

Nachhaltigkeit und Humanressourcen

Gerhard Pfister und Ortwin Renn

Nr. 88 / Oktober 1997

Arbeitsbericht

ISBN 3 - 932013 - 11 - 5

ISSN 3 - 932013 - 10 - 7

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	01
 Teil I: Nachhaltigkeit aus ökonomischer Sicht	
2 Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung	03
3 Strategien einer nachhaltigen Entwicklung	07
 Teil II: Humanressourcen aus ökonomischer Sicht	
4 Anforderungen und Maßnahmen einer nachhaltigen Entwicklung für die Bildung und Nutzung von Humanressourcen	13
4.1 Bildung und Ausbildung	13
4.2 Forschung und Entwicklung	16
4.3 Regionale Perspektiven einer Humanressourcenentwicklung	18
5 Auswirkungen einer Nachhaltigkeitspolitik auf die Humanressourcenentwicklung	20
6 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	26
Literatur	29

1 Einleitung

In der politischen Diskussion stellt das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung ein vielbeachtetes Leitbild der Umwelt- und Wirtschaftspolitik dar. Dieses Leitbild einer globalen Entwicklung sieht vor, daß die Lebenschancen der Armen verbessert werden und die Interessen der zukünftigen Generationen gewahrt werden sollen. Anstoß für die Debatte um eine nachhaltige Entwicklung gab die UN-Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED). In dem Bericht der Weltkommission aus dem Jahre 1987 formulierte sie als eine politische Forderung an die Mitgliedsländer

”eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.”¹

Demnach kann eine nachhaltige Entwicklung als ein Konzept zur Verstetigung von Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung aufgefaßt werden.

Der Bericht der UN-Weltkommission spricht dabei von ”sustainable development”, eine Übersetzung hierfür ist ”dauerhafte Entwicklung”. Unter dem Rückgriff auf die historische Verankerung im deutschen Sprachraum, insbesondere in der Forstwirtschaft, wurde daraus ”nachhaltige Entwicklung” oder ”Nachhaltigkeit” in der neuen Bedeutung. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen spricht in seinem neuen Umweltgutachten auch von ”dauerhaft-umweltgerechter Entwicklung”, die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages behandelt dieses Thema sogar unter der Bezeichnung ”zukunftsverträgliche Entwicklung”. Desweiteren werden auch Übersetzungen wie ”tragfähige Entwicklung” und ”zukunftsfähige Entwicklung” gebraucht.²

Bei dieser Vielzahl an positiven Attributen - wer kann schon gegen Gerechtigkeit und Zukunft sein - wirkt die Debatte um eine nachhaltige Entwicklung wie eine Klammer um alle gesellschaftlichen Interessen. Doch diese Klammer löst sich auf, wenn es darum geht, auf welchen Wegen Nachhaltigkeit erreicht werden soll. Politisch verhandel- und durchsetzbar wird eine nachhaltige Entwicklung erst dann, wenn die Wege dargestellt werden, die zu einer nachhaltigen Entwicklung führen können. Ein möglicher Zugang zu einer solchen Analyse besteht in der Diskussion der ökonomischen Bedingungen und Voraussetzungen einer nachhaltigen Entwicklung. Dabei steht die Allokation von Produktionsfaktoren und Konsumgütern im Vordergrund.

¹ vgl. Hauff (Hrsg.), (1987), S. 46

² vgl. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1994); Nutzinger, H.G., Radke, V. (1995).

Im Zusammenhang mit den Möglichkeiten und Voraussetzungen einer nachhaltigen Entwicklung kommt den *Humanressourcen* eine herausragende Bedeutung zu. Unter "Humanressourcen" versteht man das gesamte ökonomisch relevante Leistungspotential einer Volkswirtschaft, welches von Menschen geschaffen wird. Derjenige Teil dieses Leistungspotentials, der an Personen gebunden ist, nennt man *Humankapital*. Ein anderer Teil dieses Leistungspotentials, der nicht an Personen gebunden ist, sondern der Volkswirtschaft als Ganzes zur Verfügung steht, wird als *Wissen* bezeichnet.³ Der vorliegende Bericht untersucht die Frage,

- wie die Humanressourcen zum Ziel einer nachhaltigen Entwicklung beitragen können und
- wie die Humanressourcen durch Strategien einer Nachhaltigkeitspolitik beeinflußt werden.

Der Bericht gliedert sich in zwei Teile. In einem ersten Teil wird die Problemsicht auf eine nachhaltige Entwicklung definiert. Dazu wird die politische Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung in eine wissenschaftliche Fragestellung transformiert. Dies wird der Inhalt des zweiten Kapitels sein. Aus dieser Problemsicht können die Wege oder Strategien abgeleitet werden, die zum Ziel einer nachhaltigen Entwicklung führen. Damit wird sich das dritte Kapitel beschäftigen.

Im zweiten Teil des Berichts werden die Strategien einer Nachhaltigkeitspolitik mit den Humanressourcen verknüpft. Das Kapitel vier geht der Frage nach, wie die Humanressourcen zum Ziel einer nachhaltigen Entwicklung beitragen können. Darin werden sowohl die Bedingungen und Voraussetzungen für die Bildung und Ausbildung (Abschnitt 4.1.) als auch für Forschung und Entwicklung (Abschnitt 4.2) diskutiert. Dabei wird auch auf die Verflechtung Baden-Württemberg mit anderen Regionen eingegangen (Abschnitt 4.3.).

Nachhaltigkeit kann nicht nur durch eine Entwicklung von Humanressourcen ausgelöst und verstärkt werden; eine Nachhaltigkeitspolitik kann ihrerseits auf die Entwicklung der Humanressourcen zurückwirken. Im Kapitel fünf wird deshalb die Frage aufgegriffen, wie sich eine Nachhaltigkeitspolitik konkret auf die Entwicklung der Humanressourcen auswirken kann. Damit können die zukünftigen Anforderungen an das Leistungsangebot zur Humanressourcenentwicklung beschrieben werden. Ein abschließendes Kapitel sechs faßt die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeit zusammen und versucht, Schlußfolgerungen für weitere Arbeiten zu ziehen.

³ vgl. Clar, G., Kasimir, H., Mohr, H. (1995), S. 2.

Teil I: Nachhaltigkeit aus ökonomischer Sicht

2 Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung

Die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung stellt die Befriedigung von Bedürfnissen in den Mittelpunkt. Zur Transformation der politischen Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung in ein wissenschaftlich bearbeitbares Konzept bietet sich die Fachdisziplin der Ökonomie an: Ihr konstituierendes Erkenntnisobjekt ist die Frage nach der optimalen Verwendung von Mitteln zur Bedürfnisbefriedigung. Eine der ökonomischen Theorie entsprechenden Transformation der politischen Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung könnte folgendermaßen lauten:

Eine nachhaltige Entwicklung bedeutet, daß der Kapitalstock an natürlichen Ressourcen soweit erhalten bleibt, daß das Wohlfahrtsniveau zukünftiger Generationen mindestens dem Wohlfahrtsniveau der gegenwärtigen Generation entsprechen kann.

In dieser Definition bedeutet eine nachhaltige Entwicklung ein im Zeitverlauf nicht sinkendes Wohlfahrtsniveau der Gesellschaft. Das Wohlfahrtsniveau setzt sich aus der Gesamtheit aller individuellen Nutzenniveaus zusammen. Diese hängen maßgeblich von der Verteilung von Ressourcen ab. Eine nachhaltige Entwicklung ist folglich eine Norm über die Verteilung bedürfnisbefriedigender Ressourcen zwischen den Generationen.

Eine solche Norm kann nicht aus der Ökonomie selbst heraus begründet werden. Auch die Naturwissenschaften können keine Aussage darüber treffen, ob Nachhaltigkeit verfolgt werden soll oder nicht. Die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung kann nur ethisch begründet werden.⁴ Die Wissenschaft kann nur die Möglichkeiten und die Konsequenzen dieses Ziels aufzeigen.

Zentrale Begriffe in der ökonomischen Definition einer nachhaltigen Entwicklung sind der Begriff des natürlichen Kapitals und der Begriff der Wohlfahrt. In beiden Begriffen kommt die anthropozentrische Sichtweise der Ökonomie zum Ausdruck. Natürliches Kapital ist jedes nicht-produzierte Vermögen, aus dem Menschen Nutzen ziehen können, also Vermögen, das ohne Zutun des Menschen einfach vorhanden ist und das menschliche Bedürfnisse befriedigen kann. Dem natürlichen Kapital selbst, d.h. der natürlichen Umwelt, wird dabei kein Eigenwert zugemessen. Die Umwelt erfährt nur in Beziehung zum Menschen eine Wertschätzung.

⁴ vgl. Renn, O. (1995), S. 20.

Dies unterscheidet die ökonomische Sicht vom ökologischen Standpunkt. Dort bedeutet eine nachhaltige Entwicklung einen Umgang mit Ressourcen bei dem die Tragfähigkeit des jeweiligen Ökosystems nicht gefährdet wird.⁵ Es geht dabei nicht - wie in der ökonomischen Sicht - um die Ressourcennutzung durch Menschen, sondern um die Aufrechterhaltung von Ökosystemen als solche, seien sie anthropogen beeinflusst oder nicht. Demgegenüber wird aus ökonomischer Sicht zumindest die Möglichkeit erwogen, daß die natürliche Umwelt ersetzbar ist. Dies gilt natürlich nur unter der Voraussetzung, daß dessen künstlicher Ersatz in gleicher Weise menschliche Bedürfnisse befriedigen kann. Das Augenmerk der ökonomischen Sicht ist deshalb nicht - wie in der ökologischen Perspektive - auf die Erhaltung natürlicher Systeme an sich gerichtet, sondern auf den Erhalt der bedürfnisbefriedigenden Funktionen, die von natürlichen Systemen ausgehen.

Umwelt wird in der Ökonomie als eine Möglichkeit angesehen, menschliche Bedürfnisse zu befriedigen. Eine nachhaltige Entwicklung will diese Möglichkeit für kommende Generationen erhalten. Wenn Menschen nicht erneuerbare Ressourcen, wie Erdöl, Kohle oder Metallerze verwenden, stehen diese zukünftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung. Verwenden Menschen natürliche Ressourcen zur Ablagerung von Reststoffen, wird die Deponiekapazität dieser natürlichen Ressourcen abgebaut oder die Qualität dieser Ressourcen für andere Verwendungen eingeschränkt. Auch dies vermindert die Nutzungsmöglichkeiten der Umwelt für nachfolgende Generationen. Gleiche Nutzungsmöglichkeiten der Umwelt für die gegenwärtige und für die nachfolgende Generation sind im Prinzip nur dann möglich, wenn in einer Wirtschaft

- (1) lediglich erneuerbare Ressourcen genutzt werden und
- (2) bei dieser Nutzung die Erneuerungsfähigkeit dieser Ressourcen nicht eingeschränkt wird.

Von dieser Wirtschaftsweise sind wir weit entfernt. Wir verbrauchen mehr Umweltressourcen als uns die Natur dauerhaft zur Verfügung stellt. Dazu gibt es derzeit akzeptable Alternative. Eine Nachhaltigkeitspolitik, die sich lediglich um die Erhaltung der Natur - ökonomisch ausgedrückt: um die Erhaltung des natürlichen Kapitalstocks - bemüht, ist deshalb zum Scheitern verurteilt. Was ist dann möglich? Möglich ist eine Aufrechterhaltung der bedürfnisbefriedigenden Leistungen der Natur, d.h. der Funktionen des natürlichen Kapitalstocks für den Menschen. Eine erste Regel für eine Nachhaltigkeitspolitik lautet daher:

⁵ vgl. Mohr, H. (1995). S. 24.

1. Ein Verbrauch des natürlichen Kapitals muß durch eine entsprechende Erhöhung des künstlichen Kapitals ausgeglichen werden, so daß die Wohlfahrtssituation zumindest gleichbleiben kann.

Unter künstlichem Kapital wird dabei jedes von Menschen produzierte Vermögen verstanden, sei es in Form von Sachvermögen (Gebäude, Maschinen), Organisationsstrukturen (Demokratie, Verwaltung), Wissen, und ähnlichem. Diese Regel entspricht dem Konzept der schwachen Nachhaltigkeit. Ein Ersatz natürlichen Kapitals setzt dabei voraus, daß die bedürfnisbefriedigenden Leistungen des künstlichen Kapitals als gleichwertig gegenüber den bedürfnisbefriedigenden Leistungen des natürlichen Kapitals angesehen werden. Beispielsweise ist der Verbrauch fossiler Energieträger nach dem Konzept der schwachen Nachhaltigkeit dann gerechtfertigt, wenn nachfolgenden Generationen künstliches Kapital in Form einer besseren Technologie zur Wärmedämmung zur Verfügung gestellt wird. Dies ermöglicht ihnen, bei geringerem Verbrauch fossiler Energieträger dieselbe Raumwärme zu realisieren.

Einen vollständigen Ersatz des natürlichen Kapitals durch künstliches Kapital kann es jedoch nicht geben. Unter anderem liegt das daran, daß künstliches Kapital letztlich nur dann produziert werden kann, wenn zuvor ein Minimum an natürlichen Ressourcen eingesetzt wird. Zwar läßt sich beispielsweise durch technisches Wissen der Wirkungsgrad thermischer Anlagen erhöhen, doch auch bei vollständiger Ausnutzung des chemischen Energiegehalts fossiler Energieträger werden weiterhin - wenn auch in geringerem Maße - diese Stoffe benötigt. Wenn diese Grenze der Ersetzbarkeit des natürlichen Kapitals durch künstliches Kapital erreicht ist, dann muß sich der Verbrauch des natürlichen Kapitals an den folgenden Regeln zwei und drei orientieren:⁶

2. Für erneuerbare Ressourcen als Rohstoffe gilt, daß deren Inanspruchnahme und Regeneration in einem Gleichgewicht stehen müssen. Für erneuerbare Ressourcen als Senken gilt, daß sich die Verschmutzung dieser Ressourcen an deren Assimilationsfähigkeit orientieren muß.

⁶ Regel zwei und Regel drei stehen dabei in einem Zusammenhang. Die Nutzung von erneuerbaren Ressourcen ist von deren Ausgangsbestand abhängig. Je höher der Ausgangsbestand einer erneuerbaren Ressource ist, desto größer ist in der Regel die Erneuerung und damit die Nutzungsmöglichkeiten dieser Ressource, ohne daß der Bestand dieser Ressource vermindert wird. Man lebt quasi von den "Zinsen" dieser sich selbst erneuernden Ressource. Eine Nutzung dieser Ressource über die Regeneration hinaus, führt jedoch in der nächsten Zeitperiode zu einem einem geringeren Bestand und damit zu geringeren Nutzungsmöglichkeiten. Sollten nun also erschöpfbare Ressourcen stetig durch erneuerbare Ressourcen ersetzt werden - wie es die dritte Regel vorschlägt - dann ist dies nur dann möglich, wenn die Nutzungsrate von erneuerbaren Ressourcen unter deren Regenerationsrate liegt. Damit muß die zweite Regel modifiziert werden.

3. Für erschöpfbare Ressourcen gilt, daß deren Verbrauch durch den Aufbau erneuerbaren natürlichen Kapitals ausgeglichen werden muß.

Die Regeln zwei und drei garantieren, daß der Bestand des natürlichen Kapitalstocks erhalten bleibt. Auf diese beiden Regeln zielt das Konzept der starken Nachhaltigkeit ab. Starke Nachhaltigkeit bedeutet, daß es keine zu den bedürfnisbefriedigenden Leistungen des natürlichen Kapitalstocks gleichwertige bedürfnisbefriedigende Leistungen des künstlichen Kapitalstocks gibt. Die Regeln zwei und drei können jedoch nicht alleine Nachhaltigkeit im ökonomischen Sinne gewährleisten. Beispielsweise dürften nach diesen Regeln keine Schulen und Krankenhäuser mehr gebaut und unterhalten werden, da diese auch jene erschöpfbare Ressourcen in Anspruch nehmen, die nicht durch den Aufbau erneuerbaren natürlichen Kapitals ausgeglichen werden können. Ein Verzicht auf solche Einrichtungen würde jedoch nachfolgenden Generationen einen Wohlfahrtsverlust zufügen, der schwerer wiegen könnte als die Einbuße an Nutzungsmöglichkeiten des natürlichen Kapitals. Somit bedeutet eine nachhaltige Entwicklung auch, die Möglichkeiten zur Nutzung des künstlichen Kapitalstocks aufrecht zu erhalten.

Starke oder schwache Nachhaltigkeit - die Entscheidung darüber hängt ausschließlich von den Präferenzen (Bedürfnissen) zukünftiger Generationen gegenüber den Leistungen des natürlichen und des künstlichen Kapitalstocks ab. Da wir diese Bedürfnisse nicht wissen können und aus wissenschaftlicher Sicht auch keine Aussage darüber treffen können, welche dieser Bedürfnisse gerechtfertigt sind, können wir die konkreten Forderungen, die sich aus dem Nachhaltigkeitsbegriff ergeben, nur schwer präzisieren. Auf operationaler Ebene ist das Nachhaltigkeitskonzept deshalb mit Wertentscheidungen verbunden und seine Umsetzung hängt wesentlich von den gesellschaftlichen Aushandlungs- und Abwägungsprozessen ab.

Diese drei Nutzungsregeln beschreiben eine nachhaltige Entwicklung als eine regulative Idee. Wenn sich die Individuen entsprechend diesen Regeln für den Umgang mit der Natur und der Umwelt verhalten würden, so könnte dies zumindest zu einer Annäherung an eine nachhaltige Entwicklung führen. Die Nutzungsregeln machen jedoch keine Aussage darüber, weshalb sich die Individuen gemäß diesen Regeln verhalten sollten. Es besteht für sie kein Anreiz, sich so zu verhalten, daß das, was als gesellschaftlich richtig anerkannt wird, auch tatsächlich erreicht werden kann. Vielmehr läßt sich vermuten, daß individuell rational handelnde Individuen eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit verhindern, sofern staatliche Maßnahmen dem nicht entgegenwirken. Diese Maßnahmen werden aber erst dann erfolgreich eine Verhaltensänderung bewirken können, wenn sie in eine konsistentes Konzept eingebunden sind. Diese Konzept erhält

seine Struktur durch Strategien zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung, auf deren Grundlage dann entsprechende Maßnahmen entworfen werden können.

3 Strategien für eine nachhaltige Entwicklung

Welche Strategien einer Veränderung der Wirtschaft führen in die Richtung einer nachhaltigen Entwicklung? Aus der ersten Nutzungsregel einer nachhaltigen Entwicklung kann bereits eine erste Strategie für eine nachhaltige Entwicklung abgeleitet werden. Wenn das Ziel einer Nachhaltigkeitspolitik die Aufrechterhaltung eines bestimmten gegenwärtigen Wohlfahrtsniveaus ist und natürliches Kapital durch künstliches Kapital ersetzt werden kann, dann wäre es ideal, wenn immer knapper werdende natürliche Ressourcen durch eine menschengemachte Ressource, d.h. durch künstliches Kapital, ersetzt werden könnten. Ideal wäre dabei eine Substitution durch eine künstliche Ressource, die sich im Zeitverlauf nicht verknappt.

Eine solche Ressource ist die von Menschen produzierte Ressource "Wissen". Wenn beispielsweise technisches Wissen den Wirkungsgrad thermischer Anlagen erhöhen kann, dann müssen zur Erzeugung einer bestimmten Raumtemperatur weniger fossile Energieträger in Anspruch genommen werden, als es ohne dieses Wissen der Fall wäre: Wissen kann folglich die Leistungen der Natur ersetzen.⁷ „Wissen“ besitzt darüber hinaus eine Besonderheit, die es von anderen Arten des künstlichen Kapitals unterscheidet: Sofern man von den Transaktionskosten der Wissensvermittlung und -speicherung absieht, kann Wissen von beliebig vielen Anwendern ohne gegenseitige Beeinträchtigung verwendet werden. Wissen besitzt folglich die Eigenschaft der Nicht-Rivalität: Ebenso wie ein Buch im Prinzip von unendlich vielen Menschen gelesen werden kann, ohne daß sich der Inhalt dieses Buches abnutzt, so kann auch das in einer Blaupause enthaltene Wissen zur energiesparenderen Erzeugung von Raumwärme im Prinzip unendlich oft kopiert und genutzt werden, ohne daß sich die Qualität des in diesen Blaupausen festgehaltenen Wissens verschlechtert. Im Gegensatz dazu lassen sich fossile Energieträger in der Regel jedoch nur einmal verwenden. Sind sie einmal genutzt worden, sind ihre Reststoffe nicht mehr zur Energieerzeugung verwendbar.

Ein weiterer Aspekt des Wissens liegt darin, daß durch die Produktion von Wissen die Produktion zusätzlichen Wissens gefördert wird, d.h. die Wissensproduktion erzeugt positive externe Effekte. Während die Nicht-Rivalität von Wissen beispielsweise erlaubt, eine Technologie zur Herstellung von Gütern im Prinzip unendlich oft zu kopieren, ohne daß die zusätzliche Anwendung dieser Technologie die Qualität der Technologie verschlechtert, so führt das Studium der Technologie dazu, Grundlagenwissen für die Entwicklung anderer, verwandter Technologien zu schaffen. So kann das Grundlagenwissen zur energiesparenden Erzeugung von Raumwärme ebenfalls die Entwicklung eines energiesparenden Motors vorantreiben.

⁷ weitere Beispiele finden sich in Meyer-Krahmer, F. (1995).

„Wissen“ konkretisiert sich in technischen Fortschritt. Doch wie wird es erzeugt? Eine These geht davon aus, daß Wissen als positiver Nebeneffekt der Humankapitalakkumulation anfällt. Wissen wird dann als positiver externer Effekt von Investitionen in Humankapital, d.h. der Bildung und Ausbildung, aufgefaßt.⁸ Eine andere These behauptet, daß „Wissen“ auch zielgerichtet vermehrt werden kann. Dieser Prozeß wird als Forschung und Entwicklung bezeichnet.⁹ Soll der Bestand des Wissens als eine Voraussetzung für die Möglichkeit einer nachhaltigen Entwicklung erweitert werden, ist folglich zunächst nach den Bestimmungsgründen für Investitionen in Humankapital bzw. in Forschung und Entwicklung zu fragen. Darauf aufbauend kann erläutert werden, wie die Generierung von Wissen über die Beeinflussung dieser Bestimmungsgründe gefördert werden kann.

Welche Potentiale erschließt „Wissen“ für eine nachhaltige Entwicklung? Zum einen kann „Wissen“ ermöglichen, daß derselbe Output an Gütern durch einen im Verhältnis zu anderen Produktionsfaktoren geringeren Verbrauch an natürlichen Ressourcen erzeugt werden kann. Dies wird als eine Verminderung der Ressourcenintensität bezeichnet. Zum anderen wird ermöglicht, daß ein größerer Output an Gütern durch einen im Verhältnis zu anderen Produktionsfaktoren geringeren Verbrauch an natürlichen Ressourcen produziert werden kann. Dies wird als eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität bezeichnet. Beide Wirkungen führen zu einer Ausweitung des Produktionspotentials einer Volkswirtschaft („durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden“)¹⁰.

Eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität bzw. eine Verminderung der Ressourcenintensität erweitert den Möglichkeitsspielraum für eine nachhaltige Entwicklung. Damit ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung für Nachhaltigkeit geschaffen: Daß dieser Spielraum tatsächlich von der gegenwärtigen Generation für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung genutzt wird, kann nur durch weitere Strategien gewährleistet werden, die Einfluß auf das individuelle Verhalten nehmen.

⁸ vgl. Stokey, N.L. (1991).

⁹ Die Zusammenhänge zwischen technischem Fortschritt auf der einen Seite und Humankapital und Wissen auf der anderen Seite thematisiert die „Neue Wachstumstheorie“. vgl. Grossman, G.E., Helpman, E. (1991), Grossman, G.E., Helpman, E. (1994), Helpman, E. Krugman, P.R. (1985), Lucas, R.E. (1988), Lucas, R.E. (1993), Romer, P.M. (1990), Uzawa, H. (1965). Ein Überblick hierzu bietet Arnold, L. (1994).

¹⁰ Ein relativ geringerer Verbrauch an natürlichen Ressourcen bei einem höheren Output an Gütern vermindert nicht zwangsläufig den absoluten Verbrauch an natürlichen Ressourcen pro Produktionsperiode. Eine höhere Ressourcenproduktivität bewirkt in diesem Fall jedoch, daß der Wohlfahrtsverlust durch den Verbrauch der natürlichen Ressourcen (natürliches Kapital) durch den Wohlfahrtsgewinn aus der Bereitstellung von Gütern (künstliches Kapital) zumindest kompensiert wird. Auch eine solche Veränderung entspricht nach der ersten Nutzungsregel der Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung: Der Verlust an Bedürfnisbefriedigungsmöglichkeiten durch den zusätzlichen Verbrauch an natürlichem Kapital wird dann durch den Zugewinn an Bedürfnisbefriedigungsmöglichkeiten aus der Produktion von künstlichem Kapital ausgeglichen.

Eine solche Strategie setzt an der zweiten Nutzungsregeln an. In dieser Nutzungsregel geht es um erneuerbare Ressourcen, die nicht durch künstliches Kapital ersetzbar sind. Daraus folgt, daß der Bestand dieser Ressourcen erhalten werden muß, wenn zukünftige Generationen keinen Wohlfahrtsverlust erleiden sollen. Eine ständige Übernutzung von erneuerbaren Ressourcen mindert ihren Bestand und führt früher oder später zur Ausrottung dieser Ressourcen. Umgekehrt wäre eine Nicht-Nutzung dieser Ressourcen höchst ineffizient und wird nicht nur bei der gegenwärtigen, sondern auch bei den zukünftigen Generationen zu einem Wohlfahrtsverlust führen. Es geht also darum, die Nutzungsrate dieser Ressourcen an deren Erneuerungsrate anzupassen.

Ressourcenökonomien haben nun aufgezeigt, daß eine marktwirtschaftlich effiziente Nutzung dieser Ressourcen in der Regel auch gleichzeitig eine ökologisch dauerhafte Nutzung ist.¹¹ Nur im Falle außerordentlich hoher Diskontraten führt eine effiziente Nutzung zur Ausrottung dieser Ressourcen. Diese hohen Diskontraten sind dabei Ausdruck einer überaus großen Gegenwartspräferenz der heutigen Generation, d.h. der heutigen Generation ist das Konsumniveau von erneuerbaren Ressourcen mehr Wert als der Verlust der dann eintritt, wenn in Zukunft diese Ressourcen nicht mehr zur Verfügung stehen. Dies steht ganz klar im Widerspruch zu der Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung. Die marktwirtschaftliche Ordnung berücksichtigt jedoch die Interessen zukünftiger Generationen nur insoweit, als sie in den Präferenzen der heutigen Generationen verankert sind. Sind diese Präferenzen ganz auf Gegenwartskonsum bezogen, dann muß zur Durchsetzung einer nachhaltigen Entwicklung die Souveränität der jetzt lebenden Marktteilnehmer beschnitten werden. Zwar kann die verbleibende Bestandesnutzung mit marktwirtschaftlichen Instrumenten effizient geregelt werden, die Entscheidung über das Ausmaß der notwendigen Bestandesehaltung ist in diesem Fall aber anderen Entscheidungsmechanismen als der marktwirtschaftlichen Koordination zu überlassen („Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“).

Ein Beispiel für eine solche Regelung gibt es bereits in der Forstwirtschaft. Es ist das sogenannte Wiederaufforstungsgebot. Dieses im Waldgesetz verankerte Gebot führt dazu, daß der Bestand an Waldflächen erhalten bleibt. Nachhaltigkeit wird jedoch dadurch erkauft, daß forstwirtschaftliche Flächen eine weitaus geringere Rendite erzielen als anderweitig genutzte Flächen. Dies ist der Preis, den die gegenwärtige Generation zur Aufrechterhaltung der Lebensbedingungen für zukünftige Generationen zu zahlen hat. Die gegenwärtige Generation muß zugunsten zukünftiger Generationen verzichten. Diese Eingriffsnotwendigkeit in die Souveränität der lebenden individuellen Akteure kann durch die Anwendung einer Strategie der Mengensteuerung (z.B. Auflagen, Zertifikate) gewährleistet werden.¹²

¹¹ vgl. Endres, A., Querner, I (1993), S. 95ff.

¹² vgl. Weimann, J. (1995), S. 226 - 267.

Dieser Konflikt zwischen Effizienz (also dem Wohlergehen der heutigen Generation) und dem Schutz erneuerbarer Ressourcen (d.h. dem Erhalt erneuerbarer Ressourcen für nachfolgende Generationen) kann prinzipiell nicht behoben, sondern nur abgemildert werden. Auch hier bietet sich "Wissen" zur Lösung des Konflikts an. Wissen kann nicht nur die Schaffung effektiverer Technologien in der Produktion von Gütern ermöglichen, sondern auch zur Erhöhung der Regenerationsrate der erneuerbaren Ressourcen beitragen. Heute lebende Generationen können dann in einem größerem Umfang erneuerbare Ressourcen nutzen, ohne daß dies auf Kosten des Wohlergehens zukünftiger Generationen geht.

In jenen Fällen, in denen eine Substitution von erschöpfbaren Ressourcen - wie in der dritten Nutzungsregel - durch erneuerbares natürliches Kapital oder - wie in der ersten Regel - durch künstliches Kapital möglich ist, besteht das Problem einer nachhaltigen Entwicklung darin, den Austausch zwischen den Kapitalkategorien so zu gestalten, daß bei jeder Substitution die Wohlfahrtssituation zumindest gleich bleibt. Ökonomen haben nun eine begründete Vorstellung von einem solchen Mechanismus; es ist das Referenzmodell des vollkommenen Marktes. Dieser Mechanismus führt hin zu effizienten Lösungen und gleichzeitig zu einer nachhaltigen Entwicklung.

In der Realität finden wir vielfältige Abweichungen von diesem Referenzmodell vor. Eine Nachhaltigkeitspolitik muß daher die Ursachen oder die Folgen dieser Abweichungen beseitigen. Ziel dieser Instrumente ist es, daß die Preise die ökologische Wahrheit sagen, oder in der Sprache der Ökonomen: die externen Effekte zu internalisieren. Mit diesen Regelungen wird das Eigeninteresse der individuellen Marktteilnehmer so gesteuert, daß für die Gesellschaft ein Maximum an Wohlfahrt erzeugt wird, sowohl für die heutige als auch für zukünftige Generationen. Dieses Maßnahmenbündel kann als Strategie der Preissteuerung (Abgaben, Haftungsrecht) bezeichnet werden¹³ ("Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen").

Diese drei Strategien einer Nachhaltigkeitspolitik sind teilweise mit den Kategorien anderer Autoren kompatibel. So entspricht die Strategie

"durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden"

exakt der Forderung nach einer "Effizienzrevolution", in der gewünschte Produktionsleistungen mit einem geringeren Einsatz an natürlichen Ressourcen erbracht werden sollen.¹⁴ Der zweite Imperativ

¹³ vgl. Weimann, J. (1995), S. 176 - 225.

¹⁴ vgl. Huber, J. (1995). Der Begriff "Effizienzrevolution" ist aus der Sicht der (wohlfahrts-) ökonomischen Theorie etwas unglücklich gewählt, da mit "Effizienzrevolution" die Verbesserung der

”Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen”

entspricht hingegen einer (staatlichen verordneten) ”Suffizienzrevolution”, in der ein Verzicht auf die Nutzung natürlicher Ressourcen propagiert wird.¹⁵ Auch die ökologische Ökonomie hat zur Begriffsvielfalt beigetragen und nennt dieses zweite Prinzip ”Skalierung”.¹⁶ Bei der Skalierung handelt es sich um die Beschränkung des physischen Verbrauchs von Materie und Energie, die sich an der natürlichen Tragekapazität der Umwelt zur Bereitstellung von Ressourcen und zur Aufnahme von Schadstoffen orientieren soll. Dies bedeutet aber nichts anderes als Funktionserhalt nicht ersetzbarer natürlicher Ressourcen (vgl. zweite Nutzungsregel). Schließlich geht es beim dritten Imperativ

”Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen”,

um die Erreichung eines optimalen Umweltschutzniveaus im Sinne der rein wohlfahrtstheoretisch orientierten Umweltökonomie. Von der ökologischen Ökonomie wird dieses Feld unter dem Begriff ”Allokation” gefaßt.¹⁷

In welchem Zusammenhang stehen diese drei Strategien? Die dritte Strategie „Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen“ soll zu einer vollständigen Internalisierung von externen Effekten führen. Damit kann jedoch nur für gegenwärtige Generation ein effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen gewährleistet werden. Wird eine nachhaltige Entwicklung ausschließlich mit dieser Strategie zu erreichen versucht, dann kann es - bei entsprechender Diskontierung der Wohlfahrtsverluste zukünftiger Generationen - zu einem Verbrauch zukünftiger Lebensmöglichkeiten kommen. Dieses Verhalten entspricht zwar der Effizienzbedingung, jedoch nicht der Nachhaltigkeitsnorm. Deshalb ist zusätzlich die Strategie „Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“ notwendig. Diese beschränkt die Verwendung von natürlichen Ressourcen durch die gegenwärtige Generation.

Würde man sich umgekehrt ausschließlich auf die Strategie „Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“ verlassen, dann würde man nichts darüber aussagen, wie innerhalb dieses Rahmens mit natürlichen Ressourcen umgegangen werden soll. Für das

technischen Effizienz oder Effektivität gemeint ist. ”Effizienz” im ökonomischen Sinne bedeutet hingegen eine Verwendung von Konsumgütern und Produktionsfaktoren in einer Weise, in der die Bedürfnisbefriedigung der Individuen in einer Gesellschaft durch eine andere Verwendung nicht mehr gesteigert werden kann. Effektivität ist dazu zwar eine notwendige, jedoch nicht - da sie nicht auf die Bedürfnisse von Individuen abzielt - hinreichende Voraussetzung. Eine ”Effizienzrevolution” im Sinne der ökonomischen Theorie wird hingegen durch die Befolgung des dritten Imperativs erreicht.

¹⁵ vgl. Huber, J. (1995).

¹⁶ vgl. Daly, H.E. (1992).

¹⁷ vgl. Daly, H.E. (1992).

Ziel einer nachhaltigen Entwicklung ist es jedoch - auch innerhalb eines Rahmens, der als ökologieverträglich definiert ist - keineswegs beliebig, wie natürliche Ressourcen verwendet werden: Nachhaltigkeit setzt vielmehr eine effiziente Verwendung von natürlichen Ressourcen voraus. Folglich ist neben der mengenbegrenzenden Strategie „Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“ immer auch die effizienzfördernde Strategie „Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen“ notwendig.

Darüber hinaus sind beide Strategien notwendig, um ein vermehrtes technisches Wissen für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung nutzen können. Vermehrtes technisches Wissen kann sich nämlich auch darin auswirken, daß bei gleichem Output an Gütern zwar insgesamt weniger Inputfaktoren eingesetzt werden müssen, diese erhöhte Ressourcenproduktivität sich jedoch überwiegend in einer Ersparnis anderer Produktionsfaktoren als in einer Ersparnis von natürlichen Ressourcen niederschlägt. So kam es in der Vergangenheit viel stärker zu einem sogenannten arbeitssparenden technischen Fortschritt als zu einem umweltsparenden technischen Fortschritt. Vermehrtes technisches Wissen wurde dazu genutzt, um relativ weniger vom Produktionsfaktor Arbeit einzusetzen. Nicht so stark wurde vermehrtes technisches Wissen hingegen genutzt, um natürliche Ressourcen einzusparen.

Um das Potential des vermehrten technischen Wissens hingegen für einen umweltsparenden technischen Fortschritt ausschöpfen zu können, müssen Anreize gesetzt werden. Diese Anreize werden durch die Strategien „Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen“ und „Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“ geschaffen. Die erstgenannte Strategie führt auf direktem Wege zu einer Preiserhöhung für natürliche Ressourcen, die letztgenannte Strategie auf indirekten Wege, in dem sie die Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen einschränkt. Eine Preiserhöhung von natürlichen Ressourcen wird wiederum dazu führen, daß vermehrtes technisches Wissen eher zu einer Einsparung von natürlichen Ressourcen als zu einer Einsparung anderer Produktionsfaktoren eingesetzt wird.

Demnach können nur alle drei Strategien zusammen eine erfolgreiche Nachhaltigkeitspolitik bewirken. So wird beispielsweise eine ökologische Steuerreform dazu führen, daß sich der relative Preis für natürliche Ressourcen gegenüber dem Preis des Faktors Arbeit erhöht. Damit wird nicht nur ein Anreiz für eine gegenwärtige Einsparung von natürlichen Ressourcen gesetzt. Gleichzeitig werden dadurch auch neue Produkte und Produktionsverfahren attraktiver, die eine Einsparung der relativ teurer gewordenen natürlichen Ressourcen gewährleisten können. Wenn nun durch innovationsfördernde Maßnahmen technisches Wissen vermehrt wird, dann wird sich die Anwendung dieses technischen Wissens eher auf eine Erhöhung der Produktivität von natürlichen Ressourcen richten als auf eine Erhöhung der Produktivität anderer Produktionsfaktoren. Eine ökologische Steuerreform kombiniert mit

ordnungsrechtlichen Vorgaben kann einen Umgang mit natürlichen Ressourcen sicherstellen, der die Bedürfnisse der Gegenwart (bestmöglich) befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.

Teil II: Humanressourcen aus ökonomischer Sicht

4 Anforderungen und Maßnahmen einer nachhaltigen Entwicklung für die Bildung und Nutzung von Humanressourcen

Die Möglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung im Hinblick auf die Bildung und Nutzung von Humanressourcen liegen im wesentlichen in der Erzeugung und stetigen Erneuerung von technischem Wissen. Wie im ersten Teil des Arbeitsberichtes erläutert, führt vermehrtes technisches Wissen per se nicht zu einer nachhaltigen Entwicklung, sondern erst dann, wenn es für eine Erhöhung der Produktivität von natürlichen Ressourcen angewandt wird. Flankierende Strategien der Preis- und Mengensteuerung, die zu einer relativen Verteuerung der natürlichen Ressourcen führen, sind deshalb notwendig. Im zweiten Teil des Arbeitsberichtes soll nun der Frage nachgegangen werden, welche Anforderungen eine nachhaltige Entwicklung an die Bildung und Nutzung von Humanressourcen stellt. Nach den Ergebnissen aus dem ersten Teil des Arbeitsberichtes läßt sich dieses Thema auf die Frage reduzieren, wie Humanressourcen mit dem Ziel einer Vermehrung des technischen Wissens gefördert werden können.

4.1 Bildung und Ausbildung

Ein erster Ansatzpunkt zur Vermehrung des technischen Wissens liegt in der Bildung und Ausbildung von Individuen. In diesem Fall entsteht Wissen als positiver externer Effekt (Nebeneffekt) der Humankapitalakkumulation. Je mehr bei gegebenen Bevölkerungsbestand individuelles Humankapital in einer Volkswirtschaft akkumuliert wird, desto größer sind die positiven Nebeneffekte auf den Bestand des technischen Wissens.

Doch von welchen Bedingungen lassen sich die Individuen in ihrer Entscheidung über das Ausmaß ihrer Investitionen in Bildung und Ausbildung leiten? Eine grundsätzliche Überlegung geht davon aus, daß die Individuen ihre Zeit aufteilen können

- in Zeiten der Bildung bzw. Ausbildung sowie
- in Zeiten des Einkommenserwerbs.

Unter der Annahme, daß alle anderen Zeitverwendungen gleich bleiben, kann so ein ökonomisches Kalkül über die Zeitverwendung für Bildungs- und Ausbildungstätigkeiten und der Zeitverwendung für Einkommenserwerbstätigkeiten gebildet werden. Dabei wird angenommen, daß Bildung und Ausbildung das spätere Einkommen erhöht. In diesen Kalkül gestalten die Individuen ihre Zeitverwendung so, daß ihre Lebenseinkommen maximiert werden.

Dieses Kalkül hat zum Ergebnis, daß um so mehr Zeit für Einkommenserwerbstätigkeiten eingesetzt und damit um so weniger Zeit in Bildung und Ausbildung (und umgekehrt),

- (1) je höher (niedriger) die individuelle Zeitpräferenzrate ist und
- (2) je größer (kleiner) die Erwartung ist, daß sich ein bestimmtes Niveau an Bildung und Ausbildung in ein höheres individuelles Einkommen umsetzen läßt.

Die individuelle Zeitpräferenzrate zeigt die Wichtigkeit zukünftiger Einkommen gegenüber dem gegenwärtigen Einkommen auf. Die Erwartung, wie individuelle Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten in Einkommen umgesetzt werden kann, bestimmt die erwartete Produktivität der gesamten Humankapitalinvestitionen.

Während (1) die Höhe der individuellen Zeitpräferenzrate eher die Bereitschaft zur Bildung und Ausbildung anzeigt, werden die Inhalte der Humankapitalinvestitionen eher durch (2) die Einkommenserwartungen bestimmt. Wenn durch die nachhaltigkeitspolitischen Strategien der Preis- und Mengensteuerung eine erhöhte Nachfrage nach solchen Arbeitskräften entsteht, die aufgrund ihrer Qualifikation zu einer effektiveren Nutzung von natürlichen Kapital beitragen können, werden deren Einkommen bzw. Beschäftigungschancen steigen. Dies wird unmittelbar auf die Entscheidung über den Inhalt von Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten der Individuen zurückwirken.

Eine Modifikation erfährt dieses Kalkül, wenn man unterstellt, daß um so zeitsparender eine Erhöhung des individuellen Anfangsbestands an Humankapital erreicht werden kann, je größer dieser Anfangsbestand ist. Es wird also angenommen, daß gut ausgebildete Leute effektiver lernen können als schlecht ausgebildete. Dies mag um so mehr zutreffen, als es sich beim Anfangsbestand des Humankapitals um flexibel verwendbare Schlüsselqualifikationen handelt. So erleichtern beispielsweise grundlegende Kenntnisse des Rechnens und Schreibens das Erlernen kaufmännischer

Kalkulationen und Korrespondenz. Weniger zutreffend erscheint diese Annahme - und dies kann nicht nur jeder Wissenschaftler aus eigener lebensweltlicher Erfahrung bestätigen - wenn der Anfangsbestand an Humankapital bereits hoch und damit der Anteil an "Grundfertigkeiten des Lernens" relativ zum gesamten Humankapital gering ist. Eine gleich große Erhöhung des Humankapitals ist dann tendenziell eher mit höheren Zeitaufwendungen verbunden. So wird das Erlernen abstrakter mathematischer Zusammenhänge auf der Grundlage der Kenntnisse kaufmännischer Kalkulation schwieriger sein als das Erlernen kaufmännischer Kalkulationen auf der Basis der Kenntnisse einfacher Rechenoperationen. Ökonomisch bedeutet dies, daß der Aufbau von Humankapital zunächst mit abnehmenden, von einem bestimmten Niveau aus dann aber mit zunehmenden Opportunitätskosten verbunden ist. Für eine nachhaltige Entwicklung ist daraus zunächst der Schluß zu ziehen, daß mit dem Erreichen von höheren individuellen Humankapitalbeständen in einer Gesellschaft die Chancen für eine weitergehende Umsetzung der Strategie "durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden" abnehmen.¹⁸

In diesem Kalkül kommen die Erträge aus Investitionen in Humankapital ausschließlich den Lernenden selbst zugute, d.h. es finden keine positiven externen Effekte der Humankapitalinvestitionen statt. Tatsächlich werden aber dem Humankapital Effekte zugeschrieben, die sich ein Individuum nicht selbst aneignen kann, sondern die für eine Gesellschaft als Ganzes von Vorteil sind. Aus personengebundenen Humankapital entsteht personenungebundenen Wissen. Zu beobachten ist, daß die Erträge aus der Umsetzung von Bildung und Ausbildung nicht nur - wie es bei personengebundenen Kapital der Fall ist - dem Individuum in Form von Einkommen zugute kommen. Vielmehr werden auch andere Individuen von der Umsetzung der Humankapitalinvestitionen eines Individuums einen Vorteil daraus ziehen, indem sie beispielsweise von eigenen Investitionen in spezifisches Humankapital entlastet werden. Aus der simplen Tatsache, daß beispielsweise ein Individuum weiß, wie ein Feuer entfacht werden kann und dies einem zweiten Individuum mitteilt, wird auch das zweite Individuum ohne vorheriges Studium in die Lage versetzt, ein Feuer zu entfachen. Durch die positiven externen Effekte entsteht ein Zeitgewinn, der es den Individuen wiederum ermöglicht, sich anderen Studien oder Einkommenserwerbstätigkeiten zu widmen.

Die Möglichkeit und das Ausmaß, Wissen zu übertragen, kann dabei von dem Vorwissen der beteiligten Individuen abhängig gemacht werden. Folgt man dieser Auffassung, dann ist für das Ausmaß der individuellen Humankapitalakkumulation auch der durchschnittliche Humankapitalbestand in einer Gesellschaft maßgeblich. Je größer der durchschnittliche Bestand an Humankapital in einer Gesellschaft ist, desto höher werden auch die individuellen Humankapitalbestände sein. Da die individuelle

¹⁸ Dabei wird eine intangible, d.h. nicht-monetär ausgerichtete, Motivation zu Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten vernachlässigt.

Akkumulation von Humankapital stets den durchschnittlichen Humankapitalbestand in einer Gesellschaft erhöht und mit einer Erhöhung des durchschnittlichen Humankapitalbestandes in einer Gesellschaft wiederum die Opportunitätskosten der individuellen Humankapitalakkumulation gesenkt werden, sind auch in einer Gesellschaft mit höheren individuellen Humankapitalbeständen die Chancen zur Realisierung der ersten Strategie einer Nachhaltigkeitspolitik weiterhin gegeben.

Aus wohlfahrtstheoretischer Sicht legen diese positiven externen Effekte eine Subventionierung von Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten nahe. Je größer die positiven externen Effekte von Bildung und Ausbildung sind, desto höher sollten die Subventionen bemessen sein. Tendenziell sind diese positiven Wirkungen bei der breiten Förderung des durchschnittlichen Humankapitalbestandes auf dem Gebiet flexibel verwendbarer Schlüsselqualifikationen am höchsten. Investitionen in diese Qualifikationen werden nicht nur mit geringeren Opportunitätskosten verbunden sein, sondern lassen auch größere positive externe Effekte erwarten, als dies für jene Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten der Fall sein wird, die von einem hohen individuellen Humankapitalbestand ausgehend lediglich spezifisch verwendbare Qualifikationen vermitteln.

Außerhalb dieser ökonomischen Überlegungen besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die Zeitpräferenzrate der Individuen durch Kommunikation und politische Maßnahmen zu beeinflussen. Je weniger stark Menschen gegenwärtiges Einkommen gegenüber dem zukünftigen vorziehen, desto höher werden ihre individuellen Bildungs- und Ausbildungsinvestitionen sein.

4.2 Forschung und Entwicklung

Ein zweiter Ansatzpunkt zur Vermehrung des technischen Wissens besteht in der Förderung von Forschung und Entwicklung. Grundsätzlich können diesem Prozeß zwei Wirkungen zugeschrieben werden. Erstens führt Forschung und Entwicklung zu neuen Produkten oder neuen Produktionsverfahren. Können diese als Erfindung patentiert werden, so kann der Erfinder als monopolistischer Anbieter überdurchschnittliche Gewinne realisieren. Die Aussicht auf diese Gewinne bieten den Anreiz zu forschen. Zweitens entsteht durch die Forschung - wie bei Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten - auch nicht-rivales Wissen: Das Studium der Erfindung kann Aufschlüsse erbringen, die bei der Entwicklung ähnlicher Produkte hilfreich sind. Forschung übt folglich positive externe Effekte auf andere Erfinder aus. Aus wohlfahrtstheoretischer Sicht gilt demnach auch hier, daß Forschung und Entwicklung nach Maßgabe des Ausmaßes der positiven externen Effekte subventioniert werden sollten.

Welche Bestimmungsgründe gibt es für das Ausmaß der Investitionen in Forschung und Entwicklung? Wie kann die zielgerichtete Vermehrung des technischen Wissens in einer Volkswirtschaft vorangetrieben werden? Eine Vorstellung über die Allokation von Ressourcen für Forschung und Entwicklung geht von einem Konsumgut aus, welches aus einer Menge von Zwischenprodukten (Erfindungen) gefertigt wird. Diese Zwischenprodukte sind selbst nicht über eine Periode haltbar und werden ausschließlich durch den Einsatz von Humankapital erstellt (z.B. Dienstleistungen). Der Produktionsfaktor Humankapital kann nun zum einen für die Produktion bereits bekannter Zwischenprodukte verwendet werden, zum anderen aber auch für die Erzeugung neuer Zwischenprodukte. Es findet hier ein Kalkül darüber statt, wieviel Humankapital zur Produktion neuer Zwischenprodukte und wieviel Humankapital zur Produktion bereits bekannter Zwischenprodukte eingesetzt werden soll. Ziel dieses Abwägungsprozesses ist es, die erwarteten Barwerte der Gewinne aus der Vermarktung der Zwischenprodukte zu maximieren.

Die Effektivität der Konsumgüterproduktion hängt nun ihrerseits davon ab, wie groß die Anzahl der Zwischenprodukte ist. Es wird unterstellt, daß um so effektiver produziert werden kann, je größer die Anzahl der Zwischenprodukte (Zwischenproduktoptionen) ist. Ein möglicher Grund dafür kann sein, daß eine größere Auswahl an Zwischenprodukten eine größere Paßgenauigkeit zwischen Ressourceneinsatz und angestrebtem Konsumgut ermöglicht und so beispielsweise überflüssige Arbeiten vermieden werden können. Die freigesetzten Produktionsfaktoren können dann für andere Zwecke genutzt werden. Die Effektivität der Produktion des Konsumgutes wird jedoch nicht nur von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Zwischenprodukte beeinflußt, sondern auch von deren Austauschbarkeit. Die Austauschbarkeit eines Zwischenproduktes hängt davon ab, um wieviel effektiver es den Produktionsprozeß eines Konsumgutes machen kann als ein anderes Zwischenprodukt. Je effektiver ein Konsumgut mit einem neuen Zwischenprodukt im Vergleich zu einem alten Zwischenprodukt hergestellt werden kann, desto geringer ist seine Austauschbarkeit.

Bei einem gegebenen personengebundenen Humankapitalbestand ist die Produktion einer bestimmten Anzahl von Zwischenprodukten möglich. Diese Zwischenprodukte repräsentieren ihrerseits wieder den Bestand nicht-rivalen technischen Wissens. Je mehr Zwischenprodukte bei einem gegebenen Humankapitalbestand produziert werden können, desto mehr können wiederum neue Zwischenprodukte produziert werden. Jedes neue Zwischenprodukt hat jedoch zur Folge, daß die Austauschbarkeit bereits bekannter Zwischenprodukte erhöht wird. Das hängt auch von dem Grad der Differenzierung des Angebots und der Marktsegmentierung ab. Ein neues Zwischenprodukt schafft mehr Konkurrenz unter den Anbietern bereits bekannter Zwischenprodukte und führt letztlich so zu einem niedrigeren Gewinn. Folglich wird auch der Anreiz zu forschen, vermindert.

Der Barwert einer neuen Erfindung sinkt damit nicht nur mit einer höheren Zeitpräferenzrate des Monopolisten - also der Wertschätzung gegenwärtiger gegenüber zukünftiger Gewinne - sondern auch mit der Anzahl neuer Zwischenprodukte und der damit geschaffenen tendenziell höheren Austauschbarkeit der Zwischenprodukte. Im Umkehrschluß bedeutet dies, daß das technische Wissen in einer Volkswirtschaft - gemessen an der Anzahl der Zwischenprodukte - zwar um so höher ist, je mehr Zwischenprodukte bei einem gegebenen Humankapitalbestand produziert werden können, aber gleichzeitig auch, je geringer die Austauschbarkeit dieser Zwischenprodukte ist. Es kommt also nicht nur auf das Ausmaß von Forschung und Entwicklung (Anzahl der Zwischenprodukte), sondern auch auf die Effizienz der Forschung und Entwicklung (Austauschbarkeit der Zwischenprodukte) an. Desweiteren gelten für das Ausmaß der Forschung der Entwicklung dieselben Parameter wie für das Ausmaß von Bildung und Ausbildung: Erstens kann um so mehr Wissen - hier in Form von Zwischenprodukten - produziert werden, je höher der durchschnittliche Humankapitalbestand einer Gesellschaft ist. Und zweitens sind die Barwerte der erwarteten zukünftigen Gewinne aus der Vermarktung von Erfindungen um so höher, je geringer die Zeitpräferenzrate der Individuen ist.

Im Rahmen einer Nachhaltigkeitspolitik wird der Barwert zukünftiger Gewinne aus der Vermarktung von Erfindungen desweiteren von den Strategien der Preis- und Mengensteuerung einer Nachhaltigkeitspolitik beeinflusst. Diese setzen Knappheitssignale, die auf den Inhalt der Forschungen einwirken. Durch die Strategien der Preis- und Mengensteuerung wird eine höhere Nachfrage nach solchen Erfindungen zu erwarten sein, die ihr Augenmerk auf eine Ersparnis an natürlichen Ressourcen konzentrieren. Aus dieser höheren Nachfrage nach Produkten oder Produktionsverfahren mit einem geringeren Faktoreinsatz an natürlichen Ressourcen lassen sich auch höhere Barwerte für die entsprechenden Erfindungen ableiten.

4.3 Regionale Perspektiven einer Humanressourcenentwicklung

Bisher wurde die Diskussion unter der Annahme einer geschlossenen Volkswirtschaft geführt. Baden-Württemberg ist jedoch mit anderen Räumen in vielfältiger Weise verflochten. Entsteht durch Bildung und Ausbildung sowie durch Forschung und Entwicklung nicht-rivales Wissen, so kann dieses Wissen auch in diesen anderen Räumen genutzt werden. Welche weiteren Schlußfolgerungen sind aus dieser erweiterten Perspektive für die Bildung und Nutzung von Humanressourcen zu ziehen?

Für diese Überlegungen kann man von zwei unterschiedlichen Vorstellungen ausgehen. Eine erste Vorstellung thematisiert die Verflechtung Baden-Württembergs mit einem ähnlich entwickelten Raum (Nord-Nord-Modell). Dabei wird angenommen, daß sich beide Räume nur in der Größe ihres Humankapitalbestandes unterscheiden. Diese Annahmen mögen für die Verflechtung Baden-Württembergs mit einem anderen, ebenso wirtschaftlich entwickelten Raum zutreffen. Selbst wenn kein Handel zwischen diesen Räumen stattfindet und der Faktor Humankapital immobil ist, kann technisches Wissen in Form von wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Beratung oder Konferenzen von Baden-Württemberg nach außerhalb und umgekehrt diffundieren. Unter dieser Vorstellung ist dann entscheidend, ob baden-württembergische Erfindungen (Zwischenprodukte) in einem anderen Raum lediglich dupliziert (d.h. vervielfältigt) bzw. imitiert (d.h. nachgemacht) werden oder, ob das in Baden-Württemberg in Form von Erfindungen erzeugte technische Wissen in diesem anderen Raum dazu benutzt wird, selbst neue Erfindungen hervorzubringen. Im ersten Fall wird lediglich die Anzahl der Zwischenprodukte in diesem anderen Raum erhöht. Unter der Annahme, daß kein Handel zwischen diesen beiden Räumen stattfindet, wird die Duplikation und Imitation baden-württembergischer Erfindungen keine Rückwirkungen auf Baden-Württemberg haben.

Für den umgekehrten Fall, in dem auch neues technisches Wissen in diesem anderen Raum erzeugt wird, ist aufgrund der ungehinderten Wissensdiffusion selbst ohne Handel zu erwarten, daß der Stand des technischen Wissens auch in Baden-Württemberg erhöht wird. Diese als *Wissenstransfereffekt* bezeichnete Wirkung führt dazu, daß - bei gegebenem Humankapitalbestand - sowohl in als auch außerhalb Baden-Württembergs die Anzahl der Zwischenprodukte erhöht werden kann und damit größere Möglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg eröffnet werden. Voraussetzung für diesen Wissenstransfereffekt ist jedoch die Vermeidung von Duplikation und Imitation baden-württembergischer Erfindungen in anderen Räumen. Die Unterbindung von Imitation und Duplikation ist selbst dann notwendig, wenn keine Marktverflechtungen zwischen diesen beiden Räumen existieren. Ein international durchsetzbares Patentrecht ist diesem Ziel förderlich.

Im Rahmen eines weitgehend freien Welthandels ist es jedoch realistischer, von einem Handel mit Zwischenprodukten auszugehen. In diesem Fall ist der Abnehmerkreis für jedes neue Zwischenprodukt - sei es nun in Baden-Württemberg erfunden worden oder außerhalb - größer, als wenn dieses Zwischenprodukt nur in jenem Raum verkauft werden würde, in der es erfunden worden ist. Dies führt zu höheren Gewinnen der Anbieter von Zwischenprodukten und damit auch zu höheren Forschungsanreizen (*Marktexpansionseffekt*). Der durch international durchsetzbare Patentrechte geschaffene Wissenstransfereffekt wird durch diesen Marktexpansionseffekt verstärkt. Das System des freien Handels unterstützt folglich die Vermehrung des technischen

Wissens und damit die Möglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung. Voraussetzung ist auch hier, daß dieses Wissen für eine effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen genutzt wird.

Eine zweite Vorstellung beschäftigt sich mit der Verflechtung Baden-Württembergs mit einem wirtschaftlich weniger entwickelten Raum (Nord-Süd-Modell). Dabei wird angenommen, daß im weniger entwickelten Raum (Süden) keine eigenständige Forschung und Entwicklung betrieben werden kann. In diesem Modell kann der Süden lediglich die im Norden erfundenen neuen Zwischenprodukte duplizieren oder imitieren. Im oben erläuterten Nord-Nord-Modell ist es beispielsweise noch möglich, daß elektronische Schaltkreise in einem Land erfunden werden und diese Entwicklung in einem ähnlich entwickelten, anderen Land zu weiteren Erfindungen in Form von Rechnern führt. Ein solcher Effekt wird im Nord-Süd-Modell ausgeschlossen. Statt dessen kann der Süden beispielsweise lediglich Software-Produkte, die im Norden erfunden worden sind, imitieren oder duplizieren. Welche Rückwirkungen wird dies auf die Vermehrung des technischen Wissens in Baden-Württemberg haben?

Unter der Annahme, daß keine international durchsetzbaren Patentrechte für die im Norden erfundenen Zwischenprodukte existieren, kann sich der Süden das im Norden unter Ressourceneinsatz geschaffene Wissen ohne vergleichbaren Aufwand aneignen. Können die Unternehmen aus dem Süden nun die duplizierten oder imitierten Zwischenprodukte aufgrund geringerer Herstellungskosten zu einem niedrigeren Preis in beiden Räumen verkaufen als dies für Unternehmen des Nordens möglich ist, dann lohnt es sich für die Unternehmen aus dem Norden immer weniger, ihre eigenen Erfindungen in Form von Produkten und Produktionsverfahren zu vermarkten. Dies führt dazu, daß die erwarteten Gewinne für Erfindungen der Unternehmen aus dem Norden geringer werden. Damit schwindet auch der Anreiz für Forschung und Entwicklung.

Mit einem international durchsetzbaren Patentschutz kann hingegen die Duplikation und Imitation von Zwischenprodukten aus den Unternehmen des Nordens durch die Unternehmen des Südens vermieden werden. Das durchsetzbare Recht am geistigen Eigentum wird wie jedes Eigentumsrecht an Produktionsfaktoren und Konsumgütern dazu führen, daß sich der Norden und der Süden gemäß ihrer komparativen Vorteile arbeitsteilig spezialisieren werden. In dieser Vorstellung werden sich die Unternehmen aus dem Norden aufgrund ihrer spezifischen Fähigkeit, neue Zwischenprodukte zu erfinden, dann eher auf forschungs- und entwicklungsintensive Produktionen (z.B. Biotechnologie) konzentrieren, während die Unternehmen aus dem Süden sich unter Zuhilfenahme der Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den Unternehmen des Nordens mehr auf forschungs- und entwicklungsintensive Produktionen (z.B. Landwirtschaft) verlagern. Dieser durch den Patentschutz hervorgerufene *Allokationseffekt* führt zu einer effizienten Ausnutzung der räumlich unterschiedlich verteilten Produktionsfaktoren. Das verfügbare technische Wissen kann so insgesamt - sowohl in den Ländern des Südens als auch in den Ländern des Nordens - vermehrt werden.

5 Auswirkungen einer Nachhaltigkeitspolitik auf die Humanressourcenentwicklung

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Bedingungen und Voraussetzungen der Humanressourcenentwicklung und damit für eine vermehrtes technisches Wissen diskutiert. Diese Argumentation wird jetzt erweitert. Es wird jetzt aufgezeigt, welche Rückwirkungen die Strategien einer Nachhaltigkeitspolitik auf die Entwicklung der Humanressourcen haben werden.

Die Strategien der Preis- und Mengensteuerung („Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen“ und „Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen“) verknappen

natürliche Ressourcen. Das Ziel ökonomischer Bemühungen wird sich dann verstärkt darauf richten, diese Knappheit zu mildern. Dies bedeutet, daß sich der verminderte Einsatz von natürlichen Ressourcen möglichst wenig auf das Niveau der Bedürfnisbefriedigung auswirken soll. Dazu können folgende Möglichkeiten diskutiert werden:

- Erhöhung des Wirkungsgrades von Produktionsprozessen
- Substitution natürlicher Ressourcen in Produktionsprozessen
- Schaffung von multifunktionalen Produktionsprozessen

- Verlängerung der Lebensdauer von Produkten
- Wiederverwendung von Produkten
- Erhöhung der Nutzungsintensität von Produkten

Die ersten drei Möglichkeiten setzen primär an einer Veränderung von Produktionsprozessen an, die letztgenannten drei Möglichkeiten beziehen sich auf eine Änderung des Konsums von Gütern. Eine erste Lösung für die Entkoppelung von Ressourceneinsatz und Bedürfnisbefriedigung ist die *Erhöhung des Wirkungsgrades von Produktionsprozessen*. Bei vermindertem Einsatz an natürlichen Ressourcen bleiben dabei die Nutzungsmöglichkeiten aus dem Verbrauch dieser Ressourcen erhalten. Als Beispiel hierfür wurde die Erhöhung des Wirkungsgrades thermischer Anlagen genannt, die es erlaubt, dieselbe Raumtemperatur bei vermindertem Einsatz an fossilen Energieträgern zu produzieren. Eine andere Möglichkeit zur Steigerung der Ressourcenproduktivität geht von der *Entwicklung von Substituten für natürliche Ressourcen* aus. Während bei der Erhöhung des Wirkungsgrades technischer Anlagen noch immer dieselben natürlichen Ressourcen eingesetzt werden, geht man bei der Entwicklung von Substituten von der Verwendung anderer und weniger knapper Ressourcen aus. Als Beispiel hierfür kann die Entwicklung und der Einsatz von thermischen Energieanlagen aufgeführt werden, die mit erneuerbaren Energieträgern arbeiten.

Die beiden letztgenannten technischen Lösungen zur Steigerung der Ressourcenproduktivität bewirken eine Veränderung des Produktionsprozesses. Sie versuchen jedoch, die Nutzungsmöglichkeiten, die in der Vergangenheit mit dem Einsatz von natürlichen Ressourcen verbunden waren, möglichst nicht zu verändern. Verändert wird nur das Verhältnis zwischen Einsatz und Ergebnis der Produktionsprozesse. Eine weitere Möglichkeit, Produktionsprozesse im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu verändern, besteht darin, die Ergebnisse der Produktionsprozesse anders zu gestalten. In diesem Zusammenhang kann eine Hinwendung zu *multifunktionalen Produktionsprozessen* gesehen werden. Diese multifunktionalen Produktionsprozesse erweitern nicht die Menge dergleichen Nutzungsmöglichkeiten, sondern vermehren die Arten von Nutzungsmöglichkeiten.

Dabei kann man zwischen zeitgleicher und zeitverschobener Multifunktionalität unterscheiden.

Zeitgleiche Multifunktionalität von Produktionsprozessen liegt beispielsweise vor, wenn der Einsatz von Energieträgern in einer thermischen Anlage nicht nur zur Produktion von Elektrizität dient, sondern auch zur Produktion von Heißwasser, Fernwärme, usw. beiträgt. Zeitverschobene Multifunktionalität von Produktionsprozessen kann darin bestehen, daß für thermische Anlagen Energieträger verwendet werden, die vor ihrem Einsatz zur Produktion von Elektrizität bereits für andere Zwecke verwendet wurden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn ehemals zu Verpackungszwecken verwendete Kunststoffe, jetzt als Abfälle verbrannt werden und diese Verbrennung zur Produktion von Wärme genutzt wird.

Multifunktionalität von Produktionsprozessen setzt folglich anstelle der Produktion eines Gutes zu einem speziellen Verwendungszweck auf die Produktion von einem oder mehreren Gütern, die verschiedenen Verwendungen zugeführt werden können. Weniger wichtig ist dabei, ob die verschiedenen Arten der Nutzungen von einem Gut geleistet werden können (zeitverschobene Multifunktionalität) oder ob durch einen Produktionsprozeß mehrere Güter parallel hergestellt werden, die jeweils einen speziellen Zweck erfüllen - wie bei der Verbund- oder Kuppelproduktion (zeitgleiche Multifunktionalität). Konstituierendes Merkmal für multifunktionale Produktionsprozesse ist lediglich, daß aus einem Produktionsprozeß mehrere Arten von Nutzungen resultieren.

Neben einer Veränderung von Produktionsprozessen sind auch Lösungen denkbar, die primär an einer Veränderung des Güterkonsums ansetzen. Dazu bestehen beispielsweise die Möglichkeiten, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern oder die Güter nach Abschluß einer vorhergehenden Verwendung einer Wiederverwendung zuzuführen. Von einer *Verlängerung der Lebensdauer von Produkten* wird erhofft, daß das Ausmaß an Ersatzbeschaffungen vermindert wird und damit natürliche Ressourcen eingespart werden können. Durch eine *Wiederverwendung von Produkten* kann eine neue Nutzungsmöglichkeit an eine alte Nutzungsmöglichkeit von Gütern angeschlossen werden. Eine gesonderte Produktion von Gütern würde somit entfallen. Auch dies bietet die Möglichkeit, den Verbrauch natürlicher Ressourcen vom Bedürfnisbefriedigungsniveau zu entkoppeln.

Während technische Lösungen Produktionsprozesse und Produkte verändern, gehen organisatorische Lösungen von der Nutzungsseite aus. Organisatorische Lösungen greifen die Tatsache auf, daß die Kosten des Eigentums an Gütern in Form von Abschreibungen und Wartung vielfach zeitabhängig ist und nicht von der tatsächlichen Nutzung eines Gutes bestimmt wird. Eine verringerte Anzahl an verfügbaren Gütern

muß dann nicht zu einer verminderten Bedürfnisbefriedigung führen, wenn ihre Nutzung pro Zeiteinheit erhöht werden kann. Diese *Erhöhung der Nutzungsintensität* wird durch einen Markt für Nutzungsrechte an Gütern möglich, der getrennt von den Eigentumsrechten an Gütern organisiert werden kann. Für beide Seiten eines Marktverhältnisses würde ein solcher Nutzungsvertrag Vorteile erbringen: Die Anbieter von Nutzungsrechten können über die nutzungsabhängigen Kosten am Eigentum eines Gutes hinaus sich einen Teil der zeitabhängigen Kosten vergüten lassen; die Nachfrager nach Nutzungsrechten müssen nicht die gesamten Kosten am Eigentum eines Gutes tragen, wenn sie dieses Gut nur zeitweilig nutzen wollen. Beispiele für solche Marktverhältnisse sind Mietdienste für Geräte und Ausrüstungen, Car-Sharing, usw.

Die Abgrenzung zwischen diesen Lösungen ist nicht so trennscharf, wie es zunächst zu vermuten scheint. Oftmals bestehen fließende Übergänge und Überschneidungen. So wird eine Verlängerung der Lebensdauer von Produkten auch eine Veränderung von Produktionsprozessen notwendig machen. Eine Hinwendung zu multifunktionalen Produktionsprozessen, aus dem Güter mit vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten hervorgehen, wird auch einen Einfluß auf die Nutzungsintensität dieser Güter haben.

Die einzelnen technischen und organisatorischen Lösungen zur Steigerung der Ressourcenproduktivität können dabei auch im Konflikt zueinander stehen. So kann eine Verlängerung der Lebensdauer von Produkten beispielsweise dazu führen, daß technische Produktionsprozesse mit einem höheren Wirkungsgrad erst mit einem Zeitverzug angewandt werden. So könnte beispielsweise erst dann an eine Ersatzbeschaffung von Produktionsanlagen mit einem technisch verbesserten Wirkungsgrad gedacht werden, wenn sich diese Ersatzbeschaffung betriebswirtschaftlich bezahlt macht. Denkbar ist auch, daß Güter, die aus multifunktionalen Produktionsprozessen hervorgehen, insgesamt weniger effektiv im Hinblick auf den Verbrauch natürlicher Ressourcen produziert werden, als wenn diese Güter aus einzelnen, voneinander unabhängigen Produktionsprozessen erzeugt würden.

Zur Erreichung des Nachhaltigkeitszieles bedarf es folglich eines Regelungssystems, das Art und Ausmaß der technischen und organisatorischen Lösungen steuert. Diese Regelung können die Marktpreise übernehmen, wenn sie die ökologischen Kosten der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen umfassen. Unternehmen und Konsumenten werden dann in ihrem individuellen Verhalten nach einer optimalen Mischung hinsichtlich der Art und des Ausmaßes dieser Lösungen streben. Auch daraus wird offensichtlich, daß die erste Strategie einer Nachhaltigkeitspolitik („durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden“) nur im Kombination mit den Strategien der Preis- und Mengensteuerung sinnvoll erscheint.

Wir wissen jetzt, welche technischen und organisatorischen Maßnahmen von den Strategien einer Nachhaltigkeitspolitik ausgelöst werden können. Jetzt können wir Überlegungen anstellen, wie sich diese Maßnahmen auf die Entwicklung der Humanressourcen auswirken. Damit können wir die Frage beantworten, welche Angebote zur Entwicklung der Humanressourcen erhalten bzw. ausgebaut werden sollten.

Eine Erhöhung des Wirkungsgrads technischer Produktionsprozesse und eine Entwicklung von Substituten für natürliche Ressourcen setzt umfangreiche Investitionen in Forschung und Entwicklung und damit auch in Bildung und Ausbildung voraus. Dies gilt sowohl für die technischen Disziplinen als auch - was die Umsetzung der Ergebnisse von Forschung und Entwicklung in Markterfolge anbelangt - für kaufmännische Kompetenzen. Desweiteren wird die Bedeutung des Technologietransfers zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie der technischen Beratung zunehmen. Wissensaustausch und -transfer wird dabei letztlich auch zu einer stärkeren Nachfrage nach Kommunikationsdiensten führen.

Die Entwicklung und Implementation von multifunktionalen Produktionsprozessen wird in denselben Bereichen Investitionen erfordern, wie dies für die vorher genannten technischen Lösungen - der Erhöhung des Wirkungsgrades technischer Anlagen und die Entwicklung von Substituten für natürliche Ressourcen - der Fall sein wird. Hier kommt allerdings noch der Umstand hinzu, daß die Produktion von mehreren Gütern bzw. die Produktion von Gütern mit mehreren Nutzungsmöglichkeiten anhand eines multifunktionalen Produktionsprozesses tendenziell eine Zentralisierung der Bereitstellung von Gütern bzw. Nutzungsmöglichkeiten bewirkt. Im Gegensatz dazu könnte eine Herstellung von einzelnen Gütern mit speziellen Verwendungszecken eher dort erfolgen, wo diese Güter auch in ihrer speziellen Verwendung genutzt werden. Eine Hinwendung zu multifunktionalen Produktionsprozessen bedeutet folglich, daß Transport und Handel zunehmend wichtiger werden. Eine verstärkte Nachfrage nach solchen Dienstleistungen wird sich auf die entsprechenden Inhalte von Forschung und Entwicklung sowie Bildung und Ausbildung auswirken (Handel und Verkehr).

Die Verlängerung der Lebensdauer von Produkten wird einen verstärkten Einsatz von Arbeitskräften und neuen Techniken für Reparaturen, Instandhaltung, Pflege und Wartung erfordern. Technischer Veralterung kann durch technische Hoch- oder Nachrüstung von Produkten entgegengewirkt werden. Eine zunehmende Wiederverwendung von Gütern wird auf der Entsorgungsseite mehr Arbeitskräfte und Innovationen für eine effektive Demontage (Werkstoff- und Verbindungstechnik) und Abfalltrennung (Sortierung) sowie Lagerung und Wiederaufarbeitung (Recycling) benötigen.

Eine Erhöhung der Nutzungsintensität von Gütern wird auf vielen Märkten eher einen Verkauf von Nutzungsrechten anstelle eines Verkaufs von Eigentumsrechten zur Folge

haben. Miete, Leasing und Nutzungsgemeinschaften sowie ein öffentliches Angebot der Nutzung werden die Inhalte von Vertragsformen sein, welche die Übertragung von Eigentumsrechten an Gütern mehr und mehr ablösen werden. Da mit diesen Vertragsformen Eigentum und Nutzung von Gütern entkoppelt werden, treten Fragen der Haftung in den Vordergrund. Wenn der Eigentümer eines Gutes für Schäden aus der Nutzung haftet, werden weitere Differenzierungen im Haftungsrecht notwendig. Umgekehrt wird die Haftpflicht um so wichtiger, je mehr die Schäden aus der Nutzung der Nutzer und nicht der Eigentümer eines Gutes zu tragen hat. In beiden Fällen wird damit eine zunehmende Bedeutung von Versicherungsdienstleistungen und Rechtsvertretung einhergehen.

Im Wege einer steigenden Ressourcenproduktivität werden folglich Dienstleistungen wie Forschung und Entwicklung, Bildung und Ausbildung, Transport und Handel, Instandhaltung und Entsorgung sowie Versicherungen und Rechtsvertretung einen steigenden Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung einnehmen. Demgegenüber werden ressourcenintensive Wirtschaftszweige, wie der Bergbau, die Land- und Forstwirtschaft sowie das verarbeitende Gewerbe tendenziell einen geringeren Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung erbringen. Um die Möglichkeit einer entsprechenden Entwicklung der Humanressourcen zu gewährleisten, wird eine vorausschauende Nachhaltigkeitspolitik ein Angebot an infrastrukturellen Leistungen bereithalten, die der steigenden Bedeutung dieser Dienstleistungen gerecht werden kann.

6 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung kann aus ökonomischer Sicht als ein im Zeitablauf nicht-sinkendes Wohlfahrtsniveau der Gesellschaft interpretiert werden. Bei endlichen natürlichen Ressourcen ist dieses Ziel nur durch eine Vergrößerung des künstlichen Kapitalstocks erreichbar. Dazu gehören unter anderem die Humanressourcen, worunter man zum einen das personengebundene Humankapital, zum anderen das personenungebundene Wissen versteht. In dieser Studie wird erörtert, welche Bedingungen und Voraussetzungen für die Bildung und Nutzung von Humanressourcen vorliegen sollten, damit sie einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten können. Dabei werden die Rückwirkungen konkreter Maßnahmen einer Nachhaltigkeitspolitik auf die Entwicklung von Humanressourcen aufgezeigt.

Grundsätzlich lassen sich drei ökonomische Strategien für eine nachhaltige Entwicklung unterscheiden. Sie lassen sich anhand der Imperative

- "durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden"
- "Wirtschaften nur im ökologischen Rahmen"
- "Preise sollen die ökologische Wahrheit sagen"

beschreiben. Nur ein kombinierter Einsatz aller drei Strategien kann zu einer nachhaltigen Entwicklung führen. Die Strategie „durch Innovationen ökologische Knappheiten überwinden“ geht dabei von einem Ersatz natürlichen Kapitals durch das von Menschen produzierte Kapital "Wissen" aus. Dieses Wissen entsteht entweder als Nebeneffekt (positiver externer Effekt) von Bildung und Ausbildung oder zielgerichtet durch Forschung und Entwicklung. Wissen schafft hierbei die Möglichkeit eines effektiveren Einsatzes von natürlichen Ressourcen (technischer Fortschritt). Dieses Potential kann durch die flankierenden Strategien der Preis- und Mengensteuerung für eine nachhaltige Entwicklung ausgeschöpft werden. Sie setzen die Signale für die inhaltliche Festlegung sowohl der Bildungs- und Ausbildungs- als auch der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Im Rahmen von Bildung und Ausbildung fällt Wissen als positiver externer Effekt der Humankapitalakkumulation an. Der Bestand des Wissens ist dabei um so höher, je größer der individuelle Humankapitalbestand in einer Volkswirtschaft ist. Aus wohlfahrtstheoretischer Sicht sind deshalb die individuellen Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten nach Maßgabe ihrer positiven externen Effekte zu subventionieren (z.B. durch Bafög, zinsverbilligte Bildungskredite, usw). Dabei sind

effektivere Wirkungen durch eine breite Förderung flexibel verwendbarer Schlüsselqualifikationen zu erwarten.

Forschung und Entwicklung führen hingegen direkt zu neuen Wissensbeständen. Die Produktion von Wissen ist dabei um so größer, je größer der Humankapitalbestand in einer Volkswirtschaft ist und je effizienter bei gegebenem Humankapitalbestand geforscht wird. Letzteres wird durch die Austauschbarkeit von Erfindungen bestimmt. Folglich sind tendenziell eher verschiedene, voneinander unabhängige Forschungsgebiete zu fördern als eine Konzentration der Forschungsförderung auf einen Schwerpunkt. Im Zusammenhang mit technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Steigerung der Ressourcenproduktivität gewinnen Bereiche wie Kommunikation und Beratung, Transport und Handel, Instandhaltung und Entsorgung sowie Versicherungen und Rechtsprechung eine zunehmende Bedeutung. Sie sollten auch bei der Festlegung der Inhalte von Forschung und Entwicklung sowie Bildung und Ausbildung stärker berücksichtigt werden. Insgesamt wird der Anteil der Dienstleistungen an der gesamten Wertschöpfung steigen.

Im Kontext einer mit anderen Räumen verflochtenen baden-württembergischen Volkswirtschaft erhöhen sich die Chancen für eine nachhaltige Entwicklung um so mehr, je besser Wissen von Baden-Württemberg in einen anderen Raum und umgekehrt diffundieren kann. Diese Wissensdiffusion kann staatlicherseits unterstützt werden durch Forschungsk Kooperationen und Maßnahmen des Technologietransfers (Beratungen, Konferenzen, u.ä.). Ein möglichst ungehinderter Handel unterstützt diese Wirkung; allerdings nur dann, wenn ein effektiver international durchsetzbarer Patentschutz wirksam ist. Diese Bedingungen - ungehinderte Wissensdiffusion, freier Handel und international durchsetzbaren Patentschutz - können jedoch nicht unabhängig von den politischen Entscheidungsträgern außerhalb Baden-Württembergs geschaffen werden. Deshalb wird eine Abstimmung auf einer internationalen Ebene notwendig sein.¹⁹

Die Diskussion um Nachhaltigkeit und Humanressourcenentwicklung konzentriert sich in diesem Arbeitsbericht auf die Vermehrung des technischen Wissens. Bei dieser - auch als Verfügungswissen bezeichneten Art des Wissens - geht es um das Wissen über Handlungsoptionen und deren Konsequenzen. Der Einfluß einer zweiten Wissensart auf die Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung wird dabei nur kurz angesprochen. Bei dieser zweiten Art des Wissens geht es um das Wissen über die Wünschbarkeit der Konsequenzen von Handlungsoptionen. Der Einfluß dieser als Orientierungswissen bezeichneten Wissensart auf die Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung kommt in unseren Überlegungen durch die Zeitpräferenzrate der Menschen zum Ausdruck.

¹⁹ vgl. Pfister, G. (1995); Ansatzpunkte regionaler Nachhaltigkeitspolitik aus ökonomischer Sicht, in: Mitteilungen des Instituts für Angewandte Wirtschaftsforschung, Heft 4/95. S. 4 - 16.

In der Zeitpräferenzrate zeigt sich das Ausmaß der Zukunftsorientierung der Menschen. Sie beeinflußt die Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung auf zweifache Weise. Erstens werden die Menschen um so mehr in Bildung und Ausbildung sowie in Forschung und Entwicklung investieren, je weniger stark sie gegenwärtiges Wohlergehen gegenüber zukünftigen Wohlergehen vorziehen. Eine stärkere Zukunftsorientierung der Menschen ermöglicht folglich einen größeren Bestand an technischem Wissen. Zweitens ist mit einer stärkeren Zukunftsorientierung der Menschen eine marktwirtschaftlich effiziente Nutzung eher mit einer ökologisch dauerhaften Nutzung von natürlichen Ressourcen verbunden. Dadurch werden weniger Maßnahmen im Rahmen einer Strategie der Mengensteuerung („Wirtschaften nur im ökologische Rahmen“) notwendig. Die Herstellung eines nachhaltigkeitsfördernden Orientierungswissens kann deshalb eine sinnvolle Ergänzung zur Vermehrung des Verfügungswissens sein. Forstwirte, deren Terminologie für die deutsche Übersetzung von „sustainable development“ maßgeblich war, haben für diese Orientierungswissen einen speziellen Begriff geprägt: *Nachhaltigkeitsgesinnung*.

Literatur

- Arnold, L. (1994); Humankapitalallokation, F & E -Investitionen und Neue Wachstumstheorie. Gutachten für die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Clar, G., Kasimir, H., Mohr, H. (1995); Das Potential der erneuerbaren Ressourcen in Baden-Württemberg - Humanressourcen - Pilotstudie der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- Daly, H.E. (1992); Allocation, distribution and scale: towards an economics that is efficient, just and sustainable, in: *Ecological Economics*; Vol. 6, S. 185 -193.
- Endres, A.; Querner, I. (1993); Die Ökonomie natürlicher Ressourcen, Darmstadt.
- Grossman, G.M., Helpman, E. (1991); *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Grossman, G.M., Helpman, E. (1994); Endogenous Innovation in the Theory of Growth, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, S. 23 - 44.
- Hauff, V. (Hrsg.) (1987); *Unsere gemeinsame Zukunft*. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven.
- Helpman, E., Krugman, P.R. (1985); *Market Structure and Foreign Trade*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Huber, J. (1995); Nachhaltige Entwicklung durch Suffizienz, Effizienz und Konsistenz, in: Fritz, Huber, Levi (Hrsg.); *Nachhaltigkeit in naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Perspektive*. Edition UNIVERSITAS. Stuttgart.
- Lucas, R.E. (1988); On the Mechanics of Economic Development, in: *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22; S. 3 - 42.
- Lucas, R.E. (1993); Making a Miracle, in: *Econometrica*, Vol. 61, S. 251 -272.
- Meyer-Krahmer, F. (1995); Industrielle Leitbilder, in: *Umweltverträgliches Wirtschaften. Von der Utopie zum operativen Ziel*. Edition UNIVERSITAS. Stuttgart.

Nutzinger, H.G., Radke, V. (1995); Das Konzept der nachhaltigen Wirtschaftsweise: Historische, theoretische und politische Aspekte, in: Nutzinger, H.G. (Hrsg.), Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung. Konzepte, Bedingungen, Ansatzpunkte. Marburg. S. 13 - 49.

Mohr, H. (1995); Qualitatives Wachstum: Losung für die Zukunft. Stuttgart, Wien.

Pfister, G. (1995); Ansatzpunkte regionaler Nachhaltigkeitspolitik aus ökonomischer Sicht, in: Mitteilungen des Instituts für Angewandte Wirtschaftsforschung, Heft 4/96, S. 4 - 16.

Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1994), Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart.

Renn, O. (1995); Ökologisch denken - sozial handeln: Die Realisierbarkeit einer nachhaltigen Entwicklung und die Rolle der Kultur- und Sozialwissenschaften, Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Nr. 45.

Romer, P.M. (1990); Endogenous Technological Change, in: Journal of Political Economy, Vol. 88, S. 71 - 102.

Stokey, N.L. (1991); Human Capital, Product Quality and Growth, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. 105, S. 587 - 616.

Uzawa, H. (1965); Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, in: International Economic Review, Vol. 6, S. 18- 31.

Weimann, J. (1995); Umweltökonomik, 3. Auflage. Berlin, Heidelberg.

