständigkeit und Verantwortung	Reaktive und innovative Technikbewertung
Wertpolarität	Organisation und Institutionalisierung der Technikbewertung
Funktionsvariabilität und Ambivalenz der Technik	Bürger- oder Konsensuskonferenz
Notwendigkeit der Technikbewertung und Technikfolgeabschätzung	Quantitative und qualitative Methoden der Technikbewertung bzw. Technikfolgeabschätzung
Technikpotenzialanalyse	Grenzen der Technikbewertung bzw. Technikfolgeabschätzung: Wertkonflikt, mangelndes Wissen
Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	

12. Technik als Gegenstandsbereich des Faches „Wirtschaft und Beruf“ (alt AWT) an den Mittelschulen in Bayern

Technische Bildung findet in den einzelnen Bundesländern und Schularten in unterschiedlichen Formaten statt. Aufgrund der heterogenen schulartspezifischen Ausprägungen haben sich bisher nur wenige übergreifende technikdidaktische Positionen für den allgemeinbildenden Schulbereich entwickeln können. Die vorhandenen Ansätze betonen einzelne didaktische Aspekte (Legitimation des Faches, Ziele, Inhalte, Methoden, Stellung im Fächergefüge) und lassen sich folgendermaßen einteilen: Im allgemeintechnologischen Ansatz dominiert die Sache, die unter technikwissenschaftlichem Blickwinkel und unter den Kategorien der jeweiligen Bezugswissenschaft betrachtet wird. Beim mehrperspektivischen Ansatz liegt der Akzent auf dem Subjekt technischer Bildung. Technik wird hier als bedeutender Beitrag für die Entwicklung der Person und seinem Weltverstehen verstanden. Der arbeitsorientierte Ansatz akzentuiert die gesellschaftliche Dimension von Technik unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf Arbeitsprozesse und Berufe. Dieser Grundkonzeption folgt im Wesentlichen auch der Technikstrang, der im Zuge der Überarbeitung des Lehrplans für Arbeit-Wirtschaft-Technik (AWT) in Bayern im Jahr 2004 ab der Jahrgangsstufe 5 in das Fach integriert wurde. Bei der neuerlichen Überarbeitung der Lehrpläne für das nun in „Wirtschaft und Beruf“ umgetaufte Fach im Jahre 2015 blieb die Technik als Gegenstandsbereich zwar erhalten, inhaltlich werden Richtung und Grenzen allerdings – wie auch beim berufsorientierenden Wahlpflichtfach Technik – durch die Berufsorientierung vorgegeben. Aufgrund des Sammelfachcharakters ergeben sich jedoch auch Anknüpfungspunkte an die ökonomische oder rechtliche Bildung. Deutlich wird diese inhaltliche Verknüpfung im bayerischen Lehrplan durch die verschiedenen Perspektiven, die der Schüler in Richtung der Gegenstandsbereiche einnehmen kann: Arbeitnehmer-, Konsumenten-, Unternehmer- oder Staatsbürgerperspektive.

Ziel des Abschnittes ist es, die grundsätzlichen didaktisch-methodischen Strukturen des Gegenstandsbereichs Technik zu klären, um so zu begründeten unterrichtlichen Entscheidungen beizutragen. Dafür wird zunächst das Wesen der Technik beleuchtet und eine gebräuchliche Definition vorgestellt. Anschließend werden verschiedene grundsätzliche technikdidaktische Überlegungen nachgezeichnet. Sie beginnen bei der Identifizierung und Legitimierung von Bildungszielen technischer Bildung und verweisen auf zwei gängige technikdidaktische Ausgangspunkte: Zum einen der Definition technischer Schlüsselprobleme und zum anderen der Beschreibung von Technik geprägter Lebenssituationen. Beide Positionen drängen auf eine nähere inhaltliche Einhausung, die durch die Fokussierung auf verschiedene Erkenntnisperspektiven (z.B. technologisch, ökonomisch, ökologisch, sozial) bewerkstelligt werden kann. Gleichzeitig stellt sich die Frage, welches Verhaltensrepertoire der Einzelne ausbilden muss, um den Problemen oder Situationen mit ihren verschiedenen Aspekten begegnen zu können.

Diese Frage wird heute allgemein an Kompetenzen (z.B. Technik verwenden, herstellen, beurteilen oder bewerten) festgemacht. Für die Planung und Gestaltung des Unterrichts sind die Erkenntnisperspektiven und Verhaltensoptionen außerdem immer auf konkrete Lerninhalte zu beziehen. Zur Auswahl stehen hier ganz grundsätzlich naturwissenschaftliche Grundlagen, technische Artefakte und Sachsysteme, technische Handlungen, Methoden oder Prozesse, die Technikgeschichte und die Technikbeurteilung. Im Anschluss an die didaktischen Überlegungen werden Methoden technischer Bildung vorgestellt. Sie lassen sich in technikaffine und andere

Methoden einteilen. Im Rahmen dieser Lerneinheit wird besonders auf Methoden Bezug genommen, die den Intentionen des Sammelfachcharakters „Wirtschaft und Beruf“ sowie des Lernfeldes „Berufsorientierung“ gerecht werden können.

Schlüsselwörter

Technikdefinition: weites Technikverständnis	Herstellungsaufgabe mittels Leittexten
Bedeutung technischer Bildung: Interesse für MINT-Fächer wecken, Vermeidung geschlechtsspezifischer Rollenprägungen, Beeinflussung von Berufswahl und Innovations- oder Wettbewerbsfähigkeit	Erfindungs- und Konstruktionsaufgabe
Basis für die individuelle Partizipation in einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft	Werkbetrachtung
Identifizierung und Legitimierung von Zielen und Inhalten – Ausgangspunkte: Technische Schlüsselprobleme und technisch geprägte Lebenssituationen	Produktprüfung
Mehrperspektivität technischer Probleme und Lebenssituationen	Arbeit mit Checklisten
Arbeitnehmerperspektive, Konsumentenperspektive, Unternehmerperspektive, Staatsbürgerperspektive	Wechselwirkungsanalyse
Kompetenzen: Handeln, Analysieren, Kommunizieren und Beurteilen	Nutzwertanalyse
Lerninhalte: Handlungen und Methoden, Sachsysteme, Prozesse, Technikbewertung, Technikgeschichte	Simulationen
Technikspezifische Methoden	