



Verstärkte Förderung erneuerbarer Energiequellen notwendig.....	261
Umweltprobleme in der Sowjetunion und Möglichkeiten für die internationale Zusammenarbeit	267
Zahlenbeilage	

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

WOCHENBERICHT 20/91

Berlin

16. Mai 1991

1. Ex. 58. Jahrgang

Verstärkte Förderung erneuerbarer Energiequellen notwendig

Erneuerbare Energiequellen decken gegenwärtig noch nicht einmal 3 vH des Primärenergieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland. Zwar könnten sie in technischer Sicht einen bedeutenden Beitrag zu einer ressourcenschonenden, umwelt- und klimaverträglichen Energieversorgung leisten¹. Dem steht jedoch oftmals entgegen, daß diese Energiequellen gegenüber den in der Energieversorgung nach wie vor dominierenden konventionellen Systemen auf Basis fossiler Brennstoffe nicht konkurrenzfähig sind. Hinzu kommen nicht-ökonomische Hemmnisse.

Wirtschaftliche Bedingungen sind aber gestaltbar, und Hemmnisse können durch gezieltes Handeln abgebaut werden. Welchen Versorgungsbeitrag die erneuerbaren Energiequellen letztlich erbringen können, hängt deshalb in hohem Maße von der jeweiligen Energie- und Umweltpolitik ab.

Untersuchte Nutzungssysteme und Vorgehen

Zur Beurteilung der Einsatzchancen erneuerbarer Energiequellen sind Informationen über ihren technischen und wirtschaftlichen Status erforderlich. So hat der Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) mit einem entsprechenden Forschungsvorhaben beauftragt². Dabei ging es in erster Linie um eine aktuelle Bewertung der wirtschaftlichen Aussichten erneuerbarer Energiequellen und der Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um ihren verstärkten Einsatz zu ermöglichen³.

In der Untersuchung wurden die folgenden erneuerbaren Energiequellen und Nutzungssysteme behandelt:

Energiequelle	Nutzungssystem
Sonnenenergie	— Niedertemperatur-Kollektorsysteme
	— Passive Nutzung von Sonnenenergie

¹ Vgl. Studienprogramm der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages. In: Energie und Klima, Band 3: Erneuerbare Energiequellen, Bonn und Karlsruhe, 1990. Außerdem: Dritter Bericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“. In: Zur Sache. Themen parlamentarischer Beratung 19/90, Bonn 1990.

² Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI): Kostenaspekte erneuerbarer Energiequellen in der Bundesrepublik Deutschland und auf Exportmärkten. Untersuchung im Auftrage des Bundesministers für Forschung und Technologie (Forschungsvorhaben: 032 8894 A). Bearb.: Georg C. Goy, Manfred Horn, Peter Hrubesch und Hans-Joachim Ziesing unter Mitarbeit von Manfred Rehbock (DIW); Jürgen Lange, Wilhelm Mansbart und Jürgen Reichert unter Mitarbeit von Joachim Reichert, Reinhard Spohler und Manfred Treber (ISI). Berlin und Karlsruhe Februar 1991. Veröffentlichung in Vorbereitung. Alle Angaben zur Bundesrepublik Deutschland schließen die neuen Bundesländer nicht ein.

³ Es handelt sich nicht um eine Aktualisierung der Potential-schätzung, die im Jahre 1984 von DIW und ISI im Auftrage des Bundesministers für Wirtschaft vorgenommen worden ist. Vgl. dazu: Erneuerbare Energiequellen. Abschätzung des Potentials in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2000. München und Wien 1987.

	— Photovoltaik-Anlagen
	— solarthermische Kraftwerke
Windenergie	— Windkraftanlagen
Wasserkraft	— kleine Wasserkraftwerke (unter 1 MW)
Biomasse	— Biogasanlagen
	— Feuerungsanlagen für Stroh und Abfallholz
Umgebungsenergie	— Wärmepumpen

Für die wirtschaftliche Bewertung der erneuerbaren Energiequellen wurde in einem Referenzpreis-Szenario angenommen, daß sich elektrische Energie von 1987 bis 2010 im jährlichen Durchschnitt — inflationsbereinigt — um 2 bis 2,5 vH, Gas um 3 vH und leichtes Heizöl um knapp 4 vH verteuern. Zur Diskontierung wurden je nach potentieller Investorengruppe (reale) Sätze von 3,5 vH bei privaten Haushalten bis zu 10,5 vH bei industriellen Investoren gewählt.

Unter der Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energiequellen wurden die wichtigsten ausgewählt. Die Ergebnisse sind daher als durchschnittliche Werte zu interpretieren, von denen es teilweise erhebliche Abweichungen nach oben und unten geben kann.

Weitgehend technisch ausgereifte Systeme ...

Die in die Untersuchung einbezogenen Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind mit wenigen Ausnahmen zwar technisch weitgehend ausgereift. Ein weiterer technischer Fortschritt insbesondere zur Verbesserung von Wirkungsgraden und zur Optimierung von Systemlösungen ist aber zu erwarten. Er ist — neben der erforderlichen Kostenreduktion — auch notwendig, wenn von diesen Systemen in Zukunft ein bedeutender Versorgungsbeitrag geleistet werden soll.

Der Einsatz von *Solarkollektoren* beschränkt sich in der Bundesrepublik Deutschland weitgehend auf den Niedertemperaturwärmebereich, da hier die Direkteinstrahlung der Sonne für eine Nutzung im Mittel- und Hochtemperaturwärmebereich zu gering ist⁴. Die Anwendungsschwerpunkte der Kunststoff-, Flach- und Vakuumröhrenkollektoren liegen bei der Brauchwassererwärmung und der Schwimmbadbeheizung. Die insgesamt in der Bundesrepublik Deutschland installierte Kollektorfläche beträgt knapp 300 000 m². Die technische Leistungsfähigkeit der Anlagen konnte in den vergangenen Jahren deutlich verbessert werden.

Die *passive Nutzung der Sonnenenergie* für die Wärmeversorgung von Gebäuden umfaßt eine Vielzahl von architektonischen Konstruktionselementen. Die nach Süden weisende Fensterfläche ist die energetisch wirksamste Komponente solaren Bauens. Dabei lassen sich mit hochwärmegedämmten Fenstern höhere solare Gewinne als bisher erreichen. In Zukunft dürfte vor allem die

transparente Wärmedämmung eine größere Bedeutung erlangen.

Photovoltaische Systeme auf Basis kristallinen und amorphen Siliziums sind zwar bereits in größerem Umfang verfügbar, doch besteht noch ein erheblicher technischer Entwicklungsbedarf. Der Markt umfaßt heute im wesentlichen den Kleingerätebereich (Rechner, Uhren u.ä.), das netzferne Wohnen (Beleuchtung, Pumpen u.ä.), die netzferne kommerzielle Nutzung (Kommunikation, Signalanlagen u.ä.) und die netzgekoppelten Anlagen (Wohn- und Fabrikgebäude, Kraftwerke). Die technische Weiterentwicklung konzentriert sich auf Fortschritte in der Zelltechnologie, um höhere Wirkungsgrade und geringere Kosten zu erzielen. Dem sollen auch neue Materialien und kostengünstigere Herstellungsverfahren dienen. Wesentliche Verbesserungen werden außerdem auf dem Gebiet der Systemtechnik erwartet.

Windkraftanlagen sind weiter fortgeschritten. Nachdem zu Beginn ihrer Entwicklung kleine Anlagen mit Leistungen von weniger als 100 kW im Vordergrund standen, hat sich inzwischen ein deutlicher Trend zu mittelgroßen Anlagen im Bereich von 300 bis 500 kW herausgebildet. Im Unterschied zu Großanlagen im MW-Bereich, für die noch erhebliche Entwicklungsarbeiten notwendig sind, können sich die aus kleinen Anlagen abgeleiteten mittelgroßen Windkraftanlagen auf die in einigen hunderttausend Betriebsstunden gewonnenen Erfahrungen stützen.

Bei *Wasserkraftwerken*, die seit langem technisch ausgereift sind, werden kaum noch wesentliche technische Weiterentwicklungen erwartet. Statistisch erfaßt sind in der Bundesrepublik Deutschland etwa 3 800 kleine Wasserkraftwerke (unter 1 MW), deren Stromerzeugung sich gegenwärtig auf rund 1,1 Mrd. kWh/a beläuft. Darüber hinaus dürften 2 000 bis 3 000 Kleinanlagen bestehen. Ausbauchancen liegen vor allem in der Reaktivierung und Modernisierung.

Von den fast unüberschaubaren Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse wurden in der Untersuchung lediglich Biogasanlagen sowie Feuerungsanlagen für Holz und Stroh betrachtet. *Biogasanlagen* sind zwar prinzipiell anwendungsreif, doch ist ihre Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland — im Unterschied zu einigen Ländern in der Dritten Welt — bisher noch auf Einzelfälle beschränkt.

Feuerungsanlagen für Stroh, vor allem aber für Holz werden bereits vielfach genutzt. Zuverlässige Angaben über die in der Bundesrepublik Deutschland installierten Anlagen fehlen jedoch. Es wird aber mit einigen Tausend Hackschnitzelanlagen sowie mit annähernd 20 000 Anlagen zur Verfeuerung von Holzmeterscheiten gerechnet.

⁴ Eine wichtige Anwendung von Mittel- und Hochtemperaturwärmekollektoren sind in sonnenbegünstigten Regionen solarthermische Kraftwerke. Deutsche Hersteller entwickeln und exportieren bereits wesentliche Anlagenkomponenten für Solarfarmen mit Rinnenkollektoren, insbesondere nach Kalifornien.

Die Zahl der Strohfeuerungsanlagen wird auf ungefähr 1 000 geschätzt. Es besteht noch Optimierungsbedarf insbesondere im Hinblick auf die adäquate Brennstoffbereitstellung (Sammlung, Transport, Aufbereitung u.ä.).

Wärmepumpen sind inzwischen technisch ebenfalls weitgehend ausgereift. Weiterentwicklungen sind jedoch zugunsten höherer Leistungszahlen, besserer Leistungsregelung, größerer Zuverlässigkeit und längerer Standzeiten notwendig. Die zahlenmäßig breiteste Anwendung haben bisher Elektrowärmepumpen gefunden, von denen es fast 60 000 Anlagen zur Raumheizung (für rund 70 000 Wohnungen) sowie rund 280 000 Anlagen zur Warmwasserbereitung gibt. Die Zahl der Wärmepumpen mit Verbrennungsmotoren beläuft sich auf knapp 570; davon werden rund 540 mit Gas und 30 mit Dieselkraftstoff betrieben. Außerdem gibt es ungefähr 280 Absorptionswärmepumpen⁵.

Anders als bei Absorptionswärmepumpen stellt sich bei Kompressionswärmepumpen das Problem der Abhängigkeit von FCKW-haltigen Arbeitsmitteln, die aus Gründen des Klimaschutzes nicht mehr verwendet werden sollen. Die entsprechenden Substitute müssen noch entwickelt und einsatzreif gemacht werden, wenn die Perspektiven für einen breiten Einsatz von Kompressionswärmepumpen offen gehalten werden sollen.

... aber oftmals fehlende Wirtschaftlichkeit

Im Unterschied zu ihrer „technischen“ Marktreife haben erneuerbare Energiequellen mit wenigen Ausnahmen ihre ökonomische Marktreife noch nicht erlangt. Hierzu sind weitere deutliche Kostenreduktionen und/oder kräftige Energiepreissteigerungen erforderlich. Eine nachhaltige Kostenreduktion setzt eine Großserienfertigung voraus, die nur über eine beträchtliche Ausweitung des Marktes geschaffen werden kann. Dies dürfte ohne entsprechende energiepolitische Aktivitäten in absehbarer Zeit nicht zu realisieren sein. Mittel- und längerfristig wird sich die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energiequellen aufgrund der durchweg zu erwartenden Kostenreduktion ihrer Nutzungssysteme einerseits und wegen der angenommenen Energiepreissteigerungen andererseits verbessern. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse ergibt das folgende Bild:

Solarkollektoren zur Brauchwassererwärmung sind überwiegend noch nicht wettbewerbsfähig. Vergleichsweise günstig stellt sich die Situation lediglich für Solar-systeme dar, die eine elektrische Warmwasserbereitung ersetzen. Aber auch in diesen Fällen müßten die Investitionskosten noch deutlich gesenkt werden. Dies gilt erst recht gegenüber öl- und gasgefeuerten Heizkesseln. Aus einzelwirtschaftlicher Sicht verbessert sich dieses Ergebnis, wenn man die Steuervergünstigungen gemäß § 82a EStDV berücksichtigt. Im Vergleich zu elektrischen Einzelgeräten wäre dann die Wirtschaftlichkeit sogar schon

gegeben; gegenüber den anderen elektrischen Warmwasserbereitungssystemen würde dazu aber etwa eine Halbierung der gegenwärtigen Investitionskosten notwendig sein. Deutlich ungünstiger würde auch bei einer solchen Förderung der Vergleich mit öl- und gasgefeuerten Anlagen ausfallen. Eine bessere Bewertung der Solarkollektoranlagen zur Brauchwasserbereitung ist erst möglich, wenn die für die Zukunft erwartete deutliche Kostenreduktion eintritt und die Energiepreise in dem unterstellten Maße steigen. Für eine Inbetriebnahme im Jahre 2000 und erst recht im Jahre 2010 dürften sich die Aussichten indes spürbar verbessern.

Für Solarkollektoranlagen zur Raumheizung wird es auch künftig kaum wirtschaftliche Einsatzmöglichkeiten geben. Anders könnte dies bei *solar gestützten Nahwärmesystemen* mit oder ohne Langzeitwärmespeichern aussehen, die allerdings in der Bundesrepublik Deutschland bisher noch nicht eingesetzt worden sind. Da bei diesen Systemen mit erstaunlich geringen Kosten gerechnet wird, dürften sich dafür bald Märkte öffnen, die zu hohen Produktionszahlen für Kollektoren mit entsprechenden Kostendegressionen führen könnten.

Einfache Solarkollektoranlagen für Schwimmbäder sind der Wirtschaftlichkeit sehr nahe oder haben sie erreicht. Elektrischen Durchlauferhitzern, die in privaten Schwimmbädern überwiegend eingesetzt werden, sind sie schon heute wirtschaftlich überlegen. Gegenüber einem Anschluß an die vorhandene Hausheizung auf Öl- und Gasbasis müßten die Preise für diese beiden Energieträger allerdings etwa doppelt so hoch sein wie sie für einen aktuellen Inbetriebnahmezeitpunkt unterstellt worden sind. Ein günstigeres Ergebnis zeigt sich bei Kollektoranlagen für öffentliche Schwimmbäder, sofern hier — wie bei den privaten Haushalten — lediglich mit einer Verzinsung von real 3,5 vH gerechnet wird. Solche Anlagen wären dann schon heute weitgehend wettbewerbsfähig.

Günstige wirtschaftliche Einsatzbedingungen ergeben sich auch für Anlagen zur *solaren Trocknung in der Landwirtschaft*, von denen in der Bundesrepublik Deutschland bereits etwa 400 existieren. Der Warmbelüftung auf Öl- oder Gasbasis sind sie schon heute ökonomisch überlegen; gegenüber der Kaltbelüftung dürfte die Wettbewerbsfähigkeit jedoch nur in Einzelfällen erreichbar sein.

Solarthermische Kraftwerke als Anwendungsfelder für Kollektoren im Mittel- und Hochtemperaturwärmebereich kommen aus klimatischen Gründen für die Bundesrepublik Deutschland zwar kaum in Betracht, doch haben sich Solarfarmen mit Rinnenkollektoren in sonnenreichen Regionen schon als kommerziell einsetzbar erwiesen. Andere Anlantentypen wie Solartürme, Aufwindkraftwerke,

⁵ Zu den Angaben vgl.: Keller, G., und Laroche, R.: Untersuchungsbericht SNE (Statistik zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen). Band 2, Karlsruhe 1989, sowie die Erhebung über elektrische Wärmepumpen-Heizungsanlagen 1989 der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW), Frankfurt 1991.

Paraboloid-Spiegel-Kraftwerke weisen dagegen noch deutlich höhere Stromerzeugungskosten auf als konventionelle Kraftwerke.

Photovoltaik-Anlagen gehören ungeachtet der bisherigen deutlichen Kostenreduktion nach wie vor zu den teuersten Stromerzeugungssystemen. Für nicht netzverbundene Systeme hängt das Ergebnis einer wirtschaftlichen Betrachtung entscheidend davon ab, wie hoch die alternativ für die Netzanbindung entstehenden Kosten wären. Dies ist nur für den Einzelfall zu entscheiden. Immerhin deuten praktische Beispiele auf einen schon heute wirtschaftlich sinnvollen PV-Einsatz bei netzfernen Anwendungen hin. Netzverbundene Anlagen sind dagegen noch um etwa den Faktor 10 zu teuer. Für die Zukunft ist aber mit weiteren starken Kostenreduktionen zu rechnen. Bei netzgekoppelten Systemen könnten die Stromerzeugungskosten bis 2010 auf eine Größenordnung von 30 bis 60 Pf/kWh sinken. Bei Inanspruchnahme des gegenwärtig laufenden „1000-Dächer-Photovoltaik-Programms“⁶ lassen sich für den privaten Betreiber einer 2-kW-Anlage Stromerzeugungskosten von rund 0,50 DM/kWh erreichen. Bei weiterer Kostenreduktion und Fortbestehen dieses oder eines ähnlich dimensionierten Programms wäre unter günstigen Voraussetzungen mit einer Verminderung auf knapp 0,20 DM/kWh im Jahre 2000 und auf etwa 0,12 DM/kWh im Jahre 2010 zu rechnen.

Die wirtschaftliche Bewertung von *Windkraftanlagen* wurde am Beispiel einer kleinen (55 kW), einer mittleren (175 kW) und einer großen Anlage (1,2 MW) vorgenommen. Bei günstigen Windverhältnissen (6 m/s), mittleren Anlagenkosten und einer unterstellten Nutzungsdauer von 15 Jahren betragen die Stromerzeugungskosten heute knapp 25 Pf/kWh bei der kleinen, 31 Pf/kWh bei der mittleren und 60 Pf/kWh bei der großen Anlage (bei 8 m/s sind es 39 Pf/kWh). Bei niedrigeren Anlagenkosten und einer Nutzungsdauer von 20 Jahren würden sich bei ansonsten unveränderten Annahmen schon 15 Pf/kWh für die kleine, rund 20 Pf/kWh für die mittlere und 50 Pf/kWh für die große Anlage ergeben. Gemessen an den inzwischen geltenden höheren Einspeisevergütungen wären damit kleine Windkraftanlagen bereits wettbewerbsfähig und mittlere Anlagen nahe daran. Bei einer hohen Eigenverwendung des Stroms fällt das Resultat noch günstiger aus. Wenn sich die Anlagenkosten in Zukunft — wie in Dänemark — auch in der Bundesrepublik Deutschland nachhaltig senken lassen, dürften kleine und mittlere Windkraftanlagen bei günstigen Windverhältnissen im Verlauf der neunziger Jahre durchweg niedrigere Stromerzeugungskosten aufweisen, als sie der Einspeisevergütung entsprechen. Damit wären die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb gegeben. Selbst große Anlagen dürften zunehmend wettbewerbsfähig werden.

Kleine Wasserkraftwerke sind für private Betreiber durch das neue Einspeisevergütungsgesetz wirtschaftlich attraktiver geworden. Die hierzu angestellten Modellrech-

nungen für den Neubau kleiner Wasserkraftanlagen mit unterschiedlichen Anlagengrößen (76 kW, 306 kW und 767 kW) an drei Standorten führen unter der Annahme einer Nutzungsdauer von 40 Jahren bei der geltenden Vergütungsregelung und den heutigen Preisen für die beiden größeren Anlagen zu einem wirtschaftlich positiven Ergebnis. Die Reaktivierung stillgelegter und die Modernisierung bestehender Anlagen sind im allgemeinen günstiger zu bewerten. Allerdings entfällt ein großer Teil der reaktivierbaren Anlagen auf Kleinst-Wasserkraftwerke mit einer Leistung von weniger als 30 kW, bei denen ein wirtschaftlicher Betrieb nur schwer möglich ist.

Bei den *Biogasanlagen* wurden vier Anlagengrößen (mit 40, 60, 100 und 200 m³ Fermentervolumen) für unterschiedliche technisch-ökonomische Parameter untersucht. Wesentlich für die wirtschaftliche Bewertung ist u.a., ob und in welcher Höhe Erträge aus der Dungwertverbesserung monetär bewertet werden. Ohne Zuschüssen für Dungwertverbesserung und ohne Zuschüsse oder andere Vergünstigungen sind Biogasanlagen heute kaum wirtschaftlich. Die Situation könnte sich jedoch bei steigenden Energiepreisen deutlich verbessern. Bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2000 und erst recht bei einer solchen im Jahre 2010 dürfte eine Wettbewerbsfähigkeit in den meisten Varianten selbst dann möglich sein, wenn die Dungwertverbesserung nicht eingerechnet wird.

Feuerungsanlagen für Holz und Stroh sind aus wirtschaftlicher Sicht unterschiedlich zu beurteilen. *Feuerungsanlagen für Stroh* haben aufgrund der hohen Kosten für die Strohbereitstellung häufig so hohe Betriebskosten, daß kein positiver Deckungsbeitrag erwartet werden kann. Selbst im Jahre 2010 setzt ein wirtschaftlicher Betrieb schon sehr günstige Bedingungen voraus.

Anders sieht dies für *Holzverbrennungsanlagen* aus. Zwar sind auch sie heute meist noch nicht wettbewerbsfähig, doch wäre schon dann ein wirtschaftlicher Betrieb möglich, wenn die Ölpreise lediglich um den Faktor 1,1 bis 1,2 bei größeren Anlagen (500 kW und 2 MW) und um den Faktor 1,6 bis 1,9 bei kleinen Anlagen (30 kW) angehoben würden. Schon bis 2000 ist mit einer deutlichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu rechnen. Dann wären insbesondere die größeren Anlagen gegenüber Ölkesseln konkurrenzfähig. Im Jahre 2010 würde dies für alle untersuchten Anlagentypen zutreffen.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung von *Wärmepumpen* ist zwischen den einzelnen Wärmepumpentypen und den Anwendungsbereichen zu unterscheiden. Gegenwärtig erweist sich nach den Ergebnissen der Modellrechnungen für 37 Vergleichssysteme im Bereich von Wohngebäuden keine der untersuchten Wärmepumpenan-

⁶ Durch dieses Programm werden netzgekoppelte Anlagen mit einer Leistung von 1 bis 5 kW mit in der Regel 70 vH der zuschufähigen Anlagekosten begünstigt. Das bedeutet einen maximalen Zuschuß von 18 900 DM pro kW installierter Leistung.

lagen als wirtschaftlich. Bei einer Inbetriebnahme in den Jahren 2000 bzw. 2010 gelangen allerdings — selbst bei unveränderten realen Investitionskosten — mehr und mehr Wärmepumpenanwendungen, insbesondere Gas- und Motorwärmepumpen, in den Bereich der Wettbewerbsfähigkeit. Dies gilt insbesondere dann, wenn es gelänge, die heutigen Kosten nominal unverändert zu halten, so daß sich in realer Rechnung eine Kostenreduktion entsprechend der allgemeinen Inflationsrate ergibt. Insgesamt würden bei einer gegenwartsnahen Investition erst deutliche Erhöhungen der Energiepreise das Feld der wirtschaftlichen Wärmepumpenanwendungen erheblich erweitern. Um die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen aus der Sicht eines Investors durch eine direkte finanzielle Förderung zu erreichen, wäre heute ein Zuschußsatz von mindestens 50 vH erforderlich. Unterstellt man für die Zukunft aber eine Reduktion der realen Investitionskosten für Wärmepumpen, mit denen bei einer schnellen Markteinführung wohl gerechnet werden kann, so würde eine Förderung von 35 vH bis zum Jahre 2000 ausreichen, um danach auch ohne weitere Zuschüsse in vielen Fällen einen wirtschaftlichen Wärmepumpeneinsatz zu ermöglichen.

Fazit und energiepolitische Folgerungen

Gegenwärtig haben nur wenige Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen ihre Wirtschaftlichkeitsschwelle erreicht. Unter den Systemen, die Wärme bereitstellen, gehören dazu noch am ehesten Solarkollektoren zur Schwimmbadbeheizung, zur Trocknung in der Landwirtschaft und — mit deutlichen Einschränkungen — zur Brauchwassererwärmung sowie die Holzverbrennung. Erst dann kommen Wärmepumpen und Biogasanlagen. Von den Systemen zur Stromerzeugung bewegen sich kleine Wasserkraftanlagen in der Nähe der Wirtschaftlichkeit oder haben sie bereits erreicht. Mit der vom 1.1.1991 an geltenden Neuregelung der Einspeisevergütungen erscheinen schon heute auch kleine und mittelgroße Windkraftanlagen unter günstigen Windverhältnissen als konkurrenzfähig. Netzverbundene Photovoltaikanlagen sind davon noch weit entfernt.

Vor diesem Hintergrund bestehen ohne zusätzliche Maßnahmen nur vergleichsweise geringe wirtschaftliche Potentiale der hier untersuchten Systeme. Für die alten Bundesländer läßt sich unter den getroffenen Annahmen das gegenüber der heutigen Nutzung zusätzlich erschließbare *wirtschaftliche Potential* der thermischen Systeme bis zum Jahre 2000 — auf Primärenergie bezogen — in grober Abschätzung auf 120 bis 150 PJ veranschlagen; im Jahre 2010 könnten es 210 bis 370 PJ sein. In Steinkohleneinheiten sind das knapp 4 bis 5 Mill. t SKE (2000) bzw. rund 7 bis 13 Mill. t SKE (2010). Für die stromerzeugenden Systeme wurde eine Schätzung nur für das Jahr 2000 vorgenommen, für das sich ein Stromerzeu-

gungspotential von etwa 3 Mrd. kWh ergab; primärenergetisch sind dies etwa 30 PJ oder rund 1 Mill. t SKE. Zusammengenommen errechnet sich damit für 2000 ein Potential von 150 bis 180 PJ (knapp 5 bis 6 Mill. t SKE).

Diese eher ungünstigen Ergebnisse für die Nutzungssysteme erneuerbarer Energiequellen sollten als Aufforderung an die Energiepolitik verstanden werden, zu einer Verbesserung der maßgeblichen Randbedingungen beizutragen. Die Forderung nach entsprechenden energie- und umweltpolitischen Aktivitäten ist insbesondere durch die Eigenschaften der erneuerbaren Energiequellen begründet, einen erheblichen Beitrag zur Schonung der erschöpfbaren Energieressourcen und zur Umweltentlastung leisten zu können. Insbesondere vor dem Hintergrund der drohenden Klimagefahren kommt erneuerbaren Energiequellen eine herausragende Bedeutung zu. In den Wirtschaftlichkeitsrechnungen schlagen sich aber diese positiven externen Effekte der erneuerbaren Energiequellen nicht nieder. Ungeachtet aller methodischen Schwierigkeiten einer monetären Bewertung solcher externen Effekte muß es Aufgabe der Energie- und Umweltpolitik sein, entsprechende Ausgleichsmaßnahmen zu ergreifen.

Die Ergebnisse der Untersuchung legen den Schluß nahe, daß preispolitischen Maßnahmen sowie direkten Zuschüssen und Steuervergünstigungen unter ökonomischen Aspekten die zentrale Rolle bei den anzustrebenden Strategien zur forcierten Markteinführung insbesondere solcher Nutzungssysteme erneuerbarer Energiequellen zukommt, die technisch weitgehend ausgereift und bereits nahe an ihrer Wirtschaftlichkeitsschwelle sind (z.B. Windkraftanlagen, Sonnenkollektoren, Biogasanlagen). Derartige Maßnahmen sind aber auch bedeutsam für die schnellere Mobilisierung der nach wie vor großen Energieeinsparpotentiale, zumal erst nach deren Erschließung die erneuerbaren Energiequellen einen wesentlichen Versorgungsbeitrag leisten können.

Neben preis- und fiskalpolitischen Maßnahmen werden in Zukunft aber auch eine stetige Förderung von FuE-Vorhaben sowie eine wesentliche Verbesserung auf den Gebieten der Information und Beratung, der Aus- und Weiterbildung sowie die Schaffung besserer institutioneller Voraussetzungen notwendig sein.

Die Förderung erneuerbarer Energiequellen muß künftig noch stärker als bisher unter internationalen Aspekten beurteilt werden. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang

- eine Intensivierung der internationalen Kooperation bei Forschung und Entwicklung insbesondere auf dem Gebiet der Sonnenenergienutzung,
- die Entwicklung gemeinsamer Förderkonzepte für die Markteinführung in Europa und nicht zuletzt
- die Zusammenarbeit zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen in Entwicklungsländern, die sowohl aus

entwicklungspolitischen als auch aus technologiepolitischen Gründen verbessert werden sollte.

Eine Reihe von Nutzungssystemen erneuerbarer Energiequellen wird bei der angenommenen Energieverteilung sukzessive in den wirtschaftlichen Bereich hineinwachsen. Allerdings würde es sich ohne zusätzliche energiepolitische Maßnahmen um einen langwierigen Prozeß handeln. Ihn durch entsprechende Förderaktivitäten zu beschleunigen, hätte einen doppelten Vorteil: Einerseits

ließen sich schon früher die umweltentlastenden Wirkungen der erneuerbaren Energiequellen nutzen, andererseits könnte sich auch schneller ein Nachfragesog entwickeln, der bei den Herstellern die Chancen einer insgesamt kostengünstigeren Serienproduktion eröffnet. Nur bei einer entsprechend veränderten Energie- und Umweltpolitik werden die erneuerbaren Energiequellen ihren notwendigen Beitrag zu der von Bundesregierung und Parlament angestrebten Reduktion der Kohlendioxidemissionen leisten können.

Umweltprobleme in der Sowjetunion und Möglichkeiten für die internationale Zusammenarbeit

Der Umweltschutz hat für die Beziehungen des Westens zu den Ländern Osteuropas eine zunehmende Bedeutung. Mit dem Ende des kommunistischen Machtmopols und der Einleitung marktwirtschaftlicher Reformen haben sich die Kooperationsmöglichkeiten verbessert. Gleichzeitig ist die Einsicht gewachsen, daß der globale Klimaschutz und die grenzüberschreitenden Umweltprobleme in Europa eine Reduzierung der Umweltbelastung im Osten des Kontinents erforderlich machen. Dies gilt vor allem für die Sowjetunion, wo mit 17 Mill. t ebensoviel SO_2 emittiert wird wie in allen EG-Ländern zusammen. Nur 25 vH des reinigungsbedürftigen Abwassers wurden 1989 den sowjetischen Umweltvorschriften entsprechend geklärt. Giftmüll wird meist nur auf völlig ungesicherten Deponien gelagert. Eine große Umweltgefährdung geht von den zahlreichen Atomanlagen aus. Verantwortlich für die kritische Umweltsituation ist vor allem die Investitions- und Strukturpolitik. Ersatzinvestitionen werden chronisch vernachlässigt, die überlange Nutzungsdauer der Produktionsanlagen hat zu einer starken Überalterung des Kapitalstocks geführt. In der Investitionsstruktur haben die Energiewirtschaft und die Metallurgie ein sehr hohes Gewicht. Demgegenüber wird wenig für die Senkung des Rohstoff- und Energieverbrauchs getan. Mit nachsorgendem Umweltschutz kann die ökologische Krise in der Sowjetunion daher nicht gelöst werden, sondern nur durch einen Strukturwandel und eine grundlegende Modernisierung der Wirtschaft. Im Mittelpunkt der Zusammenarbeit mit dem Westen sollte die Förderung dieses Modernisierungsprozesses stehen. Wichtige Kooperationsfelder könnten Maßnahmen zur Einsparung von Rohstoffen und Energie, die Erhöhung der Reaktorsicherheit und die Konversion der sowjetischen Rüstungsindustrie auf die Herstellung von Umweltschutztechnik sein.

Luftverschmutzung

Die Summe der statistisch erfaßten Schadstoffemissionen wird für 1989 mit 94 Mill. t angegeben; davon entfallen 58,5 Mill. t auf die Industrie und 35,5 Mill. t auf den Straßenverkehr (Tabelle 1). Nicht nachgewiesen werden die Emissionen des Schienen-, Luft- und Schifffverkehrs, und die der Landwirtschaft sowie die durch die Armee, den Hausbrand und die Müllverbrennung verursachten Emissionen. Sie werden insgesamt auf 20 bis 30 Mill. t geschätzt.

Die Industrieemissionen sind im wesentlichen fünf Schadstoffen zuzurechnen (in Mill. t): Schwebstoffe — 13,7; Schwefeldioxid (SO_2) — 16,8; Kohlenmonoxid (CO) — 14,0; Stickoxide (NO_x) — 4,5; Kohlenwasserstoffe

(C_xH_x) — 8,4¹ (Tabelle 1). Die Verkehrsemissionen bestehen aus 28 Mill. t CO, 1,8 Mill. t NO_x und 5,7 Mill. t C_xH_x .

Ein Drittel der Schwebstoffe wird von der Stromwirtschaft emittiert, 15 vH von der Eisen- und Stahlindustrie, 10 vH von der Baumaterialienindustrie und 5 vH von der NE-Metallurgie. Bei SO_2 hat die Stromwirtschaft einen Anteil von über 40 vH, die NE-Metallurgie von 25 vH und die Eisen- und Stahlindustrie von 6 vH. Bedeutendster industrieller Emittent von CO ist die Eisen- und Stahlindustrie mit 45 vH, gefolgt von der Erdölindustrie (7 vH). 60 vH der NO_x -Emissionen der Industrie sind auf die Stromwirtschaft zurückzuführen, 10 vH auf die Eisen- und Stahlindustrie. Die C_xH_x -Emissionen konzentrieren sich auf drei Industriezweige, und zwar die Erdölindustrie mit einem Anteil von 50 vH, die Erdölverarbeitung und Petrochemie mit 25 vH und die Erdgasindustrie mit knapp 20 vH (Tabelle 2).

Die Industrieemissionen sind regional sehr ungleichmäßig verteilt. Reichlich die Hälfte der Gesamtemissionen fiel 1988 allein in fünf Wirtschaftsregionen an: im Ural, im Donez-Dnjepr-Gebiet, in West-Sibirien, in Kasachstan und in Ost-Sibirien (Tabelle 3). Extrem hohe Emissionen weisen einige Standorte der Eisen- und Stahlindustrie, der NE-Metallurgie und großer Kohlekraftwerke auf. Das NE-Kombinat von Norilsk (Ost-Sibirien) emittierte 1988 2,4 Mill. t Schadstoffe, davon allein 2,2 Mill. t SO_2 . Große Stahlkombinate sind primär verantwortlich für die Höhe der Schadstoffemissionen in Krivoj Rog (1,3 Mill. t), Magnitogorsk (874 000 t), Mariupol (814 000 t), Temirtau (937 000 t), Nowokusnezsk (889 000 t), Lipezk (745 000 t), Tscherepowez (669 000 t) und Nishnij Tagil (663 000 t). In diesen Städten entfällt über die Hälfte der Emissionen auf CO. Die Schadstoffemissionen in Ekibastus (765 000 t) stammen zu 97 vH aus der Stromwirtschaft. Erschreckend hoch sind hier mit 490 000 t die Emissionen von Flugasche² (Tabelle 4).

Der Grad der Schadstoffrückhaltung in der sowjetischen Industrie ist niedrig. Nur bei Schwebstoffen wird fast die gesamte Schadstoffmenge durch Filter aufgefangen. Bei SO_2 sind es demgegenüber nur 19 vH, bei CO 39 vH, bei NO_x 11 vH und bei Kohlenwasserstoffen 27 vH. Am höchsten ist der Anteil der zurückgehaltenen Schadstoffmenge in der Düngemittelindustrie und der

¹ Vgl. Die Umweltsituation und die Umweltschutzaktivitäten in der UdSSR 1989 (russ.), Moskau 1990, S. 11-12.

² Vgl. Der Stand der Luftverschmutzung und der Schadstoffemissionen in die Atmosphäre der Städte und Industriezentren der UdSSR im Jahr 1988. Band: Schadstoffemissionen im Jahr 1988 (russ.), Leningrad 1989, S. 273 ff.

Tabelle 1

Schadstoffemissionen in die Luft in der UdSSR

	1980	1985	1986	1987	1988	1989
	in Mill. t					
Alle Schadstoffe	110,8	105,0	103,6	100,5	97,5	94,0
— stationäre Quellen	72,8	68,3	66,5	64,3	61,7	58,5
— Verkehr	38,0	36,7	37,1	36,2	35,8	35,5
Schwebstoffe	15,8	16,6	16,2	15,4	14,7	13,7
Schwefeldioxid	19,9	19,6	18,7	18,6	17,7	16,8
Kohlenmonoxid	48,4	44,2	44,5	44,6	43,2 ³⁾	42,0 ³⁾
— stationäre Quellen	18,4 ²⁾	15,2 ²⁾	15,3	15,4	14,9	14,0
— Verkehr	30,0 ¹⁾	29,0 ¹⁾	29,2 ²⁾	29,3 ²⁾	28,3 ¹⁾	28,0 ¹⁾
Stickoxide	5,5	5,7	6,1	6,2	6,3 ³⁾	6,3 ³⁾
— stationäre Quellen	3,6 ²⁾	4,0	4,3	4,5	4,5	4,5
— Verkehr	1,9 ¹⁾	1,8 ¹⁾	1,9 ¹⁾	1,8	1,8 ¹⁾	1,8 ¹⁾
Kohlenwasserstoffe	15,2	14,8	15,2	14,8	14,2 ³⁾	14,1 ³⁾
— stationäre Quellen	9,1 ²⁾	8,9 ²⁾	9,0	8,4	8,5	8,4
— Verkehr	6,1 ¹⁾	5,9 ¹⁾	5,9 ¹⁾	5,8	5,7 ¹⁾	5,7 ¹⁾
	in Tsd. t					
Andere Schadstoffe aus stationären Quellen						
Schwefelwasserstoff			116,0	107,6	99,2	90
Schwefelkohlenstoff			89,9	82,2	77,0	70
Fluorverbindungen			29,6	27,8	25,9	25,4
Floride			21,2	21,0	19,5	
Chlor			7,6	6,9	5,2	4,8
Blei	13,0	10,0	10,0	8,7	7,9	6,3
Ammoniak			104,5	91,3	89,1	
Schwefelsäure			36,4	33,0	61,8	58,1
Azeton			12,8	13,6	13,5	
Xylol			11,2	12,9	10,8	
Toluol			5,2	5,8	6,0	
Phenol			7,3	7,5	8,0	
Chlorwasserstoff			6,5	5,6	5,6	
Salzsäure				5		
Formaldehyd			3,2	5,0	4,9	
Methanol			2,9	2,9	2,8	
Methylmerkaptan			1,6	2,2	2,3	
	in t					
Quecksilber			47	43	46,0	45
Benzpyren						32

1) Errechnet aus der Summe Verkehrsemissionen und Emissionsstruktur 1987. — 2) Als Differenz ermittelt. — 3) Addition.

Quellen: Energija: Ekonomika, tehnika, ekologija Nr. 3/1990, S. 39 f.; Sostojanie prirodnoj sredy v SSSR v 1988 godu, Moskau 1989, S. 64f.; Sostojanie prirodnoj sredy i prirodoochannaja dejatel'nost v SSSR v 1989 godu, Moskau 1990, S. 12; Ochrana okružajuschej sredy i racional'noe ispol'zovanie prirodnych resursov v SSSR, Moskau 1989, S. 83f; Ekologičeskie problemy energetiki, Novosibirsk 1989, S. 26; Vybrosty vrednych veščestv v 1988 godu, Leningrad 1989, S. 172 f. und Berechnungen des DIW.

Baumaterialienindustrie (jeweils 93 vH), am niedrigsten in der Erdgas- und in der Erdölindustrie (3 bzw. 6,5 vH)³⁾.

Gewässerschutz

Das Abwasservolumen betrug 1989 insgesamt 153,4 Mrd. m³, von denen 110 Mrd m³ gering belastet waren (z.B. Kühlwasser). 43,6 Mrd m³ wurden als reinigungsbedürftig eingestuft. Den Grenzwerten entsprechend geklärt wurden hiervon nur 25 vH, während 32,7 Mrd. m³ stärker

als zulässig verschmutzt eingeleitet wurden. 10,3 Mrd. m³ Abwasser wurden überhaupt nicht gereinigt. In den letzten Jahren sind die Grenzwerte der zulässigen Schadstoffkonzentration im Wasser mehrfach gesenkt worden, so daß die Menge des als übermäßig verschmutzt klassifizierten Abwassers ständig gestiegen ist (in Mrd. m³)⁴⁾:

³⁾ Vgl. ebenda, S. 203 ff.

⁴⁾ Vgl. Der Umweltschutz und die rationelle Nutzung natürlicher Ressourcen in der UdSSR (russ.), Moskau 1989, S. 62 ff. Die Umweltsituation..., a.a.O., S. 96 ff.

	1985	1986	1987	1988	1989
Reinigungsbedürftiges Abwasser	38,3	38,1	39,1	40,7	43,6
davon:					
— Vorschriftsgemäß gereinigt	22,4	23,0	18,5	12,1	10,9
— Unzulässig verschmutzt	15,9	15,1	20,6	28,6	32,7
davon:					
— Mangelhaft gereinigt	9,1	8,6	13,9	20,6	22,3
— Ohne Reinigung	6,9	6,5	6,7	8,1	10,3

Von den 1989 als unzulässig verschmutzt eingestuften Abwässern stammten 3,7 Mrd. m³ aus der Landwirtschaft, 14,2 Mrd. m³ aus der Kommunalwirtschaft und 14,3 Mrd. m³ aus der Industrie (Tabelle 6). Zu den Haupteinleitern verschmutzter Abwässer zählen die Holzverarbeitungs-, Zellstoff- und Papierindustrie, die chemische, petrochemische und erdölverarbeitende Industrie, die Metallurgie, die Düngemittelindustrie und die Kohlenindustrie. Insgesamt beliefen sich die 1989 in den Abwässern enthaltenen Schadstofflasten auf weit über 40 Mill. t, darunter 21 Mill. t Sulfate und 19 Mill. t Chloride (Tabelle 7).

Im Einzugsgebiet des Kaspischen Meeres waren 1989 12,1 Mrd. m³ Abwasser unzulässig belastet, von denen allein 10,8 Mrd. m³ auf die Wolga und ihre Nebenflüsse entfielen. Ein Einleitungsschwerpunkt ist hier das Gebiet von Moskau mit über 5 Mrd. m³ verschmutzter Abwässer. Vor allem die zahlreichen Stauseen der Wolga weisen

hohe Konzentrationen von Schwermetallen, Erdölprodukten und Phenolen auf.

Vom Territorium der UdSSR wurden 1989 im Einzugsgebiet der Ostsee 3,6 Mrd. m³ unzulässig belastete Abwässer eingeleitet (Tabelle 5). Zu den Schadstofflasten gehören 58 000 t Stickstoff, 352 000 t organische Stoffe, 375 t Zink, 42 t Blei und 167 t Kupferverbindungen. Mit 523 t entfallen auf Estland 57 vH der landesweit nachgewiesenen Phenoleinleitungen. Maßgeblich zur Verschmutzung der Ostsee tragen die kommunalen Abwässer von Leningrad, Tallinn, Riga, Klaipeda und Kaunas bei. Der wichtigste industrielle Einleiter ist die Zellulose- und Papierindustrie. Kritisch ist vor der Ostseeküste vor allem die Konzentration von Schwermetallen, Phenolen und Kohlenwasserstoffen im Wasser⁵.

Die Einleitung unzulässig verschmutzter Abwässer im Einzugsgebiet des Schwarzen und Asowschen Meers betrug 1989 knapp 8 Mrd. m³. Im Schwarzen Meer wurden hohe Konzentrationen von Phenolen und Kohlenwasserstoffen bei Odessa verzeichnet, das Asowsche Meer ist an mehreren Stellen stark mit Erdölprodukten, Phenolen, Schwermetallen und DDT belastet⁶.

⁵ Vgl. Die Umweltsituation..., a.a.O., Kap. 1.7.3.; Priroda i ce-lovek, Nr. 12/1990, S. 55.

⁶ Vgl. Die Umweltsituation ..., a.a.O. 1.7.2. und 1.7.3.; Meteorolo-gija i gidrologija, Nr. 11/1990, S. 115 ff.

Tabelle 2

Industrielle Schadstoffemissionen in die Luft nach Verursachern
in Mill. t pro Jahr

	1986	1987	1988	1989	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	
	Insgesamt				Schwebstoffe			SO ₂			CO			NO _x			C _x H _x			
Den zentralen Industrie-ministerien unterstellte Betriebe:																				
Energiewirtschaft	17,4	16,5	15,4	14,5	6,2	5,5	4,9	8,4	8,1	7,5	0,2	0,4	0,2	2,5	2,6	2,7	0,0	0,0	0,0	
Eisen- und Stahlindustrie	11,3	10,9	10,4	15,3	2,4	2,2	2,0	1,2	1,1	1,1	7,1	7,0	6,7	0,5	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	
NE-Metallurgie	6,3	6,1	5,9		0,8	0,7	0,8	4,6	4,7	4,5	0,7	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
Erdölindustrie	4,8	5,7	5,6	5,2	.	0,3	0,2	.	0,1	0,1	0,3	0,9	1,0	.	0,1	0,1	4,4	4,2	4,1	
Erdölverarbeitung und Petrochemie	4,3	4,0	3,7	4,2	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6	0,5	0,8	0,7	0,7	0,1	.	.	2,6	2,5	2,2	
Chemieindustrie	0,9	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	
Erdgasindustrie	2,4	2,4	2,7	2,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,2	0,3	0,2	1,3	1,1	1,4	
Baumaterialienindustrie	3,3	3,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,3	0,4	0,4	0,3	0,7	0,7	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
Nahrungsmittelindustrie	.	.	1,7	.	.	.	0,5	.	.	0,6	.	.	0,4	.	.	0,1	.	.	0,0	
Kohleindustrie	1,6	1,5	1,4	.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Holzverarbeitung, Zellstoff-, Papier	1,5	1,5	1,4	1,3	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Düngemittelindustrie	0,7	0,7	0,6	0,6	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
Pharmazeutische Industrie	0,2	0,2	0,2	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Maschinenbau	.	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Industrie insgesamt	65,4	64,3	61,6	58,5	16,5	15,7	14,7	18,7	18,6	17,7	15,3	15,4	14,9	4,3	4,5	4,5	9,0	8,4	8,5	

Quellen: Vybrosy vrednych veščestv v 1988 godu, Leningrad 1989, S. 172 ff.; Sostojanie prirodnoj sredy i prirodoochannaja dejatel'nost v SSSR v 1989 godu, Moskau 1990, S. 13.

Tabelle 3

Industrielle Schadstoffemissionen in die Luft nach Unionsrepubliken und Regionen
in Mill. t pro Jahr

	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
	Insgesamt			Schwebstoffe			SO ₂			CO			NO _x			C _x H _x		
RSFSR	39,3	39,4	38,1	8,8	8,7	8,4	11,2	11,1	10,5	8,8	9,2	8,9	2,8	2,9	2,8	7,0	7,6	6,8
— Nordrayon	3,2	3,5	3,5	0,7	0,7	0,7	1,2	1,2	1,1	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	0,7
— Nordwestrayon	1,0	1,0	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
— Zentralgebiet	4,1	3,9	3,6	1,1	1,0	1,1	1,3	1,2	1,1	0,8	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
— Wolga-Wjatskij-Gebiet	1,1	1,1	1,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
— Zentr. Schwarzerdegebiet	1,5	1,4	1,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
— Wolgagebiet	3,0	2,8	2,9	0,4	0,4	0,3	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	1,1	1,0	0,9
— Nordkaukasus	1,9	1,9	1,8	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6	0,6
— Ural	9,0	9,0	8,6	2,3	2,3	2,2	2,6	2,6	2,3	2,4	2,5	2,4	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8
— West-Sibirien	7,2	7,6	7,4	1,2	1,3	1,2	0,7	0,8	0,7	1,6	2,0	2,0	0,5	0,6	0,6	3,1	2,8	2,8
— Ost-Sibirien	5,0	5,0	4,7	1,1	1,0	0,9	2,9	2,9	2,8	0,7	0,7	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
— Fernostregion	2,1	2,0	1,9	0,8	0,9	0,8	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ukraine	11,9	11,5	11,0	2,6	2,6	2,3	3,4	3,3	3,2	4,3	4,1	3,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5
— Donez-Dnjepr-Region	8,8	8,4	8,0	1,9	1,9	1,7	2,4	2,2	2,2	3,5	3,3	3,2	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3
— Südwestregion	2,1	2,3	2,1	0,5	0,5	0,4	0,8	0,9	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
— Südregion	1,0	0,9	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Baltikum	1,4	1,4	1,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
— Litauen	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— Lettland	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— Estland	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transkaukasus	1,7	1,6	1,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3
— Georgien	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— Aserbaidshan	0,9	0,9	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
— Armenien	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zentralasien	2,5	2,3	2,2	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,6	0,5	0,6
— Usbekistan	1,5	1,4	1,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2
— Kirgisien	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— Tadshikistan	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— Turkmenien	0,6	0,6	0,6	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,3
Kasachstan	6,1	5,5	5,3	3,0	2,4	2,2	1,6	1,6	1,6	1,0	1,0	1,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
Weißrußland	1,4	1,4	1,3	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Moldawien	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Quelle: Vybrosy vrednych veshchestv v 1988 godu, Leningrad 1989, S. 182 ff.

Abfallbeseitigung

Noch völlig ungelöst sind die mit der Abfallbeseitigung verbundenen Umweltprobleme. In der Industrie fallen derzeit etwa 300 Mill. t Abfälle mit toxischen Inhaltsstoffen im Jahr an, von denen 250 Mill. t deponiert und knapp 40 Mill. t verwertet oder unschädlich gemacht werden. Die Menge des industriellen Giftmülls im engeren Sinne wird auf etwa 30 Mill. t beziffert, der Anfall an festen Haushaltsabfällen auf etwa 60 Mill. t⁷.

Die Industrieabfälle einschließlich des Giftmülls werden oft auf ungesicherten Deponien gelagert. Überwiegend wird das Betriebsgelände für diese Zwecke genutzt, mit-

unter aber auch Hausmülldeponien. Gesicherte regionale Giftmülldeponien gibt es nicht, ein 1984 gefaßter Regierungsbeschluß über die Einrichtung derartiger Deponien wurde nicht umgesetzt. Für die meisten toxischen Stoffe fehlen Verfahren für ihre Verwertung, Unschädlichmachung oder gefahrlose Deponierung. In zahlreichen Fällen ist durch industrielle Abfalldeponien das Grundwasser durch Schwermetalle oder giftige Chemikalien kontaminiert worden, z.B. in Kasachstan und am Donez-Becken.

⁷ Vgl. Ekonomika i zizn', Nr. 5/1991, S. 11; Pravitel'stvennyj vestnik, Nr. 40/1990, S. 6.

Tabelle 4

Schadstoffemissionen in einzelnen sowjetischen Städten von über 200 000 t im Jahr 1988
in 1000 t

Stadt	Republik/Region	Schadstoffe insgesamt	davon: Schwebstoffe	SO ₂	CO	NO _x	C _x H _x	Sonstige
UdSSR insgesamt		97 516						
Noriisk	RFSFR/Ost-Sibirien	2 368,1	32,8	2 244,3	37,8	18,4	3,8	31,0
Kriwoj Rog	Ukraine/Donetz-Dnjepr	1 328,2	207,9	98,1	960,3	41,2	16,2	4,5
Moskau	RFSFR/Zentralregion	1 113,1	29,8	70,6	661,5	140,3	186,0	24,9
Temirtau	Kasachstan	936,6	260,6	117,0	514,8	34,5	6,7	3,0
Nowokusnezsk	RFSFR/West-Sibirien	888,8	136,0	90,3	605,1	37,2	11,1	9,1
Magnitogorsk	RFSFR/Ural	873,7	170,2	83,9	567,2	35,8	9,8	6,8
Mariupol	Ukraine/Donetz-Dnjepr	813,9	112,9	54,1	602,1	32,4	7,9	4,5
Ekibastus	Kasachstan	765,3	490,3	171,4	18,2	81,8	3,6	0,0
Lipetzk	RFSFR/Zentrales Schwarzerdegebiet	745,3	56,3	55,4	588,7	29,2	12,4	3,3
Baku	Aserbaidshan	718,9	162,8	18,0	275,2	44,6	215,3	3,0
Tscherepowez	RFSFR/Nordregion	668,7	86,5	52,5	472,7	37,3	10,1	9,6
Nishnij Tagil	RFSFR/Ural	662,5	150,9	64,8	403,6	30,4	9,9	2,9
Omsk	RFSFR/West-Sibirien	613,2	104,4	184,1	161,3	44,4	110,7	8,3
Leningrad	RFSFR/Nord-West-Region	608,3	46,1	73,6	332,1	67,8	76,9	11,8
Asbest	RFSFR/Ural	538,2	252,9	175,2	14,3	92,4	3,4	0,0
Tscheljabinsk	RFSFR/Ural	521,0	93,6	60,1	279,3	34,5	50,8	2,7
Troitzk	RFSFR/Ural	495,1	320,8	139,8	4,5	29,1	0,8	0,1
Angarsk	RFSFR/Ost-Sibirien	482,1	124,7	138,5	75,8	30,3	109,4	3,4
Taschkent	Usbekistan	453,7	14,7	30,9	296,2	56,1	55,2	0,6
Ufa	RFSFR/Ural-Baschkirien	415,2	9,2	72,3	121,6	30,6	177,4	4,1
Dnepropetrowsk	Ukraine/Donetz-Dnjepr	401,3	72,6	110,8	143,5	46,5	26,1	1,8
Zaporoschje	Ukraine/Donetz-Dnjepr	371,8	69,7	25,2	228,9	19,6	22,9	5,5
Krasnojarsk	RFSFR/Ost-Sibirien	366,2	78,3	39,0	198,6	18,4	22,5	9,4
Debalzewo	Ukraine/Donetz-Dnjepr	356,8	70,7	240,9	2,9	41,8	0,5	0,0
Pawlodar	Kasachstan	356,3	112,4	101,7	81,7	25,6	33,6	1,3
Kertsch	Ukraine/Krim	349,8	25,4	30,7	285,9	4,0	3,4	0,4
Wolgograd	RFSFR/Wolgagebiet	343,9	41,8	37,6	151,2	24,8	80,3	8,2
Nowosibirsk	RFSFR/West-Sibirien	343,8	81,2	74,8	123,4	37,9	24,4	2,1
Groznyj	RFSFR/Nord-Kaukasus	342,5	3,2	38,3	81,3	16,3	197,2	6,2
Makejewka	Ukraine/Donetz-Dnjepr	338,2	56,0	25,3	237,1	7,4	6,9	5,5
Dneprodzershinsk	Ukraine/Donetz-Dnjepr	336,5	52,8	46,5	200,9	23,6	7,3	5,4
Balchasch	Kasachstan	334,0	28,3	289,2	8,0	1,1	5,5	1,9
Tbilisi	Georgien	324,7	7,2	4,6	247,1	22,3	39,5	4,0
Orsk	RFSFR/Ural	317,0	52,0	180,5	28,0	10,4	43,0	3,1
Kiew	Ukraine	314,8	12,3	19,2	199,5	33,8	47,5	2,5
Ermak	Kasachstan	307,1	147,6	116,1	11,1	31,1	1,1	0,1
Donezk	Ukraine/Donetz-Dnjepr	305,3	21,7	31,6	209,4	14,0	22,9	5,7
Narwa	Estland	289,0	137,2	123,4	12,8	12,9	2,6	0,1
Nowokujbyschewsk	RFSFR/Wolgagebiet	285,5	2,2	53,6	53,3	21,4	150,1	4,9
Jaroslavl	RFSFR/Zentralregion	285,2	22,0	37,9	104,6	18,3	97,3	5,1
Gorki	RFSFR/Wolga-Wjatskij-Gebiet	279,6	25,7	57,1	136,2	23,1	33,4	4,1
Perm	RFSFR/Ural	271,9	12,9	39,0	87,6	31,2	91,3	9,9
Kujbyschew	RFSFR/Wolgagebiet	269,5	16,5	39,2	126,7	23,3	60,7	3,1
Nowotscherkassk	RFSFR/Nordkaukasus	267,1	85,3	125,2	30,7	20,7	4,2	1,0
Barnaul	RFSFR/West-Sibirien	263,9	58,2	51,4	102,9	24,0	17,4	10,0
Suworow	RFSFR/Zentralregion	261,0	160,5	61,2	4,8	33,2	1,2	0,1
Kommunarsk	Ukraine/Donetz-Dnjepr	254,6	81,7	20,1	128,8	13,8	3,8	6,4
Dnjestrrowsk	Moldawien	252,7	37,7	178,2	36,6	0,2	0,0	0,0
Karaganda	Kasachstan	245,3	61,7	43,2	109,5	15,4	15,0	0,5
Nowotroizk	RFSFR/Ural	240,7	40,8	22,2	156,7	17,0	2,1	1,9
Minsk	Weißrußland	238,5	10,1	29,9	134,2	26,3	27,5	10,5
Fergana	Usbekistan	233,8	18,9	28,0	92,9	20,4	70,4	3,2
Schabarowsk	RFSFR/Fern-Ost-Region	231,3	48,6	55,4	81,5	15,0	30,6	0,2
Orenburg	RFSFR/Ural	231,2	6,8	101,2	79,1	25,6	17,7	0,8
Odessa	Ukraine/Dnjestr-Region	228,6	19,1	15,3	139,0	12,4	37,9	4,9
Erewan	Armenien	226,0	5,0	15,4	150,2	18,0	35,7	1,7
Rjasan	RFSFR/Zentralregion	225,0	7,8	43,8	72,5	12,2	77,1	11,6
Nikel	RFSFR/Nordregion-Kola	217,6	4,1	211,4	1,6	0,2	0,3	0,0
Alma Ata	Kasachstan	211,3	9,7	15,6	145,5	14,4	24,0	2,1
Atschinsk	RFSFR/Ost-Sibirien	210,4	143,9	24,5	20,8	14,0	2,7	4,5
Krasnodar	RFSFR/Nordkaukasus	209,4	6,5	28,4	127,0	13,0	33,2	1,3
Serow	RFSFR/Ural	203,6	71,0	58,7	61,6	10,3	1,1	0,9

Quelle: Vybrosty vrednych wescstv v 1988 godu, Leningrad 1989, S. 273 ff.

Tabelle 5

Abwassereinleitung in der UdSSR
in Mill. m³

Republik	Gesamte Abwassermenge					davon				
						unzulässig verschmutzt				
	1985	1986*	1987	1988	1989	1985	1986*	1987	1988	1989
UdSSR	38 302	38 042	39 090	40 641	43 584	15 928	15 074	20 620	28 646	32 652
RSFSR	25 967	25 501	26 284	27 899	30 633	11 981	11 170	16 723	23 323	27 146
Ukrainische SSR	5 835	5 936	6 010	6 396	6 706	1 299	1 187	1 152	2 634	2 900
Belorussische SSR	821	892	930	958	994	93	80	80	63	65
Usbekische SSR	1 303	1 337	1 402	831	762	411	401	390	349	265
Kasachische SSR	607	584	632	618	591	280	292	316	340	339
Georgische SSR	622	602	602	626	626	343	337	372	317	317
Aserbaidshanische SSR	623	624	603	601	597	450	418	404	349	291
Litauische SSR	422	432	411	449	450	334	337	295	326	336
Moldawische SSR	264	267	271	288	298	41	112	100	91	91
Lettische SSR	365	357	363	366	367	247	232	250	257	257
Kirgisische SSR	195	160	177	191	180	12	8	6	14	40
Tadshikische SSR	247	257	267	297	286	60	67	81	91	110
Armenische SSR	539	587	600	608	557	180	235	248	295	248
Turkmenische SSR	22	15	13	13	20	1	1	1	0	1
Estnische SSR	470	490	526	500	517	196	196	203	197	246
Ostsee	4 513	4 489	4 488	4 434	4 727	2 753	2 469	2 648	3 434	3 616
— Newa									1 310	1 540
— Ladoga-See	465	455	400	392		265	255	360	392	
Schwarzes und Asowsches Meer	10 246	10 343	10 344	11 407	12 950	3 586	3 413	3 724	5 627	7 909
— Schwarzes Meer									1 960	
— Dnjepr	3 333	3 392	3 480	3 758	3 893	933	882	870	1 418	1 713
Asowsches Meer									3 667	
— Don	2 141	2 225	2 318	2 471	2 615	471	445	788	1 451	1 595
— Kuban									1 212	2 090
Kaspisches Meer	12 352	12 319	12 821	13 845	14 200	3 582	3 449	7 821	11 395	12 070
— Kura									522	
— Wolga	10 079	9 897	10 356	11 439	11 889	2 419	2 177	6 576	10 209	10 819
— Oka									4 241	
— Kama									1 807	
— Ural	200	198	220	205	229	40	38	40	125	149
Aralsee									570	
— Amudarja									94	
— Syrdarja									357	
Amur									462	640
Lena									107	
Jennissej	1 846			1 250		1 126			2 078	2 800
Ob	3 681			3 970		4 038		1 951	2 654	2 988
Baikal-See	181	188	193	195		124	66	107	192	198
Nördliche Dwina									812	
Petschora									50	

* Schätzungen. — 1) Ohne Kühlwasser und gering belastete Abwässer.

Quellen: Statistische Jahrbücher der UdSSR und der RSFSR 1988 und 1989 ; Ochrana okružajušej sredy i racional'noe ispol'zovanie prirodnych resursov v SSSR, Moskau 1989; Sostojanie prirodnoj sredy i prirodoochannaja dejatel'nost v SSSR v 1989 godu, Moskau 1990 ; Priroda i čelovek Nr. 12/1990, S. 55; Glasnost Nr. 13/1990 und Schätzungen des DIW.

Bei der Beseitigung von Hausmüll spielt die Müllverbrennung mit einem Anteil von 2,2 vH nur eine geringe Rolle. 96,5 vH des Hausmülls werden deponiert, 1,3 vH verarbeitet. In den nächsten 15 Jahren soll der Anteil der Müllverbrennung und -verwertung in der RSFSR (Russi-

sche Föderation) bis auf 20 vH gesteigert werden. Bei der Müllverbrennung gibt es allerdings Probleme mit Emissionen von Dioxin, Chlor-, Fluor- und Kohlenwasserstoffen sowie Schwermetallen. Es fehlen Geräte für eine effiziente Emissionskontrolle.

Tabelle 6

Einleitung unzulässig verschmutzter Abwässer nach Verursachern
in Mill. m³

	1985	1987	1988	1989
Insgesamt	15 929	20 620	28 646	32 652
Kommunalwirtschaft	5 807	9 217	12 948	14 200
Landwirtschaft			2 400	3 700
Industrie insgesamt			12 800	14 300
Den zentralen Industrieministerien unterstellte Einleiter:				
Holz-, Zellulose- und Papierindustrie	2 520	2 694	2 718	2 660
Eisen- und Stahlindustrie	1 040	1 084	1 320	2 170
NE-Metallurgie	646	490	629	
Düngemittelindustrie	671	961	1 104	1 000
Elektrizitätswirtschaft	264	314	1 097	
Chemieindustrie	462	512	959	
Erdölverarbeitende und petrochemische Industrie	455	552	1 251	2 610
Kohleindustrie	336	444	574	850
Pharmazeutische Industrie	173	178	185	
Baumaterialienindustrie	64	85	56	
Den Republikbehörden untergeordnete Einleiter: (Industrie- und Kommunalbetriebe)				
Russische Föderation	5 187	6 974	12 357	
Ukraine	559	494	1 301	2 900
Litauen	293	257	312	336
Aserbajdschan	305	317	288	291
Lettland	216	226	252	257
Weißrußland	70	55	48	65
<i>Quellen:</i> Sostojanje prirodnoj sredy v SSR 1988 godu, Moskau 1989, Seite 66 f.; Sostojanje prirodnoj sredy i prirodoochannaja dejatel'nost v SSR 1989 godu, Moskau 1990, Seite 175 ff.; Ochrana okružajušej sredy i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov v SSSR. Moskau 1989, S. 34 u. S. 80.				

Umweltgefährdung durch Atomanlagen

Vor fünf Jahren ereignete sich bei Tschernobyl die bislang schwerste Katastrophe in einem Kernkraftwerk. Besonders stark wurde Weißrußland von ihr betroffen. Die radioaktive Verschmutzung (Fall out) der Republik wird mit 70 vH der Bombe von Hiroshima angegeben. Reichlich die Hälfte des radioaktiven Niederschlags nach der Havarie im europäischen Teil der UdSSR entfallen allein auf das Gebiet von Gomel⁸.

Über die Auswirkungen des Unglücks auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung gibt es bis heute kein klares Bild. Die offiziellen Angaben werden oft bezweifelt. Selbst die amtlichen Zahlen zeugen aber von einer hohen Strahlenbelastung in der Katastrophengebiet. So gelten in Weißrußland 20 vH und in der Ukraine 12 vH der landwirtschaftlichen Nutzfläche als radioaktiv verseucht. Die Konzentration von Cäsium-137 in der Luft war 1989 in Kiew 3mal so hoch wie im Unionsdurchschnitt, in Minsk 11mal und in Gomel 13mal. Die radioaktiven Niederschläge betragen landesweit 9 Bq/m² Cäsium 137 im Jahr, in Kiew 130, in Gomel 82 und in Minsk

21 Bq/m²⁹. Ende 1989 lebten 3,9 Mill. Menschen in Gebieten mit erhöhter radioaktiver Belastung, davon 2,1 Mill. in Weißrußland, 1,5 Mill. in der Ukraine und 300 000 in der RSFSR. In den Wohngebieten von 268 000 Menschen ist die radioaktive Belastung des Bodens mit über 15 Curie/km² Cäsium 137 so hoch, daß eine Umsiedlung nach einem im März 1991 in der Ukraine erlassenen Gesetz zwingend erforderlich ist¹⁰. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Reaktorkatastrophe werden auf bis zu 250 Mrd. Rubel geschätzt, ohne Berücksichtigung der mit den Gesundheitsschäden verbundenen Kosten¹¹. Zunehmende Sorgen bereitet der zerstörte Reaktor, unter dessen Trümmern 185 t Kernbrennstoff vermutet werden. Seine Betonhülle hält der radioaktiven Strahlung auf Dauer nicht

⁸ Vgl. Celovek i ekonomika Nr. 6/1990, S. 39.

⁹ Vgl. Die Umweltsituation..., a.a.O., S. 83 und 189; Pravda Ukrainy vom 7. Februar 1991.

¹⁰ Vgl. Energija, ekonomika, tehnika, ekologija Nr. 7/1990, S. 3; Pravda Ukrainy vom 22. März 1991.

¹¹ Vgl. Energija ekonomika, tehnika, ekologija Nr. 7/1990, S. 2 und Nr. 8/1990, S. 3 ff.

Tabelle 7

Einleitung von Schadstoffen in die Abwässer in der UdSSR 1989

Republik	Abwasser- einleitung unzulässig verschmutzt in Mrd. cbm	Schadstoffe														
		BSB	Mineral- ölpro- dukte in 1000 t	Schweb- stoffe	Sulfate	Chloride	Phosphor	Ammo- niak- stickstoff	Phenole	Tenside	Kupfer	Eisen	Zink	Nickel	Chrom	Queck- silber in kg
UdSSR	32,7	1 599	74	2 236	20 953	19 189	65 689	240 056	925	15 726	1 002	37 435	2 367	915	967	1 978
RFSFR	27,1	1 067	29	1 646	11 528	8 503	52 440	175 732	280	12 554	805	34 041	2 040	742	752	1 714
Ukrainische SSR	2,9	136	7	155	1 398	1 081	7 896	28 839	72	1 124	94	1 924	22	68	92	119
Belorussische SSR	0,1	19	1	21	371	1 216	838	7 822	0	180	20	242	35	63	33	
Usbekische SSR	0,3	105	24	102	257	809	121	3 846	5		4	69		2		
Kasachische SSR	0,3	12	0	34	164	97	694	5 684	2	595	26	113	51	0	4	143
Georgische SSR	0,3	20	2	56	17	2	0	241	10	0	0	41	0	0	13	
Aserbaidshansische SSR	0,3	17	4	33	2 024	324	544	2 945	28	512	2	247	2			
Litauische SSR	0,3	64	1	48			881		0	2	32	464	88	35	51	
Moldawische SSR	0,1	6	0	9	45	48	636	27	2	64	0	26	0	0	1	
Lettische SSR	0,3	47	1	35	7	15	944	0	2	525	5	159	11	3	11	
Kirgisische SSR	0,0	4	0	8	7	8	37	933	0	64	3	60	118	2	8	2
Tadschikische SSR	0,1	5	0	9	1 912	1 475	0	890	19	1	25	1	1	2		
Armenische SSR	0,2	46	6	49	2 942	3 258	70	292				9	15			
Turkmenische SSR	0,0	0	0	0	152	2 322		20	0	4		0				
Estnische SSR	0,2	49	0	31	130	31	588	12 782	523	83	2	6	0	0	1	

Quelle: Sostojanie prirodnoj sredy i prirodoochannaja dejatel'nost v SSR 1989 godu, Moskau 1990, Seite 99.

stand, außerdem wird eine radioaktive Verseuchung des Grundwassers und des Dnjepr befürchtet¹².

Hohe radioaktive Umweltbelastungen gibt es auch in anderen Regionen, insbesondere in den Nachbarbezirken des Testgeländes von Semipalatinsk und in dem Gebiet 100 km nördlich von Tscheljabinsk. An diesem Standort der Plutoniumwirtschaft ereignete sich 1957 eine Explosion in einem Lager für radioaktive Abfälle, bei der über 2 Mill. Curie freigesetzt wurden. Ein Teil des Komplexes ist stillgelegt worden, es werden hier aber immer noch verbrauchte Brennstäbe aus Kernkraftwerken verarbeitet. In den Gewässern sind große Mengen Atommüll gelagert, im Karatschai-See allein 120 Mill. Curie radioaktiver Substanzen. Der Fluß Tetscha mußte auf einer Länge von 200 km wegen der Strahlenbelastung zum Sperrgebiet erklärt werden. Auch die Folgewirkungen der Katastrophe von 1957 sind noch spürbar¹³. Im Gebiet von Swerdlowsk mußte ein Dorf wegen der durch eine ungesicherte Atommülldeponie verursachten Strahlenbelastung evakuiert werden¹⁴. Bei Tomsk wurde im Frühjahr 1990 eine übermäßige radioaktive Belastung des Wildes und der Fische festgestellt, eine Folge der unsachgemäßen Entsorgung der Abfälle des dortigen Atomkraftwerks¹⁵.

Ursachen der Umweltkrise

Die Defizite im Umweltschutz können nicht einfach auf fehlende finanzielle Möglichkeiten zurückgeführt werden.

Immerhin werden die Umweltschäden auf 50 bis 70 Mrd. Rubel im Jahr geschätzt. Die Umweltinvestitionen betragen nur ein Zwanzigstel dieser Summe. Es fehlt aber ein wirksamer Mechanismus zur Internalisierung der externen Kosten der Umweltverschmutzung. Sowohl im traditionellen Plankennziffersystem als auch bei der Selbstfinanzierung wirken sich Umweltschutzmaßnahmen auf die betrieblichen Erfolgskriterien und damit ihre finanziellen Fonds negativ aus. Ein Interesse am Umweltschutz haben daher weder die Unternehmen noch die an Planerfüllung orientierten Branchenministerien. Die niedrigen Rohstoff- und Energiepreise haben die Verschwendung gefördert, Boden und Wasser wurden bis jetzt unentgeltlich oder zu minimalen Tarifen genutzt. Die Subventionierung der unrentablen Betriebe hat dazu geführt, daß es keinen ökonomischen Zwang zum sparsamen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen gab.

Ein wesentlicher Grund für die Umweltbelastung ist auch die Investitions- und Strukturpolitik. Die Nutzungsdauer der Anlagen übertrifft bei weitem die im Westen üblichen Werte, die Ersatzinvestitionen sind unzureichend. In den stark umweltbelastenden Bereichen Stromwirt-

¹² Vgl. Pravda Ukrainy vom 8. Februar 1991; Izvestija vom 10. April 1991.

¹³ Vgl. Izvestija vom 5. September und 5. Oktober 1990; Die Welt vom 1. Oktober 1990.

¹⁴ Vgl. Izvestija vom 10. Januar 1991.

¹⁵ Vgl. Izvestija vom 3. Mai 1990.

Tabelle 8

Staatliche Umweltschutzinvestitionen und Inbetriebnahme von Umweltschutzanlagen

	1976-1980 ¹⁾	1981-1985 ¹⁾	1986	1987	1988	1989	1986-1989 ¹⁾
	in Mill. Rubel, Preise 1984						
Gesamte staatliche Umweltschutzinvestitionen	2 165	2 224	2 615	2 663	3 122	3 255	2 914
darunter:							
— Gewässerschutz	1 668	1 617	1 798	1 902	2 091	2 166	1 989
— Luftreinhaltung	190	180	263	273	317	404	314
— Bodenschutz	222	235	249	274	393	441	339
— Maßnahmen gegen Bodenerosion	.	158	151	179	217	229	194
— Schutz der Bodenschätze und rationelle Nutzung der mineralischen Ressourcen	.	106	216	144	217	140	179
	in Mill. m ³ /je Tag						
Inbetriebnahme von:							
— Anlagen zur Abwasserreinigung	7,4	5,4	7,0	5,1	5,2	4,4	5,4
— Wasserkreislaufsysteme	24,3	24,4	24,6	29,9	15,5	15,9	21,5
	in Mill. m ³ Gas/je Stunde						
— Anlagen zur Luftreinhaltung	34,5	40,0	38,8	48,2	25,8	31,2	36,0
¹⁾ Durchschnitt. <i>Quellen:</i> Statistische Jahrbücher der UdSSR, Statistisches Taschenbuch der UdSSR 1989 und Vestnik Statistiki Nr. 6/1990.							

schaft und Eisen- und Stahlindustrie beträgt die durchschnittliche Nutzungsdauer des Anlagevermögens etwa 50 Jahre. Über die Hälfte des Stahls wurde 1989 nach dem Siemens-Martin-Verfahren erzeugt. Ein erheblicher Teil der Umweltbelastung wird daher durch überalterte und stark verschlissene Produktionsanlagen verursacht, die einen hohen Rohstoff- und Energieverbrauch haben und sehr störanfällig sind. Zudem haben in der Branchenstruktur der Investitionen die Energiewirtschaft und die Metallurgie ein zu hohes Gewicht. Fast die Hälfte der Investitionen in der Industrie in den Jahren 1986 bis 1989 wurde hier getätigt, allein 40 vH im „Brennstoff- und Energiekomplex“. Gleichzeitig wurde wenig für die Förderung von Energiesparmaßnahmen getan. Die Investitionspolitik blieb einseitig auf eine Erhöhung des Energieangebots ausgerichtet.

Die Umweltkrise in der UdSSR ist das Ergebnis eines extensiven, d.h. auf ständig steigendem Input basierenden Wirtschaftswachstums. Es war mit einer Fehlallokation von Kapital verbunden, deren Folgen ökonomisch und ökologisch gleichermaßen fatal sind. Anders als im Westen hat es kaum einen wirtschaftlichen Strukturwandel gegeben, die grundstoffnahen Zweige der Schwerindustrie dominieren. Die zahlreichen veralteten Anlagen verursachen hohe Produktionskosten und große Umweltbelastungen. Mit nachsorgendem Umweltschutz läßt sich die ökologische Krise in der Sowjetunion nicht lösen, oft ist er auch ökonomisch gar nicht mehr vertretbar. Notwendig ist eine Umstrukturierung der sowjetischen Volkswirtschaft unter Einbeziehung des Umwelt-

schutzes; wichtig ist dabei die Senkung des Rohstoff- und Energieverbrauchs. Einen derartigen ökonomisch-ökologischen Modernisierungsprozeß sollte der Westen im eigenen Interesse unterstützen. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umweltschutzpolitik müssen allerdings zunächst in der Sowjetunion selbst geschaffen werden. Hierzu zählen vor allem die Beseitigung der Subventionierung des Energieverbrauchs und die Durchsetzung des Verursacherprinzips, d.h. die Internalisierung der externen Kosten der Umweltverschmutzung sowie generell die Schaffung marktwirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit dem Westen im Umweltbereich

Beim Handel mit nachsorgender Umwelttechnik sind die Perspektiven skeptisch einzuschätzen. Zwar ist der Bedarf z.B. an Entschwefelungsanlagen groß, die Verschuldung der UdSSR gestattet aber kaum nennenswerte Importe. Bessere Aussichten dürften bei Vorhaben bestehen, wo der Umweltschutz mit allgemeiner Modernisierung verbunden ist, insbesondere in den für den Export wichtigen Bereichen. Dies trifft auf die Erdöl- und Erdgasindustrie zu. So wurden bei der Erdölförderung 1989 12,5 Mrd. m³ Gas abgepackelt, die Förderverluste der Gasindustrie betragen 13,7 Mrd. m³. Eine Reduzierung dieser Verluste wäre ökologisch wünschenswert und ökonomisch vorteilhaft. In der NE-Metallurgie gibt es positive Erfahrungen bei der Modernisierung der Nickelindustrie

auf der Halbinsel Kola mit norwegischer und finnischer Hilfe. Ansätze für eine sinnvolle Kooperation könnte es auch bei der Umrüstung der chemischen, der pharmazeutischen und der Zellstoffindustrie geben, wo wegen der umweltbedingten Stilllegung von Betrieben große Schwierigkeiten bei der Versorgung des Binnenmarktes entstanden sind.

Da der Bedarf an Umweltschutztechnik durch Importe nicht gedeckt werden kann, ist es für die Sowjetunion notwendig, die eigene Umweltschutzindustrie auszubauen. Umweltschutztechnik wird derzeit zwar in einigen Betrieben des Chemie- und Erdölanlagenbaus hergestellt, jedoch nicht in ausreichendem Umfang und in zum Teil unbefriedigender Qualität. Joint-ventures würden der Sowjetunion einen Transfer von westlicher Technologie, westlichem Kapital und Management gestatten und wären aus ihrer Sicht der vorteilhafteste Weg beim Aufbau einer Umweltschutzindustrie. Ein Engagement westlicher Unternehmen kann jedoch nur bei konsequenten marktwirtschaftlichen Reformen erwartet werden. Garantien gegen den Eingriff staatlicher Stellen müssen gewährleistet sein. Ein sinnvolles Feld der Kooperation könnte die Umstellung von Rüstungsbetrieben auf die Produktion von Umwelttechnik sein. Diese Umstellung ist Bestandteil des Langzeitprogramms für den Umweltschutz bis zum Jahr 2005.

Ein bedeutsames Feld der Zusammenarbeit ist die Reaktorsicherheit. Die Katastrophe von Tschernobyl hat die Dringlichkeit der Zusammenarbeit auf diesem Gebiet deutlich gemacht. Erklärte Sicherheitsdefizite bestehen vor allem bei den älteren Kernkraftwerken des Typs WWER-440 und bei denen des Typs RBMK-1000, auf deren Stilllegung hingewirkt werden sollte. Generell beklagt werden häufig die Unzuverlässigkeit der elektrotechnischen Ausrüstung, das rückständige Automatisierungsniveau, die unzureichenden Prozeßsteuerungs- und Kontrolleinrichtungen sowie die mangelhafte Schulung des Personals für Störfälle. Erforderlich sind ein verbesserter Informationsaustausch über Störfälle und eine verstärkte Zusammenarbeit im technischen Bereich und bei der Ausbildung.

Die Kooperation im Umweltbereich auf der staatlichen Ebene wird oft zu einseitig unter dem Gesichtspunkt des Finanztransfers gesehen. Umfang und Wirkung westlicher Finanzhilfen sollten aber nicht überschätzt werden. Grundsätzlich muß das Verursacherprinzip auch im internationalen Umweltschutz dominierend bleiben. Die materiellen Voraussetzungen für einen verbesserten Umweltschutz in der Sowjetunion müssen durch eine auf Ressourceneinsparung ausgerichtete Investitionspolitik und durch eine Senkung der Rüstungsausgaben geschaffen werden. Eine Unterstützung des Umweltschutzes durch westliche Staaten darf das Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ nicht sprengen. Gefördert werden können in der Regel nur Pilotprojekte, außerdem kann die zwischenstaatliche Kooperation die Rahmenbedingungen für Unternehmens-

aktivitäten auf diesem Gebiet verbessern. Weitergehende staatliche Hilfen sollten allerdings bei der Bewältigung der Folgelasten der Katastrophe von Tschernobyl gewährt werden.

Die Umweltverwaltung spielte in der Planwirtschaft nur eine Nebenrolle. Der Aufbau einer leistungsfähigen Umweltverwaltung könnte daher Gegenstand der zwischenstaatlichen Kooperation sein. Verbesserungswürdig ist auch die Erfassung der Umweltbelastung. Die meisten Emissionsdaten in der Sowjetunion sind geschätzt und nicht gemessen. Meßstellen für die Immissionen gibt es zwar, jedoch ist ihre Dichte unzureichend, und die Zuverlässigkeit der Zahlen muß bezweifelt werden. Hilfen beim Aufbau eines zuverlässigen Meßwesens sollten daher Priorität genießen, da sonst die Wirksamkeit der Umweltschutzmaßnahmen nicht kontrolliert werden kann. Wünschenswert wäre der Aufbau einer Umweltdatenbank für Europa.

Für eine spürbare Senkung der Umweltbelastung der UdSSR ist wohl ein erheblicher Kapitalaufwand erforderlich. Eine Kreditfinanzierung kommt daher nur in Frage, wenn Umweltschutzmaßnahmen in eine Modernisierung der Produktion integriert sind. Diese Projekte sollten die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung und andere internationale Entwicklungsbanken vorrangig fördern.

Ein Problem sind die Vertragspartner. Die Kompetenzen über Wirtschafts- und Umweltpolitik sind derzeit zwischen der Union und den Republiken strittig. Die Verhandlungen auf der staatlichen Ebene müssen daher die Republiken von vornherein einbeziehen.

Fazit

Eine Reduzierung der Umweltbelastung in der UdSSR liegt auch im westlichen Interesse. Hilfen bei der Bewältigung der Umweltprobleme sind daher notwendig. Nicht rückzahlbare staatliche Zuschüsse sind aber nur in Ausnahmefällen vertretbar, damit das Verursacherprinzip nicht unterlaufen wird. Kredite sollten schwerpunktmäßig für ökologisch-ökonomische Modernisierungsmaßnahmen gewährt werden, die gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der sowjetischen Wirtschaft erhöhen. Einen besonderen Stellenwert hat der Aufbau einer leistungsfähigen Umweltschutzindustrie in der UdSSR. Der Westen sollte in diesem Zusammenhang den Technologietransfer erleichtern und die Umstellung der Rüstungsindustrie auf die Herstellung von Umweltschutztechnik unterstützen. Für Joint-ventures auf diesem Gebiet müssen allerdings in der UdSSR erst die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen werden. Ein wichtiges Kooperationsfeld ist die Erhöhung der Reaktorsicherheit in sowjetischen Kernkraftwerken. Eine Zusammenarbeit ist sinnvoll beim Aufbau eines zuverlässigen Meßwesens zur Erfassung der Umweltbelastung.

Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung

Erscheinen zur Zeit im 60. Jahrgang. Format DIN A 4.

Heft 1/1990. 116 S. DM 74,—

Gedenkfeier für Ulrich von Hassel am 6. November 1989 im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung. Einführung von *Professor Dr. Lutz Hoffmann*.

Ulrich von Hassel — Ein Mann des Widerstands. Vortrag von *Professor Dr. Gregor Schöllgen*.

Staatliche Aufgaben im wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandel — Erfahrungen und Perspektiven. Von *Dieter Vesper*.

Unternehmensfinanzierung im Strukturwandel. Von *Heiner Flassbeck* und *Horst Tomann*.

Gesamtwirtschaftliche Effekte von Wechselkursänderungen — Analyse anhand eines ökonometrischen Konjunkturmodells für die Bundesrepublik Deutschland. Von *Rudolf Zwiener*.

Die Wirtschaft der DDR in der Honecker-Ära. Von *Doris Cornelsen*.

Die wirtschaftswissenschaftliche DDR-Forschung in der Sowjetunion. Von *Ulrich Weißenburger*.

Beschäftigungswirkungen der Entwicklungshilfe im Geberland: Eine vergleichende Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland und Großbritannien. Von *Dieter Schumacher*, *Mohammed H. Malek* und *Ronald S. May*.

Zahlenanhang: Vierteljährliche volkswirtschaftliche Gesamtrechnung einschließlich Geldvermögensveränderungen.

Heft 2-3/1990. 154 S. DM 89,60

Das Sozio-ökonomische Panel für die Bundesrepublik Deutschland nach fünf Wellen. Von der Projektgruppe „Das Sozio-ökonomische Panel“.

Die DDR-Stichprobe des Sozio-ökonomischen Panels — Konzept und Durchführung der „Basiserhebung 1990“ in der DDR. Von *Jürgen Schupp* und *Gert Wagner*.

Sektorale Effekte von Wechselkursänderungen — Eine Analyse anhand eines disaggregierten ökonometrischen Modells. Von *Gustav A. Horn*.

Veränderte Rahmenbedingungen für die Vorausberechnung der Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland. Von *Erika Schulz*.

Neue Technologien und regionale Beschäftigungsstrukturen. Von *Martin Gornig*.

Input-Output-Relationen für Nordrhein-Westfalen als Grundlage eines Strukturvergleichs mit der Bundesrepublik. Von *Reiner Stäglin* unter Mitarbeit von *Ingrid Ludwig* und *Joachim Schintke*.

Zahlenanhang: I. Vierteljährliche volkswirtschaftliche Gesamtrechnung einschließlich Geldvermögensveränderungen. II. Beschäftigung und Arbeitnehmereinkommen.

Heft 4/1990. 126 S. DM 79,60

Die Entwicklung der Einkommensverteilung in der Bundesrepublik Deutschland (ohne neue Bundesländer) seit 1970 nach Einkommensarten und nach Haushaltsgruppen. Von *Klaus-Dietrich Bedau*.

Die Konsumnachfrage im Konjunkturverlauf unter dem Aspekt der Dauerhaftigkeit der Güter — Aufbau einer Datenbasis. Von *Jochen Schmidt*.

Consumption matrices in the German Democratic Republic and in the Federal Republic of Germany — a Contribution to Intercountry Input-Output Analysis. By *Edith Biebler* and *Jochen Schmidt*.

Zur witterungs- und arbeitstäglichen Bereinigung des Bauvolumens. Von *Jochen A. Hübener*.

Fachhochschulen im Hochschulsystem der Bundesrepublik Deutschland — Analyse und Vergleich von Studium, Ausgaben und Personal. Von *Wolfgang Jeschek*.

Intersystem Comparison between the Federal Republic of Germany and Hungary on the Basis of SNA Type and MPS Type Input-Output Tables. By *György Boda* and *Reiner Stäglin*.

Zahlenanhang: Vierteljährliche volkswirtschaftliche Gesamtrechnung einschließlich Geldvermögensveränderungen.

Aus den Veröffentlichungen des DIW Sonderhefte

Erscheinen als neue Folge wieder seit 1948. Format DIN A 5.

- Nr.135 **Elemente regionaler Wohnungsmarktmodelle und offene Fragen der Wohnungsmarktanalyse.** Von Bernd Bartholmai. 43 S. 1982. DM 22,60.
- Nr.136 **Entwicklung und Struktur des deutsch-sowjetischen Handels — Seine Bedeutung für die Volkswirtschaften der Bundesrepublik Deutschland und der Sowjetunion.** Von Jochen Bethkenhagen und Heinrich Machowski. 83 S. 1982. DM 44,—.
- Nr.137 **Berechnung der Kosten für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1981.** Von Heinz Enderlein. 59 S. 1983. DM 22,60.
- Nr.138 **Die Bedeutung des innerdeutschen Handels für die Wirtschaft der DDR.** Von Doris Cornelsen, Horst Lambrecht, Manfred Melzer und Cord Schwartau. 203 S. 1983. DM 84,—.
- Nr.139 **Beurteilung der Wirtschaftlichkeitsschwelle und Analyse der Produktionskapazitäten bei neuen Technologien zur Energieeinsparung in mittel- und längerfristiger Sicht.** Von Hans-Joachim Ziesing. 458 S. 1983. DM 198,—.
- Nr.140 **Neuorientierung in den Beziehungen zwischen der Europäischen Gemeinschaft und den Entwicklungsländern.** Von Fritz Franzmeyer, Hans J. Petersen (Hrsg.). 251 S. 1984. DM 44,60.
- Nr.141 **Messen und Ausstellungen als expansive Dienstleistungen.** Von Uwe Müller. 100 S. 1985. DM 22,60.
- Nr.142 **Präferenzregelung der Forschungs- und Entwicklungsförderung in Berlin.** Von Kurt Hornschild. 68 S. 1985. DM 19,80.
- Nr.143 **Regionale Beschäftigungsentwicklung und produktionsorientierte Dienstleistungen.** Von Franz-Josef Bade. 280 S. 1987. DM 56,—.
- Nr.144 **Der Beitrag der Europäischen Gemeinschaft zur Bekämpfung des Hungers in der Welt.** Von Peter Hrubesch und Siegfried Schultz (Hrsg.). 259 S. 1987. DM 54,—.
- Nr.145 **Die Beseitigung von Steuergrenzen in der Europäischen Gemeinschaft — Vorteile und Probleme einer Harmonisierung von Mehrwertsteuer und Verbrauchsteuern im europäischen Binnenmarkt.** Von Rüdiger Parsche, Bernhard Seidel und Dieter Teichmann unter Mitarbeit von Georg Erber und Hansjörg Haas. 468 S. 1988. DM 82,60.

Herausgeber: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Königin-Luise-Str. 5, D-1000 Berlin 33
Telefon (0 30) 82 99 10 — Telefax (0 30) 82 99 12 00
BTX-Systemnummer * 2 99 11 #

Präsident: Prof. Dr. Lutz Hoffmann.

Abteilungsleiterkollegium: Dr. Oskar de la Chevallerie, Dr. Doris Cornelsen, Dr. Heiner Flassbeck, Dr. Fritz Franzmeyer, Dr. Hans Heuer, Dr. Kurt Hornschild, Prof. Dr. Wolfgang Kirner, Prof. Dr. Eckhard Kutter, Dr. Reinhard Pohl, Dr. Hans-Joachim Ziesing.

Präsident und Abteilungsleiter sind gemeinsam für die wissenschaftliche Leitung verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Klaus Henkner.

Verstärkte Förderung erneuerbarer Energiequellen notwendig. Bearbeitet von Hans-Joachim Ziesing. —

Umweltprobleme in der Sowjetunion und Möglichkeiten für die internationale Zusammenarbeit. Bearbeitet von Ulrich Weißenburger.

Verlag Duncker & Humblot GmbH, Dietrich-Schäfer-Weg 9, D-1000 Berlin 41, Telefon (0 30) 7 90 00 60.

Nachdruck und sonstige Verbreitung — auch auszugsweise — nur mit Quellenangabe zulässig.

Druck: ZIPPEL-Druck, Oranienburger Str. 170, D-1000 Berlin 26.

Bezugspreis für den Jahrgang DM 150,—, vierteljährlich DM 45,—, Einzelnummer DM 5,—.

Zuzüglich Versandkosten

	Arbeitslose		Offene Stellen		Auftragseingang im verarbeitenden Gewerbe (Volumen) ²⁾												
					Insgesamt		dav.: Hauptgruppen						Inland		Ausland		
	Grundstoff- u. Produktionsgütergewerbe		Investitions-gütergewerbe				Verbrauchs-gütergewerbe										
	in 1000				1985 = 100												
	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	
1989	J	2088		212		111,9		109,4		113,0		112,4		111,5		112,7	
	F	2076	2074	221	220	114,2	114,4	111,2	110,7	116,4	116,8	112,4	113,0	113,6	114,3	115,4	114,7
	M	2060		226		117,2		111,6		121,1		114,3		117,9		116,1	
	A	2059		231		118,0		111,4		122,0		116,3		117,5		119,0	
	M	2064	2054	238	238	115,1	116,9	110,6	111,4	117,8	120,3	113,9	115,1	113,1	116,2	118,4	118,2
	J	2040		245		117,6		112,3		121,2		115,1		117,9		117,2	
	J	2015		249		115,9		111,2		118,9		113,9		115,0		117,3	
	A	2013	2009	261	264	114,4	116,1	109,6	110,7	116,5	119,0	115,4	115,4	113,2	115,1	116,3	117,5
	S	2000		281		117,9		111,3		121,7		116,9		117,2		118,9	
	O	1997		297		116,9		112,5		119,4		116,6		117,1		116,7	
	N	2017	1998	305	301	118,5	119,6	111,5	111,8	122,4	124,1	117,8	118,2	116,9	119,0	121,1	120,4
	D	1981		302		123,3		111,3		130,6		120,1		123,1		123,5	
1990	J	1943		303		118,2		111,9		122,2		116,4		118,4		118,0	
	F	1923	1920	306	307	118,6	118,4	111,2	111,8	122,0	122,0	120,0	118,3	118,2	118,0	119,2	119,2
	M	1894		311		118,5		112,3		121,8		118,4		117,4		120,5	
	A	1937		317		118,0		112,3		121,7		115,6		118,2		117,7	
	M	1938	1936	324	322	121,0	119,7	110,8	111,5	126,4	124,1	120,4	118,9	123,4	121,3	117,0	117,1
	J	1933		325		120,0		111,4		124,3		120,7		122,2		116,5	
	J	1907		326		122,0		112,9		126,1		124,2		124,8		117,4	
	A	1872	1870	321	319	125,0	124,6	114,1	115,2	130,5	129,3	126,2	125,8	131,4	129,1	114,6	117,3
	S	1830		311		126,8		118,5		131,2		127,0		131,0		119,9	
	O	1816		309		129,3		118,7		134,8		130,0		135,5		119,4	
	N	1760	1764	307	308	125,8	126,4	116,8	117,5	129,1	129,5	130,4	131,9	135,4	134,8	110,1	112,8
	D	1717		309		124,2		116,9		124,7		135,2		133,5		109,0	
1991	J	1634		317		128,6		119,5		132,9		130,6		137,2		114,8	
	F	1636	1628	319	323	124,1	125,7	115,2	116,0	126,4	129,5	131,1	129,7	133,2	134,9	109,0	110,7
	M	1612		334		124,3		113,2		129,1		127,5		134,2		108,2	
	A	1666		343													
	M																
	J																
	J																
	A																
	S																
	O																
	N																
	D																

¹⁾ Saisonbereinigt nach dem Berliner Verfahren (BV3). Dieses Verfahren hat die Eigenschaft, daß sich beim Hinzufügen eines neuen Wertes davorliegende saisonbereinigte Werte in der Zeitreihe auch dann ändern können, wenn deren Ursprungswert unverändert geblieben ist. Die Vierteljahreswerte wurden aus den saisonbereinigten Monatswerten errechnet. — ²⁾ Außerdem arbeitstäglich bereinigt.

	Beschäftigte im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe	Produktion im produzierenden Gewerbe ²⁾									Umsätze des Einzel- handels zu Preisen von 1980		Außenhandel (Spezialhandel) ³⁾					
		Verarbei- tendes Gewerbe	dav.: Hauptgruppen				Bauhaupt- gewerbe		Ausfuhr	Einfuhr								
			Grundstoff- u. Produktions- gütergewerbe		Investitions- gütergewerbe													
		in 1000		1985 = 100									1986 = 100		Mrd. DM zu Preisen von 1980 ³⁾			
mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	mtl.	vj.	
1989	J	7149		110,1		107,5		113,6		123,4		108,9		44,4		39,4		
	F	7159	7159	110,2	110,3	107,9	108,2	113,2	113,5	122,5	122,5	109,1	108,8	44,8	44,3	39,3	38,8	
	M	7170		110,7		109,3		113,6		121,7		108,3		43,6		37,7		
	A	7176		113,4		107,9		118,1		114,3		110,3		44,4		39,0		
	M	7185	7187	109,3	111,6	108,1	107,9	111,6	115,4	108,7	113,0	108,6	109,4	43,5	44,5	39,0	39,4	
	J	7201		112,2		107,7		116,4		115,9		109,3		45,7		40,3		
	J	7220		113,4		108,9		118,8		109,4		106,3		43,6		39,4		
	A	7237	7229	111,9	113,0	108,2	109,1	115,3	117,2	114,0	112,6	112,1	109,4	45,1	44,6	39,7	39,8	
	S	7232		113,6		110,3		117,6		114,4		109,8		45,2		40,2		
	O	7255		114,5		110,2		118,6		120,4		109,4		44,4		40,7		
	N	7273	7273	114,8	115,4	110,0	111,0	119,7	119,9	123,3	122,0	112,3	110,6	45,6	44,8	42,0	41,5	
	D	7292		117,0		112,8		121,4		122,4		110,0		44,3		41,7		
1990	J	7337		115,8		109,7		121,8		124,0		115,2		48,3		43,4		
	F	7358	7353	116,5	116,5	110,7	110,6	121,9	122,0	127,6	128,9	114,2	114,9	46,8	47,3	41,8	42,3	
	M	7365		117,2		111,3		122,2		135,0		115,2		46,8		41,8		
	A	7374		115,3		110,4		119,2		121,9		116,3		45,7		44,2		
	M	7388	7386	119,0	117,4	109,3	110,3	124,8	122,0	123,8	120,8	119,4	119,4	45,1	44,2	41,8	43,2	43,2
	J	7397		117,9		111,2		121,9		116,8		122,4		41,7		43,2		
	J	7419		119,8		110,4		124,8		125,5		123,1		45,1		44,5		
	A	7436	7430	119,0	120,0	110,8	111,7	122,3	123,9	120,9	121,7	123,1	121,9	45,7	44,8	45,5	45,0	
	S	7436		121,2		113,8		124,6		118,7		119,5		43,6		44,9		
	O	7463		122,3		112,2		125,8		126,0		123,6		46,5		45,5		
	N	7478	7476	122,5	123,1	113,1	113,3	125,6	126,8	125,3	125,3	124,6	121,9	46,1	45,4	51,1	48,5	
	D	7488		124,4		114,7		129,0		124,6		117,4		43,5		48,9		
1991	J	7530		123,3		113,4		127,5		128,9		127,2		47,3		53,3		
	F	7543		123,0		111,1		127,4		103,8		124,0		46,4		50,3		
	M			121,9		112,5		124,9		141,5		125,2						
	A																	
	M																	
	J																	
	J																	
	A																	
	S																	
	O																	
	N																	
	D																	

¹⁾ Saisonbereinigt nach dem Berliner Verfahren (BV3). Dieses Verfahren hat die Eigenschaft, daß sich beim Hinzufügen eines neuen Wertes davorliegende saisonbereinigte Werte in der Zeitreihe auch dann ändern können, wenn deren Ursprungswert unverändert geblieben ist. Die Vierteljahreswerte wurden aus den saisonbereinigten Monatswerten errechnet. — ²⁾ Außerdem arbeitstäglich bereinigt. — ³⁾ Index der Durchschnittswerte — soweit nicht veröffentlicht — vom DIW geschätzt.

Quellen: Bundesanstalt für Arbeit und Statistisches Bundesamt.