
6 Technischer Fortschritt – Fluch und Segen für den Homo sapiens

- ▶ Status-quo-Bewahrung bedeutet auch, Wirtschaftswachstum und Wohlstandsverbesserung alles andere unterzuordnen; dabei helfen unzählige technologische Entwicklungen. Doch Erhalten, Wachsen und Verbessern gelingt auf einer schiefen Ebene nur durch konsequentes Beschreiten neuer Wege – dafür hat die Menschheit das Knowhow, jedoch aktuell nicht den nötigen Willen.

6.1 Alles schon mal dagewesen

In den letzten Jahren diskutiert der globale Westen viel über die rasant steigende Bedeutung der Wirtschaftsmacht China mit ihren bisher hohen prozentualen Wachstumsdaten und steigenden technischen Kompetenzen. Mit Blick auf den gigantischen Absatzmarkt auch für deutsche Produkte werden Konfliktthemen wie Umweltzerstörung, Unterdrückung von Minderheiten, Missachtung von Menschenrechten und der Status von Taiwan – sowie neuerdings der zunehmende Bezug günstiger Energieträger aus Russland – gerne bei passender Gelegenheit ignoriert.

Für den Bau der „Neuen Seidenstraße“ investiert China fast eine Billion Dollar in neue Handelsrouten nach Europa und Afrika, um seine Wirtschaft zu stärken und geopolitische Macht auszubauen; rund 70 Länder sind bislang beteiligt. Die USA und zahlreiche EU-Staaten betrachten diese Initiative inzwischen mit großer Skepsis. Sie sind besorgt über den politischen Einfluss, den China damit gewinnt, die Untergrabung freier marktwirtschaftlicher Prinzipien sowie demokratischer Werte und von

Menschenrechten – und fürchten natürlich auch den Verlust von Marktanteilen. Zudem baut China seine Präsenz in Afrika durch eine gezielte „Palast-Diplomatie“ aus: Gemäß einer Studie der amerikanischen *Heritage Foundation* stehen in Afrika heute mindestens 187 staatliche Gebäude, die zumindest teilweise von China finanziert und gebaut worden sind (Urech 2022).

Heftig kritisiert wird inzwischen der Ausverkauf von Hochtechnologie und die Veräußerung entsprechender Unternehmen an chinesische Geldgeber. Angesichts der aktuellen Halbleiterknappheit am Weltmarkt ist dieses Thema inzwischen noch stärker in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Daneben stellt auch die Übertragung strategisch wichtiger Häfen an China ein Problem dar, wie etwa in der Folge der von der sogenannten *Troika* aus IWF, EU und EZB geforderten Privatisierung des Hafens von Piräus geschehen (Link 2021). Der Hamburger Hafenbetreiber HHLA wollte 35 % eines Containerterminals an die chinesische Großreederei Cosco verkaufen, um „die Beziehung zu stärken und Beschäftigung in der Hansestadt zu sichern“. Doch dagegen soll Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck (Grüne) kürzlich sein Veto eingelegt haben. (Bewarder und Flade 2022)

China ist der wichtigste Handelspartner der deutschen Wirtschaft. Doch die Abhängigkeit von dem Land wird angesichts des russischen Verhaltens und der immer offensichtlicheren politischen und ökonomischen Zweiteilung der Welt als zunehmend problematisch angesehen. Pekings Weltmachtstreben wirft viele ökonomische, politische, völkerrechtliche und auch Sicherheitsfragen auf. Zu Beginn der Corona-Pandemie wurde beispielsweise sehr schnell klar, dass Deutschland weder über ausreichende Mengen an Schutzkleidung verfügte noch in der Lage war, diese kurzfristig selbst herzustellen – sondern auf China angewiesen war.¹ Doch dies ist nur ein kleiner, allerdings für alle sichtbarer Teil des strategischen Problems, in das sich die westliche Welt durch wirtschaftliche Abhängigkeit von Asien generell hineinmanövriert hat.

¹ Inzwischen hat sich folgendes Problem ergeben: Heimische Hersteller von Schutzmasken gehen bei der Auftragsvergabe durch öffentliche Stellen meist leer aus. Die Politik habe den Aufbau der hiesigen Produktion gefordert und gefördert, kaufe nun aber aus Kostengründen in Asien, sagt der Branchenverband dazu. (z. B. Cichy und Grünwald 2022)

Die technologische Entwicklung der Menschheit hat relativ langsam begonnen, sich beschleunigt und dann immer mehr Fahrt aufgenommen. Dabei verschoben sich die Gewichte wiederholt, und die regionalen Kompetenzzentren und führenden Wissenschaftsnationen befanden sich mal am Mittelmeer (Ägypten, Griechenland, Rom), mal in Arabien oder China. Imperien kamen und gingen, und Europa, der Orient, Ostasien und Südamerika lagen zunächst räumlich zu weit auseinander, um – trotz sporadischen Kontakten, Handelsbeziehungen und Beutezügen – eine gegenseitige wirtschaftlich-technische Bedrohung darzustellen.

Dies änderte sich mit verbesserten Transportmöglichkeiten und ausgereifterer Waffentechnik. Eine Zäsur stellte die gewaltsame Öffnung des über Jahrhunderte isolierten Japan durch amerikanische Kanonenboote im Jahr 1853 dar, um die Öffnung des Landes für den internationalen Handel und die Nutzung japanischer Häfen als Versorgungsstützpunkte für US-Schiffe zu erzwingen (Wikipedia 2022a, 2022i). Ein gutes Jahrhundert später begannen die Japaner, westliche Autos nachzubauen, und entwickelten sich in den 1980er-Jahren zum weltweit führenden Anbieter für Halbleiterbauelemente.

Anfang 2022 verweigerte das Bundeswirtschaftsministerium die Genehmigung für die Übernahme des Münchner Halbleiterunternehmens Siltronic AG durch ein taiwanesisches Unternehmen und verhinderte so einen weiteren Ausverkauf von Hochtechnologie in Richtung Fernost. Dies scheint ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung zu sein. Sowohl mit dem US-amerikanischen *CHIPS for America Act & FABS Act* (SIA 2022) als auch dem *Europäischen Chip-Gesetz* (EU 2022) will der Westen in Zukunft gezielt versuchen, verlorengegangenes Terrain im Halbleitersektor zurückzugewinnen. Der Westen weiß und toleriert dies seit längerem, dass er von *Foundries* in Taiwan abhängig ist, die Computerchips in Lohnfertigung produzieren. Vor allem der Besuch der US-Spitzenpolitikerin Nancy Pelosi in Taiwan am 3. August 2022 und die darauffolgende Bedrohung der Insel durch China hat wieder massiv und schmerzlich ins Bewusstsein gerufen, dass 65 % der weltweit gefertigten Halbleiterchips in Taiwan entstehen. Davon kommen alleine 55 % aus den Fabs von TSMC, der *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.* (siehe z. B. Hirschle 2022)

Dies mag dem einen oder anderen Experten bekannt vorkommen.

Beispiel: SEMATECH

Nicht Dallas oder Houston ist die Hauptstadt des größten US-amerikanischen Bundesstaates Texas, sondern das mit einer knappen Million Einwohner deutlich kleinere Austin (Abb. 6.1). Zwar kann es auch in Austin im Sommer recht schwül werden, und Starkregen ist möglich, doch lässt es sich während der meisten Zeit des Jahres dort gut aushalten. Die Stadt besitzt ein nettes (und relativ sicheres) Downtown – wegen der hohen Dichte an Musikkneipen und Konzerten hat sie den Beinamen *Live Music Capital of the World*. Und von März bis Oktober erheben sich in der Abenddämmerung anderthalb Millionen Fledermäuse, die unter der *Congress Bridge* über den Colorado River den Tag verschlafen – wahrlich ein Spektakel. Empfehlenswert ist ebenfalls ein Trip in das 80 Meilen entfernt San Antonio.



Abb. 6.1 Austin, Texas. Foto: LoneStarMike (Wikipedia, CC BY 3.0)

Wie Seattle, Portland (Oregon) oder Denver ist auch das attraktive Austin ein Zuzugsgebiet für Amerikaner aus anderen Landesteilen. Als ich in den 1990er-Jahren regelmäßig beruflich in der Stadt weilte, lag die Einwohnerzahl erst bei gut der Hälfte, verglichen mit 2022. Damals war ich als Auslandsdelegierter in Portland beschäftigt und vertrat meinen Arbeitgeber, einen der größten Hersteller von Siliciumwafern, beim Halbleiterverband SEMATECH. Ich habe diese meist quartalsweisen

Kurztrips sowie die konstruktive Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Industrievertretern selbst aus Konkurrenzbetrieben in sehr angenehmer Erinnerung.

Sie werden sich als Leser vermutlich fragen, warum ich Ihnen dies alles erzähle. Nun, es geht mir darum klarzumachen, dass der momentane Zustand der Knappheit an Vormaterialien und vor allem an elektronischen und Halbleiterbauelementen keineswegs etwas Neues ist. In früheren Zeiten war es ebenfalls mitunter so, dass Lieferengpässe im internationalen Seehandel auftraten: Die Sperrung des Suezkanals durch Ägypten im Sechstagekrieg im Juni 1967 dauerte (anders als die nach der Havarie der *Ever Given*) ganze acht Jahre – und 14 Frachter hingen genauso lange dort fest. Auch andere politische Konflikte wie Brände und Naturkatastrophen haben das austarierte System immer wieder ebenso empfindlich gestört. Nicht (oder nicht mehr) verfügbare Technologien und Produktionskapazitäten im Westen, etwa für Halbleiterbauelemente, zählen ebenso zu den möglichen Ursachen für Probleme.

Im Sinne der Abschnittsüberschrift also ein zeitlicher Blick zurück: Mitte der 1980er-Jahre stellte die US-Regierung fest, dass die Wettbewerbsfähigkeit der US-Halbleiterindustrie im Vergleich mit Japan sehr zu wünschen übrig ließ. Damals wurde gemunkelt, dass amerikanische Kampffjets nicht mehr ohne japanische Computerchips fliegen könnten. Und so gründeten damals 14 US-Halbleiterunternehmen – unter ihnen Größen wie AMD, Compaq, HP, IBM, Intel, Micron, Motorola und TI – das Joint Venture SEMATECH (*Semiconductor Manufacturing Technology*), ein Non-Profit-Consortium, um den Technologierückstand aufzuholen. Die Aktivitäten begannen 1988 in Austin. Allerdings muss eingeräumt werden, dass die Sinnhaftigkeit der Bereitstellung umfassender staatlicher Mittel für diesen Zweck bis heute umstritten ist. (Lazonick und Hopkins 2021, Wikipedia (2022g))

Ab etwa 1994 wurden die Hersteller von Ausgangsmaterialien in die Arbeiten einbezogen, und es ging darum, einen Fahrplan aufzustellen, welche Qualitätsanforderungen für zukünftige Halbleitergenerationen notwendig sind. Meine Beiträge bezogen sich auf schädliche Metallkontaminationen wie Kupfer, Nickel oder Eisen im hochreinen Silicium-

Trägermaterial. Die Resultate unserer Arbeitsgruppe gingen in eine Roadmap für zukünftige Chipgenerationen ein, die unter dem Kürzel ITRS (*International Technology Roadmap for Semiconductors*) bekannt wurde. Darin waren bereits die neuen Waferdurchmesser 300 mm (an deren Entwicklung ich später selbst mitarbeitete) und 450 mm enthalten (der anderthalb Jahrzehnte später primär aus Kostengründen wieder gestrichen wurde). (Wikipedia 2022c)

Die Miniaturisierung integrierter Schaltkreise ist in den folgenden drei Jahrzehnten nahezu planmäßig fortgeschritten, mit einer Verdoppelung der Speicherdichte alle 18 bis 24 Monate (vgl. Abschn. 6.3). Die Entwicklung von Halbleiterelektronik und Digitalisierung, an der ich persönlich mit viel Freude über zehn Jahre aktiv beteiligt war, hat einen technologischen Quantensprung bewirkt, mit Möglichkeiten und Auswirkungen, von denen damals noch niemand träumen konnte – zum Guten wie zum Schlechten. ◀

Geschichte ist oft sehr lehrreich, und man findet für Probleme und Herausforderungen in der Gegenwart oftmals Referenzbeispiele, wie das Schicksal der US-Halbleiterindustrie in den 1980er-Jahren zeigt. Vor dem Hintergrund der aktuellen geopolitischen Krisen richtet sich der nachfolgende Ratschlag deshalb auch eher an die Industrie- und Staatenlenker und weniger an Sie als individuellen Leser dieses Buchs.

- ▶ **Tipp** Trotz Globalisierung auf der Basis der Theorie von David Ricardo: Jeder Staat und jedes Unternehmen benötigen einen Backup-Plan für die Beschaffung kritischer Grundstoffe, Güter und Dienstleistungen für den Fall, dass sich die etablierten Lieferanten und „Partner“ entscheiden, nicht mehr nach den gewohnten und vereinbarten Regeln zu spielen.

6.2 Meilensteine der menschlichen Entwicklung

Es ist wie gesagt nicht von der Hand zu weisen, dass die elektronische Miniaturisierung und Digitalisierung einen wesentlichen Sprung in der Technologieggeschichte verursacht haben. Nach akademischen Anfängen

erschloss sich die neue Arbeitsweise immer breitere Anwendungsfelder; unser modernes Leben ist ohne Halbleitertechnologie nicht mehr denkbar. Doch bekanntermaßen hat es in der Menschheitsgeschichte zuvor bereits mehrere richtungsweisende Entwicklungen gegeben, über die kurz berichtet werden soll, bevor Abschn. 6.3 und 6.4 die Frage beantworten, was Digitalisierung und Boiling-Frog-Syndrom miteinander zu tun haben.

Vor einem erdgeschichtlich betrachtet relativ kurzen Zeitraum veränderte sich in der Tat etwas gravierend, und die Folgen sind irreversibel. Der entscheidende Entwicklungssprung fand vor gut 70.000 Jahren statt, als das Gehirn des Homo sapiens zu wachsen begann. Dies ermöglichte unserer Spezies die typisch menschlichen Kompetenzen, wie ausgeprägte Lernfähigkeit, den Gebrauch der Vernunft, komplexes Sozialverhalten und die Kommunikation durch Sprache. Daraus resultierte die Möglichkeit, sich vor etwa 10.000 Jahren als alleinige Menschenart durchzusetzen, nachdem zuvor für eine Dauer von zwei Millionen Jahren mehrere Arten der Gattung Homo gleichzeitig existierten.

Die Nutzung des Feuers seit rund einer Million Jahren wird verschiedenen Menschenarten zugeschrieben – ein wichtiger Schlüssel zur körperlichen, geistigen und kulturellen Entwicklung des Urmenschen. Die Entfackung geschah allerdings rein zufällig, etwa durch Blitzschlag. Der älteste gesicherte Nachweis eines steinzeitlichen „Feuerzeugs“ stammt aus Deutschland: In der württembergischen Vogelherdhöhle fand man das Mineral Pyrit und Feuerstein. Vor 32.000 Jahren haben Steinzeitmenschen diese beiden Steine gegeneinandergeschlagen und so Funken erzeugt, die wiederum Stroh oder anderes Brennmaterial in Flammen setzten.

Mit dem signifikanten Umbruch der Agrarrevolution um 10.000 v. Chr., dem Übergang von den Jägern und Sammlern zur Agrargesellschaft, verbesserte sich zwar das Nahrungsangebot und wurde über das Jahr besser planbar. Folgen dieses Quantensprungs waren jedoch Bodenübernutzung, eine deutlich höhere Vermehrungsrate sowie ernsthafte körperliche Beschwerden durch die ungewohnte Feldarbeit (siehe auch Abschn. 7.2).

Neolithische Revolution

Die *Steinzeit* als früheste Epoche der Menschheitsgeschichte ist durch erhalten gebliebenes Steingerät gekennzeichnet und begann – nach Funden zu urteilen

– vor über zwei Millionen Jahren. Die Jungsteinzeit oder Neusteinzeit (Neolithikum) ist die Epoche des Übergangs von Jäger- und Sammlerkulturen zu Hirten- und Bauernkulturen. Das entscheidende Kriterium für den Beginn des Neolithikums ist der Nachweis domestizierter Nutzpflanzen.

Das erstmalige Aufkommen produzierender Wirtschaftsweisen (Ackerbau bzw. Pflanzenbau und Viehzucht bzw. Tierproduktion), der Vorrathaltung und der Sesshaftigkeit in der Geschichte der Menschheit wird als *neolithische Revolution* bezeichnet. Sie markiert nach Ansicht vieler Wissenschaftler einen der wichtigsten Umbrüche in der Geschichte der Menschheit. Dieser vom Klimawandel verursachte und geförderte Übergang von der nomadisierenden Lebensweise der Jäger, Sammler und Fischer zum sesshaften Leben als Bauer vollzog sich allerdings nicht zeitgleich in allen Regionen der Erde. Im Nahen und Mittleren Osten fand er lange vor dem 10. vorchristlichen Jahrtausend statt, während er in China um 7000 v. Chr. und in der Sub-Sahara-Region und Lateinamerika erst für 2000–3000 v. Chr. datiert ist. (siehe z. B. Wikipedia 2022f und dort zitierte Quellen)

Das Rad als Transportmittel wurde in verschiedenen Erdregionen ebenfalls zu unterschiedlichen Zeiten eingeführt, in Vorderasien im vierten vorchristlichen Jahrtausend, im heutigen Mexiko erst 600 n. Chr. Bereits im 8. Jahrhundert n. Chr. wurde in Ostasien der Buchdruck erfunden, der ab dem 15. Jahrhundert in Europa das Monopol der katholischen Kirche in der Meinungsbildung brach. Als weiterer Wendepunkt in der Zeitgeschichte wird die industrielle Revolution angesehen, die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Prinzip mit der Erfindung der Dampfmaschine in England begann und zu einer tiefgreifenden und dauerhaften Umgestaltung der Verhältnisse und zum Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft geführt hat. Folgen waren eine stark beschleunigte Entwicklung von Technik, Produktivität und Wissenschaften, begleitet von einer starken Bevölkerungszunahme (vgl. Abschn. 7.3), und die Sicherung der technischen und militärischen Vorherrschaft West- und Mitteleuropas in der Welt.

► Das **Jevons-Paradox** ist eine ökonomische Beobachtung, der zufolge technischer Fortschritt, der die effizientere Nutzung eines Rohstoffes erlaubt, letztlich zu einer erhöhten Nutzung dieses Rohstoffes führt, anstatt sie zu senken – zu Zeiten von William Stanley Jevons (1835–1882) war es die Kohle, heute stehen Öl und Gas im Fokus.

In seinem lesenswerten und kontrovers diskutierten Buch *Why the West Rules – for now* (deutscher Titel: „Wer regiert die Welt?“) hat der britische Historiker Ian Morris einen Entwicklungsindikator definiert und anhand dessen die westliche und fernöstliche Zivilisation über mehr als 10.000 Jahre verglichen (Morris 2011). Er prognostiziert durch Extrapolation ein Ende der westlichen Vorherrschaft zugunsten Chinas spätestens um das Jahr 2100. (Solange wird es aus heutiger Sicht nicht dauern.) Gleichzeitig wird der Trend fortschreiten, dass die Welt weiter zusammenwachsen wird, sodass hegemoniale Vorherrschaften verschwinden werden. Dieser *Social Development Index* berücksichtigt den Energieverbrauch der Menschheit, den Organisationsgrad (beurteilt anhand der Einwohnerzahl der größten Städte), das Potential zur Kriegsführung (Waffen, Truppenstärke, Logistik) sowie die Ausprägung der Informationstechnologie (Schrift, Druck, Telekommunikation etc.). Dabei ist vor allem seit der industriellen Revolution ein beschleunigter Anstieg zu verzeichnen, der erst auf einer logarithmischen Skala linear erscheint. (Morris 2010, S. 189–197; 2011, S.160–170)

Und damit sind wir wieder mittendrin im faszinierenden und teils schwer greifbaren Phänomen des exponentiellen („beschleunigten“) Anstiegs bzw. Wachstums, das mit Blick auf Corona-Pandemie (Abschn. 4.4), Wachstum der globalen Bevölkerung (Abschn. 7.2) und Klimaerwärmung (Abschn. 7.4) auch an anderer Stelle Erwähnung findet.

Während sich die Völker der Welt in früheren Jahrhunderten und Jahrtausenden trotz aller Kriege und Scharmützel noch irgendwie aus dem Wege gehen konnten, haben Bevölkerungszunahme – man rechnet mit zehn bis zwölf Milliarden Erdenbürger 2050 statt heute acht – sowie zwei Weltkriege im 20. Jahrhundert und bis heute unzählige Lokalkonflikte eine neue Ära eingeläutet. Die Globalisierung ist somit eine der für die Zukunft feststehenden Tatsachen. Zwar hat Russland mit seinem Angriffskrieg gegen die Ukraine und den daraus resultierenden westlichen Sanktionen die wirtschaftliche Zusammenarbeit und den globalen Handel auf absehbare Zeit empfindlich gestört. Dennoch bleibt abzuwarten, wie lange es dauern wird, bis das enorme wirtschaftliche Potenzial der globalen Zusammenarbeit wieder über nationale Vorsicht, Eitelkeiten und Egoismen siegen wird.

Ein weiterer inzwischen etablierter Fakt als Begleiterscheinung von zunehmendem Wohlstand und Entwicklungsniveau sowie steigender Erdbevölkerungszahl ist, dass der Mensch sich über Umweltverschmutzung und künstlich erzeugte Klimaerwärmung sukzessive seiner Lebensgrundlagen beraubt. Hier lauern langfristig weitaus ernsthaftere Bedrohungen als aus bewaffneten Konflikten und hybrider Kriegsführung zwischen einzelnen Nationen.

Fake News und technische Fehleinschätzungen

In Abschn. 4.1 und den darauffolgenden Abschnitten haben wir uns über Fake News unterhalten, oft bewusst in Umlauf gebrachte Falschnachrichten, deren kritiklose Akzeptanz zu verschrobenern und teilweise völlig absurden Ansichten und Einschätzungen führen kann. Solche falschen Darstellungen findet man nicht nur in Zusammenhang mit Politik und Pandemie, sondern auch im hier beleuchteten Themenfeld Technik und Technologie. So wird Microsoft-Gründer Bill Gates die Aussage „Niemand braucht mehr als 640 Kilobyte Arbeitsspeicher in seinem PC“ in den Mund gelegt, die er angeblich 1981 getroffen hat – und die ebenso sinnenstelt und damit unzutreffend ist wie diese beiden Aussagen (siehe z. B. Wietlisbach 2017):

- „Ich glaube, dass es weltweit einen Markt für vielleicht fünf Computer geben wird.“ (angeblich 1943 von Thomas Watson, IBM-Chef)
- „Es gibt keinen Grund dafür, dass jemals jemand einen Computer bei sich zu Hause haben wollen würde.“ (angeblich 1977 von Ken Olson, Präsident des Computer-Herstellers DEC)

Völlig absurd mutet heute die angebliche Aussage von Charles H. Duell, Beauftragter des US-Patentamtes, an, die er 1899 gemacht haben soll: „Alles, was erfunden werden kann, wurde bereits erfunden.“ Ausgerechnet von einem Vertreter der Organisation, die den technischen Fortschritt schützen soll?! Obwohl immer wieder Vorträge mit diesem berühmten Zitat beginnen, gibt es ein kleines Problem damit: Es ist ein Fake, denn kein Wort stimmt. Es klingt eben wirklich zu gut, um wahr zu sein. Erstmals aufgetaucht ist die angebliche Aussage 1981 im *Book of Facts and Fallacies* von Chris Morgan and David Langford.

Heute vermutet man, dass der Duell in den Mund gelegte Satz vielmehr in Verbindung mit einer Aussage des Patentbeamten Henry Ellsworth

steht, der diese bereits 1843 gemacht hat: *“The advancement of the arts, from year to year, taxes our credulity and seems to presage the arrival of that period when human improvement must end.”* (Wikipedia 2022b) (Frei von mir übersetzt: „Die Jahr für Jahr rasant fortschreitende technische Entwicklung belastet unser Vorstellungsvermögen und scheint eine Zeit anzukündigen, in der die menschliche Entwicklung zwangsläufig enden wird.“)

- ▶ **Tip** Ich habe es an anderer Stelle bereits erwähnt: Glauben Sie nicht alles, was Sie hören und lesen.

Ergänzend dazu noch folgende Informationen:

- ▶ Ein **Patent** ist ein hoheitlich erteiltes gewerbliches Schutzrecht für eine Erfindung, also ein Verbotungsrecht anderen gegenüber.

Die Anzahl der weltweit erteilten Patente ist ein ungefähre Gradmesser für den Umfang technisch-technologischer Entwicklungen. Weltweit wurden im Jahr 2011 erstmals mehr als zwei Millionen Patentanmeldungen eingereicht und 2016 mehr als drei Millionen. Davon werden typischerweise knapp die Hälfte durch die Patentämter nach Prüfung anerkannt, die dem Einreicher entsprechende Schutzrechte erteilen. (WIPO 2021) Die Tendenz ist weiter ansteigend, was ein Beleg dafür ist, dass der technische Fortschritt keineswegs stagniert. Seit Ausbruch der Corona-Pandemie wird (wieder) intensiv diskutiert, ob es moralisch geboten ist, dass Inhaber von Impfstoffpatenten (deren Entwicklung die Unternehmen natürlich viel Geld gekostet hat) kostengünstige oder freie Lizenzen zur Nutzung vor allem an Drittweltländer vergeben sollten.

6.3 Mooresches Gesetz: exponentielle Miniaturisierung

Die Entwicklung der Halbleiterelektronik Mitte des 20. Jahrhunderts hat völlig neue Kommunikationskanäle eröffnet, die gravierende weitere Entwicklungen erst ermöglichten. Eine alle Bereiche des Lebens betreffende

Veränderung ist die *Digitalisierung* (für weitere Informationen siehe z. B. bpb 2020).

► Unter **Digitalisierung** versteht man die Umwandlung von analogen, das heißt stufenlos darstellbaren Werten bzw. das Erfassen von Informationen über physische Objekte in Formate, die sich zu einer Verarbeitung oder Speicherung in digitaltechnischen Systemen eignen.

Die Digitalisierung ist aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Ihre Wirksamkeit entfaltet sie im Zusammenspiel mit Menschen, die sie ersinnen, gestalten und nutzen. Auf diese Weise haben sich in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Gesellschaftsbereichen tiefgreifende Veränderungen vollzogen, ohne dass man es zunächst so richtig wahrgenommen hat. Der Begriff der Digitalisierung beschreibt auf einer technologischen Ebene insbesondere zwei Entwicklungen: den Prozess, der Informationen in maschinenlesbare Daten umsetzt und speichert, sowie Vorgänge der Datenverarbeitung, -übermittlung und -kombination. Mit ihrer Hilfe werden Formate wie Schrift, Sprache oder Bild umgewandelt und damit für uns Menschen erfassbar gemacht. Diese Prozesse finden mithilfe von Computern, Software und dem Internet automatisiert und vernetzt statt. Die Digitalisierung beschränkt sich jedoch nicht nur auf technologische Aspekte, sondern betrifft unseren Alltag und damit uns als Individuen, als Teil verschiedener Gruppen und als Mitglieder der Gesellschaft. (bpb 2020)

Die ihr zugrunde liegende Miniaturisierung elektronischer Bauelemente mit der in Abschn. 6.1 erwähnten Verdopplung der Speicherdichte alle eineinhalb bis zwei Jahre ist eine wesentliche Triebkraft der technologischen Entwicklung der Gegenwart. Und an dieser Stelle kommt der 1929 in San Francisco geborene US-Ingenieur Gordon E. Moore ins Spiel. Moore ist einer der drei Gründer des Halbleiterunternehmens Intel im Jahr 1968, die vorher alle bei Fairchild Semiconductor arbeiteten (an dessen Gründung der visionäre Moore 1957 ebenfalls beteiligt war). Er veröffentlichte am 19. April 1965 in der Zeitschrift *Electronics* einen bis heute legendären Artikel (Moore 1965). Er beschrieb anhand der vorliegenden Daten dieser Jahre einen Zusammenhang zwischen der Zeit und der Anzahl der elektronischen Bauteile einer integrierten Schaltung (eine jeweilige Verdopplung in einem Jahr) und stellte die Frage, was wäre, wenn es in den

nächsten zehn Jahren so weiterginge. Das Gesetz wurde später geringfügig korrigiert – auf die schon genannte Verdoppelung der Prozessorleistung nach jeweils 18 bis 24 Monaten. Sie gilt aber im Wesentlichen bis heute.

► **Mooresches Gesetz** Die Anzahl an Transistoren, die in einen integrierten Schaltkreis festgelegter Größe passen, verdoppelt sich etwa alle 1,5 bis 2 Jahre.

Moores Aussage ist insofern wichtig, da Chiphersteller wie Intel seit jeher versuchen, die Fläche der Halbleiterbauelemente so gering wie möglich zu halten, um diese wirtschaftlich – also gewinnbringend – zu produzieren. Um die Leistung zu steigern, müssen daher zwangsläufig immer mehr Schaltkreise auf dem gleichen Raum untergebracht werden. Das Mooresche Gesetz ist jedoch kein Naturgesetz, sondern eher eine Art Faustregel, die sich zumindest bis vor Kurzem bewährt hat. In den 1990er-Jahren wurde es als eine selbsterfüllende Prophezeiung angesehen, deren Realisierung die Bereitstellung des dafür notwendigen Entwicklungskapitals zur Folge hatte. Abb. 6.2 zeigt in halblogarithmischer Darstellung die Entwicklung der Speicherdichte in Abhängigkeit von der Zeit: Für die Jahre 1970–2020 ist in dieser linearisierten Art der Darstellung die „Gesetzmäßigkeit“ von Gordon Moore klar erkennbar.

Doch nicht nur in den fünf Jahrzehnten der Entwicklung integrierter Schaltkreise, die dem Artikel von Gordon Moore folgten, bewahrheitet sich seine Prognose des kontinuierlichen exponentiellen Anstiegs der Speicherdichte. Auch rückblickend auf die Entwicklungen in den Dekaden davor, auf die der Forscher seine Prognose stützte, findet sich ein linearer Zusammenhang in der logarithmischen Darstellung: bei der Transistortechnik der 1960er Jahre, den Vakuumröhren der 1940er und 1950er, den Relais sowie Lochkarten etc. in den ersten Dekaden des vergangenen Jahrhunderts.

Im selben Artikel nahm Moore auch andere Entwicklungen der Chipindustrie vorweg, welche von der damaligen Fachwelt als Science-Fiction abgetan wurden. So überlegte er, dass zwar die zunehmende Anzahl von Transistoren mittelfristig zu Problemen bei der Hitzeentwicklung führen kann, die stärkere Integrationsdichte der aktiven Halbleiter durch Schichttechnik auf einem Chip aber auch die Leitungswege und somit die Wärmeverluste verringern würde, was zu einem Ausgleich führt.

Seite 216: **Abb. 6.2** Mooresches Gesetz. Grafik: Max Roser, Hannah Ritchie (CC-BY 4.0)

Ob das Mooresche Gesetz auch in Zukunft Gültigkeit haben wird, ist heute mehr als ungewiss; in der klassischen CPU-Technologie stößt man zunehmend auf technische Probleme und an physikalische Grenzen. Hingegen bietet die Erforschung grundsätzlich neuer Technologien, etwa Nanomaterialien wie Graphen, dreidimensionale integrierte Schaltkreise, Spintronik und andere Formen mehrwertiger Logik, sowie Tieftemperatur- und Supraleiter-Computer, optische und Quantencomputer, völlig neue Möglichkeiten. (Wikipedia 2022e) Diese Forschungsrichtungen, die sich teilweise von der klassischen Halbleitertechnologie mit Silicium als Trägermaterial verabschieden, werden inzwischen unter der Bezeichnung *More than Moore* („Mehr als Moore“) geführt (IRDS 2021).

Es lässt sich also zusammenfassen: Eine Status-quo-Verzerrung kann man der Halbleiterindustrie mit ihrer rasanten Entwicklungsgeschwindigkeit nun wirklich nicht vorwerfen. Wie bei anderen hier behandelten Veränderungen geht es nicht linear, sondern exponentiell vorwärts: Durch die Verdopplung der Leistung innerhalb einer bestimmten Zeit verläuft die Entwicklung ähnlich wie durch den Zinseszineffekt natürlich immer schneller. Während die Amerikaner Ende der 1960er-Jahre auf der Basis aufwendiger manueller Berechnungen zum Mond geflogen sind¹, haben Automatisierung und Digitalisierung als Folge der Entwicklung der Halbleitertechnologie den modernen Menschen voll im Griff. Doch nicht jeder fühlt sich wohl mit den Begleiterscheinungen des rasanten technischen Fortschritts – mancher betrachtet sich inzwischen als ausgeschlossen und abgehängt.

► Tipps

- Insbesondere Senioren und nicht sehr technikaffinen Personen fällt es schwer, mit dem technischen Fortschritt mitzuhalten. Versuchen Sie zu vermeiden, dass Sie dabei abgehängt werden, indem Sie sich frühzeitig mit Neuerungen auseinandersetzen und neue Technologien, Medien und sonstige Möglichkeiten ausprobieren und nutzen.

¹ Dies ist sehr anschaulich portraitiert im Spielfilm *Hidden Figures – Unerkannte Heldinnen*, der auf dem gleichnamigen Sachbuch von Margot Lee Shetterly (2016) basiert.

- Unterstützen Sie dabei jedoch möglichst nicht die elektronische Wegwerfmentalität. Kaufen Sie nachhaltig erzeugte und arbeitende Systeme, die gegebenenfalls auch repariert werden können. Es ist ökologischer und finanzieller Unsinn, Geräte wie Smartphones oder Laptops prinzipiell nach spätestens drei Jahren auszutauschen, sofern diese noch einwandfrei funktionieren.

6.4 Innovationsfreude und Technikfeindlichkeit

An diese Stelle passt ein Zitat des deutschen Raumfahrers Alexander Gerst:

- ▶ „Neugier ist langfristig stärker als Furcht.“ (Gerst und Abromeit 2021, S. 78)

Es liegt in der Natur des Menschen (oder zumindest eines Teils davon), sich auf unbekanntes Terrain zu wagen, Risiken einzugehen und damit sein Wissen und seine Möglichkeiten zu erweitern. In der Seefahrt waren es die Wikinger und Polynesier, die ins Unbekannte (und damit oft ins Verderben) aufbrachen; Marco Polo, Christoph Columbus und James Cook setzten in ihrer jeweiligen Zeit Maßstäbe. Nachdem die Meere kartografiert und neue Kontinente entdeckt waren, konkurrierten wagemutige Männer wie Roald Amundsen, Robert F. Scott, Robert Peary und Umberto Nobile im Rennen zum Süd- und Nordpol. Und das Rennen im Weltraum ist für immer mit dem Russen Juri Gagarin sowie den Amerikanern Frank Borman und Neil Armstrong und ihren Apollo-Crews verbunden. Viele Pioniere und Forscher haben in anderen Disziplinen unvergängliche Spuren hinterlassen.

Für die Erschließung neuer Horizonte ist eine Menge Mut der Beteiligten erforderlich – die meisten haben vermutlich zu Beginn einer solchen Mission bereits mit ihrem Leben abgeschlossen.¹ Darüber hinaus sind gewöhnlich technische Innovationen erforderlich, die z. B. See- und Raum-

¹ Die Aussichten, dass die Apollo-11-Astronauten Neil Armstrong und Buzz Aldrin nach der ersten Mondlandung 1969 wieder heil zur Erde zurückkommen, wurden zu Beginn der Mission mit 50:50 abgeschätzt. Die Trauerrede durch US-Präsident Nixon war beim Start bereits geschrieben. (z. B. Wiederschein 2019)

fahrt in diesem Umfang erst möglich gemacht haben. Doch auch wenn es damals deutlich länger dauerte als bei neuzeitlichen Durchbrüchen: Die in Abschn. 6.2 erwähnte neolithische Revolution kann sicherlich als erster durchgreifender technischer Fortschritt bezeichnet werden. Die moderne Definition lautet wie folgt:

► **Technischer Fortschritt** Gesamtheit aller technischen Errungenschaften einer Kultur. Dadurch kann entweder eine gleiche Produktionsmenge mit einem geringeren Einsatz an Arbeit oder Produktionsmitteln erstellt werden oder eine höhere Menge mit dem gleichen Einsatz an Produktionsmitteln und Arbeit.

Jegliche Entwicklungstrends, die gemeinhin als Fortschritt bezeichnet werden, haben Auswirkungen auf den soziokulturellen und ökonomischen Wandel. Der Fortschrittsbegriff wird heute vielfach allein auf den technischen Fortschritt reduziert. In der frühen Zeit der Menschheitsgeschichte war die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts relativ langsam; historisch betrachtet hat es durchaus neben produktiven Zeiten auch Phasen mit technischem Rückschritt gegeben. Wie bei der biologischen Evolution werden allerdings auch beim technischen Fortschritt die Zeitabschnitte zwischen den Entwicklungsschritten immer kürzer. Während es von der neolithischen Revolution bis zur industriellen Revolution über 10.000 Jahre gedauert hat, brauchte es bis zur digitalen Revolution nicht einmal 250 Jahre.

Der technische Fortschritt ist ein entscheidender Antrieb für das Wirtschaftswachstum. Angesichts der globalen Umweltrisiken (die zum größten Teil Folgen technischer Entwicklungen sind), schwindender Ressourcen und der politischen und sozialen Auswirkungen der neuen Medien stellt sich die grundsätzliche Frage der Beherrschbarkeit moderner Spitzentechnologie. Die Geschichte der Technik zeigt, dass sehr viele technische Problemlösungen unvermutet neue und größere Probleme – oft an ganz anderer Stelle – entstehen lassen. (Wikipedia 2022h und dort zitierte Quellen)

► Der Leitgedanke dieses Buchs – *Der Status quo lässt sich auf Dauer nicht aufrechterhalten* – trifft natürlich ebenso auf das enorme Potenzial und die Kraft zu, mit der sich der technische Fortschritt Bahn bricht.

Im Prinzip kann man den Gedanken von Alexander Gerst auch so ausdrücken, was deutlich weniger euphorisch und als alternatives Narrativ sogar tendenziell negativ klingt: *Alles, was technisch möglich ist, wird irgendwann auch gemacht*. Und damit sind wir an einem Punkt, an dem es offensichtlich wird, dass bei weitem nicht alle technischen Innovationen langfristig für die Menschheit von Vorteil sind. Zwar wird die Status-quo-Verzerrung überwunden, jedoch droht das Boiling-Frog-Syndrom, indem die schädlichen Auswirkungen bestimmter Technologien zunächst für längere Zeit übersehen oder kleingeredet werden. Prominente Beispiele sind das durch Freisetzung halogenierter Kohlenwasserstoffe erzeugte *Ozonloch* sowie der durch Verbrennung fossiler Energieträger bewirkte menschengemachte *Klimawandel* (vgl. hierzu Abschn. 7.4).

Doch auch weitere hochaktuelle, ähnlich gelagerte Themen stoßen auf Skepsis und sogar breite Ablehnung in Teilen der Bevölkerung, die einen Kontrollverlust über die Auswirkungen befürchtet – das Öffnen der Büchse der Pandora aus der griechischen Mythologie sozusagen, die alle Übel der Welt (sowie die Hoffnung) enthält. Ein Beispiel ist die bereits in Abschn. 2.4 erwähnte *Forschung an menschlichen embryonalen Stammzellen*. In Deutschland begrenzen Embryonenschutz- und Stammzellgesetz bisher die Möglichkeiten; die Gesetzgebung anderer Staaten bietet den Forschern teilweise deutlich umfangreichere Möglichkeiten. Auch die Entwicklung und Nutzung *künstlicher Intelligenz (KI)* in Verbindung mit Digitalisierung und Automatisierung verheißt nicht nur neue Möglichkeiten, sondern öffnet auch dem Missbrauch Tür und Tor, etwa durch Unterdrückung der Bevölkerung und in der hybriden Kriegsführung. Und viele Menschen – auch neben den erwähnten Senioren – fühlen sich in der heutigen digitalen Welt überfordert und sogar von den Innovationen abgehängt.

Nutzung der Kernenergie

Zwei weitere technologische Entwicklungen sollen in diesem Abschnitt noch skizziert werden, die Fluch und Segen zugleich sein können.

Die zivile Nutzung der Kernenergie ist angesichts der unsicheren Energieversorgung aus russischen Quellen wieder hochaktuell, und die Forderung nach Laufzeitverlängerungen deutscher Kernkraftwerke (Abb. 6.3) – vor allem aus dem Unionslager und seitens der FDP – werden Mitte



Abb. 6.3 Kernkraftwerk Isar 2 (bei Lands- hut). Kein landschaftlich schöner Anblick

2022 lauter.¹ Bereits vor dem russischen Überfall auf die Ukraine und ungeachtet massiver Kritik hat die EU-Kommission Investitionen in neue Gas- und Kernkraftwerke unter bestimmten Auflagen als klimafreundlich eingestuft und nahm sie am 1. Februar 2022 in die sogenannte Taxonomie-Verordnung auf, mit der hohe Investitionen in „grüne“ Energien angekurbelt werden sollen. Vergessen wird dabei, dass Kernkraft keineswegs so „sauber“ ist wie vielfach kolportiert. Bei Dürre und Wasserknappheit muss die Leistung reduziert werden. Andererseits scheint die Vielzahl von zivilen nuklearen Unfällen (siehe z. B. Wikipedia 2022d) nach wie vor nicht zu der Einsicht zu führen, dass die Kerntechnologie zur Energiegewinnung im Gegensatz zu Windkraft- oder Photovoltaikanlagen nicht beherrschbar ist und nach wie vor ein unkalkulierbares Risiko darstellt. (siehe auch Radkau und Hahn 2013) Neben möglichen GAUs sowie der Endlagerproblematik für den Restmüll wird aufgrund der jüngsten Entwicklung in der Ukraine die Gefahr von Cyberangriffen, terroristischen Attacken sowie feindlichem Beschuss von Kernanlagen immer evidenter. Jedoch scheinen einige

¹ Markus Söder ist dabei einer der Meinungsmacher; allerdings möchte dieser definitiv kein Atommüll-Endlager in Bayern haben (und auch keine Windräder). Darüber hinaus wäre der Staat damit ab sofort in der Betreiberhaftung. Anstatt Stresstest und die technische Klärung der Machbarkeit abzuwarten, wird besonders bei den bisherigen Bremsern und Blockierern der Energiewende sehr stark politisiert.

Revisionisten die politische Großwetterlage ausnutzen zu wollen, um den Trend zu umweltfreundlichen Technologien zur Energiegewinnung zurückzudrehen. Für sie stellen Windräder eine stärkere Verschandelung der Landschaft dar als Kernkraftwerke.

- ▶ Kernkraftwerke lassen sich nicht versichern. Sie sind wirtschaftlich nur durch staatliche Förderung konkurrenzfähig. Bei der Bewertung des Aufwands für die Stromerzeugung werden die *Opportunitätskosten* systematisch viel zu niedrig bewertet.

Zudem bezahlt gewöhnlich zu großen Teilen die Öffentliche Hand den extrem teuren und langwierigen Abbau in Höhe vieler Milliarden Euro pro Reaktor – und bei den bisher vier ernstesten Havarien hat die Allgemeinheit auf Dauer den Schaden. Die *Desaster-Myopie*, die „Kurzsichtigkeit für Katastrophen“, macht die Entscheidungsträger rasch vergessen, wie tragisch und umfassend die jeweiligen Folgen waren und sind. Die Endlagerproblematik für nukleare Abfälle ist auf Dauer ebenso wenig gelöst wie die Verhinderung der Weitergabe von waffenfähigem Material an Drittstaaten.

Die militärische Nutzung von Kernwaffen, die einzig 1945 in Hiroshima und Nagasaki an der Zivilbevölkerung demonstriert wurde und das Drohpotenzial der Supermächte im Kalten Krieg definierte, stellt eine bis zum Zweiten Weltkrieg ungekannte und ungeahnte Bedrohung ganzer Nationen und Landstriche dar und kann nur als Zivilisationskollaps bezeichnet werden. Die aktuellen unverhohlenen russischen Drohungen dürften so manchen Pazifisten in seinem Weltbild erschüttert haben. Trotz Atomwaffensperrvertrag verfügen neben den fünf offiziellen Atommächten inzwischen auch Israel, Indien, Pakistan und Nordkorea über Kernwaffen, und die beiden verfeindeten Regionalmächte am Persischen Golf Iran und Saudi-Arabien forschen gezielt daran. Weltweit wurden tausende Nuklearwaffentests durchgeführt, ein Teil davon oberirdisch in der Atmosphäre.

Es wird angenommen, dass die bei diesen Versuchen freigesetzten radioaktiven Stoffe weltweit ca. 300.000 Todesfälle zur Folge hatten. Neben der kompletten Umgestaltung weiter Teile der Erdoberfläche und der Ausbringung großer Mengen an Plastikabfällen, Blei aus Motoren, Beton, Glas und Aluminium sind die freigesetzten Radioisotope und Zerfallsprodukte als Folge dieser unverantwortlichen Ballerei noch lange Zeit nachweisbar.

Sie stellen ein weiteres Kriterium dafür dar, dass inzwischen ein neues Erdzeitalter, das *Anthropozän*, begonnen hat.

Grüne Gentechnik

Die Gentechnologie in der Landwirtschaft („grüne Gentechnik“) ist ein mindestens ebenso kontrovers diskutiertes Thema wie die Kernenergie, wobei sich hierfür deutlich mehr Pro-Argumente finden lassen. Dabei geht es um die Frage, wie bis zur Mitte des Jahrhunderts etwa zehn Milliarden Menschen ernährt werden können (siehe hierzu z. B. Ruschkowski 2022). In den Jahrtausenden zuvor bedeutete ein Mehrbedarf an Nahrungsmitteln meist einfach, mehr Land unter den Pflug zu nehmen. Doch diese Option besteht aktuell kaum noch: Bereits jetzt werden fast 40 % der Landoberfläche landwirtschaftlich genutzt; die Böden sind mit Dünger, Gülle aus der Tierzucht und Pestiziden oft massiv überlastet.

Viele Forscher sind überzeugt, dass die enormen Anforderungen nur durch Gentechnik zu erfüllen sind, indem maßgeschneiderte Pflanzen entwickelt werden, die auf kargen Böden wachsen und Schädlingen trotzen. Neue Methoden wie CRISP/Cas9 – eine Art selektive Genschere mit präziser Bearbeitung des Genoms – scheinen ein großes Potenzial zu besitzen. Pflanzenzucht erfolgt somit nicht wie seit jeher durch Versuch und Irrtum in der Züchtung oder durch Zufallsmutationen, indem Saatgut mit Giften oder radioaktiven Strahlen bombardiert wird, sondern durch gezielte Gen-Editierung. Dadurch lassen sich Erträge erhöhen, Missernten reduzieren sowie Wasser, Dünger und Pflanzenschutzmittel einsparen.

- ▶ Doch zwei von drei Deutschen lehnen Gentechnik im Ackerbau ab ... allerdings meist ohne dabei auf die Zutatenliste zu schauen und gentechnikfreie Produkte etwa aus Ökolandwirtschaft zu kaufen.

Ein Grund ist eine romantisierende Kinderbuchvorstellung davon, woher die Nahrung kommt und wie sie produziert wird, die wir heute verzehren. Viele Regierungen und NGOs lehnen grüne Gentechnik ab, da Eingriffe in das Erbgut von Organismen unverantwortbar und von der Bevölkerung unerwünscht seien. Denn einmal in die Natur entlassene veränderte Gene können – ähnlich wie die erwähnten Radionuklide – nicht wieder zurück-

geholt werden. Gentechnisch veränderte Pflanzen dürfen auf deutschen Äckern nicht angebaut werden. Ihre Erforschung ist in der gesamten Europäischen Union bisher streng reguliert, im Gegensatz zu anderen Ländern wie den USA. Dagegen regt sich seitens Wissenschaft und Industrie Protest. (z. B. Lambrecht 2022)

Allerdings erschließt sich das wirkliche Gefahrenpotenzial dieser Technologie nicht auf den ersten Blick und scheint nur schwer greifbar. Einerseits sind die gentechnischen Eingriffe letztlich nichts anderes als das, was in der Natur während der Fortpflanzung ständig von selbst passiert, sofern sich der Einsatzbereich der Genschere auf das betreffende Erbgut beschränkt. Die Frage, ob die Gegner grüner Gentechnik Opfer der Status-quo-Verzerrung oder aufmerksame Bekämpfer des Boiling-Frog-Syndroms sind, lässt sich für diesen Fall nicht klar beantworten, denn der Einfluss derartiger „Schnellverfahren“ auf Artenvielfalt und das gesamte ökologische System ist mehr als unklar.

Die Kehrseite der Medaille betrifft die Einschleusung fremder Gensequenzen in die DNA bestimmter Organismen. So wurden Fischgene in Tomaten und Erdbeeren transferiert, um die Früchte länger haltbar zu machen. Ein Beispiel für derartige transgene Pflanzen ist die genmanipulierte *Flavr Savr*-Tomate („Flavor savor“, Aromaretter), die kaum Käufer fand, als sie 1994 in den USA angeboten wurde. (Sie wurde 1997 wieder vom Markt genommen.) Zum weitgehend negativen Image der grünen Gentechnik tragen sicherlich auch Konzerne wie Monsanto bei. Das Unternehmen schleust Resistenzen gegen Unkrautvernichtungsmittel in Ackergewächse wie Mais oder Soja ein, um den Bauern nicht nur das Saatgut, sondern auch die passenden Unkrautvernichtungsmittel verkaufen zu können. Flugzeuge verteilen die giftigen Nebel, viele Tiere sterben, und die Anwohner sind von ernststen Krankheiten geplagt. Und mancherorts werden die Schädlinge nach einer gewissen Zeit resistent gegen die Mittel. (Ruschkowski 2022, S. 52)

Die Kluft zwischen den Befürwortern und Gegnern der Gentechnik ist tief, und die Fronten sind verhärtet. Bioanbau wäre zweifelsohne ein vorbildlicher Ansatz für nachhaltigen Ackerbau, doch viele Böden in Afrika oder Australien sind extrem nährstoffarm und sauer, und anderswo sind die Schädlingsverluste sehr hoch, was zu weiteren Hungersnöten

führen würde. Optimal erscheint eine Kombination zwischen traditionellen und modernen Anbaumethoden, zwischen Öko-Landwirtschaft und Hightech.

- ▶ **Tipp** Die Meinungsbildung zu technisch-technologischen Neuerungen besteht darin, Chancen und Risiken sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Jegliche Art von Manipulation von außen, Fanatismus und Dogmatismus ist dabei äußerst hinderlich.

6.5 Veränderungsmanagement in Arbeits- und Privatleben

Ich habe es bereits erwähnt: Beim technischen Fortschritt werden die Zeitabschnitte zwischen den Entwicklungsschritten immer kürzer. Obwohl ich selbst mein gesamtes Berufsleben als Angestellter im High-Tech-Bereich tätig war, habe ich nun mit meinen gut sechs Jahrzehnten Lebensalter ab und an das Gefühl, dass mich die aktuelle Entwicklung überrollt. Ich bin als Kind in einem Haushalt aufgewachsen, in dem es zunächst weder Fernsehgerät noch Telefon gab. Meine Eltern haben Radio gehört und Freunde und Bekannte spontan besucht; in dringenden Fällen wurde ein Telegramm geschrieben. (TV habe ich bei den Großeltern oder Nachbarn geschaut.) An der Universität wurden noch Lochkarten verwendet; in der Industrie gab es anfangs statt PC und Drucker ein Schreibbüro. Heute werden die Verbesserungen nicht mehr nur als Weiterentwicklungsversion 2.0 oder 4.0 katalogisiert, sondern es sind gravierende technische Umbrüche zu verzeichnen, beispielsweise ständige Erreichbarkeit, autonomes Fahren und das verzweifelte Bemühen um die Energiewende. (Andere bewährte Konzepte wie etwa die Grundkonstruktion eines Autos, Reißverschlusses oder Kugelschreibers ändern sich anscheinend nie.)

Organisatorische Veränderungen

Insofern ist es nicht verwunderlich, dass das Thema *Veränderungsmanagement* vor allem in der Welt der Großunternehmen präsent ist und – zumin-

dest in der Zeit vor der Corona-Pandemie – eine ganze Schulungsindustrie beschäftigt hat.¹ Die Management- und Selbsthilfeliteratur weist eindringlich auf die Notwendigkeit von Veränderungsbereitschaft hin. „Stagnation bedeutet Rückschritt“ und „lebenslanges Lernen“ sind lange bekannte Forderungen. (Allerdings hört man im Arbeitsleben des Öfteren gerne den Spruch: „Das haben wir schon immer so gemacht!“) Veränderungen können die Aufbau- oder die Ablauforganisation betreffen, wirtschaftliche oder technische Neuerungen mit sich bringen usw. Triebkräfte sind dabei vor allem die Globalisierung und sich dramatisch verändernde Märkte sowie der Wettbewerb um die fähigsten Köpfe. Arbeitgeber, die nicht mit der Zeit gehen und attraktive Arbeitsbedingungen schaffen, haben ein Problem.

Anlässlich des Ukraine-Kriegs werden die Karten neuerdings komplett neu gemischt. So sind auch mittel- und langfristig gravierende weltweite Verwerfungen zu erwarten, auf die man sich als Individuum, Unternehmen oder Staat einstellen muss, um nicht unterzugehen.

Beispiel: Ringtausch

In Abschn. 6.1 erwähnte ich meine langjährige Tätigkeit in einem deutschen Halbleiterunternehmen während meiner Industrielaufbahn. Dort war ich zuletzt zwölf Jahre lang als Leiter im Strategischen Einkauf beschäftigt. In meiner Verantwortung lagen neben der Verhandlungs- und Beschaffungstätigkeit auch übergeordnete und globale Aufgaben, die verschiedene internationale Standorte betrafen. Ein eminentes Thema in allen Beschaffungsabteilungen ist *Compliance*, was für die Einhaltung von Verhaltensmaßregeln, Gesetzen, Richtlinien und freiwilligen Kodizes durch Unternehmen steht. Von hoher Bedeutung ist dabei die Gefahr der *Korruption*, worunter Bestechlichkeit, Bestechung, Vorteilsannahme und Vorteilsgewährung verstanden wird. (vgl. Wenski 2020, S. 51–63).

Normalerweise ist sowohl der globale als auch der lokale Einkauf eines größeren Unternehmens, etwa eines multinationalen Konzerns, in

¹ Ähnlich wie bei persönlichen Hauptversammlungen mit Bewirtung sind zahlreiche Schulungen und Seminare in Unternehmen unter dem Vorwand der Pandemie ebenfalls weitgehend dem Rotstift zum Opfer gefallen und werden bestenfalls noch „virtuell“ am Rechner durchgeführt.

einzelne Beschaffungsgruppen eingeteilt, die für die Beschaffung von Produkten und Leistungen zuständig sind, die jeweils sinnvoll festgelegt, gebündelt und zugeordnet werden. Und obwohl ich persönlich nie mit solchen Praktiken konfrontiert wurde oder sie beobachten musste, war mir sehr wohl klar, dass längerfristige Kunden-Lieferanten-Kontakte mit denselben Protagonisten zu gezielter Beeinflussung führen können und sogar Korruption ermöglichen. Was erscheint da naheliegender, als die Beschaffungsthemen und -mitarbeiter periodisch zu tauschen bzw. zu mischen – ähnlich wie die Sachbearbeiter im Finanzamt nicht immer denselben Pool an Steuernummern bearbeiten.

Trägt sich das Management mit einem solchen Unterfangen, muss es mit heftigem Gegenwind nicht nur bei den Tarifangestellten rechnen. Die Status-quo-Verzerrung kann zur kompletten Ablehnung des Plans führen, da die Mitarbeiter oft nicht willig oder zumindest nicht davon begeistert sind, sich in ein neues Beschaffungsfeld einzuarbeiten und entsprechende neue Netzwerke im Markt, mit Lieferanten und den eigenen Bedarfsträgern anzulegen. Im lokalen Einkauf unserer japanischen Niederlassung wurde das Konzept konsequent umgesetzt: Die Beschaffungsgruppen A, B, C und D erhielten im Ringtausch nun die Verantwortung für die Einkaufsthemen X, Y, Z und W. Leider erwies sich das Experiment als völliger Fehlschlag, denn die Folge der Veränderung war ein heillooses Chaos. Die neue Zuordnung wurde – leider – nach einem halben Jahr mit Blick auf die Versorgungssicherheit in der Fertigung wieder zurückgesetzt, und die Sachbearbeiter erhielten ihr angestammtes Beschaffungsgebiet zurück.

Erfreulicher lief es im aus Deutschland gesteuerten strategischen Einkauf, der global operierte. Hier führte der enorme Kostendruck dazu, dass eine Gruppenleiterstelle und mehrere Sachbearbeiterpositionen nach der Verrentung der Stelleninhaber nicht nachbesetzt wurden und somit organisatorische Veränderungen unvermeidbar waren. Aus vier Gruppen wurden drei gemacht, und die meisten Schwerpunktthemen und Schlüssellieferanten erhielten neue Verantwortliche. Im Gegensatz zur Umorganisation in Japan stand in diesem Falle das Unternehmen bis hin zum Top-Management voll hinter diesem Schritt, und ein Unterlaufen der Maßnahmen durch Einzelne

wurde nicht toleriert. Die meisten Beteiligten sahen die Veränderung als Chance und nicht als Verlust und führten die neue Organisationsstruktur zum Erfolg. ◀

Verlassen der Komfortzone

Doch nicht nur das berufliche, auch das Privatleben nimmt keinen geraden Weg, und an der einen oder anderen Stelle sind auch dort aktive Korrekturen notwendig. Rechtzeitig eingeleitete Veränderungen halten Menschen (und Unternehmen) in der Erfolgsspur und sorgen für Stabilität. Dazu ist es notwendig, dass Wille und Fantasie zur Gestaltung vorhanden sind und man bereit ist, dafür seine Komfortzone zu verlassen – wie es den Einkäufern im Beispiel ebenfalls abverlangt wurde.

▶ Die **Komfortzone** ist eine Art Wohlfühlbereich, innerhalb dessen Grenzen wir uns zutrauen, Dinge zu erreichen, und uns entspannt und selbstbewusst fühlen. Ihr Verlassen kostet Überwindung und kann Stress verursachen.

Die Komfortzone ist somit ein Gebilde in unserem Kopf, in dem es uns gutgeht. Ihre Begrenzungen und Schranken sind imaginär und lassen sich beliebig ausweiten. Schaffen wir es, aus ihr herauszutreten, ist dies mit verschiedensten Vorteilen verbunden: Wir erfahren den Vorteil, uns nur auf uns selbst zu verlassen. Erkennen, dass wir Herausforderungen bewältigen können, und entwickeln Selbstvertrauen. Und beginnen, Dinge für uns selbst zu tun und nicht, um andere zu beeindrucken. Dadurch lernen wir uns selbst besser kennen, unsere Ängste und unser Verlangen.

▶ **Tipp** Verlassen Sie von Zeit zu Zeit bewusst Ihre Komfortzone, auch wenn es mühsam ist und schwerfällt. Dadurch eröffnen sich Perspektiven, die diesen Schritt rechtfertigen.

Veränderungsmanagement in der heutigen Ausprägung (siehe z. B. Wenski 2021, S. 205–232) ist das Gegengift zur Status-quo-Verzerrung. Es wäre unklug, technische und auch sonstige Veränderungen (etwa im persönlichen Umfeld) zu ignorieren und so weiterzumachen wie bisher. Wir stehen in unserer schnelllebigen Welt ständig vor neuen Herausforderungen. Ein

gewisser Teil der Probleme, mit denen wir konfrontiert werden – vielleicht sogar der größere – vergeht nicht von allein, sondern nimmt möglicherweise an Brisanz und Tragweite sukzessive zu. Die entwicklungshistorisch begründete natürliche Scheu vor Veränderungen und damit verbundenen Risiken führt regelmäßig dazu, dass sich bietende Chancen ausgelassen werden. Nicht zuletzt deshalb habe ich mein Buch zum Selbstmanagement (Wenski 2021) unter das Motto *Neues wagen, Chancen nutzen, selbstbestimmt agieren* gestellt.

Die Folgen der Status-quo-Verzerrung sind vielfach bereits im Kleinen zu beobachten, wie ich auch an mir selbst immer wieder bemerke. Privat und beruflich scheuen wir uns, Risiken einzugehen, und vertun damit Chancen. Ist der Lebenspartner der Richtige für das Ja-Wort, der Arbeitgeber für die Vertragsunterschrift? (In beiden Fällen geht es ja nachweislich oft genug schief, ohne dass erkannt wird, wann es an der Zeit ist, die Reißleine zu ziehen – das Boiling-Frog-Syndrom.) Den technischen Fortschritt zu ignorieren oder gar abzulehnen ist sicherlich ebenso keine empfehlenswerte Vorgehensweise. Doch während vor allem ältere Menschen sich mit Internet und Smartphone teilweise schwertun, schlägt bei Jüngeren das umgekehrte Phänomen zu: digitale Abhängigkeit und die Angst, etwas in ihren Netzwerken zu verpassen. Mal ehrlich: Halten Sie es gut aus, längere Zeit nicht online zu sein?

Hier noch weitere Fragen zur besseren Selbsteinschätzung:

- Wie reagieren Sie auf Veränderungsvorschläge Ihrer Mitarbeiterinnen bzw. Kollegen?
- Würden Sie eine Versetzung ins Ausland als Chance oder eher als unnötige Last oder gar Strafe sehen?
- Wie beurteilen Sie Ihren ökologischen Fußabdruck? Sehen Sie Handlungsbedarf?

Die Betrachtung des ökologischen Verhaltens und die damit verbundene Ressourcennutzung führt unmittelbar zum in Kap. 7 erörterten Schwerpunkt der Übernutzung der Erde durch ihre menschlichen Bewohner mit all ihren Konsequenzen. Das Boiling-Frog-Syndrom in Reinform. Lesen Sie also weiter.

6.6 Literatur

- Bewarder M, Flade F (2022) Investoren aus Asien: Ein neuer Blick auf China. tagesschau.de, Internet-Veröffentlichung 07. September. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/china-investitionen-handel-101.html>. Zugegriffen: 08. September 2022
- bpb (2020) Digitalisierung. Informationen zur politischen Bildung 344 (Oktober). Bundeszentrale für politische Bildung (bpb), Bonn. https://www.bpb.de/system/files/dokument_pdf/IzPB_344_Digitalisierung_barrierefrei.pdf. Zugegriffen: 25. Mai 2022
- Cichy C, Grünwald J (2022) Öffentliche Vergabeverfahren: Deutsche Masken meist chancenlos. tagesschau.de, Internet-Veröffentlichung 29. Januar. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/masken-produktion-deutschland-103.html>.
- EU (2022) Europäisches Chip-Gesetz. Internet-Veröffentlichung der Europäischen Kommission, 08. Februar. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_de. Zugegriffen: 25. Juni 2022
- Gerst A, Abromeit L (2021) Horizonte – Warum wir entdecken. Gruner + Jahr, Hamburg
- Hirschle A (2022) Taiwan baut Weltmarktanteil bei Halbleitern aus. GTAI, German Trade & Invest, Internet-Veröffentlichung 06. Mai. <https://www.gtai.de/de/trade/taiwan/branchen/taiwan-baut-weltmarktanteil-bei-halbleitern-aus-834950>. Zugegriffen: 09. August 2022
- IRDS (2021) More than Moore White Paper. International Roadmap for Devices and Systems. IEEE. https://irds.ieee.org/images/files/pdf/2021/2021IRDS_MtM.pdf. Zugegriffen: 25. Mai 2022
- Lambrecht O (2022) Pflanzenzucht: Wie berechtigt ist die Sorge vor Gentechnik? tagesschau.de, Internet-Veröffentlichung 08. September. <https://www.tagesschau.de/inland/gentechnik-pflanzenzucht-101.html>. Zugegriffen: 08. September
- Lazonick W, Hopkins M (2021) Why the CHIPS Are Down: Stock Buybacks and Subsidies in the U.S. Semiconductor Industry. Institute for New Economic Thinking, Working Paper No. 165, 01. November. <https://doi.org/10.36687/inetwp165>
- Link R (2021) Die „Neue Seidenstraße“ / Chinas Engagement in Europa und die Antwort des Westens. Deutschlandfunk, Internet-Veröffentlichung 09. August. <https://www.deutschlandfunk.de/die-neue-seidenstrasse-chinas-engagement-in-europa-und-die-100.html>. Zugegriffen: 08. Februar 2022

- Moore GE (1965) Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics* 38–8, 19. April. <https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/05/moores-law-electronics.pdf>. Zugegriffen: 25. Mai 2022
- Morris I (2010) *Social Development*. Stanford University, Internet-Veröffentlichung Oktober. <https://web.archive.org/web/20120330231438/http://www.ianmorris.org/docs/social-development.pdf>. Zugegriffen: 11. September 2021
- Morris I (2011) *Why the West Rules – For Now: The patterns of history and what they reveal about the future*. Profile Books, London. <https://doi.org/10.1017/S1740022811000623>
- Radkau J, Hahn L (2013) *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. oekom, München
- Ruschkowski Kv (2022) Wie ernähren wir zehn Milliarden? *GEO Wissen* 12, Sonderheft Ernährung, 40–55
- Shetterly ML (2016) *Hidden Figures. The American Dream and the Untold Story of the Black Women Mathematicians Who Helped Win the Space Race*. Harper-Collins, New York
- SIA (2022) *Congress Passes Investments in Domestic Semiconductor Manufacturing, Research & Design. CHIPS for America Act & FABS Act*. Semiconductor Industry Association, Internet-Veröffentlichung. <https://www.semiconductors.org/chips/>. Zugegriffen: 08. August 2022
- Urech F (2022) Chinas «Palast-Diplomatie»: Wieso baut Peking reihenweise Regierungsgebäude in Afrika? *Neue Zürcher Zeitung*, Internet-Veröffentlichung 08. Juli. https://www.nzz.ch/international/chinas-palast-diplomatie-in-afrika-ld.1692436?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE. Zugegriffen: 13. Juli 2022
- Wenski G (2020) *Nachhaltig verhandeln im Technischen Einkauf*. Springer Gabler, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30439-3>
- Wenski G (2021) *Selbstmanagement im Beruf*. Springer, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33249-5>
- Wiederschein H (2019) Pannen bei Apollo 11 – Irrwitzige Mission: Wie die erste Mondlandung fast gescheitert wäre. *FOCUS online* 5. Dezember. https://www.focus.de/wissen/weltraum/raumfahrt/pannen-bei-apollo-11-irrwitzige-mission-wie-die-erste-mondlandung-fast-gescheitert-waere_id_10939385.html. Zugegriffen: 30. Mai 2022
- Wietlisbach O (2017) Die grössten Fehlprognosen der Tech-Geschichte – die nie jemand gemacht hat. Internet-Veröffentlichung 28. März. <https://www.watson.ch/digital/microsoft/207532210-5-beruehmte-zitate-ueber-die-zukunft-die-alle-frei-erfunden-sind>. Zugegriffen: 05. Juni 2022
- Wikipedia (2022a) *Bakumatsu*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Bakumatsu>. Zugegriffen: 08. Februar 2022

- Wikipedia (2022b) Charles Holland Duell. https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Holland_Duell. Zugegriffen: 05. Juni 2022
- Wikipedia (2022c) International Technology Roadmap for Semiconductors. https://en.wikipedia.org/wiki/International_Technology_Roadmap_for_Semiconductors. Zugegriffen: 22. Januar 2022
- Wikipedia (2022d) Liste von Unfällen in kerntechnischen Anlagen. https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Unfällen_in_kerntechnischen_Anlagen. Zugegriffen: 30. Mai 2022
- Wikipedia (2022e) Mooresches Gesetz. https://de.wikipedia.org/wiki/Mooresches_Gesetz. Zugegriffen: 25. Mai 2022
- Wikipedia (2022f) Neolithische Revolution. https://de.wikipedia.org/wiki/Neolithische_Revolution. Zugegriffen: 30. Mai 2022
- Wikipedia (2022g) SEMATECH. <https://en.wikipedia.org/wiki/SEMATECH>. Zugegriffen: 22. Januar 2022
- Wikipedia (2022h) Technischer Fortschritt. https://de.wikipedia.org/wiki/Technischer_Fortschritt. Zugegriffen: 30. Mai 2022
- Wikipedia (2022i) Vertrag von Kanagawa. https://de.wikipedia.org/wiki/Vertrag_von_Kanagawa. Zugegriffen: 08. Februar 2022
- WIPO (2021) World Intellectual Property Indicators 2021. World Intellectual Property Organization, Genf, Internet-Veröffentlichung. <https://www.wipo.int/wipi>. Zugegriffen: 28. Juni 2022

