

Institut für *Halle Institute for Economic Research*
Wirtschaftsforschung Halle



Das IWH ist Mitglied der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz WGL

**Inanspruchnahme von Förderkrediten für
(präventive) Umweltschutzinvestitionen
aus der Sicht nachhaltiger Ressourcennutzung**

Walter Komar

Juli 1998

Nr. 76

Diskussionspapiere
Discussion Papers

Abteilung: Strukturwandel

Dr. Walter Komar (kmr@iwh.uni-halle.de)

Telefon: (0345) 77 53-8 61

Diskussionspapiere stehen in allgemeiner Verantwortung der jeweiligen Autoren.
Die darin vertretenen Auffassungen stellen keine Meinungsäußerung des IWH dar.

INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG HALLE (IWH)

Hausanschrift: Delitzscher Straße 118, 06116 Halle

Postanschrift: Postfach 16 02 07, 06038 Halle

Telefon: (0345) 77 53-60

Fax: (0345) 77 53-8 25

Internet: <http://www.iwh.uni-halle.de>

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	5
2. Nachhaltigkeitskonzepte und Referenzrahmen für die Analyse	5
2.1 Zum Leitbild der Nachhaltigkeit	5
2.2 Kritische ökologische Nachhaltigkeit und Managementregeln nachhaltiger Ressourcennutzung	8
3. Potentielle Beiträge von (vorsorgenden) Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung	9
3.1 Zur Definition vorsorgender Umweltschutzinvestitionen	9
3.2 Beiträge von Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung	10
3.3 Vorsorgende versus nachsorgende Umweltschutzinvestitionen	12
3.4 Empirische Relevanz und Probleme der Quantifizierung	14
4. Analyse vorsorgender Umweltschutzinvestitionen auf der Basis von Daten der Förderkreditnachfrage	17
4.1 Kennzeichnung der untersuchten Kreditprogramme	17
4.2 Identifikation vorsorgender Kredit- und Investitionszwecke	18
4.3 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senkenfunktion	19
4.4 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Quellenfunktion	21
4.5 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senken- und Quellenfunktion	22
5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	24

1. Einführung

Im Hinblick auf die Umsetzung des Leitbildes des Sustainable Development (der nachhaltigen Entwicklung) wird Investitionen in den vorsorgenden Umweltschutz eine hohe Bedeutung beigemessen.¹ Der Artikel zeigt, welche Beiträge vor- und nachsorgende Umweltschutzinvestitionen gewerblicher Unternehmen für eine nachhaltige Entwicklung leisten können. Dazu werden Sustainability-Ansätze und daraus abgeleitete Regeln nachhaltiger Ressourcennutzung analysiert, um einen geeigneten Referenzrahmen für die Analyse zu finden. Daran anknüpfend werden Umweltschutzinvestitionen unter besonderer Beachtung des Vorsorgeaspektes gruppiert. Nach einem Rückblick auf bisherige empirische Befunde wird mit Hilfe der Klassifikation untersucht, wie sich Umfang und Struktur der Nachfrage von Förderkrediten für nachhaltigkeitsrelevante (vorsorgende) Umweltschutzinvestitionen in der gewerblichen Wirtschaft Deutschlands entwickelt haben. Das erfolgt auf Basis spezifischer Kreditverwendungs- bzw. Investitionszwecke.

2. Nachhaltigkeitskonzepte und Referenzrahmen für die Analyse

2.1 Zum Leitbild der Nachhaltigkeit

Das kontrovers diskutierte Konzept des Sustainable Development² soll hier nur soweit betrachtet werden, wie es die Analyse potentieller Beiträge vorsorgender Umweltschutzinvestitionen der gewerblichen Wirtschaft für eine nachhaltige Entwicklung erfordert. Sustainable Development wird als eine Entwicklung gekennzeichnet, welche „die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“.³ Eine derartige Entwicklung besitzt ökologische, ökonomische und soziale Dimensionen.⁴ So sollen bei der Nutzung von Naturressourcen ökologische Integrität, ökonomische Effizienz und soziale Gerechtigkeit zugleich verwirklicht werden.⁵ Im weiteren stehen ökonomische Aspekte im Vordergrund. Danach soll die gesellschaftliche Nettowohlfahrt mit der Bedingung des

¹ Vgl. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU): Umweltgutachten 1996, Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung, Stuttgart 1996, S. 89 ff.

² Einen Überblick geben: MERAN, G.: Das Paradigma der nachhaltigen Entwicklung in den Wirtschaftswissenschaften, in: HÜBLER, K.-H.; WEILAND, U. (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung für die Forschung, Berlin 1996, S. 66 ff. sowie VON KNORRING, E.: Umweltschutz als Aufgabe - ein leitbildorientierter Überblick, in: STENGEL, M; WÜSTER, K. (Hrsg.): Umweltökonomie - eine interdisziplinäre Einführung, München 1997, S. 7 ff.

³ Vgl. World Commission on Environment and Development: Our common future, in: HAUFF, V. (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundlandt-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Greven (Eggenkamp) 1987, S. 47.

⁴ Vgl. SRU: Umweltgutachten 1994, Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung, Stuttgart 1994, S. 50 ff.

⁵ Vgl. HEDIGER, K.: Elemente einer ökologischen Ökonomie, in: RENNINGS, K., HOMEYER, O. (Hrsg.): Nachhaltigkeit, Baden-Baden 1997, S. 17.

Erhalts der Dienste natürlicher Ressourcen über die Zeit maximiert werden.⁶ Hierzu sind Rahmenbedingungen für Wirtschaftsaktivitäten so zu gestalten, daß Funktionen natürlicher Ressourcen als Wirtschafts- und Lebensgrundlage künftiger Generationen erhalten werden. Diesbezüglich sind folgende Dienste bedeutsam:⁷

- *Senkenfunktion*: Medium zur Aufnahme bzw. Assimilation (schädlicher) Emissionen,
- *Quellenfunktion*: Rohstoff- und Energiequelle ökonomischer Prozesse,
- *Lebenserhaltungsfunktion*: Lebenserhaltungsdienste (Ozonschicht als Schutzschicht vor schädlichen Strahlungen, verträgliches Klima usw.),
- *Wohlfahrtsfunktion*: direkte Quelle menschlicher Wohlfahrt (ästhetische Landschaft usw.).

Umweltschutzinvestitionen gewerblicher Unternehmen sind je nach Investitionsmotiv originär auf die Entlastung der Senken-, Lebenserhaltungs- und/oder der Quellenfunktion gerichtet (vgl. Abschnitt 3.1). Diesbezüglich sind vor allem folgende Effekte relevant: die Vermeidung und Reduzierung von Emissionen sowie die Erhöhung der Ressourcenproduktivität.⁸ Allerdings können Entlastungseffekte von Umweltschutzinvestitionen je nach angenommener Sustainability-Implikation als unterschiedlich relevant angesehen werden. Ein wichtiges Kriterium für die Klassifizierung von Sustainability-Ansätzen ist das Ausmaß der Erhaltung von Kapitalbeständen für künftige Generationen und in Verbindung damit über die Substituierbarkeit von Naturkapital durch andere Kapitalarten.⁹ Danach wird idealtypisch zwischen schwacher Nachhaltigkeit (weak sustainability) und starker Nachhaltigkeit (strong sustainability) unterschieden.

Bei *weak sustainability* soll ein (Anfangs)Kapitalstock - bestehend aus dem Naturkapital (den erneuerbaren und nicht erneuerbaren natürlichen Ressourcen), dem menschengemachten Sachkapital und dem Humankapital - zur Sicherung eines angemessenen Lebensniveaus über die Zeit erhalten werden. Wegen des Rückganges der Vorräte an nicht regenerierbaren Ressourcen durch laufenden Verbrauch ist das nur möglich, wenn diese durch übrige Kapitalarten ersetzt werden. Begründet wird das mit den Potenzen des technischen Fortschritts und Investitionen in substitutive Faktoren. Deswegen sei ein strikter Erhalt des Naturkapitalvorrats für die Bedürfnisbefriedigung künftiger Ge-

⁶ Vgl. PEARCE, D. W.; TURNER, R. K.: *Economics of Natural Resources and the Environment*, Baltimore 1990, S. 24 sowie KLEMMER, P.: Nachhaltige Entwicklung - aus ökonomischer Sicht, in: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU)*, Jg. 7 (1994), H. 1, S. 14.

⁷ Vgl. VORNHOKLZ, G. Die ökologischen Ziele im Sustainable Development-Konzept, in: NUTZINGER, HANS G. (Hrsg.): *Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung - Konzepte, Bedingungen, Ansatzpunkte*, Marburg 1995, S. 98 ff.

⁸ Vgl. RADTKE, V.: Ökonomische Aspekte nachhaltiger Technologie, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU)*, 1/96, S. 109 ff.

⁹ Vgl. RENNINGS, K.; BROCKMANN, K. L.; KOSCHEL, H.; BERGMANN, H.; KÜHN, I.: *Nachhaltigkeit, Ordnungspolitik und freiwillige Selbstverpflichtung*, Heidelberg 1997, S. 12.

nerationen nicht zwingend. Nachhaltige Entwicklung könne auch bei zeitweiliger Bestandsverminderung oder Verschlechterung der Ressourcenqualität gesichert werden.

Strong sustainability schließt dagegen die Substitution von Naturkapital durch andere Kapitalarten aus, so daß das Aggregat von nicht erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen erhalten werden müsse. Hintergrund dieser Überlegung ist, daß das Naturkapital Funktionen besitzt, wie die Schutzfunktion der Ozonschicht, die nicht durch künstliches Kapital ersetzbar seien. Deshalb sollen ökologisch determinierte Grenzen der Regenerations- und Adsorptionsfähigkeit natürlicher Ressourcen strikt eingehalten werden. Ein angemessener Lebensstandard könne über Generationen hinweg durch nicht bzw. gebremst wachsende Bevölkerung, einen konstanten Bestand an produzierten Gütern sowie durch Konstanz bzw. Senkung volkswirtschaftlicher Stoff- und Energieumsätze erreicht werden.

Bisher vorgestellte Nachhaltigkeitskonzepte überschneiden sich und sind nicht ohne weiteres den obigen idealtypischen Gruppen zuordenbar. Eine tiefere Klassifizierung nimmt u. a. TURNER vor, der zwischen „very weak sustainability“, „weak sustainability“, „strong sustainability“ und „very strong sustainability“ unterscheidet.¹⁰ Dabei spielt der Grad der Substituierbarkeit innerhalb und zwischen den Kapitalarten ebenfalls eine wichtige Rolle. Dementsprechend kann vorsorgenden Umweltschutzinvestitionen ein unterschiedliches Substitutions- bzw. Nachhaltigkeitspotential zugesprochen werden. Dieses ist im Fall von „very weak sustainability“ (vollständige Substitution von Naturkapital durch menschengemachtes Kapital) größer als von „weak sustainability“ (partielle Substitution). Folglich können Funktionen der natürlichen Umwelt bei „very weak sustainability“ eher über die Zeit gesichert werden als bei „weak sustainability“ oder „strong sustainability“. Da „very strong sustainability“ jede Substitution ausschließt, dürfte nachhaltige Entwicklung wenig realistisch sein. Vor diesem Hintergrund ist zu fragen, ob mögliche Beiträge von (präventiven) Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Entwicklung für ein bestimmtes Konzept oder mehrere sich unterscheidende analysiert werden sollen. Letzteres könnte über die Rolle von Vorsorgeinvestitionen bei verschiedenen Sustainability-Ansätzen Aufschluß geben, was aber nicht Ziel dieser Untersuchung ist. Hier wird explizit auf ein Leitbild zurückgegriffen, das zwischen weak und strong sustainability positioniert ist und von NUTZINGER/RADTKE mit kritischer ökologischer Nachhaltigkeit umschrieben wurde.¹¹

¹⁰ Vgl. TURNER, R. K.: Sustainability: Principles and Practices, in: TURNER R. K. (Hrsg.): Sustainable Environmental Economics and Management, Chichester 1995, S. 10.

¹¹ Vgl. NUTZINGER, HANS G.; RADKE, V.: Das Konzept nachhaltiger Wirtschaftsweise, in: NUTZINGER, HANS G. (Hrsg.): a. a. O., S.33 ff.

2.2 Kritische ökologische Nachhaltigkeit und Managementregeln nachhaltiger Ressourcennutzung

Nach dem Leitbild kritischer ökologischer Nachhaltigkeit wird Substitutionalität zwischen Naturkapital und künstlichem Kapital sowie zwischen nicht erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen anerkannt, aber begrenzt für bestimmte Bestandteile. Es gibt ökologisch determinierte Schranken der Belastbarkeit der Umwelt. Ein kritischer Minimalbestand darf nicht unterschritten werden, um irreversible, das menschliche Überleben nicht mehr zulassende Umweltschäden (die Umweltkatastrophe) zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund werden folgende Managementregeln (R) für die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen postuliert:¹²

R 1: Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen darf die (natürliche oder menschlich beeinflusste) Regenerationsrate nicht übersteigen.

Primäres Ziel: Erhalt der Quellenfunktion und/oder der Lebenserhaltungsfunktion.

R 2: Die Schadstoffabgabe darf die Assimilationskapazität des Ökosystems nicht überschreiten.

Primäres Ziel: Erhalt der Senken- und/oder der Lebenserhaltungsfunktion.

R 3: Die Reduktion des Bestandes an erschöpfbaren Ressourcen durch laufenden Verbrauch muß ausgeglichen werden durch

- entsprechende Zunahme des Bestandes erneuerbarer Ressourcen, die für denselben Verwendungszweck eingesetzt werden können und/oder durch
- entsprechende Effizienzsteigerung bei der Nutzung erschöpfbarer Ressourcen derart, daß das Nutzungspotential des verringerten Bestandes infolge von Substitution und Innovation ebenso groß ist wie das Nutzungspotential des ursprünglichen Bestandes ohne technischen Fortschritt beim Einsatz der entsprechenden Ressourcen und/oder durch
- Einsatz knapp vorhandener erschöpflicher Ressourcen durch reichlich vorhandene, aber ebenfalls nicht erneuerbare Ressourcen mit dem Ziel des Zeitgewinns für den Übergang zu entsprechenden erneuerbaren Ressourcen.

Primäres Ziel: Erhalt der Quellen- und/oder der Lebenserhaltungsfunktion.

Ferner soll die Entwicklung alternativer Technologien, die auf regenerierbare Ressourcen zurückgreifen, durch Renditen aus der Nutzung nicht regenerierbarer Ressourcen finanziert werden (Finanzierungsregel).¹³ Während die Regeln R1 und R2 mit bisher publizierten übereinstimmen,¹⁴ wurde R3 zu einer Regel quasi-nachhaltiger Ressourcennutzung modifiziert. Damit wird berücksichtigt, daß alle (Industrie)Länder in Produktion und Konsum vorerst auf nicht erneuerbare Ressourcen zurückgreifen müssen. Weil diese endlich und nicht in allen Elementen substituierbar sind, kann lediglich Quasi-Nachhaltigkeit im Sinne von Ressourcenschonung erreicht werden. Für den Übergang zur nachhaltigen

¹² Vgl. NUTZINGER, Hans G.; RADKE, V.: Wege zur Nachhaltigkeit, in NUTZINGER, Hans G. (Hrsg.): a. a. O., S. 251 ff.

¹³ Vgl. HARWICK, J. M.: Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources, in: American Economic Review, Vol. 67 (1977) 5, S. 972 - 974.

¹⁴ Vgl. TURNER, R. K.: Sustainability: Principles ... , a. a. O., S. 21 und 22.

Entwicklung spielen aber innovative und vorsorgende Maßnahmen der Emissionsvermeidung sowie der Ressourcensubstitution und -einsparung eine zentrale Rolle. Deswegen können die Regeln R 1 bis R 3 als realitätsnah und umweltpolitisch operationalisierbar angesehen werden. Es bietet sich an, potentielle Beiträge von (vorsorgenden) Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung aus der Sicht der Anforderungen dieser Regeln zu klassifizieren und analysieren.

3. Potentielle Beiträge von (vorsorgenden) Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung

3.1 Zur Definition vorsorgender Umweltschutzinvestitionen

Unter Umweltschutzinvestitionen von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft werden Zugänge an Sachanlagen verstanden, durch deren Betreiben Funktionen natürlicher Ressourcen entlastet werden. In aller Regel sind diese auf den Schutz der Senken-, Lebenserhaltungs- und/oder der Quellenfunktionen gerichtet. Das schließt nicht aus, daß auch die Wohlfahrtsfunktion positiv betroffen ist. Diese soll aber nicht weiter analysiert werden, weil deren Erhalt meist mit der anforderungsgerechten Gestaltung des sonstigen, nicht auf den Umweltschutz gerichteten Kapitalstocks verbunden ist, wie der Einhaltung landschaftsplanerischer Vorschriften beim Bau neuer Betriebe und dergleichen.

Vorsorgende Umweltschutzinvestitionen können unterschiedlich abgegrenzt werden.¹⁵ Oft stimmen die Auffassungen über den präventiven Charakter überein, nämlich Umweltbelastungen von vornherein zu vermeiden. Betrachtet man aber den Vorsorgeansatz konkret, läßt sich dieser verschieden interpretieren. Nach einer weit gefaßten Auslegung können z. B. der Produktion nachgeschaltete Anlagen zur Reinigung von Rohemissionen (End of Pipe-Technologien) als vorsorgend gekennzeichnet werden, da sie darauf gerichtet sind, Schädigungen der Umwelt zu vermeiden.¹⁶ Nachsorgend wären dann lediglich Investitionen zur Beseitigung bereits entstandener Schäden. Bei enger Abgrenzung des Vorsorgebegriffes wären End of Pipe-Techniken aber nicht präventiv, da sie nicht an der eigentlichen Ursache der Umweltschädigung, an der Emissionsquelle, ansetzen, sondern lediglich bereits entstandene Rohemissionen nachträglich bekämpfen.

Ferner kann die Prophylaxe auf eine einzelne oder auf mehrere Funktion von Naturressourcen bezogen werden. Häufig wird die Vorsorge allein auf die Senkenfunktion zurückgeführt, weil umweltpolitische Instrumente meist auf die Vermeidung und Minderung von Schadstoffbelastungen, aber nicht auf die Begrenzung von Ressourcenverbräuchen gerichtet sind. Im Hinblick auf die noch folgende Klassifikation von Umweltschutzinvestitionen nach Regeln nachhaltiger Ressourcennutzung und die darauf

¹⁵ Vgl. HENSELSKAMP, J.: Umweltpolitik und Innovationen - Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung: Discussion Paper No. 96-23, Mannheim 1996.

¹⁶ Vgl. COENEN, R.; KLEIN-VIELHAUER, S.; MEYER, R.: Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung, Integrierte Umwelttechnik - Chancen erkennen und nutzen, Bonn 1995, S. 21 ff.

basierende Analyse ist die gleichzeitige Betrachtung mehrerer Funktionen wenig praktikabel. Deshalb wird explizit zwischen vorsorgender Entlastung der Senken- und vorsorgender Entlastung der Quellenfunktion unterschieden. Das schließt nicht aus, daß Schnittmengen von Vorsorgemaßnahmen, bezogen auf diese Funktionen, analysiert werden. Auf eine gesonderte Betrachtung der Lebenserhaltungsfunktion wird verzichtet, da deren Erhalt meist mit einer Entlastung der Senken- und/oder Quellenfunktion verbunden ist.

Bezogen auf die Senkenfunktion sind Investitionen präventiv, wenn sie die Ursachen von Rohemissionen bekämpfen, d.h. die Emissionsquelle beseitigen, substituieren oder so verändern, daß keine oder weniger Schadstoffausstöße entstehen. Aus der Sicht des Erhalts der Quellenfunktion sollen Investitionen als vorsorgend bezeichnet werden, wenn sie auf die Nutzung substitutiver Faktoren gerichtet sind, die zur Überwindung der Endlichkeit nicht erneuerbarer Naturressourcen beitragen. Dazu zählen Investitionen in Auffang- bzw. Back Stop-Technologien¹⁷ und Investitionen zur Erhöhung von Beständen solcher erneuerbaren Ressourcen, die als Substitute für nicht erneuerbare dienen. Mit diesen Definitionen wurde der Terminus der Vorsorge eng ausgelegt.

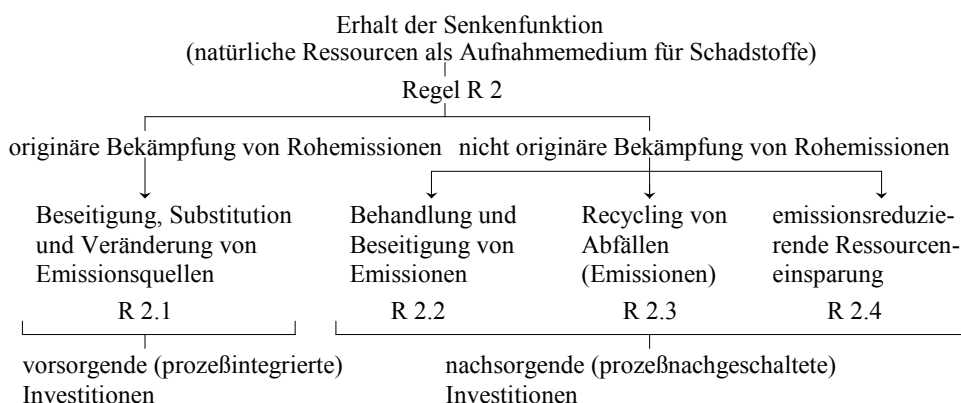
3.2 Beiträge von Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung

Umweltschutzinvestitionen gewerblicher Unternehmen zur Entlastung der Senkenfunktion werden in Abbildung 1 in Anlehnung an die Regel R 2 gruppiert. Darunter können prozeßintegrierte Investitionen als vorsorgend bezeichnet werden (R 2.1), da sie originär an der Emissionsquelle ansetzen, um Rohemissionen zu vermeiden oder zu reduzieren. Ein Beispiel ist die Installation einer emissionsmindernden Wirbelschicht-Verbrennungstechnik in einem Kohlekraftwerk, aber nicht die ihr nachgeordnete Rauchgasentschwefelung. Präventiv sind auch Projekte der Abfall- und Abwassermeidung, so die Einführung weniger abfall- bzw. abwasserintensiver Technologien.

Abbildung 1:

Beiträge vorsorgender Umweltschutzinvestitionen zur Entlastung der Senkenfunktion

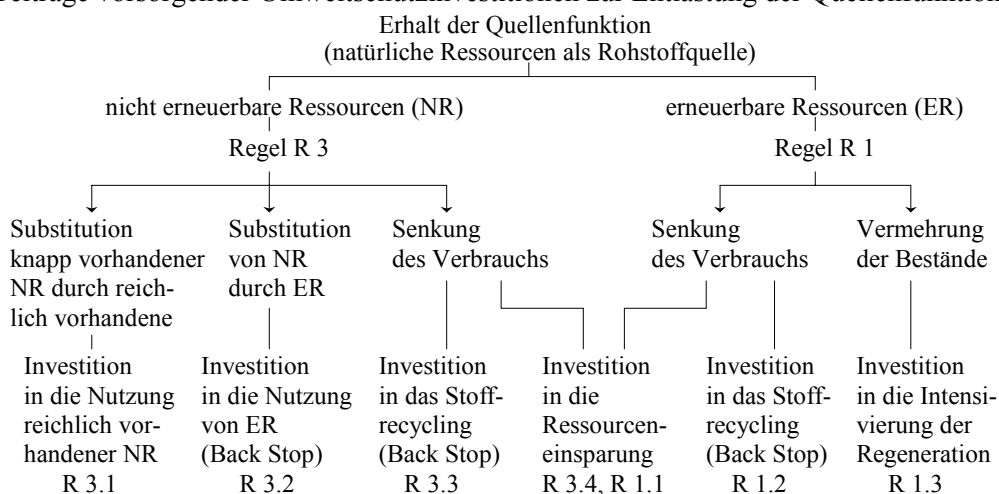
¹⁷ Vgl. ENDRES, A.; QUERNER, I: Die Ökonomie natürlicher Ressourcen, Darmstadt 1993, S. 60.



Nachsorgend sind Investitionen in Prozesse, die dem emissionsverursachenden Vorgang nachgeschaltet sind. Dazu zählen die Behandlung und Beseitigung von Abgasen und Abwässern in Reinigungsanlagen oder die Deponierung bzw. thermische Behandlung von Abfällen (R 2.2). Auch Recyclinginvestitionen (R 2.3) sind nachsorgend, weil sie die Entstehung von Abfällen nicht vermeiden, sondern diese im nachhinein verwerten. Investitionen in Ressourceneinsparungen werden als nachsorgend betrachtet, wenn die dadurch erzielte Emissionsminderung im Vorleistungsprozeß auftritt, in den ja gar nicht investiert wurde (R 2.4). Ein Beispiel ist die Einsparung von Elektroenergie in einem Chemiewerk. Falls die bezogene Energie auf Kohlebasis erzeugt wurde, verringern sich nicht nur die Stromverbräuche im Chemiewerk, sondern auch die Schadstoffausstöße im Kraftwerk. Da aber die Quelle der Rohemission (Kohleverbrennung) durch die Einsparinvestition weder beseitigt noch verändert wurde, ist diese Maßnahme nachsorgend.

Abbildung 2:

Beiträge vorsorgender Umweltschutzinvestitionen zur Entlastung der Quellenfunktion



Umweltschutzinvestitionen, die direkt auf die Entlastung der *Quellenfunktion* gerichtet sind, zeigt Abbildung 2. Dabei wird zwischen nicht erneuerbaren und erneuerbaren Res-

Ressourcen unterschieden. Im Hinblick auf den Erhalt *nicht erneuerbarer Ressourcen* können Investitionen in die Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch erneuerbare (R 3.2) und in das Recycling (R 3.3) als vorsorgend bezeichnet werden (Back Stop-Technologien). Maßnahmen zur Einsparung nicht regenerierbarer Ressourcen gelten als nachsorgend (R 3.4), da sie deren Endlichkeit nicht verhindern können. Für eine nachhaltige Entwicklung sind diese aber dann bedeutsam, wenn der Bestandsrückgang verlangsamt und so Zeit für die Entwicklung von Substituten gewonnen wird. Die Quellenfunktion *erneuerbarer Ressourcen* kann durch Senkung des Verbrauches und/oder die Vermehrung der Bestände entlastet werden (Regel R 1), d.h. durch Investitionen in die Ressourceneinsparung (R 1.1), in das Recycling (R 1.2) und in die Intensivierung der Regeneration der Ressourcenbestände (R 1.3). Zur Vorsorge zählen: das Recycling und die Intensivierung der Ressourcenregeneration, letztere aber nur dann, wenn die dadurch erzielte Bestandserhöhung für die Substitution endlicher Ressourcen genutzt wird.

3.3 Vorsorgende versus nachsorgende Umweltschutzinvestitionen

Zur Entlastung von Funktionen natürlicher Ressourcen und damit zur nachhaltigen Ressourcennutzung können sowohl vor- als auch nachsorgende Investitionen beitragen. Vorsorgende Maßnahmen sind aber meistens ökologisch und ökonomisch vorteilhafter. Dafür wird eine Reihe von Gründen aufgeführt:¹⁸ Die Funktionen natürlicher Ressourcen werden von vornherein weniger beansprucht. Ferner lassen sich Verlagerungen der Belastungen von einem Umweltmedium zu einem anderen, wie sie bei der Nachsorge häufig auftreten, ausschließen. In der Regel ist der Ressourcenverbrauch für die Produktion und das Betreiben additiver Umweltschutzanlagen höher als bei integrierten, weil zur ohnehin eingesetzten Prozeßtechnik die End of Pipe-Technik hinzukommt. Darüber hinaus können prozeßnachgeordnete Reinigungsanlagen von Unternehmen ausgeschaltet werden, um Betriebskosten zu sparen, ohne zugleich den Output der Produktion verringern zu müssen. Dies ist bei prozeßintegrierten Techniken insofern nicht möglich, als in der Regel ein technisch bedingter komplementärer Zusammenhang zwischen Produktionsoutput und Rohemissionen besteht.

Inwieweit ein Unternehmen vor- oder nachsorgende Investitionen bevorzugt, hängt von verschiedenen Faktoren ab.¹⁹ Neben ökonomischen Vorteilen der Umweltschutztechnik spielen vor allem umweltpolitische Rahmenbedingungen und mögliche Kostenbelastungen wegen verursachter Umweltschäden eine wichtige Rolle. Betrachtet man den

¹⁸ Vgl. ZIMMERMANN, K.: Umweltpolitik und integrierte Technologien: Der Quantitäts-Qualitäts Trade - off, in: ZIMMERMANN, K.; HARTJE, V. J.; RYLL, A. (Hg.): Ökologische Modernisierung der Produktion, Berlin 1990, S. 206 f.

¹⁹ Vgl. HARTJE, V. J.: Zur Struktur des „ökologisierten“ Kapitalstockes: Variablen und Determinanten umweltsparender technologischer Anpassungen in Unternehmen, in: ZIMMERMANN, K.; HARTJE, V. J.; RYLL, A.: a. a. O., S. 144 ff.

Einfluß umweltpolitischer Rahmenbedingungen auf das Investitionsverhalten eines Unternehmens, so ist die Unterscheidung zwischen umweltschutzgesetzlich nicht (gering) und (weitgehend) regulierten Bereichen bedeutsam. Jedoch werden Regulierungen meistens vorgenommen, um ein politisches Ziel der Schadstoffemission bzw. -immission zu erreichen, d.h. um die Senkenfunktion zu entlasten. Regelungen, die sich originär auf die Quellenfunktion beziehen, wie Fangquoten in der Fischerei, sind selten.

In *umweltgesetzlich nicht regulierten Bereichen* wird ein Unternehmen nicht per Gesetz angehalten, Umweltbelastungen zu vermeiden oder zu verringern. Hier wird es in umweltschutzrelevante Projekte investieren, wenn es seine Ertragslage verbessern kann.²⁰ Das trifft z.B. für emissionsreduzierende Ressourceneinsparungen zu, wenn der dadurch erzielte Nutzen (die Kostenersparnis infolge verringerten Ressourceneinsatzes) den Aufwand der Maßnahme übersteigt. Ausgaben, die einzig für die Vermeidung oder Reinigung von Emissionen getätigt werden, wären zusätzlich und würden den Gewinn schmälern. Bei derartigen Vorhaben dürfte das Investitionsmotiv des Unternehmens primär in der Verbesserung der Ertragslage liegen, kaum aber in der Emissionsvermeidung bzw. -reduzierung. Diese Konstellation trifft bei den hier klassifizierten Maßnahmen weitgehend für Investitionen zum Erhalt der Quellenfunktion und für prozeßintegrierte Investitionen der Emissionsvermeidung zu. Da solche Vorhaben nicht gesetzlich gefordert werden, investieren Unternehmen, wenn im Vergleich zu alternativen Investitionen bzw. Kapitalanlagen höhere Renditen zu erwarten sind. Dies kann durch staatliche Förderung, z. B. durch die hier untersuchten zinsverbilligten Kredite, zusätzlich begünstigt werden.

In *umweltgesetzlich regulierten Bereichen* wird ein Unternehmen bestrebt sein, die Kosten für die Erfüllung von Schutzanforderungen zu minimieren.²¹ Es wird auf eine Technik zurückgreifen, welche die niedrigsten Kosten der Emissionsvermeidung verursacht.²² Dabei wird die Auswahl auch durch das umweltpolitische Instrumentarium beeinflusst. Bei anlagenbezogenen Emissionsauflagen, die sich - wie in Deutschland üblich - am Stand der Technik orientieren, wird ein Investor bei gleichen (marginalen) Vermeidungskosten eher eine nach- als eine vorsorgende Maßnahme realisieren, so daß in regulierten Bereichen prozeßnachgeschaltete Investitionen zur Behandlung und Beseitigung von Rohemissionen dominieren dürften. Das kann damit begründet werden, daß bei einer erprobten, schon länger angebotenen, additiven Reinigungsanlage das technische Risiko, Umweltschäden wegen Ausfalls zu verursachen und deshalb Schadensersatz leisten bzw. die Produktion stilllegen zu müssen, relativ gering ist. Darüber

²⁰ Vgl. KOMAR, W.: Förderkreditnachfrage für Umweltschutzinvestitionen der gewerblichen Wirtschaft, in: Institut für Wirtschaftsforschung Halle IWH (Hrsg.): IWH-Forschungsreihe 1/1997, S.10 ff.

²¹ Vgl. ebenda, S. 12 ff.

²² Im Falle einer End of Pipe-Technik umfassen die Vermeidungskosten die Investitions- und Betriebskosten für die nachgeschaltete Anlage. Im Falle einer prozeßintegrierten Vermeidungstechnik sind diese Bestandteil der Investitionskosten in den Produktionsapparat und der laufenden Produktionskosten.

hinaus sind die Zugangskosten (Informationskosten usw.) für diese Technologien kleiner. Durch die Orientierung am Stand der Technik bremsen anlagenbezogene Emissionsnormen den umweltechnischen Fortschritt,²³ der für die Realisierung von Strategien der nachhaltigen Entwicklung eine spezifische Bedeutung besitzt. In regulierten Bereichen können Subventionen für Umweltschutzinvestitionen die Vermeidungsaufwendungen senken und so umweltschutzkostenbedingte Wettbewerbsnachteile ausgleichen.

Freilich läßt sich die Auswahl einer Vermeidungstechnik nicht auf eine 0-1-Entscheidung zwischen Vor- und Nachsorge reduzieren. Unter Umständen ist eine kombinierte Lösung ökonomisch vorteilhaft. So können durch Investitionen in prozeßintegrierte Techniken (Wirbelschichtfeuerung im Kohlekraftwerk) der Wirkungsgrad des Ressourceneinsatzes (Energieausbeute) erhöht bzw. der Ressourcenverbrauch (Kohleeinsatz) gesenkt und damit Rohemissionen (CO₂, Staub usw.) verringert werden. Zugleich lassen sich nachgeschaltete Reinigungsanlagen kleiner dimensionieren, kostengünstiger bauen und betreiben, so daß auch die Effizienz der additiven Technik erhöht wird.

3.4 Empirische Relevanz und Probleme der Quantifizierung

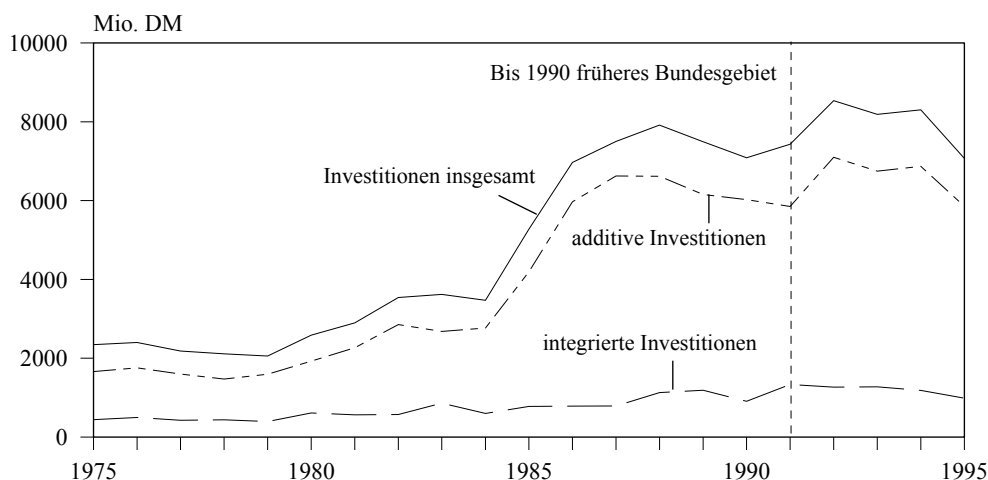
Die empirische Analyse von Beiträgen vorsorgender Umweltschutzinvestitionen zur nachhaltigen Ressourcennutzung stößt auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene auf Probleme. So können Umfang und Wirkungen von Vorsorgemaßnahmen wegen ihrer vielfältigen Erscheinungsformen in der Realität nicht ohne weiteres abgegrenzt, erfaßt und quantifiziert werden. Unter anderem deswegen ist die verfügbare Datenbasis unscharf und unvollständig. Oft beschränken sich Untersuchungen auf die amtliche Statistik der Umweltschutzinvestitionen. Diese weist in Produktionsanlagen eingebaute Ausrüstungen und Teile des Umweltschutzes (integrierte Investitionen), Investitionen in die Produktion umweltfreundlicher Erzeugnisse (produktbezogene Investitionen) sowie Grundstücke, Maschinen und maschinelle Anlagen des Umweltschutzes (additive Investitionen) der Bereiche Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung, Abfallbeseitigung und Gewässerschutz aus, sofern diese von den Berichtspflichtigen als solche identifiziert werden. Damit verbundene ökologischen Effekte werden nicht erfaßt. Ferner ist die Statistik auf Maßnahmen zur Entlastung der Senkenfunktion ausgerichtet. Investitionen in klimarelevante Energieeinsparungen oder in erneuerbare Energien werden z.B. nicht erhoben.

Nach der amtlichen Statistik gaben die Unternehmen des Produzierenden Gewerbes in Deutschland den additiven Umweltschutzinvestitionen bislang eindeutig den Vorrang (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3:

Umweltschutzinvestitionen des Produzierenden Gewerbes in Deutschland

²³ Vgl. ENDRES, A: Umweltökonomie. Eine Einführung, Darmstadt 1994, S. 131 ff.



Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Fachserie 19, Reihe 3, eigene Berechnungen.

Im Zeitraum 1975 bis 1995 war die durchschnittliche Wachstumsrate der additiven Investitionen um 2,4 vH höher als die der integrierten (vgl. Tabelle 1). Wird diese Zeitspanne in zwei Perioden gegliedert, zeigt sich, daß die Wachstumsrate der integrierten Maßnahmen in den Jahren 1985 bis 1994 im Mittel um 1,2 vH über dem Niveau der Vorperiode 1975 bis 1984 lag. Bei den additiven Investitionen waren indes umgekehrte Relationen zu verzeichnen. Das ist auffällig, weil der durchschnittliche Anteil der additiven Investitionen an den gesamten Umweltschutzinvestitionen im Zeitraum 1985 bis 1994 um 7 vH höher war als 1975 bis 1984. Dies kann umfangreichen additiven Maßnahmen liegen, die in Ostdeutschland zur Anpassung an neue Schutzvorschriften getätigt wurden. Die hohen Investitionen in den neuen Ländern haben dem Rückgang in den alten entgegengewirkt und so die Investitionsbilanz in Deutschland positiv beeinflusst.

Tabelle 1:
Wachstumsraten der Umweltschutzinvestitionen des Produzierenden Gewerbes in Deutschland
– in vH –

	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1975-95	1975-84	1985-94	1991-95	1991-95 Neue (alte) Länder
Insgesamt	- 3,2	11,0	16,6	2,1	5,7	8,4	9,1	0,0	33,6 (- 13,5)
Integrierte	- 2,7	8,7	14,5	0,0	4,1	5,8	7,0	1,7	20,7 (- 15,0)
Produktbezogene	- 27,9	9,4	8,3	10,1	- 0,3	2,4	11,0	7,8	8,5 (- 1,8)
Additive	- 1,0	11,6	17,3	2,2	6,5	9,7	9,4	- 0,6	37,7 (- 9,0)
<i>Nachrichtlich:</i> Anteile Additive	72,9	77,5	84,1	82,4	81,3	76,2	83,2	82,0	84,9 (80,0)

Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Fachserie 19, Reihe 3, eigene Berechnungen.

Untersuchungen von ZIMMERMANN zeigen, daß eine Zunahme des Anteils der Umweltschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen von Unternehmen des Produzie-

renden Gewerbes mit einem anteiligen Rückgang der integrierten (vorsorgenden) Investitionen korreliert (Quantitäts-Qualitäts trade-off).²⁴ Nach NESTLER könne man aber integrierte und additive Investitionen nicht einem Fonds zuordnen, aus dem die Ausgaben für additive Maßnahmen zu Lasten der Ausgaben für integrierte erfolgen und umgekehrt.²⁵ Die integrierten Investitionen einer Periode würden nur von den sonstigen, nicht in den Umweltschutz getätigten Investitionen der derselben Periode signifikant abhängen. Danach dürften integrierte Maßnahmen weniger mit bisher gewählten Schutzstrategien, sondern mit grundlegenden Umstellungen der Produktion (Modernisierung der Prozeßtechnik) in Verbindung stehen. Das ist plausibel, weil eine prozeßintegrierte Umweltschutzinvestition immanenter Teil einer Investition in den Produktionsapparat ist. So lassen sich Innovationen im Bereich der integrierten Umweltschutztechnik auf Erneuerungsinvestitionen der Produktionstechnik zurückführen und deswegen nicht ohne weiteres gesondert quantifizieren. Investitionen in neue nachgeschaltete Technologien sind auch möglich, ohne den sonstigen (nicht umweltbezogenen) Kapitalstock zu modernisieren.

Die Effizienzvorteile des integrierten Umweltschutzes konnten bisher nur exemplarisch nachgewiesen werden. Bei Demonstrationsvorhaben im Umweltschutz, die mit dem Investitionsprogramm zur Verminderung von Umweltbelastungen durch den Bund gefördert wurden, waren integrierte Verfahren durchschnittlich mit niedrigeren, additive Verfahren mit höheren Produktionskosten verbunden.²⁶

Alles in allem sind die empirischen Befunde vor dem Hintergrund der genannten Abgrenzungs- und Erfassungsprobleme integrierter (vorsorgender) Umweltschutzinvestitionen zu sehen und entsprechend zu interpretieren. Das gilt auch für die im folgenden genutzte Statistik der Inanspruchnahme von Förderkrediten für Umweltschutzinvestitionen. Diese liefert im Vergleich zur amtlichen Statistik der Umweltschutzinvestitionen jedoch zusätzliche und tiefer gegliederte Investitionszwecke. Damit können Schwerpunkte und Richtungen von Investitionsaktivitäten aus der Sicht nachhaltiger Ressourcennutzung aufgezeigt werden, wegen unzureichender Datenbasis aber nicht deren ökologische Effekte. Die Analyse erfolgt auf Basis der vorgenommenen Definitionen sowie der in den Abbildungen 1 und 2 entwickelten Raster. Darin enthaltene, mit den untersuchten Förderprogrammen nicht unterstützte Maßnahmen, wie Investitionen in die Intensivierung der Regeneration erneuerbarer Ressourcen oder wie Investitionen in die Nutzung reichlich vorhandener nicht erneuerbarer Ressourcen, fallen aber heraus.

²⁴ Vgl. ZIMMERMANN, K.: a. a. O., S. 214 ff.

²⁵ Vgl. NESTLER, T.: Umweltschutzinvestitionen im verarbeitenden Gewerbe, Heidelberg 1997, S. 62.

²⁶ Vgl. HORBACH, J.; JOAS, R.; NOLTE, R.; SIEGLER, H.-J.: Wirksamkeit des Investitionsprogrammes zur Verminderung von Umweltbelastungen, Halle/München 1994, S. 43.

4. Analyse vorsorgender Umweltschutzinvestitionen auf der Basis von Daten der Förderkreditnachfrage

4.1 Kennzeichnung der untersuchten Kreditprogramme

Die folgende Untersuchung bezieht sich auf das Umweltprogramm der Deutschen Ausgleichsbank (DtA) und das European Recovery Programm (ERP) für Umweltschutz. Mit den Finanzhilfen wurden Umweltschutzinvestitionen von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft durch zinsgünstige Kredite unterstützt, wenn diese zu einer relevanten Umweltentlastung beitragen. Die Förderung ist nicht an die Umsetzung einer bestimmten Umweltschutzstrategie gekoppelt. Der Investor hat u.a. eine Verbesserung der Umweltsituation bzw. eine umweltschutzrelevante Verwendung der Mittel bei der Kreditbeantragung nachzuweisen. Die Kredite werden privaten gewerblichen Unternehmen mit einem Jahresumsatz bis zu 500 Mio. DM angeboten.²⁷ Von 1991 bis 1997 wurde ein Kreditvolumen von rund 28 Mrd. DM für den Umweltschutz bewilligt (vgl. Tabelle 2).

²⁷ Firmen mit einem höherem Umsatz steht das Umweltprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) offen, das in die weitere Analyse nicht einbezogen werden konnte, weil die Förderstatistik der KfW nicht mit der der DtA kompatibel ist.

Tabelle 2:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für Umweltschutzinvestitionen in Deutschland

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1991-97
Kreditvolumen	Mio. DM	1.425	1.560	3.506	5.873	5.756	4.802	5.198	28.120
darunter neue Länder	vH	34,6	50,2	53,1	50,2	51,2	34,9	30,9	43,8
darunter ERP	vH	72,3	75,9	69,5	76,4	78,5	69,9	63,6	69,4
davon Energieeinsparung	vH	18,8	28,3	32,3	40,3	40,9	42,8	48,4	39,5
Abfallwirtschaft	vH	45,0	48,7	35,9	23,3	29,0	28,4	22,2	29,3
Abwasserreinigung	vH	12,4	9,2	13,1	14,5	6,7	12,1	15,1	12,0
Luftreinhaltung	vH	23,9	13,8	18,8	21,9	23,5	16,7	14,4	19,2

Quelle: DtA, eigene Berechnungen.

4.2 Identifikation vorsorgender Kredit- und Investitionszwecke

Die Identifikation vorsorgender Investitionen bezieht sich auf die Struktur der Förderstatistik der DtA, die nach Förderbereichen und -zwecken gegliedert ist. Diese sind mit Umweltschutzbereichen bzw. -zwecken identisch, in die investiert wurde. Bezogen auf die Entlastung der Senkenfunktion (Quellenfunktion) kann etwa ein Drittel (Viertel) aller 38 Investitionszwecke als vorsorgend bezeichnet werden (vgl. Übersicht). Diese sind

Übersicht:

Förderbereiche und -zwecke der untersuchten Kreditprogramme

Umwelt-/Förderbereiche	Förder-/Kredit-/Investitionszwecke			
	Insgesamt	darunter vorsorgende Investitionszwecke		
	Anzahl	Bezeichnung	Anzahl	
			Senkenfunktion	Quellenfunktion
Energie: Energieeinsparung	17	Wasserkraft, Biomasse, Sonnenenergie - thermisch, Sonnenenergie-photovoltaisch, Erdwärme, Windenergie, sonstige regenerative Energien	8	8
		Wärmepumpen, Kältemaschinen.	2	-
Abfall: Abfallwirtschaft	10	Abfallvermeidung einschl. baurelevante (abfallsenkende) Produktionsanlagen.	1	-
		Abfallrecycling	-	1
Abwasser: Abwasserreinigung	6	Abwasservermeidung	1	-
Luft: Luftreinhaltung	5	wegen Unschärfe nicht identifizierbar
Insgesamt	38		12	9

zugleich umweltschutzgesetzlich nicht oder wenig reguliert.²⁸ Nur das Abfallrecycling kann vergleichsweise als „weitgehend reguliert“ eingestuft werden. Allerdings konnten 6 Investitionszwecke wegen unscharfer Abgrenzung nicht eindeutig als vor- oder nachsorgend klassifiziert werden, beispielsweise der Investitionszweck „Sonstiges“ im Abfallbereich. Damit entzieht sich etwa ein Fünftel des von 1991 bis 1997 bewilligten

²⁸ Ein Förderzweck wird als „umweltschutzgesetzlich nicht oder gering reguliert“ betrachtet, wenn Schutzanforderungen nicht direkt durch Auflagen (Emissions- und Immissionsgrenzwerte, Verbote usw.) vorgeschrieben und deshalb Schutzmaßnahmen nicht zwingend zu ergreifen sind.

Kreditvolumens einer differenzierten Analyse. Davon entfallen allein zwei Drittel auf die Luftreinhaltung, die deshalb nicht weiter untersucht wird. Für den Abwasserbereich lagen detaillierte Daten erst seit 1993 vor, so daß die Kreditnachfrage frühestens von da an zwischen allen Investitionszwecken verglichen werden kann. Die betreffenden Bereiche wurden in den Tabellen durch Schattierungen gekennzeichnet.

4.3 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senkenfunktion

Betrachtet man die Investitionszwecke nach der Klassifizierung in Abbildung 1, zeigt sich, daß die anteilige Kreditnahme für Investitionen zur originären Bekämpfung von Rohemissionen, d.h. für Vorsorgezwecke, seit 1991 deutlich zunahm (vgl. Tabelle 3). Im Vergleich dazu nahm der Anteil der integrierten (vorsorgenden) Investitionen an den Umweltschutzinvestitionen des Produzierenden Gewerbes in der amtlichen Statistik der Umweltschutzinvestitionen seit 1991 ab.

Tabelle 3:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senkenfunktion

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1993-97
Energie, Abfall, Abwasser insgesamt ^a	Mio. DM	828	1.087	2.542	4.481	4.367	3.950	4.234	19.574
- Vorsorgende Investitionszwecke	vH	19,9	18,7	24,0	26,7	24,3	33,6	46,1	31,4
- Nachsorgende Investitionszwecke	vH	80,1	81,3	76,0	73,3	75,7	66,4	53,9	68,6
<i>Nachrichtlich:</i> nicht klassifizierbare Zwecke	Mio. DM	80	131	306	105	38	49	226	723
<i>Nachrichtlich:</i> amtliche Statistik: integrierte Investitionen zu gesamte Umweltschutzinvestitionen des Produzierenden Gewerbes	vH	17,9	14,9	15,6	14,3	-	-	-	-

^a 1991 und 1992 ohne Abwasser.

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

Hierbei ist zu beachten, daß die amtliche Statistik Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien nicht enthält. Diese spielen aber bei den präventiven Investitionszwecken der hier analysierten Förderstatistik eine wichtige Rolle. So entfielen im Schnitt zwei Drittel der für Vorsorgeprojekte bewilligten Kredite auf regenerative Energien (vgl. Tabelle 4). Hervorzuheben ist ferner die Erhöhung des Anteils für (integrierte) Maßnahmen zur Vermeidung von Rohemissionen, der von 1993 zu 1997 um 8,2 vH zu legte. Dazu haben vor allem Investitionen in die Abfallvermeidung beigetragen, die mit 7,5 vH an diesem Anstieg beteiligt waren. Das dürfte u.a. auf das 1994 beschlossene und seit Oktober 1996 geltende Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz zurückzuführen sein, das auf den Vorrang der Vermeidung vor der Verwertung und Beseitigung von Abfällen orientiert.²⁹ Offenbar haben Unternehmen bereits im Vorfeld der Inkraftsetzung der neuen Regelungen verstärkt mit Aktivitäten der Abfallvermeidung reagiert.³⁰

²⁹ Vgl. Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen vom 27. September 1994. In: Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 2705 ff.

³⁰ Vgl. KOMAR, W.: Neues Kreislaufwirtschaftsgesetz: Abnehmender Deponierungsbedarf durch verstärkte Abfallvermeidung und -verwertung. In: IWH (Hrsg.): Wirtschaft im Wandel 11/1998.

Tabelle 4:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für vorsorgende Investitionszwecke

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1993-97
Vorsorge insgesamt ^a	Mio. DM	165	204	610	1.198	1.060	1.326	1.951	6.145
- Erneuerbare Energiequellen	vH	60,1	67,3	68,8	62,4	62,8	66,5	60,6	63,4
- Emissionsvermeidung	vH	39,8	32,7	31,2	37,6	37,2	33,5	39,4	36,3
darunter Abfallvermeidung	vH	39,8	32,7	13,9	16,2	22,4	25,6	21,4	20,7

^a 1991 und 1992 ohne Abwasser.

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

Vergleicht man die Anteile der Kreditnachfrage für vorsorgende Investitionszwecke am insgesamt bewilligten Kreditvolumen zwischen dem umweltschutzgesetzlich weitgehend regulierten Abfallbereich und dem wenig regulierten Energiebereich, zeigt sich, daß diese im Abfallbereich im Schnitt geringer war als im Energiebereich. So betrug die anteilige Kreditnachfrage für Vorsorgezwecke im Energiebereich (Abfallbereich) im Mittel 37 (17) vH, der Regulierungsgrad (= Anteil der Nachfrage für weitgehend regulierte Zwecke an der gesamten Nachfrage) hingegen 4 (66) vH. Offenbar wird in Bereichen mit hoher Regulierung weniger in den vorsorgenden Umweltschutz investiert. Darauf weist auch eine Korrelationsrechnung hin, die auf der Basis von Jahresdaten für Ost- und Westdeutschland durchgeführt wurde. Danach liegt eine signifikante negative Korrelation zwischen dem Anteil der Nachfrage für vorsorgende Investitionszwecke und dem Regulierungsgrad vor, die im Abfallbereich deutlich höher war als im Energiebereich (vgl. Tabelle 5). Dies deutet auf eine Bestätigung der These hin, nach der Unternehmen in weitgehend regulierten Bereichen eher nach- als vorsorgende Schutzstrategien bevorzugen (vgl. Abschnitt 3.3). Jedoch ist bei der Interpretation der Rechenergebnisse die geringe Anzahl der Wertepaare zu berücksichtigen (jeweils 7 Wertepaare für Ost- und Westdeutschland, n = 14).

Tabelle 5:
Korrelation zwischen anteiliger Kreditnachfrage für Vorsorgezwecke (v) und dem umweltschutzgesetzlichen Regulierungsgrad (w)

	Energiebereich	Abfallbereich
Korrelationskoeffizient r (v,w)	- 0,56	- 0,88
Testgröße für die Signifikanz von r: $ T = r \sqrt{(n-2)/(1-r^2)}$	2,34	6,42
Signifikanzschwelle für r ≠ 0: $t_{\alpha, m=n-2} = t_{0,05; 12}$	2,18	2,18

Bei $|T| > t_{\alpha, m=n-2}$ ist r mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH signifikant von Null verschieden.

Zu der hier nicht vordergründig analysierten, aber dominierenden Kreditverwendung für nachsorgende Investitionszwecke sei lediglich bemerkt, daß der Anteil der Nachfrage für Investitionen in emissionsreduzierende Ressourceneinsparungen (Energieeinsparungen) bis 1995 spürbar zunahm, 1996 zurückging, am aktuellen Rand aber deutlich über das Niveau von 1995 hinaus anstieg (vgl. Tabelle 6). Zugleich veränderte sich der Anteil der ökologisch weniger vorteilhaften Beseitigung und Behandlung von Emissio-

nen nur wenig. Diese Entwicklung ist insofern hervorzuheben, als derartige Einsparungen bedeutsam zur Entlastung der Quellenfunktion beitragen können.

Tabelle 6:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für nachsorgende Investitionszwecke

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1993-1997
Nachsorge insgesamt ^a	Mio. DM	663	884	1.932	3.283	3.307	2.624	2.283	13.429
- Emissionsreduzierende Ressourceneinsparung	vH	25,4	34,6	36,8	49,2	51,0	44,7	59,2	48,7
- Stoffliche/biologische Abfallverwertung	vH	62,0	50,5	37,2	22,9	20,8	22,9	15,7	23,2
- Behandlung/Beseitigung von Emissionen	vH	12,6	14,9	26,0	27,9	28,2	32,4	25,1	28,1

^a 1991 und 1992 ohne Abwasser.

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

4.4 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Quellenfunktion

Das bewilligte Kreditvolumen für Investitionen, die direkt auf die Entlastung der Quellenfunktion gerichtet waren, erhöhte sich erheblich. Dabei war seit 1994 eine Nachfrageverschiebung weg von Investitionen in Back Stop-Technologien (von Vorsorgezwecken) hin zu Investitionen in Ressourceneinsparungen (zu Nachsorgezwecken) zu verzeichnen (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für Investitionen zur Entlastung der Quellenfunktion

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1993-97
Energie, Abfall, Abwasser insgesamt ^a	Mio. DM	715	931	2.007	3.476	3.357	3.012	3.579	15.431
- Vorsorge: Back-Stop Technologien	vH	66,6	59,6	55,0	40,4	37,9	46,1	40,4	42,9
- Nachsorge: Ressourceneinsparung	vH	33,4	40,4	45,0	59,6	62,1	53,9	59,6	57,1
<i>Nachrichtlich:</i> Nicht klassifizierbar	Mio. DM	106	201	349	130	66	91	233	870

^a 1991 und 1992 ohne Abwasser.

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

Innerhalb der Back Stop-Ressourcen wuchs der Anteil der erneuerbaren Energien enorm zu Lasten des Abfallrecyclings (vgl. Tabelle 8). Allerdings kann das Recycling nicht losgelöst von alternativen Möglichkeiten der Abfallnutzung betrachtet werden, wie der thermischen Verwertung (Behandlung), die durch umweltgesetzliche Regelungen beeinflusst werden. So soll nach den seit 1996 geltenden Anforderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes die Abfallverwertung generell den Vorrang vor der Abfallablagerung bekommen, innerhalb der Verwertung aber die umweltverträglichere Verwertungsart. Vor diesem Hintergrund fällt auf, daß sich die Nachfragerelation zugunsten von Investitionen in die kreislaufwirtschaftlich weniger günstige Abfallverbrennung verschoben hat. Da sich die Förderquoten für diese Zwecke nicht wesentlich unterscheiden und sich die Kapitalintensität der thermischen Behandlung nicht gra-

vierend erhöht haben dürfte, weist die Bevorzugung der Verbrennung eher auf ökonomische als auf ökologische Vorteile hin.³¹

Tabelle 8:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für vorsorgende Investitionszwecke (Back Stop)

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1991-97
Vorsorge insgesamt	Mio. DM	476	554	1.103	1.404	1.272	1.389	1.445	7.643
- erneuerbare Energien	vH	19,8	23,9	37,9	52,9	52,0	63,0	80,9	53,6
- Abfallrecycling	vH	80,2	76,1	62,1	47,1	48,0	37,1	19,1	46,4
<i>Nachrichtlich:</i>									
Abfallverbrennung zu Abfallrecycling	DM zu DM	0,13	0,01	0,05	0,27	1,00	0,59	0,70	0,48

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

Anforderungen der Technischen Anleitung Siedlungsabfall, nach der spätestens mit dem Beginn 2005 nur die Ablagerung reaktionsarmer (thermisch behandelter) Restabfälle zulässig sein soll,³² dürften das Investitionsgeschehen bislang noch nicht entscheidend beeinflusst haben, könnten aber die Nachfrage für Investitionen in die Verbrennung künftig zusätzlich erhöhen.

Zur Kreditnachfrage für nachsorgende Investitionszwecke ist zu sagen, daß im Mittel drei Viertel der Nachfrage allein auf umweltrelevante Vorhaben der Energieeinsparung entfiel (vgl. Tabelle 9). Eine ähnliche Dominanz dieser Verwendung wurde bereits bei der Analyse der Kreditinanspruchnahme aus der Sicht der Entlastung der Senkenfunktion festgestellt.

Tabelle 9:
Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für nachsorgende Investitionszwecke

Förderbereich/-zweck		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1993-97
Nachsorge insgesamt	Mio. DM	239	376	904	2.072	2.085	1.624	1.134	8.819
- Energieeinsparung	vH	72,2	82,2	78,9	78,3	81,1	72,7	63,9	74,5
- Abfallvermeidung	vH	27,5	17,7	9,3	9,4	11,4	20,9	19,6	14,8
- Abwassermeidung	vH	k. A.	k. A.	11,7	12,4	7,5	6,4	16,5	11,1

^a 1991 und 1992 ohne Abwasser.

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

4.5 Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senken- und Quellenfunktion

Vorhaben, die zugleich zur Entlastung der Senken- und der Quellenfunktion beitragen, sind besonders nachhaltigkeitsrelevant (Schnittmengen). Bei den hier untersuchten vor-

³¹ Das Recycling wäre günstig, wenn die Grenzkosten des Recyclings unter denen der Abfallverbrennung liegen. Aus ressourcenökonomischer Sicht werden Back Stop-Technologien bevorzugt genutzt, wenn deren Grenzkosten geringer sind als die Marktpreise betreffender sich erschöpfender Ressourcen. Vgl. dazu: ENDRES, A.; QUERNER, I.: Die Ökonomie ..., a. a. O., S. 60 ff.

³² Vgl. BUNDESUMWELTMINISTERIUM: Bericht der Bundesregierung zur TA Siedlungsabfall. In: Umwelt Nr. 2/1996, Bonn, S. 74 ff.

sorgenden Investitionszwecken trüfe dies allein für Investitionen in erneuerbare Energien zu (Schnittmenge Vorsorge). Die Nachfrage dafür stieg stark an (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10:

Bewilligte ERP- und DtA-Kredite für Investitionen zur Entlastung der Senken- und Quellenfunktion

Entlastung		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1991-97
<i>Schnittmenge Vorsorge:</i>									
erneuerbare Energien	Mio. DM	94	133	419	743	662	874	1.169	4.093
darunter Windenergie	vH	81,6	77,2	72,3	82,3	88,6	85,5	86,5	84,0
Solarenergie	vH	0,2	0,3	0,1	0,6	...	2,9	4,7	2,1
<i>Schnittmenge Nachsorge:</i>									
Energieeinsparung	Mio. DM	173	310	713	1.622	1.691	1.181	1.364	7.053
darunter energiesparende Verfahren	vH	60,2	57,8	48,3	67,53	31,8	60,2	33,2	48,5
Kraft-Wärme-Kopplung	vH	4,4	4,2	17,5	18,7	48,0	19,8	24,8	26,0

Quelle: DtA, KfW, eigene Berechnungen.

Dies ist vorwiegend auf Projekte der Windenergie zurückzuführen, die über die hier untersuchte Förderung hinaus durch weitere Finanzhilfen und durch garantierte Vergütungspreise bei der Netzeinspeisung zusätzlich begünstigt wurden.³³ Fraglich ist, ob ohne diese Unterstützung so bevorzugt in die Windenergie investiert worden wäre. Maßnahmen zur Nutzung von Biomassen oder von Solarenergie spielten bei der Kreditinanspruchnahme eine geringe Rolle.

Die Schnittmenge nachsorgender Maßnahmen umfaßt eine Reihe von Investitionszwecken zur Energieeinsparung. Dazu zählen u.a. Investitionen in energiesparende Fertigungsverfahren, in die Kraft-Wärme-Kopplung, in die Wärmedämmung von Gebäuden und in die Modernisierung von Heizungsanlagen. Wie in Tabelle 10 zu sehen ist, legte die Inanspruchnahme von Krediten für Maßnahmen der Energieeinsparung im ganzen bis 1995 kräftig zu, ging danach zurück, stieg am aktuellen Rand aber wieder deutlich an. Dabei wurde die Nachfrage vor allem durch Investitionen in energiesparende Produktionsverfahren und in die Kraft-Wärme-Kopplung bestimmt, auf die von 1991 bis 1997 etwa drei Viertel der bewilligten Darlehen entfielen. Maßnahmen der Heizungsmodernisierung und Wärmedämmung spielten indes bei der hier untersuchten ERP- und DtA-Kreditnachfrage eine relativ geringe Rolle. Der Anteil dieser Maßnahmen an der gesamten Nachfrage für Projekte der Energieeinsparung lag im Schnitt bei etwa 6 vH. Die jüngst in Kraft gesetzten höheren Schutznormen für die Wärmedämmung von Gebäuden bzw. für Kleinf Feuerungsanlagen³⁴ dürften sich allerdings mehr auf Investitionen privater und genossenschaftlicher Wohnungseigentümer ausgewirkt haben, die mit anderen Förderprogrammen unterstützt wurden, so mit Programmen der KfW.

³³ Vgl. HENTRICH, S.: Politische Optionen der Nutzung erneuerbarer Energien. In: IWH (Hrsg.): Wirtschaft im Wandel. Heft 6/1998, Halle, S. 15 ff.

³⁴ Die Wärmeschutzverordnung sieht seit 1995 höhere Anforderungen des Mindest-Wärmeschutzes für Gebäude vor, die Kleinf Feuerungsanlagen-Verordnung seit 1998 niedrigere Abgasverluste für Öl- und Gasfeuerungen.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der Nachfrage nach Förderkrediten für Umweltschutzinvestitionen zufolge haben gewerbliche Unternehmen verstärkt in nachhaltigkeitsrelevante Felder investiert. Daran waren maßgeblich beteiligt: Investitionen in erneuerbare Energien (Schnittmenge Vorsorge), Investitionen in die Abfallvermeidung (Vorsorge: Senkenfunktion, Nachsorge: Quellenfunktion) sowie Investitionen in die Energieeinsparung (Schnittmenge Nachsorge). Von 1991 zu 1997 erhöhte sich der Anteil dieser Verwendungszwecke an dem insgesamt bewilligten ERP- und DtA-Kreditvolumen um rund 30 vH. Die amtliche Statistik der Umweltschutzinvestitionen ließ derartige Schlüsse wegen der groben Investitionsgliederung und unvollständigen Abbildung nachhaltigkeitsrelevanter Investitionsfelder nicht zu, so daß von dem seit 1991 abnehmenden Anteil integrierter Investitionen an den gesamten Investitionen nicht unbedingt auf abnehmende nachhaltigkeitsbedeutsame Vorsorgeaktivitäten gefolgert werden kann.

Auffallend ist die Schwerpunktverlagerung auf umweltentlastende Projekte der Erzeugung und Nutzung von Energie. Etwa die Hälfte des von 1991 bis 1997 insgesamt bewilligten ERP- und DtA-Kreditvolumens entfiel auf diese Investitionszwecke; der diesbezügliche Kreditanteil stieg um rund ein Viertel. Da solche Maßnahmen im Regelfall nicht gesetzlich verlangt werden, kann das Investitionsmotiv der Unternehmen auf die Verbesserung der Ertragslage zurückgeführt werden. Sofern Investitionsrenditen durch die gewährten zinsgünstigen Kredite soweit erhöht wurden, daß diese über anderen Kapitalanlagen lagen, trugen die Subventionen auch zur Auslösung zusätzlicher Investitionen bei. Die Projekte dürften zur Schonung fossiler Energieressourcen und zur Verringerung der Ausstöße von Klimaschadstoffen, darunter von CO₂, bedeutsam beigesteuert und sich positiv auf die Bilanz der CO₂-Emissionen in Deutschland ausgewirkt haben. Freilich kann das Ausmaß der betreffenden Emissionsreduzierungen nicht aufgezeigt werden, weil die Förderstatistik derartige Effekte nicht ausweist. Betrachtet man die gesamten energiebedingten CO₂-Ausstöße in Deutschland, so sanken diese von 1990 zu 1995 um 12 vH.³⁵ Dazu haben u.a. Produktionsrückgänge und -stilllegungen in den neuen Ländern beigetragen. Hier nahmen die Emissionen um 44 vH ab, in den alten Ländern hingegen um 2 vH zu. Die durch den Verkehr verursachten CO₂-Emissionen wuchsen in ganz Deutschland um 8 vH, in den neuen (alten) Ländern um 32 (4) vH. Die ungünstige Entwicklung im Verkehrsbereich weist darauf hin, daß für das Erreichen des politischen Zieles, die energiebedingten CO₂-Ausstöße Deutschlands von 1990 zu 2005 um 25 vH zu verringern, Aktivitäten zu begünstigen sind, die über die Förderung von Umweltschutzinvestitionen gewerblicher Unternehmen hinausgehen.

³⁵ Vgl. BUNDESUMWELTMINISTERIUM: Klimaschutz in Deutschland. Zweiter Bericht der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen. Bonn 1997, S. 55 ff.