



**ipp**

**integrierte produktpolitik**  
instrumente aus der praxis  
am beispiel automobil

Ein Projekt von Staat und Wirtschaft im Rahmen  
des Umweltpakts Bayern





## vorwort

Integrierte Produktpolitik (IPP) ist ein Schwerpunkt des Umweltpakts Bayern – Nachhaltiges Wirtschaften im 21. Jahrhundert, der im Oktober 2000 geschlossen wurde. Die Bayerische Staatsregierung und die bayerische Wirtschaft setzen damit ihre erfolgreiche Zusammenarbeit für besseren Umweltschutz fort. Und welches Instrument könnte dafür geeigneter sein als die IPP? Setzt doch die IPP zuallererst auf Kooperation und ist deshalb weder ein Instrument allein der Wirtschaft, noch allein der Politik.

IPP ist eine Antwort auf die Komplexität der Umweltprobleme, die mit nachsorgendem Umweltschutz nicht mehr zu bewältigen ist. Von der Wirtschaft werden im Umweltschutz immer höhere Aufwendungen, oft jedoch bei immer marginaleren Verbesserungen, gefordert, was dem Grundgedanken der Effizienz zuwider läuft. Gleichzeitig zeigt sich, dass Maßnahmen der Umweltpolitik, die an punktuellen Emissionsquellen ansetzen, die Probleme häufig nur verlagern. Beachtliche Potenziale tun sich dagegen auf, wenn durch Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft und Verbrauchern die Produktverantwortung als Hebel genutzt wird, um die von Produkten ausgehenden Umweltbeeinträchtigungen zu vermindern.

Die bayerische Wirtschaft und das bayerische Umweltministerium sind sich einig: Wer neue Lösungsansätze sucht, muss das Produkt selbst und seine Auswirkungen auf die Umwelt im Verlauf des gesamten Lebenswegs betrachten. IPP als Gesamtschau hat deshalb schon am Anfang eines Produktlebens, also bei Konzeption und Gestaltung, alle Lebensphasen bis zur Entsorgung im Blick. Das ermöglicht die Optimierung quer durch alle Lebensphasen unter Einbeziehung aller Umweltmedien. Gleichzeitig rücken die Verbraucher und die Nutzer stärker ins Blickfeld. Ihre Produktwahl und -nutzung entscheidet schließlich maßgeblich über Ressourcenschonung und Umweltentlastung.

Daraus folgt: Entscheidend sind Integration, also die Zusammenschau der ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen eines Produkts auf seinem gesamten Lebensweg, Kooperation zwischen Wirtschaft, Politik und den gesellschaftlichen Kräften sowie die vorausschauende Kommunikation zwischen allen Akteuren. Dagegen zählt eine „nachsorgende“ Ordnungspolitik, auch hier sind sich Wirtschaft und Staat in Bayern einig, sicher nicht zu den zentralen Elementen.

Für die konkrete Ausgestaltung der IPP gibt es bei Wirtschaft und Politik bereits zahlreiche Instrumente, die nun in einem Gesamtkonzept zusammenzufassen sind. Dazu zählen Grundsätze der ökologischen Produktentwicklung und des Stoffstrommanagements ebenso wie die gesetzlich verankerte Produktverantwortung, freiwillige Selbstverpflichtungen und kooperative Lösungen wie der Umweltpakt Bayern. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind zwei Faktoren entscheidend: IPP muss praxisnah und überschaubar bleiben. Gleichzeitig sollen nach dem Subsidiaritätsprinzip ordnungsrechtliche Regelungen im Wesentlichen nur dort ergriffen werden, wo sie gemeinsam erarbeitete Ziele festschreiben oder Risiken begrenzen.

Da der Politik IPP als ein Mittel gilt, Nachhaltigkeit in der Gesellschaft zu verwirklichen, haben sich die Umweltminister der Europäischen Union im Mai 1999 mit diesem Thema befasst und die „Weimarer Thesen zur IPP“ aufgestellt. Seit Februar 2001 liegt ein Grünbuch der EU-Kommission zu IPP vor. Das bayerische Umweltministerium hat seinerseits IPP zu einem zentralen politischen Handlungsfeld erklärt, eine eigene Organisationseinheit eingerichtet und im April 2000 einen Kongress zum Thema veranstaltet. Um zur Ausgestaltung dieses neuen Handlungsfelds beizutragen, haben Wirtschaft und Politik in Bayern gemeinsam im Rahmen des Umweltpakts verschiedene Aktivitäten angestoßen, um die Chancen und Grenzen der IPP in der Praxis auszuloten. Ein Beispiel dafür ist der vorliegende Leitfaden, der – ganz im Sinne von IPP als Kooperationsprojekt angelegt – verschiedene Stufen des Produktlebenswegs integriert und zur Kommunikation unter den Akteuren beitragen soll.

*Dr. Claus Hipp*  
Präsident der Industrie- und Handelskammer  
für München und Oberbayern

*Dr. Werner Schnappauf*  
Bayerischer Staatsminister für Landesentwicklung  
und Umweltfragen



# inhalt

<b>1. herausforderung ipp</b>	<b>6</b>
1.1 Zum Verständnis von IPP	6
1.2 Leitprinzipien von IPP	8
<b>2. ipp am beispiel automobil</b>	<b>8</b>
2.1 Das Automobil als wesentlicher Mobilitätsfaktor	8
2.2 Individuelle Mobilität als volkswirtschaftliche Größe	9
2.2 Interne Kosten des Verkehrs	10
2.3 Externe Kosten des Verkehrs	10
2.4 Umweltauswirkungen	10
<b>3. staat und wirtschaft: der ipp-rahmen</b>	<b>12</b>
3.1 Gesetze und Verordnungen	12
3.2 Normen und technische Regelwerke	15
3.3 Freiwillige Maßnahmen	17
3.4 Methoden zur ökologischen Bewertung und Optimierung	18
3.5 Umweltbezogene Produktkennzeichnung	21
<b>4. produktlebensweg: der blick in die praxis</b>	<b>22</b>
4.1 Grundstoffe	24
4.2 Komponenten	32
4.3 Fertigung	42
4.4 Vertrieb	52
4.5 Nutzung	56
4.6 Verwertung	68
<b>5. akteure, instrumente und prinzipien: der werkzeugkasten ipp</b>	<b>76</b>
<b>6. ergebnisse und empfehlungen: gemeinsam geht's</b>	<b>78</b>
<b>7. literatur</b>	<b>80</b>
<b>8. projekteilnehmer</b>	<b>81</b>

## 1. herausforderung ipp

„Die Schwierigkeiten wachsen, je näher man dem Ziel kommt.“ Mit diesem Goethe-Zitat lässt sich die aktuelle Herausforderung gut beschreiben. Vor allem im produktionsbezogenen Umweltschutz hat die Wirtschaft in den vergangenen Jahren enorme Erfolge erzielt. Dank Milliarden an Investitionen in modernste Umwelttechnologie nehmen Deutschlands Unternehmen heute einen Spitzenplatz bei der umweltschonenden Produktion ein. Umweltmanagementsysteme mit dem Ziel der kontinuierlichen Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes sind schon beinahe selbstverständlich geworden. Bei der Umsetzung der EG-Öko-Audit-Verordnung führen bayerische Unternehmen die europaweite Liste an.

Der Blick richtet sich nun verstärkt auf die Produkte, die in allen Phasen ihres Daseins Einfluss auf die Umwelt nehmen. „Von der Wiege bis zur Bahre“, das heißt von der Rohstoffgewinnung bis zur Beseitigung, können sie die Umwelt mehr oder weniger belasten. Rohstoffverbrauch, Energiebedarf, Emissionen und Immissionen hängen davon ab, wie ein Produkt entwickelt, produziert, genutzt und entsorgt wird. So hat die Wirtschaft hier für jedermann spürbare Erfolge erreicht, etwa die drastische Verringerung des Energiebedarfs von Kraftfahrzeugen oder Hausgeräten bei gleichzeitig verbesserter Produktqualität. Im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung sollte weiterhin intensiv versucht werden, noch mögliche Potenziale zu nutzen. Die Verantwortung dafür liegt aber nicht allein beim Hersteller. Eine entscheidende Verbesserung lässt sich nur erreichen, wenn Wirtschaft, Staat und Konsumenten auf dasselbe Ziel hinwirken.

### 1.1 Zum Verständnis von IPP

Auf europäischer Ebene ist für diesen Ansatz der Begriff „Integrierte Produktpolitik (IPP)“, der auch Dienstleistungen einschließt, geprägt worden. Für diesen Leitfadens wird folgende Definition des Arbeitskreises IPP im Rahmen des Umweltpakts Bayern zugrunde gelegt:

„Integrierte Produktpolitik fördert und zielt auf eine stetige Verbesserung von Produkten und damit zusammenhängenden Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Menschen und Umwelt entlang des gesamten Produktlebensweges.“

Schon jetzt gibt es in der Wirtschaft viele erfolgreiche Ansätze und Praxisbeispiele, wie die vorgenannten Ziele erreicht werden können. Auch die Forschung hat wertvolle Erkenntnisse geliefert. Doch stehen dabei meist einzelne

Eigenschaften (z.B. die Wiederverwertbarkeit) oder einzelne Aspekte des Produktlebenswegs (z.B. der kumulierte Energieaufwand für die Herstellung) im Mittelpunkt.

Demgegenüber fehlen noch aussagekräftige und praxiserprobte Beispiele, wie das Zusammenspiel der unterschiedlichen Instrumente und der zahlreichen Stufen im Produktionsprozess möglichst gut aufeinander abgestimmt werden kann. Die Partner des Umweltpakts Bayern haben daher das gemeinsame Pilotprojekt „IPP – Produktbezogenes Umweltmanagement am Beispiel Kraftfahrzeug“ initiiert. Sie verfolgen damit drei Teilziele:

- » An einem Produkt von maßgeblicher wirtschaftlicher Bedeutung werden die verschiedenen Lebenswegstufen – vom Rohstoffabbau über die Produktion von Teilkomponenten, die Herstellung, die Nutzungsphase bis hin zur Entsorgung – zusammenfassend dargestellt und im Hinblick auf IPP-relevante Ansatzpunkte untersucht.
- » Gleichzeitig soll eine Bestandsaufnahme der vorhandenen produktbezogenen Vorschriften und der bestehenden IPP-Aktivitäten der Wirtschaft erfolgen. Die einschlägigen Instrumente sollen erläutert und gegebenenfalls Vorschläge zu deren praxisgerechter Weiterentwicklung erarbeitet werden.
- » Vor allem aber soll das Pilotprojekt an einem allgemein bekannten, hochkomplexen Beispiel IPP-typische Strukturen herausarbeiten und mit Best-Practice-Beispielen belegen. Indem der daraus resultierende Leitfaden geprägt ist von gelebter Wirklichkeit und der Konzentration auf das Wesentliche, soll er auch andere Branchen bei der Umsetzung von IPP unterstützen und den Unternehmen eine konkrete Handlungshilfe bieten.

### IPP heißt den gesamten Produktlebensweg zu betrachten

Wenn Produkte auf ihre Umweltauswirkungen untersucht wurden, dann konzentrierte man sich meist auf einen klar definierten Abschnitt des Lebenswegs. In den vergangenen Jahren war dies – unter dem Blickwinkel der Abfallentsorgung – überwiegend der letzte Lebensabschnitt. Vorgelagerte Phasen wie die verschiedenen Stufen der Herstellung oder die Auswirkungen während der Nutzungsdauer wurden als eher nachrangig betrachtet. Anders bei IPP: Von der Rohstoffgewinnung und -auf-

bereitung über Herstellung, Transport, Vermarktung, Gebrauch und Verbrauch bis hin zur Entsorgung werden alle Phasen des Produktlebenswegs in die Betrachtung integriert.

### **IPP heißt der Produktentwicklung eine Schlüsselrolle einzuräumen**

Die Entwicklung marktfähiger Produkte ist die ureigene Kompetenz von Unternehmen, hängt davon doch das Erreichen der langfristigen wirtschaftlichen Unternehmensziele ab. Um am Markt erfolgreich zu sein, müssen Produkte eine bestimmte Funktion zuverlässig und zu angemessenen Preisen erfüllen. Die Integration umweltbezogener Anforderungen bereits in der Phase der Produktentwicklung trägt dazu bei und soll den Umweltschutz fördern sowie gleichzeitig Kosteneinsparungen und Wettbewerbsvorteile erzielen. Die Weichen von Anfang an richtig zu stellen ist allemal wirtschaftlicher, als nachträglich Verbesserungen an den Produkten vorzunehmen.

### **IPP heißt medienübergreifend zu denken**

Bisher wurden Erfolge bei der Reduzierung von Umweltauswirkungen oft dadurch erzielt, dass die Belastung zumindest teilweise in ein anderes Medium verlagert wurde. Zum Beispiel bei der Abwasserreinigung: Der dabei meist entstehende Schlamm muss mit hohem Energieaufwand entwässert und anschließend deponiert werden. Eine Vorgehensweise, die letztlich der Gesetzgebung entsprang, die sich traditionell auf einzelne Bereiche konzentriert. Der Versuch, wenigstens ein einheitliches Umweltgesetzbuch statt der bestehenden Unzahl an Einzelgesetzen zu schaffen, ist vorerst allerdings am Kompetenzgerangel zwischen Bund und Ländern gescheitert.

Auch die Umweltschutzpraktiker in Unternehmen machen immer wieder die Erfahrung, dass das Drehen an einer bestimmten Schraube unerwartete Wirkungen an ganz anderen Stellen hervorruft. Gerade wenn der gesamte Lebensweg eines Produkts betrachtet wird, können die Auswirkungen auf die verschiedenen Umweltmedien ganz unterschiedlich, ja sogar gegenläufig sein. Fragen der Bewertung von Umweltauswirkungen in den verschiedenen Umweltmedien gehören daher zu den schwierigsten Problemen im Umgang mit Lebensweganalysen. IPP soll und muss hier bei der Suche nach praktikablen Lösungen helfen.

### **IPP heißt Kommunikation als Erfolgsfaktor zu nutzen**

Da sich die IPP mit sehr komplexen Zusammenhängen befasst, sind einfache und schnelle Patentlösungen nicht zu erwarten. Die Kommunikation zwischen allen Beteiligten, also zwischen Wirtschaft und Staat, zwischen den Unternehmen entlang der Lieferkette sowie zwischen Unternehmen und Konsumenten, ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für den produktbezogenen Umweltschutz. Nur so können die Unternehmen frühzeitig erfahren, welche ökologischen Anforderungen und nutzungsbezogenen Ansprüche an ihre Produkte gestellt werden, um sie im Einklang damit entwickeln und folglich auch verkaufen zu können. Allerdings bedarf es gewisser Spielregeln, damit die vielfältige Kommunikation diesem Ziel tatsächlich dient.

### **IPP hat eine technische und eine politische Dimension**

Als neuer Begriff in der umweltpolitischen Diskussion gewinnt IPP erst allmählich schärfere Konturen. Viele der Instrumente und Handlungsfelder, die IPP zugerechnet werden, sind aber keineswegs neu. Ihre Spannweite reicht von Forschungsvorhaben, die sich mit Entwicklung und Gestaltung umweltgerechter Produkte befassen, bis zu einzelnen produkt- und stoffbezogenen Ansätzen im Umweltrecht. Beide Pole kennzeichnen gleichzeitig die zwei wichtigsten Eckpfeiler einer integrierten Produktpolitik, die technische und die politische Dimension.

Die technische Dimension drückt sich durch Normen und technische Regelwerke aus, durch Instrumente wie Stoffstromanalysen und Ökobilanzen sowie Konzepte wie das der Öko-Effizienz. Der vorliegende Leitfaden zeigt im zweiten Teil beispielhaft, wie diese Dimension bereits heute in der betrieblichen Praxis ausgefüllt wird.

Eine wichtige Bedeutung kommt der politischen Dimension zu. Da die Unternehmen im Rahmen der marktwirtschaftlichen Wirtschaftsordnung handeln, erwarten sie vom Staat klare langfristig geltende Vorgaben sowie einen möglichst großen Spielraum für die Art und Weise ihrer Umsetzung. Zwar wird dem eigenverantwortlichen Handeln der Wirtschaft sowohl von der europäischen als auch von der deutschen Politik die Hauptrolle bei der IPP zugewiesen. Dennoch bestehen seitens der Unternehmen Befürchtungen, der Staat werde sich im Spannungsfeld unterschiedlicher Interessen in Zukunft nicht immer

## 2. ipp am beispiel automobil

zurückhalten. Die Erwartungen der Wirtschaft zielen deshalb auf Rahmenbedingungen ab, die den Unternehmen bei einer konsequenten Verfolgung nicht weniger, sondern mehr Chancen im globalen Wettbewerb verschaffen. Dazu gehören nicht zuletzt auch Konsumenten, die IPP-gerechtes Handeln entsprechend würdigen und ihre Verantwortung während der Nutzungsphase sowie bei der Entsorgung wahrnehmen.

### 1.2 Leitprinzipien von IPP

Nicht umsonst werden als Leitprinzipien der IPP Kommunikation, Kooperation und Integration genannt. Die zugrunde liegende Erkenntnis: Einer alleine schafft es nicht. Es kommt vielmehr auf die Vernetzung von Ansprüchen, Vorgaben, Bedürfnissen und Möglichkeiten an, um ein optimales Ergebnis zu erreichen. Sprich: Produkte müssen in einem Einvernehmen aller Akteure entwickelt werden, dessen oberstes Ziel die Bewahrung unserer Lebensgrundlagen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist. Das heißt nicht nur, die Umweltbelastungen bei gleichzeitiger Bedürfnisbefriedigung zu reduzieren, sondern auch wirtschaftliche Strukturen zu fördern, die mit den beiden vorgenannten Zielen in Einklang stehen. Daher hat jeder – Wirtschaft, Politik, Handel und Konsument – Verantwortung zu tragen.

- >> **Kommunikation**  
Austausch und gegenseitige Information der Akteure
- >> **Kooperation**  
Zusammenarbeit für ein gemeinsames Anliegen, Bündeln aller Kräfte
- >> **Integration**  
Betrachten aller Umweltmedien, aller Lebenswegphasen sowie der ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekte

Mit dem Produkt Automobil haben sich die Initiatoren des Projekts kein einfaches Untersuchungsobjekt ausgesucht. Die wenigsten wissen genau, aus wie vielen zigtausend Einzelteilen ein Fahrzeug zusammengesetzt ist. Bei der Darstellung einzelner Stufen im Produktlebensweg geht der Leitfaden deshalb exemplarisch vor, indem er besonders beispielhafte oder wirtschaftlich bedeutende Ausschnitte darstellt. Ausschlaggebend für die Auswahl der Beispiele war nicht zuletzt auch das Engagement der jeweiligen Unternehmen bei der Vorbereitung des Umweltpakts Bayern.

#### Merkmale des Fallbeispiels Automobil

- >> wirtschaftlich bedeutsames Massenprodukt
- >> hohe Fertigungstiefe
- >> hoher Fertigungsanteil in Bayern/Deutschland
- >> hohe Umweltrelevanz (Energieverbrauch, Emissionen, Lärm, CO<sub>2</sub>, Abfälle, Flächenverbrauch)
- >> starkes Bedarfsfeld (Mobilität)
- >> hoher gesellschaftlicher Stellenwert
- >> starke Verflechtung sowie Polarisierung unterschiedlichster Akteursgruppen

### 2.1 Das Automobil als wesentlicher Mobilitätsfaktor

Individuelle Mobilität ist aus unserer Gesellschaft nicht mehr wegzudenken: Mit dem Auto wurde es den auf dem Land lebenden Menschen erstmals möglich, in großem Stil an dem vielfältigen Angebot, das die Städte bieten, teilzuhaben oder sich außerhalb ihres engsten Umkreises Arbeitsplätze zu suchen. Umgekehrt hat das Auto den Einwohnern von Ballungsgebieten die Chance eröffnet, sich in der Natur zu erholen und die Umgebung kennen zu lernen. Gleichzeitig hat eine mobile Stadtbevölkerung in jüngster Zeit nicht unwesentlich zu positiven Strukturentwicklungen im ländlichen Raum beigetragen. Bauernmärkte und Hofläden, über die Ökolandwirte ihre Produkte vermarkten, sind auf die kaufkräftige Abnehmerschaft aus den Ballungsgebieten angewiesen. Und egal, ob Pilzesammeln oder Bergsteigen: Autos sind vielfach eine unverzichtbare Voraussetzung für eine individuelle Freizeitgestaltung.



## 2.2 Individuelle Mobilität als volkswirtschaftliche Größe

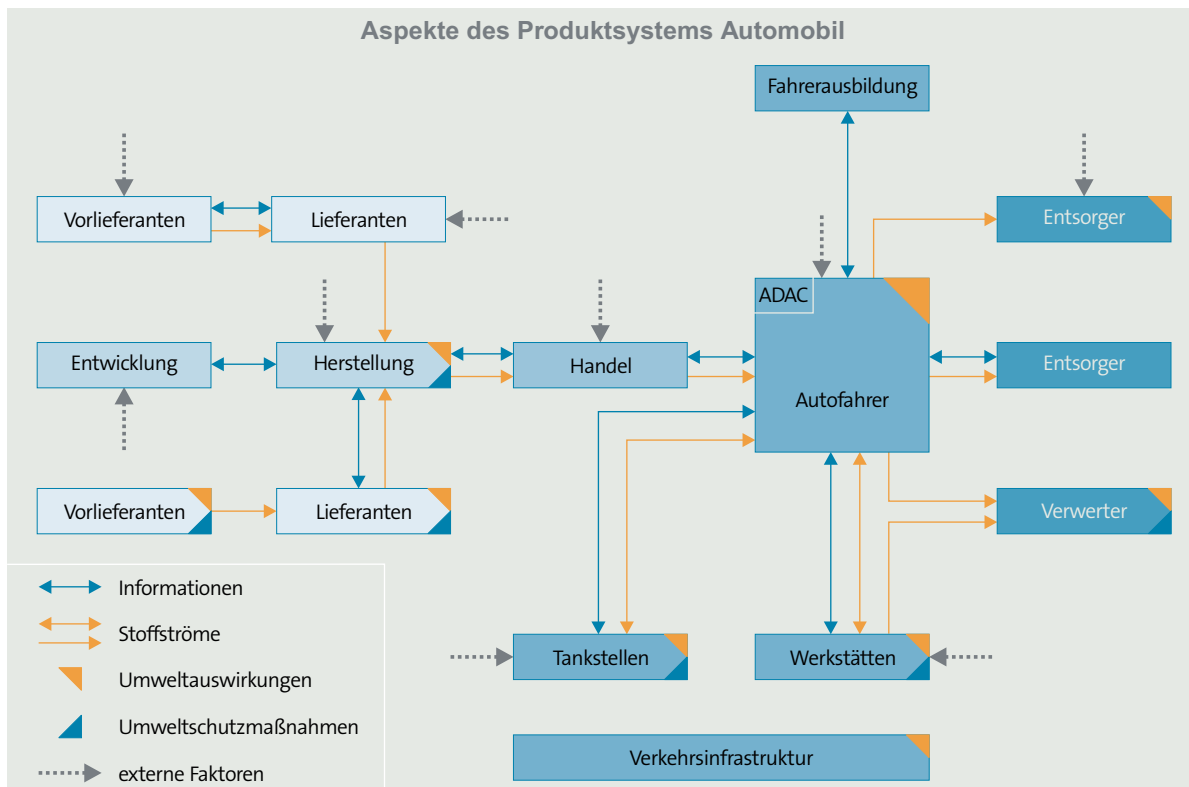
Angesichts von Parkraumnot, Staus und Emissionen ist allerdings dringend eine umweltverträgliche Mobilität des Einzelnen gefragt: Dabei stehen nicht nur die Umweltfolgen der Nutzung im Blickpunkt. IPP bezieht die Umweltauswirkungen im gesamten Lebensweg des Autos ein, und dies möglichst vollständig und medienübergreifend. Ein konsequent nach IPP-Gesichtspunkten geplantes Automobil zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

- >> geringerer Verbrauch,
- >> geringere Schadstoff- und Lärmemission,
- >> leicht, kompakte, stoffeinsatzoptimierte Bauweise mit hohem Recyclingpotenzial,
- >> umweltrelevante Zusatzeinrichtungen wie z.B. Verbrauchsanzeige.

Ergänzend dazu sind Mobilitätskonzepte gefragt, die durch eine bedarfsgerechte Verkehrsmittelwahl möglichst vieler Verkehrsteilnehmer die Umweltbelastungen reduzieren. Ziel der IPP ist nicht die Orientierung ausschließlich am Produkt, sondern an den Konsumentenbedürfnissen, um innovative Systemlösungen zu realisieren.

Mit einer weltweiten Jahresproduktion von rund 40 Millionen ist das Auto ein Massenprodukt und die Automobilbranche insbesondere in Deutschland ein Eckpfeiler der Volkswirtschaft. Im Jahr 2000 wurden allein hierzulande bei einem Umsatz von fast 256 Milliarden DM rund 5,5 Millionen Kraftfahrzeuge hergestellt, die verkehrsbezogenen Steuereinnahmen des Staats machten bereits 1997 rund 70 Milliarden DM aus. So trug der Straßenverkehr nach Berechnungen des Instituts für Verkehrswissenschaften der Universität Köln im Zeitraum von 1950 bis 1990 mit fast 50 Prozent zum Wachstum des Volkseinkommens von 1.500 Milliarden DM bei.

Etwa 3,8 Millionen Arbeitsplätze hängen derzeit vom Straßenverkehr ab, immerhin rund elf Prozent des Beschäftigtenvolumens in Deutschland. Prognosen zufolge soll sich der derzeitige Kraftfahrzeugbestand aufgrund fortschreitender Industrialisierung und Motorisierung bis zum Jahr 2030 weltweit sogar verfünffachen. Die kontinuierliche Entwicklung im Kraftfahrzeugbau führte zur Integration zahlreicher innovativer Materialanwendungen, Fertigungsverfahren und Ausrüstungsgegenstände und trägt damit auch zur Sicherung von Arbeitsplätzen in der deutschen Automobilindustrie und ihren Zulieferbetrieben bei.



## 2.3 Interne Kosten des Verkehrs

Im Jahr 1998 gab die Bundesregierung insgesamt über 43 Milliarden DM für den Verkehr aus, immerhin neun Prozent der Gesamtausgaben des Bundes. Davon entfielen 10,3 Milliarden DM auf Neubau- und Instandhaltungsmaßnahmen an Bundesfernstraßen, 3,3 Milliarden DM auf die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden. Für die Bahn wurden 24,4 Milliarden DM, für Bundeswasserstraßen 3 Milliarden DM und für die Luftfahrt knapp 1 Milliarde DM ausgegeben. Dazu kommen noch die Anlageinvestitionen des Verkehrs aus vorangegangenen Jahren im staatlichen Verkehrsbereich, die 1998 noch einen Restwert von über 20 Milliarden DM aufwiesen. Darunter fallen Investitionen wie Straßen und Brückenbauten, bundeseigene Einrichtungen für den öffentlichen Nah- und Fernverkehr sowie bundeseigene Fahrzeugflotten. Für den privaten Bereich einschließlich des gewerblichen Verkehrs kommen noch mal Anlageinvestitionen in Höhe von 36 Milliarden DM dazu.

Bei den im Jahr 1999 mehr als 2,4 Millionen polizeilich erfassten Verkehrsunfällen starben über 7.700 Personen, etwa 520.000 wurden schwer verletzt. Nach Berechnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen verursachten die Personenschäden 1998 volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von 38,4 Milliarden DM, auf die Sachschäden entfielen noch mal 29,6 Milliarden DM.

## 2.4 Externe Kosten des Verkehrs

Schäden, Belästigungen oder Wertminderungen durch Schadstoffemissionen oder Lärm, Spätfolgen von Unfällen, Beeinträchtigung oder Schädigung anderer Marktteilnehmer verursachen volkswirtschaftliche Kosten, die von der Gemeinschaft getragen werden. Das Umweltbundesamt rechnet bei diesen Kosten mit einer Größenordnung von rund 160 Milliarden DM. Nicht quantifizierbar sind die sozialen Effekte, die daraus resultieren, dass der innerstädtische Straßenraum seine Aufenthalts- und Kommunikationsfunktion vielerorts eingebüßt hat. So werden wichtige urbane Flächen durch parkende Autos belegt, während Kinder sich kaum noch unbegleitet in den Straßen aufhalten können und alte Menschen durch den Verkehr verunsichert werden.

## 2.5 Umweltauswirkungen

### Energie

Der Energieverbrauch im Verkehrssektor stieg in den vergangenen 20 Jahren kontinuierlich an: Während sein Anteil am Gesamtenergieverbrauch 1980 noch bei 22 Prozent lag, waren es 1997 bereits 28 Prozent. Zwar ging der spezifische Energieverbrauch zurück, doch wurde dies von der drastischen Zunahme des Straßenverkehrs mehr als kompensiert. So stiegen die Verkehrsleistungen im westdeutschen Personenverkehr von 1975 bis 1992 um rund

### Determinanten des Energieverbrauchs in Deutschland für PKW/Kombi

	1999	2005	2020	Einheiten
Fahrzeugbestand	41.732	46.000	48.000	Tsd.
Jahresfahrleistung	12,7	12,8	13,1	Tsd. Fahrzeugkilometer/Fahrzeug
Gesamtfahrleistung	528	586	635	Mrd. Fahrzeugkilometer
Besetzungsgrad	1,41	1,41	1,44	Personenkilometer/Fahrzeugkilometer
Kraftstoffverbrauch gesamt	1.508	1.540	1.280	Mio. Liter
Spezifischer Verbrauch				Liter/100 Kilometer
Benzintrieb	8,9	8,2	6,4	
Dieselantrieb	7,5	7,0	5,3	
Biodieselantrieb	7,6	7,0	5,3	
Brennstoffzellenantrieb	—	4,2	3,2	
Gasantrieb	5,6	5,6	5,6	

Quelle: Prognos, Energiereport III, 2000, ARAL Verkehrstaschenbuch 2000/2001

54 Prozent, der Güterverkehr nahm um etwa 66 Prozent zu. Und die Prognosen gehen davon aus, dass sowohl Bestand als auch Fahrleistung weiter zunehmen werden.

Ein Bürger der Europäischen Union (EU) legt pro Tag im Schnitt rund 35 Kilometer zurück. Die durchschnittliche Güterverkehrsleistung pro Tag beträgt zwölf Tonnenkilometer (tkm) je Einwohner. Allein für Deutschland ergeben sich daraus pro Jahr mehr als 900 Milliarden gefahrene Personenkilometer (Pkm) beziehungsweise mehr als 440 Milliarden tkm.

### Flächenbeanspruchung

Täglich werden in Deutschland 120 Hektar in Siedlungs- oder Verkehrsfläche umgewandelt. Bereits 1997 beanspruchte der Verkehr 5,1 Prozent der Gesamtfläche. Dabei sind verkehrsabhängige Einrichtungen wie Betriebsanlagen, Tankstellen, Kfz-Werkstätten, Straßenmeistereien, Lagerplätze sowie ein Großteil der Parkplätze noch nicht einmal berücksichtigt.

### Länge der Verkehrswege in Deutschland

	Kilometer
Bundesautobahnen	11.427
Bundesstraßen	41.386
Landes- bzw. Staatsstraßen	86.798
Kreis- und Gemeindestraßen	504.054
gesamtes Straßennetz	643.665
schiffbare Wasserstraßen	7.467
Bahn	82.413
Streckennetz Straßenbahnen	3.082
Pipeline-Leitungsnetz für Erdöltransport	2.370
Flugliniennetz der Deutschen Lufthansa	909.121

Quelle: Aral Verkehrstaschenbuch 2000/2001

### Emissionen

In Bayern sind rund 31 Prozent der Kohlendioxidemissionen, 80 Prozent der Stickoxidemissionen und 33 Prozent der emittierten Kohlenwasserstoffe (VOC) auf den Verkehr zurückzuführen. Von Bedeutung ist auch die Bildung von Ozon. Es entsteht bei Sonneneinstrahlung aus Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), die überwiegend von Kraftfahrzeugen emittiert werden, sowie aus VOC und Kohlenmonoxid (CO).

Auch wenn die durchschnittlichen Spitzenpegel bei den Fahrzeugen gesenkt wurden, bleibt der Straßenverkehr weiterhin die dominierende Geräuschquelle. Knapp 50 Prozent der Bevölkerung sind tagsüber einem Geräuschpegel von über 55 dB(A), etwa 16 Prozent sogar einem Geräuschpegel von über 65 dB(A) ausgesetzt und müssen deshalb erhöhte Risiken für Herz- und Kreislauferkrankungen befürchten. Der Anteil jener, die nachts Mittelungspegel von über 50 dB(A) ertragen und mit Schlafstörungen rechnen müssen, beträgt 31 Prozent.

Durch Tropfverluste, Bremsen-, Reifen- und Fahrbahnabrieb, Winterdienst und Straßenunterhaltung ist bei Böden in Fahrbahnnähe mit Belastungen insbesondere durch Öle, unverbrannte Treibstoffanteile und Aromaten zu rechnen. Allein der Fahrbahnabrieb auf einer zweispurigen Strecke macht pro Kilometer und Jahr rund zehn Tonnen aus.

Da die EU-Abgasgrenzwerte entsprechende technische Verbesserungen nach sich zogen, sind die von den einzelnen Fahrzeugen verursachten Emissionen drastisch gesunken. Über 70 Prozent der in Bayern angemeldeten Fahrzeuge mit Ottomotor verfügen über einen geregelten Katalysator. Mehr als die Hälfte aller Nutzfahrzeuge sind schadstoff- und lärmreduziert und erfüllen bereits heute die Euro 1- oder Euro 2-Norm.

### Emissionen des Gesamtverkehrs 1996 in Bayern

	Tonnen
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	31.000.000
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	268.000
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	9.000
flüchtige organische Nicht-Methan-Verbindungen (NMVOC)	115.000
Partikel	16.000

Quelle: Landesamt für Umweltschutz (LfU)

### 3. staat und wirtschaft: der ipp-rahmen

IPP kann nur unter Berücksichtigung bestehender Rahmenbedingungen stattfinden. Deshalb stellt die folgende Bestandsaufnahme dar, welche Vorgaben und Vereinbarungen hier bezüglich der Automobilindustrie und ihrer Partner existieren (Stand: 1.1.2001). Sie steckt damit den Raum ab, in den IPP-Aktivitäten einzubetten sind.

#### 3.1 Gesetze und Verordnungen

Wie alle anderen Branchen unterliegt auch die Automobilindustrie den klassischen medienorientierten Umweltgesetzen sowie dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG). Sie erlauben es, regulierend in Produktionsanlagen, in die Produktentwicklung und in die betriebliche Entsorgung einzugreifen, beispielsweise über Anlagenehmigungen, Stoffverbote, Anzeige- oder Entsorgungspflichten. Eher als eine Besonderheit der Automobilbranche stellt sich dagegen die Straßenverkehrsordnung dar, die letztlich den Umgang des Nutzers mit dem Produkt regelt. Die für die Automobilindustrie und ihre Partner wichtigsten Vorschriften sind folgend zusammengestellt, darunter auch die EG-Öko-Audit-Verordnung, die von zahlreichen Unternehmen der Branche und ihren Zulieferern auf freiwilliger Basis umgesetzt wird.

#### Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Das Gesetz soll zur Schonung der natürlichen Ressourcen beitragen und die umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen sicherstellen. Absolute Priorität hat die Vermeidung von Abfällen durch Maßnahmen wie die anlageninterne Kreislaufführung oder eine abfallarme Produktgestaltung. Nächste Stufe ist die stoffliche oder energetische Verwertung. Ähnlich wie bei der Produktverantwortung der Hersteller sind die Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft und der Abfallbeseitigung über Verbote oder Beschränkungen, Kennzeichnungs- und Rücknahmepflichten geregelt. Folgende Bestimmungen des KrW-/AbfG treffen die Automobilbranche in besonderem Maße:

- >> Die Altölverordnung (AltölVO) regelt zum einen die Aufarbeitung und die getrennte Entsorgung von Altölen. Auf der anderen Seite stellt sie für die Abgabe von Verbrennungsmotoren- oder Getriebeölen bestimmte Anforderungen auf. Die Rücknahme über Altölannahmestellen ist verpflichtend festgelegt.
- >> Die Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren (BattVO) legt Rücknahme-, Verwertungs- und

Beseitigungspflichten für Batterien fest. Für Starterbatterien, die üblicherweise in Kraftfahrzeugen zum Starten, Zünden und Beleuchten eingesetzt werden, müssen die Verreiber beim Verkauf ein Pfand erheben, wenn keine gebrauchten Batterien zurückgegeben werden. Es sei denn, die Batterien sind in die Fahrzeuge eingebaut.

- >> Die Verordnung über die Überlassung und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (AltfahrzeugVO) verpflichtet die Besitzer, ihr Altfahrzeug einem anerkannten Verwertungsbetrieb oder einer anerkannten Annahmestelle zu überlassen. Betreiber von Annahmestellen, Verwerterbetrieben oder Shredderanlagen müssen Altfahrzeuge und Restkarossen nach Maßgabe der für sie jeweils geltenden Anforderungen umweltverträglich behandeln, ordnungsgemäß und schadlos verwerten und gemeinwohlverträglich beseitigen.

#### Wasserhaushaltsgesetz

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) soll die Funktion von Gewässern erhalten (oberirdische Gewässer, Küstengewässer, Grundwasser). Um diesen Anspruch sicherzustellen, sind Einzelheiten in weiterführenden Verordnungen geregelt. Sie betreffen beispielsweise den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, die Einleitung von Abwässern aus bestimmten Herkunftsbereichen oder die Erhebung von Zuschlägen für besonders belastete Abwässer.

#### Bundes-Immissionsschutzgesetz

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit seinen Verordnungen bestimmt die Luftreinhaltung und den Lärmschutz in Deutschland. Sein Ziel ist es, Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser und Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen wie Luftverunreinigungen und Geräusche zu schützen. Wenn es genehmigungsbedürftige Anlagen betrifft, soll es auch dem Entstehen von Gefahren, erheblichen Nachteilen und Belästigungen vorbeugen. Das BImSchG regelt daher die Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brenn-, Treib- und Schmierstoffen und legt die Beschaffenheit sowie den Betrieb von Fahrzeugen fest. Weitere Bestimmungen beziehen sich auf den Bau und die Änderung von Straßen und Schienenwegen.

Zu den verschiedenen Verordnungen, die zur Umsetzung des BImSchG erlassen wurden, zählen einige, die den Umgang mit Kraftfahrzeugen direkt betreffen:

- >> Die 3. BImSchV legt den Schwefelgehalt von leichtem Heizöl zur Verwendung als Brennstoff und Dieselkraftstoff für den Betrieb von Motoren fest.
- >> Nach der 10. BImSchV (Qualität von Kraftstoffen) darf Ottokraftstoff nur veräußert werden, wenn seine Eigenschaften mindestens den Anforderungen der DIN EN 228 entsprechen.
- >> Die 16. BImSchV (Verkehrslärmschutz) legt Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft vor Verkehrslärm fest, deren Einhaltung beim Bau oder bei wesentlichen Änderungen von Straßen und Schienenwegen sicherzustellen ist.
- >> Mit der 19. BImSchV wird der Zusatz von Chlor- und Bromverbindungen in Kraftstoffen geregelt.
- >> Die 20. BImSchV begrenzt die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen, Tanken und Lagern von Ottokraftstoffen sowohl für feste als auch für ortsveränderliche Anlagen.
- >> Die 21. BImSchV begrenzt die Kohlenwasserstoffemissionen beim Betanken von Kraftfahrzeugen und gilt auch für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Tankstellen.
- >> In der 22. BImSchV (Verordnung über Immissionswerte) sind Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Schwebstaub, Blei, Stickstoffdioxid und Ozon definiert. In Gebieten, in denen einer oder mehrere dieser Immissionswerte überschritten werden, sind Luftreinhaltepläne aufzustellen.
- >> Die 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmen) legt Art und Umfang der notwendigen Schallschutzmaßnahmen für schutzbedürftige Räume in baulichen Anlagen fest.
- >> Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsmotoren sind in der 28. BImSchV festgelegt.

Die Technischen Anleitungen (TA) zum BImSchG sind Vorschriften, die die Verwaltung bei Genehmigung und Überwachung binden:

- >> Die TA-Luft dient dem Schutz sowie der Vorsorge der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen.
- >> Die TA-Lärm konkretisiert die Anforderungen des BImSchG bezüglich der Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Lärm bei Anlagen.

### **Benzinbleigesetz**

Mit dem Gesetz zur Verminderung von Luftverunreinigungen durch Bleiverbindungen in Ottokraftstoffen für Kraftfahrzeugmotoren, kurz Benzinbleigesetz (BzBIG), wird der Gehalt an Bleiverbindungen und anderen an Stelle von Blei zugesetzten Metallverbindungen in Ottokraftstoffen beschränkt.

### **Chemikaliengesetz**

Aufgabe des Chemikaliengesetzes (ChemG) ist es, Menschen und Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu schützen. Darunter fallen Stoffe, die explosionsgefährlich, brandfördernd, hoch- oder leichtentzündlich, sehr giftig, giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, reizend, sensibilisierend, Krebs erzeugend, fortpflanzungsgefährdend, erbgutverändernd oder umweltgefährlich sind. Geregelt werden Inverkehrbringen, Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung sowie der Schutz der Beschäftigten beim Umgang mit gefährlichen Stoffen.

- >> Mit der Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) wird das Inverkehrbringen gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz verboten oder beschränkt. Die Erlaubnis- und Anzeigepflicht, die Informations- und Aufzeichnungspflicht, das Selbstbedienungsverbot sowie die erforderliche Sachkunde beim Umgang mit gefährlichen Stoffen gelten jedoch nicht für die Abgabe von Ottokraftstoffen an Tankstellen und sonstigen Betankungseinrichtungen.

- >> Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zum Schutz vor gefährlichen Stoffen regelt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen.
- >> Mit der FCKW-Halon-Verbotsverordnung werden für bestimmte, die Ozonschicht abbauende Halogenkohlenwasserstoffe die Anwendung in und das Inverkehrbringen von Druckgaspackungen, Kältemitteln, Schaumstoffen, Reinigungs- und Lösungsmitteln sowie Löschmitteln untersagt.

### **Straßenverkehrsrecht**

Unter die Straßenverkehrsordnung (StVO) und die Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zur StVO inklusive des Bußgeldkatalogs sowie der Straßenverkehrszulassungsverordnung (StVZO) fallen auch umweltrelevante Vorschriften wie beispielsweise die Verpflichtung der Halter, an ihrem Fahrzeug Abgasuntersuchungen vornehmen zu lassen. Die in EU-Richtlinien enthaltenen Grenzwerte für Kfz-Geräusche werden in die StVZO aufgenommen. Zuletzt wurden sie 1995/1996 verschärft.

Im Strafgesetzbuch werden Fahrverbote, also das Entziehen der Fahrerlaubnis, bei Gefährdung des Straßenverkehrs geregelt. Die Paragraphen zu unerlaubtem Entfernen vom Unfallort, unterlassene Hilfeleistung sowie gefährliche Eingriffe in den Straßenverkehr betreffen auch nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer.

Den Bestimmungen des Güterkraftverkehrsgesetzes unterliegt die geschäftsmäßige und entgeltliche Beförderung von Gütern mit Kraftfahrzeugen über 3,5 Tonnen.

### **Kraftfahrzeugsteuergesetz**

Für die Besteuerung von PKW werden die Schadstoffemissionen, die Kohlendioxidemissionen und der Hubraum berücksichtigt. LKW werden gemäß Gewichts-, Schadstoff- und Geräuschklassen besteuert.

### **Mineralölsteuergesetz**

Das Gesetz regelt die Besteuerung von Kraftstoffen. Deutlich mehr als 50 Prozent des Verkaufspreises sind Steueranteil. Das Gesetz zur ökologischen Steuerreform sieht weitere Erhöhungen in den Jahren 2002 und 2003 um jeweils sechs Pfennig pro Liter vor.

### **Entwurf Umweltgesetzbuch**

Das Umweltrecht der Bundesrepublik hat sich im Lauf der Zeit vor dem Hintergrund wechselnder Problemstellungen herausgebildet, so dass heute viele Umweltfachgesetze, die meist auf einzelne Umweltmedien ausgerichtet sind, nebeneinander bestehen. Bedingt durch die historische Entwicklung finden sich oft unterschiedliche Begrifflichkeiten, Regelungsansätze und Gewichtungen für einzelne Umweltbelange, ohne dass dies sachlich immer gerechtfertigt wäre. Das geplante Umweltgesetzbuch soll Abhilfe schaffen, indem es die zentralen umweltrechtlichen Vorschriften zusammenfasst, vereinfacht und harmonisiert. Eine Weiterentwicklung zum integrierten oder auch ganzheitlichen Umweltschutz soll durch die gleichwertige Behandlung aller Umweltbelange erfolgen. Allerdings muss der bislang vorliegende Entwurf (UGB I) nach der Ressortabstimmung noch in einer Vielzahl von Punkten angepasst werden. Das Bundesumweltministerium wird die Arbeiten am UGB I fortsetzen, wenn eine gesicherte verfassungsrechtliche Grundlage besteht.

### **Aktuelle Regelungen der Europäischen Union**

Die EG-Richtlinie 98/70/EG (Auto-Öl-Programm) gibt für die Jahre 2000 und 2005 bestimmte Kennwerte für Otto- und Dieseldieselkraftstoffe vor. So gilt für Ottokraftstoffe ab dem 1. Januar 2000 ein Höchstwert des Schwefelgehalts von 150 Milligramm je Kilogramm (mg/kg) und für Dieseldieselkraftstoff ein Höchstwert von 350 mg/kg.

Mit der EG-Richtlinie 99/96/EG EWG (Abgasemissionen für leichte Kraftfahr- bzw. für schwere Nutzfahrzeuge) werden die EG-Richtlinie 70/220/EG sowie die Richtlinie 88/77/EWG verschärft und die zulässigen Grenzwerte für Abgase um weitere 30 (für das Jahr 2000) beziehungsweise 80 Prozent (für das Jahr 2005) abgesenkt. Reduziert werden auch die Emissionen gasförmiger Schadstoffe aus Fremdzündungsmotoren, die Erd- oder Flüssiggas nutzen. Bis 2005 sollen PKW und Kombifahrzeuge auf den Markt gebracht werden, die maximal 120 Gramm CO<sub>2</sub> je Kilometer emittieren, was einem Verbrauch von fünf Liter Benzin bei Ottomotoren beziehungsweise 4,5 Liter Dieseldieselkraftstoff je 100 Kilometer entspricht.

Nach der EU-Altfahrzeug-Richtlinie können ab 2002 alle seit diesem Zeitpunkt zugelassenen Autos und ab 2007 sämtliche Altautos kostenlos zurückgegeben werden. Ab 2006 sind mindestens 85 Prozent des durchschnittlichen Gewichts eines Altfahrzeugs zu verwerten und mindestens

80 Prozent wieder zu verwenden oder zu recyceln. Mit dem Jahr 2015 sind diese Verwertungsziele auf 95 Prozent (Verwertung) beziehungsweise 85 Prozent (Wiederverwendung oder Recycling) erhöht. Ab 2005 muss für neue Modelle schon mit der Typzulassung nachgewiesen werden, dass diese Anforderungen erfüllt werden. Ab 2003 ist bei der Produktion von Fahrzeugen und Bauteilen auf die Verwendung der Schwermetalle Cadmium, Quecksilber, Blei und sechswertigem Chrom bis auf die im Annex 2 genannten Ausnahmefälle zu verzichten.

Die EU-Richtlinie 99/94/EG sieht eine stärkere Information der Verbraucher zum Kraftstoffverbrauch und dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß neuer PKW durch die Marketingabteilungen der Automobilhersteller vor.

Der bereits seit mehreren Jahren diskutierte Entwurf einer Richtlinie zur Begrenzung des Reifengeräuschs bei Fahrzeugen wurde noch nicht verabschiedet. Allerdings dürften die heute angebotenen Reifentypen die darin genannten Grenzwerte bereits erreichen.

### EG-Öko-Audit-Verordnung (EMAS)

Um den Umweltschutz auf freiwilliger Basis voranzubringen, verpflichtet die 1993 eingeführte EG-Verordnung über eine freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EWG 1836/93) die teilnehmenden Unternehmen, ein Umweltmanagementsystem aufzubauen und dieses regelmäßig und systematisch zu prüfen. Ziel muss die kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes über die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben hinaus sein. Unabhängige Umweltgutachter, die in Deutschland von der staatlich beliehenen und privatwirtschaftlich organisierten Deutschen Akkreditierungs- und Zulassungs-GmbH (DAU) zugelassen werden, überprüfen das System in regelmäßigen Abständen. Nach der ersten Prüfung sowie im regelmäßigen Turnus muss die Öffentlichkeit in verständlicher Form durch eine Umwelterklärung über die Umweltsituation am Standort informiert werden. Diese Erklärung umfasst eine Beschreibung der umweltrelevanten Unternehmenstätigkeiten, Zahlenangaben über Schadstoffemissionen, Abfallaufkommen, Rohstoff-, Energie- und Wasserverbrauch und gegebenenfalls zu Lärm sowie anderen umweltbezogenen Aspekten. Im Februar 2001 ist die Novelle der EG-Öko-Audit-Verordnung auf EU-Ebene verabschiedet worden.

### Weißbuch der Europäischen Kommission zu Verkehrsinfrastrukturgebühren

Die Systeme zur Anlastung der Verkehrswegekosten, die in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten bestehen, sind äußerst heterogen. Das reicht von neun verschiedenen Entgeltungssystemen für die Eisenbahninfrastruktur über unterschiedliche Straßenbenutzungsgebühren und Kraftfahrzeugsteuern bis hin zu verschiedenen Mehrwert- und Energiesteuern. Da diese Situation nicht nur zu erheblichen Wettbewerbsverzerrungen führt, sondern auch Anreize für verringerte Umweltkosten und eine effizientere Infrastrukturpolitik einschränkt, will die EU-Kommission die Gesetzgebung und die Gebührensysteme harmonisieren.

### Grünbuch zur Integrierten Produktpolitik

Am 7. Februar 2001 stellte die Europäische Kommission ihr Grünbuch zur Integrierten Produktpolitik vor. Es schlägt eine Strategie vor „zur Stärkung und Neuorientierung produktbezogener umweltpolitischer Maßnahmen mit dem Ziel, die Entwicklung eines Markts für umweltfreundlichere Produkte zu fördern“. Bislang ungenutztes Potenzial soll ausgeschöpft werden, um Produkte und Dienstleistungen über ihren gesamten Lebensweg hinweg zu verbessern. Schwerpunkt der Strategie ist die Etablierung eines die Umwelt gerecht abbildenden Preismechanismus. Dazu könnte beispielsweise auch eine Senkung der Mehrwertsteuer gehören. Als ergänzende Instrumente werden eine Ankurbelung der Verbrauchernachfrage nach umweltfreundlicheren Produkten genannt sowie Anreize dafür, dass Unternehmen solche Produkte vermehrt herstellen. Zunächst soll eine öffentliche Debatte über die vorgeschlagene Strategie geführt werden, an der die interessierten Akteure über Konsultationsveranstaltungen beteiligt werden [[www.europa.eu.int/comm/environmental/ipp/home.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environmental/ipp/home.htm)].

### 3.2 Normen und technische Regelwerke

Normen sind freiwillige Selbstvereinbarungen der Privatwirtschaft, die in einem formellen Verfahren unter Beteiligung aller am Thema interessierten Kreise erarbeitet und abgestimmt werden. Zwar besitzen Normen keine Rechtsverbindlichkeit, doch stellen sie aufgrund ihrer Marktbedeutung durchaus einen Zwang zur Einhaltung der Vorgaben dar. Da auch der Staat in seinen Gesetzen verstärkt auf vorhandene Normen (z.B. bei Mess- und Prüfverfahren) verweist, beeinflussen sie die Produktentwicklung

IPP-relevante DIN/ISO-Normen	
DIN 33924	Leitfaden zur Durchführung einer Umweltprüfung im Rahmen des Umweltmanagements
DIN 33926	Umweltmanagement – Produktbezogene Ökobilanzen – Standardberichtsbogen
DTR 14062 (Entwurf)	Leitlinien zur Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung
ISO 14001 f.	Umweltmanagementsysteme
ISO 14020 f.	Umweltkennzeichnung (siehe Kapitel Werkzeuge und Methoden: Umweltzeichen)
ISO 14040 f.	Ökobilanzen (siehe Kapitel Methoden)
IPP-relevante VDI-Richtlinien	
VDI 2221	Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
VDI 2243	Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte
VDI 2440	Emissionsminderung, Mineralölraffinerien
VDI 2588	Emissionsminderung: Beschichten von metallischen Oberflächen mit organischen Stoffen
VDI 3455	Emissionsminderung: Anlagen zur Serienlackierung von Automobilkarossen
VDI 3456	Emissionsminderung – Reparaturlackierung und Lackierung für PKW und Nutzfahrzeuge (Klein- und Mittelbetriebe)
VDI 3479	Emissionsminderung, Raffinerieferne Mineralölvertriebslager
VDI 3780	Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen
VDI 4600 und 4600-1	Kumulierter Energieaufwand
IPP-relevante Unternehmensnormen	
Audi/VW Norm	Umweltnorm Fahrzeug
Audi Norm	Lastenheft „Umwelt- und Humanverträglichkeit“
BMW Norm	Recycling-Norm
MAN Norm	Umweltgerechte Konstruktion
Siemens Norm	Umweltverträgliche Produkte – Leitlinien für die Produktgestaltung
VDA	Kraftfahrzeug: Kennzeichnung von Bauteilen aus polymeren Werkstoffen

und die damit verbundenen Umweltaspekte erheblich. Neben den internationalen und nationalen Normungsgremien wie die International Standardization Organization (ISO) oder das Deutsche Institut für Normung (DIN) geben auch Fachverbände wie der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) oder der Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) für bestimmte Bereiche Leitlinien und technische Regelwerke heraus (z.B. VDI-Richtlinie 2243 „Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte“).

Die deutsche Normungsarbeit im Kraftfahrzeugbereich wird seit 75 Jahren im DIN-Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA) koordiniert und vorangetrieben, zu dem Fahrzeughersteller, Zulieferer, Verbraucher, Flottenbetreiber und Wissenschaft Zugang haben. Da die internationale Normung mittlerweile Vorrang hat, werden die kraftfahrzeugbezogenen ISO-Gremien im FAKRA gespiegelt, der aus rund 60 Fachausschüssen, Arbeitskreisen und Ad-hoc-Gremien besteht. Die Arbeitsgebiete reichen von

klassischen Problemen wie Vereinheitlichung von Fahrzeugteilen und Prüfnormen über betriebs- und verkehrssicherheitstechnische Themen wie Lichttechnik und Ladungssicherung bis hin zu aktuellen Fragestellungen der Datenkommunikation oder innovativer Antriebssysteme (Wasserstoffantriebe und Brennstoffzellen). Außerdem geht es verstärkt um so genannte Systemnormen, die Aussagen zum Aufbau und zur Umsetzung von Managementsystemen machen (ISO 9001 für Qualität, ISO 14001 für Umweltschutz). Bereits 1992 vereinbarten DIN und das Bundesumweltministerium, Umweltbelange in der Normungsarbeit zur berücksichtigen und richteten den Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes ein (NAGUS). Derzeit beschäftigt sich eine Normungsinitiative zum Design for Environment damit, Leitlinien für die Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung zu erarbeiten.



Alle größeren Hersteller haben zudem so genannte Hausnormen erarbeitet (z.B. Siemens Norm „Umweltverträgliche Produktgestaltung“, Seite 32; Audi Norm „Umweltnorm Fahrzeug“, Seite 46), die verbindliche Vorgaben für Zulieferer enthalten.

### 3.3 Freiwillige Maßnahmen

Bereits 1978 sicherte die deutsche Automobilindustrie dem damaligen Bundeswirtschaftsminister zu, den durchschnittlichen Benzinverbrauch der in Deutschland verkauften Kraftfahrzeuge bis zum Jahr 1985 um 15 Prozent zu reduzieren. Diese Zusage wurde mit 23 Prozent deutlich übertroffen. Bis 1998 gelang es der Automobilbranche, den spezifischen Kraftstoffverbrauch nochmals um zwölf Prozent zu senken. Außerdem verpflichtete sie sich anlässlich des Berliner Klimagipfels im Jahr 1995 dazu, den Kraftstoffverbrauch ihrer in Deutschland abgesetzten PKW bis 2005 – gemessen am Stand von 1990 – durchschnittlich um ein Viertel zu verringern. Zum Schutz der Ozonschicht sagte die deutsche Automobilindustrie im Rahmen des Montreal-Protokolls von 1987 zu, bis Ende des Jahres 1993 bei allen Autoklimaanlagen und Sandwichplatten für Isolierbauten auf Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) zu verzichten.

#### Umweltpakt Bayern

Die Bayerische Staatsregierung und die bayerische Wirtschaft haben im Oktober 1995 den zunächst auf fünf Jahre befristeten Umweltpakt Bayern als freiwillige Vereinbarung mit dem Ziel eines verstärkten Umweltschutzes geschlossen. Damit wurde erstmals in Deutschland eine themen- und branchenübergreifende Vereinbarung auf Gegenseitigkeit getroffen. Im Oktober 2000 wurde der Umweltpakt mit neuen Zielen fortgeschrieben: Nachhaltiges Wirtschaften im 21. Jahrhundert – Vereinbarung zwischen der Bayerischen Staatsregierung und der bayerischen Wirtschaft vom 23. Oktober 2000 [[www.bayern.de/stmlu/umw\\_pakt/](http://www.bayern.de/stmlu/umw_pakt/)].

Was die freiwillige Teilnahme am europaweiten Öko-Audit-System (EMAS) angeht, so gehört die deutsche Automobilindustrie zu den Vorreitern: Mittlerweile sind fast alle inländischen Standorte validiert.

Aufgrund dieser erfolgreichen Beispiele freiwilliger Selbstverpflichtungen setzen mittlerweile auch der Europäische Ministerrat und die Europäische Kommission zusammen

mit dem Europäischen Verband der Automobilhersteller (ACEA) auf dieses Instrument. So sollen nun die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der neu zugelassenen PKW und Kombifahrzeuge bis 2008 gegenüber 1995 um 25 Prozent und die der übrigen Emissionen um 75 Prozent verringert werden. Als Zielwert bedeutet dies einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von lediglich 140 Gramm je Kilometer, was einem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von rund sechs Liter auf 100 Kilometern für Ottomotoren und von 5,3 Liter auf 100 Kilometern bei Dieselmotoren entspricht.

#### Weltweite Kraftstoff-Charta

Die vom ACEA gemeinsam mit der American Automobile Manufacturers Association (AAMA), der Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) und der Engine Manufacturers Association (ema) erarbeitete weltweite Kraftstoff-Charta wurde im Dezember 1998 verabschiedet. Das Dokument wird auch von Kanada, China, Korea und Südafrika unterstützt und enthält für die verschiedenen Regionen der Erde Mindestanforderungen an Otto- und Dieselmotoren, die sich nach dem jeweiligen Stand der Motorisierung richten.

#### Umweltgerechte Entsorgung

In der Freiwilligen Selbstverpflichtung (FSV) zur umweltgerechten PKW-Altautoverwertung von 1996 sagen Automobilhersteller, Importeure und beteiligte Branchen zu:

- ein flächendeckendes Rücknahme- und Verwertungssystem für Altfahrzeuge und Altteile aus PKW-Reparaturen aufzubauen,
- Altautos umweltverträglich zu verwerten (Betriebsstoffentnahme, gezielte Demontage),
- die zu beseitigenden Abfälle zu reduzieren (bis 2002 weniger als 15 Prozent, bis 2015 weniger als fünf Prozent).

Weitergehende Zusagen betreffen die kontinuierliche Verbesserung der Verwertbarkeit (Design for Recycling), die Rücknahme der Altautos zu marktüblichen Konditionen und die kostenlose Rücknahme aller Fahrzeuge, die nach Einführung des Entsorgungsnachweises zugelassen werden, bis zu einem Fahrzeugalter von zwölf Jahren. Um die genannten Zielsetzungen zu realisieren, arbeiten Experten aus Trägerverbänden, Industrie und Forschung in der eigens gegründeten Arbeitsgemeinschaft Altauto

(ARGE-Altauto) zusammen, die für das Bundesumwelt- und das Bundeswirtschaftsministerium alle zwei Jahre einen Bericht über ihre Aktivitäten erstellt.

### Aktivitäten der chemischen Industrie

Die „Selbstverpflichtung Stoffdaten“ des Verbandes der Chemischen Industrie e.V. (VCI) verlangt von den Mitgliedsfirmen, aussagefähige Informationen über die Wirkungen der eingesetzten Stoffe inklusive der Zwischenprodukte zu ermitteln und verfügbar zu haben, sofern die Jahresproduktion eine Tonne überschreitet.

„Responsible Care“ nennt sich eine weltweite freiwillige Initiative der chemischen Industrie mit dem Ziel, den Gesundheits- und Umweltschutz sowie die Sicherheit in den Unternehmen ständig zu verbessern. Das Programm umfasst die Bereiche Umweltschutz, Produktverantwortung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Anlagensicherheit und Gefahrenabwehr, Transportsicherheit sowie Dialog. Die überwiegende Mehrheit der deutschen Chemiefirmen hat sich durch Unterschrift der Geschäftsleitung verpflichtet, das vom VCI hierzu angelegte anspruchsvolle Programm umzusetzen.

Die chemische Industrie unterstützt mit ihrem Transport-Unfall-Informations- und Hilfeleistungs-System (TUIS) in Deutschland flächendeckend mit Werkfeuerwehren und Experten die Polizei, die Feuerwehr sowie andere Behörden bei Unfällen mit chemischen Produkten, indem sie schnell, sachgerecht und unbürokratisch Hilfe leistet.

### Aktivitäten der Elektroindustrie

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) geförderten Projekts „Ökobilanzen“ erstellte Siemens mit dem Fraunhofer-Institut für Verpackungstechnik in Abstimmung mit dem Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) eine Ökobilanz für zwei komplexe elektronische Produkte (Relais und Flachbaugruppe), die für die Branche beispielgebenden Charakter besitzt.

Mit der Normung des Begriffs „Equivalent to new“ (ETN) wurden die normativen Voraussetzungen dafür geschaffen, gebrauchte Bauteile in neuwertige Produkte einzusetzen – eine Maßnahme, die erheblich zur Ressourcenschonung und Abfallreduzierung beiträgt.

Dem Meinungs- und Informationsaustausch innerhalb der Branche dient der vom ZVEI ins Leben gerufene „Round Table Electronic Life Cycle Analysis“. Gemeinsam mit anderen Branchen und Institutionen strebt der Verband an, im gesamten Lebensweg elektronischer Produkte ökologische Verbesserungspotenziale auszuschöpfen.

### 3.4 Methoden zur ökologischen Bewertung und Optimierung

Es existiert bereits eine ganze Reihe von Werkzeugen und Methoden, die im Rahmen von IPP zum Einsatz kommen können. Hier sei vor allem auf jene eingegangen, die der Analyse und Beurteilung relevanter Umweltaspekte in einzelnen Phasen des Produktlebenswegs oder im gesamten Lebenszyklus dienen. Die Instrumente bieten einen Ansatz dafür, bessere und genauere Informationen über die Umweltverträglichkeit von Produkten zu bekommen. Zum Teil sind sie weltweit normiert und bieten damit die Basis für eine allgemein anerkannte Vorgehensweise. Allerdings ist ihre Umsetzung für komplexe Produkte wie beispielsweise das Automobil oft mit großem Aufwand verbunden, weshalb manche Instrumente sich mit ihrer Analyse lediglich auf einzelne Umweltaspekte fokussieren. Vor allem bei vergleichenden Aussagen ist Sorgfalt bei der Interpretation oberstes Gebot. In normierten Methoden wie etwa der Ökobilanz ist deshalb ein kritisches Review obligatorisch. Grundsätzlich können die Ergebnisse solcher Studien weder der Politik noch der Wirtschaft die Entscheidung darüber abnehmen, was umweltverträglich ist und was nicht.

#### Analyse

Betrachtungshorizont	Werkzeuge und Methoden
Lebenswegorientiert, nur bestimmte Umweltaspekte	kumulierter Energieaufwand (KEA), Materialintensität pro Serviceeinheit (MIPS), Design for Recycling
Medienübergreifend, bestimmte Lebenswegphasen	Umweltmanagementsysteme, Umweltverträglichkeitsprüfung, Technikfolgenabschätzung
alle umwelt- und nachhaltigkeitsrelevanten Aspekte, ganzheitlich	Product Sustainability Assessment, Design for Environment, Ökobilanz, Produktlinienanalyse

## Kumulierter Energieaufwand

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) ist die Summe der kumulierten Energieaufwendungen für Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts. Als Kenngröße ermöglicht er die Beurteilung von Energieeinsparpotenzialen sowie den energiebezogenen Vergleich von Produkten und Dienstleistungen.

Im KEA sind die Energieaufwendungen der folgenden Phasen enthalten:

- >> Gewinnung, Verarbeitung, Herstellung und Entsorgung der Fertigungs-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Betriebsmittel für Produktherstellung, -nutzung und -entsorgung,
- >> Transportaufwendungen für Fertigungs-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Betriebsmittel, für das Produkt, damit verbundene Dienstleistungen und Ersatzteile sowie für die Entsorgung.

Ein KEA setzt sich zusammen aus einem Anteil am Prozessenergieaufwand, der die Endenergiekraft, Wärme, Licht usw. bei Gewichtung durch den jeweiligen Bereitstellungsgrad umfasst, einem Anteil am stofflichen Verbrauch von Energieträgern (fossile Rohstoffe) und einem Anteil am stoffgebundenen Energieinhalt (brennbare Stoffe außer fossilen Rohstoffen). Zur Bestimmung des KEA führt man eine Prozesskettenanalyse und/oder eine energetische Input-Output-Analyse durch. Beschrieben ist die Methode in der VDI-Richtlinie 4600. Die Richtlinie 4600-1 enthält verschiedene Beispiele für die Bestimmung von KEA-Werten.

## Materialintensität pro Serviceeinheit

Die Materialintensität pro Serviceeinheit (MIPS) ist eine vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie entwickelte Methode. Sie leitet das Umweltbelastungspotenzial eines Produkts aus seinem spezifischen Ressourcenverbrauch ab und lässt Emissionen in Luft und Wasser unberücksichtigt.

MIPS errechnet sich als Quotient aus dem Materialinput, der über den gesamten Lebensweg für die Herstellung des jeweiligen Produkts notwendig war, und der Serviceeinheit (Maß für die Produktnutzung). Der Materialinput, oft als „ökologischer Rucksack“ des Produkts bezeichnet, setzt sich aus den Kategorien abiotische (nichterneuerbare)

Rohstoffe, biotische (erneuerbare) Rohstoffe, Bodenbewegungen in Land- und Forstwirtschaft, Wasser und Luft zusammen.

## Umweltmanagementsysteme

Auch wenn Umweltmanagementsysteme nach unterschiedlichen Prüfverfahren bewertet werden (z.B. Validierung gemäß EMAS, Zertifizierung nach ISO 14001), so sind sie in Aufbau und Umsetzung doch gleich und zielen auf die kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes. Im Gegensatz zur ISO verlangt EMAS eine Berichterstattung gegenüber der Öffentlichkeit mittels einer Umwelterklärung, die wesentliche Angaben zur Umweltsituation am Standort enthalten muss. Die Gesetzeskonformität, also die Erfüllung der geltenden staatlichen Vorgaben, ist vor allem bei EMAS eine zwingende Voraussetzung für die Validierung und Eintragung in das europaweite Standortregister. Ist dies erfolgt, können die Unternehmen im Briefkopf oder auf anderen Veröffentlichungen das EG-Emblem führen.

## Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) umfasst die frühzeitige und umfassende Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens (z.B. Straßenbau) auf Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen sowie auf Kultur- und Sachgüter. Wesentliches Merkmal: Sie wird unter Einbeziehung der Öffentlichkeit durchgeführt (UVP-Gesetz vom 12.2.1990).

## Technikfolgenabschätzung

Die Technikfolgenabschätzung (TFA) ist das planmäßige, systematische und organisierte Vorgehen, das den Stand einer Technik und ihre Entwicklungsmöglichkeiten analysiert, um unmittelbare wie mittelbare technische, wirtschaftliche, gesundheitliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik sowie möglicher Alternativen abschätzen zu können (vgl. VDI-Richtlinie 3780 „Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen“).

## Ökoeffizienzanalyse

Durch die Ökoeffizienzanalyse lassen sich ökonomische und ökologische Vor- und Nachteile mehrerer Produkt- oder Prozesslösungen miteinander vergleichen. Dazu

wird der „ökologische Fingerabdruck“ aus den Kategorien Energieverbrauch, Emissionen, Stoffverbrauch und Risikopotenzial erstellt und mit ökonomischen Daten wie Material-, Energie- und Prozesskosten einschließlich aller relevanten Nebenströme ergänzt. Hinter jeder Kategorie verbirgt sich eine Vielzahl detaillierter Einzelkriterien, die durch so genannte Relevanzfaktoren gewichtet werden. Diese leiten sich ab aus gesellschaftlich beeinflussten qualitativen Faktoren sowie quantitativen Faktoren, die auf statistischen Aussagen basieren. Die Positionierung der beiden Werte „Gesamtumweltbelastung“ und „Gesamtkosten“ in einer zweiachsigen Grafik gibt Aufschluss über die Ökoeffizienz der Produkt- oder Prozesslösung. Die Gewichtung von Relevanzfaktoren ist dabei immer subjektiv.

### Product Sustainability Assessment

Das vom Ökoinstitut e.V., Freiburg, entwickelte Product Sustainability Assessment (PROSA) ist ein strategisches Werkzeug, das den Unternehmen hilft, die Nachhaltigkeit von Produktsystemen zu ermitteln. Es umfasst folgende Schritte: Systemanalyse, Ermittlung der Nachhaltigkeitsbezüge und Auswahl von Indikatoren, Anwendung der Indikatoren auf Produkte, Identifizierung von Einflussgrößen und Ableitung von Handlungsoptionen.

### Design for Environment

Der Begriff „Design for Environment“ steht für eine Methode zur Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung. Sie berücksichtigt den gesamten Lebensweg, um die Umweltleistung von Produkten so weit wie möglich zu optimieren. Dies kann beispielsweise durch eine Funktionsoptimierung, reduzierten Materialeinsatz oder eine Verlängerung der Produktlebensdauer geschehen. Derzeit arbeitet eine ISO-Arbeitsgruppe an einem Technischen Report zu entsprechenden Leitlinien (ISO DTR 14062).

### Ökobilanz

Nach ISO 14040 f. sind Ökobilanzen eine Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse sowie der potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebenswegs. Ihr Ziel ist es, möglichst umfassend zu ermitteln, welche Umweltbeeinflussungen mit den betrachteten Produkten, Prozessen und Dienstleistungen verbunden sind.

Um das Produkt selbst sozusagen von seinem Lebensweg abzugrenzen, wurde der Begriff des Produktsystems eingeführt. Es umfasst die Phasen Gewinnung der Rohstoffe, Herstellung des Produkts, Nutzung des Produkts, Wartung und Reparatur, Recycling, Beseitigung, Energiebereitstellung und -verbrauch, Transport von Rohstoffen, des Produkts selbst und sonstige Transporte.

Allererster Schritt, der letztlich über Bewertung und Ergebnisse der Produktbetrachtung entscheidet, ist die Festlegung des Untersuchungsrahmens mit den zu betrachtenden Umwelteinwirkungen. Konkret werden die signifikanten Einflussgrößen (Stoff- und Energieströme), das räumliche und zeitliche Ausmaß des Untersuchungsrahmens sowie Abgrenzungskriterien und Umfang der betrachteten Umweltaspekte festgelegt.

In der Regel umfasst der Untersuchungsrahmen den gesamten Lebensweg von der Rohstoffgewinnung bis zur Deponierung. Die wesentlichen Arbeitsschritte einer Ökobilanz sind:

#### >> Zieldefinition

Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens (z.B. funktionelle Einheit = Produktsystem, Systemgrenzen) der Ökobilanzstudie sowie Offenlegung des Erkenntnisinteresses beziehungsweise der beabsichtigten Anwendung.

#### >> Sachbilanz

Datensammlung und Berechnungsverfahren zur Quantifizierung relevanter In- und Outputströme des betrachteten Produktsystems. Die Daten bilden die Grundlage für die Wirkungsabschätzung und deren Auswertung.

#### >> Wirkungsabschätzung

Die dritte Phase zielt auf die Beurteilung der Bedeutung potenzieller Umweltwirkungen (z.B. Treibhauspotenzial, Energiebedarf, Ressourcenverbrauch) mit Hilfe der Ergebnisse der Sachbilanz. Die Auswahl der Umweltwirkungen ist abhängig vom Erkenntnisinteresse der Studie.

#### >> Auswertung

Zusammenfassung der Ergebnisse aus Sachbilanz und Wirkungsabschätzung, um Schlussfolgerungen zu ziehen und Empfehlungen zu geben.

### 3.5 Umweltbezogene Produktkennzeichnung

Das Interesse an umweltbezogenen Produktkennzeichnungen, die von unabhängigen Institutionen vergeben werden, wächst nicht nur in Deutschland. Unternehmen, die Produkte mit Umweltkennzeichen anbieten, leisten einen Beitrag zum produktbezogenen Umweltschutz und können dadurch einen Wettbewerbsvorteil erzielen. Für die Konsumenten stellen die Zeichen beim Kauf eine willkommene und vielfach notwendige Orientierungshilfe dar [[www.label-online.de](http://www.label-online.de)].

Umweltzeichen sind freiwillige und positive Kennzeichnungen von Produkten, die über deutlich bessere Umwelteigenschaften verfügen als vergleichbare, demselben Gebrauchszweck dienende Produkte. Sowohl das europäische Umweltzeichen als auch nationale Kennzeichnungen wie der „Blaue Engel“ oder der „Nordische Schwan“ fallen unter die Norm für Umweltzeichen und -deklarationen (ISO 14024, Typ I Umweltkennzeichnung, Grundlagen und Verfahren), die Modalitäten der Vergabe festlegt.

#### Europäisches Umweltzeichen

Die „Euro-Blume“, 1992 als europäisches Umweltzeichen geschaffen, soll Konsumenten in den 15 EU-Staaten, Norwegen, Schweiz, Liechtenstein und Island auf umweltfreundliche Produkte hinweisen. Die Kennzeichnung kann derzeit für 15 Produktgruppen bei der national zuständigen Stelle beantragt werden. In Deutschland ist dies das Umweltbundesamt oder das Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL). Allgemein wird erwartet, dass Arbeiten zum Europäischen Umweltzeichen künftig verstärkt in die Bemühungen der EU-Kommission um den Aufbau der IPP in Europa einfließen werden [<http://europa.eu.int/ecolabel>].

#### Deutsches Umweltzeichen

Als erstes Umweltzeichen war der 1977 geborene „Blaue Engel“ Vorbild für viele andere nationale Umweltkennzeichnungen. Derzeit schmückt er etwa 4.000 Produkte und ist für 86 Produktgruppen bei den oben genannten Institutionen zu beantragen.

Bisher wurden folgende Produkte und Dienstleistungen der Automobilbranche und ihrer Partner mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet [[www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)]:

- >> lärmarme Nutzfahrzeuge, Kommunalfahrzeuge und Omnibusse,

- >> runderneuerte Reifen,
- >> lärmarme und Kraftstoff sparende Reifen,
- >> Car-Sharing-Modelle,
- >> Autowaschanlagen, die mit Wasserreinigungsanlagen und Wasserkreislaufführung ausgerüstet sind,
- >> Umweltkarten des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) mit umweltorientierten Tarifangeboten für die Zielgruppe Autofahrer,
- >> Mehrweg-Transportverpackungen,
- >> Fertigerzeugnisse aus Kunststoff-Recyclaten; das sind typenreine, sortenreine oder sortenähnliche Formmassen aus gebrauchten Produkten, die als Abfall in Haushalten, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie anfallen,
- >> schadstoffarme Lacke mit Lackrezepturen basierend auf wasserverdünnbaren Systemen,
- >> cadmiumfreie Hartlote nach DIN 8513 Teil 1, 2 und 3 mit Arbeitstemperaturen von 600–850 °C,
- >> kläranlagenverträgliche Spülwasserzusätze in mobilen Toiletten bei Campingfahrzeugen und Sportbooten, aber auch auf Baustellen, Autobahnrastplätzen, bei Großveranstaltungen, in Reisebussen, Flugzeugen, Reisezügen und in der Fahrgastschiffahrt.

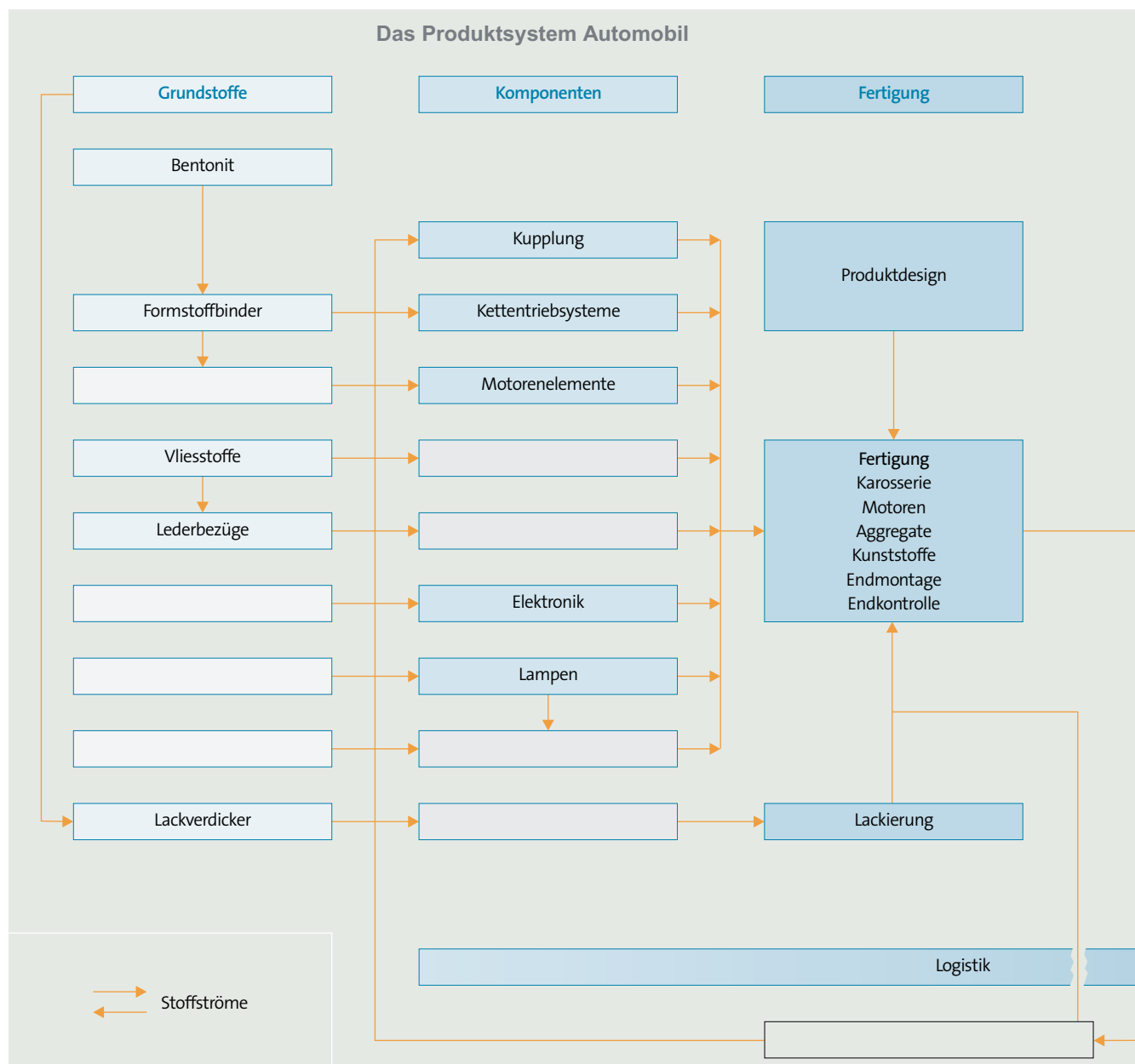


#### 4. produktlebensweg: der blick in die praxis

Herausforderung einer IPP ist es, den bestehenden Instrumentenmix, also Instrumente der Wirtschaft, staatliche Regelungen, Selbstverpflichtungen der Verbände, Verbraucherinformationen etc., aufzugreifen und sie strategisch im Sinne einer ökologisch orientierten Produktpolitik einzusetzen. Voraussetzung dafür ist die Kommunikation der Akteure Wirtschaft, Staat und Konsumenten. Wohlgermerkt: IPP ist weder ein Instrument der Politik noch der Wirtschaft. Es ist die Verknüpfung der beiden Ebenen plus der Konsumentenseite mit dem Ziel, ökologi-

sche Produktinnovationen für eine nachhaltige Entwicklung anzustoßen, sprich: die Optimierung vom Produkt her anzugehen und damit auch dem ökonomischen Lebensweg zu folgen.

Im Folgenden gehen wir den Produktlebensweg „von der Wiege bis zur Bahre“ anhand einiger exemplarischer Beispiele bayerischer Unternehmen durch, um das komplexe Zusammenwirken von Akteuren, Ansprüchen, Forderungen und Instrumenten transparent zu machen. Ziel ist,

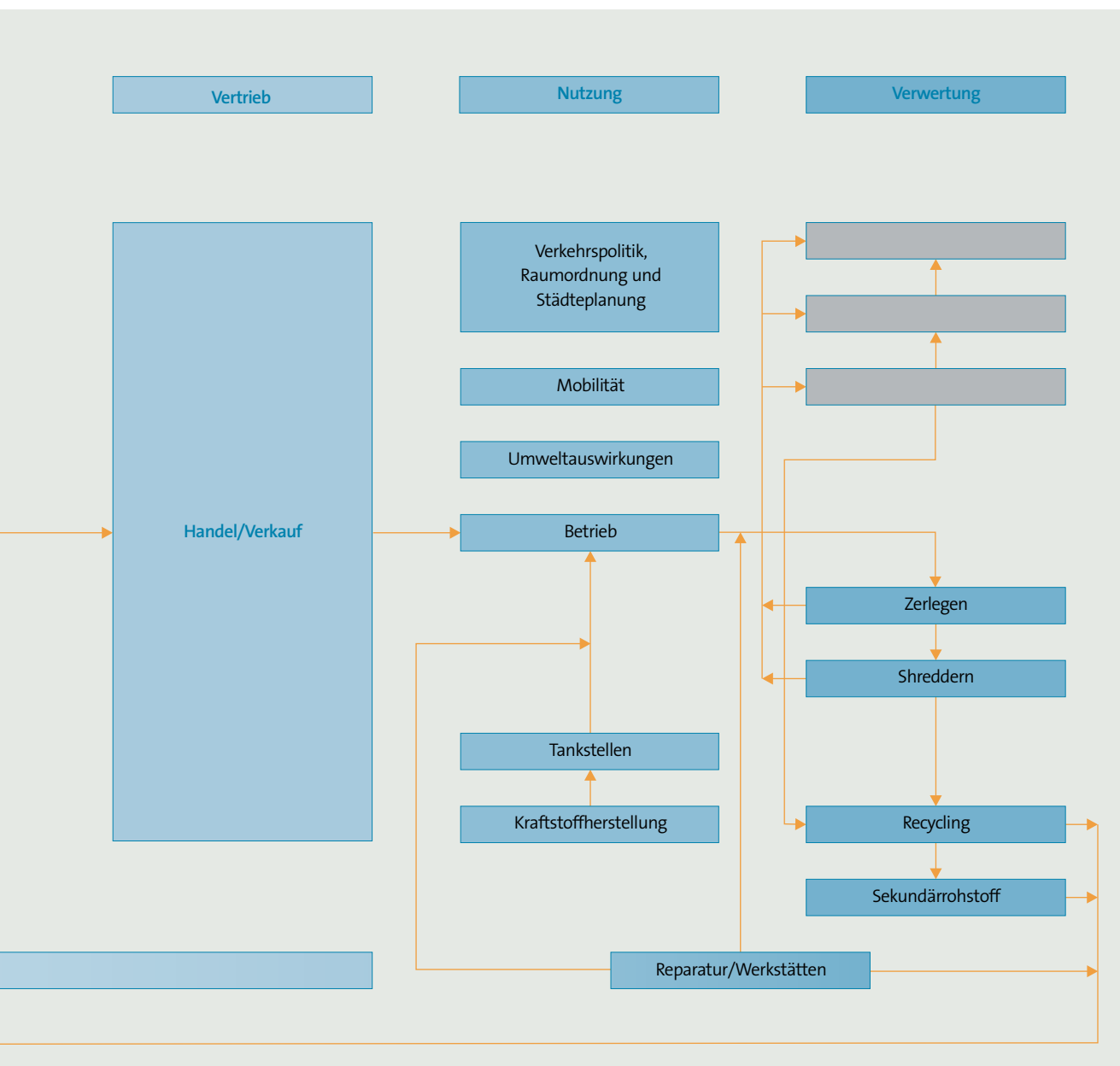




einen Einblick in den bestehenden „Werkzeugkasten“ zu geben und gleichzeitig Schnittstellen zu identifizieren, die wichtige Ansatzpunkte für IPP sind. Gleichzeitig gilt es, bei allen Akteuren ein tieferes Verständnis für das komplexe Produktsystem Automobil zu entwickeln, als Grundlage für künftige Bemühungen, durch Kommunikation, Kooperation und Integration einen Schritt weiter in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu gehen.

#### Hinweise zur Lektüre

In Kapitel 5 sind die im Produktsystem Automobil bereits angewendeten Instrumente mittels einer Matrix in den IPP-Dimensionen sortiert, um einen raschen Überblick zu geben. Wo diese Instrumente im Folgenden erwähnt werden, sind sie der besseren Auffindbarkeit halber unterstrichen.





## rohstoffabbau am beispiel von bentonit

Bentonit kommt in vielen Branchen zum Einsatz: in der Nahrungsmittelindustrie zur Raffination und Reinigung von Speiseölen, in der Pharma- und Kosmetikindustrie als Rohstoff für Medikamente und Bindemittel sowie in der Mineralölindustrie zur Raffination. Die Automobilbranche nutzt die Klebe- und Bindefähigkeit von Bentonit, um Formsandbinder und damit Metallgussformen herzustellen. Zudem dient das tonartige Mineral zur Verdickung und Emulgierung von Lacken und Farben. Die Süd-Chemie AG [[www.sued-chemie.de](http://www.sued-chemie.de)] fördert im Raum Moosburg, Mainburg und Landshut aus acht Tongruben jährlich rund 340.000 Tonnen Bentonit.

### Anforderungen und Regelungen

Da die Gewinnung von Bentonit dem Bergrecht unterliegt, muss nach dem Erwerb eines Geländes zunächst ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren, das so genannte Betriebsplanverfahren, eingeleitet werden. Dieses wird vom zuständigen Bergamt sowie nachgeordneten Fachbehörden wie Land- und Forstwirtschaftsämtern geprüft. Liegt die Betriebsgenehmigung vor, können Fahrwege angelegt und Versorgungseinrichtungen gebaut werden. Humus, Lehm und Erstaushub werden entfernt und für die spätere Rekultivierung der Grube getrennt gelagert.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Als eines der ersten Bergbauunternehmen Europas beteiligte sich das Werk Bergbau der Süd-Chemie an EMAS. Im Mittelpunkt der Umweltaktivitäten am Standort steht die regelmäßige Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die sie für mögliche Gefahrenquellen und umweltverträgliches Verhalten sensibilisiert. Ferner setzt das Werk auf ein konsequentes Abfallmanagement.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Für den Abbau des Rohstoffs sind Großgeräte wie Schürfkübelraupen, Bagger, Muldenkipper oder Planiertraupen notwendig. Bei der Beschaffung der Förder- und Transportfahrzeuge achtet Süd-Chemie darauf, dass sie dem neuesten Stand der Technik entsprechen. So werden ausschließlich Fahrzeuge mit abgasarmen und lärmgedämpften Dieselmotoren und Aggregaten eingesetzt.

#### Kunden

Der überwiegende Teil des abgebauten Bentonits geht an die unternehmenseigenen Tonchemiewerke in Moosburg und Kelheim.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Die Bentonitförderung erfolgt ausschließlich im Tagebau. Mit Großgeräten müssen zunächst Überlagerungen von 30 Metern und mehr entfernt werden. Der Bentonit selbst wird mit Kleinbaggern gefördert und anschließend per LKW zu den verschiedenen Tonchemiewerken der Süd-Chemie transportiert. Sind die Vorräte einer Grube erschöpft, sorgt das Unternehmen für die Renaturierung und Wiederherstellung der genutzten Flächen.

### Produkt: Zusammensetzung

Bei den bayerischen Bentoniten handelt es sich um Verwitterungsprodukte saurer vulkanischer Glastuffe, die durch Windverblasungen und Ablagerungen in Seen und Altwasserbereichen über Millionen von Jahren entstanden sind. Der Rohstoff besteht vorwiegend aus Montmorillonit, einem kristallinen, schichtförmig aufgebauten Aluminiumhydrosilikat. Die besonderen Eigenschaften des Bentonits ergeben sich aus der geringen Dicke, der Biegsamkeit und der großen Oberfläche der Montmorillonitkristalle. Die chemische Zusammensetzung und der mineralogische Aufbau der bayerischen Bentonite ist unterschiedlich, auffällig ist ein hoher Wassergehalt im grubenfeuchten Zustand von durchschnittlich 35 bis 40 Prozent.

### Optimierung

Da der Abbau natürlicher mineralischer Stoffe einen erheblichen Eingriff in die Natur darstellt, sollen die an den Süd-Chemie-Standorten etablierten Umweltmanagementsysteme dazu beitragen, die Auswirkungen und Risiken auf ein Minimum zu reduzieren. Von besonderer Umweltrelevanz ist der Transport des Rohstoffs: Täglich gehen 1.400 Tonnen Rohbentonit per LKW von den Gruben zu den Tonchemiewerken, was mit Abgasen und Lärm verbunden ist. In den vergangenen Jahren ist es dem Unternehmen gelungen, das Transportaufkommen durch eine verbesserte Logistik und den Ausbau der Versorgungswege um 50 Prozent zu senken. Damit ging der spezifische Kraftstoffverbrauch pro Tonne Rohbentonit um 20 Prozent zurück.

Da Dieselmotoren und Hydrauliköle das Grundwasser gefährden können, sind die Motoren und Hydraulikleitungen der Erdbewegungsmaschinen mit Schutzwannen ausgestattet. Exponierte Hydraulikleitungen sind durch einen Doppelmantel zusätzlich geschützt. Derzeit wird der Einsatz biologisch abbaubarer Hydraulikflüssigkeiten getestet.





Die bayerischen Bentonitvorkommen in der Gegend westlich von Landshut sind die größten Deutschlands. Gefördert wird ausschließlich im Tagebau.





## formstoffbinder und aluminiumguss

Der aus alkalisch aktiviertem Tonmineral (Bentonit) bestehende Formstoffbinder ist eine wesentliche Komponente bei der Herstellung von Formstoff. Dieser wird in Gießereien zur Produktion von Gussformen für Motorblöcke, Kurbel- oder Nockenwellen benötigt.

### Produktanforderungen

Formstoffe müssen vielfältige Anforderungen erfüllen: Sie sollen leicht aufbereitbar sein, sich gleichmäßig in die Formkästen füllen und zu festen Formen verdichten lassen sowie gleichzeitig elastisch sein. Damit Gießgase entweichen können, ist eine bestimmte Porosität notwendig. Die Formstoffe müssen zudem wieder verwertbar sowie verzugs- und sinterbeständig sein.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Süd-Chemie verfügt über ein Integriertes Managementsystem (IMS), das die Bereiche Qualität, Arbeitssicherheit und Umweltschutz umfasst. Alle drei Bereiche sind in einem Handbuch mit den dazugehörigen Anweisungen dokumentiert. In der IMS-Verfahrensrichtlinie „Produkt-, Verfahrens- und Anlagenentwicklung“ sind unter anderem Vorgaben für eine umweltverträgliche Beschaffung enthalten. Das Unternehmen verfügt über eine zentrale Stoffdatenbank, in der alle aktuellen, geprüften und freigegebenen Sicherheitsdatenblätter, Gefahrstoffetiketten und Unfallmerkblätter enthalten sind.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

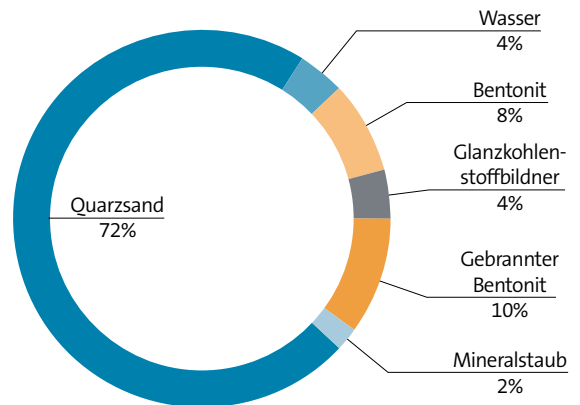
Der abgebaute Rohbentonit wird mittels einer Ionen-Umtauschreaktion alkalisch aktiviert, sprich die Erdalkalimetalle des Montmorillonits werden durch Alkali-Ionen ersetzt. Der Rohbentonit wird dazu mit Soda versetzt, intensiv geknetet, anschließend gemahlen und getrocknet.

Neben Bentonit sind Quarzsand und Wasser Hauptbestandteile des Formstoffs, der von den Gießereien selbst aufbereitet wird. Der Formstoff wird auf Modelle verdichtet, die das spätere Gussteil im Negativ abbilden. Es werden in der Regel zwei Modelle (z.B. Ober- und Unterteil) benötigt, um eine Form durch Verklammern der beiden Formhälften herstellen zu können. Anschließend erfolgt der Abguss. Bei der Entnahme des Gussstücks wird die Form zerstört. Der Formstoff gelangt zurück in die Aufbereitung und kommt nach Zugabe von frischem Bentonit und Glanzkohlenstoffbildner erneut zum Einsatz. Die Wiederverwertungsrate erreicht bis zu 99 Prozent und liegt in der Regel bei 95 bis 98 Prozent.

### Produkt: Zusammensetzung

Den Großteil des in Gießereien verwendeten Bentonits mischt Süd-Chemie nach Kundenwunsch gebrauchsfertig zusammen. Weitere Zuschlagsstoffe dienen dazu, seine Plastizität und Oberflächengüte zu erhöhen. So sorgen beispielsweise Glanzkohlenstoffbildner dafür, dass sich das Gussteil leicht aus der Form lösen lässt und seine Oberfläche glatt bleibt.

Zusammensetzung des Formstoffs



### Optimierung

Süd-Chemie entwickelte einen neuen Hybrid-Formstoffbinder, bestehend aus mehreren Rohstoffkomponenten, der den Bentoniteinsatz im Formstoff um bis zu 25 Prozent reduziert. Dies führt im Kreislauf des Formstoffs zu einer Reduzierung des Neusandbedarfs um 20 bis 30 Prozent, im Einzelfall bis zu 50 Prozent. Dementsprechend reduziert sich das Abfallaufkommen. Außerdem erweitert das neue Bindesystem den technischen Anwendungsbereich bentonitgebundener Formstoffe.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Den Rohbentonit liefert das Werk Bergbau der Süd-Chemie AG.

#### Kunden

Produktbroschüren, Sicherheitsdatenblätter und Fachartikel informieren über die Handhabung, Verwendung und Endlagerung des Rohstoffs. Darüber hinaus bietet das Unternehmen Beratungsgespräche an und organisiert regelmäßig Symposien.



## lackverdicker

Um die Fließeigenschaften der in der Automobilbranche eingesetzten Lacke und Farben zu verbessern, werden so genannte Rheologieadditive zugesetzt. Das von Süd-Chemie produzierte Verdickungsmittel OPTIGEL dient dazu, Lacksysteme auf Wasserbasis zu stabilisieren. Durch Zugabe von Verdickungsmittel wird die Lagerstabilität erhöht und der Lackverbrauch reduziert.

### Produktanforderungen

Farbverdickungsmittel müssen sich leicht auf möglichst feine Weise verteilen lassen, sollten keinen Einfluss auf die Farbe des Lacks haben und pH-beständig sein. Sie sollten dem Lack eine hohe Stabilität verleihen, so dass sich bei der Lagerung kein Bodensatz bildet und Tropfenbildung wie Abfließen der Farbe – auch an senkrechten Flächen – bei der Lackierung verhindert werden. Dadurch ist das Aufbringen dicker Schichten in einem Arbeitsgang möglich.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Ausgangsmaterial von OPTIGEL ist natürlicher Bentonit, der alkalisch aktiviert, gemahlen und getrocknet wird (siehe Kapitel Formstoffbinder und Aluminiumguss) oder synthetisch hergestellter Hektorit. Das Lackverdickungsmittel wird erst beim Kunden in Wasser eingerührt. Danach werden Farbpigmente, Füllstoffe, Farbadditive und Bindemittel zugegeben.

### Produkt: Zusammensetzung

Hauptbestandteil des Lackverdickungsmittels ist Bentonit. Je nach Kundenanforderung werden daran Modifikationen vorgenommen.

### Optimierung

Die Gelierwirkung des Lackverdickungsmittels lässt sich gezielt, zum Beispiel durch eine organophile Belegung des Bentonits, modifizieren. Für transparente Gele wurden synthetische Schichtsilikate entwickelt. Diese werden hydrothermal aus einer wässrigen Lösung von Alkalisilikaten mit Magnesiumsalzen synthetisiert.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Die Süd-Chemie hat ein integriertes Managementsystem eingerichtet. Zur Begriffsdefinition: Bei allen Managementsystemen finden sich die Strukturelemente Strategiefestlegung, Zieldefinition, Dokumentation, Steuerung und Kontrolle sowie Mitarbeiterschulung. Um die Anforderungen aus bestehenden oder noch einzuführenden Managementsystemen in den Bereichen Personal, Finanzen, Risiko und Sicherheit, Arbeitsschutz und Gesundheit, Qualität sowie Umweltschutz reibungslos und effizient zu erfüllen, bietet es sich an, die verschiedenen Systeme miteinander zu verknüpfen. Dafür sind die Vorgehensweisen aus EMAS, ISO 14001, ISO 9000 f, VDA 6.1, British Standard 8800, Industrievereinbarungen wie Responsible Care oder kundenspezifische Anforderungen als übergreifende Struktur zu nutzen. Dadurch werden die Zielbildung und Überprüfung aller Unternehmensleistungen über sämtliche Ebenen hinweg transparent und für die Mitarbeiter nachvollziehbar. Gleichzeitig gilt es, die Regelungen in die betrieblichen Abläufe beziehungsweise die Geschäftsprozesse einzuflechten.



Lackierung gibt den letzten Schliff. Das Zusatzmittel OPTIGEL sorgt dafür, dass Farben und Lacke leicht und sauber zu verarbeiten sind.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Die eingesetzten Rohstoffe stammen aus verschiedenen Minen weltweit oder sind synthetischer Herkunft.

#### Kunden

Die von Süd-Chemie belieferten Lackhersteller erhalten Informationen zur Handhabung und Verwendung der Produkte. Das Unternehmen stellt Sicherheitsdatenblätter sowie Produktbroschüren zur Verfügung und führt Beratungsgespräche durch. Die von den Standorten veröffentlichten Umwelt-erklärungen geben Auskunft über die Umweltaktivitäten und -zielsetzungen des Unternehmens. Abfälle entstehen bei der Verwendung von OPTIGEL in der Regel nicht.



## sitzbezüge aus leder

Bei langen Autofahrten kommt es vor allem auf bequeme Sitze an. Funktionalität und Ergonomie sind aber noch nicht alles. Da die Bezüge im Laufe eines Autolebens einigebis auszuhalten haben, müssen sie hohen Qualitätsanforderungen genügen. Die AUDI AG [[www.audi.de](http://www.audi.de)] verarbeitet für Sitzbezüge, Kopfstützen und Mittelarmlehnen neben anderen Materialien auch Microfaser und Leder.

### Produktanforderungen und Regelungen

Strapazierfähigkeit ist bei Autobezügen oberstes Gebot. Darüber hinaus muss das Leder resistent gegen Feuchtigkeit, Kälte oder Wärme und lichtecht sein. Besonders belastet wird das Bezugsmaterial durch die unzähligen Relativbewegungen zwischen Sitz und Fahrer. Die Lederbezüge dürfen keine umweltbelastenden Rückstände enthalten oder störende Gerüche verbreiten.

### Instrumente der Produktplanung und -entwicklung

Zur Optimierung der Vorproduktion testet der Automobilkonzern ein rein pflanzliches Gerb- und Färbemittel, das aus Rhabarberwurzeln gewonnen wird. Im Auftrag von Audi baut die Fachhochschule für Landbau in Bernburg (Thüringen) den Rhabarber auf einer Fläche von zwei Hektar an und achtet konsequent auf Umweltverträglichkeit. Die aus den geernteten Rhabarberwurzeln extrahierten Gerbstoffe gehen an einen sächsischen Lederproduzenten, mit dem das Unternehmen seit geraumer Zeit zusammenarbeitet: Er hat sich – wie alle anderen Lieferanten – zur Einhaltung der „Umweltnorm Fahrzeug“ des VW-Konzerns verpflichtet.

### Schnittstellen

#### Zulieferanten

Die von Audi ausgewählten Lederlieferanten haben sich verpflichtet, ausschließlich schwermetallfreie Gerbverfahren anzuwenden. Bei der Entwicklung neuer umweltverträglicherer Verfahren arbeiten sie eng mit dem Herstellerunternehmen und Chemiekonzernen zusammen.

#### Kunden

Der Bedarf an hochwertigen Lederbezügen steigt. Sie müssen in Farbe, Struktur und Haptik den Wünschen der Kunden entsprechen.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Die bei Audi verwendeten Tierhäute stammen ausschließlich aus der Nahrungsmittelproduktion und sind überwiegend europäischer Herkunft. Bevor sie zu Sitzbezügen verarbeitet werden, müssen sie in der Gerberei verschiedenste Verfahren durchlaufen. Dazu gehört zunächst eine entsprechende Lagerung beziehungsweise Konservierung. Bisher wurden die Häute überwiegend in großen Mengen von Kochsalz konserviert. Mittlerweile nutzt der Lederhersteller zur Konservierung vor allem Kühlhäuser, was zur Verringerung der im Abwasser enthaltenen Salzfracht beigetragen hat. Anschließend werden Schmutz, Konservierungssalze, Gewebereste sowie Haare entfernt.

Die Gerbung verwandelt die Tierhaut in ein weitgehend fäulnisresistentes, stabiles Material. In der Regel wird mit Chromsulfat geberbt – aufgrund der bläulichen Farbe, die





das Leder dadurch erhält, auch „Wet Blue Verfahren“ genannt. Da hierbei große Mengen chromhaltiger Fertigungsabfälle entstehen, die auf Deponien landen, verwendet Audi Glutardialdehyd, das biologisch abbaubar ist und dem Leder einen gelblichen bis weißen Farbton verleiht (Wet White Verfahren).

Nach dem Gerben wird das Leder entwässert, auf eine gleichmäßige Stärke gebracht und von letzten Unebenheiten befreit. Anschließend wird es mit wasserlöslichen Farbstoffen durchgefärbt, möglichst mild getrocknet, gewalkt und in verschiedenen Arbeitsgängen veredelt. Mit der „Zurichtung“ bekommt das Leder sein endgültiges Aussehen. Je nach Designerwunsch erhält es eine glänzende oder matte, ein- oder mehrfarbige, glatte oder genarbte Oberfläche. Der wasserlösliche Lack wird so dünn aufgetragen, dass die Optik nicht leidet. So genannte na-

turbelassene Leder werden nicht lackiert, sondern behalten ihre natürliche atmungsaktive Oberfläche. Dafür sind sie etwas weniger strapazierfähig. Nach erfolgreich bestandener Endkontrolle gelangt das Leder in den Versand und von dort aus zum Autositzhersteller.

### Optimierung

Wo technisch realisierbar, werden die Tierhäute mittlerweile gekühlt, anstatt sie mit abwasserbelastenden Salzen zu konservieren. Auf den Gerbstoff Chromsulfat verzichtet Audi bereits seit 1990, so dass weder schwermetallhaltige Rückstände entstehen, noch Krebs erregendes Chrom-VI bei der thermischen Verwertung gebildet wird. Das derzeit im Test befindliche Gerb- und Färbverfahren mit Rhabarberwurzelextrakt hat den Vorteil, dass der Gerbstoff landwirtschaftlich in jeder gewünschten Menge produziert werden kann. Darüber hinaus sind im Gegensatz zu anderen natürlich gewonnenen Gerbstoffen keine langen Transportwege notwendig. Allerdings ist die Farbpalette eingeschränkt: Aufgrund der Eigenfarbe von Rhabarber sind nur braune Farbtöne möglich. Durch die Zugabe von Rußpigmenten lässt sich die Palette um Schwarz erweitern.

**Alternatives Verfahren im Test:**  
Aus Rhabarberwurzeln wird ein Gerb- und Färbemittel für Leder extrahiert.





## vliesstoffe

Vliesstoffe kommen bei der Innenraumverkleidung zum Einsatz, beispielsweise beim Dachhimmel, bei der Laderaumverkleidung oder zur Dekorunterpolsterung von Verkleidungsteilen. Auch für Sitze, Armlehnen und Kopfstützen werden textile Fasern benötigt. Die Vliesstoffe der Sandler Vliesstoffe GmbH [[www.sandler.de](http://www.sandler.de)] bestehen vollständig aus Polyester und können für alle beschriebenen Zwecke eingesetzt werden.

### Produktanforderungen und Regelungen

Für das Drei-Liter-Auto sind leichte Werkstoffe eine unabdingbare Voraussetzung, da nur so eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs möglich ist. Dennoch müssen die Vliesstoffe eine hohe Formstabilität und Wärmestandfestigkeit aufweisen. Bei Dachhimmeln, Kofferraum- und Türauskleidungen ist eine hohe Luftschallabsorptionsfähigkeit wichtig, um Geräusche im Innenraum und Außen-geräusche wie Regen oder Wind zu dämpfen. Für Lehnen und Sitze sollten die Vliesstoffe eine hohe Elastizität und außerdem gute mikroklimatische Eigenschaften besitzen. Wichtig ist auch die Modulbaufähigkeit, da moderne Dachhimmelsysteme Kommunikationselemente, Luftführungen und Kabelkanäle integrieren. Nicht zuletzt muss die Recyclingfähigkeit gemäß der EU-Richtlinie zur Altautoverwertung gewährleistet sein.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems wird auch die Designlenkung im Managementhandbuch behandelt. Das schließt sowohl die Design- und Entwicklungsplanung als auch Designvorgaben mit ein.

#### Schnittstellen

##### Lieferanten

Die Rohstoffe (Fasermatten) bewertet Sandler nach umweltbezogenen und verarbeitungstechnischen Kriterien.

##### Kunden

Im Rahmen des seit 1993 bestehenden Total-Quality-Managements (TQM) sind die Anforderungen an das Produkt spezifiziert. Sandler ist nach ISO 9001 zertifiziert und kann seinen Kunden seit 1996 auch eine Validierung gemäß EMAS vorweisen.

#### Qualitätsmanagement

Anfang der achtziger Jahre wurden internationale Normen zum Qualitätsmanagement entwickelt (EN ISO 9000 Normenfamilie). Qualitätsmanagement als Teil des umfassenden Managements konzentriert sich auf die Kundenzufriedenheit und den wirtschaftlichen Erfolg.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Die Vliesstoffe werden in Ballen mit einem Gewicht von rund 250 Kilogramm angeliefert und von Sandler bearbeitet, sprich verfestigt. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen: entweder mechanisch durch Vernadelung, thermisch durch Anwendung von Druck und Temperatur oder chemisch mit Hilfe von Bindemitteln. Bei der thermischen Verfestigung werden die Polyestervliesstoffe in einem Luftstrom aufgeheizt und mit einem kalten Presswerkzeug in Form gebracht, wobei auch Dekor aufgebracht werden kann. Formstabile Pressteile werden im Kaltpressverfahren zu formhaltigen Elementen bis zu einer Bauteildicke von über 15 Millimeter verarbeitet. Mittels Vorheizung und kalter Verformung sind sehr tiefe Verformungen möglich – ein Verfahren, das auch kostengünstig ist.

### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Die Vliesstoffe bestehen zu 100 Prozent aus sortenreinem Polyester, was Demontage und Recycling erleichtert. Vorgeformte Polyestervliesstoffe dienen der Verstärkung von Schaumsitzen oder Lehnen. Sie können nachträglich aufgebracht oder eingeschäumt werden. Bei nahezu allen dekorkaschierten Teilen im Auto besteht die Unterpolsterung aus Polyestervliesstoff. Folienbeschichtete und einseitig grau bedruckte Vliesstoffe erweitern die Anwendungsmöglichkeiten. Für Dachhimmelsysteme werden ebenfalls Trägerkomponenten mit fest verbundenen Polyestervliesstoffen verwendet. In diese Formteile lassen sich Kommunikationselemente für Telefonanlagen, Lautsprecher oder Bildschirme, aber auch Luftführungen für Klimaanlage, Griffe oder Leuchten direkt integrieren. Dadurch ist die Montage des Daches außerhalb des Fahrzeugs möglich. Anschließend genügt sozusagen ein Griff, um das komplett vorgefertigte Dachhimmelsystem im Fahrzeug zu befestigen.



## Optimierung

Durch Änderung der Faserparameter können die Eigenschaften von Polyestervliesstoffen variiert werden. So ermöglichen beispielsweise grobe, dicke und weiche Faserstrukturen eine hohe Luftschallabsorption bei geringem Gewicht. Modifiziert man auch die Querschnittsform, lässt sich die Schallabsorption zusätzlich verbessern. Durch die Kombination mit Schwerschichten entstehen leistungsfähige Feder-Masse-Systeme, die im Vergleich zu herkömmlichen Materialien 30 bis 50 Prozent leichter sind.

Vliesreste aus der Produktion können nach einer mechanischen Zerfaserung sofort wieder verwendet werden. Aus Altautos lassen sich die Polyesterprodukte ausbauen, aufschmelzen und direkt weiterverarbeiten. Bei der chemischen Wiederaufbereitung entsteht in mehreren Reaktionsschritten wieder sortenreines Polyester – ein Vorgang, der sich beliebig oft wiederholen lässt, ohne dass die Gebrauchseigenschaften negativ beeinflusst würden.

### Vliesstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Die Innenverkleidung eines Fahrzeugs bietet gute Einsatzmöglichkeiten für nachwachsende Rohstoffe, die mit Umweltvorteilen verbunden sind. Naturfasern tragen aufgrund ihrer geringen Dichte zur Gewichtsreduktion des Gesamtfahrzeugs bei. Sie sind luftdurchlässig, schalldämpfend und können Feuchtigkeit aufnehmen, was beispielsweise den Sitzkomfort stark verbessert. Da sie nicht so spröde sind wie Polyestervliesstoffe, werden die Werkzeuge in der Fertigung geschont. Niedrige Rohstoffpreise und Energieeinsparungen bei der Fasererzeugung sind weitere Vorteile. Um die Nutzung von Flachsfasern in Türinnenverkleidungen zu testen, startete die BMW AG ein Pilotprojekt mit einem Zulieferer, einem Vliesstoffhersteller, dem bayerischen Landwirtschaftsministerium sowie einer Flachsmanagementgesellschaft, die Mitglied beim Centralen Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungsnetzwerk (C.A.R.M.E.N. e.V.) ist [[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)].

Nachteilig bei Flachsfasern sind die aufgrund zyklischer Ernten notwendige Lagerhaltung, schwankende Eigenschaften durch Witterungseinflüsse, fehlende Qualitätsstandards, nicht optimierte Gewinnungsmethoden und fehlende Logistikkonzepte. Da Textilien aus nachwachsenden Rohstoffen gegenüber Feuchtigkeit und Mikroorganismen empfindlich sind, müssen Bindemittel zugesetzt werden, die wiederum das rohstoffliche Recycling erschweren. Bei einem werkstofflichen Recycling wird das Bauteil in einer Reißwalze zerfasert und das Material anschließend erneut eingesetzt. An einem chemischen Abbau des Bindemittels wird noch gearbeitet. Eindeutiger Pluspunkt der Naturfasern: Sie lassen sich nahezu rückstandslos verbrennen – ein Argument, auf das die EU-Altautorichtlinie, die thermische Verwertung und Deponierung von nur 15 Prozent zulässt, keine Rücksicht nimmt.



Einsatz im Automobilinnenraum: Vliesstoffe, die zu hundert Prozent aus sortenreinem Polyester bestehen.



## motorsteuerung

Zwischen 25 und 30 Prozent der Herstellkosten eines Autos entfallen auf die Elektronik. Kein Wunder: Die Zahl der Elektronikkomponenten im Fahrzeug nimmt stetig zu. Sie befinden sich nicht nur in der Fahrwerks- oder der Navigationstechnik, sondern auch im Motor.

Umweltaspekte spielen dabei auf verschiedenen Ebenen eine Rolle:

- >> Produktzusammensetzung: Materialien, Gewicht, Demontagefreundlichkeit
- >> Funktionsweise: zum Beispiel Motorsteuerung – Optimierung des Verbrennungsvorgangs
- >> Produktion: Herstellung, möglichst ohne bedeutende Umweltauswirkungen

Die Motorsteuerung trägt erheblich dazu bei, dass der Benzinverbrauch optimiert und Emissionen gesenkt werden. Auf die umweltverträgliche und recyclinggerechte Konstruktion von Systemen und Komponenten wird bei der Siemens Automobiltechnik in Regensburg konsequent geachtet. Verantwortlich eingebunden ist hier die Entwicklungsabteilung, aber auch Konstruktion und Fertigung.

Grundsätzlich gilt, dass mit der Erfüllung von Kundenvorgaben und deren technischen Spezifikationen auch der Umweltschutz bei der Produktgestaltung berücksichtigt

wird. Die Bewertung verschiedener Alternativen kann jedoch erforderlich sein, wenn das Produkt beispielsweise aufgrund seiner späteren Positionierung im Fahrzeug ganz besondere Anforderungen erfüllen muss. Eine Lösung ergibt sich dann nur aus der konkreten Abstimmung mit dem Kunden.

## Produktanforderungen und Regelungen

Grundlegende Designregeln sind bereits in den Produktspezifikationen enthalten, die auf einen geringen Materialeinsatz, die Umweltverträglichkeit der Materialien, Langlebigkeit und einfache Demontierbarkeit Wert legen. Der Einsatz von Recyclaten bekommt zunehmende Bedeutung. Als wesentlich gilt auch die Vermeidung von Materialvielfalt. Denn: Je geringer die Anzahl der eingesetzten Werkstoffe, desto schneller lassen sich die Elektronikkomponenten später zerlegen – eine wesentliche Voraussetzung, um die Recyclingkosten niedrig zu halten. Entscheidend für die spätere Verwertung der Werkstoffe ist, dass nur solche zum Einsatz kommen, für die etablierte Stoffkreisläufe bestehen. Ein besonderes Kriterium ist die Vermeidung von Inhaltsstoffen, die durch Kundenvorgaben geregelt sind.

## Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Die Unternehmensnorm „Umweltverträgliche Produktgestaltung“ strukturiert als Leitlinie die Planung und Entwicklung von Produkten. Umweltaspekte werden so bei allen Schritten der Entstehungsphase berücksichtigt. Abläufe und allgemeine Regelungen sind durch die Handbücher zum Umweltmanagementsystem festgelegt. Dazu gehören Leitlinien zur Produktgestaltung, eine Verbots- und Vermeidungsliste für gefährliche Stoffe oder das Anwenden einer Checkliste zur recyclinggerechten Konstruktion.

Die Planung und Entwicklung neuer Produkte ist in verschiedene Abschnitte wie Angebotsphase, Vertragsabschluss, Mustererstellung etc. untergliedert. Jeweils am Ende müssen kritische Punkte anhand von Fragelisten überprüft werden. Erst wenn alle Fragen zur Zufriedenheit beantwortet sind, kann das Projekt in die nächste Phase gehen. Dieses so genannte Review-Verfahren umfasst als umweltbezogene Fragen beispielsweise:

- >> Liegen die aktuellen Kundenanforderungen zum Thema umweltgerechte Produktgestaltung vor?

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Alle Lieferanten von Teilen haben eine unternehmensinterne Norm zur umweltverträglichen Produktgestaltung erhalten und bestätigt, dass sie diese beachten und erfüllen. Umweltbezogene Vorgaben spiegeln sich vor allem in der darin enthaltenen Verbots- und Vermeidungsliste für Inhaltsstoffe wider. Daneben achtet Siemens auf den allgemeinen Status seiner Zulieferer im Umweltschutz, also darauf, ob anerkannte Standards und Systeme implementiert sind. Grundlage der Lieferantenbewertung bildet ein in der Branche abgestimmter Fragebogen.

#### Kunden

Innerhalb der Automobilbranche ist für den Kunden ein Erstmusterprüfbericht zum Produkt zu erstellen, um alle Bezugsgrößen und Vorgaben zu dokumentieren. Dabei wird auch auf Umweltaspekte eingegangen. So werden im Materialdatenblatt alle Materialien nach Gewicht und Kennzahlen gelistet und Informationen zu den Inhaltsstoffen aufgeführt.





- >> Wurden Entsorgungsanforderungen im Angebot berücksichtigt?
- >> Ist eine Trennung von Aktoren und Elektronik möglich?
- >> Ist der Einsatz von Steckverbindungen möglich?
- >> Kann eine zerstörungsfreie Demontage durchgeführt werden?
- >> Ist die Anzahl der Einzelteile minimiert?
- >> Ist die Werkstoffvielfalt minimiert?
- >> Sind alle Werkstoffe gekennzeichnet?

Anhand eines Bewertungstools, das die Recyclingfreundlichkeit der Produkte mit Einzelteilen und Komponenten beurteilt, wurden für mehrere Produktgruppen Basisdaten erarbeitet. Kriterien sind Demontagezeit, Anteil und Anzahl der rezyklierbaren Wertstoffe mit etablierten Stoffkreisläufen. Eine Kennzahl quantifiziert die Art und Anzahl der für die Zerlegung nötiger Bewegungen, die dabei auftretenden Schwierigkeiten wie beispielsweise ein hoher Kraftaufwand sowie die Anzahl der eingesetzten und zu trennenden Werkstoffe, von der die Demontage-tiefe abhängt. Mittels dieser Bewertung können die Konstrukteure die Verbindungstechnik und den Werkstoff-einsatz konkret an Umweltgesichtspunkten ausrichten.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Zusammen mit dem Kunden werden in der Produktentwicklung die Geometrie, sprich die Maße, sowie die Materialarten festgelegt. Diese ergeben sich häufig schon aus der speziellen Funktion der Komponente oder der späteren Positionierung im Fahrzeug. So muss die Motorsteuerung, da sie nahe am Motorblock sitzt, hohen Temperaturen standhalten.

Eine Vielzahl von Komponenten wird von Vorproduzenten fertig geformt angeliefert. Als wesentliche Fertigungsschritte folgen bei Siemens dann der Zusammenbau und die Applikation der Software. Die Leiterplatten werden auf automatischen Montagebändern bestückt und gelötet oder, je nach Komponententyp, auch geklebt oder geschraubt. Es folgt die Montage der Pinabdeckung, bevor die Motorsteuerung im letzten Schritt ihr Gehäuse erhält.

### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Eine Motorsteuerung besteht hauptsächlich aus Deckel, Messerleiste mit Pins, Leiter- und Bodenplatte, Pin-Abdeckung und Typenschild. Die Materialien setzen sich im Durchschnitt wie folgt zusammen:

Deckel	Aluminium	ca. 25%
Messerleiste mit Pins	Kunststoff 30 Prozent Glasfaseranteil, Kupfereisen und Kupferzinn verzinkt	ca. 15%
Leiterplatte	Kunststoff (Epoxidharz) und Bauteile	ca. 20%
Bodenplatte	Aluminium	ca. 35%
Pin-Abdeckung	Polyamid mit 30 Prozent Glasfaseranteil	ca. 3%
Typenschild	<i>Umstellung auf Laserbeschriftung</i>	—

### Optimierung

Aufgrund spezifischer Kundenanforderungen (hier: die neue Euro-Norm zur Emissionsminderung) sowie zur Kostenreduzierung hat ein breit zusammengesetztes Entwicklungsteam eine beachtliche Optimierung des vorhandenen Designs erreicht. Den Kunden bietet Siemens mittels modernster Technologien und optimierten Elektronikkomponenten die Möglichkeit, eine Einsparung von fünf bis zehn Prozent Kraftstoff in der Nutzungsphase zu erreichen.

Kriterium	Optimierung
Gewicht	-42%
Anzahl verschiedener Materialien	-50%
Menge Lot/Blei	-14%
Nutzung der Leiterplattenfläche	+10%



Beim späteren Recycling ist der Demontage- und Sortieraufwand optimiert, da möglichst wenige oder verträgliche Werkstoffarten eingesetzt werden.



## kupplung

Als Lieferant der Automobilindustrie fertigt die Mannesmann Sachs AG (jetzt ATECS) in Schweinfurt [[www.sachs.de](http://www.sachs.de)] seit 70 Jahren Kupplungskomponenten, in zunehmenden Maße komplette Kupplungssysteme für Personenkraftwagen, Nutzfahrzeuge und Motorräder. Zum Spektrum, das von zahlreichen Neuentwicklungen geprägt ist, gehören einfache Einscheibenkupplungen ebenso wie automatisierte High-Tech-Komponenten. Täglich verlassen über 30.000 Kupplungen in mehr als 5.000 Bauvarianten das Werk und gehen an Fahrzeughersteller und Werkstätten in aller Welt. Mit seinen Produkten trägt das Unternehmen dazu bei, die wachsenden Ansprüche der Nutzer an Sicherheit, Komfort und Umweltverträglichkeit zu erfüllen.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Die Zulieferer werden hinsichtlich ihrer Leistung in Preis, Qualität und Umweltschutz bewertet. Auf eine Teilnahme am EG-Öko-Audit-System wird dabei großer Wert gelegt.

#### Kunden: Automobilhersteller

Die technische Ausstattung der Produkte ist auf die Vorgaben der Automobilhersteller abgestimmt. Deren Anforderungen an Stoffeinsatz und Konstruktion finden unmittelbaren Eingang in die Entwicklung neuer Produkte und Produktionsverfahren. Mit der Einführung der neuen Verpackungslinie wird ein regelmäßiger Rücktransport der Mehrwegkartonagen mit den Kunden vereinbart.

#### Kunden: Werkstätten

Als besonderen Service für Kfz-Werkstätten bietet Mannesmann Sachs ein flächendeckendes Entsorgungsnetz für gebrauchte Kupplungssysteme. Außerdem umfasst das praxisorientierte Werkstattkonzept eine Umweltberatung mit Schulungsprogramm zu Umweltthemen und Demontage-techniken. Die notwendigen technischen Informationen zu fahrzeugspezifischen Montageanleitungen mit Anzugsmomenten und Einstellwerten, Arbeitswerten zur genauen Kalkulation sowie Unterlagen zur Schadenserkenkung und -beseitigung sind bei Mannesmann Sachs auf CD-ROM erhältlich. Weitere Informationen können über Fax-Hotline, E-Mail und Internet direkt abgerufen werden. Ein Online-Bestellsystem ermöglicht den Werkstätten einen sofortigen Überblick darüber, ob die Ersatzteile verfügbar sind. Durch ausgefeilte Disposition und Auftragsbearbeitung, modernste EDV sowie gut eingespielte Prozesse im Lager des Kraftfahrzeugteile-Handels-Centrums ist ein 24-Stunden-Lieferservice garantiert.

### Produktanforderungen und Regelungen

Die Kupplung ist eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Motor und Getriebe, mit deren Hilfe der laufende Fahrzeugmotor vom Getriebe getrennt werden kann. Anforderungen an das Produkt ergeben sich von Seiten der Automobilhersteller, die bei gleichzeitiger Leistungssteigerung immer kleinere Einheiten wünschen, um weniger Einbauraum zu benötigen. Zum anderen fordern die Nutzer einen hohen Bedienkomfort, der sich durch extrem minimierte Reibung, vielfältige und individuelle Abstimmungsmöglichkeiten sowie optimale Übertragungsmomente für den ruckfreien Antrieb auszeichnet. Ein geringeres Gewicht der Kupplungen verbunden mit einem reibungslosen Ablauf der Schalt- und Kupplungsvorgänge reduziert nicht zuletzt den Kraftstoffverbrauch. Genügen müssen die Produkte auch den Nutzerwünschen nach einem wartungsfreien Betrieb und einer langen Lebensdauer.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Wenn ein neuer Stoff eingeführt wird, geht grundsätzlich ein Freigabeverfahren voraus, das die Umweltrelevanz der Materialien berücksichtigt. Schulungen für Betriebs- und Werksleiter sowie für Führungskräfte zu gesetzlichen Regelungen und neuen Technologien im Umweltschutz tragen zu einem vorsorgenden Umweltbewusstsein bei. Die Umweltrelevanz von Produktionsverfahren wird mittels eines Basisrasters bewertet, das eine Unterscheidung nach Art und/oder Menge trifft. Somit lassen sich die wesentlichen umweltrelevanten Tätigkeiten am Standort darstellen und Verbesserungspotenziale aufzeigen. Ein Beispiel für die Reduzierung direkter Umweltbelastungen ist der 1993 vollzogene Ausstieg aus der Verwendung von FCKW. Stattdessen kommen heute schwermetallfreie Wasserlacke sowie ein neuentwickeltes Verfahren zur Haftmittelbeschichtung zum Einsatz. Auch Flusssäure zur Oberflächenbehandlung wurde vollständig ersetzt, die Verwendung von Salzsäure weitgehend reduziert. Das galvanische Verzinken und Nitrocarburieren geschieht durch cyanidfreie Verfahren.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Hochwertige Materialien und Bearbeitungsverfahren sorgen bei den Kupplungen für Korrosionsbeständigkeit und geringen Verschleiß. In der Vorfertigung entstehen aus angeliefertem Rohmaterial und Halbzeugen entweder durch Schmiedepressen oder Kaltumformung die Rohlinge. Mittels Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen, Honen und



Erodieren werden die verschiedenen Kupplungselemente anschließend auf ihr Endmaß gebracht und durch Schweißen sowie Hartlöten zusammengefügt.

Bei der nachfolgenden Wärmebehandlung werden Teile und Werkzeuge in Öfen vergütet, nitriert und aufgekohlt. Zur Vor- und Nachbehandlung gehört das Strahlen in geschlossenen Anlagen. Chemie kommt ins Spiel, wenn die Teile dann entfettet, gebeizt, phosphatiert, beseift und metallisch beschichtet werden – entweder vernickelt, verkupfert oder verzinkt, was über elektrolytische Abscheidung in Behandlungsbädern geschieht. Zum Endprodukt werden die Einzelteile schließlich in der Fertigungsbearbeitung und -montage zusammengefügt. Die Qualitätsprüfung von Kupplungen und Drehmomentwandlern erfolgt auf Prüfständen, die von einem Verbrennungsmotor angetrieben werden.

### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Eine Fahrzeugkupplung besteht aus Druckplatte, Scheibe und Ausrücker und setzt sich im Wesentlichen aus folgenden Einzelteilen und Materialien zusammen:

Komponente	Zusammensetzung
Gehäuse	100% Stahl
Anpressplatte	100% Stahl
Membranfelder	100% Stahl
Kupplungsscheibe	95% Stahl, 5% Kunststoff
Ausrücker	98% Stahl, 2% Kunststoff

Bei der Auswahl der Materialien und der Produktionsverfahren wird das Kriterium Umweltverträglichkeit berücksichtigt. Empfehlungen des Verbands der Automobilindustrie e.V. (VDA), der Lieferanten und der Kunden haben dabei einen hohen Stellenwert.

### Optimierung: Tauschsystem für Kupplungen

Bereits 1963 begann Sachs damit, Kupplungen aufzuarbeiten. Heute gilt das Tauschsystem für gebrauchte Kupplungen als weltweit größtes Recyclingunternehmen, das pro Jahr über zwei Millionen verschlissener Kupplungsscheiben und Druckplatten wieder einsatzfähig macht. Die von den Werkstätten eingehenden Teile werden in den Aufarbeitungswerken nach Typen sortiert, komplett demontiert, gewaschen, durch Strahlen gereinigt und be fettet. Nach dieser Prozedur durchlaufen alle Einzelteile eine hundertprozentige Kontrolle und werden dann in der Montage in Erstausrüstungsqualität zu funktionsfähigen Kupplungen zusammengebaut. Komponenten, die besonderem Verschleiß ausgesetzt waren, beispielsweise Kupplungsbeläge, Reibringe, Nieten und Bolzen, werden umweltgerecht entsorgt und durch neue Teile ersetzt. Seit 1989 kommen bei der Kupplungsmontage ausschließlich asbestfreie Beläge zum Einsatz. Das funktionierende Recyclingsystem ermöglicht einen Wiederverwendungsgrad von 77 Prozent bei Druckplatten oder 63 Prozent bei Kupplungsscheiben und spart damit jährlich rund 4.000 Tonnen Rohstoffe ein.



Die Wiederverwendung von geprüften und aufgearbeiteten Altteilen ist ein effizienter Beitrag zur Rohstoffeinsparung.





## kettentriebsysteme

Zum Antrieb von Nockenwellen oder Einspritzpumpen im Verbrennungsmotor können entweder Stahlketten oder Zahnriemen eingesetzt werden. Während Riementriebe schon nach rund 80.000 bis 120.000 Fahrkilometern ausgetauscht werden müssen, sind Ketten extrem leistungsfähig und damit wartungsfreundlich. Für ihre Verwendung sprechen noch eine Reihe weiterer Argumente: ein hoher Wirkungsgrad bei der Leistungsübertragung sowie eine effektivere Bauraumnutzung. Das Unternehmen iwis ketten Joh. Winkelhofer & Söhne GmbH & Co. KG [[www.iwis.de](http://www.iwis.de)] produziert täglich etwa 30 Kilometer Steuerketten für die Automobilindustrie und liefert seine Steuer-, Nockenwellen-, Massenausgleichs- und Ölpumpensysteme weltweit aus.

### Produktanforderungen und Regelungen

Die Steuertriebe sind verschiedenen dynamischen Belastungen ausgesetzt, was in der Regel zu einer hohen Anforderung an die verwendeten Bauteile führt. Bei der Ventilsteuerung kann ein Ausfall der Antriebskette sogar die Zerstörung des Motors zur Folge haben. Die wichtigsten Anforderungen an ein Kettentriebsystem sind daher eine lange Lebensdauer bei völliger Wartungsfreiheit. Außerdem gehören dazu: ein geringes Gewicht zur Kraftstoffreduzierung und Laufruhe, die den Anforderungen an eine akustische Optimierung gerecht wird. Die verschiedenen Qualitätsanforderungen werden durch Managementsysteme nach ISO 9001, VDA 6.1 und QS 9000 überwacht. Auch modernste Analysetechnik

kommt zum Einsatz: Beispielsweise prüft ein Rasterelektronenmikroskop die Systemteile auf Materialfehler und Schadensmechanismen.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Nachdem von Lieferanten nur gefordert werden kann, was auch im eigenen Unternehmen erfolgreich umgesetzt wird, hat sich iwis ketten frühzeitig nach der EG-Öko-Audit-Verordnung zertifizieren lassen. Das „Handbuch Umweltmanagement“ ist nach den Regeln der Norm ISO 14001 und den Vorschriften der Verordnung aufgebaut. Es enthält verschiedene Anweisungen zur umweltverträglichen Gestaltung von Produkten und Prozessen:

- >> In der „Verfahrensanleitung Designlenkung“ sind die organisatorischen und technischen Schnittstellen beschrieben. Die Designvorgaben beziehen sich zum einen auf das Lastenheft des Kunden, zum anderen auf interne Vorgaben wie Verwendung umweltfreundlicher Rohstoffe, Materialien und Vorprodukte, Sekundärrohstoffeinsatz, Materialeinsparung, recyclinggerechte Konstruktion, Wiederaufarbeitung von Produktionsabfällen, Energieeinsparungen sowie Emissionsschutz. Am Ende des Designreviews stehen fertigungsgerechte Konstruktionsunterlagen wie Zeichnungen, Laborberichte und Stücklisten.
- >> In der „Verfahrensanleitung Prozesslenkung“ sind alle Produktionsverfahren mit ihren Umweltauswirkungen wie Schadstoffemissionen und Lärm beschrieben, inklusive der Betriebsgenehmigungen und der Instandhaltungsvorschriften. Der Umgang mit Luft- und Abwasserbelastungen sowie Vorschriften zur Abfallvermeidung, -wiederverwertung sowie -erfassung und -sammlung werden ebenfalls erläutert.

Zur optimalen Auslegung zwischen Kettengliedern, Kettenrädern und Kettenspannern sind genaue Kenntnisse des Schwingungs- und Übertragungsverhaltens notwendig. Forschung und Entwicklung wird bei iwis ketten daher groß geschrieben. Dynamische Simulationen am Computer und bei Prototypen unterstützen den Entwicklungsprozess.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Die Beschaffungsrichtlinie stellt einerseits sicher, dass die festgelegten Umwelтанforderungen beim Einkauf von gefährlichen und umweltgefährdenden Stoffen und Produkten beachtet werden. Andererseits wird damit die Leistungsfähigkeit der Lieferanten hinsichtlich einer umweltgerechten Produktion beziehungsweise umweltverträglicher Produkte überprüft. Lieferanten müssen außerdem nachweisen, dass sie ein tragfähiges Umweltmanagementsystem etabliert haben.

#### Kunden

Der Kunde stellt seine Anforderungen an Qualität und Leistungsvermögen der Kettentriebsysteme in einem Lastenheft zusammen. Um sie möglichst präzise und schnell umzusetzen, richtet iwis parallel zu den Motorentwicklungsprojekten beim Hersteller eigene Projektgruppen ein. Der Austausch und die Abstimmung zwischen beiden Entwicklungen erfolgt über alle möglichen Tools des Simultaneous Engineering.



### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Für Steuerketten müssen zunächst Laschen, Hülsen und Rollen sowie Bolzen gefertigt werden: Die Laschen werden aus einem Stahlband ausgestanzt, nachgeschnitten und geschliffen. Hülsen und Rollen werden aus einem Stahlband gewickelt und kalibriert. Anschließend werden sie gehärtet, gleitgeschliffen und gestrahlt. Die fertigen Hülsen werden mit den Innenlaschen und Rollen zu Innengliedern montiert. Die Bolzen werden aus Stahldraht abgelängt, geformt und geschliffen. In der Wärmebehandlung wird die Oberfläche beschichtet und anschließend gehärtet. Die fertigen Bolzen werden noch geschliffen und in Außenlaschen eingepresst.

Sind die Einzelteile fertig, erfolgt die Endmontage der Steuerkette. Anschließend werden die Ketten noch geölt, belastet und kontrolliert.

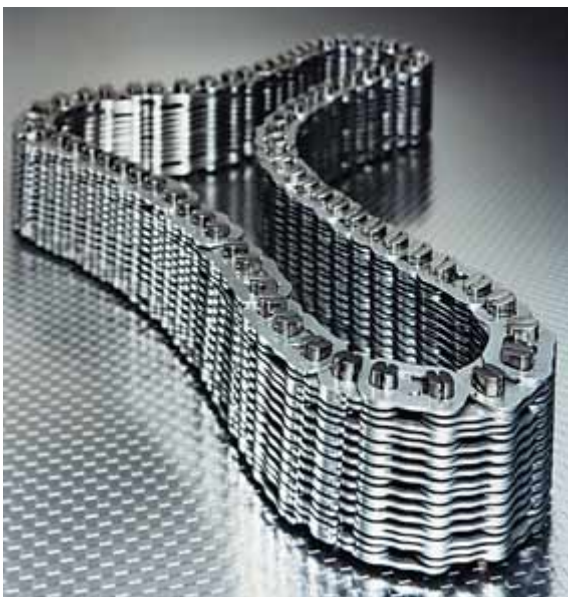
### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Ein Kettentriebsystem besteht hauptsächlich aus Steuerkette, Kettenrädern, Kettenspanner sowie Spann- und Führungsschienen und setzt sich aus folgenden Materialien zusammen:

Komponente	Bestandteile
Steuerkette	100% Stahl
Laufräder	100% Stahl
Kettenspanner	80% Metall, 20% Kunststoff
Spann- und Führungsschienen	20% Metall, 80% Kunststoff

### Optimierung

- >> Der Ersatz von verschleißbaren Kunststoff-Zahnriemen durch Stahlketten führt zu weniger Wartung, es werden auch keine Ersatzteile mehr benötigt.
- >> Der Ersatz schwerer Metallteile durch leichte Kunststoffteile bei den Kettenspannern führt zu einer Gewichtsersparnis von 50 Prozent.
- >> Zur Optimierung der Lebensdauer und der Belastbarkeit wurde eine leichte Simplex-Kette anstelle der bisherigen Duplex-Kette entwickelt. Dieses „Downsizing“ führte über kleinere Kettenräder und Bauteile auch zu Raumeinsparungen beim Motorgehäuse und damit zu einer weiteren Gewichtsreduzierung.
- >> Forschungskooperationen zur Optimierung von Oberflächenbeschichtungen verringerten sowohl die Reibungsverluste als auch die Lärmemissionen.



Aus Stahl gefertigt, sind die Steuerketten extrem leistungsfähig und langlebig. Sie laufen in Millionen von Benzin- und Dieselmotoren.



## lampen

Scheinwerfer und Blinker sind nicht das Einzige, was an einem Fahrzeug leuchtet. Bis zu 60 Lampen sind zur Beleuchtung der Straße, des Koffer- und des Innenraums, im Armaturenbrett sowie zur Signalgebung eingebaut. Für die Sicherheit auf den Straßen haben die Außenlampen eine entscheidende Bedeutung, verlangt doch dichter und schneller Verkehr heute nach bester Sicht und deutlichen Signalen. Damit sind auch die Qualitätsansprüche an die Lampen gestiegen. Einen Großteil der Lampen für Scheinwerfer oder Zusatzlichter produziert die Osram GmbH [[www.osram.de](http://www.osram.de)] als weltweit größter Hersteller von Autolampen.

### Produktanforderungen und Regelungen

Scheinwerferlampen haben hohen Anforderungen standzuhalten. Vor allem müssen sie langlebig sein. Eine Herausforderung, die dadurch verstärkt wird, dass in

manchen Ländern wie Schweden oder Ungarn das Abblendlicht auch tagsüber eingeschaltet sein muss. Gleichzeitig dürfen die Lampen im Laufe ihres Lebens natürlich nicht an Helligkeit verlieren und sollen effizient sein, also eine möglichst hohe Lichtausbeute bei gleichzeitig geringem Energieeinsatz haben, um Kraftstoff zu sparen. Aus Gründen des Umwelt- und des Gesundheitsschutzes ist die Verringerung der Gefahrstoffe wünschenswert, schließlich können die Lampen bei einem Unfall leicht splintern und ihre Inhaltsstoffe freigeben. Bei der Entsorgung gilt ebenfalls: je weniger Gefahrstoffe, desto besser. Demontagefreundlichkeit und Recyclingfähigkeit sind Vorgaben der europäischen Altautoverordnung. Ab 2003 schränkt eine EU-Richtlinie die Verwendung von Quecksilber, Blei und Cadmium in Neuwagen ein.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Die Herstellung von Lampen ist durch eine sehr hohe Fertigungstiefe geprägt: Bei Osram reichen die Tätigkeiten von der Glasherstellung über die Fertigung der Wolframwendeln bis hin zur Montage der Lampen. Dazu wird ein Glasrohr bzw. der Glaskolben zusammen mit den Wendeln oder Elektroden eingeschmolzen. Anschließend wird das Rohr evakuiert, mit einem Füllgas und gegebenenfalls einem Füllkörper befüllt und anschließend luftdicht verschmolzen. Darauf folgt bei vielen Lampentypen das Sockeln. Das heißt, der Glaskörper wird mit dem zugelieferten Metall- oder Kunststoffsockel verklebt. Die elektrischen Verbindungen entstehen durch Lötten oder Schweißen.

### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Autolampen bestehen grundsätzlich aus Glasrohren und -kolben, Wolframwendeln oder -elektroden, verschiedenen Drähten, einer Lampenfüllung sowie gegebenenfalls Kitt, Sockel und Lot.

#### D1-Gasentladungslampe

Lampenkolben	Quarzglas in UV-Stopp-Ausführung
Elektroden	Wolfram mit Zusatz von 0,7% Thoriumoxid
Stromzuführung	Nickel- bzw. Molybdänstifte/-folie
Keramikrohr	Aluminiumoxid-Keramik
Lampenfüllung	Presskörper gesamt 0,24 mg, Mischung aus Natriumjodid, Scandiumjodid und Thallium
Gasfüllung	ca. 0,5 mg Quecksilbermetall in der Gasfüllung aus Xenon
Sockelteil	recyclingfähiges Kunststoffgehäuse mit integriertem Zündgerät, 1 bzw. 3 Kondensatoren, 1 Widerstand, 2 Dioden, Spulen, 1 Trafo

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Bei der Bewertung seiner Lieferanten achtet Osram auf ökologische Gesichtspunkte. Daher sind Umweltaspekte integraler Bestandteil der Lieferantenbewertung, die zurzeit im Aufbau ist.

#### Kunden: Leuchtenhersteller

Osram entwickelt neue Lampen in enger Zusammenarbeit mit den Designabteilungen der Automobilhersteller. Sind nach der Bemusterung Leistung und Gestaltung in Ordnung, werden die Lampen gefertigt und den Leuchtenherstellern zugeliefert, die sie in ihre Systeme (z.B. Scheinwerfer, Heckleuchten, Innenraumleuchten) einbauen. Beim so genannten Xenon-Scheinwerfer beispielsweise wird die Gasentladungslampe mit den Reflektoren verbunden. Die fertigen Scheinwerfer gehen dann zum Einbau in die Fahrzeuge an die Automobilhersteller.

#### Kunden: Werkstätten und Reparaturbetriebe

Kunden, die Lampen zum Weiterverkauf anbieten – vor allem Werkstätten und Reparaturbetriebe –, informiert Osram durch Umweltberichte, Umwelterklärungen und Produktinformationen über die Umweltziele und -maßnahmen. Verwerterbetriebe erhalten Produktinformationsblätter und Broschüren zum Thema Entsorgung. Das Lampenrecycling erfolgt in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Lampen-Verwertung (AGVL): Unter dem Dach des Zentralverbands der Elektroindustrie e.V. [[www.zvei.org](http://www.zvei.org)] haben sich Unternehmen der Recyclingbranche und Lampenhersteller zusammengeschlossen, um die umweltgerechte Entsorgung von Lampen zu gewährleisten. Die Liste der zertifizierten Verwertungsunternehmen der AGLV sind beim ZVEI oder bei Osram erhältlich. Glas und Aluminium können recycelt und in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden.

## Optimierung

Für die Scheinwerferproduktion hat Osram eine neue Generation Energie sparender Lampen entwickelt: Nicht mehr eine weißglühende Wendel erzeugt das Licht, sondern der Lichtbogen einer Gasentladung in einem extrem kleinen Quarzglas Kolben. Da Scheinwerfer zunehmend aus Kunststoffen bestehen, reduziert ein zusätzlicher Außenkolben aus UV-absorbierendem Quarzglas die für Kunststoffe schädlichen UV-Anteile des Lichts.

### Vorteile der D1-Gasentladungslampe:

- >> eine um mehr als 100 Prozent höhere Lichtstärke und daher auch für kleinere Reflektoren geeignet,
- >> effektiver und heller durch dreifache Lichtausbeute,
- >> geringere Wärmeentwicklung,
- >> mehr Sicherheit durch vierfache Lebensdauer,
- >> um ein Drittel geringerer Energieverbrauch,
- >> tageslichtähnlicher für eine bessere Sicht.

Das neue Scheinwerfersystem ist allerdings über ein Kilogramm schwerer als die bisherigen Halogenscheinwerfer, da es ein Vorschaltgerät benötigt – für eine Senkung des Benzinverbrauchs durch ein geringeres Fahrzeuggewicht nicht gerade von Vorteil. Zudem enthält seine Gasentladungslampe eine geringe Menge Quecksilber. Neuentwicklungen sehen nun die Eliminierung von Quecksilber vor, bei gleichzeitiger Beibehaltung der erreichten Helligkeit. Beim Vorschaltgerät wird an der Verringerung des Gewichts gearbeitet.

### VDA-Datenbank

Für jedes Einzelteil und jede Komponente eines Automobils wird ein strukturiertes und standardisiertes Materialdatenblatt erstellt, in dem alle verwendeten Materialien mit Name und Gewicht sowie die Materialzusammensetzung bis hin zu einzelnen Substanzen aufgelistet sind. Diese Datenbank soll einen genauen Überblick über die im Endprodukt Auto enthaltenen Materialien sowie deren Verbleib in der Produktlebenskette ermöglichen [[www.vda.de](http://www.vda.de)].

Durch die Entwicklung bleifreier Halogen-Miniwatt-Lampen, beispielsweise für das Standlicht, sowie einer bleifrei gelöteten Stopplampe konnte Blei aus der Produktion und dem Produkt verbannt werden. Allerdings sind die Produktionskosten dieser Modelle höher, da sowohl bleifreies Glas als auch bleifreies Lot höhere Verarbeitungstemperaturen erfordern. Es wird folglich mehr Energie und darüber hinaus teureres Lötmaterial benötigt.

## Instrumente der Produktentwicklung und -planung

- >> In der „Indexliste Umwelt“ sind die Stoffe aufgelistet, deren Einsatz aufgrund gesetzlicher oder darüber hinausgehender interner Vorgaben verboten oder zu vermeiden ist.
- >> Durch die Durchführung von Ökoanalysen bereits im Planungsstadium werden Umweltauswirkungen eines Produkts über den gesamten Lebensweg erfasst. Auf dieser Grundlage werden dann Materialien ausgewählt, die ökologisch unbedenklich sind.
- >> Eco-Indizes ermöglichen die ökologische Bewertung von Produkten und Produktion nach transparenten und vergleichbaren Kriterien.
- >> Materialdatenblätter des Verbands der Automobilindustrie (VDA) e.V. werden für nahezu das gesamte Produktspektrum eingesetzt.



Die neue D1-Gasentladungslampe erzielt eine dreifach höhere Lichtausbeute, lebt viermal länger und ist fast so licht wie der Tag.



## motorelemente

In einem modernen Kraftfahrzeug befinden sich über 100 Wälzlagerkomponenten vom Ventil-, Steuer- und Aggregattrieb als Motorelemente über Nadelkränze, Axial- und Radiallager in Getrieben bis hin zu Impulsringen in Antiblockiersystemen und Antischlupfregelungen. Die 30 Produktionsstätten der INA Wälzlager Schaeffler oHG [[www.ina.de](http://www.ina.de)] liefern weltweit Komponenten für Getriebe, Fahrwerke und Motoren.

### Produktanforderungen und Regelungen

Moderne Motoren müssen heute weitaus höhere Anforderungen erfüllen als noch vor zehn Jahren. Sie sollen schadstoffarm, leise, langlebig, wirtschaftlich, wartungsfrei und lauffähig zugleich sein. Im Leerlauf und Teillastbereich spielt vor allem die Reduzierung der durch die Ventilsteuerung verursachten Reibung eine Rolle, kann diese doch bis zu 25 Prozent der gesamten Motorreibung betragen. Außer der Reibungsminderung werden noch eine Reihe weiterer Forderungen an den Ventiltrieb gestellt: geringe Ventilaufsetzgeschwindigkeiten, kein Kontaktverlust zwischen Nocken und Abgriffelementen sowie nur geringe Abweichungen zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Ventilerhebungskurve.

Für die Produkte gelten selbstverständlich die internen Anforderungen des Qualitätsmanagements. Weltweit sind alle Produktionsstandorte nach ISO 9000 und für Europa sowie Brasilien gemäß VDA 6.1 zertifiziert. Daneben sind Zulassungen nach dem Industriestandard QSF-C für

die Luft- und Raumfahrt vorhanden. Für die Qualität der Produkte und ihr Umweltengagement erhielt INA zahlreiche Auszeichnungen von Kunden, etwa den Umweltpreis von Ford oder die Kürung zum Lieferanten des Jahres 1998 durch die AUDI AG.

### Instrumente der Produktentwicklung und -planung

Grundsätzlich führt INA auch Produkt-Ökobilanzen durch. Der Schwerpunkt der Produktentwicklung liegt jedoch darauf, den Kunden ganzheitliche Systemlösungen zu bieten. Joint-Ventures, beispielsweise mit den Herstellern anderer Ventiltriebsteile ermöglichen aufgrund der Synergieeffekte die Lösung komplexer Aufgabenstellungen.

Mit Hilfe von EDV-unterstützten Kinematik- und Dynamiksimulationen kann der Einfluss unterschiedlicher Parameter wie Massen, Trägheitsmomente, Lastmomente, geometrische Abmessungen oder Steifigkeits- und Dämpfungsparameter sowie Reibungswerte auf das Endprodukt untersucht und bestimmt werden. Die gezielte Variation dieser Parameter erlaubt auch Simulationsberechnungen durch den Anwendungsingenieur. So können bereits in der Konstruktionsphase Aussagen bezüglich Funktionssicherheit sowie thermischer und dynamischer Beanspruchungen gemacht werden. Da sich die Funktionsweise kompletter Systeme simulieren lässt, können eventuell erforderliche Konstruktionsänderungen frühzeitig vorgenommen und Entwicklungszeiten wie Kosten reduziert werden.

### Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Die Nockenwelle betätigt über hydraulische Tassenstößel die Ein- und Auslassventile der Zylinder. Diese Hydrostößel werden in mehreren Arbeitsschritten aus Stahl gefertigt. Sie gleichen automatisch jegliches Ventilspiel aus, so dass das Einstellen des Ventilspiels entfällt. Exaktes Ventilspiel und reibungsarmer Ventiltrieb sind entscheidende Voraussetzungen für einen ruhigen Lauf des Motors und einen geringen Schadstoffausstoß.

### Schnittstellen

#### Lieferanten

Bei der Auswahl der Lieferanten ist Umweltschutz ein Kriterium. Eine interne Verfahrensanweisung sorgt dafür, dass Betriebshilfsstoffe nur eingesetzt werden, wenn sie durch das firmeninterne chemische Labor und die Abteilungen für Arbeitssicherheit, Arbeitsmedizin und Umweltschutz freigegeben worden sind.

#### Kunden

Bei speziellen Motoranforderungen findet die Entwicklung in enger Zusammenarbeit mit den Automobilherstellern statt. Zahlreiche Synergieeffekte resultieren aus Systempartnerschaften mit anderen Unternehmen. Zum Beispiel mit ContiTech: Gemeinsam mit dem Riemenhersteller konnten bei der Herstellung von Ketten- und Riemenspanneinheiten die Entwicklungszeiten verkürzt und somit auch Kosten reduziert werden.





## Optimierung

Im Bereich der Motorelemente hat sich der Systemgedanke mit Blick auf Abgasreduzierung und Senkung des Kraftstoffverbrauchs am stärksten durchgesetzt. Äußerst reibungsarme Motorelemente wie der Leichtbautassenstößel sorgen dafür, dass die rotierende Nockenwelle die Ventile geräuscharm öffnen und schließen kann. Das Ergebnis: weniger Lärm, weniger Reibung – und unterm Strich weniger Kraftstoffverbrauch. In enger Zusammenarbeit mit einem Nockenwellenhersteller wurde der schaltbare Tassenstößel entwickelt, der zwischen zwei verschiedenen Hubhöhen der Kolben umschalten kann. Der Kraftstoffverbrauch wird dadurch bei gleich bleibend hoher Leistungsausbeute des Motors um rund sieben Prozent gesenkt.

Damit die Fertigung der Motorelemente so umweltverträglich wie möglich stattfindet, sind bei INA alle Produktionsstandorte weltweit gemäß der EG-Öko-Audit-Verordnung validiert und nach der DIN EN ISO 14001 zertifiziert. Um international anspruchsvolle Umweltschutzstandards in der Produktion zu garantieren, werden alle Standorte zusätzlich von der zentralen Umweltschutzabteilung nach strengen Kriterien geprüft, ungeachtet dessen, ob sie sich in Europa, Asien oder Amerika befinden.

Reibungsarme Motorelemente wie der Leichtbautassenstößel tragen zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs bei.





## produktdesign

Neben den allgemeinen Kriterien der Fahrzeugentwicklung wie Sicherheit und Komfort ist die Integration der Umweltkriterien und Recyclinganforderungen in die frühe Phase der Entwicklung und Konstruktion von Neufahrzeugen unerlässlich. Dies geschieht unter anderem durch die recyclingoptimierte Produktgestaltung. Ausgangspunkt ist hier die Betrachtung des gesamten Produktlebenswegs eines Automobils. Somit wird die Entwicklung, die Herstellung, die Nutzung und am Ende der Lebensdauer das Recycling des Fahrzeugs als geschlossenes System betrachtet. Um Forschung, Entwicklung und die nach der Nutzungsphase anstehende Verwertung möglichst effizient miteinander zu verknüpfen, errichtete die BMW AG [[www.bmw.com](http://www.bmw.com)] Ende der achtziger Jahre das Forschungs- und Ingenieurszentrum (FIZ) als zentrales „Gehirn“. Rund 6.000 Ingenieure, Designer, Modellbauer, Computerfachleute und Wissenschaftler verschiedenster Bereiche, aber auch Einkäufer und Vertreter von Zulieferfirmen erarbeiten hier gemeinsam die Fahrzeuge der Zukunft.

### Produktanforderungen und Regelungen

Von einem modernen Automobil wird viel verlangt: überlegene Fahrleistung und Sparsamkeit im Verbrauch, angemessenes Platzangebot und kompakte Außenmaße, anspruchsvolles Design, geringes Gewicht, Funktionsvielfalt, Recyclingfähigkeit, hohe Zuverlässigkeit sowie umfassende Sicherheit – und nicht zuletzt ein wettbewerbsfähiger Preis.

### Entwicklung: Abläufe und Verfahren

Neuentwicklungen werden durch ein Gateway-Management begleitet, ein für alle Projektbeteiligten einheitliches und verbindliches Planungssystem, das bis hin zu

#### Schnittstellen

Beim Simultaneous Engineering finden Entwicklungsprozesse gleichzeitig unter engem Austausch der Beteiligten statt. So müssen bei der Gestaltung einer Autotür Mitarbeiter völlig unterschiedlicher Bereiche wie Rohkarosserie, Elektronik, Ausstattung oder Klimatechnik zusammenwirken, um die anstehenden Probleme zu lösen. Für Neuentwicklungen werden zeitweilig rund 100 bis 200 Mitarbeiter in einem großen Team zusammengeführt. Dadurch ist neben den regelmäßigen Koordinationsbesprechungen auch ein spontaner Informationsaustausch möglich. Die Fahrzeugentwicklung gliedert sich in Module wie Innenraum, Türen, Cockpit und Frontend.

#### Interner Erfahrungsaustausch

Um den Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet des Recyclings zu erleichtern und vorhandenes Wissen zu bündeln, errichtete BMW ein hochmodernes Recycling- und Demontagezentrum (RDZ) als „Know-how-Pool“ und Informationsplattform für alle Fachbereiche des Unternehmens. Der intensive Austausch gewährleistet, dass Anforderungen an eine recycling- und demontageoptimierte Gestaltung neuer Produkte in der frühen Phase des Produktentstehungsprozesses berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel 4.6, Recycling).

den einzelnen Bauteilen beim Lieferanten reicht. Die disziplinierte Einhaltung wesentlicher Eckpunkte des Projektablaufs ist zwingend für die termingerechte Abarbeitung bis zum Serienstart. Einer dieser Synchronisationspunkte ist das „Packagefreeze“, der Zeitpunkt, an dem der prinzipielle Raumbedarf aller Komponenten fixiert wird. Der Designprozess mit Alternativenerstellung, Modellauswahl und Modellfestlegung findet seinen Abschluss im „Designfreeze“. Mit Hilfe von Konzeptwettbewerben zur Lieferantenauswahl können neue Technologien und Innovationen frühzeitig eingeplant werden. Der termingerechte Aufbau der Prototypen stellt rechtzeitig Erprobungsergebnisse zur Verfügung und ermöglicht eine Überprüfung des Serienprozesses.

#### Optimierung

Effiziente und interdisziplinäre Zusammenarbeit ist die Grundvoraussetzung für eine schnelle Produktentwicklung. Daher muss auch die Organisation der Teamarbeit stetig zum „Collective Engineering“ weiterentwickelt werden: Während der Entwicklungsphase der neuen 3er-Reihe wurde erstmals die Fertigung in den Entwicklungsprozess eingebunden, indem beispielsweise Mitarbeiter aus der Türenfertigung bereits die Prototypen montierten. Da ihre Vorschläge frühzeitig und nicht erst nach Serienanlauf umgesetzt wurden, ließen sich die oft erheblichen Kosten für Werkzeugänderungen sparen. Umgekehrt arbeiteten die Mitglieder des Entwicklungsteams zu Beginn der Konzeptphase einige Zeit in dem für sie relevanten Fertigungsbereich am Band und erhielten so einen tieferen Einblick in die Prozesse.



Ebenfalls eingebunden wurden Mitarbeiter aus Marketing und Vertrieb: Auf Basis eines schriftlichen Zielkatalogs, den der Vertrieb aus Kundenspezifikationen abgeleitet hatte, wurde ein gemeinsames Erarbeiten der Kundenwünsche in „Produktkliniken“ (Teambesprechungen zur Produktvision sowie Betrachtung von Konkurrenzprodukten) initiiert. Auch eine Befragung der Öffentlichkeit, die Entwicklungsingenieure unter Anleitung von Marketingvertretern durchführten, half dabei, eine einheitliche und gemeinsame Produktidee zu verinnerlichen.

Nicht zuletzt ist der verbesserte Informationsaustausch auch auf die frühzeitige Einbindung von Zulieferern zurückzuführen. Um sie räumlich zu integrieren, stehen ihnen im FIZ Arbeitsplätze zur Verfügung.

Die „virtuelle Fahrzeugentwicklung“ mit CAx-Methoden von der dreidimensionalen Darstellung des Designs über die Konstruktion der einzelnen Bauteile bis hin zur Erprobung verschiedener Funktionen macht rasante Fortschritte. So lassen sich schon heute Crashtests am Bildschirm simulieren. Das spart Zeit und Kosten, da ein fahrfähiger Prototyp in aufwändiger Handarbeit gefertigt werden muss. Durch die Computersimulation von Fertigungs- und Montageprozessen können diese besonders früh optimiert werden.

Die Durchführung von Demontageanalysen hat zum Ziel, die im Zielkatalog definierten Recyclinganforderungen einerseits in der Konzeptphase (virtuell) und andererseits kurz vor dem Serieneinsatz (seriennahes Fahrzeug) zu überprüfen. Basierend auf der Modul- beziehungsweise

Bauteilebene werden hierbei gesamtfahrzeugbezogene Ergebnisse wie die Recyclingquote dargestellt. Insbesondere die virtuelle Demontageanalyse dient als Medium für die Diskussion einer recyclingoptimierten Produktgestaltung mit den Projektverantwortlichen Gesamtfahrzeug.

### Design for Recycling

Das Design for Recycling ist ein Kriterium, um die Umweltverträglichkeit auf Gesamtfahrzeugebene sowie Zielwerte wie die Recyclingquote im Planungsauftrag zu definieren und anschließend in einem Zielkatalog zusammenfassen zu können.

Bei der Entwicklung eines Konzepts dienen Energie- und Ökobilanzen für Bauteile einer ersten gesamtoökologischen Bewertung. Darüber hinaus werden Demontageanalysen vorgenommen und jedes einzelne Bauteil entsprechend seiner Recyclingfähigkeit klassifiziert: zwingender Bestandteil jeder Bauteilzeichnung. Für die Serienentwicklung werden die in den vorherigen Phasen erarbeiteten Empfehlungen sowie die daraus abgeleiteten Maßnahmen verfeinert. Der Stand der Umsetzung wird mittels Freizeichnungsprozess Gesamtfahrzeug dokumentiert. Die wichtigsten Ziele sind:

- >> Erfüllung der gesetzlich geforderten Recyclingquote,
- >> Kennzeichnung der Kunststoffbauteile,
- >> maximaler Einsatz von Sekundärmaterialien,
- >> Verwendung schadstofffreier Werkstoffe.

## Recyclingoptimierte Produktgestaltung bei BMW





## Instrumente der Produktgestaltung

Der „Anforderungskatalog Gesamtfahrzeug“ enthält neben konventionellen Merkmalen wie Sicherheit, Qualität und Komfort auch Auflagen und Maßnahmen zur Umweltverträglichkeit. Darin werden die Themen Design for Recycling, Life Cycle Assessment sowie Abgas- und Geräuschemissionen behandelt.

Die BMW Norm 113.89.0 T 1-3 regelt den Umgang mit limitierten und verbotenen Stoffen. Bevor ein Material erstmals zum Einsatz kommt, werden alle chemisch-technologischen Produkte mit ihren chemisch-physikalischen und sicherheitstechnisch relevanten Daten im Gefahrstoff-Informationssystem ZEUS gespeichert, das die Konstrukteure bereits in der Entwicklungsphase bei der Auswahl umweltverträglicher Materialien unterstützt. Anschließend erfolgt eine arbeitsplatzbezogene Prüfung durch die Fachbereiche Qualitätssicherung sowie Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz, wobei auch die mit der späteren Entsorgung der Produkte verbundenen Umweltauswirkungen untersucht werden. Transportwege, Verpackung, Lagerung, Verarbeitung bis hin zur Störfallbeurteilung sowie die gezielte Abfallvermeidung sind gleichrangige Bewertungsfelder. Erst nach Freigabe durch die Fachstellen darf ein Produkt an einem bestimmten Arbeitsplatz im Betrieb eingesetzt werden.

Das als Ökobilanz oder Life Cycle Analysis (LCA, engl. für Lebensweganalyse) bekannte Instrument zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten und Systemen wird gezielt in der frühen Phase des Produktentstehungsprozesses eingesetzt, um frühzeitig eine Sensibilisierung aller Beteiligten in Hinblick auf umweltrelevante Effekte neuer Konzepte oder Technologien zu erreichen, ohne daraus Schlüsse auf die Umweltverträglichkeit des

Gesamtfahrzeugs zu ziehen. Die Etablierung einer ökologischen Vergleichsbasis im Rahmen einer interdisziplinären Gesamtentscheidung dient dabei unter anderem dem Erreichen umweltpolitischer Ziele. Hier sei als Beispiel die freiwillige Zusage der ACEA zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch PKW um 25 Prozent genannt.

### IPP-Herausforderung: Aluminium heißt zwar energieintensivere Herstellung, aber auch weniger Benzinverbrauch

Da Aluminium wesentlich leichtere Konstruktionen ermöglicht, als sie beispielsweise in Stahl möglich sind, kann der Aluminiemeinsatz in Karosserie-, Motor- und Fahrwerksumfängen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs beitragen, weil dieser zu über der Hälfte gewichtsbedingt ist.

Zwar fällt der ökologische Aufwand zur Herstellung von Teilen aus Primäraluminium unter anderem wegen des energieintensiven Elektrolyseprozesses mehrfach höher aus als bei der Verwendung von Stahl. Aber abhängig von der erzielten Gewichtsersparnis kann im Fahrbetrieb durch die Treibstoffeinsparung ein Mehrfaches dieses Erzeugungsaufwands bereits im ersten Fahrzeuglebenszyklus wieder eingespart werden.

Da Aluminiumrecycling auch ökonomisch profitabel ist und somit tägliche Verwertungspraxis, bleibt der zusätzliche Aufwand der Erzeugung von Primäraluminium überdies einmalig und ist für nachfolgende Anwendungen nicht mehr notwendig.

## Bewertung der Recyclingfähigkeit für Bauteile und Zusammenbauten

Kreislaufeignung technisch und wirtschaftlich	Problemstoffe	Stoffliche Verwertbarkeit (Gewichtsprozent)	Recyclingklassifizierung
100%	keine	> 80%	R 1
80–100%	keine	> 65%	R 2
< 80%	vorhanden	< 65%	R 3



## Recycling-Handbuch

Die „Konstruktionsleitlinien für die recyclingoptimierte Produktgestaltung“ enthalten allgemeine Richtlinien zur recyclingorientierten Konstruktion mit den drei Hauptbereichen Verbindungstechnik, Materialauswahl und Bauteilgestaltung. Ergänzend zum derzeit erreichbaren Recycling- und Demontagestatus von Bauteilen und Baugruppen sind modul- und bauteilspezifische Verbesserungsvorschläge aufgeführt. Im „Bauteil-Lastenheft“ sind Recyclinganforderungen (z.B. empfohlener Verwertungsweg, Recyclingquote, Demontagevorgaben und Materialauswahl) detailliert dargestellt.

Anhand der „Recycling-Norm“ wird jedes Bauteil nach den Kriterien stoffliche Wiederverwertbarkeit, Kreislaufeignung, Problemstoffe sowie bezüglich seiner technisch-wirtschaftlichen Recyclingfähigkeit in einer Bewertungsmatrix eingestuft. Zur Beurteilung seiner Kreislaufeignung werden die Kostenblöcke der Prozessketten „Material-“ und „Nicht-Recycling der Materialien“ einander gegenübergestellt. Bauteile mit einer R3-Einstufung sind bei künftigen Entwicklungen zu vermeiden.





## fertigung

Die Fertigung ist das Herzstück der Automobilproduktion. Bevor ein neues Automobil vom Band geht, muss es hier verschiedenste Stationen durchlaufen. Da es jede Modellreihe in unterschiedlichsten Motorisierungen, Farben und Ausstattungen gibt, ist kaum ein Fahrzeug wie das andere. Sobald der Kunde sich für sein Modell und eine bestimmte Ausführung entschieden hat, erstellt die AUDI AG detaillierte Pläne, die alle erforderlichen Aktivitäten bei den Zulieferfirmen und in der Produktion definieren. Die computergestützte Produktion gewährleistet einen optimalen Materialfluss. Benötigte Module stellen die Lieferanten „just in time“ bereit, um Zwischenlager auf ein Minimum zu beschränken.

### Anforderungen und Regelungen

Die bereits 1992 von Audi verabschiedete „Umweltnorm Fahrzeug“ soll dazu beitragen, die Human- und Umwelt-

verträglichkeit bei der Automobil- und Komponentenherstellung, der Fahrzeugnutzung, der Wartung und Reparatur sowie bei der späteren Entsorgung zu gewährleisten und den Ressourcenverbrauch zu minimieren. Die Norm enthält Hinweise für ein recyclinggerechtes Konstruieren und Listen von Stoffen, die im Fahrzeug nicht verwendet werden dürfen, sowie von solchen, die zu deklarieren sind. Die Vorgaben sind für die eigene Technische Entwicklung ebenso verbindlich wie für Zulieferer und Partner.

### Instrumente der Planung

Die Umweltauswirkungen, die zwangsläufig durch die Fertigung entstehen, werden regelmäßig erfasst und bewertet. Seit 1995 beteiligt sich Audi am EG-Öko-Audit-System, um über das aufgebaute Umweltmanagementsystem den Umweltschutz am Standort kontinuierlich zu verbessern.

## Schnittstellen

### Produktentwicklung

Bei der Entwicklung neuer Automobile setzt Audi auf Simultaneous Engineering. Dabei arbeiten Vertreter aller Geschäftsbereiche unter Beteiligung von Lieferanten und Dienstleistern in Fachgruppen – auch in Fragen des Umweltschutzes und der Umsetzung des Lastenhefts „Human- und Umweltverträglichkeit“ – eng zusammen. Unterschiedliche Interessen lassen sich dadurch frühzeitig aufeinander abstimmen und das Know-how aller Beteiligten in die Produktentwicklung einbeziehen. Um den produktbezogenen Umweltschutz zu verbessern, hat die Technische Entwicklung eine Organisationseinheit „Umwelt und Verkehr“ eingerichtet.

### Einkauf

Neue Materialien werden nur nach Prüfung und Freigabe durch den Materialbewertungskreis beschafft. Das bereits 1982 ins Leben gerufene Gremium setzt sich aus Vertretern der Bereiche Brandschutz, Umwelt, Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Verfahrenstechnik/Sicherheitschemie zusammen.

### Zulieferer

Da die meisten der benötigten Bauteile und Materialien zugekauft werden, sind Lieferanten und Dienstleister vertraglich verpflichtet, alle Umweltgesetze und Lastenhefte sowie die im gesamten VW-Konzern gültige „Umweltnorm Fahrzeug“ einzuhalten. Wenn sie ein Umweltmanagementsystem nach EG-Öko-Audit-Verordnung oder ISO 14001 etabliert haben, entfallen weitere Fragen zum Umweltschutz. Allerdings setzt das Unternehmen hier weniger auf Zwang als vielmehr auf Freiwilligkeit.

### Vertrieb /Handel

Kunden können ihren neuen Wagen entweder direkt ab Werk oder bei einem Audi-Partner ihrer Wahl abholen. Rund 65 Prozent (Stand 1999) der produzierten Neuwagen werden je nach Kapazität der Deutschen Bahn AG auf dem Schienenweg transportiert. Zu ihrem Schutz erhalten die Fahrzeuge vor dem Versand eine Wachsschicht oder eine Folienbeschichtung.

Über die Umweltaspekte der Fertigung werden Kunden, aber auch Mitarbeiter, Nachbarn, Zulieferer und Behörden durch die Umwelterklärung des Audi-Standorts Ingolstadt informiert. Sie erscheint alle drei Jahre in ausführlicher Form und wird durch jährliche Kurzfassungen mit den wichtigsten Daten und wesentlichen Veränderungen ergänzt.

## Abläufe und Verfahren

Im Presswerk schneiden elektronisch gesteuerte Bandzeitanlagen die in Rollen angelieferten Bleche auf die gewünschten Rohmaße zu. Anschließend werden sie zu den verschiedenen Karosserieteilen wie Türen oder Kotflügel geformt. Im Karosserierohbau verbinden frei programmierbare Industrieroboter durch Punktschweißen beziehungsweise Klebeverbindungen zuerst Sitzschienen und Stirnwand, dann Radhäuser, Batteriekonsole, Wasserkasten und Rückwand mit dem Fahrzeugboden. Anschließend kommen die weiteren Teile wie Dachrahmen, Seitenteile, Verkleidungen etc. hinzu. In der Lackiererei erhalten die Karosserien verschiedenste Beschichtungen – von der Phosphatschicht bis hin zur Hohlraumversiegelung. Neben Motoren stellt die Aggregatefertigung Fahrwerksteile wie Vorder- und Hinterachsen sowie Schwenklager her. Die Motoren bestehen aus Hunderten von Einzeltei-

len, die zu einem einzigen Aggregat verbunden werden. Anschließend wird die Grundeinstellung der Motoren in Einlaufprüfständen getestet und unter anderem der Öl- druck, der Saugrohr- und Abgasgegendruck sowie das Geräuschverhalten geprüft. In der Kunststofffertigung werden hinterschäumte Bodenmatten und Thermoplast-Spritzgießteile hergestellt, die über den Steuerungsrechner der Montage taktgerecht abgerufen und direkt an die Montagelinien geliefert werden. In der Endmontage erhält das Automobil schließlich sein Innenleben. Dazu zählen Wagenhimmel, Scheiben, Schiebedach, Pedale, Armaturentafel, Lenksäule und Lenkrad mit Airbag. Dann folgen der Tank, das vormontierte Antriebsaggregat sowie Abgasanlage, Stoßfänger, Räder und Sitze. Bevor die Fahrzeuge die Fertigung verlassen, werden sie in der Endkontrolle auf Herz und Nieren geprüft.



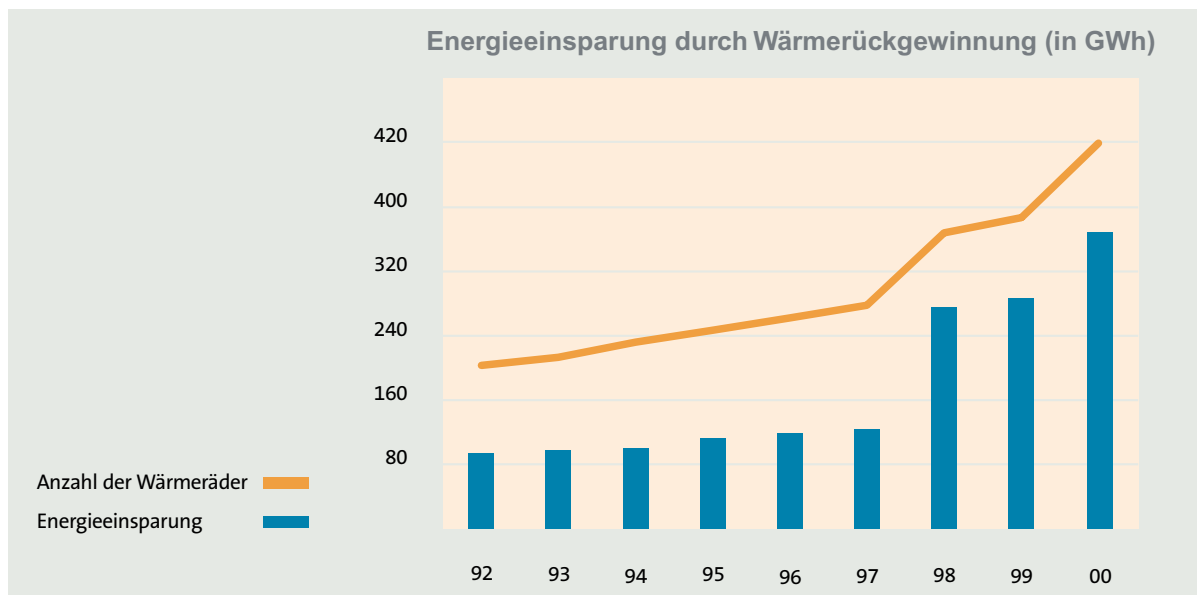
Letzter Fertigungsschritt ist die Montage von Rädern, Sitzen und Stoßdämpfern



## Optimierung

Der Standort Ingolstadt verfügt über 420 Anlagen zur Wärmerückgewinnung und spart dadurch jährlich rund 23 Prozent (363 Gigawattstunden) an Energie ein. Seit 1999 ergänzt eine mit Erdgas betriebene Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage (KWKK) die Energieversorgung des Werks. Die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme wird zum Beheizen der Produktionshallen und Büros genutzt. Durch den hohen Wirkungsgrad der KWKK von etwa 80 Prozent und einer Auslastung von rund 7.500 Volllaststunden pro Jahr sinken – im Vergleich zur herkömmlichen Energiegewinnung – sowohl der Verbrauch von Erdgas als auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um rund 25 Prozent. Die im KWKK erzeugte Kälte dient vor allem zur Klimatisierung der Reinraumbereiche in der Lackiererei sowie zum Abkühlen der Motorenprüfstände in der Technischen Entwicklung.

Um den Wasserverbrauch und das Abwasseraufkommen zu reduzieren, hat Audi getrennte Leitungssysteme für Betriebs-, Kühl- und Frischwasser installiert. Rund 96 Prozent des Gesamtwassereinsatzes wird in Kreisläufen geführt. Zur Reduzierung der Kohlenwasserstoffemissionen, die bei der Betankung der Fahrzeuge am Band entstehen, wurde in der Montage eine Abgasreinigungsanlage installiert. Der im Presswerk anfallende Metallverschnitt dient so weit als möglich zur Herstellung von Kleinteilen und wird zu fast 100 Prozent verwertet. Eine Maßnahme, die dazu beiträgt, Ressourcen zu schonen und das Abfallaufkommen zu reduzieren.







## lackierung

Mit der Lackierung erhält das Fahrzeug sein individuelles optisches Erscheinungsbild. Gleichzeitig schützt sie die Karosserie vor Umwelteinflüssen und verlängert so die Lebensdauer des Automobils. Der Lackierprozess setzt sich aus zahlreichen Bearbeitungsschritten wie Trocken- und Nassbehandlungen, Heiz- und Kühlvorgängen, chemischen und elektrochemischen Verfahren sowie automatischen und manuellen Arbeitsschritten zusammen. Dementsprechend hoch sind die Umweltauswirkungen dieser Fertigungsstufe des Produkts „Auto“. Mit dem Ziel, diese so weit wie möglich zu senken, nahm die AUDI AG 1998 in Ingolstadt eine neue, mit modernster Umweltschutztechnologie ausgestattete Lackiererei in Betrieb.

### Produktanforderungen und Regelungen

Anforderungen an die Lackierung ergeben sich zum einen durch die Qualitätsansprüche der Kunden, die ein perfektes Erscheinungsbild wünschen. Der Lack muss zudem extrem belastbar sein. Dies erfordert Eigenschaften wie Chemikalien- und Langzeitbeständigkeit sowie Kratz- und Steinschlagfestigkeit.

Aufgrund der Emissionen, die mit dem Lackieren verbunden sind, ist die Lackiererei eine nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungspflichtige Anlage. Für die Auslegung der Anlage wurde auch die VDI-Richtlinie 3455 „Emissionsminderung: Anlagen zur Serienlackierung von Automobilkarossen“ herangezogen. Die Abwasserbehandlungsanlage, die schwermetallhaltiges und organisch belastetes Abwasser aus der Lackiererei zur Einleitung in die städtische Kläranlage aufbereitet, ist nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) genehmigungsbedürftig. Ab einer bestimmten Menge besonders überwachungsbedürftiger Abfälle ist die Erstellung einer Abfallbilanz nach Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) erforderlich.

### Herstellung: Abläufe und Verfahren

Um einen perfekten Korrosionsschutz und eine makellose Lackierung zu erhalten, sind viele Bearbeitungsschritte notwendig. Erst die richtige Kombination aus Grundierung, Füller, Basis- und Klarlack gibt dem Lack die gewünschten Eigenschaften. Vor der eigentlichen Lackierung müssen die Karosserien im Spritz- und Volltauchverfahren entfettet, Späne sowie Schmutzreste aus der mechanischen Bearbeitung entfernt und eine Zink-Phosphat-schicht als Korrosionsschutz und Haftmittler zwischen Blech und Grundierung aufgetragen werden. Alle Flächen

und Hohlteile werden anschließend im Kataphorese-Tauch-Lackierungs-Verfahren grundiert und anschließend die Lackschicht eingebrannt. Zum Schutz vor Steinschlag und Korrosion werden Unterboden und Radhäuser mit Unterbodenschutzmittel beschichtet und die Fahrgastzelle sowie der Kofferraum mit Grob- und Feinnähten abgedichtet. Um Unebenheiten auszugleichen und zum weiteren Schutz vor Korrosion wird auf die Karosserie Steinschlag-schutzfüller aufgetragen.

An die Füllerlackierung schließen sich das Abdunsten und Trocknen des Lacks sowie die Basislackierung im Sprühverfahren an. Als letzte Schicht wird der Klarlack aufgesprüht. Anbauteile wie Türgriffe, Spiegel und Zierleisten werden in einem eigenständigen Verfahren ebenfalls mit Wasserlacken lackiert. Zum weiteren Korrosionsschutz werden die fertigen Karossen einem Hohlraumfluten unterzogen. Bei dem vom Konzern entwickelten und patentierten Verfahren kommt lösemittelfreies Wachs zum Einsatz.

### Umweltaspekte

#### Luft

Lösemittlemissionen entstehen vor allem bei Lackier- und Beschichtungsvorgängen. Beim Overspray werden Lackpartikel freigesetzt. Der Energieverbrauch ist mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden. Aus dem Betrieb lufttechnischer Anlagen resultieren Lärmmissionen.

#### Energieverbrauch

Energie wird vor allem für Trocknungsvorgänge sowie zur Klimatisierung der Reinraumbereiche benötigt.

#### Wasser

Wasser ist für alle Spülvorgänge erforderlich. In der Lackiererei entstehen primär in den Vorbehandlungsstufen wie Entfettung und Phosphatierung wassergefährdende Stoffe, die ins Abwasser gelangen.

#### Abfall

In der Lackiererei entstehen Abfälle zur Beseitigung und zur Verwertung, darunter auch besonders überwachungsbedürftige Abfälle wie Lackschlämme und Spülflüssigkeiten.

#### Boden

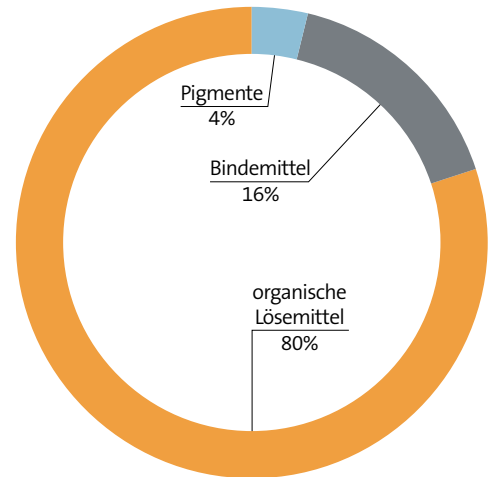
Beim Auswaschen der Lackiereinrichtungen und bei der Lagerung der Lacke besteht die Gefahr, dass Schadstoffe in den Boden gelangen.



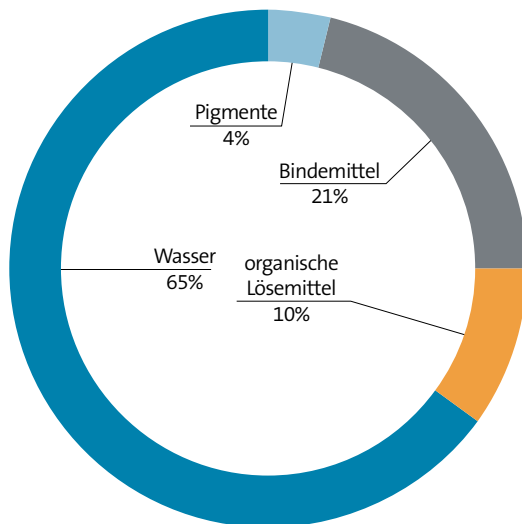
## Produkt: Zusammensetzung und Gestaltung

Moderne Lacksysteme, wie sie in der neuen Lackiererei angewendet werden, sind wirtschaftlich vertretbar, qualitativ hochwertig und umweltschonend zugleich. Die unter diesen Gesichtspunkten bislang beste verfügbare Technologie ist der Einsatz von Chrom(VI)-freien Vorbehandlungsmedien und wasserverdünnbaren Lacken. Schicht für Schicht ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die in herkömmlichen Flüssiglacken enthaltenen organischen Lösemittel, die sich während des Lackierprozesses verflüchtigen, fast vollständig durch Wasser zu ersetzen. Eine weitere Senkung des Lösemittelanteils verspricht die Neuentwicklung eines Zwei-Komponenten-Wasserklarlacks, mit der sich Audi derzeit beschäftigt. Erste Versuche zu diesem Thema wurden bereits viel versprechend abgeschlossen.

Bestandteile konventioneller Lacke



Bestandteile von Wasserlacken



Energieverbrauch – ein Aspekt, der schon bei der Planung der neuen Lackiererei berücksichtigt wurde. Wärmerückgewinnungsanlagen für die Hallen- und Prozessabluft tragen zur Minimierung des Energieverbrauchs bei. Ein neues Trocknungskonzept kombiniert Umluft und Infrarotstrahlung in einer Trockenzone. Dabei wird die heiße Luft aus der thermischen Nachverbrennung in Doppelrohren durch die Trockner geleitet. Die Restwärme wird ebenfalls genutzt und dient dem Aufheizen der Frischluft mittels Wärmetauschern. Kälte und Wärme für die Klimatisierung liefert eine standort eigene Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlage. Dank all dieser Maßnahmen ließ sich der mit dem Einsatz von Wasserlacken verbundene höhere Energieverbrauch größtenteils auffangen.

## Optimierung des Prozesses zur Minimierung der Umweltauswirkungen

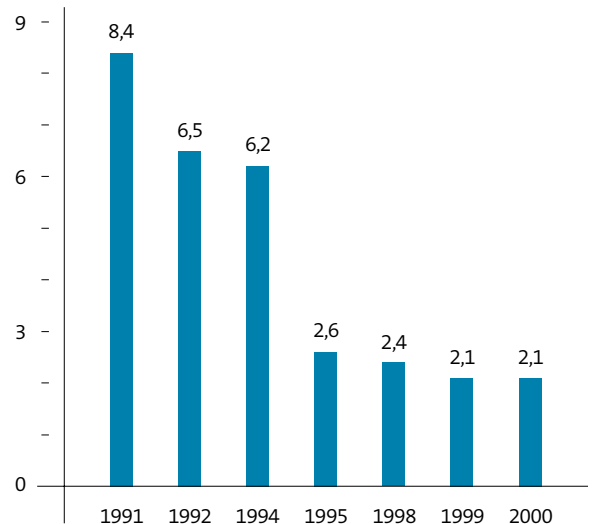
### Luft

Durch die Verringerung des Lösemittelanteils in den Lacken sind die Emissionen so niedrig, dass eine Abluftreinigung zur Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte nicht notwendig ist. Lediglich für die im Trocknungsprozess frei werdenden Lösemittel ist eine gesonderte Nachreinigung beziehungsweise thermische Verbrennung erforderlich.

### Energieverbrauch

Der Einsatz von umweltverträglichen Wasserlacken erhöht den Trocknungsaufwand und damit auch den

Emissionen organischer Verbindungen (in Kilogramm pro gefertigtem Fahrzeug)





## Wasser

Geschlossene Wasserkreisläufe sorgen für einen deutlich geringeren Wasserverbrauch beim Lackierprozess. Anfallendes Prozessabwasser wird entweder über die interne chemisch-physikalische Abwasserreinigungsanlage gereinigt und in die städtische Kanalisation geführt oder in einer separaten Aufbereitungsanlage wieder zu Betriebswasser aufbereitet und in das Betriebswassernetz am Standort eingespeist.

## Abfall

In der neuen Lackiererei übernimmt hauptsächlich prozessgesteuerte Anlagentechnik die Lackierarbeit. Trotz modernster Spritztechnik lassen sich Lackrückstände nicht vollständig vermeiden. Overspray wird deshalb aufgefangen und die festen Stoffe mittels Flotation sortenrein abgetrennt, um sie stofflich oder thermisch zu verwerten.

Zur Reduzierung der Lackschlammmenge und somit auch des Sonderabfalls wurde am Standort Neckarsulm eine neuartige Anlage zur Aufbereitung des Füllerlack-schlammes installiert. Das bei der Lackierung der Karossen entstehende Overspray wird mittels Ultrafiltrationsanlage zurückgewonnen und wieder für die Lackierung der Innenkarosse eingesetzt.

Eine Besonderheit der neuen Lackiererei ist ein Farbsortierspeicher, in dem die Karossen zu Farbblöcken zusammengefasst werden, bevor sie die weiteren Prozessschritte durchlaufen. Durch dieses Verfahren lassen sich die

### IPP-Herausforderung: Verwendung von Wasserlacken erhöht den Energieaufwand

Um die Lösemittlemissionen zu reduzieren, wurden in den vergangenen Jahren Lacke auf Wasserbasis eingeführt. Da diese nur sehr enge Verarbeitungstoleranzen haben, ist ein höherer Aufwand bei Kühlung und Heizung notwendig. Da der Steigerung des Energieverbrauchs nur mit konsequenten Rückgewinnungssystemen entgegengesteuert werden kann, verbietet sich eine einfache Umrüstung der bestehenden Anlagen. Außerdem muss eine Lackieranlage für wasserbasierte Lacke aus Korrosionsschutzgründen aus Edelstahl bestehen. Die Umstellung auf Wasserlacke ist deshalb zwangsläufig mit Investitionen in neue Lackierstraßen verbunden.

Spülvorgänge der Applikationsorgane, die bei jedem Farbwechsel notwendig sind, auf ein Minimum reduzieren. Um den Reinigungsaufwand beim Farbwechsel zu verringern, werden die Farbleitungen vor jedem Farbwechsel mit einem so genannten Molch mechanisch gereinigt.

## Boden

Um Grundwasser und Boden zu schützen, besteht der gesamte Boden der Lackiererei aus wasserundurchlässigem Beton. Zusätzlichen Schutz in Lagerbereichen bieten die in den Boden integrierten Schutzfolien und Auffangwannen aus Edelstahl sowie Pumpen, die im Falle von Leckagen das Eindringen umweltgefährdender Substanzen in Boden und Grundwasser verhindern.



In der Lackiererei: Zur Vorbereitung auf die Heißwachsflutung wird die Karosserie vorgewärmt.



## logistik

Im Lebenszyklus eines Produkts spielt die Logistik eine wichtige Rolle. Ohne Transporte keine Beschaffung und kein Vertrieb: Die Versorgung der produzierenden Betriebe mit verschiedensten Materialien, Rohstoffen und Produkten ebenso wie der Weitertransport der fertigen Erzeugnisse zum Kunden bilden die fundamentalen Grundlagen einer jeden Produktionstätigkeit. Zur Logistik zählen sowohl die Organisation als auch die Durchführung von Transporten sowie das Be- und Entladen.

### Anforderungen und Regelungen

Beim Warentransport müssen verschiedene Vorgaben und Anforderungen erfüllt werden. So darf das beladene Fahrzeug ein bestimmtes Gesamtgewicht nicht überschreiten (EU-Norm). Aufbau, Ladehöhe und Ladungssicherung

müssen genau festgelegten Anforderungen entsprechen. Gemäß der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) müssen LKW für Gefahrguttransporte entsprechend ausgerüstet sein. Die Fahrer haben sich an Geschwindigkeitslimitierungen sowie Fahrzeitbegrenzungen (Nacht- und Feiertagsfahrverbote, Kurgebiete, Acht-Stunden-Tag) zu halten. Im Verlauf des Transports sind auf verschiedenen Strecken (z.B. Autobahn, Tunnel) Gebühren zu entrichten.

### Optimierung der Logistik durch Fahrer-schulung

Da das Verhalten des Fahrers einen starken Einfluss auf die Umweltverträglichkeit der durchgeführten Transporte hat, lehrt das von MAN angebotene Fahr+Spar-Training eine wirtschaftliche, rationelle und sichere Fahrweise.

## Schnittstellen

### Käufer/Besitzer der Fahrzeuge

Die MAN Nutzfahrzeuge AG setzt auf die intensive Beratung ihrer Kunden und nutzt dafür unter anderem die EDV-Programme MANEX und MANTED. Mit Hilfe von MANEX lässt sich die spätere Ausführung der Fahrzeuge individuell auf die Bedürfnisse der Kunden abstimmen. Dabei werden künftige Fahrtrouten ebenso berücksichtigt wie Art, Größe und Gewicht der zu transportierenden Waren. Ergebnis der EDV-gestützten Kundenberatung ist ein Bauauftrag, der detaillierte Vorgaben wie Antriebsübersetzung, Getriebe, Motorleistung oder Kraftstoffart enthält. Das EDV-Programm MANTED erleichtert MAN die Zusammenarbeit mit den Aufbauherstellern. Es enthält sämtliche technischen Informationen zu den Fahrgestellen, so dass anzubringende Aufbauten zum Beispiel für Feuerwehrfahrzeuge exakt geplant werden können.

### Disponent

Um den Einsatz der Transportfahrzeuge zu optimieren, führt MAN Logistikberatungen durch. Ziel ist es, durch eine sinnvolle Tourenplanung die Leerfahrten zu reduzieren, Standzeiten zu verkürzen, die Ladekapazitätsausnutzung zu verbessern und durch Kombiverkehr das Straßennetz von überflüssigem Schwerlastverkehr und damit auch die Umwelt zu entlasten. Der Aufbau von Citylogistik-Warenzentren trägt dazu bei, den Verteilerverkehr in den Innenstädten zu optimieren.

### Fahrer

Um Unfälle zu vermeiden, gibt es unterschiedlichste Hilfsmittel: Eine der ersten erfolgreichen Maßnahmen war die Tipptronik/ Tippmatik (Automatisierung mechanischer Getriebe und Schaltung mit Lenkstockhebel). Sie entlastet den Fahrer beim Schalten und sorgt für den Betrieb des Motors im optimalen und damit umweltverträglichen Lastbereich. Moderne Systeme unterstützen den Fahrer auch dabei, sicherer zu fahren. So ermöglicht das mit Radar-Abstandssensor und integrierter Signalverarbeitungseinheit ausgerüstete ACC-System (Adaptive Cruise Control), den Sicherheitsabstand einzuhalten. Der Abbiegeassistent entschärft das Problem des „toten Winkels“, und das Spurhaltesystem (Einschlafwarner) meldet dem Fahrer, wenn sich das Fahrzeug der Fahrbahnrandmarkierung nähert.

### Wartung/Reparatur

Die reparaturfreundliche Konstruktion und ein 24-Stunden-Ersatzteillieferservice für Originalteile garantiert, dass beschädigte Fahrzeuge schnellstmöglich wieder in Betrieb genommen werden können. Eine geordnete Entsorgung beziehungsweise Rückführung der Bauteile in den Recyclingkreislauf wird durch zertifizierte Werkstätten sichergestellt. Der Einsatz technisch hochwertiger Filteranlagen ermöglicht eine längere Nutzung des Motoröls. Verlängerte Intervalle beim Ölwechsel reduzieren den Frischölverbrauch und damit auch die zu entsorgenden Altölmengen. Zu einer besseren Erfassung der Zustandsdaten trägt der Einsatz moderner Bordcomputersysteme bei – Grundlage für präventive Wartungs- und Reparaturarbeiten.



Wer die Leistungscharakteristik des jeweiligen Fahrzeugs kennt, kann die Schaltvorgänge reduzieren und die Schubkraft besser ausnutzen. Durch vorausschauendes Fahren lassen sich unnötige Beschleunigungs- und Bremsvorgänge vermeiden. Gleichzeitig verringert sich die Belastung aller Fahrwerks- und Antriebskomponenten. Die Folge sind weniger Reparaturen und verringerter Wartungsaufwand – ein Aspekt, der sich auch ökonomisch bezahlt macht.

**Fahr+Spar-Training in Zahlen**

Kraftstoffeinsparung	-11,5%
Geschwindigkeitssteigerung	+ 4%
Verringerung der Schaltvorgänge	-45%

**Optimierung der Logistik durch Zeitersparnis**

Eine Optimierung von Transportabläufen soll die Nicht-Transportvorgänge (Be- und Entladen der Fahrzeuge, An- und Abkoppeln) so weit wie möglich verkürzen. Mit der elektronisch gesteuerten Luftfederung ECAS (Electronically Controlled Air Suspension) lässt sich das Fahrgestell für die Aufnahme von Wechselbrücken vom Fahrerhaus sowohl absenken als auch anheben. Dass der Vorgang damit schneller durchgeführt werden kann, führt zu einer Verringerung der eingesetzten Fahrzeuge bei gleich bleibendem Transportvolumen.

**Optimierung der Logistik durch Steigerung der LKW-Auslastung**

Wer die Auslastung der LKW steigern will, hat zwei Möglichkeiten: Eigengewicht reduzieren und Nutzlast erhöhen oder das Ladevolumen steigern. In beiden Fällen tragen die Maßnahmen zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs bei.

Durch eine gewichtssparende Ausstattung des Fahrzeugs – ohne Abstriche bei Qualität, Sicherheit und Funktionalität – lässt sich die Nutzlast erhöhen. Beispiele für eine Erhöhung der Nutzlast sind der Einsatz von Aluminium- statt Stahlfelgen sowie von Luftkesseln und Tanks aus Aluminium. Zu einer Reduzierung des Fahrzeuggewichts trägt der Verzicht auf ein Ersatzrad und die dafür benötigte Halterung bei. Über 400 Kilogramm Leergewicht lassen sich mit derartigen Maßnahmen einsparen. Bei gleich bleibender Transportleistung sinkt dadurch die Anzahl der benötigten Fahrzeuge beziehungsweise Transportvorgänge.

Die volumenmäßige Auslastung eines Fahrzeugs lässt sich durch eine doppelbödig Verladung, verschiedene Kurzkupplungsalternativen bei Gliederzügen oder die Erweiterung des Ladevolumens mittels ECAS-System und Niederquerschnittsreifen optimieren.



## handel und verkauf

Die gestiegenen Erwartungen der Kunden sowie die Anstrengungen der Wettbewerber erfordern von der AUDI AG eine verstärkte Ausrichtung auf die Qualität und Leistungsfähigkeit der Audi-Partner. Dazu gehört die Umsetzung hoher Leistungsstandards sowie Serviceleistungen, die dem hochwertigen Modellangebot entsprechen. Um Kundenzufriedenheit und Kundenorientierung zu steigern, optimiert das Unternehmen sein Serviceangebot kontinuierlich.

### Anforderungen und Regelungen

#### Gruppenfreistellungsverordnung

Die Gruppenfreistellungsverordnung nimmt die Autoindustrie ausdrücklich vom Kartellverbot der EU aus und sichert ihr somit einen exklusiven und selektiven Vertrieb. Das heißt: Ein Automobilhersteller kann sich seine Vertriebspartner aussuchen und andere Händler von einer Belieferung ausschließen. Damit wird die Sicherheit des komplexen Produkts Automobil auch im Sinne der Nachhaltigkeit gewährleistet. Da die Gruppenfreistellungsverordnung 2002 ausläuft, wird zur Zeit ihr Fortbestand in der EU-Kommission diskutiert.

### Schnittstellen

#### Händler

Die Vertragshändler sind in das Umwelt- und Qualitätsmanagementsystem des Konzerns eingebunden. Vertragshändler und -werkstätten müssen ein Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9000 etabliert haben. Betriebe, die bestimmte Kriterien erfüllen, werden mit einem konzerneigenen Umweltsiegel ausgezeichnet.

#### Kunden

Die Audi-Partner bieten vom Verkauf über Wartung bis hin zur Reparatur alle Leistungen aus einer Hand. Daraus ergeben sich für den Kunden eine Reihe von Vorteilen, wie das Angebot eines Hol- und Bringservices, Notdienst und Leistungen im Rahmen der Mobilitätsgarantie.

#### Entsorger

Vertragshändler müssen sich als Altautoannahmestelle zertifizieren lassen. Sie sind in das bundesweite Netz des VW-Konzerns zur Altautoannahme und -verwertung eingebunden, zu dem neben den Niederlassungen 50 Demontagepartner der MAS Callparts (ehemals Preussag Recycling GmbH) sowie über 800 zertifizierte Verwerter gehören.

### Selbstabholung

Rund 25 Prozent der Automobile, die die Werke in Ingolstadt und Neckarsulm täglich verlassen, werden von den Kunden selbst abgeholt. Damit hier alles reibungslos funktioniert, sind die Kundenzentren vor Ort genau informiert, wann welches Fahrzeug bereitstehen muss. Eilige Audi-Fahrer können so innerhalb von 30 Minuten mit ihrem Neuwagen starten, wobei die meisten Kunden wesentlich mehr Zeit mitbringen. Ihnen bieten die Standorte Ingolstadt und Neckarsulm eigene Besichtigungsprogramme an. Damit bereits die erste Fahrt mit dem neuen Automobil zum besonderen Erlebnis wird, hat der Standort Ingolstadt spezielle Routen ausgearbeitet, auf denen man in ein oder zwei Tagen auf reizvollen Strecken das angrenzende Altmühltal durchfahren kann.

### Optimierung

#### Beratungsservice Umweltschutz

Vertragshändler der AUDI AG erhalten ein dreibändiges Umwelthandbuch mit Informationen zu umweltrelevanten Gesetzen, Verordnungen und EU-Richtlinien sowie Stoffdatenblättern und konkreten Tipps zum Ausfüllen der Abfallnachweise. Ein Gefahrstoffhandbuch gibt Aufschluss über die in den Fahrzeugen eingesetzten Gefahrstoffe wie Lacke, Lackverdicker und Kleber und enthält Gefahrstoffverzeichnisse, Datenblätter und Betriebsanweisungen. Bei Bedarf führen die Umweltbeauftragten des Konzerns auch Beratungen vor Ort durch. Weiterer Pluspunkt: Ihre Abfälle können die Vertragswerkstätten kostenlos vom Konzern entsorgen lassen.

#### Kundeninformation

Auch in den Betriebsanleitungen der Fahrzeuge wird das Thema Umweltschutz groß geschrieben. Die Kunden erhalten darin unter anderem Hinweise für eine kraftstoffsparende Fahrweise sowie Tipps zur umweltschonenden Pflege und Wartung ihres Automobils. In der Broschüre „Wissenswertes über Kraftstoffverbrauch, Abgas und Umwelt“ erfahren technisch Interessierte, wie sie durch eine ökonomische Fahrweise die Umwelt und ihren Geldbeutel schonen können. Wer unter Anleitung mit dem eigenen Fahrzeug üben möchte, kann am „Audi Economy Training“ teilnehmen.



### Mobilitätsgarantie für Kunden

Audi bietet seinen Kunden ein komplettes Programm auf dem Gebiet der Mobilitätsdienstleistungen an. Im Pannenfall erhält der Kunde beispielsweise:

- >> einen Ersatzwagen für bis zu fünf Tagen,
- >> bis zu fünf Hotelübernachtungen für Fahrer und Beifahrer,
- >> Weiterreise mit Flugzeug oder Bahn,
- >> Rückführung des reparierten Fahrzeugs,
- >> Übernahme von Taxikosten oder Parkgebühren.

Darüber hinaus bietet Audi mit den Extraabsicherungen auch wichtige Zusatzleistungen wie das Bergen oder Abschleppen nach einem Unfall oder einen bei persönlichen Notfällen auf Reisen erforderlichen Krankenrücktransport. In den Genuss der Leistungen der Mobilitätsgarantie kommen nicht nur Neuwagenkäufer, auch die Halter von Gebrauchtwagen profitieren davon. Unabhängig von Alter und Laufleistung verlängert sich die Mobilitätsgarantie bei jeder Inspektion bis zum nächsten fälligen Servicetermin – einzige Voraussetzung ist die Durchführung der turnusgemäßen Wartung durch einen autorisierten Audi-Partner.



Präsentieren und Informieren: In den Audi Zentren erfährt der Kunde alles über sein neues Auto.



## verkehrsplanung, raumordnung und städteplanung

Der Wunsch, mobil zu sein, entspricht dem Grundbedürfnis der Menschen nach Fortbewegung und Kommunikation. Gleichzeitig ist Mobilität unabdingbare Voraussetzung für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes und bietet individuelle Entfaltungsmöglichkeiten. Mobilität bildet die Basis fast jeder unternehmerischen Tätigkeit, sei es der Transport von Gütern und Waren, die Beförderung der Menschen zum Arbeitsplatz oder die Fahrten, die zur Erbringung von Dienstleistungen notwendig sind.

Der moderne Mensch will vieles miteinander vereinbaren: Im Grünen wohnen und abends das Stadtleben genießen, eine saubere Umwelt, aber bequem mit dem Flugzeug oder dem Auto verreisen. Diese differenzierten Bedürfnisse erschweren den Verkehrsplanern die Arbeit. Gleichzeitig hat Mobilität ihren Preis: Unfälle gefährden die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer, die Umwelt wird belastet und damit letztlich die Lebensqualität der Menschen eingeschränkt. Allein mit dem Bau von noch mehr Straßen lassen sich die Probleme längst nicht mehr lösen. Ziel der Verkehrsplanung ist deshalb, die positiven Effekte der Mobilität zu erhalten und gleichzeitig ihre negativen Auswirkungen zu verringern. Eine Aufgabe, die alle angeht: nicht nur Politiker, Planer und Automobilhersteller, sondern auch die Nutzer des Produkts „Auto“.

Zur Gestaltung zukünftiger Mobilität sind deshalb abgestimmte Maßnahmen von Forschung, Wirtschaft und Politik erforderlich, die von der Gesellschaft akzeptiert werden. Unter dieser Prämisse hat die VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT) eine Vision zukünftiger Mobilität skizziert und diese in einem „Memorandum Transport und Mobilität“ beim Weltingenieurtag im Juni 2000 verabschiedet [[www.vdi.de/wit/memorandum/memorandum-mobilitaet.pdf](http://www.vdi.de/wit/memorandum/memorandum-mobilitaet.pdf)]. Kernaussage: Die Verkehrskonzepte und -systeme müssen interdisziplinär, grenzüberschreitend und kompatibel geplant und umgesetzt werden.

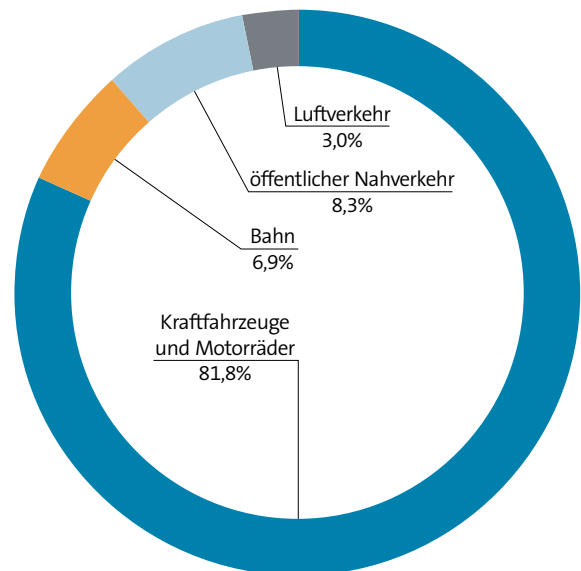
### Determinanten des Verkehrs

Das Verkehrsaufkommen hängt von verschiedenen Faktoren ab: So hat die Beschäftigungslage einen unmittelbaren Einfluss auf die Zu- oder Abnahme des Berufsverkehrs. Eine immer wichtigere Rolle spielt der Freizeit- und Urlaubsverkehr. Höhere Kraftstoffpreise sollen bei den Bürgern deshalb einen bewussteren Gebrauch des Automobils als Beförderungsmittel bewirken. Langfristige Analysen haben allerdings gezeigt, dass sich Benzinpreis-

erhöhungen nur leicht dämpfend auf die Verkehrsleistungsfrage auswirken.

Einfluss auf die Entwicklung des Verkehrs haben auch demografische Aspekte. Beispielsweise führt eine Verschiebung der Altersstruktur der Bevölkerung zu einem Rückgang des Berufsverkehrs, da der Anteil der Erwerbstätigen zurückgeht. Gleichzeitig ist jedoch auch davon auszugehen, dass das Mobilitätsbedürfnis älterer Menschen künftig weiter steigen wird.

Verkehrsträgeranteile am Personenverkehr



### Raumordnung

Für die Verkehrsnachfrage ist vor allem die räumliche Ausdehnung der Siedlungsstruktur von Bedeutung. Selbst bei annähernd stagnierenden Bevölkerungszahlen wird die Siedlungsdichte langfristig weiter zunehmen, da die vielfältigen Flächennutzungsansprüche nur durch eine Ausweisung zusätzlichen Baulands befriedigt werden können. Damit verbunden ist eine stärkere Trennung der Bereiche Arbeit, Wohnen und Einkaufen, was wiederum zu einer Erhöhung des Verkehrsaufkommens führt. Der derzeitige Trend zu Haushalten geringer Größe wird sich auch künftig fortsetzen. Die steigende Zahl privater Haushalte wirkt sich vor allem auf den Einkaufs- und Freizeitverkehr aus.

Bei der Schaffung verkehrsvermeidender Siedlungsstrukturen und Standortgefüge sowie der Verwirklichung landes- und regionalplanerischer Leitbilder sind die





Kommunen wichtige Partner. In Sachen Verkehrsvermeidung ist die Landesplanung, Raumordnung und kommunale Bauleitplanung gefordert. Da die „Stadt der kurzen Wege“ als städtebauliches Leitbild gilt, wurde im Landesentwicklungsprogramm (LEP) Bayern die verstärkte Zusammenführung von Wohnstätten, Arbeitsplätzen sowie Versorgungs- und Freizeiteinrichtungen gefordert. Die wirtschaftliche, siedlungsmäßige und infrastrukturelle Entwicklung des Freistaats und seiner Teilräume soll möglichst flächensparend und ohne wesentliche Beeinträchtigung der natürlichen Lebensgrundlagen erfolgen.

Um den Flächenbedarf bei Straßenbauvorhaben zu reduzieren, bieten sich folgende Möglichkeiten:

- >> sparsame Dimensionierung von Verkehrsflächen und sonstigen Straßenbestandteilen,
- >> verkehrsflächensparende Zuordnung der Flächennutzungen (z.B. Wohnen, Arbeiten, Erholen),
- >> Minimierung von Zerschneidungseffekten,
- >> Ausbau bestehender Straßen anstelle von Neubauten,

- >> Ausschöpfung sämtlicher Möglichkeiten der Eingriffsminderung bei Straßenneubauten.

### Städteplanung

In Verkehrsentwicklungsplänen werden die Ziele und Strategien der Stadtentwicklungsplanung im Bereich Verkehr bis auf die Ebene der für die Gesamtstadt wichtigen Maßnahmen konkretisiert sowie Pläne und Programme dargestellt. Dabei sind die Belange von Bevölkerung und Wirtschaft in der Stadt und der Region entsprechend den Zielen der Stadtentwicklung und in Abstimmung mit den regionalplanerischen Vorgaben zu berücksichtigen. Bei der Planung der Verkehrsentwicklung handelt es sich um einen kontinuierlichen Prozess, der sich aufgrund wechselnder Rahmenbedingungen durch Flächennutzungspläne, Baumaßnahmen oder auch ordnungsrechtliche Maßnahmen ständig fortentwickelt.

### Verkehrspolitik

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass isolierte Maßnahmen kaum geeignet sind, verkehrsbedingte Umweltbelastungen zu reduzieren. Gefragt sind integrierte Gesamtkonzepte, die ökonomische, ökologische und soziale

#### Verkehrsentwicklungsplan der Stadt München

Im Vorentwurf zum neuen Verkehrsentwicklungsplan 2000 der Stadt München wurde die Leitlinie „Erhaltung und Verbesserung der Mobilität für alle Verkehrsteilnehmer – stadtverträgliche Verkehrsbewältigung“ definiert und wie folgt konkretisiert:

- >> Für die aus wirtschaftlichen und sozialen Gründen notwendige Gewährleistung einer stadtverträglichen Mobilität in München haben alle Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und zur Verkehrsverlagerung auf umweltgerechte Verkehrsmittel höchste Priorität. Dieser Vorrang ist die Grundvoraussetzung für die geplante Siedlungsverdichtung, die nur bei entsprechender Kapazität und Attraktivität des ÖPNV stadtverträglich verwirklicht werden kann.
- >> Zur Profilierung des Wirtschaftsraums Münchens ist die Verbesserung der Verkehrsbedingungen für den Wirtschaftsverkehr unabdingbar. Neben einer sinnvollen Ergänzung des Straßennetzes, der Errichtung von Güterverkehrs- und Güterverteilungszentren sowie der kooperativen Umsetzung eines City-Logistikkonzepts ist auch hier der Ausbau des ÖPNV vor allem für eine Verkehrsverlagerung des nicht notwendigen Kfz-Verkehrs unerlässlich.
- >> Um die Belastungen aus dem Straßenverkehr so gering wie möglich zu halten, muss der notwendige Kfz-Verkehr stadtverträglich organisiert werden. Dazu gehören verkehrslenkende Maßnahmen für überörtliche und innerstädtische Verbindungen und der verstärkte Telematik-Einsatz zur besseren Verkehrssteuerung ebenso wie beispielsweise die Unterstützung von Car-Sharing-Projekten, Fahrgemeinschaften oder des Taxiverkehrs.



Belange miteinander verknüpfen. Bayern setzt deshalb auf eine mehrgleisige Strategie: Oberstes Ziel ist die Vermeidung von Verkehr. Zumindest aber soll er so umweltverträglich wie möglich sein. Dem dient die Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltschonendere und effizientere Beförderungsmittel und als weiterer Schritt die effiziente, umwelt- und sozialverträgliche Gestaltung der Verkehrsmittel und -systeme. Außerdem setzt sich die Bayerische Staatsregierung für verbesserte Rahmenbedingungen des derzeit nicht wettbewerbsfähigen Schienengüterverkehrs sowie die Einführung einer emissionsabhängigen Kfz-Steuer für motorisierte Zweiräder und eine Verpflichtung zum Einbau von Katalysatoren ein.

Einen weiteren Schwerpunkt der bayerischen Verkehrspolitik bildet die Optimierung der Fahrzeuge und Kraftstoffe. Ziel ist, die von Dieselmotoren verursachten Emissionen ähnlich erfolgreich zu vermindern, wie dies bei Benzinfahrzeugen durch den geregelten Katalysator geschehen ist. Mit Beteiligung bayerischer Unternehmen wurde der gesteuerte Dieselmotorkatalysator (GDK) entwickelt,

mit dem vor allem eine deutliche Minderung des  $\text{NO}_x$  im Abgas erreicht wird. Da sich der Schwefelgehalt der Kraftstoffe nachteilig auf die Effizienz der Abgastechnologien auswirkt, müssen diese gleichfalls verbessert werden.

Parallel dazu engagiert sich der bayerische Staat für alternative Antriebssysteme. Aktuelles Beispiel dafür ist der weltweit erste Linienbus mit Brennstoffzellen, der in Oberstdorf im Rahmen einer Initiative des Umweltministeriums den Betrieb aufgenommen hat.

Als besondere Herausforderung gilt der Schutz der Bevölkerung vor Verkehrslärm, der als neuer Aufgabenschwerpunkt des technischen Umweltschutzes im bayerischen Regierungsprogramm verankert ist. Hier wurden die Fortschritte bei der Minderung der Antriebsgeräusche in den vergangenen Jahren durch die starke Zunahme des Verkehrs kompensiert. Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass die Lärmentstehung nicht unerheblich vom Zustand der Straßen abhängt.



Alle Jahre wieder werden die Autobahnen Richtung Süden rings um München zum Nadelöhr für die Urlauber.



## mobilität

Wesentliche Aspekte des gesellschaftlichen Wandels sind eine verstärkte Individualisierung und die zunehmende Mobilität. Die Folgen dieser Entwicklung für den Straßenverkehr sind in den Ballungsräumen besonders deutlich zu spüren.

Beispielsweise München: Die Einwohner der bayerischen Landeshauptstadt München nutzen im Schnitt für rund 40 Prozent aller Wege das Auto, für 27 Prozent die öffentlichen Verkehrsmittel, 22 Prozent der Wege werden zu Fuß zurückgelegt und zehn Prozent mit dem Fahrrad. Auch wenn diese Bilanz im Vergleich mit anderen Ballungsräumen recht positiv ausfällt, besteht in München doch die Notwendigkeit, das Verkehrsaufkommen besser zu bewältigen. Jeden Tag überqueren 950.000 Autos die Stadtgrenzen, während in der City zusätzlich noch mal 1,3 Millionen Autofahrten unternommen werden. Diese Situation verursacht Staus auf den Zufahrtsstraßen, Parkprobleme in den Wohngebieten und eine hohe Luftbelastung. Gleichzeitig prognostiziert der Münchner Verkehrsentwicklungsplan für Stadt und Umland einen Zuwachs an Arbeitsplätzen und Bevölkerung, was weiteren Pendelverkehr erwarten lässt.

Da die Grenzen der bestehenden Infrastruktur erreicht sind, beeinträchtigt jeder zusätzliche Verkehr, der nicht flüssig abgewickelt wird, die Lebensqualität sowie die Wirtschafts- und Wohlstandsentwicklung. Um diese Probleme zu bewältigen, wurde von der Landeshauptstadt München gemeinsam mit BMW 1995 die Initiative „Verkehrsprobleme gemeinsam lösen“ ins Leben gerufen. Zum Teilnehmerkreis gehören die städtische Verwaltung, BMW, Industrie- und Handelskammer (IHK), Handwerkskammer, Allgemeiner Deutscher Automobilclub (ADAC), Münchner Verkehrsverbund (MVV), Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München, Landesverband des bayerischen Einzelhandels und Vertreter der Stadtratsfraktionen. In gemeinsamen Treffen wurden Projekte zur Optimierung der Verkehrssituation entwickelt und bearbeitet. Die IHK hat in diesem Rahmen die Patenschaft für das Projekt „Parkraummanagement“ übernommen.

### Projekte der Optimierung

#### MOBINET

Die beschriebene Initiative war Grundstein für MOBINET: 25 Institutionen beteiligen sich an diesem Forschungsvorhaben, das als eines von fünf Projekten im Rahmen der Ausschreibung „Verkehr in Ballungsräumen“ vom Bun-

desministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Herzstück des Projekts sind die Optimierung des Verkehrs im Hauptstraßennetz der Stadt München und die Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl im Umland. Angebote wie Stadt-/Umlandbahnen, S-Bahnen, Park+Ride sowie ein verbessertes Zubringersystem sollen den Pendelverkehr von der Straße auf die Schiene verlagern. Gleichzeitig gilt es, den verbleibenden motorisierten und öffentlichen Verkehr durch ein optimiertes Hauptstraßennetz zielgerichtet abzuwickeln. Die bestehende Infrastruktur, darunter auch Parkhäuser, soll durch den Einsatz von Telematik, Informations-, Leit- und Steuerungstechniken besser ausgelastet und der Verkehrsablauf insgesamt reibungsloser gestaltet werden.

Telematische Steuerungsverfahren sind für vier ballungsraumtypische Ebenen vorgesehen: Das Regionale Informationssystem soll den Zielverkehr auf Autobahnen lenken, am Übergang zum städtischen Netz leiten Wechselwegweiser und eine angepasste Lichtsignalsteuerung den Verkehr in die Stadt. Die Ringsteuerung beeinflusst den Verkehr auf dem Mittleren Ring mit seinen Zufahrten über dynamische Verkehrsinformationen und auch in den Stadtquartieren soll Lichtsignalsteuerung neue Wege öffnen. Schließlich lassen sich durch eine Verflüssigung des Verkehrs, so der Bericht des Verbands der Deutschen Ingenieure e.V. (VDI) für Autobahnen, nicht nur Staus, sondern auch Unfälle um rund 30 Prozent reduzieren. Begleitend dazu lotet MOBINET die Möglichkeiten von Multimediale Informationsdiensten aus. Als Schlüsselaufgabe gilt die individuelle Bereitstellung und Verknüpfung mobilitätsrelevanter Informationen. So ermöglicht der Personal Travel Assistance Dienst (PTA) den Nutzern, Dienstleistungs- und Freizeitangebote unter Beachtung von Ort, Zeit und Verkehrsmittel auszuwählen. Die Erforschung des Mobilitätsverhaltens und neuer Mobilitätsmuster soll ergänzende Hinweise liefern.

#### Car-Sharing

Nicht jeder, der hin und wieder ein Auto braucht, muss auch eines kaufen: So der Grundgedanke des Car-Sharing, das gleichzeitig den Autoverkehr verringern will. Denn: Wer ein Auto mit anderen teilt, wird es nur dann nutzen, wenn er es wirklich braucht, und häufiger nach Alternativen suchen. In München sind zwei Car-Sharing-Organisationen mit insgesamt 46 Stationen vertreten, die über das ganze Stadtgebiet verteilt sind. Einmal gegen Kautions- und für eine geringe Monatsgebühr Mitglied geworden, kann man das Auto der Wunschklasse



jederzeit für stundengenaue Segmente, aber auch tage- oder wochenweise buchen. Auf jeden Gemeinschaftswagen kommen 15 Mitglieder, die mit durchschnittlich 3.000 Jahreskilometer deutlich weniger fahren als der Bundesbürger. Gleichzeitig werden gemäß einer Umfrage des Münchner Verkehrs- und Tarifverbunds je Car-Sharing-Auto im Schnitt fünf Privatwagen abgeschafft. Über den Bundesverband Car-Sharing e.V. (bcs) [[www.carsharing.de](http://www.carsharing.de)] und den europäischen Verband European Car-Sharing (ecs) [[www.carsharing.org](http://www.carsharing.org)] ist den Mitgliedern der Car-Sharing-Organisationen die Nutzung von Autos auch in anderen Städten möglich. Bislang stehen deutschlandweit in insgesamt 200 Städten rund 1.800 Autos zur Verfügung.

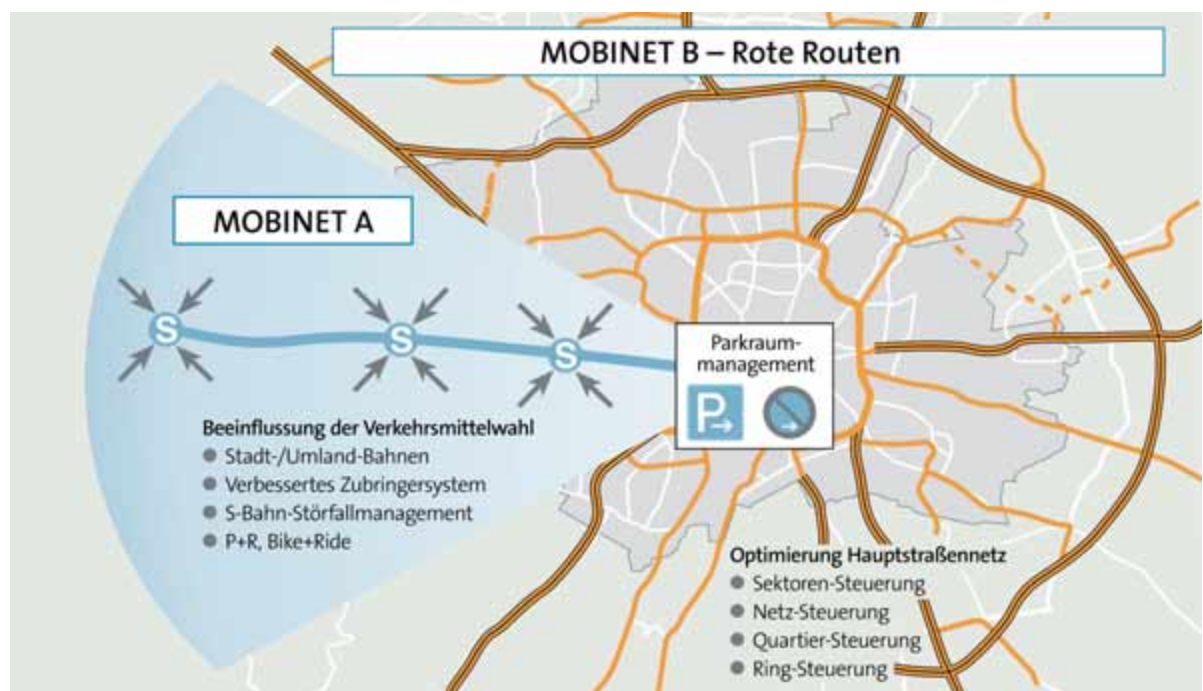
#### Öffentlicher Personennahverkehr

Im Entwurf zum neuen Verkehrsentwicklungsplan der Stadt München ist ein weiterer Ausbau des ÖPNV vorgesehen: Das U-Bahn-Streckennetz wird in den kommenden Jahren auf insgesamt 108 Kilometer verlängert. Parallel dazu soll das Straßenbahnnetz deutlich erweitert und der Ausbau beschleunigter Strecken vorangetrieben werden. Auch das S-Bahnnetz, für das der Freistaat Bayern sowie die Bayerische Eisenbahngesellschaft (BEG) zuständig sind, soll neue Strecken und Stationen erhalten. Wesentliche Elemente einer Kombination von ÖPNV und Individualverkehr für Pendler und Besucher sind

Park+Ride und Bike+Ride. In München bilden vier große Parkanlagen mit jeweils über 1.000 Stellplätzen am Stadtrand und direktem Anschluss an den ÖPNV die Eckpfeiler des Park+Ride-Konzepts. Innerstädtische Anlagen für den lokalen Bedarf ergänzen es. Zum Bike+Ride-Konzept gehört die Erweiterung der Fahrradabstellplätze an Bahnhöfen und deren Überdachung. Um die Nutzung des ÖPNV zuverlässig und einfach zu gestalten, bietet der Münchner Verkehrs- und Tarifverbund eine genaue Fahrplanauskunft auf CD-ROM und über Internet an [[www.mvv-muenchen.de](http://www.mvv-muenchen.de)]. Die Fahrpläne anderer bayrischer Städte und Regionen finden sich bei Bayerninfo [[www.bayerninfo.de](http://www.bayerninfo.de)].

#### IPP-Herausforderung: Trotz Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs steigt der absolute Verbrauch

Die großen Fortschritte bei der Entwicklung sparsamerer Motoren führten zu einem sinkenden Flottenverbrauch. Diese positiven Effekte werden aber durch eine stetige Zunahme des Kraftfahrzeugbestands und der gefahrenen Kilometer kompensiert. Veränderungen in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung lassen sich folglich nicht allein von der Angebotsseite steuern, sondern müssen auch auf der Nachfrageseite angestrebt werden.





## betrieb

Bis ein Kraftfahrzeug endgültig stillgelegt wird, vergehen durchschnittlich zwölf Jahre. In dieser Zeit ist der Nutzer allein für die Umweltverträglichkeit und die Sicherheit des Produkts „Auto“ zuständig und trägt damit eine ganz persönliche Verantwortung. Je nachdem, wie er sich verhält, wird die Umwelt mehr oder weniger belastet, beispielsweise durch einen sparsamen Benzinverbrauch oder das Recycling des Waschwassers. Neben der Fahrgeschwindigkeit und der Art des Fahrzeugs ist die Fahrleistung ein entscheidender Faktor für Lärm- und Schadstoffemissionen. Die wesentlichen Emissionsquellen eines Kraftfahrzeugs sind Motor, Tankentlüftung und Fahrwerk (Reifen, Bremsen). Um mit dem Auto „richtig“ umzugehen und die Regeln der Straßenverkehrsordnung zu beachten, benötigen die Fahrzeughalter ein breitgefächertes Wissen. Als ein Interessenvertreter der Autofahrer stellt der

Allgemeine Deutsche Automobilclub e.V. (ADAC) zu diesem Zweck vielfältige Informationen rund um das Auto wie beispielsweise Testberichte oder Unterlagen zur Reiseplanung bereit. Allein in Bayern hat der ADAC mehr als zwei Millionen Mitglieder.

### Gesetzliche Regelungen

Das Auto ist eines der wenigen Produkte, dessen Nutzung gesetzlich geregelt ist. Das schließt auch Umweltaspekte ein, die bereits im Vorfeld der Produktentwicklung zu berücksichtigen sind. So werden Autos ohne Katalysator nicht mehr zugelassen, festgelegte Abgasgrenzwerte müssen eingehalten werden. Außerdem muss der Fahrzeughalter regelmäßige Abgasuntersuchungen durchführen lassen.

### Schnittstellen

#### Technische Überwachung

Die technische Verkehrssicherheit eines Automobils wird regelmäßig durch den Technischen Überwachungsverein e.V. (TÜV), die DEKRA oder andere Sachverständige überprüft. Nicht mehr verkehrstaugliche Fahrzeuge werden aus dem Verkehr gezogen.

#### Fahrschulen

Bevor sie sich ans Steuer setzen, müssen alle Autofahrer eine sichere und ordnungsgemäße Fahrweise in einer Fahrschule erlernen. Erst das Ablegen der Fahrprüfung berechtigt sie, am Straßenverkehr teilzunehmen. Die Bundesvereinigung der Fahrlehrerverbände e.V. hat in Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG einen „Curricularen Leitfaden für die Praktische Ausbildung am PKW“ herausgegeben. Neben den technischen Anforderungen im Umgang mit dem Auto wurde auch die umweltschonende Fahrweise in die gesamte Fahrausbildung integriert. Zudem wird mit dem „Merkblatt für umweltschonendes Fahrverhalten“ jeder Fahrschüler nochmals auf die Vorteile einer umweltschonenden Nutzung hingewiesen.

#### Werkstätten

Jedes Auto muss irgendwann einmal in eine Werkstatt, sei es zur Wartung und Instandhaltung oder zur Reparatur. Werkstatttests stellt der ADAC zur Verfügung.

#### Infrastruktur (Straßen, Tankstellen, Autowaschanlagen und Raststätten)

In der Broschüre „Umweltgerechte Autobahnraststätte“ gibt der ADAC Tipps und Hilfen zur Umstellung auf eine umweltgerechte Betriebsführung. Eine einmalige ADAC-Aktion war das „Gütesiegel für umweltfreundliche Tankstellen“, als Gasrückführsysteme noch nicht gesetzliche Pflicht waren. Zurzeit untersucht der Verband, ob die Absauganlagen für Benzindämpfe an den Tankstellen auch korrekt funktionieren. Wer sein Auto umweltverträglich reinigen will, kann sich am „Blauen Engel“ orientieren, der Waschanlagen kennzeichnet, die das schmutzige Wasser aufbereiten und erneut nutzen.

#### Hersteller

Zur Information über die technischen Aspekte des Autos bieten die Hersteller ihren Kunden Bedienungsanleitungen. Garantieleistungen, Ersatzteillieferungen, vor allem über Vertragswerkstätten, sowie Rücknahmegarantien zeugen davon, dass die Automobilproduzenten ihre Verantwortung über den gesamten Lebensweg des Fahrzeugs wahrnehmen.



## Produktanforderungen und Produktgestaltung

Beim Kauf von Automobilen darf die Kundschaft in Deutschland als recht anspruchsvoll gelten. Einig sind sich alle, dass Autos so sicher wie möglich sein sollen. Daneben sind die Wünsche durchaus unterschiedlich ausgeprägt. So mancher Käufer will einen besonders schnellen und PS-starken Wagen, andere legen Wert auf Raum und Komfort, wieder andere achten auf einen niedrigen Benzinverbrauch oder auch auf ein günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis. Mit Fahrzeugtests in der Zeitschrift „motorwelt“ informiert der ADAC seine Mitglieder über neue Modelle sowie deren Vor- und Nachteile. Beim ADAC-Praxistest sind es die Verbandsmitglieder und Leser des Magazins, die Komfort, Bedienungsfreundlichkeit und andere Aspekte eines Autos einschätzen. Die Testberichte machen auch Angaben zu Verbrauchs- und Emissionswerten, zur Recyclingfähigkeit und zur Lebensdauer. Außerdem enthalten sie Vergleiche der Anschaffungs- und Betriebskosten, des Wiederverkaufswerts sowie des Aufwands für Wartung und Reparatur. Die veröffentlichten Testergebnisse wirken sich nicht unmaßgeblich auf das Kaufverhalten aus und beeinflussen so auch die Hersteller, wie Änderungen im Design oder Verbesserungen der Bedienungs- und Reparaturfreundlichkeit zeigen.

## Produktnutzung

Der ADAC bietet seinen Mitgliedern nicht nur Informationen zum richtigen Verhalten im Straßenverkehr und zu einer sicheren Fahrweise (bei Straßenglätte, mit Winterreifen etc.), sondern auch aktive Hilfestellung im Straßenverkehr, etwa durch seinen Pannen- und Straßendienst sowie seine Straßenwacht.

Informationen zu Umweltfragen rund ums Auto regen die Autofahrer zu einer umweltverträglichen Fahrweise an. Auch hinsichtlich der individuellen Verantwortung des Nutzers für eine umweltgerechte Entsorgung fördert der ADAC das Bewusstsein seiner Mitglieder.

Mit Aussagen zur Verkehrspolitik, zum Straßenbau, zu Geschwindigkeitsbeschränkungen, Tempo-30-Zonen, zu rechtlichen Rahmenbedingungen oder durch die Kommentierung finanzpolitischer Entscheidungen (Infrastruktur, Steuern, Benzinpreise etc.) nimmt der ADAC im Namen der Autofahrer Einfluss auf die Politik.

## Optimierung

Ein wesentlicher Einflussfaktor für den Benzinverbrauch eines Fahrzeugs ist die individuelle Fahrweise. Wer immer hoctourig fährt, muss deutlich öfter tanken als jemand, der bei fünfzig Stundenkilometer den vierten oder gar fünften Gang wählt. Um eine verantwortliche und umweltschonende Fahrweise zu fördern, hat der ADAC ein dreistufiges Schulungskonzept ausgearbeitet. Für Anfänger, die ihren Führerschein erst seit kurzem in der Tasche haben, wurde die ADAC-Aktion „Mobil mit Köpfchen“ in Zusammenarbeit mit dem TÜV Süddeutschland und in Absprache mit dem Kultus- und dem Umweltministerium gestartet. Erste Erfahrungen zeigen, dass umweltverträgliches Autofahren auch für Teenager ein wichtiges Thema ist, wenn es anschaulich und mit Humor vermittelt wird. Ältere Semester werden mit der ADAC-Aktion „SpritSparSchule“ angesprochen und dazu angeregt, auf den „Bleifuß“ zu verzichten, niedertourig zu fahren, den Motor bei längeren Stopps auszuschalten, die Verbrauchseinstellung immer wieder zu kontrollieren, Luftfilter und





Zündkerzen regelmäßig zu wechseln, den Ölwechsel an der Tankstelle vorzunehmen und den Reifendruck regelmäßig zu prüfen. Als dritte Stufe sind Fahrerschulungen in der Erprobung, die sich an Unternehmen mit stattlichen Fahrzeugflotten wenden, seien es nun PKW, Lieferwagen, LKW oder Busse (siehe auch Kapitel 4, Logistik).

Der ADAC empfiehlt eine differenzierte und angepasste Verkehrsmittelwahl und propagiert in diesem Zusammenhang vor allem das Park+Ride-Konzept: Pendler sollen ihr Auto morgens vor der Stadtgrenze in eigens eingerichteten Parkhäusern abstellen und für die letzten Kilometer zum Arbeitsplatz im Zentrum auf S- und U-Bahnen umsteigen. Ergänzend bietet der ADAC in Ingolstadt zusammen mit der dortigen Verkehrsgemeinschaft (INVG) seinen Mitgliedern unter dem Motto „Clever fahren + sparen“ ein um 200 Mark verbilligtes Jahresticket an.



### Fahr- und Spartraining

Das gemeinsame Programm „Fahr und spar mit Sicherheit – Sicher, wirtschaftlich und umweltschonend fahren“ der gewerblichen Berufsgenossenschaften und des Deutschen Verkehrssicherheitsrats e.V. liefert Sicherheitsfachleuten Wissen und Handlungsempfehlungen im Rahmen der berufsgenossenschaftlichen Aus- und Fortbildung. Dieses Trainingsprogramm soll ein souveränes Verhalten im Straßenverkehr ermöglichen, Schäden und Unfälle auf Arbeits- und Dienstwegen reduzieren sowie die Abgasemissionen und den Kraftstoffverbrauch verringern, bei gleichzeitiger Schonung von Getriebe, Reifen und Bremsanlagen. Adresse: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V., Tel.: + 49 (0)228 4 00 01-0, Fax: + 49 (0)228 4 00 01-67, [[dvr-bonn@t-online.de](mailto:dvr-bonn@t-online.de)].

Auch alle großen Automobilhersteller bieten Ihren Kunden ein so genanntes Eco-Training an, allerdings ist die Resonanz noch äußerst gering – selbst Gratis-kurse von Autohäusern wurden bisher kaum genutzt, obwohl sich mit einer verbesserten Fahrweise der Treibstoffverbrauch beachtlich senken lässt. Die Autonutzer müssen also für umweltverträgliches Fahrverhalten erst noch sensibilisiert werden.



## kraftstoffherstellung

Ein Auto allein bedeutet noch keine Mobilität. Voran kommt das Gefährt nur mit Kraftstoffen. Bisher erfolgte die Energieversorgung des Straßenverkehrs fast ausschließlich mit Otto- und Dieselmotoren. Nur wenige Autos nutzen Rapsmethylester, den so genannten Biodiesel, Erdgas, Strom oder Wasserstoff. 1998 wurden in Deutschland rund 57 Millionen Tonnen Benzin verbraucht. Hergestellt wird es von den Mineralöl verarbeitenden Unternehmen in Raffinerien.

### Herstellung

Herkömmliche Kraftstoffe basieren im Wesentlichen auf Rohöl, das aus einer Vielzahl von Kohlenwasserstoffen besteht. Zahlreiche Produktionsschritte sind notwendig, um das Endprodukt Benzin herzustellen. Grundlegender Verarbeitungsprozess in der Raffinerie ist die Destillation, die durch Erhitzung des Rohöls erfolgt. Dabei gilt: Je stärker erhitzt, desto leichter wird das Endprodukt. Deswegen ist gerade mit der Herstellung von Benzin – im Gegensatz zum schweren Heizöl etwa – ein hoher Energieverbrauch verbunden. Um den Anforderungen des Gesetzgebers

und der Automobilindustrie an Kraftstoffe zu entsprechen, sind noch verschiedene Nachbehandlungsverfahren wie etwa die Zugabe von Additiven erforderlich. Dabei werden unerwünschte Produktbestandteile wie Schwefel entfernt und die Produkteigenschaften auch hinsichtlich ökologischer Gesichtspunkte verbessert.

### Optimierung

Um die Schadstoffemissionen im Straßenverkehr zu reduzieren, sieht das europäische Auto-Öl-Programm eine Verringerung des Schwefelgehalts in Kraftstoffen vor. Die deutsche Mineralölindustrie bietet die Benzinsorte Super Plus seit 1. Januar 2000 mit einem maximalen Schwefelgehalt von 50 Parts per Million (ppm) flächendeckend an und damit fünf Jahre vor dem in der Europäischen Union vorgesehenen Zeitpunkt.

Mit dem Ziel, den Verbrauch durch Verteuerung zu reduzieren, hat der Gesetzgeber die ökologische Steuerreform erlassen. Die Mineralölsteuer wird damit stufenweise erhöht (vgl. Kapitel 3.1, Gesetze und Verordnungen).



In den Betriebstätten der Kraftstoffhersteller werden Prozess- und Kühlwasserströme überwiegend im Kreislauf geführt. Dämpferückgewinnungsanlagen tragen zur Reduktion der Kohlenwasserstoffemissionen bei.

### IPP-Herausforderung: Pro und Contra für schwefelarme Kraftstoffe

Die Absenkung des Schwefelgehalts auf 50 ppm reduziert die Kraftfahrzeugemissionen um 50.000 Tonnen Schwefeldioxid im Jahr. Allerdings ist diese Treibstoffqualität nur mit einem erhöhten technischen Aufwand in den Raffinerien herzustellen. Der dadurch erhöhte Energieverbrauch bei der Herstellung führt im gleichen Zeitraum zu einem zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 550.000 Tonnen. Um die Verbrauchsvorteile direktinspritzender Ottomotoren bei gleichzeitig niedrigeren Abgaswerten nutzen zu können und so den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verkehr zu verringern, bedarf es dagegen schwefelfreier Kraftstoffe (Schwefelgehalt <10 ppm).





## tankstellen

Kraftstoffe sind in Deutschland an mehr als 16.000 Tankstellen zu zapfen. Deren Angebot umfasst zudem Ölwechsel und Autowäsche, vielfach auch Reparaturen. Deutlich mehr als der Kraftstoffverkauf trägt zum Ertrag jedoch das wachsende Sortiment an Lebensmitteln, Zeitungen und Geschenkartikeln bei. Die überwiegende Zahl der Tankstellenunternehmer ist durch Pacht- und Abnahmeverträge in das Vertriebsnetz der großen Mineralölunternehmen eingebunden. Daneben existieren noch die freien Tankstellen als eigenständige Betriebe.

### Optimierung

Gasrückführsysteme mit so genannten Saugrüsseln sollen verhindern, dass beim Betanken Kohlenwasserstoffe in die Atmosphäre entweichen: Durch den Gassauger saugt die Zapfpistole beim Tanken verdrängte Benzindämpfe auf und leitet sie durch einen innenliegenden Schlauch in den unterirdischen Tank zurück. Flüssigkeitsdichte Fahrbahnen im Zapfbereich sorgen dafür, dass eventuell verschütteter Kraftstoff nicht versickern kann. Die unterirdischen Lagertanks sind doppelwandig und

mit speziellen Sicherungs- und Warnsystemen für den Fall einer Leckage versehen. Viele Tankstellen verfügen zudem über Aufbereitungsanlagen für das Waschwasser der Autowaschanlagen. Sie sind mit dem „Blauen Engel“ gekennzeichnet.

Mit der Altölrichtlinie von 1986 wird die stoffliche Aufbereitung zu Sekundärmineralölprodukten vor die energetische Verwertung beispielsweise in Zementwerken gesetzt. Tankstellen müssen über eine Altölsammelstelle verfügen, um gebrauchte Motoren- und Betriebsöle bis zur abgegebenen Frischölmenge kostenlos anzunehmen und sie einer Verwertung oder Beseitigung zuzuführen. Auch die leeren Öldosen werden gesammelt und recycelt.



Mittlerweile verfügen nahezu alle Tankstellen über Gasrückführsysteme: So genannte Saugrüssel verhindern, dass Benzindämpfe beim Betanken von Kraftfahrzeugen in die Luft gelangen.



## reparatur und werkstätten

Eine wichtige Zielsetzung des umweltorientierten Produktdesigns ist die Langlebigkeit der Automobile. Wartung und Reparatur kommen daher eine besondere Bedeutung zu. Die Kfz-Innung München und Oberbayern vertritt etwa 2.000 Autohäuser und Kfz-Werkstätten im Regierungsbezirk Oberbayern. Rund 55 Prozent der Betriebe sind auf bestimmte Fabrikate spezialisiert und in das selektive Vertriebssystem zwischen Autoherstellern und Händlern eingebunden (siehe Kapitel 4, Vertrieb). Bei den rund 900 nicht fabrikatsgebundenen Werkstätten handelt es sich fast ausschließlich um inhabergeführte Kleinbetriebe mit weniger als zehn Mitarbeitern.

### Schnittstellen

#### Hersteller

Es besteht ein intensiver Kontakt zwischen den Automobilproduzenten und den markengebundenen Kfz-Betrieben. Dadurch ist das zuständige Personal fachlich stets auf dem neuesten Stand, was unter anderem auch bei Rückrufaktionen der Hersteller ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet.

#### Händler

Konzerneigene Niederlassungen der Hersteller sowie Vertragshändler und -werkstätten im selektiven Vertriebssystem bieten dem Kunden im Hinblick auf die Langlebigkeit der Produkte zahlreiche Vorteile: Die benötigten Ersatzteile sind stets verfügbar, die Fahrzeuge deshalb schon nach kurzer Zeit wieder einsatzbereit. Für die Autofahrer steht ein flächendeckendes Netz von Handels- und Werkstattbetrieben bereit, die eng mit dem jeweiligen Hersteller zusammenarbeiten.

#### Kunden

Den Kunden steht europaweit ein dichtes Netz von Handels- und Werkstattbetrieben zur Verfügung, die auch Ersatzteile in ausreichenden Mengen lagern.

#### Entsorger

Das Kraftfahrzeuggewerbe hat ein flächendeckendes System zur ordnungsgemäßen Entsorgung von Altfahrzeugen etabliert. In Oberbayern sind derzeit rund 500 Werkstätten als Altfahrzeugannahmestellen gemäß Altfahrzeugverordnung anerkannt. Die Betriebe, die vorab auf die Einhaltung von Umweltstandards überprüft wurden, arbeiten mit gemäß der Altfahrzeugverordnung zertifizierten Verwertern zusammen, die den Verbleib der Teile und Materialien lückenlos dokumentieren (siehe Kapitel 4.6, Verwertung).

## Anforderungen und Regelungen

Die Betriebe sind gehalten, umweltverträglich zu wirtschaften. Dazu gehört der sparsame Verbrauch von Wasser und Energie ebenso wie der verantwortungsbewusste Umgang mit Verbrauchs- und Gefahrstoffen. Gemeinsam mit dem Bayerischen Umweltministerium, dem Landesverband Bayern des deutschen Kfz-Gewerbes sowie anderen bayerischen Kfz-Innungen hat die Kfz-Innung München und Oberbayern den Leitfaden „Der umweltbewusste Kfz-Betrieb“ erarbeitet.

### Leitfaden „Der umweltbewusste Kfz-Betrieb“

Der Leitfaden bietet den Betrieben eine praktische Hilfestellung für eine umweltorientierte Betriebsführung. Das reicht von Kosten- und Umweltgesichtspunkten bis hin zu Abfallvermeidung und bedarfsgerechter Entsorgung, Energie- und Wasserverbrauch sowie Beschaffung. Fachinformationen werden durch Tipps und Checklisten für alle umweltrelevanten Betriebsbereiche ergänzt. Zu beziehen bei: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Rosenkavalierplatz 2, D-81925 München, Tel.: + 49 (0) 89/92 14-0



## Abläufe und Verfahren

Die Händler und Werkstätten, die in das Betreuungssystem der Kfz-Innung integriert sind, gewährleisten eine optimale Funktion der Fahrzeuge während ihrer gesamten Lebensdauer. Defekte Bauteile werden im Rahmen regelmäßiger Fahrzeuginspektionen ausgetauscht beziehungsweise instand gesetzt. Auch führen die Werkstätten in bestimmten Abständen die vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Abgasuntersuchungen durch.

### Partslife

Anstatt eine eigene kostenaufwändige Rücknahmelogistik zu betreiben, können die Hersteller und Vertrieber von Automobilteilen ein gemeinsames Entsorgungssystem nutzen. Als Selbsthilfeorganisation des freien Kfz-Teilemarkts übernimmt Partslife die ordnungsgemäße Entsorgung und Verwertung. Hauptaufgabe der Organisation ist es, die Entsorgung von PKW-Alteilen in den freien Kfz-Werkstätten zu koordinieren und diese in allen Entsorgungsfragen zu unterstützen. Mit derzeit über 100 Standorten in ganz Deutschland bietet Partslife ein flächendeckendes und produktübergreifendes Entsorgungs- und Verwertungsnetz. Die Organisation kontrolliert zudem die Zuverlässigkeit und Qualität der vertraglich gebundenen Entsorger. Sie müssen grundsätzlich als Entsorgungsfachbetrieb zertifiziert sein und vorgegebene Preisobergrenzen einhalten [[www.partslife.de](http://www.partslife.de)].

Alle Beteiligten bemühen sich derzeit, für ältere Fahrzeuge einen funktionierenden Gebrauchtteilemarkt zu etablieren, der zeitwertgerechte Reparaturen ermöglicht. Allerdings ist bei den Kunden noch sehr viel Überzeugungsarbeit zu leisten, da die Fahrzeughalter – besonders im Versicherungsfall – dem Einsatz von Gebrauchtteilen kritisch gegenüberstehen. Wichtig sind daher Garantiefristen auf Gebrauchtteile oder die Aufrechterhaltung der Herstellergarantien beim Einbau gebrauchter statt neuer Fahrzeugteile. Allerdings stehen derzeit die benötigten Gebrauchtteile für eine zeitwertgerechte Reparatur nicht in ausreichender Zahl zur Verfügung.

### Optimierung

Der Landesinnungsverband des Bayerischen Kraftfahrzeughandwerks hat eine Checkliste freiwilliger Umweltschutzdienstleistungen erarbeitet. Betriebe, die diese Bedingungen erfüllen oder sich aktiv an Agenda 21-Prozessen ihrer Kommunen beteiligen, können am Umweltpakt Bayern teilnehmen.

Für nicht fabrikatsgebundene Mitgliedsbetriebe, so genannte Freie Werkstätten, bietet die Kfz-Innung Vorbereitungskurse für Meisterprüfungen, technische Kurzlehrgänge sowie EDV-bezogene Fortbildungsveranstaltungen im innungseigenen Berufsbildungszentrum an. Hinweise auf Schulungen sind in der Zeitschrift „kfz-betrieb“ enthalten.



## demontage

Die Demontage eines Automobils ist keine leichte Aufgabe, schließlich besteht es aus bis zu 10.000 verschiedenen Teilen. Eine Totalzerlegung ist daher aus wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar, ökologisch auch nicht sinnvoll und technologisch nicht notwendig. Um das Altauto als Rohstoffquelle zu nutzen, reicht es aus, die verschiedenen Materialien sortenrein zu trennen. Seit jeher dient das Altauto vor dem stofflichen Verwerten als Ersatzteilquelle. So lassen sich noch intakte Teile für die Reparatur von Fahrzeugen nutzen. Diese so genannte zeitwertgerechte Reparatur spart Rohstoffe und Energie, da die Teile ansonsten neu produziert werden müssten. Beim Münchner Altautoverwertungsunternehmen Schindelar [[www.schindelar.de](http://www.schindelar.de)] sind ständig über 40.000 Artikel auf Lager, die zu rund 90 Prozent aus der Demontage von angekauften jüngeren Unfallfahrzeugen und Altautos stammen. In der eigenen Kfz-Werkstatt werden die gebrauchten oder auch neue Teile dann in die Fahrzeuge von Privatkunden eingebaut.

### Schnittstellen

#### Kunden

Gebrauchsfähige Ersatzteile werden an in- und ausländische Werkstätten, Aufbereiter sowie private Endnutzer verkauft. Für Gebrauchtteile besteht bei Schindelar ein vierwöchiges Umtauschrecht. Falls erforderlich, erhalten die Kunden Datenblätter und Hinweise über den umweltgerechten Gebrauch der gekauften Teile.

#### Lieferanten

Die Altautos werden entweder von Privatpersonen, Autohäusern oder Abschleppdiensten angeliefert.

#### Partner

Schindelar ist in das von den Automobilherstellern aufgebaute Netz dezentraler, qualifizierter und zertifizierter Verwertungsbetriebe eingebunden, das den Kreislauf von Metallen und Kunststoffen gewährleistet. Von den meisten Fahrzeugproduzenten liegen Handbücher mit detaillierten Angaben zur umweltgerechten Verwertung vor. Zusätzlich bieten die Unternehmen Recyclingseminare an, in denen sie über Neuentwicklungen im Bereich des Fahrzeugrecyclings informieren. Als Partner im System von MAS Callparts (ehemals Preussag Recycling System) erwirbt Schindelar auch die Fahrzeuge der Herstellerfirmen, um sie zu verwerten.

### Anforderungen und Regelungen

Beim Demontieren der Altfahrzeuge werden auch die Vorschriften der AltautoVO berücksichtigt. Die Lieferanten sind selbstverständlich dazu verpflichtet, beim Anliefern der Fahrzeuge alle einschlägigen gesetzlichen Regelungen zu beachten. Bei komplexen Teilen werden Funktionstests durchgeführt. Wie eine ordnungsgemäße und umweltschonende Zerlegung auszusehen hat, ist in der „Verfahrensanleitung Zerlegung“ beschrieben. Außerdem hat Schindelar verschiedene Arbeitsanweisungen erstellt, um die Arbeitsabläufe genau festzulegen.

### Instrumente zur Umsetzung

Bei der Zerlegung wird die Datenbank des Internationalen Demontage Informations System (IDIS) der europäischen Automobilhersteller benutzt (s. Kapitel Recyclingkonzepte, S. 73).

### Demontage: Abläufe und Verfahren

Zunächst werden die Altautos vorbehandelt. Das heißt, die Batterie wird ausgebaut, alle Betriebsstoffe wie Kraftstoffe, Schmierstoffe, Bremsflüssigkeit, Kühlerflüssigkeit, Stoßdämpferöl, Scheibenwaschflüssigkeit sowie Kältemittel entnommen und die pyrotechnischen Bauteile wie Airbags und Gurtstraffer ausgebaut. Den Schutz von Boden und Gewässer gewährleisten dabei die Abdichtungen des Geländes sowie der Hallenböden. Erst dann beginnt der eigentliche Demontageprozess, bei dem noch funktionsfähige Motoren, Getriebe, Achsen, Lichtmaschinen, Felgen, Karosserieteile etc. ausgebaut werden. Betriebsstoffe sowie unbrauchbare Teile und Materialien werden fachgerecht gelagert und ausschließlich durch zertifizierte Betriebe entsorgt.

Die nicht als Teile verwertbaren Reste der Altautos werden für die Anlieferung an Shredderanlagen gepresst, um Transportkosten zu sparen. Zur Entlastung der Straßen werden die gepressten Karossen mit der Bahn befördert.

### Optimierung

Bereits heute ist bei Schindelar ein hochwertiges Fahrzeugrecycling etabliert. Das Unternehmen trennt bis zu 40 verschiedene Materialien und gibt bei Kunststoffen, Glas, Schäumen und Metallen ganz besonders auf eine



sortenreine Trennung acht. Dass es vor kurzem gelungen ist, die direkte Verwendung von Sekundärbauteilen zu regeln, kann als großer Fortschritt gelten. Gebrauchte Motoren werden nun beispielsweise geprüft und mit einer Garantie versehen.

Die Demontage erfolgt nach Vorgaben der Kfz-Hersteller durch geschulte Mitarbeiter, die sich der Umweltrelevanz ihrer Arbeit bewusst sind. Dazu tragen regelmäßige Unterweisungen und Informationen über Neuentwicklungen bei.

The screenshot shows a web browser window titled "Gebrauchteile - Internet" with the address bar displaying "http://www.schindelar.de/html/gebrauchteile.html". The website has a yellow background and features the Schindelar logo at the top with the tagline "Vernunft rund ums Auto". The main heading is "Gebrauchte Kfz-Teile". A navigation menu on the left lists categories: Home, Anlasser, Blechteile, Getriebe, Lichtmaschinen, Motore, Stossstangen, and Ihre Anfrage. Below the heading, several product categories are displayed with images: "Lichtmaschine", "Blechteile", "Anlasser", "Stossstangen", "Federbeine", "Einbau zum Festpreis", "1.000.000 Teile auf Lager", "Motore", and "Getriebe". A promotional banner for "charivari" is visible on the left side. At the bottom, there are links for "Home", "Alles von A-Z", "Referat", "Autoteile", "Kfz-Recycling", "Unfallautos", "Filter", and "Sonderangebote".



## shreddern

Durch das Shreddern lassen sich Stahl und Eisen nahezu vollständig verwerten, also in den Produktionsprozess zurückführen. Dies gilt in hohem Maße auch für Nichteisenmetalle wie Aluminium, Zink, Kupfer und Blei. Mit dem Schrotthandel von früher hat es nicht mehr viel zu tun, was das Münchner Recyclingunternehmen Taxer Schrott- und Metallgroßhandel GmbH heute macht. Das Unternehmen verwertet in seiner Shredderanlage zu etwa 30 Prozent Autowracks und zu 70 Prozent Sammelschrott.

### Anforderungen und Regelungen

Shredderanlagen müssen nach BImSchG genehmigt werden und haben daher strenge Auflagen zu erfüllen. Zudem müssen noch die Vorschriften der Entsorgungsfachbetriebe-Verordnung und der Altautoverordnung sowie die Auflagen des Genehmigungsbescheids berücksichtigt werden. Für die Mitarbeiter sind die zu beachtenden Regelungen in einem Betriebshandbuch zusammengestellt.

Die Stahlwerke verlangen von dem angelieferten Shredderschrott einen metallurgischen Reinheitsgrad von 99 Prozent Eisen. Vor allem dürfen nicht mehr als 0,3 Prozent Kupfer enthalten sein, um ein brauchbares Schmelzergebnis erzielen zu können. Ein hohes Schüttgewicht sollte der Shredderschrott ebenfalls besitzen.

### Instrumente zur Umsetzung

Das Unternehmen ist Mitglied der Bundesvereinigung Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. und arbeitet dort in der Fachgruppe „Shredder“ mit, um die Verwertung der Shredderleichtfraktion zu verbessern.

### Zerlegung: Abläufe und Verfahren

Die angelieferten Autowracks werden stichprobenartig auf vollständige Trockenlegung überprüft und anschließend der Shredderanlage zugeführt, die sie in zehn bis 15 Zentimeter große Stücke zerkleinert. Das zerkleinerte Material durchläuft dann eine mehrstufige Sortieranlage. Diese besteht aus einem Windsichter, in dem das Material mehrmals abgeklopft und durch ein Gegenstromgebläse von den leichten nichtmetallischen Verunreinigungen wie Kunststoffen, Stoffresten, Flusen, Schaumstoffen oder Teppichresten – der so genannten Shredderleichtfraktion – getrennt wird. Die verbleibende Shredderschwerfraktion wird über eine Magnettrommel in eine magnetische Fraktion (Stahl, Eisen) und eine nicht magnetische Fraktion (Nichteisenmetalle, Glas und Steine) getrennt.

Die magnetische Fraktion gelangt über ein Förderband in eine Sortierstation. Da sich aufgrund des verstärkten Einbaus von Elektromotoren zunehmend Kupferwicklungen

## Schnittstellen

### Kunden

Um die Qualitätsanforderungen der Kunden und die umweltrechtlichen Vorschriften einzuhalten, werden regelmäßig Audits von der Eingangskontrolle bis zur Endkontrolle durchgeführt. Als Entsorgungsfachbetrieb ist Taxer auch nach der Qualitätsnorm ISO 9002 und der AltautoVO zertifiziert.

### Lieferanten

Die Autowracks bezieht Taxer nur von zertifizierten Altautoverwertern, entweder in gepresster Form oder in Containern. Die Zertifizierung der Lieferanten nach der Altautoverordnung sichert einen weitgehend störungsfreien Betrieb, eine gute Produktqualität und einen möglichst geringen Anteil der Leichtfraktion.

### Partner

Taxer ist Mitglied der Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft (ESN) und in deren Informations- und Schulungssystem einbezogen.



### Optimierung

mit Eisenkernen im Shredderschrott befinden, müssen diese manuell aussortiert werden. Auch andere Verunreinigungen wie Kabelreste, Sicherheitsgurte mit Eisen-schließen oder Reifenstücke mit Metalleinlagen lassen sich nur manuell entfernen. Weist der Shredderschrott dann die erforderliche Reinheit auf, wird er in Eisenbahnwaggons als Sekundärrohstoff an Stahlwerke ausgeliefert. Die aussortierte Leichtfraktion wird in zwei Müllpressen gepresst und in Heizkraftwerken energetisch verwertet.

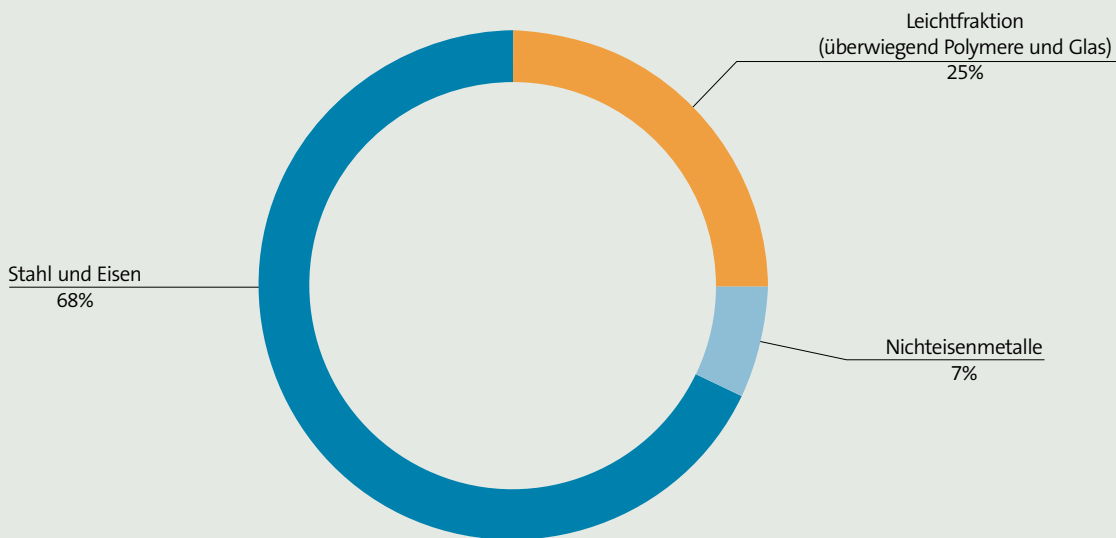
Die nicht magnetische Fraktion wird mittels Sieben in einen feinkörnigen und einen grobkörnigen Anteil getrennt und so an spezielle Entsorgungsbetriebe geliefert, die mit Hilfe von Sinkschwimmanlagen und Prallmühlen verschiedene Metalle daraus absondern. Diese gehen dann als Sekundärrohstoffe an Metallhütten. Die zurückbleibenden Abfälle werden energetisch oder als Bergwerksversatz verwertet beziehungsweise abgelagert.

Da es wegen Kraftstoffresten in den Tanks der Autowracks nicht auszuschließen ist, dass es beim Shreddern zu Verpuffungen kommt, wurde die Shredderanlage mit verschiedenen Einrichtungen zum Abfangen des Druckstoßes und zum Löschen ausgestattet.

Um auch leichte Dämm- und Isolierstoffe besser abtrennen zu können, wurde ein regelbares System installiert, das gleichmäßige Strömungsverhältnisse im Reinigungskanal herstellt. Die Entstaubungsanlage gewährleistet einen Feinstaubgehalt von weniger als 30 Milligramm je Kubikmeter.

Weitere Verbesserungen in der Zukunft betreffen die Verwertung von Gummi und Kabelresten. Probleme bereitet noch die Trennung beziehungsweise Verwertung von Glas, Textilien und Kunststoffen aus der Shredderleichtfraktion.

Durchschnittliche Zusammensetzung des geshredderten Materials





## recyclingkonzepte

Die Verantwortung eines Automobilherstellers endet nicht mit der Übergabe des Fahrzeugs an den Kunden, sondern erstreckt sich auf den gesamten Produktlebensweg – von der Herstellung bis zur Entsorgung. Ziel des Recyclingkonzepts der Hersteller ist es, Stoffkreisläufe zu schließen, so dass die im Automobil eingesetzten Stoffe und Materialien möglichst lange und effizient genutzt werden können.

### Anforderungen und Regelungen

Für Neufahrzeuge gelten bei BMW schon in der Entwicklungsphase die internen Anforderungen an eine recyclingoptimierte Produktgestaltung (siehe Kapitel Produktdesign, Seite 42).

### Verwertungsprozess: Abläufe und Verfahren

Das Recyclingsystem stellt sicher, dass jede Fahrzeugkomponente in angemessener, ökologisch und ökonomisch vernünftiger Weise behandelt wird. Der Verwertungsprozess gliedert sich in folgende Stufen:

- >> Vorbehandlung durch Entnahme der Batterien und Betriebsflüssigkeiten wie Schmierstoffe, Kühlmittel, Bremsflüssigkeit, Kraftstoffe und Kältemedien aus Klimaanlage sowie Behandeln der pyrotechnischen Komponenten.

### Schnittstellen

#### Verwertungsbetriebe

Einheitliche Anforderungen sowie die Überprüfung und Anerkennung (Zertifizierung) der Annahmestellen und Verwertungsbetriebe gemäß AltautoVO durch unabhängige Sachverständige sollen die Einhaltung hoher Umweltstandards und gesetzlicher Vorgaben garantieren.

#### Nutzer/Kunden

Der Letztbesitzer ist dazu verpflichtet, sein Altauto einem anerkannten Verwertungsbetrieb oder einer anerkannten Annahmestelle zu überlassen. Über eine Hotline können sich Autobesitzer über günstige Verwerterbetriebe in ihrer Nähe informieren.

[[Altauto-Hotline: \(0180\) 5 00 21 26](tel:01805002126)]

- >> Demontage von Bauteilen und Materialien: Der Ausbau funktionstüchtiger Gebrauchteile wie Motor, Getriebe oder Lichtmaschine und ihre anschließende Vermarktung ermöglicht eine hochwertige Verwertung. Durch die Demontage und sortenreine Trennung von Kunststoffen, Glas, Reifen und Metall lassen sich die Materialien recyceln und erneut einsetzen. Aufgrund der Demontage recyclingfähiger Ersatzteile und Materialien reduziert sich die Shredderleichtfraktion von durchschnittlich 250 auf 150 Kilogramm je Altfahrzeug.
- >> Beim Shreddern erfolgt eine mechanische Trennung von Eisen- und Nichteisenmetallen (z.B. Kupfer, Zink, Aluminium) sowie organischen und anorganischen Reststoffen (Shredderrückstände und -leichtfraktion).
- >> Energetische Nutzung (Energiegewinnung): Die Shredderleichtfraktion kann energetisch genutzt werden.

### Optimierung

Entsprechend der Freiwilligen Selbstverpflichtung der Automobilhersteller hat das Unternehmen zusammen mit qualifizierten Partnern ein flächendeckendes Netz von nahezu 100, eigens von BMW lizenzierten Verwertungsbetrieben in Deutschland mit rund 200 Annahmestellen errichtet. Die umweltgerechte Entsorgung von Alteilen aus Reparaturen wird von einem eigenständigen Werkstattentsorgungssystem gewährleistet, an das schon heute 90 Prozent aller BMW-Händler angeschlossen sind.

Das nationale Verwertungsnetz bildet die Basis für die internationale Kooperation „Together for Recycling“, die BMW mit Rover in England, mit Renault in Frankreich und mit Fiat in Italien vereinbart hat. Gemeinsam wollen die Kooperationspartner die Organisation und Qualifizierung lizenzierter Verwertungsbetriebe weiter vorantreiben und den jeweiligen Partnern zur Verfügung stellen. So ist das Verwertungsnetz in Deutschland auch für Altfahrzeuge der Marken Fiat, Renault und Rover geöffnet und umgekehrt. Darüber hinaus bietet BMW auch in der Schweiz, in Schweden, Österreich und den Niederlanden ein flächendeckendes Entsorgungsnetz an. In den USA und Japan wurden bereits erste Verwertungspartner lizenziert.



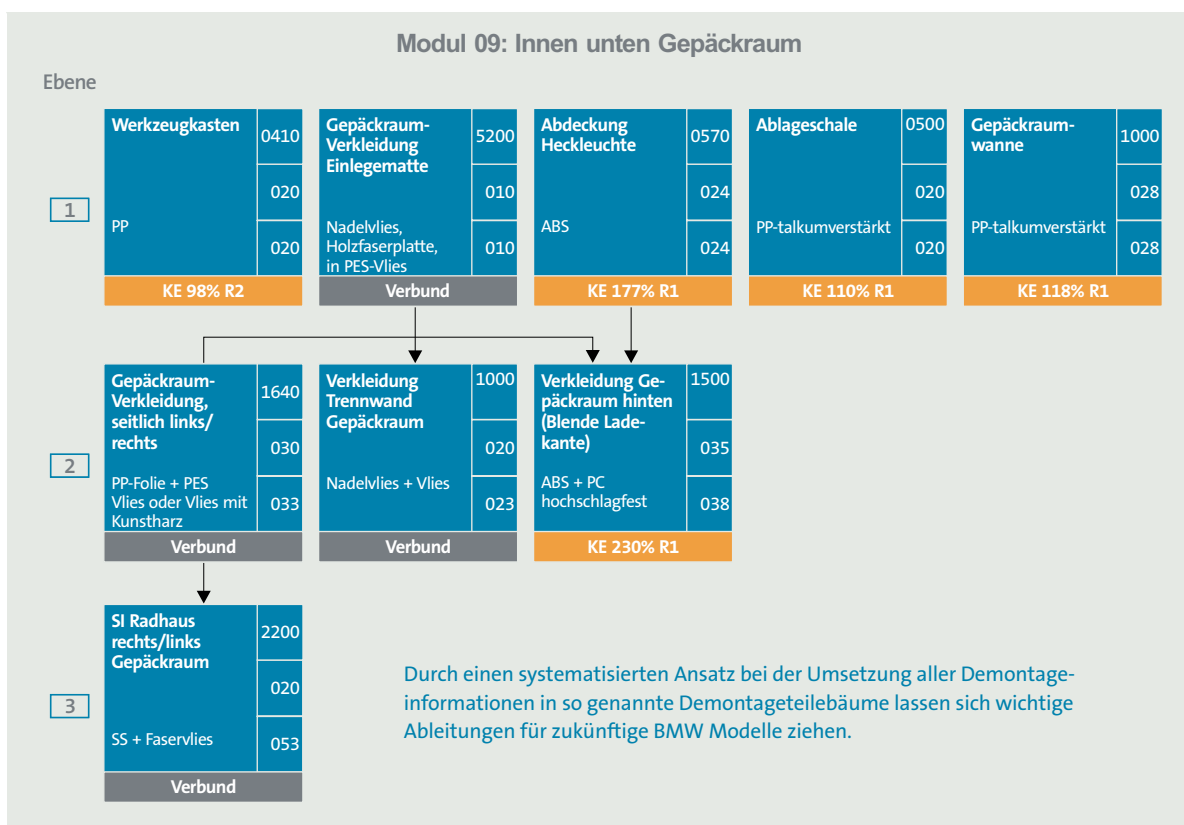


## Instrumente zur Umsetzung

Einen Eckpfeiler der Recyclingaktivitäten bildet das vom Unternehmen errichtete Recycling- und Demontage-Zentrum (RDZ). Es trägt zur wirtschaftlichen und umweltgerechten Verwertung der heute am Markt befindlichen Altfahrzeuge bei und sorgt als Forschungs- und Entwicklungsplattform für eine ständige Verbesserung der Recyclingfähigkeit künftiger Fahrzeuggenerationen. Das RDZ führt regelmäßig „Demontage-Analysen“ durch, indem es die spätere Demontage der verschiedenen Fahrzeugmodule wie Verglasung, Türen, Sitze oder Motorraum simuliert. Die Ergebnisse fließen in das EDV-Programm IDIS ein. Ein kontinuierlicher Erfahrungsaustausch zwischen RDZ, der weltweiten Handelsorganisation und den Verwertern von BMW gewährleistet die konsequente Umsetzung der

Recyclingkonzepte. Das Zentrum steht den Verwertungspartnern auch für Schulungszwecke und Beratungen zur Verfügung.

Bislang haben 20 Automobilhersteller 350 Automodelle in die Datenbank IDIS eingestellt. Alle für ein Materialrecycling geeigneten Bauteile sind mit Werkstoffangaben, Demontageempfehlungen, Gewicht und Demontagezeiten sowie Zeichnungen über den Aufbau der einzelnen Module detailliert beschrieben. IDIS ist in acht Sprachen erhältlich und wurde mehr als 2.500 Verwertern kostenlos auf CD-ROM zur Verfügung gestellt [[www.idis2.com](http://www.idis2.com)].



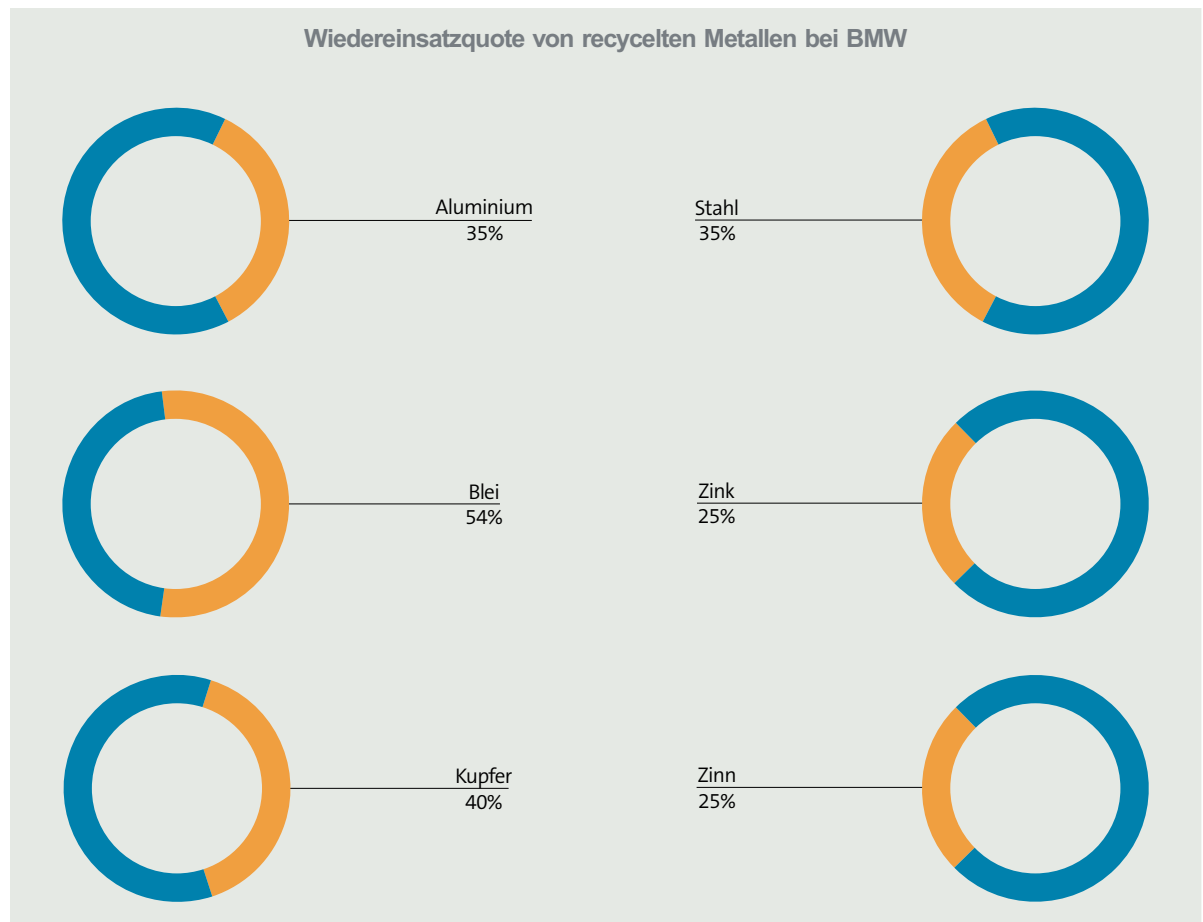


## nutzung als sekundärrohstoff

Die im Automobilbau verwendeten Materialien machen das Auto zu einer „rollenden Rohstoffquelle“. Schon seit geraumer Zeit werden, gemessen am Gesamtgewicht eines Altautos, rund 75 Prozent aufgearbeitet und die gewonnenen Materialien als neue Rohstoffe eingesetzt. Dazu geeignet sind vor allem sortenreine Materialien, die sich zu gütegesicherten und spezifizierten Sekundär-

werkstoffen verarbeiten lassen. Bereits heute deckt Sekundärmaterial einen guten Teil des Gesamtbedarfs in Deutschland.

Anders als bei Metallen steckt die Verwertung von Kunststoffen beziehungsweise polymeren Werkstoffen aus Altfahrzeugen noch in den Kinderschuhen. Derzeit liegt der



### Schnittstellen

#### Verwertungsbetriebe

Hier werden die recyclingfähigen Altteile demontiert, sortenrein getrennt und an die Recyclingbetriebe abgegeben.

#### Recyclingbetriebe

In Kooperation mit externen Recyclingpartnern aus der Sparte Kunststoff/Textil entwickelte BMW ein innovatives Einwerkstoffkonzept, das neue Produktionsverfahren zur Aufbereitung von Polyurethan beinhaltet.



mögliche Anteil von Kunststoffrecyclaten bei etwa zehn Gewichtsprozent des Neuteils. Im Automobilssektor werden momentan nur geringe Mengen Recyclat aus Altteilen eingesetzt, der weitaus größte Teil stammt aus Produktionsrückständen. Durch die Freigabe und den Einsatz von Recyclaten will BMW die Nachfrage in Gang bringen. Ziel ist, auch bei Kunststoffen die Materialkreisläufe zu schließen, was für einige Thermoplaste und Duromere bereits gelungen ist.

### Anforderungen und Regelungen

Aufgrund der stetig steigenden Anforderungen, den Kraftstoffverbrauch zu verringern, werden mehr und mehr Automobile in Leichtbauweise konstruiert. Dies führt zu Veränderungen der Werkstoffzusammensetzung: Statt Stahl werden vermehrt Leichtmetalle und Kunststoffe eingesetzt. Dadurch hat sich die Menge der im Fahrzeug verwendeten Kunststoffe in den letzten Jahren mehr als verdoppelt. Insgesamt haben Kunststoffe heute im Auto einen Anteil von bis zu 160 Kilogramm am Gesamtgewicht.

### Instrumente zur Umsetzung

Das Recycling- und Demontage-Zentrum (RDZ) ist auf Seite 73 näher beschrieben, die recyclinggerechte Konstruktion im Kapitel Produktdesign.

### Wiederaufbereitung: Abläufe und Verfahren

Die Entwicklung achtet bereits bei der Auswahl der einzusetzenden Kunststoffe, dass sie trenn- und verwertbar sind. So setzt sich etwa die Instrumententafel der BMW 3er-Reihe aus dem thermoplastischen Träger SMA GF-10, dem halbhartem PUR-Füllschaumstoff und einer PUR-Sprühhaut zusammen. Nach dem Ausbau aus den Altautos werden die Instrumententafeln zusammen mit Ausschussteilen und Stanzresten aus der Produktion zerkleinert, über einen Metallabscheider von Metallresten befreit und schließlich gemahlen. Mittels eines trockenmechanischen Verfahrens wird das Mahlgut in seine Bestandteile getrennt.

Bei rund 60 Prozent des Trennguts handelt es sich um thermoplastisches SMA, das in einer Reinheit von 99,5 Prozent zurückgewonnen werden kann. Es dient dazu, neue Warmluftkanäle für die Instrumententafeln herzustellen. Die darüber hinaus in der Trennanlage anfallenden Dekor- und Schaumstoff-Mahlgutfraktionen werden unter Zugabe von Bindemitteln zu marktgängigen Platten oder Bauelementen verarbeitet.

### Optimierung

Derzeit stehen vor allem Fahrzeuge zur Entsorgung an, bei denen – anders als bei aktuellen Modellen – die Kunststoffe noch nicht gekennzeichnet sind. Das RDZ entwickelte deshalb ein neuartiges Kunststoffidentifizierungssystem (KIS), das die unterschiedliche Reflexion von Strahlungen auf der Oberfläche eines Werkstücks nutzt. Mit Hilfe der so genannten mittleren Infrarot-Spektroskopie lassen sich Kunststoffe innerhalb weniger Sekunden identifizieren und sortenrein trennen.

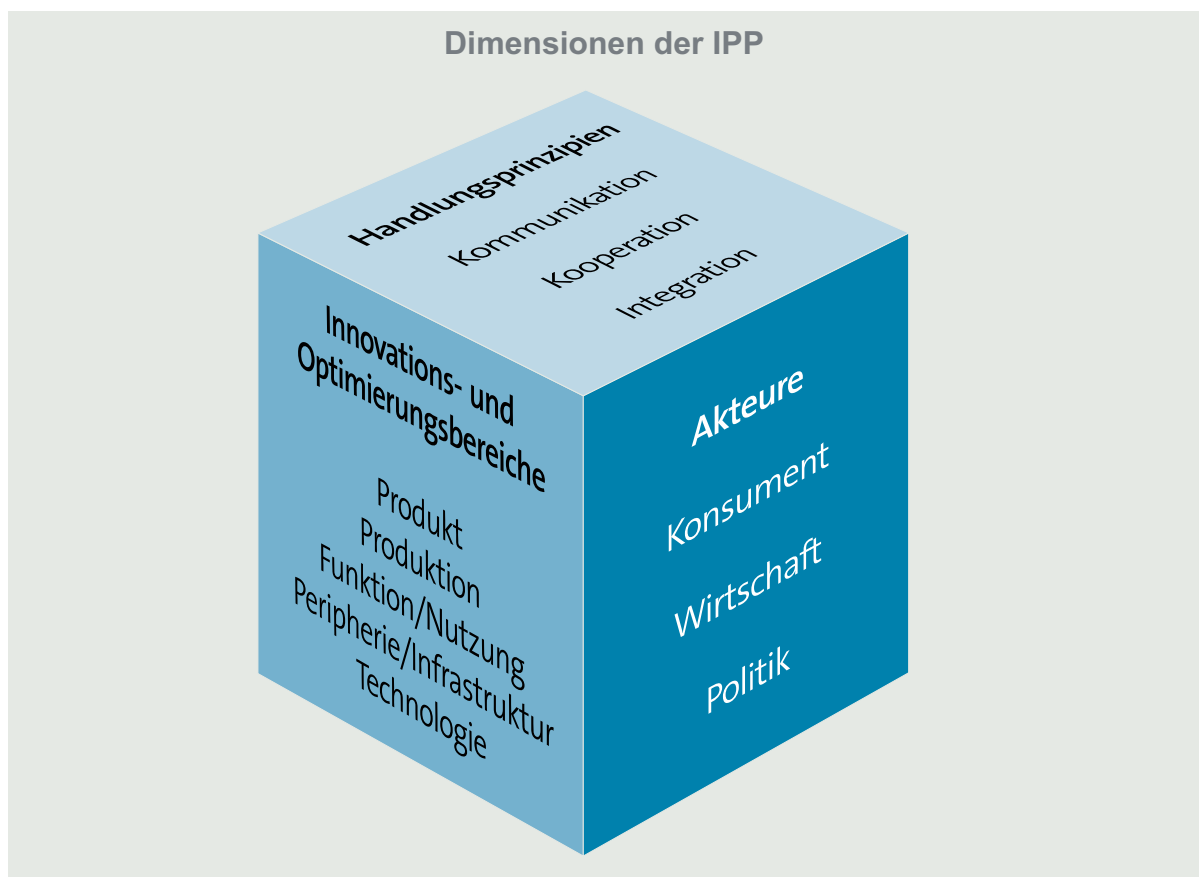
## 5. akteure, instrumente und prinzipien: der werkzeugkasten ipp

Im vorliegenden Leitfaden haben die am Produktsystem Automobil beteiligten Branchen Abläufe und Tätigkeiten, Instrumente und Optimierungserfolge beschrieben, die in der jeweiligen Phase des Produktlebenswegs bereits heute umgesetzt werden. Die Beispiele zeigen deutlich: IPP wird im Einzelnen schon vielfach gelebt. Sie weisen aber auch auf die Schnittstellen hin, die im Sinne einer konsequenten IPP genauer zu betrachten sind. Für eine weitere Verbesserung des produktbezogenen Umweltschutzes kann es nicht nur um punktuelle Maßnahmen gehen, die jeweils in der Verantwortung des einzelnen Akteurs liegen. Vielmehr kommt es darauf an, das Zusammenspiel der Akteure zu verbessern, indem Anforderungen, Wünsche, Bedürfnisse und ökonomische wie auch ökologische Notwendigkeiten in jeder Phase umfassend einbezogen und berücksichtigt werden. Kommunikation und Kooperation sind damit zwingende Voraussetzungen für die angestrebte Integration.

Die Beispiele zeigen auch, dass für viele IPP-relevante Problemstellungen und Anforderungen bereits geeignete Instrumente bestehen und eingesetzt werden. Der

Werkzeugkasten für IPP ist sozusagen bestens bestückt. Er muss allerdings nun konsequent angewendet werden. Um die verschiedenen Dimensionen des Handelns aller Akteure zu strukturieren, hat die IPP-Projektgruppe anlässlich einer Klausurtagung in Wildbad Kreuth den „Kreuther Würfel“ entworfen. Er bietet einen guten Überblick über die unterschiedlichen miteinander zu verknüpfenden Handlungsstränge und die auszufüllenden Handlungsfelder.

Zur Erklärung: Innovations- und Optimierungspotenziale werden bei IPP nicht allein beim Produkt vermutet, sondern auch in seiner Herstellung, also der Produktion, bei den dabei eingesetzten Technologien (deren Entwicklung oft unabhängig verläuft) sowie in der Art und Weise, wie das Produkt eingesetzt wird. Am Beispiel des Produktsystems Automobil wird außerdem recht deutlich, dass eine ganzheitliche Betrachtung mittels IPP die Peripherie und Infrastruktur (Straßen, Treibstoffversorgung etc.) nicht außer Acht lassen darf. IPP-gerechtes Handeln soll deshalb alle Innovations- und Optimierungsbereiche gleichermaßen einbeziehen.



## Beispielhafte Aktivitäten in den IPP-Handlungsfeldern (Der Werkzeugkasten)

		Handlungsprinzipien		
bezogen auf	Kommunikation	Kooperation	Integration	
Innovations- und Optimierungsbereiche	<b>Produkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Produktbroschüren und Sicherheitsdatenblätter (Formstoffbinder und Aluminiumguss, S. 26)</li> <li>■ Vergleichende Bewertung durch Eco-Indizes (Lampen, S. 39)</li> <li>■ Materialdatenbank (Lampen, S. 39)</li> <li>■ Erreichung umfassender Produktqualität durch Total Quality Management (Vliesstoffe, S. 30)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Optimierung der Vorproduktion: Gerb- und Färbeverfahren (Lederbezüge, S. 28)</li> <li>■ Entwicklung eines Einwerkstoffkonzepts mit externen Partnern (Nutzung als Sekundärrohstoff, S. 74)</li> <li>■ Simultaneous Engineering (Produktdesign, S. 42)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unternehmensnorm zur umweltverträglichen Produktgestaltung (Elektronikkomponenten, S.32)</li> <li>■ Ökoanalysen über den gesamten Lebensweg (Lampen, S. 39)</li> <li>■ Forschungs- und Entwicklungszentrum als Plattform (Produktdesign, S. 42)</li> </ul>
	<b>Produktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schulung der Mitarbeiter (Rohstoffabbau am Beispiel Bentonit, S. 24)</li> <li>■ Umweltmanagementhandbuch (Kettentriebsysteme, S. 36)</li> <li>■ Interner Erfahrungsaustausch (Produktdesign, S. 42)</li> <li>■ Optimiertes Recycling durch Kunststoffidentifizierungssystem (Nutzung als Sekundärrohstoff, S. 75)</li> <li>■ Erstellung einer Umwelterklärung nach EMAS (Fertigung, S. 46)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Systempartnerschaften mit anderen Unternehmen zur Produktionsoptimierung (Motorenelemente, S. 40)</li> <li>■ Integration unterschiedlicher Umweltaspekte z.B. durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage (Fertigung, S. 48)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Parallele Projektgruppen bei Hersteller und Zulieferer (Kettentriebsysteme, S. 36)</li> <li>■ Integriertes Managementsystem (Lackverdicker, S. 27)</li> </ul>
	<b>Funktion/Nutzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Beratungsgespräche (Formstoffbinder und Aluminiumguss, S. 26)</li> <li>■ Erarbeiten der Kundenwünsche in „Produktkliniken“ (Produktdesign, S. 43)</li> <li>■ Umwelthandbuch für Händler (Handel und Verkauf, S. 54)</li> <li>■ Vergleichende Testberichte für Konsumenten (Betrieb, S. 65)</li> <li>■ Produktkennzeichnung „Blauer Engel“ für Autowaschanlagen (Betrieb, S. 65)</li> <li>■ Berücksichtigung von individuellen Kundenbedürfnissen durch EDV-gestützte Kundenberatung (Logistik, S. 52)</li> <li>■ Durchführung von Fahrtrainings für Kunden (Logistik, S. 52)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tauschsystem für gebrauchte Kupplungen (Kupplung, S. 35)</li> <li>■ Forschungsk Kooperationen zur verbesserten Produktfunktion (Kettentriebsysteme, S. 37)</li> <li>■ Teilnahme an Car-Sharing-Modellen (Mobilität, S. 59)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Für den Nutzer Herstellung, Wartung, Vertrieb und Reparatur aus einer Hand durch selektives Vertriebssystem (Handel und Verkauf, S. 54)</li> <li>■ Kombination von ÖPNV und motorisiertem Individualverkehr durch Park+Ride-Konzepte (Mobilität, S. 60)</li> <li>■ Neuartige Finanzierungsmodelle, z.B. Jobtickets, Mitgliedertickets (Betrieb, S. 63)</li> </ul>
	<b>Peripherie/Infrastruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Leitfaden „Der umweltbewusste Kfz-Betrieb“ (Reparatur und Werkstätten, S. 66)</li> <li>■ Hotline für Autobesitzer, die über Verwerterbetriebe informiert (Recycling, S. 72)</li> <li>■ Teilnahme am Umweltpakt Bayern (Reparatur und Werkstätten, S. 67)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Initiative „Verkehrsprobleme gemeinsam lösen“ (Mobilität, S. 59)</li> <li>■ Freiwillige Selbstverpflichtungen der Automobilbranche (Eigenverantwortliche Maßnahmen, S. 17)</li> <li>■ Gemeinsames Entsorgungssystem Partslife (Reparatur und Werkstätten, S. 67)</li> <li>■ Branchenkooperation „Together for Recycling“ (Recyclingkonzepte, S. 72)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Forschungsvorhaben MOBINET zum Verkehr in Ballungsräumen (Mobilität, S. 59)</li> <li>■ Erstellung von Verkehrsentwicklungsplänen, die Belange von Bevölkerung, Stadt und Region berücksichtigen (Städteplanung, S. 57)</li> <li>■ Recycling- und Demontagezentrum, Erfahrungsaustausch entlang der Produktkette (Recycling, S. 73)</li> </ul>
	<b>Technologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Datenbank der europäischen Automobilhersteller für die Demontage (Recyclingkonzepte, S. 73)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pilotprojekt mit Zulieferer zu nachwachsenden Rohstoffen (Vliesstoffe, S. 31)</li> <li>■ Initiative des Staats zum Einsatz der Brennstoffzellentechnologie im ÖPNV (Verkehrspolitik, S. 58)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entwicklung von wasserbasierenden Lacken (Lackierung, S. 50)</li> </ul>

## 6. ergebnisse und empfehlungen: gemeinsam geht's

Ein wichtiger Schwerpunkt des im Oktober 2000 geschlossenen „Umweltpakt Bayern – Nachhaltiges Wirtschaften im 21. Jahrhundert“ ist die Integrierte Produktpolitik (IPP). Ihre Zielsetzung ist die stetige Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Menschen und Umwelt entlang des gesamten Produktlebenswegs.

### Integrierte Produktpolitik im Umweltpakt Bayern

Um dieses Ziel wirksam zu unterstützen, werden auch im Rahmen des Umweltpakts Modellprojekte durchgeführt und eine gemeinsame Position von Staat und Wirtschaft erarbeitet. Im Folgenden sind einige Beiträge der Partner des Umweltpakts Bayern dargestellt, die sich auf die Zielsetzung zur IPP beziehen:

- >> Bayerische Staatsregierung und bayerische Wirtschaft bilden einen Arbeitskreis für den steten Dialog über Standpunkte, Initiativen und Entwicklungen zu IPP auf nationaler und internationaler Ebene.
- >> Die bayerische Wirtschaft strebt an, IPP-orientierte Kommunikationsstrukturen zwischen den einzelnen Stufen entlang des Produktlebenswegs zu entwickeln und Nutzer von Produkten und Dienstleistungen verstärkt über deren umweltrelevante Auswirkungen zu informieren.
- >> Die Bayerische Staatsregierung wird an der Universität Erlangen-Nürnberg ein „Bayerisches Entwicklungsnetz für innovative Technologien“ (BENEFIT) einrichten und mit 2,5 Mio. DM fördern, das die bayerische Wirtschaft insbesondere bei der Umsetzung von IPP-Leitlinien in die Praxis unterstützen wird.

### Position des Arbeitskreises IPP

Im Umweltpakt Bayern ist IPP folgendermaßen definiert: „Integrierte Produktpolitik fördert und zielt auf eine stetige Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Menschen und Umwelt entlang des gesamten Produktlebenswegs“. Außerdem stellt der Umweltpakt fest, dass für die erfolgreiche Umsetzung von IPP die drei Prinzipien Integration, Kooperation und Kommunikation als entscheidende Erfolgsfaktoren betrachtet werden müssen.

Um auf Grundlage der IPP-Definition im Umweltpakt Bayern Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, hat der Arbeitskreis IPP sie eingehend diskutiert und ein gemeinsames Grundverständnis vereinbart, das die Definition des Umweltpakts folgendermaßen erweitert:

- >> Zu „Produkten und Dienstleistungen“ formuliert der Arbeitskreis IPP ein erweitertes Produktverständnis, sprich produktbezogene Dienstleistungen gehören zum Produktsystem.
- >> Zur „stetigen Verbesserung“ gehört nach dem Verständnis des Arbeitskreises IPP auch die Innovation.
- >> „Wirkungen auf Menschen und Umwelt“ steht dafür, dass ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung grundsätzlich als gleichrangig zu sehen sind.
- >> Der „gesamte Produktlebensweg“ umfasst auch die Produktentwicklung, die für IPP eine Schlüsselrolle besitzt.
- >> „Fördert und zielt auf“ heißt insbesondere für die Wirtschaft: aktiv anstreben.
- >> „Kommunikation“: bezieht sich auf Akteure und steht für Informationsbereitstellung und -austausch zu Ergebnissen und Werkzeugen zwischen Wirtschaft, Politik und Konsumenten.
- >> „Kooperation“: bezieht sich auf Akteure und meint die Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch zur Verbesserung der Beziehung zwischen Entwicklungspartnern und Systemlieferanten, aber auch mit Konsumenten und Staat bzw. Verwaltung.
- >> „Integration“: bezieht sich auf Akteure, Lebensweg und Umweltmedien sowie die Nachhaltigkeitsaspekte Ökonomie, Ökologie und Soziales.

### Schlussfolgerungen

Aus den Arbeiten des Pilotprojekts zum Produktsystem Automobil lassen sich folgende grundsätzliche Erkenntnisse ableiten:

**IPP beruht auf dem Kooperationsprinzip aller Akteure:** Alle tragen in ihrem Wirkungsbereich und in ihrer zielge-

richteten Zusammenarbeit Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung.

**IPP ist kein neues Instrument:** Neu ist der systematische, transparente, zielgerichtete und bewusste Einsatz der bestehenden Instrumente über alle Produktlebensstufen hinweg.

**IPP konkretisiert nachhaltiges Handeln:** Ökologische, ökonomische und soziale Aspekte sind grundsätzlich gleichrangig zu behandeln.

**IPP-gerechte Produkte gibt es nicht, nur IPP-gerechtes Handeln:** Ein Produkt kann aufgrund unterschiedlicher Randbedingungen und der Forderung nach ständiger Optimierung nicht per se IPP-gerecht sein. Entscheidend ist die Art und Weise des Handelns.

**IPP schafft Vertrauen:** Durch Information über Instrumente und Vorgehensweise wird Handeln, auch im Spannungsfeld von Wirtschaft und Staat, transparent und für alle Akteure, insbesondere auch für den Konsumenten, nachvollziehbar.

**IPP bedeutet auch Risikomanagement:** Wo IPP durch vorbeugendes, transparentes und kooperatives Handeln produktbezogene Risiken vermeidet bzw. steuerbar macht, kann der Staat auf Produktverbote verzichten.

## Handlungsempfehlungen

### Um IPP aktiv umzusetzen, soll die **Wirtschaft**

- >> Instrumente der IPP zum festen Bestandteil des **unternehmerischen Handelns** machen,
- >> verstärkt verbrauchergerechte und nachprüfbare **Informationen** über IPP-relevante Produkteigenschaften zur Verfügung stellen,
- >> IPP-Werkzeuge **eigenverantwortlich** weiterentwickeln, einsetzen und wirtschaftsintern umfassend kooperieren,
- >> IPP-relevante Branchenziele formulieren und **Selbstverpflichtungen** als Instrument nutzen,
- >> entlang des ökonomischen und ökologischen Produktlebenswegs alle Entscheidungen, Abläufe und Managementsysteme umfassend **integrieren**.

### Um IPP aktiv zu fördern, soll die **Politik**

- >> verlässliche marktkonforme **Rahmenbedingungen** schaffen,
- >> nur den Rahmen vorgeben und freiwilligen Vereinbarungen sowie Selbstverpflichtungen der Wirtschaft einen breiten **Raum geben**,
- >> **nicht in die Produktplanung** eingreifen,
- >> die Chance nutzen, bestehende ordnungsrechtliche Regelungen zu durchforsten und ein **medienübergreifendes Umweltrecht** zu schaffen,
- >> sich für eine **internationale Harmonisierung** einsetzen,
- >> das gesellschaftliche Umfeld beispielsweise über **Umwelterziehung** und -bildung vorbereiten und pflegen,
- >> **Anreize schaffen** für die Markteinführung umweltverträglicher Produkte.

### IPP kann nur erfolgreich sein, wenn der **Konsument**

- >> aktiv **Informationen** bei Herstellern und Dienstleistern einfordert,
- >> sich auch über die **Nachhaltigkeitsaspekte** eines Produktsystems informiert,
- >> durch seine **Kaufentscheidung** die Entwicklung und Herstellung umweltverträglicher Produkte fordert,
- >> bereit ist, für umweltverträgliche Produkte im Einzelfall **mehr zu bezahlen**,
- >> in der Nutzungsphase **Umweltverantwortung** übernimmt.

## 7. literatur

ARAL AG: Verkehrstaschenbuch. Bochum 2000.

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen: **Umweltpakt Bayern – Nachhaltiges Wirtschaften im 21. Jahrhundert**. Vereinbarung zwischen der Bayerischen Staatsregierung und der bayerischen Wirtschaft vom 23. Oktober 2000.

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen: **Integrierte Produktpolitik (IPP)**. Von der Entwicklung bis zur Entsorgung. Workshop und Symposium am 3. April 2000 (Tagungsreader).

Bundesanstalt für Straßenwesen: **Straßenseitige Belastungen des Grundwassers**. Wissenschaftliche Informationen. 1999.

Bundesanstalt für Straßenwesen: **Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 1998**. Wissenschaftliche Informationen. 2000.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: **Informelles EU-Umweltministertreffen in Weimar**. Sonderteil in: Umwelt 6/99.

Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): **Umweltbezogene Produktentwicklung – ein Leitfadensystem für Konstruktion und Entwicklung**. DIN Loseblatt-Sammlung. Beuth Verlag, Berlin 2000.

EU-Kommission: **Faire Preise für die Infrastrukturbenutzung: ein abgestuftes Konzept für einen Gemeinschaftsrahmen für die Verkehrs-Infrastrukturgebühren in der EU**. Weißbuch. Brüssel 1998.

Fleig, J. (Hrsg.): **Zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft**. Stuttgart 2000.

Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Raumordnung: **Mobilität in München – Vorentwurf Verkehrsentwicklungsplan**. 2000.

MOBINET-Konsortium: **MOBINET Leitprojekt Mobilität im Ballungsraum München (2000)**.

Prognos AG (Hrsg.): **Energieraport III**. Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt. Stuttgart 2000.

Rubik, F.: **Integrierte Produktpolitik: Stand, ausgewählte Aktivitäten und Perspektiven**, Gutachten des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW), Heidelberg, für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 2000.

Umweltbundesamt: **Nachhaltiges Deutschland**. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Berlin 1997.

Umweltbundesamt: **Mehr Mobilität mit weniger Verkehr**. Plädoyer für eine zukunftsfähige Mobilität. Berlin 2000.

Umweltbundesamt, Statistisches Bundesamt (Hrsg.): **Umweltdaten Deutschland**. Berlin 1998.

Umweltministerkonferenz: **Beschluss zu IPP auf Antrag Bayerns vom 25./26.10.2000**. Zu beziehen bei: Dr. Steinmetzer, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Rosenkavalierplatz 2, D-81925 München.

Umwelt- und Prognose-Institut e.V.: **Externe Gesundheitskosten des Verkehrs in der Bundesrepublik Deutschland**. (UPI-Bericht 43).

Umwelt- und Prognose-Institut e.V.: **Externe Kosten Verkehr**. (UPI-Bericht 21).

**Volkswirtschaft gewinnt durch den Verkehr erheblich mehr Nutzen als Kosten**. In: VDI Nachrichten, 28.8.1998.

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): **Auto & Umwelt**. (Jahresbericht). 1999.



## 8. projektteilnehmer

### Arbeitskreis IPP

ADAC Südbayern  
Dipl.-Ing. Nikolaus Dezasse  
Ridlerstraße 35  
D-80339 München  
Tel.: +49 (0) 89/51 95-1 50  
nikolaus.dezasse@sby.adac.de

AUDI AG  
Dr. Dagobert Achatz  
D-85045 Ingolstadt  
Tel.: +49 (0) 841/89-3 44 44  
Fax: +49 (0) 841/89-3 16 82  
dagobert.achatz@audi.de

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung  
und Umweltfragen  
Dr. Hans-Christian Steinmetzer  
Rosenkavalierplatz 2  
D-81925 München  
Tel.: +49 (0) 89/92 14-22 81  
hans-christian.steinmetzer@stmlu.bayern.de

BMW AG  
Manfred Heller  
Postfach 40 02 40  
D-80788 München  
Tel.: +49 (0) 89/3 82-3 33 04  
manfred.heller@bmw.de

IEC Innova Inviro Consult  
Dr. Jürgen Löbel  
Pankrazweg 5  
D-85652 Ottersberg  
Tel.: +49 (0) 8121/97 26 57  
Fax: +49 (0) 8121/97 36 90  
juergen.loebel@t-online.de

Industrie- und Handelskammer für München  
und Oberbayern  
Manfred Hoke  
Dr. Franz Kerler  
D-80323 München  
Tel.: +49 (0) 89/5 16-4 72  
hoke@muenchen.ihk.de  
kerler@muenchen.ihk.de

MAN Nutzfahrzeuge AG  
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Simon  
Dachauer Straße 667  
D-80995 München  
Tel.: +49 (0) 89/15 80-27 98

Siemens AG  
Dipl.-Phys. Willy Bosch  
D-81730 München  
Tel.: +49 (0) 89/6 36-4 01 63  
willy.bosch@mchp.siemens.de

Siemens AG  
Konrad Krüger  
Im Gewerbepark  
D-93059 Regensburg  
Tel.: +49 (0) 941/7 90-53 39  
konrad.krueger@at.siemens.de

Süd-Chemie AG  
Dr. Joachim Schelchshorn  
Ostenriederstraße 15  
D-85368 Moosburg  
Tel.: +49 (0) 8761/82-6 50  
j.schelchshorn@sued-chemie.de

### Weitere Firmen

Christian Heinrich Sandler GmbH & Co. KG  
Lamitzmühle 1  
D-95126 Schwarzenbach/Saale

INA Wälzlager Schaeffler oHG  
Industriestraße 1-3  
D-91074 Herzogenaurach

iwis ketten Joh. Winklhofer & Söhne GmbH & Co. KG  
Albert-Roßhaupter-Straße 53  
D-81369 München

KFZ-Innung München-Oberbayern  
Gärtnerstraße 20  
D-80992 München

Landesverband Bayerischer Fahrlehrer e.V.  
Postfach 71 09 69  
D-81459 München

Mannesmann Sachs AG  
Ernst-Sachs-Straße 62  
D-97424 Schweinfurt

Osram GmbH  
Hellabrunner Straße 1  
D-81543 München

Schindelar Center Autoverwertung GmbH Süd  
Valentin-Linhof-Straße 14  
D-81829 München

Taxer GmbH Metall- und Schrottverwertung  
Birketweg 4  
D-80639 München

## impressum

### Herausgeber:

Industrie- und Handelskammer für München  
und Oberbayern, München  
[www.muenchen.ihk.de](http://www.muenchen.ihk.de)

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung  
und Umweltfragen, München  
[www.umweltministerium.bayern.de](http://www.umweltministerium.bayern.de)

### Projektleitung:

Manfred Hoke, Industrie- und Handelskammer für  
München und Oberbayern, München

### Projektbetreuung und fachliche Beratung:

Akku Umweltberatung GmbH, München  
[www.aku-gmbh.de](http://www.aku-gmbh.de)

### Redaktion und Gestaltung:

akzente Kommunikationsberatung, München  
[www.akzente.de](http://www.akzente.de)

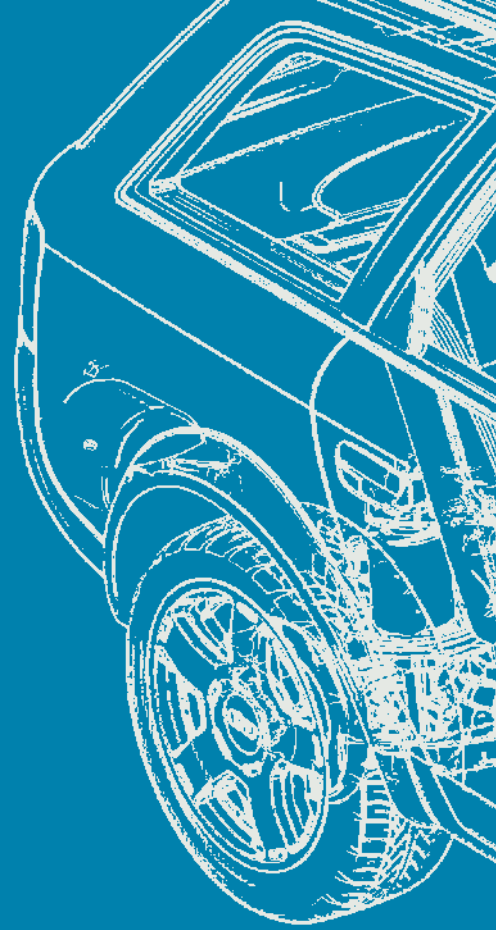
### Druck:

Druck & Design Denkmayr, Holzkirchen

© 2001 Industrie und Handelskammer für München  
und Oberbayern/Bayerisches Staatsministerium für  
Landesentwicklung und Umweltfragen

Die Inhalte des Leitfadens stehen auch im Internet zur  
Verfügung: [www.ipp-bayern.de](http://www.ipp-bayern.de)





Bayerisches Staatsministerium für  
Landesentwicklung und Umweltfragen



Industrie- und Handelskammer  
für München und Oberbayern