

Texte 44/01

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR
UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- Umweltpolitische Grundsatzfragen -

Forschungsbericht 297 14 206
UBA-FB 000196

Arbeitswelt in einer nachhaltigen Wirtschaft – Analyse der Wirkungen von Umweltschutzstrategien auf Wirtschaft und Arbeitsstrukturen

Rainer Walz, Carsten Dreher, Frank Marscheider-Weidemann, Carsten Nathani,
Elna Schirrmeister, Joachim Schleich, Robert Schneider, Michael Schön

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fh-ISI)

Zusammenfassung

1 Zielsetzung und Hintergrund

Seit der UNCED-Konferenz in Rio wird der Begriff der **nachhaltigen Entwicklung** zunehmend als Leitbild für die Umweltpolitik in den industrialisierten Ländern herangezogen. Da der abstrakte Begriff der nachhaltigen Entwicklung konkretisiert werden muss, ist in Deutschland - ebenso wie in anderen Staaten - eine intensive Diskussion über die Maßstäbe für Nachhaltigkeit entstanden. Hierbei zeichnet sich eine pragmatische Interpretation des Nachhaltigkeitsbegriffs ab, der in den Industrieländern die Umweltbelastung und den Ressourcenverbrauch als limitierenden Faktor für eine Nachhaltigkeit identifiziert, gleichzeitig aber - im Sinne einer Drei-Säulen-Interpretation - die wirtschaftlichen und sozialen Aspekte einer nachhaltig-umweltgerechten Entwicklung als weitere Bedingung im Sinne einer Ökonomie- und Sozialverträglichkeit interpretiert. Entsprechend gehören Fragen, wie sich die Arbeitswelt und die wirtschaftlichen Strukturen auf dem Weg hin zu einer dauerhaft tragfähigen ökologischen Entwicklung ändern, zu den Grundfragen einer Nachhaltigkeitsstrategie.

Zur Erreichung der ökologischen Ziele können unterschiedliche **Umweltschutzstrategien** gewählt werden. Hierbei können die vier Strategien End-of-pipe-Technologien, umweltfreundliche Produktionsverfahren, Recycling von Produktionsrückständen und Produkten sowie umweltfreundliche Produkte unterschieden werden. Je nach dem, wo sie im gesamtwirtschaftlichen Wirkungsgefüge ansetzen, können durch diese Strategien unterschiedliche Mechanismen in Gang gesetzt werden, die zu Auswirkungen auf die Arbeitswelt führen. Maßnahmen zur Reduktion der Umweltbelastung lösen vielfältige Anpassungsreaktionen bei den einzelnen Unternehmen und privaten Haushalten aus. Durch die Summe dieser Anpassungsreaktionen und die hierdurch wiederum ausgelösten Folgewirkungen kommt es dann zu Veränderungen der gesamtwirtschaftlichen Zielgrößen Produktion und Beschäftigung. Hierbei ist von Bedeutung, dass es mehrere Wirkungsmechanismen gibt, die jeweils unterschiedliche Theorieansätze widerspiegeln. Drei große Klassen von unterschiedlichen Mechanismen, nämlich Preis- und Kosteneffekte, Innovationseffekte sowie Nachfrageeffekte können unterschieden werden (vgl. Tabelle 1).

Die Gesamtwirkung auf die Beschäftigung und die Produktion ergibt sich aus dem Zusammenspiel der unterschiedlichen **Wirkungsmechanismen**. Es ist daher nicht möglich, die gesamtwirtschaftlichen Effekte aus einer isolierten Betrachtung weniger Teileffekte abzuleiten, zumal zahlreiche Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Wirkungsmechanismen bestehen. Gleichzeitig können die Effekte auf einzelwirtschaftlicher, Meso- oder Makro-Ebene in unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Zur Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen ist es daher erforderlich, die anzuwendenden Analyseinstrumente bzw. Modelle in Abhängigkeit der entsprechenden Betrachtungsebene auszuwählen.

Tabelle 1: Überblick über die Wirkungsmechanismen von Umweltschutzstrategien auf die Volkswirtschaft

Preis-/Kosten- effekte	Kostenreduktion durch Einsatz auch einzelwirtschaftlich rentabler Umwelttechnologien Mehrkosten durch Realisierung teurer Umwelttechnologien Reduktion der Kosten für Arbeit, falls Ökosteuer durch Senkung von Abgaben auf Arbeit (z. B. Sozialversicherungsbeiträge) kompensiert wird Reduktion von volkswirtschaftlichen Kosten, falls die Zusatzkosten der Besteuerung (excess burden) durch die Einführung einer Ökosteuer gesenkt werden Substitutionseffekte zwischen den Produktionsfaktoren aufgrund veränderter relativer Preise
Nachfrage- effekte	Positive und negative direkte und – entsprechend den Vorleistungsbeziehungen – indirekte Nachfrageeffekte Positive oder negative Einkommenskreislauffeffekte
Innovations- effekte	Wirkungen der Diffusion von Umwelttechnologien auf die Produktivität Anregung zur Generierung von neuen technischen Lösungen Verbesserung der technologischen Wettbewerbsposition auf dem internationalen Gütermarkt für Umwelttechnologien (first mover advantage)

Ein Schwerpunkt der in der Vergangenheit durchgeführten Analysen zum Themenkomplex Arbeit und Umwelt waren die Arbeitsplatzeffekte von End-of-pipe Strategien. **End-of-pipe-Technologien** sind dadurch gekennzeichnet, dass sie i. d. R. zu einer Erhöhung der Kostenbelastung bei den Anwendern führen. Mittel- bis langfristig kann sich eine frühzeitige Anpassung an die veränderten Knappheitsrelationen aber auch positiv auswirken, da die durch End-of-pipe Maßnahmen reduzierten externen Kosten als vermiedene Produktionskosten von morgen angesehen werden können. Durch den Einsatz von End-of-pipe-Technologien kommt es bei den Herstellern dieser Technologien zu einem direkten Nachfrageimpuls, der sich über die Vorleistungsbeziehungen auch auf vorgelagerte Bereiche auswirkt. Zusätzlich weist Deutschland auch eine traditionell hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit bei den End-of-pipe-Anlagen auf. Des weiteren entstehen Arbeitsplätze durch den Betrieb und die Kontrolle der Anlagen. In empirischen Studien wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes die Zahl der Beschäftigten im Umweltschutz auf knapp eine Million geschätzt.

Umweltfreundliche Produktionsverfahren substituieren die herkömmlichen Produktionstechnologien und führen zu einer Steigerung der Investitionsnachfrage. Der Wachstumsimpuls für die Hersteller dieser Anlagen kann sich noch in dem Ausmaß erhöhen, in dem die verstärkte Stellung im Qualitätswettbewerb zu einer Erhöhung der Weltmarktanteile an Investitionsgütern führt. Dennoch ist bei den umweltfreundlichen Produktionsverfahren trotz höherer Anschaffungskosten keine (deutliche) Steigerung der Produktionskosten der Anwender zu erwarten, da die neuen Produktionsanlagen zu Effizienzsteigerungen sowohl bei den eingesetzten Umweltressourcen als auch bei den anderen Produktionsfaktoren – und damit zu Kostensenkungen – führen können. Hierbei kann es zu direkten

Freisetzungseffekten von Arbeitskräften in den Anwenderbetrieben kommen, wenn die umweltfreundlichen Produktionsverfahren gleichzeitig zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität führen. Die Wirkungen umweltfreundlicher Produktionsverfahren wurden in der jüngsten Vergangenheit auf mehreren Ebenen untersucht. Hierbei wurden sowohl Fallstudien als auch - insbesondere im Zusammenhang mit der Einführung einer Energiesteuer - zahlreiche makroökonomische Untersuchungen durchgeführt, die die makroökonomischen Wirkungsmechanismen und Anpassungsvorgänge in den Vordergrund gerückt haben. Hierbei zeigt sich eine gewisse Konvergenz der Ergebnisse dahingehend, dass sich moderate positive Arbeitsplatzeffekte einstellen, vor allem wenn die Steuermehreinnahmen zur Senkung der Arbeitskosten verwendet werden.

Kennzeichen der **Recyclingstrategien** ist eine teilweise massive Umlenkung von Stoffströmen, die zur Reduktion der Produktion von Primärwerkstoffen führt. Bei **neuen Produktkonzeptionen** kommt es zusätzlich auch zur Substitution der Neuproduktion durch dienstleistungsähnliche Aktivitäten zur Nutzungsintensivierung und Lebensdauerverlängerung von Produkten. Aufbauend auf diesen Trends lassen sich Hypothesen über die wirtschaftlichen Auswirkungen von Recyclingstrategien und neuen Produktkonzeptionen entwickeln (Tabelle 2). Da diese Strategien Änderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette induzieren, kann sich eine empirische Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen nicht auf die Effekte bei den Anwenderbranchen beschränken, sondern muss die gesamten wirtschaftlichen Verflechtungen berücksichtigen.

Bisher wurden derartige Analysen allenfalls ansatzweise und wenig detailliert vorgenommen. Gleichzeitig wurden qualitative Faktoren wie Branchenverteilung der Arbeitsplätze, Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen sowie regionale Wirkungen weitgehend vernachlässigt. Zudem bleibt oftmals offen, inwieweit die in wirtschaftswissenschaftlichen Analysen gewonnenen Ergebnisse bezüglich der ökonomischen Auswirkungen auf die – z. T. in anderen Studien und unter anderen Voraussetzungen abgeleiteten – Umweltentlastungseffekte der Strategien übertragen werden können, da die in den jeweiligen Studien herangezogenen Beispiele sowie die getroffenen Annahmen in den seltensten Fällen kongruent sind.

Vor diesem Hintergrund konzentriert sich die **empirische Analyse** des hier beschriebenen Forschungsvorhabens auf die Umweltschutzstrategien Recycling und umweltfreundliche Produktkonzepte. Für ausgewählte, technisch fundierte Fallbeispiele wird untersucht, welche Auswirkungen auf die Arbeitswelt resultieren und welcher Anpassungsbedarf entsteht. Neben der Anzahl der Arbeitsplätze und der sektoralen Verteilung wird hierbei auch auf qualitative Aspekte wie Qualifikationsanforderungen, Tätigkeitsspektren und Arbeitsbedingungen eingegangen und die räumliche Verteilung des aus den Strategien resultierenden Anpassungsbedarfs untersucht. Schließlich werden die ökonomischen Analysen um eine Abschätzung der ökologischen Effekte ergänzt, um sicherzustellen, dass es sich bei den analy-

sierten Beispielen tatsächlich um einen Beitrag zur Erhöhung der ökologischen Nachhaltigkeit handelt. Methodisch wird ein Modellierungsansatz entwickelt und angewendet, der auf einem mittleren Aggregationsniveau die unterschiedliche Aspekte der Nachhaltigkeit integriert aufgreift. Hierzu wurde im Rahmen des Vorhabens das integrierte Modell **ISIS** (**I**ntegrated **S**ustainability Assessment **S**ystem) entwickelt und erprobt.

Tabelle 2: Hypothesen über die ökonomischen Auswirkungen von Recyclingstrategien und umweltfreundlichen Produktkonzeptionen

	Recyclingstrategien	Umweltfreundliche Produktkonzeptionen
Beschäftigung	Kosteneffekte unbestimmt; positive Gesamteffekte wegen höherer Arbeitsintensität und geringerer Importanteile der zunehmenden Sektoren denkbar; u. U. erhöhte Auslandsnachfrage wegen First-mover-advantage Gesamteffekt unbestimmt, aber positive Effekte plausibel	Kosteneffekte unbestimmt; positive Gesamteffekte wegen höherer Arbeitsintensität und geringerer Importanteile der zunehmenden Sektoren denkbar; u. U. erhöhte Auslandsnachfrage wegen First-mover-advantage Gesamteffekt unbestimmt, aber positive Effekte plausibel
Sektoraler Strukturwandel	Abnahme Grundstoffindustrie; Zunahme von Erfassungsleistungen bzw. Aufbereitung	Abnahme der Herstellung von Grund- und Werkstoffen sowie von Investitions- und Gebrauchsgütern; Zunahme von Reparatur, Aufarbeitung und dienstleistungsähnlichen Tätigkeiten
Regionaler Strukturwandel	Regionen mit hohem Anteil an Grund- und Werkstoffindustrie negativ betroffen; Tendenz zu regionaler Gleichverteilung der zunehmenden Sektoren	Abhängig von fallspezifischen Unterschieden zwischen zunehmenden und abnehmenden Sektoren
Qualifikation/Tätigkeitsbilder	Neue Tätigkeitsbilder (Sammlung, Sortierung) mit niedriger Qualifikation, die u. U. rationalisiert werden; Polarisierung der Qualifikationen bei der Aufbereitung; u. U. Tendenz zu geringeren Qualifikationsanforderungen durch indirekte Effekte, aber fallspezifische Differenzierung erforderlich	Zunahme handwerklicher Qualifikationsanforderungen; Erweiterung Anforderungsprofil um dispositive Tätigkeiten; indirekte Effekte abhängig von fallspezifischen Unterschieden zwischen zunehmenden und abnehmenden Sektoren

2 Auswahl der Fallbeispiele und Vorgehensweise

Ziel der empirischen Analyse ist nicht eine Optimierung umweltpolitischer Maßnahmen für einzelne Fallbeispiele, sondern ein erster Schritt zur empirischen Prüfung der oben aufgeführten Thesen. Durch die Fallbeispiele sollten unterschiedliche Ausprägungen der Umweltschutzstrategien abgedeckt werden. Dazu gehört vor allem ein Recycling von Produkten, eine Kombination von Produktrecycling und

neuen Produktkonzeptionen, eine Lebensdauerverlängerung und Nutzungsintensivierung von Produkten sowie ein umweltfreundliches Design von Produkten im Hinblick auf die Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien. Vor diesem Hintergrund werden **folgende Fallbeispiele** für die empirischen Untersuchungen ausgewählt:

- **Nachhaltigerer Umgang mit Papier:** Die Papierindustrie zählt zu den energie- und abwasserintensiven Branchen und weist seit den achtziger Jahren überdurchschnittliche Wachstumsraten auf. Gleichzeitig bildet der Stoffstrom Papier ein hervorragendes Beispiel für Möglichkeiten eines Stoffstrommanagements entlang der Wertschöpfungskette, das verstärkte Recyclingmaßnahmen mit neuen Produktkonzeptionen (z. B. Printing-on-Demand, Dematerialisierung von Informationsträgern) kombiniert.
- **Verstärktes Recycling von Kunststoffen:** In den letzten Jahren ist das Recycling von Kunststoffen immer mehr in die abfallpolitische Diskussion geraten. Der Problemdruck bei der Verwertung und Entsorgung von Kunststoffabfällen dürfte eher noch ansteigen, da die Kunststoffbranche mit die höchsten Wachstumsraten aller Wirtschaftszweige in Deutschland aufweist. Da die meisten Kunststoffprodukte langlebig sind, erfolgt der Anstieg des als Abfall zu verwertenden Kunststoffs zeitverzögert zum Kunststoffverbrauch. Entsprechend den Wachstumsraten der vergangenen Jahre wird daher der Problemdruck im Abfallaufkommen in den nächsten Jahren massiv zunehmen. Im Fallbeispiel wurde untersucht, wie sich eine deutliche Zunahme des Recyclings (hochwertiger) Kunststoffabfälle auswirkt.
- **Lebensdauerverlängerung von Produkten:** Bei diesem Fallbeispiel sollte ein langlebiges Gebrauchsgut analysiert werden. Um die Effekte eines verstärkten Übergangs von der Neuproduktion auf eine intensivierte Reparatur betrachten zu können, sollte das Fallbeispiel gleichzeitig durch die Existenz eines bedeutenden Reparatursektors gekennzeichnet sein. Zudem sollte die betrachtete Branche auch in erheblichem Ausmaß auf dem Weltmarkt erfolgreich sein, um die aus dem Außenhandel resultierenden Effekte einer Strategie der Lebensdauerverlängerung mit erfassen zu können. Ausgewählt wurde schließlich eine Lebensdauerverlängerung von Pkw, zumal in diesem Bereich auf erste Versuche einer Systematisierung der ökonomischen Wirkungen aufgebaut werden konnte.
- **Nutzungsintensivierung von Produkten:** In diesem Fallbeispiel sollten die Wirkungen untersucht werden, die sich aus der gemeinsamen Nutzung eines Gebrauchsgutes ergeben. Ausgewählt wurde das Car-Sharing, das zur Zeit sicherlich am meisten sich in der Diskussion befindliche Beispiel für eine Nutzungsintensivierung. Da dieser Bereich zudem durch die Gründung und Expansion von Car-Sharing-Unternehmen gekennzeichnet ist, konnten mit der Auswahl dieses Fallbeispiels gleichzeitig die Verschiebungen analysiert werden, die sich aus dem Übergang von der Neuproduktion des Gutes hin zu dienstleistungsähnlichen Tätigkeiten ergeben.

- **Produktgestaltung zur Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien:** Der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energien stellt ein unverzichtbares Element der Umweltpolitik dar. Es stellt sich die Frage, wie sich die Arbeitswelt verändert, wenn es zum Einsatz von langfristigen Gebrauchsgütern kommt, deren Nutzung durch den Einsatz von erneuerbaren Energien geprägt ist. Als Fallbeispiel ausgewählt wurde der Einsatz mobiler Brennstoffzellen unter Einsatz von aus erneuerbaren Energien gewonnenen Wasserstoff. Dieses Fallbeispiel bietet zugleich die Möglichkeit, unterschiedliche Außenhandelseffekte (Import von erneuerbaren Energien, Exporte von Brennstoffzellenantrieben) zu betrachten.

Im Unterschied zu hochaggregierten makroökonomischen Modellanalysen, die z. B. bei der Analyse der Auswirkungen einer Energiesteuer eingesetzt werden, wurde für die Analyse der Fallbeispiele ein **mittleres Aggregationsniveau auf Branchen- bzw. Stoffstromebene** (Meso-Ebene) gewählt, das die vielfältigen strukturellen Wirkungen berücksichtigen kann. Das gewählte Vorgehen zeichnet sich dadurch aus, dass es - im Sinne einer Mikro-Makro-Brücke - auf einer detaillierten Analyse der Fallstudien auf der Mikroebene aufbaut und neben dem Einsatz von Stoffflussmodellen auch zahlreiche Expertengespräche und Interviews durchgeführt wurden. Dadurch konnte eine bessere Fundierung der Inputdaten für die modellgestützte Analyse erzielt und gleichzeitig Ergebnisse über die Einflüsse der Umweltschutzstrategien auf die betrieblichen Arbeitsstrukturen in den Anwenderbetrieben gewonnen werden.

Für die Untersuchungen auf der Meso-Ebene wurden **Szenarienanalysen** vorgenommen. Ihr Ziel liegt nicht in der exakten Prognose eines sich in Zukunft einstellenden Zustandes, sondern in der Steigerung des „Folgenbewusstseins“ politischen bzw. wirtschaftlichen Handelns. Zur Analyse der Auswirkungen auf die Arbeitswelt wurde das um Arbeitsstrukturen, Regionalwirkungen und Umweltbelastungen erweiterte Input-Output-Modell ISIS entwickelt und eingesetzt. Es erlaubt im Sinne eines ganzheitlichen Verständnisses von Nachhaltigkeit in innovativer Weise eine modellgestützte integrierte Analyse der Auswirkungen von Umweltschutzstrategien auf Produktion, Strukturwandel, Arbeitsplätze, Qualifikationsstruktur, Arbeitsbedingungen, Regionalstruktur und Umwelt. Als zeitlicher Bezugspunkt wurde das Jahr 2020 gewählt. Hierbei ergeben sich die analysierten Effekte jeweils als Unterschiede eines Nachhaltigkeitsszenarios gegenüber einem Referenzszenario.

Die die einzelnen Fallbeispiele charakterisierenden **Merkmale der Nachhaltigkeitsszenarien** sind in Tabelle 3 aufgeführt. Als erster Schritt bei der Ableitung der ökonomischen Wirkungen war es erforderlich, die aus den Unterschieden zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario resultierenden Nachfrageimpulse zu quantifizieren (z. B. Zunahme des werkstofflich verwerteten Kunststoffabfalls und Abnahme der Primär-Kunststoffherzeugung). Mit Hilfe des – um einige neue, fallspezifische Branchen ergänzten – ISIS-Modells wurden dann die sich aus diesen positi-

ven und negativen Nachfrageimpulsen ergebenden Gesamtwirkungen berechnet. Hierbei wurde die bis zum Jahr 2020 zu erwartende Steigerung der Arbeitsproduktivitäten mit berücksichtigt. Aufgrund der Erweiterung des ISIS-Modells um Zusatzmodule war es möglich, neben den Beschäftigungseffekten gleichzeitig auch die Auswirkungen auf die Arbeitsstrukturen, räumliche Verteilung der Wirtschaftsaktivitäten sowie Umweltbelastungen modellgestützt zu ermitteln.

Tabelle 3: Definition der Nachhaltigkeitsszenarien für die einzelnen Fallbeispiele

Fallbeispiel	Bestandteil des Nachhaltigkeitsszenarios
Nachhaltige Produktion und Nutzung von Papier	Verstärktes Recycling, Dematerialisierung durch effizientere Papiernutzung sowie Substitution von Papier durch IuK-Technologien
Kunststoffrecycling	Werkstoffliche und rohstoffliche Verwertung von 68 % der Kunststoffabfälle
Lebensdauerverlängerung von Pkw	Anstieg der Lebensdauer von Pkw um 30 %, verursacht durch verändertes Fahrzeugdesign und intensivere Instandhaltung
Nutzungsintensivierung durch Car-Sharing	Zunahme der Mitgliedschaft in Car-Sharing-Organisationen auf 10 % der Führerscheinbesitzer
Mobile Brennstoffzellen	Ausrüstung von 5 % des Pkw-Bestandes mit Brennstoffzellenantrieben; Herstellung des Wasserstoffs aus erneuerbaren Energien

3 Beschäftigungswirkungen und sektoraler Strukturwandel

Die sich aus den Szenarienanalysen ergebenden Nettobeschäftigungseffekte sind in den Abbildungen 1 bis 5 wiedergegeben. Dabei wurde implizit davon ausgegangen, dass Unterbeschäftigung herrscht und neu geschaffene Stellen friktionslos besetzt werden können. In der Gesamttendenz ergeben sich **positive Beschäftigungswirkungen**. Allerdings lassen sich zwischen den einzelnen Fallbeispielen doch unterschiedliche Effekte ausmachen, wobei ein Vergleich der absoluten Beschäftigungseffekte aufgrund der unterschiedlichen Eingriffsintensitäten nur bedingt möglich ist:

- Der Nettozuwachs im Fallbeispiel **Papier** beträgt gut 27.000 Arbeitsplätze. Dies ist vorrangig auf eine Zunahme in den Multimedia- und EDV-verwandten Bereichen zurückzuführen, während in der Papierindustrie und im traditionellen Druckgewerbe ein deutlicher Rückgang der Arbeitsplätze auftritt. Allerdings ist auch denkbar, dass ein Teil der neuen Arbeitsplätze in einem sich in Richtung Mediendienstleister hin entwickelnden Druckgewerbe realisiert werden.

- Mit einem Zuwachs von gut 2.500 Arbeitsplätzen sind die Nettoeffekte beim **Kunststoffrecycling** vergleichsweise gering. Abnahmen ergeben sich bei der Kunststoffherstellung und der vorgelagerten Grundstoffindustrie, Zunahmen vor allem bei der Sammlung, Sortierung und Aufbereitung von Kunststoffen. Hierbei verdeutlicht eine Sensitivitätsanalyse, dass vor allem die starke Automatisierung im Sortierbereich für den vergleichsweise geringen Nettoeffekt verantwortlich ist, da sich die Arbeitsintensitäten zwischen Kunststoffherstellung und Recycling/Sortierung insgesamt annähern. Eine weitere Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Beschäftigungszuwächse infolge von zusätzlichen Investitionen in den Branchen mit Produktionssteigerungen nur geringfügig über den Beschäftigungsverlusten liegen, die aus vermiedenen Investitionen in den Branchen mit Produktionsrückgängen resultieren.
- Die angenommene **Lebensdauererlängerung von Pkw** führt im Saldo zu einem Zuwachs der Beschäftigung von etwa 13.000 Personen. Hierbei kommt es zu erheblichen sektoralen Verschiebungen: Einem Zuwachs von ca. 60.000 Arbeitsplätzen in der Kfz-Reparatur steht ein Verlust in der Kfz-Produktion von gut 50.000 Arbeitsplätzen gegenüber. Hierbei überlagern sich zwei Effekte: Einerseits weist der Reparatursektor eine deutlich höhere Arbeitsintensität auf als der Fahrzeugbau, andererseits ist Deutschland Nettoexporteur von Fahrzeugen. Daher liegen die erhöhten Instandhaltungsaufwendungen, die zur Lebensdauererlängerung von deutschen Fahrzeugexporten im Ausland aufgewandt werden, über den Instandhaltungsaufwendungen, die in Deutschland zur Lebensdauererlängerung von aus dem Ausland exportierten Fahrzeugen anfallen. Blendet man letzteren Effekt analytisch aus, ergeben sich mit einem Zuwachs von 39.000 Arbeitsplätzen deutlich höhere Beschäftigungseffekte. Ähnliches gilt, wenn man einen First-mover-advantage annimmt. Geht man von einer Steigerung der deutschen Automobilnettoexporte um 10 % aus, erhöhen sich die Beschäftigungszuwächse auf 47.000 Arbeitsplätze. In einer dritten Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, welchen Einfluss eine Annäherung des Reparatursektors an industrielle Produktionsweisen hätte. Aufgrund dieser Annahme fällt die Arbeitsintensität im Reparatursektor geringer aus, und es kommt im Saldo zu einem Rückgang der Beschäftigung von über 2.500 Personen.
- Durch die angenommene stärkere Verbreitung des **Car-Sharing** werden insgesamt knapp 16.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen. Hierbei kommt es zu einer Abnahme der Arbeitsplätze nicht nur in der Fahrzeugherstellung, sondern auch in Dienstleistungsbereichen wie Handel, Versicherungen und Tankstellen, die eng mit Haltung und Betrieb von Fahrzeugen verbunden sind. Der Zuwachs fällt im Öffentlichen Personenverkehrssektor noch stärker aus als im Car-Sharing-Sektor. Hintergrund dieser Entwicklung ist die sehr hohe Arbeitsintensität des Öffentlichen Personenverkehrs, die noch über derjenigen in den übrigen Dienstleistungsbereichen liegt.

- Der Einsatz der **Brennstoffzelle** würde unter den angenommenen Bedingungen im Saldo zu einer Steigerung der Beschäftigung um ca. 6.300 Personen führen. Aufgrund der Veränderungen im Antriebsstrang verliert der traditionelle Fahrzeugbau geringfügig an Arbeitsplätzen, während die mit der Brennstoffzelle verbundenen Produktionsbereiche leicht zulegen. Des weiteren kommt es zum Zuwachs von Arbeitsplätzen in dem neu zu schaffenden Sektor der Wasserstoffbereitstellung. Diese positiven Arbeitsplatzeffekte sind aber insoweit zu relativieren, als sie die Wirkungen des verminderten Mineralölsteueraufkommens vernachlässigen. In einer Sensitivitätsanalyse wurde daher davon ausgegangen, dass es als Kompensation zum reduzierten Mineralölsteueraufkommen zu Steuererhöhungen kommt, die im Ergebnis die Konsumausgaben der Haushalte in Höhe des verminderten Mineralölsteueraufkommens reduzieren, wobei von einer vollständigen Überwälzung der Steuererhöhung auf die Konsumausgaben ausgegangen wurde. Dieser Nachfrageentzug führt zum Verlust von knapp 9.000 Arbeitsplätzen, so dass sich im Saldo dieser Sensitivitätsanalyse eine leichte Reduktion der Arbeitsplätze um ca. 2.500 ergibt.

Abbildung 1: Nettobeschäftigungswirkungen durch nachhaltige Papierproduktion und -nutzung (Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)

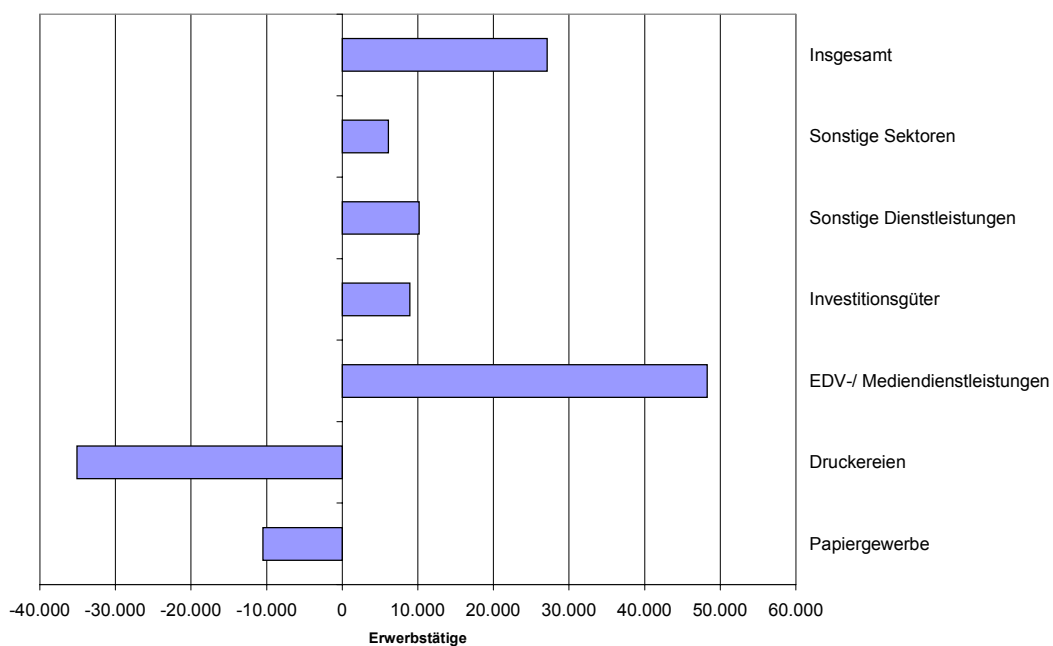


Abbildung 2: Nettobeschäftigungswirkungen durch verstärktes Kunststoffrecycling (Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)

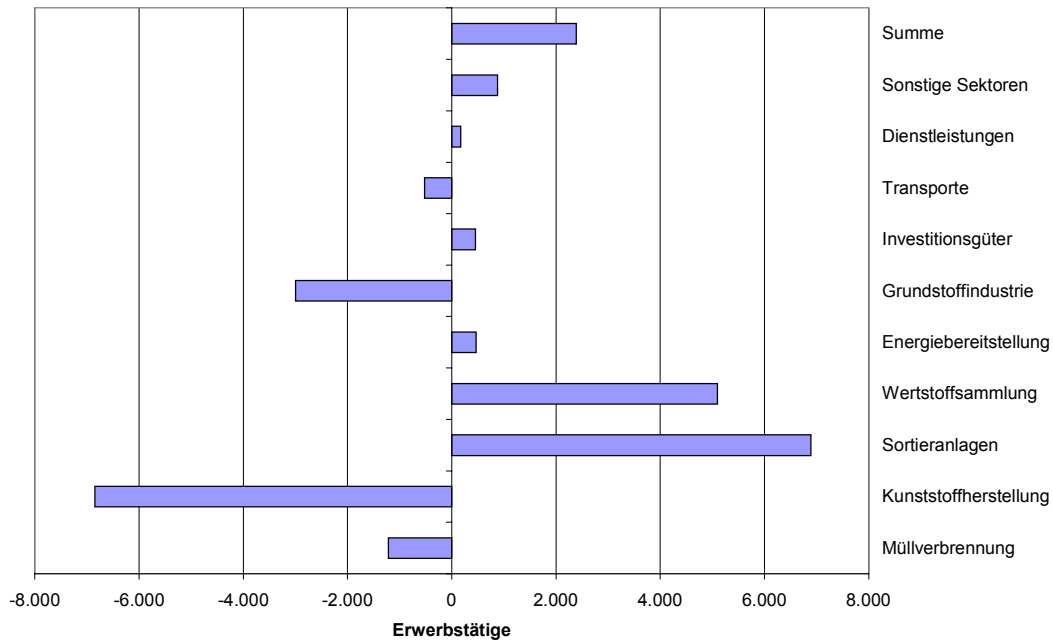


Abbildung 3: Nettobeschäftigungswirkungen durch erhöhte Lebensdauererlängerung von Pkw (Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)

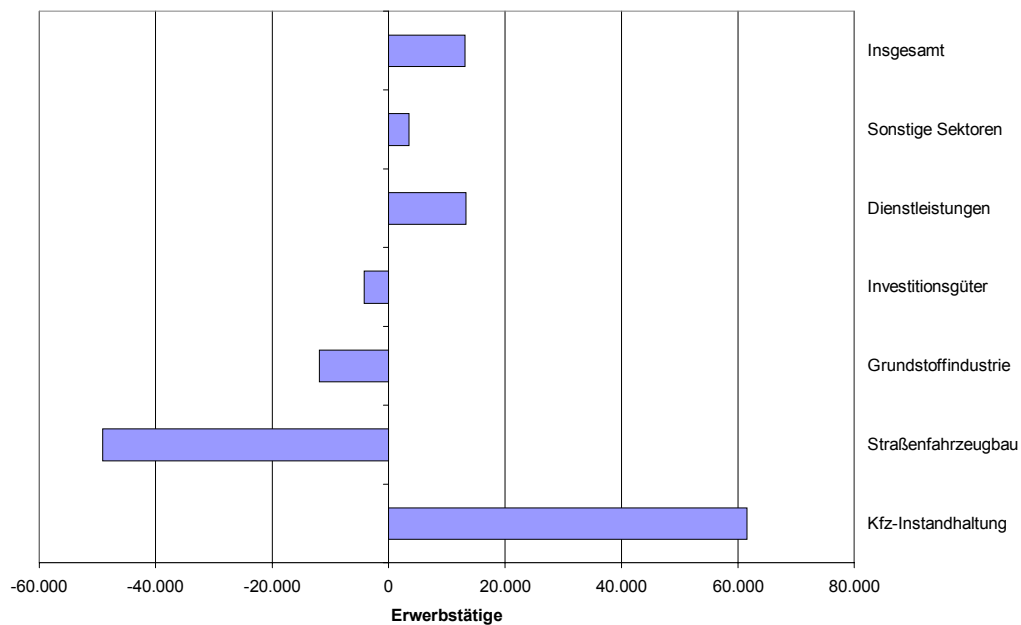


Abbildung 4: Nettobeschäftigungswirkungen durch verstärktes Car-Sharing
(Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)

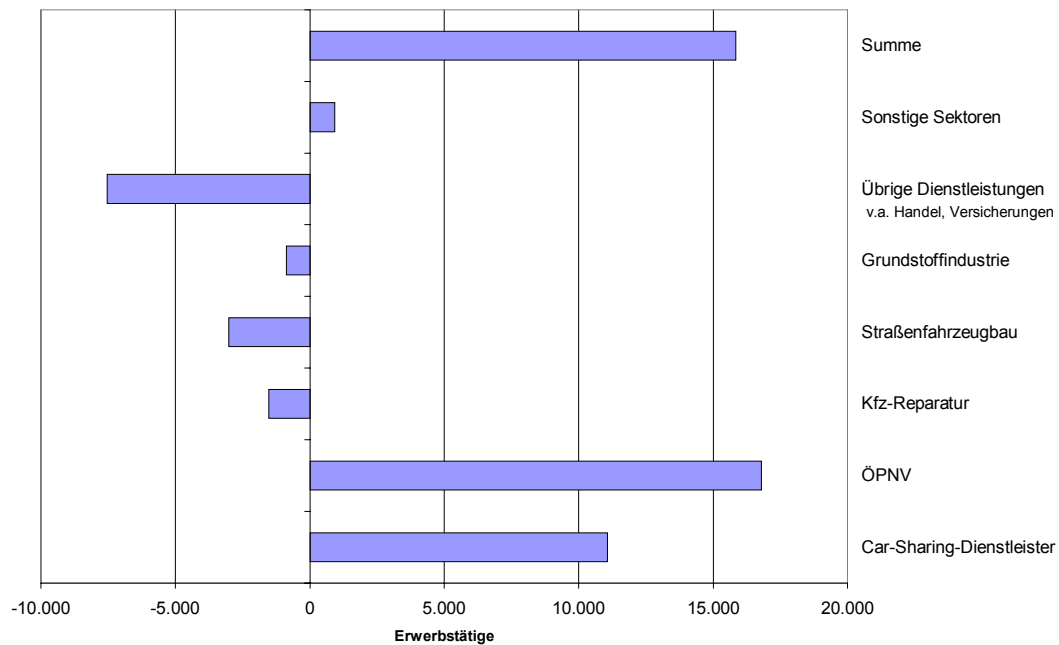
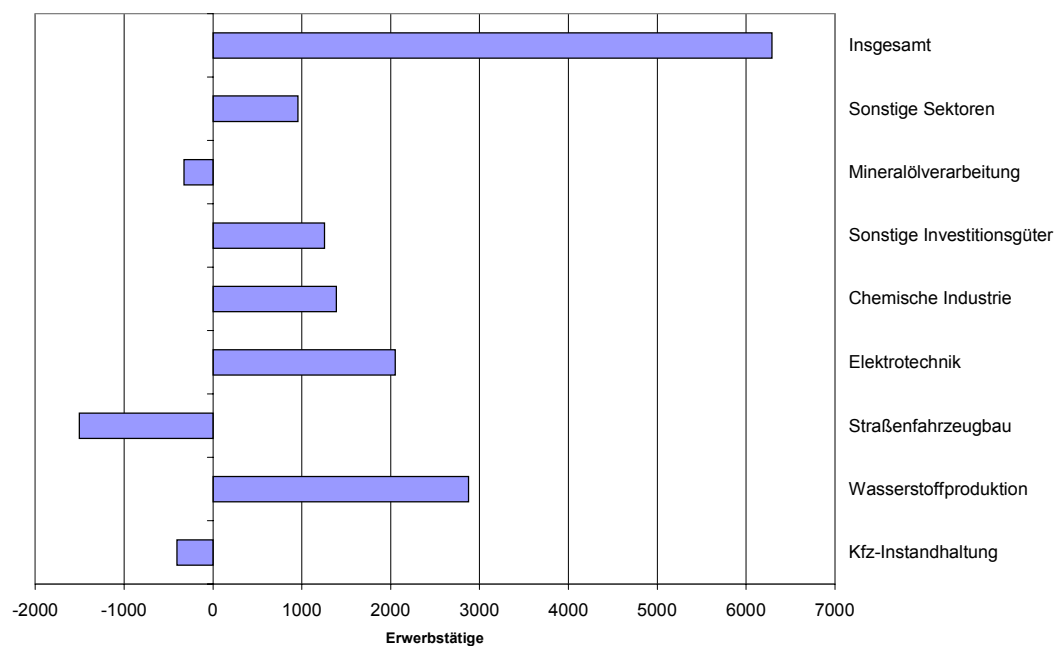


Abbildung 5: Nettobeschäftigungswirkungen durch Brennstoffzelleneinsatz in Pkw (Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)



Zur Auswertung der Effekte und zum Vergleich zwischen den einzelnen Fallbeispielen wurden die gesamten Beschäftigungswirkungen jeweils den auslösenden ökonomischen Impulsen, d. h. also den Nachfrageverschiebungen zugeordnet. Gleichzeitig wurden die **Gesamtbeschäftigungseffekte in drei** getrennt interpretierbare **Komponenten zerlegt**:

- Der **Produktionsmultiplikator** gibt an, in welchem Umfang ein ausgelöster Impuls durch den Bezug notwendiger Vorleistungen zur Produktionssteigerung beiträgt. Je höher der Produktionsmultiplikator ist, desto höher sind die ausgelösten Produktionseffekte eines Impulses.
- Der **Importanteil** gibt an, welcher Anteil der durch einen Impuls ausgelösten Gesamtproduktion auf Importe entfällt. Je höher der Importanteil ist, desto geringer ist der Anteil, der auf die Inlandsproduktion entfällt und damit im Inland beschäftigungswirksam wird.
- Die durchschnittliche **Beschäftigungsintensität** gibt an, wie viele Personen pro Million DM inländischer Produktion, die aus dem Impuls resultiert, beschäftigt werden.

Aufgrund dieser Komponentenzerlegung lassen sich folgende **Interpretationen der Beschäftigungsergebnisse** entwickeln:

- In den Fallbeispielen Papiernutzung, Lebensdauerverlängerung von Pkw und Car-Sharing weisen die Produktionsbereiche, die aufgrund der positiven Impulse zunehmen, in der Summe einen durchweg geringeren Importanteil und eine höhere Beschäftigungsintensität auf als die schrumpfenden Bereiche. Im Ergebnis führt dies dazu, dass es in allen drei Fallbeispielen zu einer deutlichen Zunahme der Arbeitsplätze kommt. Eine Interpretation dieses Musters kann darin gesehen werden, dass in diesen Fallbeispielen eine Dematerialisierung stattfindet, bei der materielle Produktion durch stärker dienstleistungsähnliche Tätigkeiten substituiert wird, die sowohl arbeitsintensiver als auch stärker inlandsbasiert sind.
- Das Kunststoffrecycling weist zwar bezüglich Importanteile und Arbeitsintensität ein ähnliches Muster wie die drei oben genannten Fallbeispiele auf. Im Unterschied hierzu lösen die abnehmenden Produktionsbereiche aber eine höhere Gesamtproduktion aus als die zunehmenden. Damit werden die einen Beschäftigungszuwachs bewirkenden Effekte der steigenden Arbeitsintensität und abnehmenden Importanteile weitgehend kompensiert.
- Ein deutlich anderes Muster weist das Beispiel der Brennstoffzelle auf. Hier wird eine industriell gefertigte Antriebstechnik durch eine andere ersetzt, so dass die Unterschiede in der Beschäftigungsintensität und den Importanteilen der durch die Impulse ausgelösten Produktion vergleichsweise gering ausfallen.

4 Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen

Die Auswirkungen der Umweltschutzstrategien auf die Qualifikationsanforderungen und die Arbeitsbedingungen wurden zum Einen auf der **Mikroebene**, zum Anderen in **mesoökonomischen Szenarienanalysen** untersucht.

4.1 Betriebliche Arbeitsstrukturen in den Anwenderunternehmen

In der Analyse auf Mikroebene wurde die Wirkung von Umweltschutzstrategien auf die betrieblichen Arbeitsstrukturen in den Betrieben, die die Umweltstrategie ausführen, untersucht. A priori sind eine Reihe von primären und vor allem sekundären Effekten zu erwarten. So wird die These aufgestellt, dass sich bei Recyclingstrategien die Belegschaften in Arbeitnehmer mit vielen einfachen Tätigkeiten und hoch qualifizierte Spezialisten (verstärkte Polarisierung der Qualifikationsstrukturen) aufteilen. Die meisten Veränderungen könnten sich bei der Realisierung umweltfreundlicher Produktkonzepte ergeben. Diese Änderungen betreffen vor allem Aspekte wie erhöhte Arbeitszeitflexibilität, Dienstleistungskultur und anderes.

Für die Durchführung der Analysen wurden Unternehmen insbesondere im Hinblick auf offene, durch bestehende Statistiken nicht abklärbare Fragestellungen ausgewählt und in Interviews befragt. Analysiert wurden ein Printing-on-demand-Unternehmen (Fallbeispiel Papier), drei Sortieranlagen, zwei gegenwärtig typische sowie eine stärker automatisierte Anlage (Fallbeispiel Kunststoffrecycling) sowie eine Car-Sharing-Organisation und eine größere Reparaturwerkstätte moderneren Typs (Fallbeispiel Pkw). Zusätzlich wurden aus laufenden ISI-Projekten Erkenntnisse aus weiteren Fallstudien sekundäranalytisch herangezogen.

Die betrieblichen Arbeitsstrukturen wurden hinsichtlich mehrerer Dimensionen untersucht. Von Interesse waren einmal die **Rationalisierungseffekte**, die sich mit dem Einführen der Umweltschutzstrategien ergeben. Im Ergebnis zeigt sich, dass in allen Fallbeispielen von einer Verstärkung der Rationalisierung ausgegangen werden kann. Besonders ausgeprägt ist dies beim Kunststoffrecycling. Hier ist abzusehen, dass beim Übergang zu verbesserten Sortieranlagen gleichzeitig erhebliche Automatisierungseffekte hervorgerufen werden. Ein verstärktes Car-Sharing wird die Tendenzen zur Professionalisierung der Car-Sharing-Organisationen, die bisher eher wie (alternative) Umweltorganisationen strukturiert sind, verstärken. Gleichzeitig dürfte die mit einer Lebensdauerverlängerung einhergehende Intensivierung der Instandhaltung und der Einsatz von mehr überwachender Elektronik den Trend zu größeren Reparaturwerkstätten begünstigen, die eine höhere Arbeitsproduktivität aufweisen.

Die **Qualifikationsstruktur** wurde ebenfalls in der Analyse der Arbeitsstrukturen im Detail untersucht. Zusätzlich wurden notwendig gewordene Qualifikationen der Arbeitnehmer zur Erfüllung der Anforderungen der jeweiligen Umweltschutzstrategie erfasst. Hierbei ergibt sich kein einheitliches Bild: Beim Printing-on-demand ist eine Tendenz zu geringeren Qualifikationen als beim herkömmlichen Druck auszumachen. Bei den Sortieranlagen sind gegenwärtig die Qualifikationsanforderungen

gering. Hier dürfte sich allerdings in Zukunft mit zunehmender Automatisierung ein steigendes Qualifikationsniveau ergeben. Dies kommt ausschließlich durch den Wegfall der geringe Qualifikationen erfordernden Tätigkeiten zu Stande. Im Kfz-Reparatursektor dürften die Qualifikationsanforderungen, die heute insbesondere die Beschäftigung von Facharbeitern und Meistern erfordern, auch bei zunehmendem Einsatz von produktbegleitenden Informationssystemen in etwa konstant bleiben, auch wenn sich Verschiebungen im Anforderungsprofil hin zu elektronischen Kenntnissen ergeben. Für die Car-Sharing-Organisationen ist von einer zunehmenden Professionalisierung auszugehen, wobei insbesondere kaufmännische Kenntnisse eine hohe Bedeutung erhalten. Im Unterschied zum heute beobachtbaren Ausgangszustand dürfte der Anteil von Beschäftigten mit Hochschulabschluss allerdings eher abnehmen.

Bei den **Arbeits- und Einsatzzeiten** ist insgesamt ist eine gewisse Tendenz zu Ausweitung und Flexibilisierung der Arbeitszeiten zu erkennen. So dürfte sich bei den automatisierten Kunststoffsortieranlagen die Tendenz hin zum Dreischichtbetrieb noch verstärken. Die Tendenz hin zu größeren Reparaturwerkstätten führt zu einer größeren Verbreitung von – im Reparatursektor bisher wenig üblicher – Schichtarbeit bzw. zu Rund-um-die-Uhr-Rufbereitschaften etc. Beim Car-Sharing ist davon auszugehen, dass sich durch den Einsatz produktbegleitender Informationssysteme und die Nutzung des Internet flexiblere Arbeitszeiten einstellen, die jedoch nicht mit einer Arbeitszeitausweitung einhergehen. Lediglich bei der Einführung des Printing-on-demand sind kaum Verschiebungen in den Flexibilitätsanforderungen gegenüber dem herkömmlichen Druckprozess zu erwarten.

4.2 Mesoökonomische Szenarienanalysen

In den Szenarienanalysen wurden auch die Änderungen in den Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen untersucht. Hierzu wurde innerhalb des ISIS-Modells ein zusätzliches Modul erstellt, das auf den Daten des Mikrozensus beruht. Im Unterschied zu den betrieblichen Analysen wurden in der Szenarienanalysen nicht nur die Wirkungen in den Branchen, in denen die Umweltstrategie durchgeführt wird, analysiert, sondern auch die Änderungen einbezogen, die sich in allen anderen positiv oder negativ betroffenen Sektoren ergeben. Die in Tabelle 4 aufgeführten Effekte stellen damit gesamtwirtschaftliche Nettowirkungen dar.

Bezüglich den **Qualifikationsanforderungen** ergibt sich kein einheitliches Bild. Während im Fallbeispiel Papier vor allem in Folge des Einsatzes von EDV-Fachkräften die Qualifikationsanforderungen zunehmen, vermindern sie sich bei der Lebensdauerverlängerung von Pkw und vor allem beim Kunststoffrecycling. Gerade die Entwicklung beim Recycling scheint damit im Widerspruch zu dem für Deutschland ausgemachten Trend einer allgemeinen Höherqualifizierung zu stehen. Weiteren Aufschluss gibt eine Differenzierung der Gesamtwirkung in die direkten und indirekten, durch sektorale Verschiebungen hervorgerufenen Änderungen. So ist auch - im Einklang mit dem allgemeinen Trend - beim Kunststoffrecycling als

direkter Effekt eine gewisse Höherqualifizierung zu erwarten, die aus der Rationalisierung von gering qualifizierten Arbeitsplätzen resultiert. Allerdings kommt es zusätzlich zu sektoralen Verschiebungen, die in ihrer Summe die weniger qualifizierten Sektoren begünstigen und die Effekte einer Höherqualifizierung innerhalb des Recyclingsektors überkompensieren.

Bei der Analyse der **Tätigkeitsfelder** fällt auf, dass sich – mit Ausnahme des fünften Fallbeispiels Brennstoffzelle – die industriell geprägten Tätigkeiten vermindern. Dies ist Ausdruck der Dematerialisierung in den ersten vier Fallbeispielen. Sie führt im Fallbeispiel Papierauch dazu, dass die handels- und transportbedingten Tätigkeiten abnehmen. Letztere Tendenz ist beim Kunststoffrecycling und beim Car-Sharing nicht zu beobachten, weil es hier jeweils zu Kompensationen direkt im Verkehrsbereich kommt (Sammlung von Kunststoffabfällen bzw. Zunahme des ÖPV). Bezüglich der **Arbeitszeiten** ist tendenziell eine Zunahme der Wochenendarbeit zu konstatieren. Bezüglich der Schichtarbeit stellt sich kein eindeutiges Ergebnis ein. Festzuhalten ist, dass sich mit der Dematerialisierung die für Dienstleistungsbereiche typischen Flexibilitätsanforderungen (ständige Bereitschaft) stärker durchzusetzen scheinen.

Tabelle 4: Veränderungen in den Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen im Nachhaltigkeits- gegenüber dem Referenzszenario

	Qualifikationsanforderungen	Tätigkeitsfelder	Arbeitszeiten
Nachhaltige Papierproduktion und -nutzung	Zunahme hohes Qualifikationsniveau	Abnahme industrieller sowie handels- und transportbedingter Tätigkeiten	Wochenendarbeit nimmt zu, Schichtarbeit ab
Kunststoffrecycling	Zunahme niedriges Qualifikationsniveau	Abnahme industriell geprägter Tätigkeiten	Zunahme Wochenend- und Schichtarbeit
Pkw-Lebensdauerverlängerung	Zunahme unteres und mittleres Qualifikationsniveau	Abnahme industriell geprägter Tätigkeiten	Wochenendarbeit nimmt leicht zu, Schichtarbeit ab
Car-Sharing	Kaum Verschiebungen zwischen Qualifikationsniveaus	Zunahme von Verwaltungstätigkeiten sowie Fahrzeuge führen	Wochenend-, Nacht- und Schichtarbeit nehmen zu
Einsatz Brennstoffzelle	Geringe Zunahme hohes Qualifikationsniveau	Zunahme von industriell geprägten und FuE-Tätigkeiten	Wochenendarbeit nimmt leicht ab, Schichtarbeit leicht zu

5 Regionale Wirkungen

In der Analyse der regionalen Auswirkungen wurde untersucht, ob sich die ausgelösten Gesamtwirkungen gleichmäßig auf die einzelnen Regionen verteilen, oder ob sich einzelne Teilräume identifizieren lassen, die durch die Nachhaltigkeitsstrategien besonders – positiv oder negativ – betroffen sind. Ausgangspunkt waren die sich aus den Rechnungen des ISIS-Modells ergebenden Beschäftigungseffekte für die einzelnen Wirtschaftszweige. Sie wurden mit den Daten einer im Rahmen des Projekts veranlassten Zusammenstellung der Bundesanstalt für Arbeit (BA) gekop-

pelt. Damit konnten die Auswirkungen für jeden der 181 Arbeitsamtsbezirke Deutschlands aufgezeigt und die am stärksten betroffenen Bezirke identifiziert werden.

Unter anderem wurde untersucht, welche Auswirkungen die jeweiligen Umweltschutzstrategien auf die regionale Konzentration der Wirtschaftszweige in Deutschland haben. Dazu wurden Herfindahl-Hirschman Indices als Maße für die regionale Konzentration der einzelnen Wirtschaftszweige berechnet und zu einem gesamtwirtschaftlichen Indikator aggregiert.

Auch wenn ein Vergleich der Strategien aufgrund der unterschiedlich starken Eingriffsintensitäten in den einzelnen Nachhaltigkeitsszenarien nur bedingt möglich ist, zeigt sich, dass die **regionale Konzentration abnimmt**. Dies bedeutet, dass sich in der Tendenz die durch die Nachhaltigkeitsszenarien induzierte Beschäftigung relativ gleichmäßig auf die einzelnen Arbeitsamtsbezirke verteilt, während die Beschäftigungsrückgänge stärker konzentriert sind. Im Saldo führt dies dazu, dass es zwar sehr viele Arbeitsamtsbezirke gibt, die einen geringen Beschäftigungszuwachs erleben, auf der anderen Seite aber einige Arbeitsamtsbezirke – selbst bei bundesweit positiven Gesamtbeschäftigungseffekten - eine deutliche Reduktion der Beschäftigung hinnehmen müssen.

6 Umweltwirkungen

Den ökonomischen Wirkungen wurde eine grobe Abschätzung der Umweltentlastungen gegenübergestellt. Hierzu wurde das Modell ISIS um sektorspezifische Umweltbelastungsgrößen ergänzt. Um mögliche Verzerrungen in den Abschätzungen zu reduzieren, wurden zudem die direkten und bedeutsamen Umweltbelastungen aus bottom-up Berechnungen bzw. bestehenden Ökobilanzergebnissen herangezogen und in die Modellergebnisse integriert. Aufgrund der Geschlossenheit des Modells und der Berücksichtigung aller zur Deckung der Endnachfrage notwendigen Vorproduktionen werden die ausgewiesenen Umweltbelastungen in besonderer Weise dem Gedanken eines Life-Cycle-Assessment auf aggregierter Branchenebene gerecht. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass für die Abschätzung der Umweltwirkungen dieselben Grundannahmen herangezogen werden wie für die ökonomischen Analysen.

Die sich in den Nachhaltigkeitsszenarien gegenüber den Referenzszenarien ergebenden Veränderungen in den Umweltbelastungen sind in Tabelle 5 aufgeführt. Es zeigt sich, dass es mit wenigen Ausnahmen immer zu einer **Reduktion der Umweltbelastung** kommt. In der Summe addieren sich die Emissionsreduktionen z. B. auf über 30 Mio. t CO₂, was immerhin ca. 3 % der heutigen bundesweiten CO₂-Emissionen entspricht. Lediglich beim Car-Sharing kommt es zu einer Zunahme der NO_x- und SO₂-Emissionen sowie des Abfallaufkommens. Die letzten Effekte rühren daher, dass es beim Übergang zum Car-Sharing auch zu einer Zunahme des Öff-

fentlichen Personenverkehrs kommt (Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs mit SO₂-Emissionen aus dem Kraftwerksbereich, höhere Abfallintensität). Bei den NO_x-Emissionen gehen die den Analysen zu Grunde gelegten Emissionsfaktoren des Tremod-Modells davon aus, dass die spezifischen NO_x-Emissionen aus dem Pkw-Verkehr deutlich unter denjenigen aus dem Busverkehr liegen. Dennoch kommt es auch beim Car-Sharing zu einer deutlichen Entlastung hinsichtlich Energieverbrauch und CO₂-Emissionen. Im Fallbeispiel „Brennstoffzelle“ ergeben sich leichte Zunahmen bei Abwasser- und Abfallmengen.

Tabelle 5: Umweltauswirkungen der Fallbeispiele (Differenz zwischen Nachhaltigkeits- und Referenzszenario)

Umweltindikator	Einheit	Papier	Kunststoff-recycling	Pkw-Lebens-dauerverläng.	Car-Sharing	Brennstoffzelle
Energieverbrauch	PJ	-68,9	-179,0	-34,8	-14,7	-60,3
CO ₂	Mio. t	-4,0	-21,9	-2,0	-1,0	-4,4
SO ₂	kt	-8,6	-12,9	-3,5	0,1	-1,9
NO _x	kt	-4,8	-7,7	-1,9	1,4	-4,3
NMVOC	kt	-0,7	-10,1	0,2	-1,8	-6,1
Abwasser ohne Kühlwasser	Mio. m ³	-91,8	-23,1	-7,2	-0,5	2,8
Abfall zur Beseitigung	kt	-631,1	-150,4	-194,8	69,7	26,5
Sonderabfall zur Beseitigung	kt	-341,6	-109,7	-199,6	-3,7	9,4

Quelle: Eigene Berechnungen

7 Implikationen

Die analysierten Fallbeispiele lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass sie den bereits in der Vergangenheit zu beobachtenden Strukturwandel vom sekundären zum tertiären Sektor noch verstärken. Da die Nachhaltigkeitsszenarien im Vergleich zu den Referenzszenarien geringere Importanteile und höhere Arbeitsintensitäten aufweisen, kommt es überwiegend zu positiven Nettobeschäftigungswirkungen. Allerdings fällt dieser Effekt umso geringer aus, je mehr es im Zeitablauf zu einer Mechanisierung und Professionalisierung und damit zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität kommt. Von daher ist zu erwarten, dass von den Strategien des Recyclings und der neuen Produktkonzepte zwar **positive, aber in ihrer Größenordnung beschränkte Beschäftigungswirkungen** ausgehen. Gleichzeitig muss auch der Zusammenhang mit den Exportbeziehungen gesehen werden. Positive Beschäftigungswirkungen werden schwieriger zu erreichen sein, wenn die Strategien bei Branchen ansetzen, die hohe Exportüberschüsse erwirtschaften und die mit der Strategie einhergehenden zusätzlichen Dienstleistungen im Ausland verrichtet werden. Andererseits zeigen die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen, dass deutliche positive Arbeitsplatzeffekte dann erreicht werden, wenn es zu Verbesserungen in der technologischen Wettbewerbsposition oder gar zur Etablierung eines Lead-Markets kommt.

Die Ergebnisse der Fallstudien zeigen, dass Produktrecycling und umweltfreundliche Produktkonzepte zwar keine Jobknüller sind, die die Beschäftigungsprobleme Deutschlands lösen, sie sind aber auch keine Jobkiller. In Abhängigkeit von der spezifischen Ausgestaltung können sie sehr wohl einen Beitrag zur Reduktion der Arbeitslosigkeit leisten.

Auch wenn die aggregierten Nettobeschäftigungswirkungen begrenzt sind, weisen die Ergebnisse doch darauf hin, dass Produktrecycling und umweltfreundliche Produktkonzepte **erheblichen strukturellen Anpassungsbedarf** auslösen:

- Es kommt zu gravierenden sektoralen Verschiebungen zwischen Gewinnern und Verlierern.
- Die Veränderungen des erforderlichen Qualifikationsniveaus sind zwar begrenzt, aber die Tätigkeitsspektren – und damit die geforderten Kenntnisse – verschieben sich deutlich.
- Die Tendenzen zu flexibleren Arbeitszeiten, insbesondere im Hinblick auf Wochenendarbeit, nehmen noch zu.
- Da insbesondere die Verliererbranchen regional konzentriert sind, besteht inter-regionaler und intraregionaler struktureller Anpassungsbedarf.

Bezüglich ihrer Wirkungen auf die Arbeitsstrukturen lässt sich festhalten, dass die betrachteten Umweltschutzstrategien als **wirtschaftliche Modernisierungsstrategien** bezeichnet werden können, die – z. B. im Hinblick auf die Zunahme der Flexibilisierungsanforderungen – eher trendverstärkend als –abschwächend wirken. Damit fügen sich die Umweltschutzstrategien zwar in das gängige Entwicklungsmuster der wirtschaftlichen Entwicklung ein, allerdings dürften bei ihrer Umsetzung ähnliche soziale Friktionen – und damit Widerstände – auftreten wie bei anderen Modernisierungsstrategien.

Der hohe strukturelle Anpassungsbedarf verdeutlicht die Notwendigkeit einer vorausschauenden Struktur-, Regional- und Bildungspolitik. Gleichzeitig wird aber auch deutlich, dass es aufgrund des erheblichen Strukturwandels nicht einfach sein wird, diese Strategien gegen die Interessen der Verlierer durchzusetzen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Verlierer tendenziell bessere Möglichkeiten zur Organisation und Durchsetzung ihrer Interessen in der Politik aufweisen. Andererseits wirken die Strategien zum Teil auch als Verstärker eines ohnehin stattfindenden Strukturwandels, z. B. hinsichtlich der Tertiarisierung der Volkswirtschaft, dem zunehmenden Einsatz von IuK-Techniken oder der Professionalisierung von ehemals „alternativen“ Beschäftigungsnischen. Hier ist zu vermuten, dass es im Zeitablauf einfacher werden wird, die trendverstärkenden Strategien umzusetzen.

Bei den analysierten Umwelteffekten zeigt sich, dass die anhand der Fallbeispiele untersuchten Umweltschutzstrategien auch nach Einbeziehung sämtlicher inter-

sektoraler Produktionseffekte **bedeutende positive Umweltwirkungen** induzieren. Produktrecycling und umweltfreundliche Produktkonzepte führen z. B. zu einer deutlichen Reduktion der CO₂-Emissionen und können damit einen signifikanten Beitrag zur Erfüllung der nationalen und internationalen Klimaschutzverpflichtungen beitragen. Außerdem lässt sich feststellen, dass von den Umweltentlastungen, zumindest bei den globalen Schadstoffen, sämtliche Regionen profitieren, während die Beschäftigungsverluste regional konzentriert sind.

Bezüglich der anzuführenden **politischen Maßnahmen** ergeben sich aus den Analysen folgende Anhaltspunkte:

- Die vorausschauende Gestaltung des Strukturwandels erfordert eine Abstimmung der Umweltpolitik mit der Industrie-, Regional- und Bildungspolitik.
- Sektoren mit einer hohen Arbeitsintensität profitieren überdurchschnittlich von einer Senkung der Lohnnebenkosten. Insofern ist davon auszugehen, dass Produktrecycling und umweltfreundliche Produktkonzepte nicht nur von der Erhebung, sondern auch der Verwendung einer aufkommensneutralen Ökosteuer begünstigt würden.
- Insbesondere für die Umsetzung von neuen Produktstrategien, die materielle Produktion durch dienstleistungsähnliche Aktivitäten substituieren, ist die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der angebotenen Services ein entscheidender Erfolgsfaktor. Diese Konzepte werden erst dann auf breitere Akzeptanz stoßen, wenn sie ein Minimum an Professionalität und räumlicher Verbreitung erreichen. Hier können Maßnahmen, die die Markteinführung dieser Konzepte unterstützen, einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung liefern.
- Eine Voraussetzung für die Umsetzung der neuen Produktstrategien ist die Koordination entlang den Wertschöpfungsketten. Allerdings liegen noch wenig Erfahrungen vor, welche Faktoren hemmend bzw. fördernd auf die Herausbildung entsprechender Koordinationsmechanismen wirken. Der Erforschung und Gestaltung kooperationsfördernder Rahmenbedingungen und der Etablierung von Netzwerken kommt damit eine hohe Priorität zu. Zu untersuchen wäre auch, ob die hohen Ansprüche an den Informationsaustausch und die Koordination zwischen den einzelnen Firmen durch branchen- und Verbände übergreifende Vereinbarungen bzw. Absprachen ebenso reduziert werden können wie durch eine Ausweitung der Kennzeichnungspflicht oder durch freiwilliges Labeling.
- Maßnahmen, die eine Änderung des Konsumverhaltens und ein Umdenken bei unternehmensinternen Entscheidungen über Produktionsprozesse bewirken, können insbesondere die Akzeptanz und Umsetzung der Strategien umweltfreundliche Produktkonzepte und Nutzungsintensivierung beschleunigen. Dazu zählen die Förderung eher langfristig angelegter Informationsprogramme ebenso wie die kurzfristige Förderung von Demonstrationsprojekten, Anwendungsmöglichkeiten und Netzwerken.

Aus den durchgeführten Analysen lassen sich auch Schlussfolgerungen hinsichtlich der **Nachhaltigkeit der untersuchten Umweltschutzstrategien** ziehen. Die Abschätzung der Umweltwirkungen zeigt auf, dass die Strategien einen wichtigen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit leisten. Die herausgearbeiteten ökonomischen Wirkungen deuten darauf hin, dass auch hinsichtlich der Ökonomieverträglichkeit den Strategien die Nachhaltigkeit nicht abgesprochen werden kann. Wenn es zusätzlich gelingt, die mit dem Strukturwandel einhergehenden Friktionen zu begrenzen, gilt dies auch hinsichtlich der im Rahmen dieses Projekts untersuchten sozialen Dimension von Nachhaltigkeit.

Die **Analyse der Durchsetzbarkeit** von politischen Maßnahmen zur Förderung der Fallbeispiele zeigt auf, dass die Verlierer tendenziell bessere Möglichkeiten zur Organisation und Durchsetzung ihrer Interessen aufweisen. Insofern wird es nicht einfach werden, die oben genannten Maßnahmen politisch durchzusetzen. Dies unterstreicht die Bedeutung einer vorausschauenden Gestaltung des Strukturwandels, damit den betroffenen Branchen ein längerer Zeitraum für die notwendigen Anpassungen bleibt. Zugleich könnte es hierdurch auch einfacher werden, nicht nur die mit den Umweltschutzstrategien verbundenen Risiken, sondern auch die daraus resultierenden Chancen zu erkennen. Des weiteren wird es auch darauf ankommen, die Bedingungen für die Organisation und Perzeption der Interessen der Gewinner zu stärken. Hilfreich wäre es, wenn die Vertreter der Interessen von Umweltverbänden und Gewinnerbranchen verstärkt aufeinander zugehen, um eine Bündelung ihrer Kräfte zu erreichen. Auch sollte die Politik klare Aussagen über die künftigen Prioritäten der Umweltpolitik treffen, um den Innovatoren zu signalisieren, dass es sich bei den von ihnen verfolgten Konzeptionen nicht nur um wirtschaftlich interessante, sondern auch umweltpolitisch erwünschte Innovationen handelt.

The working world in a sustainable economy – analysis of the impacts of environmental conservation strategies on the economy and job structure

Summary

1 Objective and background

Since the UNCED conference in Rio, the term **sustainable development** has been increasingly used as a model for environmental policy in industrialised nations. As the term 'sustainable development' is too abstract, an intense discussion of the measurements of sustainability has arisen in Germany as well as the other countries. A pragmatic interpretation of the term 'sustainability' has emerged which, in the industrial countries, identifies environmental pollution and consumption of resources as limiting factors for sustainability, but simultaneously, interprets the economic and social aspects of a sustainable, ecologically-compatible development as further conditions in the sense of economic and social acceptability. Accordingly, questions of how the working world and the economic structures will change on the way to a ecological sustainable development are fundamental to a sustainability strategy.

Several **environmental conservation strategies** can be selected to achieve the ecological goals. Four strategies can be distinguished: end-of-pipe technologies, environmentally-friendly production processes, recycling production residues and products as well as environmentally-friendly products. These strategies will have micro- and macroeconomic effects with considerable implications for the working world. Measures to reduce environmental pollution trigger various adjustment reactions among the individual companies and private households. The sum of these modifications and their consequences then result in changes in the macroeconomic figures of production and employment. It is important to note that there are several types of effects reflecting to some extent different theoretical approaches. Three large categories of different effects can be distinguished, namely price and cost effects, innovation effects as well as demand effects (see Table 1).

The overall effect on employment and production arises from the interaction of the different types of effects. It is therefore not possible to derive the macroeconomic effects from an isolated consideration of only a few partial effects, especially as there is a lot of interaction between the individual effects. At the same time, the effects can occur to different degrees on an individual, meso- or macro- economic

level. In order to analyse the economic impacts it is therefore necessary to select the instrument or model of analysis to be applied depending on the relevant level of consideration.

One focus of the analyses conducted in the past on work and environment were the employment effects of end-of-pipe strategies. **End-of-pipe technologies** are characterised by generally resulting in an increase of the user's cost burden. In the medium to long term, however, an early adjustment to the changed scarcity relations can have a positive impact, since the reduction in external costs caused by end-of-pipe measures can be seen as avoided production costs of tomorrow. Through the use of end-of-pipe technologies, there is a direct demand impulse among the manufacturers of these technologies which also has an effect on upstream areas through the input relations. Germany also holds a traditionally high international competitive position in end-of-pipe technologies. Furthermore, jobs are also created by the operation and control of the systems. In empirical studies conducted on behalf of the Federal Environmental Agency the number of employees in environmental conservation was estimated at almost one million.

Table 1: Overview of the various effects of environmental conservation strategies on the economy

Price/cost effects	Cost reduction by using environmental technologies which are profitable even on an individual economic level Extra costs due to the realisation of expensive environmental technologies Reduction of the costs for labour should an eco tax be compensated for by reducing labour taxes (e.g. social security contributions) Reduction of economic if the additional costs of taxation (excess burden) are reduced by the introduction of an Eco tax Substitution effects between the production factors due to altered relative prices
Demand effects	Positive and negative direct and – depending on the input relations – indirect demand effects Positive or negative effects on the flow of income
Innovation effects	Effects of the diffusion of environmental technologies on productivity Stimulation to generate new technological solutions Improvement of the technological competitive position on the international commodity market for environmental technologies (first mover advantage)

Environmentally-friendly production processes are substituted for conventional production technologies and result in an increase in investment demand. This demand can increase furthermore, if the strengthened position in quality competition results in an increase of the world market share of investment goods. Nevertheless, despite higher investment costs, no (significant) increase of production costs among users is to be expected for environmentally-friendly production processes because the new production plants can lead to increases in the productivity of the production factors, and thus to cost reductions. However, if the environmentally-friendly pro-

duction processes simultaneously result in an increase in labour productivity, there will be reduction of the number of jobs in the firms applying such technologies. The effects of environmentally-friendly production processes have been examined on several levels in the recent past. Case studies as well as numerous macroeconomic studies - especially in connection with the introduction of an energy tax - have been carried out focusing on the macroeconomic effect mechanisms and adjustment processes. A certain convergence of the results can be seen to the effect that moderately positive job effects occur, especially if the additional tax revenue is used to reduce labour costs.

Characteristic for **recycling strategies** is a sometimes massive deflection of material flows which results in a lower production of primary materials. In addition, where **new product concepts** are concerned, new production is substituted by service-like activities to intensify product use and extend the life span of products. Based on these trends, hypotheses can be developed on the economic impacts of recycling strategies and new product concepts (Table 2). As these strategies induce changes along the entire value-added chain, an empirical analysis of the economic impacts cannot be restricted to the effects on the user branches, but must take into account all the economic interdependencies.

Up to now, these kinds of analysis have only been carried out in part and in not much depth. At the same time, structural factors such as sectoral distribution of jobs, qualification requirements and working conditions as well as regional effects have been largely neglected. Furthermore, the economic and the environmental effects have often been derived in different studies. Thus, the examples referred to in the respective studies and the assumptions made are very rarely congruent.

Against this background, the **empirical analysis** of the research project described here concentrates on the environmental conservation strategies of recycling and environmentally-friendly product concepts. For selected cases studies, the impacts on the working world and the need for structural adjustments are examined. Alongside the number of jobs and the sectoral distribution, qualitative aspects are included such as qualification requirements, job profile and working conditions. The spatial distribution of the need for adjustment resulting from the strategies is also examined. Finally, the economic analyses are supplemented by an estimation of ecological effects in order to guarantee that the examples analysed really do contribute to increasing ecological sustainability. In order to take up the various aspects of sustainability on a medium level of aggregation, the integrated model **ISIS** (**I**ntegrated **S**ustainability Assessment System) was developed and applied.

Table 2: Hypotheses about the economic impacts of recycling strategies and environmentally-friendly product concepts

	Recycling strategies	Environmentally-friendly product
--	----------------------	----------------------------------

		concepts
Employment	Some reciprocal effects; cost effects uncertain; positive overall effects possible due to higher intensity of work and lower import shares of the growing sectors	Some reciprocal effects; cost effects uncertain; positive overall effects possible due to higher intensity of work and lower import shares of the growing sectors
Sectoral structural change	Decline in primary industry; increase of waste collecting and processing activities	Decline of basic industry; drop in the new production of investment goods and durable consumer goods; Increase in repairs, reprocessing and services
Regional structural change	Negative effects on regions with a high proportion of basic industry; tendency towards a regionally uniform distribution of the growing sectors	Dependent on case-specific differences in the regional distribution of growing and declining sectors
Qualification/job profile	Polarisation of qualifications; new job profiles with low qualification, many of which, however, are rationalized; possible tendency to lower qualification requirements through indirect effects, but case-specific differentiation necessary	Increase of skilled manual qualification requirements; extension of the requirement profile by including organizing activities; indirect effects dependent on case-specific differences between sectors

2 Selection of the case examples and methodology

The aim of the empirical analysis is not an optimisation of environmental policy measures for individual case examples, but a first step towards an empirical testing of the hypotheses outlined above. The case examples aim to cover different attributes of the environmental conservation strategies. These include, above all, recycling of products, a combination of product recycling and new product concepts, prolonging the life span and intensifying the use of products as well as an environmentally-friendly design of products with regard to increasing the use of renewable energies. Against this background, the following five branches and case examples are selected for the empirical examinations:

- **Sustainable production and use of paper:** the paper industry is one of the branches characterised by an intensive use of energy and a high production of wastewater. It has shown above average growth rates since the eighties. At the same time, the material flow of paper is an excellent example for the possibilities of a material flow management along the value-added chain which combines increased recycling measures with new product concepts (e.g. printing-on-demand, dematerialization).
- **Increased recycling of plastics:** in recent years, the recycling of plastics has increasingly become a subject of waste policy debate. The pressure due to the problems of utilisation and disposal of plastic wastes will probably continue to increase as the plastics sector has the highest growth rates of all the industrial sectors in Germany. Since most plastic products are long-lived, the increase in

plastic waste occurs in a time lag to plastic consumption. Corresponding to the growth rates of the past few years, the problems caused by the amounts of waste will increase enormously in the near future. In the case study, the effects of a significant increase in recycling (of high-quality) plastic waste were examined.

- **Prolonging the life span of products:** in this case study, a long-lived consumer durable was analysed. In order to be able to observe the effects of an increased transition from new production to intensified maintenance and repair, the case example should also be characterised by the existence of a significant maintenance and repair sector. In addition, the sector regarded should also be successful to a considerable extent on the global market in order to be able to include the effects resulting from the foreign trade of a strategy to prolong product life span. In the end, cars were selected, especially as first attempts had already been made to systematise the economic effects in this area which could be taken as a base.
- **Intensifying the use of products:** in this example the effects of joint use of a consumer durable were examined. Car sharing was chosen as the currently most discussed example for intensifying product use. As this area is, in addition, characterised by the founding and expansion of car sharing organisations, the shifts resulting from the transition from new production of a durable to service-like activities could also be analysed using this example.
- **Environmentally-friendly design of products to increase the use of renewable energies:** the increased use of renewable energies is an indispensable element of environmental policy. The question arises as to how the working world will be affected if the utilisation of long-term consumer durables is characterised by the use of renewable energies. Mobile fuel cells using hydrogen produced from renewable energies were selected as a case study example. This example also offers the possibility to consider various foreign trade effects (import of renewable energies, export of fuel cell engines).

In contrast to highly aggregated, macroeconomic model analyses which, e. g. have been used to analyse the impacts of an energy tax, a **medium aggregation level** was selected to analyse the case examples **on a branch level** (meso level) which can take into account the diverse structural effects. The method chosen is distinguished by the fact that it - in the sense of a micro-macro bridge - is based on a detailed analysis of the case studies on the micro level involving numerous discussions with experts, interviews and the use of material flow models. This enables a better consolidation of the input data for the model-based analysis and, at the same time, obtains results of the influences of the environmental conservation strategies on in-house job structures in the user companies.

Scenario analyses were undertaken for the examination on the meso level. Their aim is not to make exact predictions of a future state, but to increase the "awareness

of the consequences" of policy or economic actions. To analyse the impacts on the working world, the **ISIS model** was developed and applied. It is based on a standard input-output model, which was, however, **extended** by employment, job structures, regional effects and environmental pollution. In the sense of an integral understanding of sustainability, this permits, in an innovative way, a model-based, integrated analysis of the impacts of environmental conservation strategies on production, structural change, jobs, qualification structure, working conditions, regional structure and the environment. The year 2020 was chosen as a reference point. The effects analysed are each shown as differences of a sustainability scenario compared with a reference scenario.

The **features of the sustainability scenarios** which characterise the individual case examples are listed in Table 3. As a first step in the derivation of the economic effects it was necessary to quantify the economic impulses resulting from the differences between the sustainability and the reference scenarios (e. g. increase in the plastic waste utilised and decrease in primary plastics production). With the help of the ISIS model (which was extended by several new case-specific branches), the overall effects were then calculated resulting from these positive and negative economic impulses. This process also took into account the increase in labour productivity which is to be expected up to the year 2020. Because the input-output model had been extended by additional modules, it was possible to use this to determine the impacts on job structures, spatial distribution of economic activities and environmental pollution.

Table 3: Definition of the sustainability scenarios for the individual case examples

Case example	Feature of the sustainability scenario
Sustainable production and use of paper	Increased recycling, dematerialization through more efficient use of paper as well as substituting information and communication technologies for paper
Plastics recycling	Recycling and feedstock utilisation of 68 % of plastic waste
Extending the life span of cars	Increase in the life span of cars by 30 %, caused by changes in vehicle design and more intensive maintenance
Intensification of use through car sharing	Membership in car sharing organisations increases to 10 % of car licence holders
Mobile fuel cells	Fitting 5 % of cars with fuel cell drives; producing the hydrogen from renewable energy sources

3 Employment effects and sectoral structural change

The net employment effects resulting from the scenario analyses are shown in Figures 1 to 5. It was implicitly assumed that underemployment is the rule and that newly created positions can be filled without delay. The resulting overall tendency is towards **positive employment effects**. However, different effects can be distinguished between the individual case examples, e.g. with regard to the sectoral effects:

- The net growth in the case of **paper** totals 27,000 jobs. This is mainly due to an increase in the multimedia- and computer-related sectors, while there is a clear decline in jobs in the paper industry and among traditional printers. Nevertheless, it is possible that some of the new jobs will be realised in a printing industry which is evolving into media services.
- The net effects in **plastics recycling** are comparatively small with 2,500 new jobs. There are decreases in plastic production and the upstream basic industry, and increases mainly in the collection, sorting and processing of plastics. A sensitivity analysis makes it clear that the high degree of automation in sorting is largely responsible for the comparatively low net effect as the labour intensities for plastic production and for recycling/sorting are becoming more similar. A further sensitivity analysis shows that job growths resulting from additional investments in the sectors with production increases are only slightly greater than the job losses resulting from avoided investments in the sectors with declining production.
- The assumed **life span extension of cars** results on balance in an employment increase of approx. 13,000 persons. This incorporates considerable sectoral shifts: a growth of approx. 60,000 jobs in car repairs is contrasted with a loss of 50,000 jobs in automobile production. Two effects overlap here: on the one hand the repair branch shows a much higher labour intensity than vehicle construction, on the other hand Germany is a net exporter of vehicles. Therefore the increased maintenance costs of extending the life span of German vehicle exports abroad are higher than the maintenance expenditure which occurs in Germany to prolong the life span of imported foreign vehicles. If this latter effect is removed analytically, the result is clearly higher employment effects, with a growth of 39,000 jobs. A similar result is obtained if a first-mover advantage is assumed. If it is assumed that German car net exports will increase by 10 %, the jobs created increase to 47,000. In a third sensitivity analysis, it was examined what influence would result from the repair sector becoming more like industrial production. Based on this assumption, the labour intensity in the repair sector would be lower and on balance there would be a drop in employment of over 2,500 persons.
- A total of approx. 16,000 additional jobs would be created through the assumed greater diffusion of **car sharing**. There is a resulting decrease in jobs not only in vehicle manufacture, but also in service areas such as retail, insurances and petrol stations which are closely linked to the upkeep and operation of vehicles. The growth in the public passenger transport sector is even greater than in the car

sharing sector. The reason behind this development is the very high labour intensity of public transport which is higher than that in the rest of the service sector.

- Under the assumed conditions, the use of **fuel cells** would result on balance in an increase in employment of approx. 6,300 persons. Due to the alterations in the transmission technology, traditional vehicle manufacturing would suffer small job losses, whereas those production areas connected with fuel cells would increase slightly. Furthermore there would be a growth of jobs in the newly created hydrogen production sector. These positive job effects have to be qualified to the extent that they ignore the effects of the reduced income from petrol taxation. In a sensitivity analysis, it was therefore assumed that tax increases occur to compensate for the reduced petrol tax revenue which have the result of reducing the consumption expenditure of households by the amount of the reduced petrol tax revenue, whereby complete shifting of the tax increase to the consumption expenditure was assumed. This withdrawal of demand results in 8,700 jobs being lost so that, on balance, this sensitivity analysis shows a small reduction in jobs of approx. 2,400.

Figure 1: Net employment effects due to sustainable use of paper
(difference between sustainability and reference scenario)

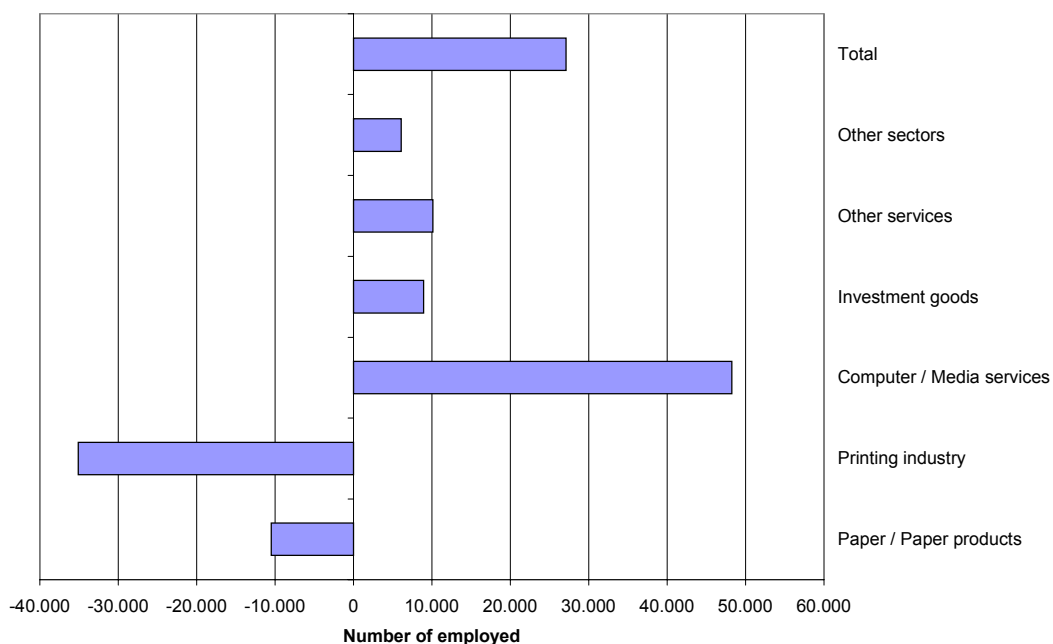


Figure 2: Net employment effects due to increased plastics recycling
(difference between sustainability and reference scenario)

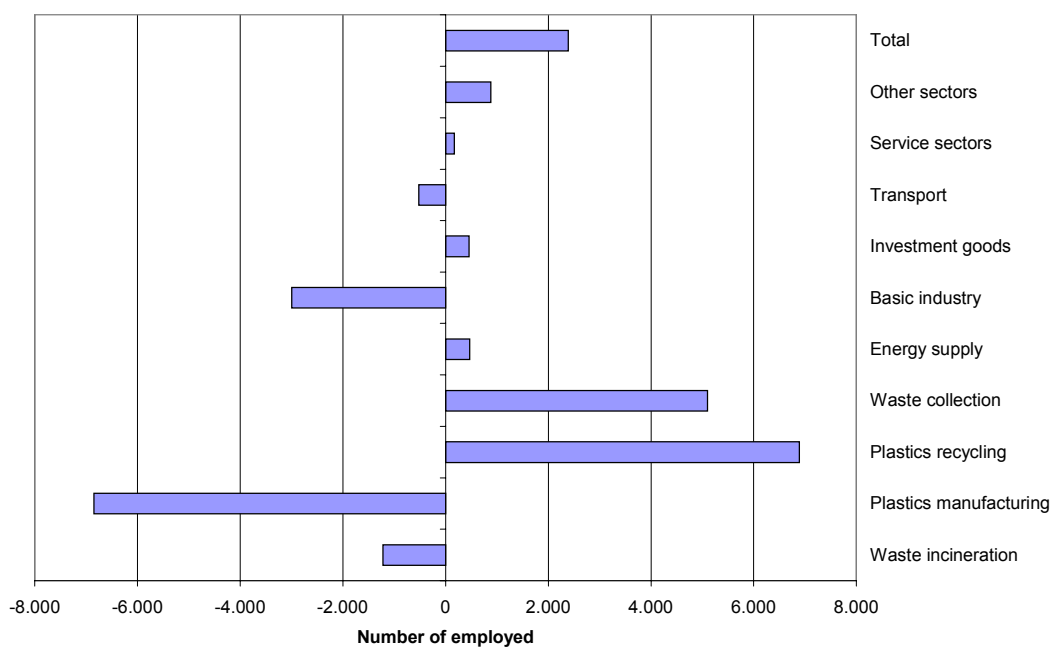


Figure 3: Net employment effects due to prolonged life span of cars (difference between sustainability and reference scenario)

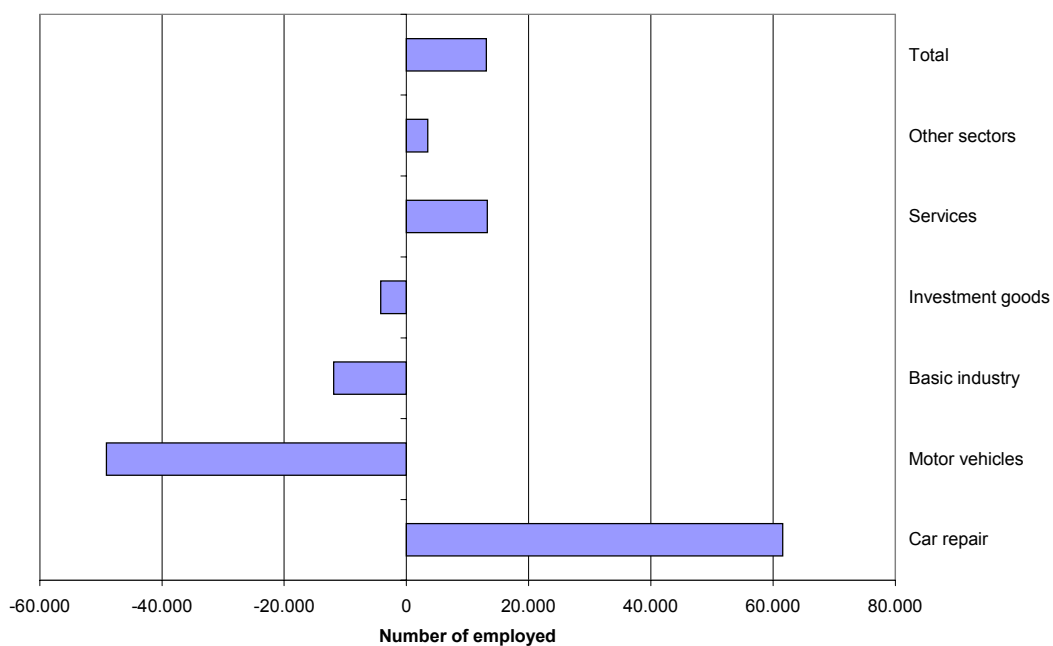


Figure 4: Net employment effects due to increased car sharing
(difference between sustainability and reference scenario)

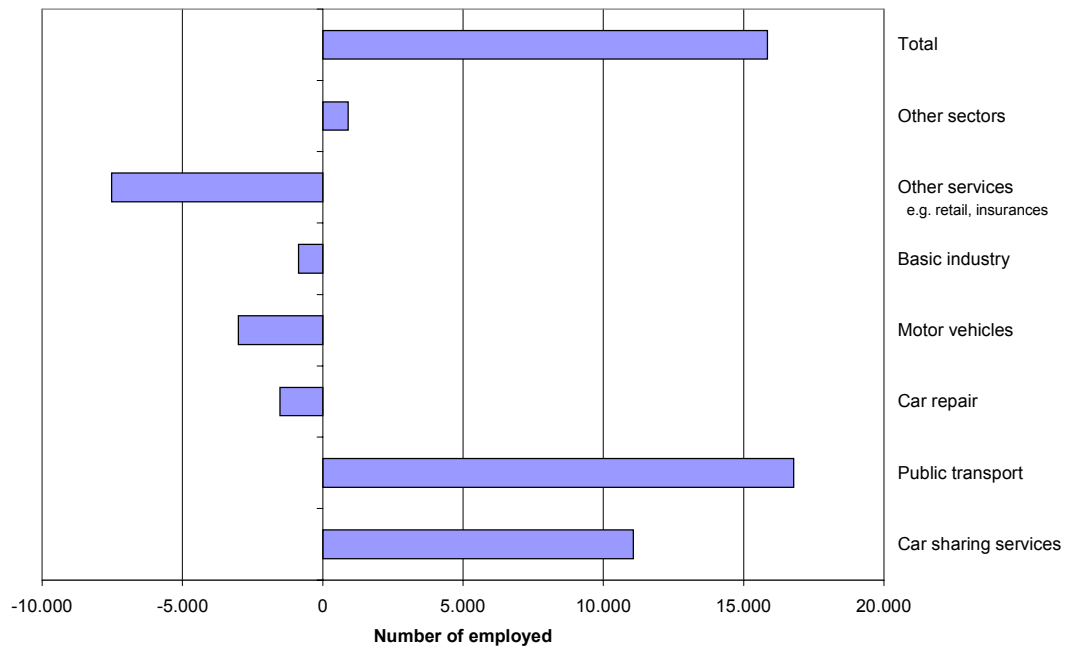
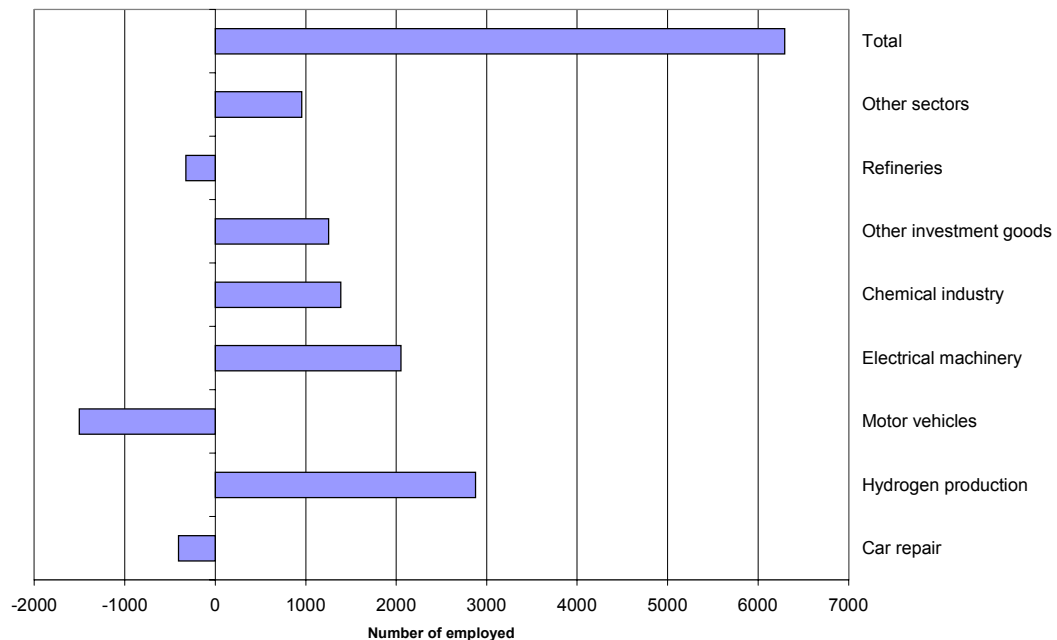


Figure 5: Net employment effects due to fuel cell use in cars
(difference between sustainability and reference scenario)



To assess the effects and to make comparisons between the individual case examples, the total employment effects were assigned to the respective economic impulses which triggered them, i.e. to the demand shifts. Furthermore, the **total**

employment effects were **divided into three components** which can be interpreted independently:

- The **production multiplier** indicates to what extent a triggered impulse contributes to an increase of production due to upstream input requirement. The higher the production multiplier, the higher the production effects triggered by an impulse.
- The **import share** indicates which share of total production triggered by an impulse can be apportioned to imports. The higher the import share, the lower the share allotted to domestic production and affecting domestic employment.
- The average **employment intensity** indicates how many persons will be employed per million DM domestic production resulting from the impulse.

Based on this component split, the following **interpretations of employment results** can be developed:

- In the case examples of paper use, extending car life span and car sharing, the production areas which grow due to positive impulses, have, without exception, a lower import share and a higher employment intensity than the declining areas. As a result, there is a clear rise in the number of jobs in all three case examples. One interpretation of this pattern is that, in these examples, a dematerialization occurs in which material production is substituted by more service-like activities which are both labour intensive and domestically based to a greater degree.
- Plastics recycling displays a similar pattern with regard to import shares and labour intensity to the three examples cited above. However, in contrast to these, the declining sectors trigger a higher total production than the expanding ones. This means that the effects of rising labour intensity and falling import shares which bring about job growth are compensated for to a large extent.
- The example of fuel cells shows a very different pattern. Here, one industrially produced motor technology is replaced by another so that the differences in the employment intensity and import shares of the production triggered by the impulses are comparatively small.

4 Qualification requirements and working conditions

The effects on the qualification requirements and working conditions were analysed on both a microeconomic and mesoeconomic level. In order to identify the effects on the micro level, case studies of the firm applying the strategies were performed. Together with other data inputs, the results obtained were used to build scenarios and to model the effects on the job structure with the ISIS model.

4.1 Job structures in companies applying the strategies

In the analysis on the micro level, the effect of environmental conservation strategies on the job structures in the companies carrying out the environmental strategy was examined. A priori, a series of primary and above all secondary effects are to be expected. The hypothesis was put forward that, for recycling strategies, the workforce will be divided into employees with many simple activities and highly qualified specialists (increased polarisation of the qualification structures). The majority of changes could result from the realisation of environmentally-friendly product concepts. These changes mostly affect aspects such as increased flexibility of working hours, service culture and others.

To carry out the analyses, companies were selected and questioned in interviews especially with regard to open questions which could not be resolved using existing statistics. A printing-on-demand company (case example for paper), three sorting plants, two currently typical ones as well as one with greater automation (case example for plastics recycling) as well as one car sharing organisation and a larger repair workshop of a modern type (case example for cars) were analysed. In addition, insights from ongoing ISI projects were drawn upon in a secondary analysis.

The firms were examined from several dimensions. First of all, the **rationalisation effects** resulting from the introduction of environmental conservation strategies were of interest. In all the case examples it was shown that a reinforcement of rationalisation can be assumed. This is especially true for plastics recycling. It can be predicted here that the transition to improved sorting plants simultaneously causes considerable automation effects. Increased car sharing will reinforce the tendency of car sharing organisations to become more professional, as, up to now, these have been structured along the lines of (alternative) environmental organisations. At the same time, the intensification of maintenance and the use of more monitoring electronics which accompany a product life span extension tend to favour larger repair workshops which have a higher work productivity.

The **qualification structure** was also examined in detail in the analysis of working structures. In addition, it was recorded which employee qualifications had become necessary to meet the requirements of the respective environmental conservation strategies. There is no uniform picture here: for printing-on-demand there is a slight tendency towards lower qualifications than is the case for conventional printing. There are currently rather low qualification requirements for sorting plants. However, in future, there should be a rising qualification level here with increasing automation due to activities being phased out which require low qualifications. In car repairs, the qualification requirements which at present call for the employment of skilled workers and foremen will probably remain constant even with the increasing use of product-linked information systems and even if there are shifts in the job profile in the direction of electronic skills. For the car sharing organisations, an increasing professionalism can be assumed for which commercial knowledge in

particular is very important. In contrast to the situation observable today, however, the share of employees with university degrees will probably decrease.

A certain tendency towards an extension and greater flexibility of **working hours** can be seen. In automated plastic sorting plants, the trend towards three-shift operation will probably be reinforced. The tendency towards larger repair workshops results in a greater diffusion of shift work - up to now less common in the repair sector - or a round-the-clock standby service etc. For car sharing, it can be assumed that more flexible job hours will become apparent due to the use of product-linked information systems and the use of the internet which, however, do not imply an extension of working hours. Only in the introduction of printing-on-demand are hardly any shifts in flexibility demands to be expected compared with conventional printing processes.

4.2 Scenario Analysis on a mesoeconomic level

The changes in qualification requirements and working conditions were also examined in scenario analyses. To do so, an additional module was set up within the ISIS model based on the data of the micro census provided by the German Federal Statistical Office. In contrast to the analyses on the company-level, the scenario analyses covered not only the impacts in the sectors in which the environmental conservation strategy was implemented, but also the changes resulting in all other positively or negatively affected sectors. The effects listed in Table 4 are thus net effects.

No uniform picture emerges with regard to **qualification requirements**. In the case study on paper, there is an increase in the qualification requirements mainly due to the use of computer specialists. On the other hand, they decrease for extending car life span and especially for plastics recycling. Thus, the development in recycling seems to contradict the trend observed in Germany towards generally higher qualification levels. A differentiation of the total effect into direct and indirect changes caused by sectoral shifts provides more information. Then, in concordance with the general trend, a certain higher qualification is to be expected in plastics recycling as a direct effect resulting from the rationalisation of poorly qualified jobs. However, there are additional sectoral shifts which, taken together, favour the less qualified sectors and overcompensate for the effects of the general trend towards higher qualifications within the recycling sector.

In the analysis of the **job profile**, it is remarkable that - with the exception of the fifth example, fuel cells, - the industrially characterised activities decrease. In the first four case studies, this is a consequence of the dematerialization. In the case study on paper, dematerialisation also results in a decrease in trade and transport related activities. The latter tendency is not seen in plastics recycling and car sharing because compensations are made here directly in the field of transport (collection of

plastic waste or increase in public transport). With regard to **working hours**, there is a tendency towards an increase in weekend work. There is no clear result regarding shift work. It can be stressed, that, with dematerialization, flexibility requirements typical for the service sector seem to be increasingly gaining importance.

Table 4: Changes in the qualification requirements and job conditions in the sustainability scenario compared with the reference scenario

	Qualification requirements	Job profile	Working times
Sustainable paper production and use	Increase in high qualification level	Reduction of industrially characterised activities and of trade and transport dependent activities	Increase in working weekends, decrease in shift work
Plastics recycling	Increase of a low qualification level	Reduction of industrially characterised activities	Increase in working weekends and shifts
Car life span extension	Increase of low and medium qualification level	Reduction of industrially characterised activities	Weekend work increases slightly, shift work decreases
Car sharing	Few shifts between qualification levels	Increase of administrative activities and vehicle driving	Weekend, night and shift work all increase
Mobile fuel cells	Slight increase in high qualification level	Increase in industrially characterised and R&D activities	Slight reduction in weekend work, slight increase in shift work

6 Regional Effects

In the analysis of regional impacts, it was examined whether the overall effects produced are evenly distributed across the individual regions or whether individual subregions can be identified which are particularly - positively or negatively - affected by the sustainability strategies. The analysis started with the employment effects for the individual economic branches obtained from the calculations of the I/O model. These were linked with the data of a survey conducted by the Federal Labour Office. This enabled the impacts for each of the 181 local Labour Office districts of Germany to be shown and the regions most affected to be identified.

Among other things, it was examined what impacts each environmental conservation strategy has on the regional concentration of industrial branches in Germany. Herfindahl-Hirschman indices were calculated as a measure of the regional concentration of the individual industries and aggregated to an economy-wide indicator. It can be seen that a **decrease in regional concentration** occurs. This means that there is a tendency for the jobs created through those strategies to be relatively evenly distributed across the individual local Labour Office districts, whereas job losses are more concentrated. On balance, many local Labour Office districts do experience a slight growth in the number of jobs, but some districts still

have to deal with a clear reduction in employment - even though nationally positive total employment effects are concerned.

7 Environmental effects

In addition to the economic effects, a rough estimate of the reduction in environmental pollution was performed. In order to do so, the input-output model was supplemented by sector-specific environmental pollution variables. To reduce possible distortions in the estimates, in addition, direct and significant environmental pollution was brought in from bottom-up calculations or existing results of life-cycle analyses and integrated in the model's results. Due to the completeness of the model and the consideration of all the intermediate inputs necessary to meet the final demand, the environmental pollution identified complies with the idea of a life-cycle assessment on an aggregated branch level. Simultaneously, this ensures that the same basic assumptions are used for the assessment of environmental effects as for the economic analyses.

The changes in environmental pollution resulting in the sustainability scenarios compared with the reference scenario appear in Table 5. It is apparent that, with a few exceptions, a **reduction of environmental pollution** always results. In total, the emission reductions add up to, e. g. over 30 million tonnes CO₂, which, after all, corresponds to approx. 3 % of current nationwide emissions of CO₂. Only in car sharing does an increase in SO₂ and NO_x emissions and waste production occur. These effects are caused by an increase in public passenger transport accompanying the transition to car sharing. In contrast, there is an obvious drop in environmental pollution from car production and use.

Table 5: Environmental impacts of the case examples
(difference between reference and sustainability scenario)

Environmental indicator	Unit	Paper	Plastics recycling	Car life span extension	Car sharing	Fuel cells
Energy consumption	PJ	-68.9	-179.0	-34.8	-14.7	-60.3
CO ₂	Mill. t	-4.0	-21.9	-2.0	-1.0	-4.4
SO ₂	kt	-8.6	-12.9	-3.5	0.1	-1.9
NO _x	kt	-4.8	-7.7	-1.9	1.4	-4.3
NM VOC	kt	-0.7	-10.1	0.2	-1.8	-6.1
Waste water excl. cooling water	Mill. m ³	-91.8	-23.1	-7.2	-0.5	2.8
Disposal of waste	kt	-631.1	-150.4	-194.8	69.7	26.5
Disposal of hazardous waste	kt	-341.6	-109.7	-199.6	-3.7	9.4

Source: own calculations

8 Implications

The case examples analysed can be summarised to the effect that they reinforce the structural change from the secondary to the tertiary sector which has already been

observed in the past. Because the sustainability scenarios have smaller import shares and higher labour intensities compared with the reference scenarios, mainly positive net employment effects result. However, this effect becomes smaller with increasing mechanisation and professionalisation over time and thus increasing work productivity. It can therefore be expected that **positive employment effects** are instigated by the strategies of recycling and new product concepts but that these are **of limited magnitude**. At the same time, the correlation with export relations has to be seen. Positive employment effects will be more difficult to achieve if both the strategies are applied in branches which have a high export surplus and the additional services accompanying the strategy are carried out abroad. On the other hand, the results of the sensitivity analyses show that clearly positive job effects can be achieved if improvements in the technological competitive position result or particularly if a lead market can be established.

The results of the case studies show that product recycling and environmentally-friendly product concepts are neither the one and only solution to the job problems in Germany nor job killers. Depending on the specific form, they can indeed contribute to reducing unemployment.

Even if the aggregated net employment effects are restricted, the results indicate that product recycling and environmentally-friendly products trigger a need for **considerable structural adjustments**:

- there are serious sectoral shifts between winners and losers.
- Changes in the necessary qualification level are limited but the range of activities and thus the knowledge required undergo clear shifts.
- The tendencies towards more flexible working hours, especially with regard to weekend work, are even more pronounced.
- Since the branches which lose out are regionally concentrated, there is a need for interregional and intraregional structural adjustment.

With regard to their effects on working structures it can be stated that the environmental conservation strategies observed can be designated as **economic modernisation strategies** which, e.g. regarding the increasing flexibility requirements - tend to reinforce the trend rather than weaken it. In this way, the environmental conservation strategies can be said to fit the usual pattern of economic development. Thus, they will probably face similar social frictions - and thus opposition - as is the case with other modernisation strategies.

The large structural adjustments involved make it clear how necessary it is to have a far-seeing structural, regional and educational policy. At the same time, however, it becomes clear that, due to the considerable structural change involved, it will not be easy to push these strategies through against the interests of the potential losers.

This is made even harder by the fact that the potential losers tend to be better at politically organising and imposing their interests. On the other hand, the strategies also have the effect in part of reinforcing a structural change which is taking place anyway, e.g. regarding the evolvement towards a more services-based economy, the increasing use of information and communication technologies, or the professionalisation of previous "alternative" employment niches. In these cases it can be assumed that it will become easier in time to implement strategies which reinforce these trends.

An analysis of the environmental effects shows that the environmental conservation strategies examined using the case studies do induce **significant positive environmental effects** even after all the intersectoral production effects have been included. Product recycling and environmentally-friendly product concepts, in particular, result in a clear reduction of CO₂ emissions and can thus make a significant contribution to meeting national and international commitments on climate protection. Furthermore, it can be stated that all regions profit from the reduction in environmental pollution, at least as far as the global pollutants are concerned, whereas employment losses are regionally concentrated.

With regard to the **policy measures**, the following starting-points result from the analyses:

- The necessary structural change requires environmental policy to be co-ordinated with industrial, regional and education policy.
- Sectors with high labour intensity profit greatly from a lowering of labour costs. Thus, it can be assumed that product recycling and environmentally-friendly product concepts would benefit substantially from a revenue-neutral eco tax.
- The availability and reliability of the services offered is a decisive factor for their success, especially where the implementation of new product strategies is concerned which substitute material production by service-like activities. These concepts will only become widely accepted if they achieve a minimum of professionalism and spatial diffusion. Measures which support the market introduction of these concepts can make an important contribution to implementation.
- One prerequisite for the implementation of new product strategies is the co-ordination along the value-added chain. However, there is a lack of experience here with regard to which factors promote or hinder the formation of appropriate co-ordination mechanisms. A high priority is thus assigned to the research and formation of the conditions which promote co-ordination and the establishment of networks. It should be examined whether the strict requirements demanded of the information exchange and the co-ordination between individual firms could be reduced as much through agreements or arrangements between branches and associations as through an extension of labelling.

- Measures which bring about a change in consumption behaviour and affect how company-internal decisions about production processes are made can accelerate the strategies of environmentally-friendly product concepts and intensifying product use, especially their acceptance and implementation. These include the promotion of long-running information programmes as well as the short-term promotion of demonstration projects, application possibilities and networks.

Conclusions can also be drawn from the analyses conducted with regard to the **sustainability of the environmental conservation strategies** examined. The assessment of environmental effects shows that the strategies make an important contribution to ecological sustainability. The economic effects identified indicate that the strategies are sustainable with regard to economic compatibility as well. If, in addition, it were possible to limit the frictions accompanying the structural change, this would also be valid for the social dimension of sustainability examined within the frame of this project.

The **analysis of the political economy** of policies to support recycling and new product concepts shows that there is a tendency for the potential losers to have better possibilities to organise and assert their interests. To this extent, it will not be easy to politically accomplish the measures cited above. This highlights the significance of a foresighted shaping of structural change to allow the branches affected more time for the necessary adjustments. Simultaneously, this could make it easier to see not only the risks associated with the environmental conservation strategies, but also the opportunities resulting from them. It will further depend on strengthening the conditions for the organisation and perception of the interests of those profiting from the measures. It would be helpful if those representing environmental interests and the "winning" sectors could co-operate more closely in order to combine their political 'clout'. Politics should also make clear statements about the future priorities of environmental policy in order to signal to innovators that the concepts pursued by them are not only economically promising but also environmentally desired innovations.