

Kapitel 7

Übergänge zu einem nachhaltigen System

Der stationäre Zustand würde die Ressourcen unserer Umwelt weniger belasten, aber unsere moralischen Ressourcen viel stärker fordern.

Herman Daly, 1971

Die menschliche Gesellschaft hat drei Möglichkeiten, auf Signale zu reagieren, die anzeigen, dass die Ressourcennutzung und die Schadstoffemissionen die Grenzen der Nachhaltigkeit überschritten haben. Eine Möglichkeit besteht darin, solche Signale zu ignorieren, bewusst zu verschleiern oder falsch zu interpretieren. Dies kann auf unterschiedliche Weise geschehen. Manche behaupten, man brauche sich über solche Grenzen keine Sorgen zu machen, weil der Markt und die Technik sämtliche auftretenden Probleme automatisch lösen werden. Andere argumentieren, es solle so lange nichts gegen die Grenzüberschreitung unternommen werden, bis genügend weitere Untersuchungen vorliegen, die das Problem eindeutig bestätigen. Und wieder andere versuchen die Kosten der Grenzüberschreitung auf andere abzuwälzen, die weit entfernt oder in ferner Zukunft leben. Möglich wäre beispielsweise:

- Es werden noch höhere Schloten gebaut, damit die Luftschadstoffe sich weiter verteilen und andere sie einatmen müssen.
- Toxische Chemikalien oder nukleare Abfälle werden in weit entfernten Regionen entsorgt.
- Fischbestände werden überfischt und Wälder in zu großem Umfang abgeholzt, weil angeblich heute Arbeitsplätze erhalten und Schulden zurückgezahlt werden müssen. Dadurch werden die natürlichen Bestände dieser Ressourcen vernichtet, von denen die Arbeitsplätze und Schuldentilgungen letztlich abhängen.
- Wenn der Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen wegen deren zunehmender Erschöpfung unrentabel wird, werden solche Unternehmen subventioniert.
- Man sucht nach neuen Ressourcen, während man die bereits entdeckten nicht effizient nutzt.
- Der Rückgang der Bodenfruchtbarkeit wird durch Ausbringen immer größerer Düngemittelmengen kompensiert.
- Die Preise werden durch Verordnungen oder Subventionen niedrig gehalten und können daher nicht als Reaktion auf Verknappungen steigen.

- Um die Nutzung von Ressourcen zu sichern, für die man auf dem Markt zu viel bezahlen müsste, wird Militär eingesetzt oder zumindest mit dessen Einsatz gedroht.

Die Probleme, die sich aus einem übermäßig großen ökologischen Fußabdruck ergeben, lassen sich mit solchen Reaktionen keinesfalls lösen, sie werden dadurch eher noch verstärkt.

Als zweite Möglichkeit kommt in Betracht, den von den Grenzen ausgehenden Druck durch technische oder wirtschaftliche Maßnahmen abzumildern. Man könnte beispielsweise

- die pro gefahrenem Kilometer oder pro Kilowatt erzeugtem Strom emittierte Schadstoffmenge reduzieren;
- die Ressourcen effizienter nutzen, Rohstoffe rezyklieren oder nicht erneuerbare Ressourcen durch erneuerbare ersetzen;
- ökologische Leistungen, die normalerweise von der Natur erfüllt werden, wie die Reinigung von Abwasser, die Eindämmung von Überschwemmungen oder die Nährstoffversorgung der Böden, durch den Einsatz von Energie, Kapital und Arbeitskraft ersetzen.

Diese Maßnahmen werden dringend gebraucht. Viele von ihnen erhöhen die ökologische Effizienz und können so den Druck vorübergehend mildern, um Zeit zu gewinnen. Aber sie beheben nicht die eigentlichen Ursachen der Belastung. Wenn zwar der Schadstoffausstoß pro gefahrenem Kilometer verringert, aber dafür mehr gefahren wird, oder wenn bessere Möglichkeiten zur Abwasseraufbereitung vorhanden sind, aber die Abwassermenge steigt, dann sind diese Probleme lediglich aufgeschoben, aber nicht gelöst.

Als dritte Reaktionsmöglichkeit kann man sich auf die letztlichen Ursachen konzentrieren, Abstand gewinnen und zugeben, dass das sozioökonomische System der Menschheit in seiner gegenwärtigen Struktur unlenkbar geworden ist, seine Grenzen überschritten hat und auf den Zusammenbruch zusteuert. Dann aber muss man sich für einen *Strukturwandel des Systems* einsetzen.

Der Begriff *Strukturwandel* hat leider gelegentlich unheilvolle Bedeutungen. Revolutionäre verstehen darunter, Mächtige aus ihren Ämtern zu werfen, und manchmal auch, Bomben zu werfen. Es liegt nahe, sich unter Strukturwandel die Veränderung *physischer* Strukturen vorzustellen, wie den Abriss alter Gebäude, um neue zu bauen. Oder man könnte darunter verstehen, dass Machtstrukturen, Hierarchien oder Befehlsstrukturen verändert werden. Für diejenigen, die wirtschaftliche oder politische Macht ausüben, erscheint ein Strukturwandel daher als etwas Schwieriges, Gefährliches und Bedrohliches.

In der Sprache der Systemforschung hat *Strukturwandel* jedoch nichts zu tun mit Machtwechsel, Abriss oder der Vernichtung bürokratischer Struktu-

ren. Tatsächlich würde all dies ohne *tatsächliche* Veränderungen der Struktur sogar nur dazu führen, dass andere Menschen genauso viel oder mehr Zeit damit verbringen und ebenso viel oder mehr Geld dafür ausgeben, in neuen Gebäuden oder Organisationen die gleichen Ziele zu verfolgen – um schließlich auch keine anderen Ergebnisse zu erzielen.

In der Systemforschung versteht man unter einem Strukturwandel die Veränderung der *Rückkopplungsstrukturen*, der *Informationsverknüpfungen* in einem System: der Inhalte und Aktualität der Daten, mit denen die Akteure im System arbeiten müssen, sowie der Vorstellungen, Ziele, Anreize, Kosten und Rückmeldungen, die zu einem bestimmten Verhalten motivieren oder dieses einschränken. Die Kombination von Menschen, Organisationen und physischen Strukturen kann sich als System völlig anders verhalten, wenn die Akteure des Systems überzeugende Gründe für einen Wandel erkennen und man ihnen die Freiheit lässt – oder sogar Anreize dafür schafft –, diese Veränderungen vorzunehmen. Von einem System mit einer neuen Informationsstruktur ist anzunehmen, dass es im Laufe der Zeit auch seine sozialen und physischen Strukturen verändern wird. Es kann neue Gesetze, neue Organisationen und Techniken schaffen, Menschen in neuen Fertigkeiten ausbilden und neuartige Maschinen oder Gebäude entwickeln. Ein solcher Wandel muss nicht zentral gesteuert sein; er kann ungeplant, natürlich, evolutionär, spannend und fröhlich ablaufen.

Neue Systemstrukturen bringen spontan umfassende Veränderungen mit sich. Niemand muss dafür Opfer bringen oder Zwang ausüben, außer vielleicht, dass man verhindern muss, dass Menschen aus persönlichem Interesse wichtige Informationen ignorieren, verdrehen oder nicht weitergeben. In der Geschichte der Menschheit hat es immer wieder Strukturwandel gegeben. Die landwirtschaftliche und die industrielle Revolution sind hierfür die besten Beispiele. Bei beiden standen neue *Ideen* am Anfang – zum Anbau von Nahrungspflanzen, zur Nutzbarmachung von Energiequellen und zur Organisation der Arbeit. Wie wir im nächsten Kapitel erkennen werden, hat der Erfolg dieser strukturellen Veränderungen in der Vergangenheit letztlich dazu geführt, dass nun ein weiterer Strukturwandel erforderlich ist. Wir wollen ihn hier die Nachhaltigkeits-Revolution nennen.

Unser Modell World3 kann nicht von sich aus die evolutionäre Dynamik eines Systems entwickeln, das sich neu strukturiert. Aber wir können damit einige der einfachsten Veränderungen austesten, die sich ergeben könnten, wenn eine Gesellschaft sich entscheidet, eine Grenzüberschreitung rückgängig zu machen und befriedigendere, nachhaltigere Ziele zu verfolgen als beständiges materielles Wachstum.

Im vorangegangenen Kapitel haben wir mithilfe unseres Modells World3 aufgezeigt, was passiert, wenn die Gesellschaft *quantitative* – keine strukturellen – Veränderungen vornimmt. Wir haben höhere Grenzwerte, kürzere Verzögerungszeiten, schnellere, wirksamere technische Reaktionen sowie schwä-

chere Erosionsvorgänge in das Modell eingebaut. Hätten wir stattdessen diese strukturellen Eigenschaften gänzlich eliminiert – keine Grenzen, keinerlei Verzögerungen, keine Erosionsvorgänge –, dann hätten wir Grenzüberschreitung mit Zusammenbruch völlig vermieden (wie in Szenario 0, der als „Unendlichkeit rein, Unendlichkeit raus“ beschriebenen Simulation). Aber Grenzen, Verzögerungen und Erosion sind grundlegende Eigenschaften dieser Welt. Der Mensch kann ihre Wirkung abschwächen oder verstärken, mit Techniken auf sie einwirken oder sich durch eine veränderte Lebensweise an sie anpassen, aber er kann sie nicht völlig beseitigen.

Nicht verändert haben wir in Kapitel 6 diejenigen strukturellen Ursachen der Grenzüberschreitung, auf die die Menschheit den größten Einfluss hat, nämlich die Antriebskräfte für die positiven Rückkopplungen, die das exponentielle Wachstum von Bevölkerung und materiellem Kapital bewirken. Das sind zum einen die gesellschaftlichen Normen und Ziele, die Erwartungen und Zwänge sowie die Anreize und Kosten, die die Menschen veranlassen, (im Schnitt) mehr Kinder zur Welt zu bringen, als zur Erhaltung der Bevölkerung notwendig sind. Und zum anderen die tief verwurzelten Überzeugungen und Vorgehensweisen, die dazu führen, dass die natürlichen Ressourcen verschwenderischer verbraucht werden als Geld, dass Einkommen und Wohlstand ungleich verteilt sind, dass sich die Menschen primär als Konsumenten und Produzenten betrachten, dass sozialer Status mit der Anhäufung von Besitz oder Geld verbunden ist und dass Menschen vor allem danach streben, mehr zu bekommen als zu geben oder mit dem zufrieden zu sein, was sie haben.

In diesem Kapitel werden wir die positiven Rückkopplungsschleifen verändern, die das exponentielle Wachstum im Weltsystem verursachen. Wir wollen untersuchen, wie man aus dem Zustand der Grenzüberschreitung wieder allmählich herauskommen kann. Wir werden einen anderen Blickwinkel einnehmen und uns nicht auf Techniken konzentrieren, die die Grenzen auszudehnen versuchen, sondern auf die Ziele und Bestrebungen, die das Wachstum antreiben. Zunächst werden wir *nur* diese positiven Rückkopplungen verändern, ohne die technischen Möglichkeiten zu berücksichtigen, die im letzten Kapitel untersucht wurden. Anschließend führen wir beide Arten von Veränderung gleichzeitig in World3 ein.

Gezielte Wachstumsbeschränkung

Nehmen wir an, im Jahr 2002 hätten alle Menschen weltweit eingesehen, welche Auswirkungen weiteres Bevölkerungswachstum für das Wohlergehen ihrer eigenen und aller anderen Kinder hat. Nehmen wir weiter an, ihre Gesellschaften würden ihnen ungeachtet ihrer Kinderzahl Anerkennung und Ach-

tung, materielle Sicherheit und eine ausreichende Altersversorgung bieten. Nehmen wir auch an, dass sich die ganze Gesellschaft dafür einsetzt, dass jedes Kind angemessen ernährt, untergebracht, medizinisch versorgt und ausgebildet wird. Nehmen wir an, dass sich infolgedessen alle Paare entschlossen haben, ihre Kinderzahl auf durchschnittlich zwei zu beschränken und dass sie dies durch problemlos verfügbare Empfängnisverhütung auch erreichen können.

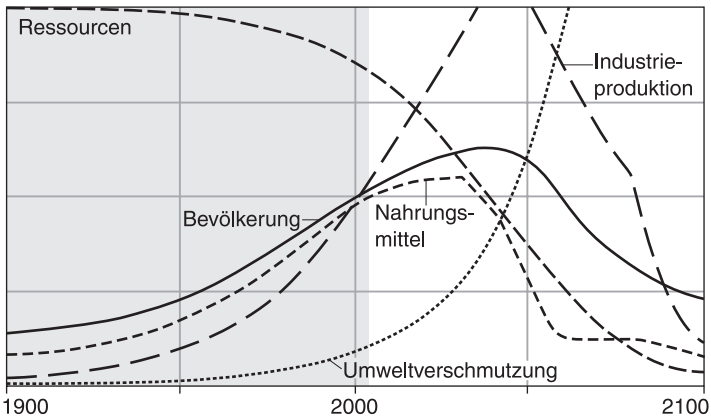
Durch diese Veränderungen würden Kosten und Nutzen von Kindern anders bewertet werden, der zeitliche Horizont würde sich erweitern, und die Menschen würden sich mehr auch um das Wohl anderer kümmern. Das würde neue Eingriffs- und Wahlmöglichkeiten und mehr Verantwortung bedeuten. Dies wäre ein ähnlicher struktureller Systemwandel (aber nicht derselbe), wie er in den wohlhabenden Teilen der Welt bereits stattgefunden hat, wo die Geburtenrate schon auf oder unter den Wert für eine gleich bleibende Bevölkerungszahl abgesunken ist. Eine solche Veränderung ist keineswegs undenkbar. Sie setzt lediglich voraus, dass alle Menschen bei der Zahl ihrer Kinder so entscheiden wie ungefähr eine Milliarde Menschen seit langer Zeit in den am stärksten industrialisierten Ländern.

Wenn wir in World3 nur diese eine Veränderung vornehmen und keine weiteren, ergibt sich das in Abbildung 7-1 dargestellte Szenario 7.

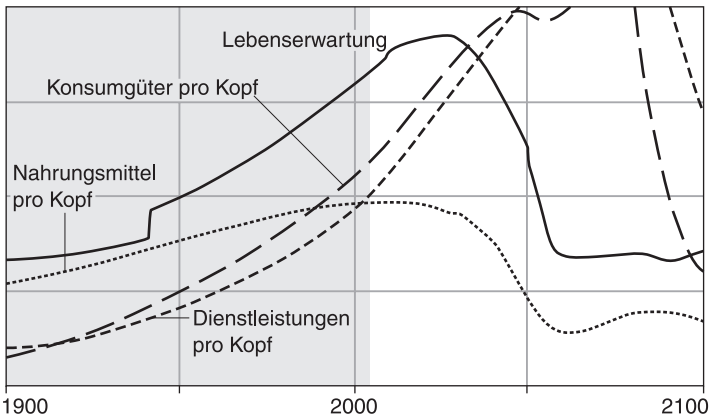
Für dieses Szenario haben wir die erwünschte durchschnittliche Kinderzahl der Modellbevölkerung ab dem simulierten Jahr 2002 auf zwei Kinder festgesetzt und die Effizienz der Geburtenkontrolle auf 100%. Infolgedessen verlangsamt sich das Bevölkerungswachstum der Modellwelt. Aufgrund der Altersstruktur steigt die Bevölkerungszahl aber noch auf den Höchststand von 7,5 Milliarden im Jahr 2040. Das ist eine halbe Milliarde weniger als beim Maximum in Szenario 2. Durch Einführung einer weltweit wirkenden Beschränkung auf zwei Kinder ab 2002 lässt sich also der Spitzenwert der Bevölkerung um nicht einmal 10% verringern. Das liegt daran, dass die Modellbevölkerung auch ohne diese Politik kurz nach der Jahrtausendwende rasch einen Lebensstandard erreicht, bei dem ohnehin eine geringere Familiengröße erwünscht ist und die Maßnahmen zur Geburtenkontrolle fast zu 100% wirksam werden.

Dennoch wirkt sich die Reduktion des Bevölkerungsmaximums positiv aus. Infolge des langsameren Bevölkerungswachstums stehen pro Kopf mehr Konsumgüter und mehr Nahrungsmittel zur Verfügung als in Szenario 2, und auch die Lebenserwartung ist höher. Wenn die Bevölkerung 2040 ihren Höchststand erreicht, ist der Konsumgüter-Output pro Kopf 10% höher als in Szenario 2, pro Kopf stehen 20% mehr Nahrung zur Verfügung, und die Lebenserwartung ist um fast 10% gestiegen. Der Grund ist, dass mehr in das Wachstum des Industriekapitals investiert werden kann, weil der Konsumgüter- und Dienstleistungsbedarf der kleineren Bevölkerung sich mit geringeren Investitionen decken lässt. Das hat zur Folge, dass die Industrieproduktion

Zustand der Welt



materieller Lebensstandard



Wohlstand und ökologischer Fußabdruck

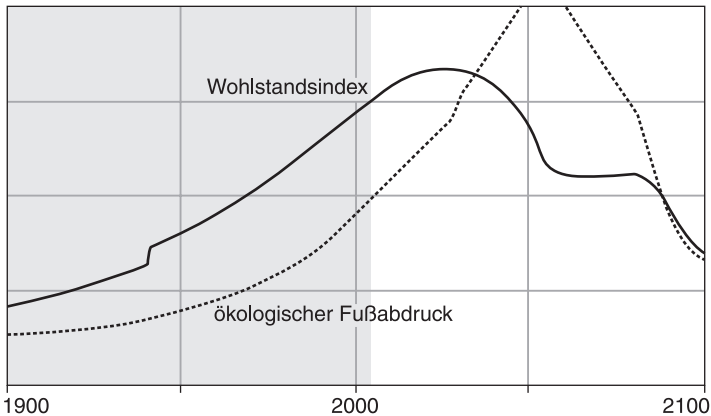


Abbildung 7-1 Szenario 7: Stabilisierung der Weltbevölkerung wird ab 2002 angestrebt.

Dieses Szenario geht von der Voraussetzung aus, dass ab 2002 alle Paare auf der Erde beschließen, ihre Kinderzahl auf zwei zu beschränken, und dass ihnen dafür wirksame Empfängnisverhütung zur Verfügung steht. Bedingt durch die Altersstruktur wächst die Bevölkerung noch eine Generation lang weiter. Durch das verlangsamte Bevölkerungswachstum kann jedoch die Industrieproduktion rascher steigen, bis sie schließlich wegen der hohen Kosten, verursacht durch die zunehmende Umweltverschmutzung, zum Erliegen kommt – wie in Szenario 2.

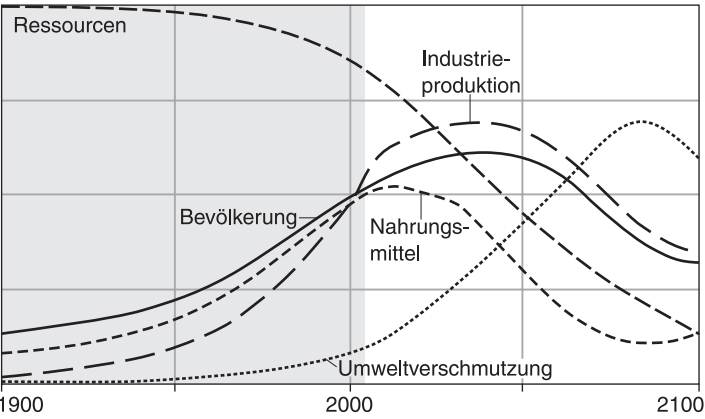
schneller und höher ansteigt als in Szenario 2. Im Jahr 2040 liegt der Output pro Kopf doppelt so hoch wie im Jahr 2000. Die Modellbevölkerung ist deutlich wohlhabender als zu Beginn des Jahrhunderts. Den Zeitraum von 2010 bis 2030 könnte man sogar als „goldenes Zeitalter“ bezeichnen, weil die recht große Bevölkerung einen relativ hohen Wohlstand genießt.

Aber die Industrieproduktion nimmt nach ihrem Höchstwert im Jahr 2040 mit etwa der gleichen Rate wieder ab wie in Szenario 2 – aus genau den gleichen Gründen. Durch den größeren Industriekapitalbestand werden mehr Schadstoffe freigesetzt, die sich negativ auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken. Daher muss Kapital in den Landwirtschaftssektor fließen, um die Nahrungsproduktion zu sichern. Später, ab etwa 2050, ist die Umweltverschmutzung dann sogar so hoch, dass die Lebenserwartung der Menschen sinkt. Insgesamt gesehen erlebt die Modellwelt eine „Umweltverschmutzungskrise“: Die starke Schadstoffbelastung vergiftet die Böden, bis schließlich die Nahrung für die Menschen knapp wird.

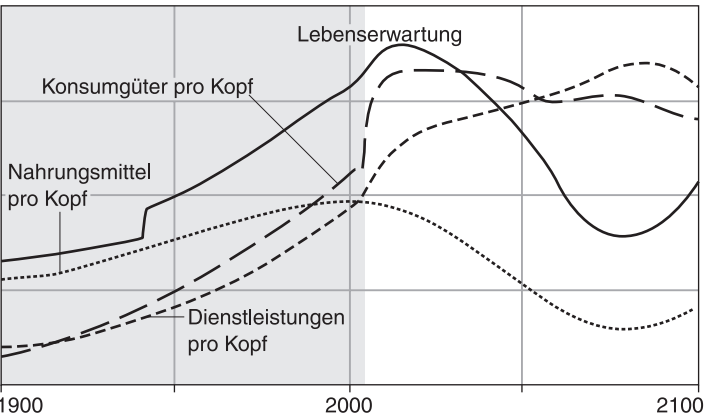
Bei den in der simulierten Welt von Szenario 7 vorgegebenen Grenzen und verfügbaren Techniken kann die Welt – wenn das Streben nach materiellen Gütern nicht eingeschränkt wird – selbst eine Bevölkerung von 7,5 Milliarden Menschen nicht auf Dauer erhalten. Allein durch Stabilisierung der Weltbevölkerung lässt sich der Zusammenbruch nicht vermeiden. Das Kapital kann genauso wenig ständig wachsen wie die Bevölkerung. Ohne Beschränkungen kann beides zu einem ökologischen Fußabdruck führen, der die Tragfähigkeit des Planeten übersteigt.

Doch wie sähe es aus, wenn sich die Menschen nicht nur mit weniger Kindern begnügen würden, sondern auch mit einem bescheideneren materiellen Lebensstandard? Wenn sie einen ausreichenden, aber keinen übertrieben hohen Lebensstandard anstreben würden? Dieser hypothetische Strukturwandel ist in unserer derzeitigen Welt weitaus weniger erkennbar als der Wunsch nach einer geringeren Zahl von Kindern, aber der Vorschlag ist auch nicht neu.¹ Fast alle religiösen Schriften treten für einen solchen Wandel ein. Es wäre ein Wandel, der nicht in der physischen oder politischen Welt stattfindet, sondern sich in den Köpfen und Herzen der Menschen abspielt – und ihre Ziele und ihr Verständnis vom Sinn des Lebens widerspiegelt. Damit ein solcher Wandel eintritt, müssten die Menschen in aller Welt andere Ziele verfolgen und sich anderen Herausforderungen stellen, als immer mehr zu

Zustand der Welt



materieller Lebensstandard



Wohlstand und ökologischer Fußabdruck

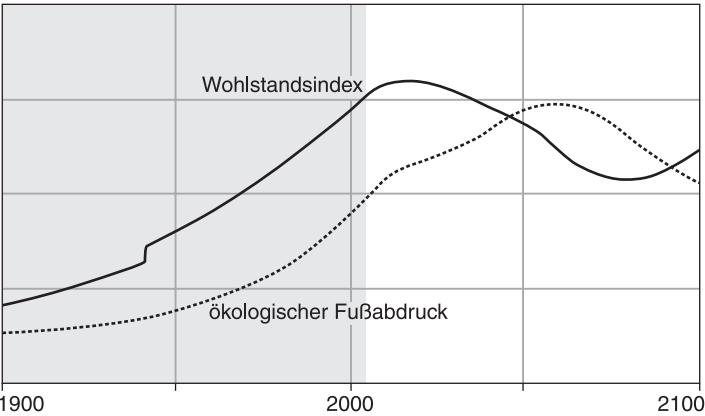


Abbildung 7-2 Szenario 8: Stabilisierung der Weltbevölkerung und der Industrieproduktion pro Kopf wird ab 2002 angestrebt.

Wenn sich die Modellgesellschaft auf eine erwünschte Familiengröße mit zwei Kindern beschränkt und für die Industrieproduktion pro Kopf eine feste Obergrenze festlegt, kann sie das „goldene Zeitalter“ mit recht hohem Wohlstand über den Zeitraum von Szenario 7 (dort nur von 2010 bis 2040) hinaus etwas verlängern. Aber weil die Umweltverschmutzung zunehmend die Landwirtschaft belastet, sinkt die pro Kopf produzierte Nahrungsmenge. Daraufhin gehen schließlich die Lebenserwartung und die Bevölkerungszahl zurück.

produzieren und einen immer größeren materiellen Reichtum anzuhäufen, um so ihren Status festzulegen und persönliche Befriedigung zu erlangen.

Szenario 8 in Abbildung 7-2 zeigt ebenfalls eine simulierte Welt mit einer erwünschten Kinderzahl von zwei und perfekter Geburtenkontrolle, nun aber auch mit einer definitiven Vorstellung von *genug*. Diese Gesellschaft strebt *für alle Menschen* eine Pro-Kopf-Industrieproduktion an, die den globalen Durchschnitt des Jahres 2000 um 10% übertrifft. In der Praxis bedeutet dies, dass die Armen einen enormen Schritt nach vorne machen und die Reichen ihr Konsumverhalten erheblich ändern müssen. Weiterhin wird angenommen, dass die Modellwelt für diese Produktion weniger investieren muss, weil neues Betriebskapital auf eine 25% längere Nutzungsdauer ausgelegt ist. Die durchschnittliche Nutzungsdauer des Industriekapitals soll von 14 auf 18 Jahre steigen, die des Dienstleistungskapitals von 20 auf 25 Jahre und die des landwirtschaftlichen Inputs von 2 auf 2,5 Jahre.

Wie die Computersimulation zeigt, bewirken diese Veränderungen im ersten Jahrzehnt nach 2002 einen beträchtlichen Anstieg der pro Kopf zur Verfügung stehenden Konsumgüter und Dienstleistungen. Beide steigen schneller und höher als bei der vorhergehenden Simulation, bei der die Industrie uneingeschränkt weiter wachsen konnte. Das liegt daran, dass aufgrund der längeren Nutzungsdauer des Betriebskapitals weniger Industrieproduktion in dessen Wachstum und Erneuerung investiert werden muss. Daher steht ein größerer Teil des Outputs direkt für Konsumgüter zur Verfügung. Infolgedessen bietet diese hypothetische Gesellschaft in den Jahrzehnten von 2010 bis 2040 *allen Menschen* einen absolut angemessenen, allerdings nicht luxuriösen materiellen Lebensstandard.

Aber noch ist die Wirtschaft nicht so recht stabilisiert. Der ökologische Fußabdruck bleibt über der Nachhaltigkeitsgrenze, und nach 2040 ist die Wirtschaft zu einem langen Abstieg gezwungen. Fast 30 Jahre lang, von etwa 2010 bis 2040, gelingt es der Gesellschaft von Szenario 8, ihren mehr als sieben Milliarden Menschen einen angemessenen Lebensstandard zu bieten. Die pro Kopf verfügbaren Konsumgüter und Dienstleistungen steigen gegenüber 2000 um rund 50%. Die Nahrungsproduktion erreicht jedoch bereits 2010 ihren Höhepunkt und geht danach stetig zurück: Ursache hierfür ist die Belastung durch die Umweltverschmutzung, die noch jahrzehntelang zunimmt. In die

Landwirtschaft muss immer mehr investiert werden, um den Rückgang der Nahrungsmittelproduktion aufzuhalten. Eine Zeit lang steht genügend Kapital zur Verfügung, weil es nicht in ein weiteres Wachstum der Industrie fließt, aber die Belastung wird allmählich immer größer und übersteigt irgendwann die Kapazität des Industriesektors, was zum Rückgang führt.

Es gelingt der simulierten Gesellschaft in diesem Computerszenario, den angestrebten Lebensstandard zu erreichen und fast 30 Jahre lang aufrechtzuerhalten. Allerdings verschlechtert sich der Zustand der Umwelt und der Böden in diesem Zeitraum ständig. Einschränkung des Konsumverhaltens, Begrenzung der Familiengröße und soziale Disziplin sind also allein noch keine Garantie für Nachhaltigkeit, wenn sie erst umgesetzt werden, nachdem das System bereits seine Grenzen überschritten hat. Um nachhaltig zu werden, muss die Gesellschaft in Szenario 8 mehr tun als nur ihr Wachstum zu beschränken. Sie muss ihren ökologischen Fußabdruck so weit verkleinern, dass er die ökologische Tragfähigkeit der Erde nicht mehr übersteigt. Dazu muss sie den gesellschaftlichen Wandel durch einen abgestimmten, angepassten technischen Fortschritt ergänzen.

Wachstumsbeschränkung und verbesserte Technik

In dem in Abbildung 7-3 dargestellten Szenario 9 beschränkt sich die Modellwelt ab 2002 ebenfalls auf durchschnittlich zwei Kinder pro Familie, die Maßnahmen zur Geburtenkontrolle greifen perfekt, und die Industrieproduktion wird wie in Szenario 8 durch bescheidenere Ansprüche begrenzt. Außerdem beginnt die Gesellschaft ab 2002, in die Entwicklung und Umsetzung der gleichen Techniken zu investieren wie in Szenario 6, das wir in Kapitel 6 vorgestellt haben. Diese Techniken steigern die Effizienz der Ressourcennutzung und senken die pro Einheit Industrieproduktion ausgestoßene Schadstoffmenge. Außerdem schränken sie die Erosion der Böden ein und führen zu einer Ertragssteigerung, bis die pro Kopf produzierte Nahrungsmenge die gewünschte Höhe erreicht.

Wie in Szenario 6 wollen wir auch für Szenario 9 annehmen, dass diese Techniken noch entwickelt werden müssen und somit erst nach einer Verzögerungszeit von 20 Jahren wirksam werden und dass dafür Kapital benötigt wird. In Szenario 6 stand allerdings nicht genügend Kapital zur Verfügung, um die Techniken finanzieren und umsetzen zu können, denn die rasch wachsende Gesellschaft musste gleichzeitig mit verschiedenen anderen Krisen fertig werden. Die Gesellschaft von Szenario 9 erlegt sich stärkere Beschränkungen auf: Die Bevölkerung wächst langsamer, und das Kapital muss nicht weiteres Wachstum ankurbeln oder zur Bewältigung ständig zunehmender Probleme

eingesetzt werden. Daher können die neuen Technologien uneingeschränkt finanziert werden. Bei ihrem Einsatz verringern sie während eines Jahrhunderts pro Produktionseinheit den Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen um 80% und den Ausstoß an Schadstoffen um 90%. Aufgrund der Beschränkung des Wachstums der Industrieproduktion wird dieser Gewinn aber nicht einfach in weiteres Wachstum investiert, sondern führt dazu, dass sich der ökologische Fußabdruck der Menschheit tatsächlich verkleinert.

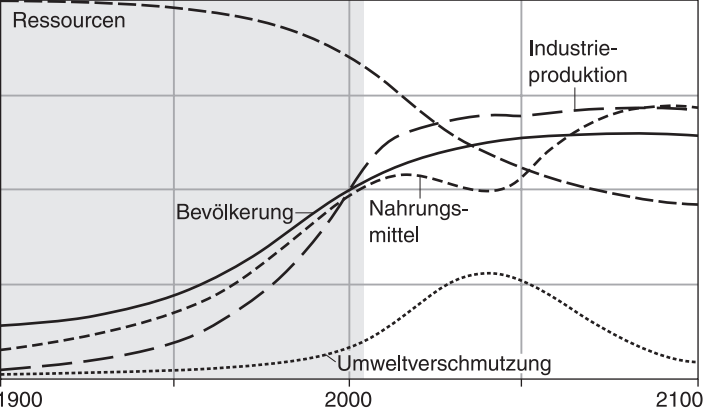
Der ständige Ertragszuwachs in der Landwirtschaft geht in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts aufgrund der zunehmenden Umweltverschmutzung leicht zurück (ein verzögerter Effekt der Emissionen am Ende des 20. Jahrhunderts – als Beispiel hierfür in der „realen Welt“ könnte man den Beginn der globalen Erwärmung anführen). Aber ab 2040 wird die Schadstoffbelastung durch verbesserte Techniken wieder verringert. Dadurch verbessern sich auch wieder die Erträge und steigen für den Rest des Jahrhunderts langsam an.

Die Bevölkerung stabilisiert sich in Szenario 9 unter acht Milliarden Menschen und kann während des gesamten Jahrhunderts den angestrebten Lebensstandard aufrechterhalten. Ihre Lebenserwartung ist hoch, sinkt allerdings ein wenig in der Phase, als die Nahrungsmittelproduktion ins Stocken gerät. Die Dienstleistungen pro Kopf nehmen gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um 50% zu. Am Ende des simulierten 21. Jahrhunderts gibt es für alle Menschen genügend Nahrung. Die Umweltverschmutzung nimmt zu, geht aber wieder zurück, bevor die Schäden irreversibel werden. Die nicht erneuerbaren Ressourcen werden so langsam aufgebraucht, dass auch im simulierten Jahr 2100 noch nahezu die Hälfte der ursprünglichen Vorräte vorhanden ist.

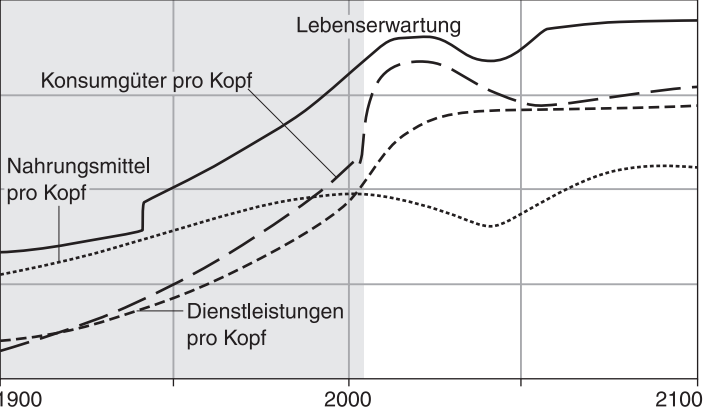
Es gelingt der Gesellschaft von Szenario 9, die der Umwelt aufgebürdete Gesamtlast noch vor dem Jahr 2020 zu verringern, sodass sich der ökologische Fußabdruck der Menschheit ab diesem Zeitpunkt tatsächlich verkleinert. Die Abbaurate nicht erneuerbarer Ressourcen sinkt ab 2010. Die Bodenerosion wird bereits ab 2002 eingedämmt. Der Ausstoß schwer abbaubarer Schadstoffe erreicht zehn Jahre später sein Maximum. Durch den Rückzug unter die Nachhaltigkeitsgrenze kann das System einen unkontrollierten Zusammenbruch vermeiden, den Lebensstandard aufrechterhalten und mehr oder weniger im Gleichgewicht bleiben. Szenario 9 ist somit ein anschauliches Beispiel für Nachhaltigkeit: Das globale System hat einen Gleichgewichtszustand erreicht.

In der Sprache der Systemforschung bedeutet *Gleichgewicht*, dass sich die Wirkungen positiver und negativer Rückkopplungsschleifen die Waage halten und dass die wesentlichen Bestandsgrößen des Systems – in diesem Fall die Bevölkerung, das Kapital, die Anbauflächen, die Bodenfruchtbarkeit, die nicht erneuerbaren Ressourcen und die Umweltverschmutzung – einigermaßen stabil bleiben. Gleichgewicht bedeutet aber *nicht* unbedingt, dass sich die Bevölkerung und die Wirtschaft statisch verhalten oder stagnieren. Ihre Größe

Zustand der Welt



materieller Lebensstandard



Wohlstand und ökologischer Fußabdruck

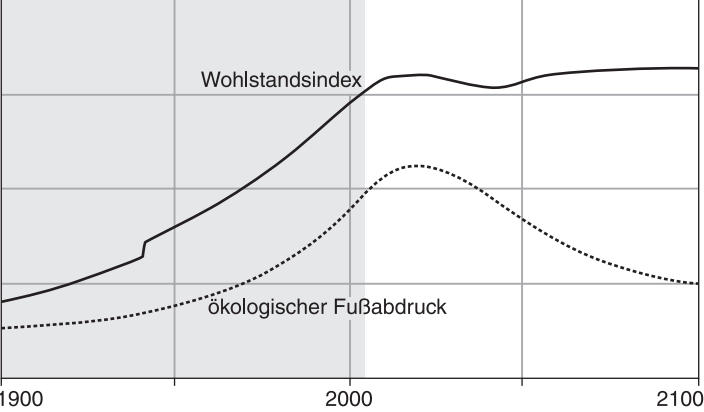


Abbildung 7-3 Szenario 9: Stabilisierung der Weltbevölkerung und der Industrieproduktion pro Kopf wird ab 2002 angestrebt, und Techniken zur Emissionskontrolle, zur effizienteren Ressourcennutzung und zur Verbesserung der Landwirtschaft werden ab 2002 eingeführt.

In diesem Szenario werden das Bevölkerungswachstum und die Industrieproduktion ebenso eingeschränkt wie in der vorherigen Simulation, aber zusätzlich kommen verschiedene Techniken zum Einsatz: zur Verringerung des Schadstoffausstoßes, zur Schonung von Ressourcen, zur Ertragssteigerung und zum Schutz von Anbauflächen vor Erosion. Das Ergebnis ist eine dauerhaft nachhaltige Gesellschaft: Nahezu acht Milliarden Menschen erreichen einen recht hohen Wohlstand; gleichzeitig verkleinert sich der ökologische Fußabdruck der Menschheit ständig weiter.

bleibt etwa konstant, genau wie ein Fluss stets mehr oder weniger die gleiche Menge Wasser führt, obwohl ständig neues Wasser hindurchfließt. Auch in einer „Gesellschaft im Gleichgewicht“ wie derjenigen in Szenario 9 werden ständig neue Menschen geboren und andere sterben; neue Fabriken, Straßen, Gebäude und Maschinen werden gebaut und alte ausrangiert und ihre Materialien wieder verwendet. Solange sich die Techniken verbessern, wird der Fluss des materiellen Outputs pro Person aber mit ziemlicher Sicherheit seine Gestalt verändern, vielfältiger und qualitativ besser werden.

Genau wie der Wasserpegel eines Flusses um einen Durchschnittswert schwanken kann, ist auch eine Gesellschaft im Gleichgewicht Schwankungen unterworfen, ob durch bewusste Entscheidungen oder unerwartete Möglichkeiten oder Katastrophen. Wenn die Belastung mit Schadstoffen gesenkt wird, kann sich ein Fluss selbst reinigen und eine reichhaltigere, vielfältigere Lebensgemeinschaft beherbergen. Genauso kann sich auch eine Gesellschaft von der Umweltverschmutzung befreien, neues Wissen erlangen, ihre Produktionsprozesse effizienter gestalten, auf andere Techniken umstellen, ihren Verwaltungsapparat und Betriebsabläufe verbessern, für eine gerechtere Verteilung sorgen, dazulernen und sich weiterentwickeln. Unserer Ansicht nach kann der Gesellschaft all dies eher gelingen, wenn die durch Wachstum verursachten Spannungen abgemildert werden und die Veränderungen so langsam erfolgen, dass genügend Zeit bleibt, die Auswirkungen der Entscheidungen zu verstehen, durchzudenken und die Entscheidungen bewusst zu treffen.

Eine solche nachhaltige Gesellschaft wie in Szenario 9 könnte unserer Meinung nach angesichts dessen, was wir bisher über die Systeme unserer Erde wissen, tatsächlich auf der Erde entstehen. Diese Gesellschaft würde nahezu acht Milliarden Menschen umfassen und könnte allen genügend Nahrung, Konsumgüter und Dienstleistungen für ein angenehmes Leben bieten. Sie unternimmt erhebliche Anstrengungen und setzt ständig bessere Techniken ein, um Anbauflächen und Böden zu erhalten, die Umweltverschmutzung zu verringern und die nicht erneuerbaren Ressourcen so effizient wie möglich zu nutzen. Weil sich das materielle Wachstum verlangsamt und schließlich ganz zum Erliegen kommt und weil die Techniken so schnell greifen, dass der ökologische Fußabdruck wieder auf ein nachhaltiges Maß verkleinert wird,

bleiben dieser Gesellschaft genügend *Zeit*, *Kapital* und *Möglichkeiten*, ihre anderen Probleme zu lösen.

Unserer Meinung nach ist dies nicht nur eine machbare, sondern auch eine wünschenswerte Welt. Sicherlich ist sie attraktiver als die in den vorangegangenen Kapiteln simulierten Welten, die ständig weiter wachsen, bis sie schließlich durch Mehrfachkrisen gestoppt werden. Szenario 9 ist aber keinesfalls die einzige nachhaltige Entwicklungsmöglichkeit, die das Modell World3 erzeugen kann. Innerhalb der Grenzen des Systems kann man unterschiedlich gewichten und auswählen: Man kann sich beispielsweise für mehr Nahrung bei geringerer Industrieproduktion entscheiden oder umgekehrt. Es können mehr Menschen auf der Erde leben, die pro Kopf einen kleineren ökologischen Fußabdruck hinterlassen, oder weniger Menschen, deren ökologischer Fußabdruck größer ist. Ein Grundprinzip ist aber klar: Mit jedem Jahr, um das sich der Übergang zu einem nachhaltigen Gleichgewicht verzögert, werden die Kompromiss- und Wahlmöglichkeiten, die nach dem Übergang realistischweise bleiben, immer unattraktiver. Um dies grafisch zu veranschaulichen, wollen wir annehmen, dass die zu Szenario 9 führenden Maßnahmen bereits 20 Jahre früher in die Wege geleitet wurden.

Was 20 Jahre ausmachen können

Für unsere nächste Simulation stellen wir die Frage: Was wäre, wenn die Modellgesellschaft die zur Nachhaltigkeit führenden Maßnahmen von Szenario 9 (erwünschte Kinderzahl zwei Kinder pro Familie, ein bescheidener materieller Lebensstandard sowie fortschrittliche Techniken zur effizienten Nutzung von Ressourcen und zur Verringerung der Schadstoffemissionen) nicht erst 2002, sondern bereits 1982 ergriffen hätte? Welchen Unterschied können 20 Jahre ausmachen?

Szenario 10 in Abbildung 7-4 entspricht exakt Szenario 9, nur dass die Veränderungen bereits 1982 statt 2002 erfolgen. Hätte die Umstellung zur Nachhaltigkeit schon 20 Jahre früher stattgefunden, so hätte die Gesellschaft schon eher und mit geringeren Anpassungsproblemen auf dem Landwirtschaftssektor einen Zustand größerer Sicherheit und höheren Wohlstands erreichen können. In diesem Szenario stabilisiert sich die Bevölkerung bei etwas mehr als sechs Milliarden statt nahezu acht Milliarden Menschen. Die Umweltverschmutzung erreicht ihr sehr viel niedrigeres Maximum bereits 20 Jahre früher und beeinträchtigt die Landwirtschaft weit weniger als in Szenario 9. Die Lebenserwartung steigt auf über 80 Jahre und bleibt hoch. Am Ende des 21. Jahrhunderts sind noch größere Vorräte nicht erneuerbarer Ressourcen vorhanden, die mit geringerem Aufwand entdeckt und abgebaut werden kön-

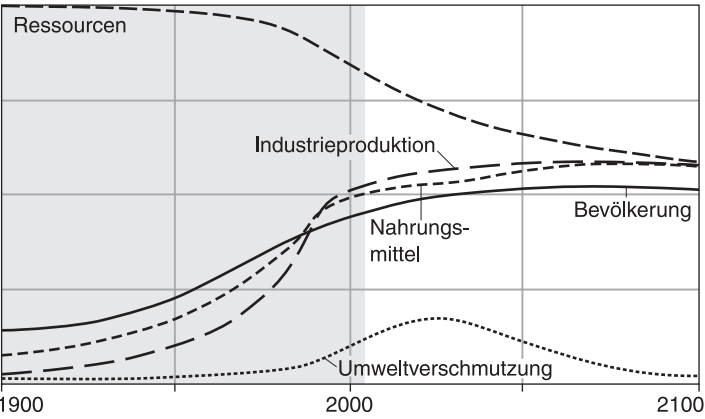
nen. Insgesamt erreichen die Lebenserwartung sowie die pro Kopf verfügbaren Nahrungsmittel, Konsumgüter und Dienstleistungen ein höheres Niveau als in Szenario 9.

Die Bevölkerung von Szenario 10 kann problemlos ihren Lebensstandard aufrechterhalten und ihre verbesserten Techniken finanzieren. Die Gesellschaft lebt in einer angenehmeren Umwelt mit größeren Ressourcenvorräten und hat mehr Handlungsfreiheit. Sie ist weiter von ihren Grenzen entfernt und bewegt sich weniger am Abgrund als die Gesellschaft in Szenario 9. Eine solche Zukunft wäre einst möglich gewesen. Aber die Gesellschaft von 1982 hat diese Gelegenheit nicht genutzt.

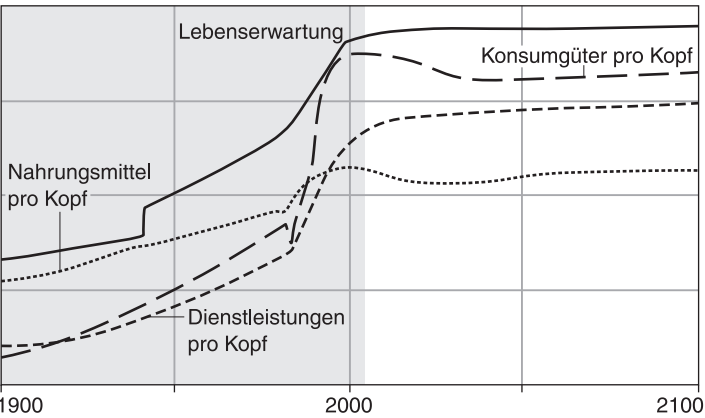
Neben den hier vorgestellten elf Szenarien haben wir mit unserem Modell World3 noch zahlreiche weitere entwickelt. Wir haben die möglichen Auswirkungen vieler verschiedener Vorschläge für Veränderungen der globalen Politik untersucht, die dazu beitragen könnten, die Bevölkerung und die materielle Wirtschaft wieder auf ein nachhaltiges Niveau zurückzubringen. Natürlich ist in dem Modell vieles vereinfacht und weggelassen. Daher sagen die genauen Zahlen, die all diese Simulationen ergeben, wenig aus. Zwei allgemeine Erkenntnisse sind allerdings unserer Ansicht nach gültig und wichtig. Unsere erste Erkenntnis aus diesen Versuchsläufen: Es ist uns bewusst geworden, dass der Menschheit langfristig für die Zukunft weniger Optionen offen stehen, wenn wir grundsätzliche Veränderungen hinausschieben. Je länger wir damit warten, das Bevölkerungswachstum zu bremsen und die Bestände des Produktionskapitals zu stabilisieren, desto größer wird die Bevölkerung, desto mehr Ressourcen werden erschöpft; die Schadstoffbelastung wird höher, mehr Böden werden unfruchtbar, und es wird ein höherer absoluter Durchsatz von Nahrungsmitteln, Konsumgütern und Dienstleistungen erforderlich sein, um die Bevölkerung ausreichend zu versorgen. Die Bedürfnisse sind größer, die Probleme ebenfalls, aber die Möglichkeiten sind geringer.

Dies lässt sich anschaulich zeigen, wenn man die Maßnahmen von Szenario 9 nicht 2002, sondern erst 20 Jahre später durchführt. Dann ist es bereits zu spät, den Niedergang zu vermeiden. Bei einer Verzögerung um zwei Jahrzehnte erreicht die Bevölkerung schon viel früher acht Milliarden als in Szenario 9. Auch die Industrieproduktion steigt viel höher als in Szenario 9, wenn die Veränderungen noch 20 Jahre aufgeschoben werden. Die zusätzlichen industriellen Aktivitäten führen – zusammen mit den 20 Jahre später umgesetzten Maßnahmen zur Verringerung des Schadstoffausstoßes – zu einer Umweltverschmutzungskrise. Durch die Schadstoffbelastung verringern sich die landwirtschaftlichen Erträge. Damit steht pro Kopf weniger Nahrung zur Verfügung, die Lebenserwartung sinkt, und die Bevölkerungszahl geht zurück. Wenn die Umstellung zur Nachhaltigkeit um 20 Jahre aufgeschoben wird, bleiben der simulierten Welt immer weniger Optionen, und sie gerät auf einen turbulenten, letztlich erfolglosen Weg in die Zukunft. Maßnahmen, die früher angemessen waren, reichen nun nicht mehr aus.

Zustand der Welt



materieller Lebensstandard



Wohlstand und ökologischer Fußabdruck

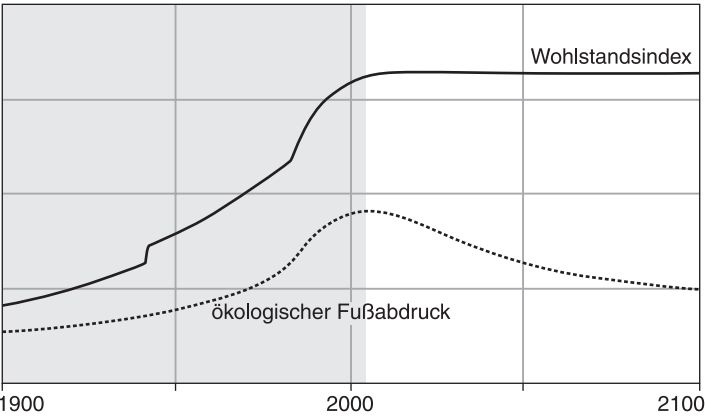


Abbildung 7-4 Szenario 10: Umsetzung der Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung von Szenario 9 bereits 20 Jahre früher, im Jahr 1982

In dieser Simulation erfolgen die gleichen Veränderungen wie in Szenario 9, nur werden die Maßnahmen bereits im Jahr 1982 umgesetzt und nicht erst 2002. Hätte der Übergang zur Nachhaltigkeit schon 20 Jahre eher stattgefunden, so hätte dies eine geringere Bevölkerungszahl, weniger Umweltverschmutzung, größere Vorräte nicht erneuerbarer Ressourcen und einen etwas höheren durchschnittlichen Wohlstand für alle Menschen bedeutet.

Wie viel ist zu viel?

Unsere zweite Erkenntnis aus diesen Experimenten ist die Einsicht, dass es ebenso zu einem Versagen des Systems führen kann, wenn ein zu hoher Verbrauch angestrebt wird. Wir haben mit World3 Versuchsläufe unter den gleichen Voraussetzungen durchgeführt wie bei Szenario 9, aber mit einer Änderung: Die angestrebte Industrieproduktion pro Kopf wurde verdoppelt. Die von World3 simulierte Gesellschaft drosselt in diesem Fall ebenfalls im Jahr 2002 das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum und setzt die gleichen Techniken zur Schonung der Ressourcen und zur Verringerung der Schadstoffemissionen ein. Dieses Mal kann jedoch die Zielvorgabe der Modellgesellschaft – mehr Industriegüter pro Kopf – für die resultierende Bevölkerung von mehr als sieben Milliarden Menschen nicht auf Dauer erfüllt werden; daran ändern auch all die verbesserten Techniken nichts.

Die angestrebte Industrieproduktion pro Kopf wird nur für kurze Zeit nach 2020 erzielt; ihr Maximum erreicht sie um 2030, danach fällt sie langsam wieder. Die pro Kopf produzierte Nahrungsmenge geht nach ihrem Höchstwert etwa im gleichen Jahr rasch wieder zurück. Das liegt daran, dass zu viel Kapital benötigt wird, um die höheren materiellen Ziele zu erreichen und die Umweltschäden zu beheben. Im simulierten Jahr 2050 sinkt der Durchsatz an Nahrungsmitteln und Industriegütern pro Kopf in dieser Gesellschaft, deren Ziele höher gesteckt sind, weit unter den von Szenario 9, dessen Gesellschaft sich mit bescheideneren Zielen zufriedengab.

Erlaubt uns diese Simulation eine zuverlässige Abschätzung des Lebensstandards, den eine Bevölkerung von 7,5 Milliarden Menschen in der „realen Welt“ aufrechterhalten könnte? Absolut nicht! Die Zahlen und Annahmen des Modells sind nicht zuverlässig genug. Kein Modell kann präzise Auskunft darüber geben, wie die Erde in 30–50 Jahren aussehen wird. Möglicherweise könnten in Wirklichkeit mehr Menschen mit einem höheren Lebensstandard versorgt werden als in Szenario 9. Angesichts der optimistischen Annahmen von World3, dass es weder Kriege und Konflikte noch Korruption gibt und dass keine Fehler gemacht werden, ist es aber auch denkbar, dass sich ein