



Life cycle

Umwelt-Zertifikat
für den S 400 HYBRID



Mercedes-Benz



Inhalt

Life Cycle – die Umwelt-Dokumentation von Mercedes-Benz	4
.....	
Editorial	6
.....	
Produkt-Beschreibung	8
.....	
Gültigkeitserklärung	14
.....	
1 Produkt-Dokumentation	15
.....	
1.1 Technische Daten	16
.....	
1.2 Werkstoffzusammensetzung	17
.....	
2 Umweltprofil	18
.....	
2.1 Allgemeine Umweltthemen	20
.....	
2.2 Ökobilanz	26
.....	
2.2.1 Datengrundlage	28
.....	
2.2.2 Bilanzergebnisse S 400 HYBRID	30
.....	
2.2.3 Vergleich mit dem S 350	34
.....	
2.3 Verwertungsgerechte Konstruktion	40
.....	
2.3.1 Recyclingkonzept S 400 HYBRID	42
.....	
2.3.2 Demontage-Informationen	44
.....	
2.3.3 Vermeidung von Stoffen mit Gefährdungspotenzial	45
.....	
2.4 Rezyklateinsatz	46
.....	
2.5 Einsatz nachwachsender Rohstoffe	48
.....	
3 Prozess-Dokumentation	50
.....	
4 Zertifikat	54
.....	
5 Fazit	55
.....	
6 Glossar	56
.....	
Impressum	58
.....	

Stand: Mai 2009

Life cycle

Seit Anfang 2009 präsentiert „Life Cycle“ die Umwelt-Zertifikate für Fahrzeuge von Mercedes-Benz.

Bei dieser Dokumentationsreihe steht vor allem ein möglichst perfekter Service für die unterschiedlichsten Interessengruppen im Mittelpunkt: Das umfangreiche und komplexe Thema „Automobil und Umwelt“ soll einerseits der Allgemeinheit leicht verständlich vermittelt werden. Andererseits müssen aber auch Spezialisten detaillierte Informationen abrufen können. Diese Anforderung erfüllt „Life Cycle“ mit einem variablen Konzept.

Wer sich einen schnellen Überblick in allgemeinverständlicher Form verschaffen will, konzentriert sich auf die kurzen Zusammenfassungen zu Beginn der jeweiligen Kapitel. Hier sind die wesentlichen Fakten stichwortartig zusammengefasst, eine einheitliche Grafik erleichtert die Orientierung. Soll das Umweltengagement der Daimler AG genauer erfasst werden, stehen übersichtliche Tabellen, Grafiken und informative Textpassagen zur Verfügung. Hier werden die einzelnen Umweltaspekte bis ins kleinste Detail exakt beschrieben.

Mercedes-Benz beweist mit der serviceorientierten und attraktiven Dokumentationsreihe „Life Cycle“ erneut seine Vorreiterrolle bei diesem wichtigen Thema. Wie in der Vergangenheit, als das Vorgängermodell der neuen S-Klasse im Jahr 2005 als erstes Fahrzeug überhaupt das Umwelt-Zertifikat des TÜV Süd erhalten hat. Anfang 2009 wurde die Auszeichnung an den GLK verliehen, das erste SUV mit diesem Siegel. Die Modelle der A-, B-, C- und E-Klasse und nun die aktuelle S-Klasse Generation gehören gleichfalls zu den ausgezeichneten Baureihen – weitere werden folgen.



„Automobile Faszination und ökologische Verantwortung werden bei Mercedes-Benz gleichrangig realisiert“

Automobile Faszination und ökologische Verantwortung werden bei Mercedes-Benz gleichrangig realisiert; auf beiden Themenfeldern können unsere Designer und Ingenieure beachtliche Resultate vorweisen. Denn Mercedes-Personenwagen begeistern nicht nur durch ausgezeichnetes Design, erlebbaren Fahrspaß und höchste Sicherheit.

Sie zählen auch in Sachen Umweltverträglichkeit zu den Trendsettern. Das dokumentieren wir mit harten Zahlen, Daten und Fakten, die von unabhängigen Prüfern des Technischen Überwachungsvereins (TÜV Süd) kontrolliert und mit dem „Umwelt-Zertifikat“ honoriert werden.



Professor Dr. Herbert Kohler,
Umweltbevollmächtigter der Daimler AG

Das Umwelt-Zertifikat bestätigt unseren ganzheitlichen Ansatz bei Aspekten des Umweltschutzes auf Grundlage der strengen, internationalen ISO-Norm 14062 „Design for Environment“. Dieses Zertifikat hat in unserem Unternehmen bereits Tradition. Der TÜV Süd verlieh 2005 weltweit erstmals ein Umwelt-Zertifikat – für die damalige S-Klasse.

Mit dem neuen Zertifikat für den S 400 HYBRID steht Mitte 2009 erneut eine Weltpremiere an: Zum ersten Mal erhält ein Hybrid-Fahrzeug die begehrte Auszeichnung. In dieser Zeitspanne haben die TÜV- Kontrolleure das Umwelt-Zertifikat auch für die Limousine und das T-Modell der C-Klasse sowie für die A-, B- und E-Klasse sowie den GLK verliehen.

„Wir analysieren die Umweltverträglichkeit unserer Fahrzeuge über ihren gesamten Lebenszyklus.“

Wir bekennen uns zu unserer Gesamtverantwortung und nehmen diese Aufgabe wörtlich: Wir analysieren die Umweltverträglichkeit unserer Fahrzeuge über ihren gesamten Lebenszyklus – vom Entwicklungsprozess über die Produktion und langjährige Nutzung bis hin zur Altfahrzeug-Verwertung. Insgesamt kommen mehr als 40 000 Einzelprozesse auf den Prüfstand, deren Analyse, Berechnung und Bewertung schließlich ein umfassendes Öko-Profil ergibt. Es bildet die Grundlage für das Umwelt-Zertifikat und liefert gleichzeitig Erkenntnisse über weitere Potenziale, die wir bei unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit nutzen.

Informieren Sie sich auf den folgenden Seiten detailliert über das Umweltprofil des S 400 HYBRID. Diese S-Klasse ist in mehrfacher Hinsicht wegweisend. Zum einen ist dieses Topmodell das weltweit erste serienmäßige Hybrid-Fahrzeug mit Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie. Gleichzeitig macht die Antriebskonfiguration den S 400 HYBRID zur sparsamsten Luxuslimousine mit Ottomotor und dank der geringen Kohlendioxid-Emissionen sogar zum „CO₂-Champion der Luxusklasse“. Mit dieser einzigartigen Kombination aus faszinierendem automobilem Luxus und höchster Umweltverträglichkeit besetzt Mercedes-Benz erneut eine Vorreiterrolle.

„Mercedes-Personenwagen zählen auch in Sachen Umweltverträglichkeit zu den Trendsettern.“



Produktbeschreibung

S-Klasse – die erfolgreichste Luxuslimousine der Welt

Dynamisches Design, bestmöglicher Komfort und zukunftsweisende Innovationen – die Neuauflage der S-Klasse gilt erneut als Gradmesser des automobilen Fortschritts.

Zu den technologischen Highlights zählt der weltweit erste serienmäßige Hybridantrieb mit Lithium-Ionen-Batterie im S 400 HYBRID, der das Mercedes-Benz Spitzenmodell zur sparsamsten Luxuslimousine mit Ottomotor macht. Der Kraftstoffverbrauch von 7,9 Litern pro 100 Kilometer entspricht einem Kohlendioxidausstoß von 186 Gramm pro Kilometer. Der neue S 400 HYBRID avanciert damit zum „CO₂-Champion der Luxusklasse“.

Die für die S-Klasse typische Sicherheit steigert eine einzigartige Kombination neuartiger kamera- und radarbasierter Fahrer-Assistenzsysteme. Für ein Plus an Agilität und Fahrspaß sorgen die Direktlenkung und das modifizierte aktive Fahrwerk Active Body Control mit Seitenwindstabilisierung. Damit verfügt die aktuelle S-Klasse über die besten Voraussetzungen, den über-ragenden Erfolg der Vorgängermodelle fortzusetzen. Seit 1951, als der Typ 220 die legendäre Ahnenreihe der S-Klasse begründete, hat Mercedes-Benz rund 3,3 Millionen Fahrzeuge dieser Modellreihe verkauft.

- S 400 HYBRID – sparsamste Luxuslimousine mit Ottomotor
- Erstes Hybridmodell mit serienmäßiger Lithium-Ionen-Batterie
- Kraftstoffverbrauch 7,9 Liter pro 100 Kilometer, Kohlendioxidausstoß 186 g/km
- Einzigartige Kombination kamera- und radarbasierter Fahrer-Assistenzsysteme
- Agilität und Fahrspaß durch Direktlenkung und Active Body Control-Fahrwerk
- Neue Maßstäbe beim On-Board-Infotainment
- Bestmöglicher Fahr- und Innenraumkomfort
- Verkaufserfolg: Seit 1951 rund 3,3 Millionen Fahrzeuge dieser Modellreihe





S 400 HYBRID: Weltweit effizienteste Luxuslimousine mit Benzinmotor

Den Führungsanspruch beweist Mercedes-Benz mit dem neuen S 400 HYBRID, der als weltweit erstes Serienfahrzeug einen Hybridantrieb mit Lithium-Ionen-Batterie erhält. Die Kombination aus dem weiterentwickelten V6-Benzinmotor mit dem kompakten Hybridmodul macht den S 400 HYBRID zur weltweit effizientesten Luxuslimousine mit Ottomotor. Diese Werte sind verbunden mit einem souveränen Leistungspotenzial: Der modifizierte 3,5-Liter-Benzinmotor entwickelt 205 kW/279 PS, der Elektromotor 15 kW/20 PS sowie ein Startdrehmoment von 160 Newtonmetern.

Die kombinierte Leistung beträgt somit 220 kW/ 299 PS, das kombinierte maximale Drehmoment 385 Newtonmeter. Die hybride S-Klasse bietet alle Vorteile dieser Antriebsart: Eine komfortable ECO-Start-Stopp-Funktion schaltet den Motor automatisch ab, wenn die S-Klasse anhält – zum Beispiel an einer Ampel. Bei der Verzögerung wird durch die Rekuperation Bewegungsenergie zurückgewonnen und in der kompakten Lithium-Ionen-Batterie im Motorraum gespeichert. Bei Bedarf wird diese Energie wieder abgerufen, etwa zum Beschleunigen.



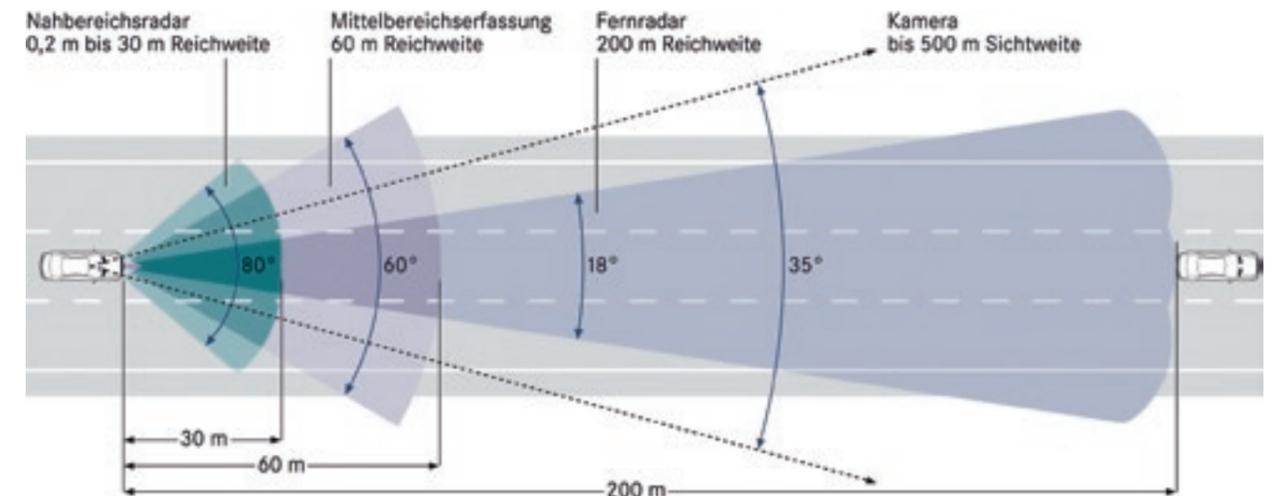
Einzigartige Kombination von Fahrer-Assistenzsystemen

Die Kombination modernster Assistenz- und Schutzsysteme machen die S-Klasse zu einem „denkenden“ Partner, der sehen, fühlen, bei erkannter Gefahr reflexartig reagieren und autonom handeln kann, um Unfälle zu verhindern oder die Unfallfolgen zu vermindern. Dabei setzt der Stuttgarter Automobilhersteller erstmals auch Kameras ein, die weit vorausschauen, die Umgebung des Fahrzeugs beobachten und typische kritische Situationen interpretieren können.

So etwa bei dem **Adaptiven Fernlicht-Assistenten**. Das System kann entgegenkommende oder vorausfahrende beleuchtete Fahrzeuge erkennen und steuert die Scheinwerfer so, dass sie stets die größtmögliche Leuchtwerte bieten, ohne andere Autofahrer zu blenden.

Als Neuheit verfügt der **Nachtsicht-Assistent PLUS** mit Infrarot-Kamera über die spezielle Fußgänger-Detektion: Sobald das System Fußgänger auf der Straße erkannt hat, werden sie in der Displayanzeige zusätzlich markiert, sodass sie für den Fahrer noch besser zu erkennen sind.

Als weiteres „vorausschauendes“ System für noch sichereres Autofahren ist der **Spurhalte-Assistent** erhältlich. Die Kamera an der Innenseite der Frontscheibe kann deutliche Fahrbahnmarkierungen erkennen, indem sie Kontrastunterschiede zwischen dem Straßenbelag und den Begrenzungslinien auswertet. Wenn das Fahrzeug unbeabsichtigt die Fahrspur verlässt, wird der Fahrer durch



kurze Lenkradvibrationen daran erinnert, gegenzulenken. Die Bilder der Frontscheiben-Kamera nutzt auch der neue, auf Wunsch lieferbare **Geschwindigkeitslimit-Assistent**, um Temposchilder beim Vorbeifahren zu detektieren und erkannte Geschwindigkeitsbegrenzungen auf dem Kombi-Display wiederzugeben.

Die Müdigkeitserkennung **ATTENTION ASSIST** warnt übermüdete Fahrer mit einem akustischen Signal und dem Hinweis im Kombi-Instrument „ATTENTION ASSIST. Pause!“

„Elektronische Knautschzone“ für maximalen Insassenschutz

Als weiteres radarbasiertes System bietet Mercedes-Benz für die S-Klasse die **PRE-SAFE®-Brems** an. Ist der Fahrer abgelenkt und registriert deshalb nicht die unmittelbare Gefahr eines Auffahrunfalls oder die Warnsignale eines

Assistenzsystems, so kann diese eingreifen und das Auto selbsttätig abbremsen: Handelt der Fahrer auch nach automatischer Teilbremsung nicht, aktiviert die PRE-SAFE®-Brems rund 0,6 Sekunden vor dem als unvermeidbar erkannten Aufprall die maximale Bremsleistung – und kann durch diese Vollbremsung die Aufprallschwere deutlich vermindern. So wirkt die PRE-SAFE®-Brems wie eine „elektronische Knautschzone“.

Darüber hinaus hat Mercedes-Benz das Fern- und Mittelbereichsradar für den **Bremsassistenten PLUS (BAS PLUS)** und den Abstandsregel-Tempomaten **DISTRONIC PLUS** optimiert.

Auch in puncto Fahrdynamik und Agilität erfüllt die S-Klasse höchste Ansprüche. Dazu tragen die **Direktlenkung** mit einer je nach Lenkwinkel variablen Übersetzung und die modifizierte **Active Body Control (ABC)** mit Seitenwindstabilisierung bei.

Für zusätzliche Sicherheit und Agilität im Grenzbereich sorgt in der S-Klasse 2009 die **Torque Vectoring Brake** – ein gezielter einseitiger Bremseneingriff am kurveninneren Hinterrad. Der Effekt ist eine definierte Drehbewegung des Fahrzeugs um die Hochachse, sodass die Limousine ohne Einbußen bei der Dynamik einlenkt.

Bestes Infotainment durch innovative Multimediatechnik

Dem souveränen Charakter und dem Anspruch als technischer Trendsetter entsprechend, setzt die S-Klasse 2009 auch Maßstäbe beim On-Board-Infotainment. So stattet der Stuttgarter Automobilhersteller als Weltpremiere die zentral in der Mittelkonsole untergebrachten Bedien- und Anzeigesysteme **COMAND** und **COMAND APS** auf Wunsch mit der neuen **SPLITVIEW**-Technik aus. Das innovative Display-Konzept ermöglicht es Fahrer und Beifahrer, auf ein und demselben Bildschirm zur gleichen Zeit unterschiedliche Inhalte zu verfolgen. Während beispielsweise der Fahrer die Kartennavigation nutzt, kann der Beifahrer einen Spielfilm auf DVD ansehen.

Mit dem auf Wunsch lieferbaren COMAND APS erhalten die S-Klasse Kunden noch mehr Hightech-Elektronik. Das Gerät ist zusätzlich mit einem europaweiten Navigationssystem ausgestattet, dessen Daten auf einer 40-Gigabyte-Festplatte gespeichert sind und deshalb eine besonders schnelle Routenberechnung ermöglichen. Zum hohen Navigationskomfort trägt ferner die detaillierte dreidimensionale Kartendarstellung bei.



Die SPLITVIEW-Technik feiert ihre Weltpremiere in der S-Klasse. Das System ermöglicht ein individuelles Infotainment-Programm für Fahrer und Beifahrer.

COMAND APS umfasst ferner die **LINGUATRONIC**-Sprachbedienung der neuesten Generation, die Navigation, Telefon und Audiogeräte per Ganzworteingabe steuert. Vorteil: Der Fahrer muss seine Befehle nicht mehr buchstabieren, sondern sagt bei der Zieleingabe, bei der Sender- oder Titelwahl aus dem Music Register sowie beim Aufrufen eines Namens aus dem gespeicherten Telefonbuch einfach, was er wünscht.

Ein perfektes Klangerlebnis garantiert das weiterentwickelte Surround-Soundsystem mit „**Logic7**“-Technologie, das Mercedes-Benz in Zusammenarbeit mit dem Audio-Spezialisten harman/kardon® entwickelte. Es sorgt für einen dreidimensionalen Klanggenuss, der sich vor allem durch ein natürliches 360-Grad-Musikerlebnis auf allen Plätzen bemerkbar macht.



Gültigkeitserklärung



Management Service

Gültigkeitserklärung:

Der nachfolgende Bericht enthält eine umfassende, genaue und sachgerechte Darstellung, die auf verlässlichen und nachvollziehbaren Informationen basiert.

Auftrag und Prüfgrundlagen:

Die TÜV SÜD Management Service GmbH hat die nachfolgende produktbezogene Umweltinformation der Daimler AG, bezeichnet als „Umwelt-Zertifikat Mercedes-Benz S-Klasse HYBRID“ mit Aussagen für die Fahrzeugtypen S300, S350, S350 CDI BlueEFFICIENCY, S400 HYBRID, S450, S450 CDI und S500 überprüft. Dabei wurden, soweit anwendbar, die Anforderungen aus den folgende Richtlinien und Standards berücksichtigt:

- DIN EN ISO 14040 und 14044 für die Aussagen zur Ökobilanz (Prinzipien und Allgemeine Anforderungen, Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung, Kritische Prüfung)
- DIN EN ISO 14020 (allgemeine Grundlagen von Umweltdeklarationen) und DIN EN ISO 14021 (Anforderungen an selbsterklärte Deklarationen)
- DIN Fachbericht ISO TR 14062 Integration von Umweltaspekten in Produktdesign und -entwicklung

Unabhängigkeit des Prüfers:

Die Unternehmensgruppe TÜV SÜD hat in der Vergangenheit und gegenwärtig keine Aufträge für die Beratung der Daimler AG zu produktbezogenen Umweltaspekten erhalten. Wirtschaftliche Abhängigkeiten der TÜV SÜD Management Service GmbH oder Verflechtungen mit der Daimler AG existieren nicht.

Ablauf der Prüfung und Prüftiefe:

Die Prüfung des Berichtes umfasste sowohl die Bewertung von Dokumenten als auch die Durchführung von Interviews mit wesentlichen Funktionen und Verantwortlichen für die Entwicklung der neuen S-Klasse HYBRID. Wesentliche Aussagen in der Umweltinformation wie Angaben zu Gewichten, Emissionen und Verbrauchsangaben wurden dabei bis zu den primären Messergebnissen bzw. Daten zurückverfolgt und bestätigt. Die Zuverlässigkeit der angewandten Methode der Ökobilanzierung wurde durch eine externe Kritische Prüfung entsprechend der Anforderung der DIN EN ISO 14040/44 abgesichert und bestätigt.

TÜV SÜD Management Service GmbH

München, den 16.04.2009

Dipl.-Ing. Ulrich Wegner
Produktmanagement Sustainable Development
Umweltgutachter

Dr. Ulrich Nagel
Leiter der Zertifizierungsstelle
Umweltgutachter

Verantwortlichkeiten:

Für den Inhalt des nachfolgenden Berichts ist vollständig die Daimler AG verantwortlich. Aufgabe der TÜV SÜD Management Service GmbH war es, die Richtigkeit und Glaubwürdigkeit der nachfolgenden Informationen zu prüfen und bei Erfüllung der Voraussetzungen zu bestätigen.

1 Produkt-Dokumentation

In diesem Abschnitt werden wesentliche umweltrelevante technische Daten der verschiedenen Varianten der aktuellen S-Klasse dokumentiert, auf die sich auch die Aussagen zu den allgemeinen Umweltthemen beziehen (Kapitel 2.1).

Die detailliert dargestellten Analysen zu Werkstoffen (Kapitel 1.2), zur Ökobilanz (Kapitel 2.2) oder zum Recyclingkonzept (Kapitel 2.3.1) beziehen sich jeweils auf den neuen S 400 HYBRID in Grundausstattung.



1.1 Technische Daten

Die folgende Tabelle dokumentiert wesentliche technische Daten der Varianten der aktuellen S-Klasse. Die jeweils umweltrelevanten Aspekte werden ausführlich im Umweltprofil in Kapitel 2 erläutert.

Kennzeichen	S 300	S 350	S 350 CDI BlueEFFICIENCY	S 400 HYBRID	S 450	S 450 CDI	S 500
Motorart	Ottomotor	Ottomotor	Dieselmotor	Ottomotor	Ottomotor	Dieselmotor	Ottomotor
Anzahl Zylinder (Stück)	6	6	6	6	8	8	8
Hubraum (effektiv) [cm ³]	2996	3498	2987	3498	4663	3996	5461
Leistung [kW]	170	200	173	205	250	235	285
Abgasnorm (erfüllt)	Euro 5	Euro 5	Euro 4	Euro 5	Euro 5	Euro 4	Euro 5
Gewicht DIN 70020 [kg] (ohne Fahrer und Gepäck)	1820	1820	1880	1880	1880	2015	1880
Abgasemissionen [g/km]							
CO ₂ :	219-222	234-237	199-201	186-189	249-255	240-245	258-262
NO _x :	0,019	0,015	0,198	0,017	0,026	0,227	0,041
CO:	0,182	0,236	0,033	0,216	0,358	0,09	0,47
THC: (für Benziner)	0,042	0,028	-	0,037	0,052	-	0,045
NMHC: (für Benziner)	0,037	0,025	-	0,032	0,045	-	0,040
THC+NO _x : (für Diesel)	-	-	0,217	-	-	0,257	-
PM: (für Diesel und Benzindirekteinspritzer)	-	-	0,003	-	-	0,005	-
Kraftstoffverbrauch NEFZ ges. [l/100km]	9,4-9,5	10,0-10,2	7,6	7,9*-8,1	10,6-10,9	9,1-9,3	11,0-11,2
Fahrgeräusch [dBA]	71	72	72	72	72	74	74

* NEFZ-Verbrauch S 400 HYBRID mit Standardbereifung 7,9 l/100 km

1.2 Werkstoffzusammensetzung

Die Gewichts- und Werkstoffangaben für den S 400 HYBRID wurden anhand der internen Dokumentation der im Fahrzeug verwendeten Bauteile (Stückliste, Zeichnungen) ermittelt. Für die Bestimmung der Recyclingquote und der Ökobilanz wird das Gewicht „fahrfertig nach DIN“ (ohne Fahrer und Gepäck, 90 Prozent Tankfüllung) zugrunde gelegt. Abbildung 1-1 zeigt die Werkstoffzusammensetzung des S 400 HYBRID nach VDA 231-106.

Beim S-Klasse Hybrid wird etwa die Hälfte des Fahrzeuggewichtes (52,6 Prozent) durch die Stahl-/Eisenwerkstoffe definiert. Danach folgen die Polymerwerkstoffe mit 18,6 Prozent und als drittgrößte Fraktion die Leichtmetalle (15 Prozent). Betriebsstoffe liegen bei einem Anteil von etwa 5,5 Prozent. Der Anteil der Buntmetalle und der sonstigen Werkstoffe (v. a. Glas) ist mit zirka 2,7 Prozent bzw. zirka 4,1 Prozent etwas geringer. Die restlichen Werkstoffe Prozesspolymere, Elektronik und Sondermetalle tragen mit knapp zwei Prozent zum Fahrzeuggewicht bei. Die Werkstoffklasse der Prozesspolymere setzt sich in dieser Studie insbesondere aus den Werkstoffen für die Lackierung zusammen.

Die Werkstofffraktion der Polymerwerkstoffe ist gegliedert in Thermoplaste, Elastomere, Duromere und unspezifische Kunststoffe. In der Gruppe der Polymere haben die Thermoplaste mit 14,4 Prozent den größten Anteil. Zweitgrößte

Fraktion der Polymerwerkstoffe sind die Elastomere mit 3,6 Prozent (vor allem Reifen).

Die Betriebsstoffe umfassen alle Öle, Kraftstoffe, Kühlflüssigkeit, Kältemittel, Bremsflüssigkeit und Waschwasser. Zur Gruppe Elektronik gehört nur der Anteil der Leiterplatten mit Bauelementen. Kabel und Batterien wurden gemäß ihrer Werkstoffzusammensetzung zugeordnet.

Als Hauptkomponenten des Hybridantriebs sind der Elektromotor, die Leistungselektronik, der Spannungswandler und die Hochvolt-Batterie (Lithium-Ionen-Technik) zu nennen. Daraus ergeben sich geringfügige Verschiebungen bei den Werkstofffraktionen (v. a. Metalle) gegenüber dem vergleichbaren Benziner S 350. Der Stahl-/Eisen-Anteil geht um zirka 1 Prozent zurück, dafür steigt vor allem der Anteil der Bunt- und Leichtmetalle sowie der Elektronikanteil.

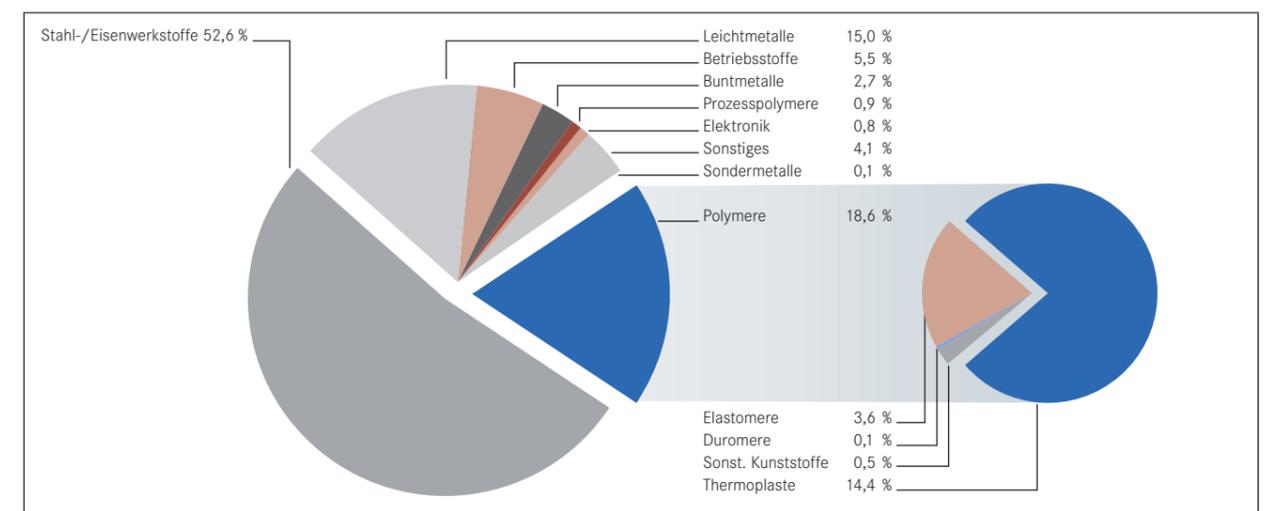


Abbildung 1-1: Werkstoffzusammensetzung des S 400 HYBRID

2 Umweltprofil

Das Umweltprofil dokumentiert zum einen allgemeine Umweltfeatures der aktuellen S-Klasse zu Themen wie Verbrauch, Emissionen oder Umweltmanagementsysteme. Zum anderen werden spezifische Analysen der Umweltperformance wie die Ökobilanz, das Recyclingkonzept sowie der Einsatz von Rezyklaten und nachwachsenden Rohstoffen für den S 400 HYBRID dargestellt.



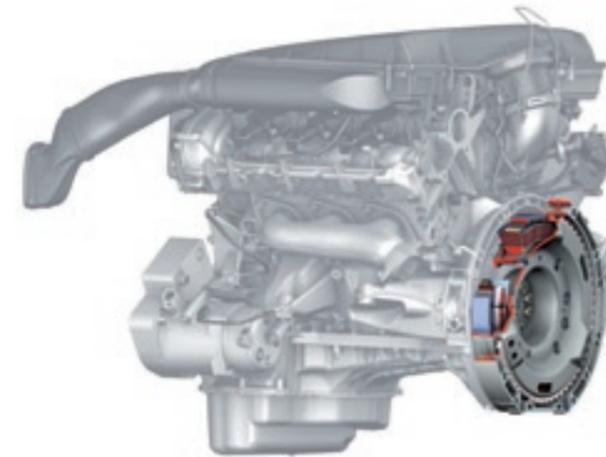
2.1 Allgemeine Umweltthemen

- Hybrid-Antriebsstrang mit optimiertem V6-Ottomotor, Permanentmagnet-Elektromotor und modifizierter 7G-TRONIC garantiert neben der Verbrauchsreduktion eine hohe Agilität
- Komplette Hybridfunktionen mit Start-Stopp-Automatik, Boosten und Bremsenergie-Rückgewinnung (Rekuperation)
- Anschauliche Darstellung der Betriebsmodi im Zentral- und COMAND-Display
- Das S-Klasse Herstellerwerk Sindelfingen verfügt seit 1996 über ein nach der EU-Ökoauditverordnung und der ISO-Norm 14001 zertifiziertes Umweltmanagementsystem
- Effektives Recyclingsystem und hohe Umweltstandards auch bei den Händlerbetrieben



Mit dem S 400 HYBRID bringt Mercedes-Benz im Sommer 2009 sein erstes Pkw-Modell mit Hybridantrieb auf den Markt. Die Kombination aus dem weiterentwickelten V6-Benzinmotor mit dem kompakten Hybridmodul macht den S 400 HYBRID zur derzeit weltweit sparsamsten Luxuslimousine mit Ottomotor. Der Verbrauch des S 400 HYBRID wird gegenüber dem vergleichbaren Benziner S 350 von 10,0 bis 10,2 l/100 km auf 7,9 bis 8,1 l/100 km – je nach Bereifung – gesenkt. Dies entspricht einer beachtlichen Verringerung von 21 Prozent.

Einen Bestwert markiert die S-Klasse mit HYBRID-Technologie bei den CO₂-Emissionen: Sie sinken auf 186-189 g/km. Neben diesen überzeugenden Leistungen beweist der S 400 HYBRID seine überragenden Qualitäten auch bei den Abgas-Emissionen. Die ab September 2009 geltenden strengen EURO-5-Grenzwerte werden deutlich unterschritten: bei den Stickoxiden um 72 %, bei den Kohlenwasserstoffen um 63 % und beim Kohlenmonoxid sogar um 78 %.



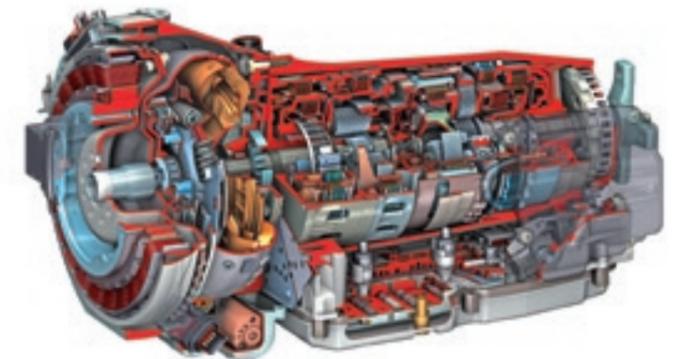
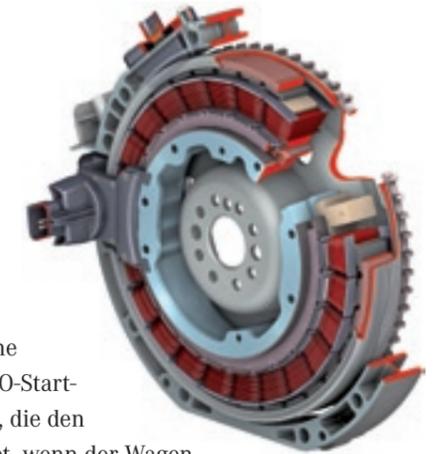
Kompaktes Hybridmodul: Der scheibenförmige Elektromotor ist zwischen dem Verbrennungsmotor und der 7G-TRONIC platziert und ersetzt gleichzeitig den Anlasser und die Lichtmaschine

Der neue Mercedes-Benz S 400 HYBRID ist mit einem umfangreich modifizierten Antriebsstrang ausgerüstet. Dazu gehören der weiterentwickelte 3,5-Liter-V6-Benzinmotor, der zusätzliche Permanentmagnet-Elektromotor, die für die Aufnahme des Hybridmoduls ausgelegte Siebenstufen-Automatik 7G-TRONIC, die erforderliche Leistungs- und Steuerungselektronik, der Spannungswandler sowie die Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie.

Bei dem kompakten Hybridmodul handelt es sich um einen scheibenförmigen 15-kW-Elektromotor, der auch als Anlasser und Lichtmaschine dient. Das System hilft Kraftstoff zu sparen, indem der Elektromotor den Verbrennungsmotor in der verbrauchsintensiven Beschleunigungsphase mit einem Drehmoment von maximal 160 Newtonmetern kraftvoll unterstützt (Boost-Effekt).

Eine weitere Verbrauchsreduzierung ergibt sich bei Überland- und Autobahnfahrten. Hier erkennt die intelligente Elektronik die Situation und verschiebt automatisch den sogenannten Lastpunkt des Verbrennungsmotors hin zu einem geringeren spezifischen Verbrauch, während die E-Maschine den Verbrennungsmotor mit zusätzlichem Drehmoment unterstützt.

Gleichzeitig verfügt das System über eine komfortable ECO-Start-Stopp-Funktion, die den Motor abschaltet, wenn der Wagen hält – zum Beispiel bei einem Ampelstopp. Bei der Verzögerung des Fahrzeugs arbeitet der Elektromotor als Generator und kann durch die sogenannte Rekuperation Bremsenergie zurückgewinnen. Der Elektromotor verstärkt dabei in nahtlos ineinander übergehenden Schritten die Motorbremse des Verbrennungstriebwerks und die klassischen Radbremsen. Die gewonnene Energie wird in einer leistungsfähigen, aber kompakten Lithium-Ionen-Batterie im Motorraum gespeichert und bei Bedarf wieder abgerufen. Das Management des komplexen Systems übernimmt ein Hochleistungs-Steuergerät, das ebenfalls motornah verbaut ist.



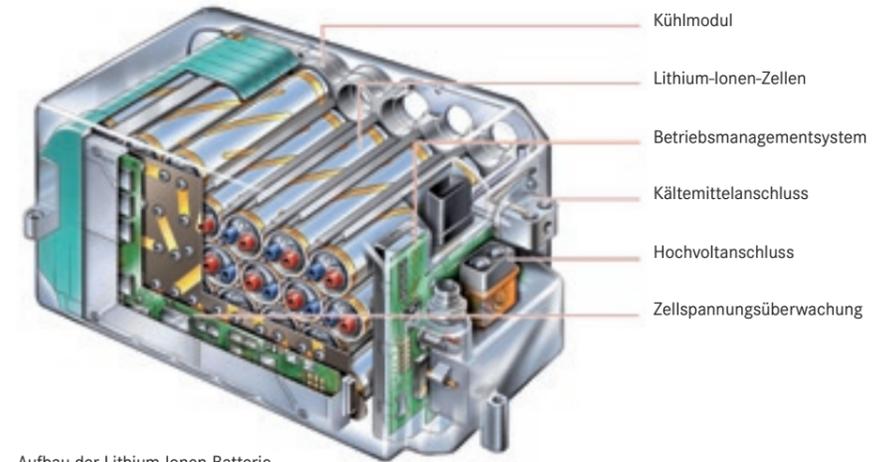
Das Hybridsystem bietet die typischen Vorteile dieser Antriebsart: Dazu gehören eine ECO-Start-Stopp-Funktion, die Bremsenergie zurückgewinnung und das Boosten zur Steigerung der Fahrleistungen.



Herzstück des modular aufgebauten Hybridantriebs ist die neue, speziell für den Einsatz in Fahrzeugen entwickelte Lithium-Ionen-Hochvoltbatterie, die Mercedes-Benz als weltweit erster Hersteller in einem Serienfahrzeug auf den Markt bringt. Wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Nickel-Metallhydrid-Batterien sind die höhere Energiedichte und der bessere elektrische Wirkungsgrad bei kompakteren Abmessungen und geringerem Eigengewicht (Abbildung 2-1).



Neben den fahrerseitigen Verbesserungen hat der Fahrer selbst einen entscheidenden Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Deshalb informiert ein Display in der Mitte des Tachometers über den aktuellen Kraftstoffverbrauch. Das übersichtliche Balkendiagramm reagiert spontan sobald der Autofahrer den Fuß vom Gaspedal nimmt und beispielsweise die Schubabschaltung des Motors nutzt. Zusätzlich kann der Fahrer den aktuellen Status des Hybridantriebs visuell verfolgen. Das Kombiinstrument informiert an zentraler Stelle mit einer separaten Anzeigefunktion über den jeweiligen Energiefluss beim Boosten und Rekuperieren sowie über den Ladezustand der Batterie.



Aufbau der Lithium-Ionen-Batterie

Auch in der Betriebsanleitung des S 400 HYBRID sind zusätzliche Hinweise für eine wirtschaftliche und umweltschonende Fahrweise enthalten. Weiterhin bietet Mercedes-Benz seinen Kunden ein „Eco Fahrtraining“ an. Die Ergebnisse dieses Trainings zeigen, dass sich der Kraftstoffverbrauch eines Personenwagens durch wirtschaftliche und energiebewusste Fahrweise um bis zu 15 Prozent vermindern lässt.

Der neue S 400 HYBRID steht beispielhaft für die Strategie von Mercedes-Benz. Deren erklärtes Ziel ist es, den Kunden der Marke sparsame und umweltverträgliche Premium-Automobile anzubieten – ohne Verzicht auf die markentypischen Eigenschaften Sicherheit, Komfort und souveränes Fahrerlebnis.

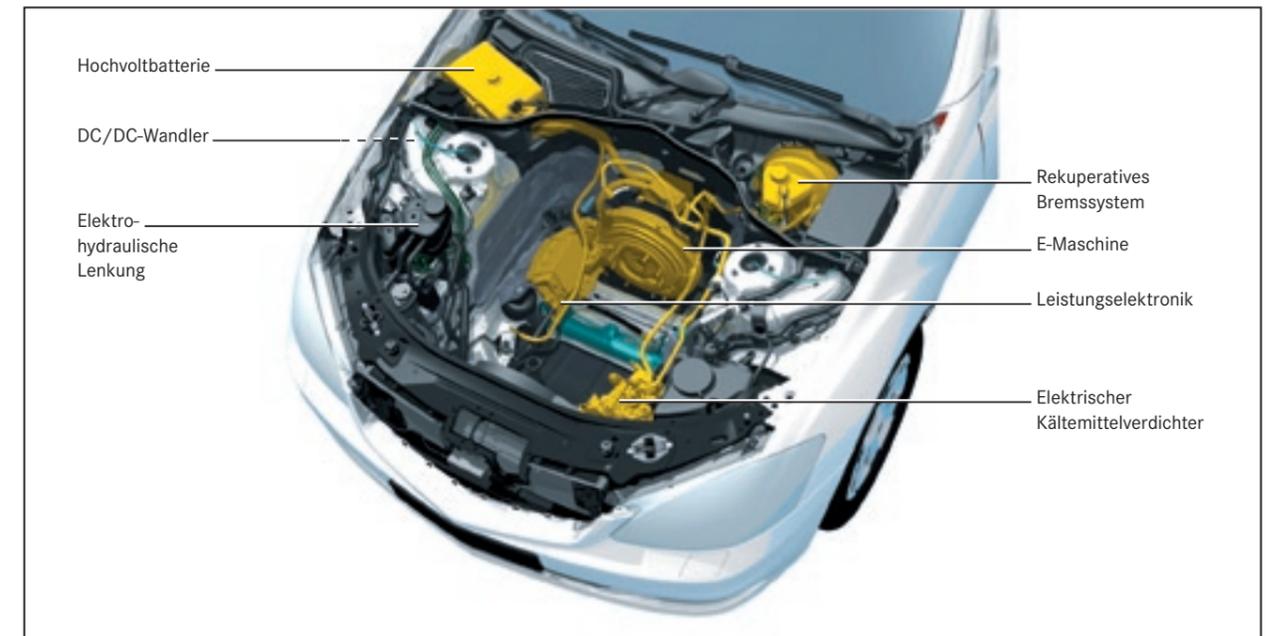


Abbildung 2-1: Hauptkomponenten Hybridantrieb S 400 HYBRID

Der S 400 HYBRID wird im hochmodernen Daimler-Werk Sindelfingen produziert. Die Fertigungsstätte verfügt bereits seit 1996 über ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem.



Zu den Entwicklungsschwerpunkten zählen modulare Antriebstechnologien, die je nach Fahrzeugklasse, Einsatzprofil und Kundenwunsch einzeln oder kombiniert eingesetzt werden – für die konkrete Produktumsetzung hat Mercedes-Benz in seiner „Road to the Future“ drei Schwerpunkte definiert:

- Die Optimierung der Verbrennungsmotoren – etwa durch Downsizing, Hochaufladung, Direkteinspritzung und die umweltschonende Diesels-technologie BlueTEC – sowie gezielte Maßnahmen am Fahrzeug, zum Beispiel in den Bereichen Aerodynamik, Leichtbau und Energiemanagement (BlueEFFICIENCY).
- Die weitere Effizienzsteigerung durch bedarfsgerechte Hybridisierung in unterschiedlichen Ausbaustufen – von der Start-Stopp-Funktion bis hin zum rein elektrisch fahrbaren Two-Mode-Hybrid.
- Das lokal emissionsfreie Fahren mit Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen.

Darüber hinaus engagiert sich das Unternehmen bei der Entwicklung von sauberen und alternativen Kraftstoffen. Auch die aktuelle S-Klasse ist bezüglich der Kraftstoffe fit für die Zukunft. Die EU-Pläne sehen einen steigenden Anteil an Biokraftstoffen vor.

Diesen Anforderungen wird die S-Klasse bereits heute gerecht, indem bei Ottomotoren ein Bio-Ethanol-Anteil von 10 % (E10) zulässig ist. Für Dieselmotoren ist ebenfalls ein 10%-Biokraftstoffanteil in Form von 7 % Biodiesel (B7 FAME) und 3 % hochwertigem, hydriertem Pflanzenöl zulässig. Die Dieselmotoren können auch mit SunDiesel betrieben werden, an dessen Entwicklung Mercedes-Benz maßgeblichen Anteil hat. SunDiesel ist raffiniert verflüssigte Biomasse. Vorteile sind die im Vergleich zu konventionellem, fossilem Diesel um knapp 90 Prozent geringeren CO₂-Emissionen dieses Brennstoffs, der zudem weder Schwefel noch gesundheitsschädliche Aromaten enthält. Die Eigenschaften des sauberen, synthetischen Treibstoffs lassen sich bei der Herstellung praktisch maßschneidern und optimal auf Motoren abstimmen. Doch das größte Plus ist die vollständige Nutzung der Biomasse. Anders als bei herkömmlichem Bio-Diesel, bei dem nur etwa 27 Prozent der in Rapspflanzen enthaltenen Energie in Kraftstoff umgewandelt werden, verwertet das Verfahren von CHOREN nicht nur die Ölsaart, sondern die ganze Pflanze.

Der S 400 HYBRID wird im Werk Sindelfingen gemeinsam mit anderen S-Klasse Modellen produziert. Motor, 7G-TRONIC-Automatikgetriebe und Elektromotor werden zunächst zu dem Hybridmodul zusammengefügt und anschließend als Einheit an das Produktionsband geliefert. Das Werk Sindelfingen besitzt bereits seit 1996 über ein nach der EU-Ökoauditverordnung und der ISO-Norm 14001 zertifiziertes Umweltmanagementsystem.



So ist z. B. die Lackiertechnik im Werk Sindelfingen nicht nur bezüglich der Technologie auf hohem Niveau, sondern auch bezüglich Umwelt- und Arbeitsschutz. Lebensdauer und Werterhalt werden durch einen Klarlack, der dank modernster Nanotechnologie deutlich kratzfester als herkömmlicher Lack ist, weiter gesteigert. Durch den Einsatz von Wasserbasislacken und Wasserfüller wurde die Lösemittel-Emission drastisch reduziert.

Auch in den Bereichen Vertrieb und After Sales sind bei Mercedes-Benz hohe Umweltstandards in eigenen Umweltmanagementsystemen verankert. Bei den Händlern nimmt Mercedes-Benz seine Produktverantwortung durch das MeRSy Recyclingsystem für Werkstattabfälle, Fahrzeug-Alt- und -Garantieteile sowie für Verpackungsmaterial wahr. Mit dem 1993 eingeführten Rücknahmesystem hat Mercedes-Benz auch im Bereich der Werkstattentsorgung und des Recyclings eine Vorbildfunktion innerhalb der Automobilbranche inne. Diese beispielhafte Serviceleistung im Automobilbau wird durchgängig bis zum Kunden angewandt. Die in den Betrieben gesammelten Abfälle, die bei Wartung/Reparatur unserer Produkte anfallen, werden über ein bundesweit organisiertes Netz abgeholt, aufbereitet und der Wiederverwertung zugeführt. Zu den „Klassikern“ zählen unter anderem Stoßfänger, Seitenverkleidungen, Elektronikschrott, Glasscheiben und Reifen. Auch das chlorfreie Kältemittel der Klimaanlage R134a, das keinen Beitrag zum Ozonabbau in der Stratosphäre leistet, wird dabei wegen des Beitrags zum Treibhauspotenzial



Bereits 1993 haben die Händlerbetriebe von Mercedes-Benz das Rücknahme- und Recyclingsystem MeRSy eingeführt und damit eine Führungsrolle auf diesem Gebiet besetzt.

einer fachgerechten Entsorgung zugeführt. Die Wiederverwendung gebrauchter Ersatzteile hat bei Mercedes-Benz ebenfalls eine lange Tradition. Bereits 1996 wurde die Mercedes-Benz Gebrauchteile Center GmbH (GTC) gegründet. Mit den qualitätsgeprüften Gebrauchtteilen ist das GTC ein fester Bestandteil des Service- und Teilegeschäfts für die Marke Mercedes-Benz.

Auch wenn es bei den Mercedes-Personenwagen aufgrund ihrer langen Lebensdauer in ferner Zukunft liegt, bietet Mercedes-Benz einen neuen innovativen Weg, Fahrzeuge umweltgerecht, kostenlos und schnell zu entsorgen. Für eine einfache Entsorgung steht Mercedes-Kunden ein flächendeckendes Netz an Rücknahmestellen und Demontagebetrieben zur Verfügung. Unter der kostenlosen Nummer 00800 1 777 7777 können sich Altabobesitzer informieren und erhalten umgehend Auskunft über alle wichtigen Details über die Rücknahme ihres Fahrzeugs.

2.2 Ökobilanz

Entscheidend für die Umweltverträglichkeit eines Fahrzeugs ist die Umweltbelastung durch Emissionen und Ressourcenverbrauch über den gesamten Lebenszyklus (vgl. Abbildung 2-2).

Das standardisierte Werkzeug zur Bewertung der Umweltverträglichkeit ist die Ökobilanz. Sie erfasst sämtliche Umweltwirkungen eines Fahrzeugs von der Wiege bis zur Bahre, das heißt, von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Gebrauch bis zur Verwertung.

- Mit der Ökobilanz erfasst Mercedes-Benz alle umweltrelevanten Auswirkungen eines Fahrzeugs von der Produktion über den Betrieb bis zur Entsorgung
- Für eine umfassende Beurteilung werden innerhalb jeder Lebenszyklusphase sämtliche Umwelteinträge bilanziert
- Viele Emissionen werden weniger durch den Fahrbetrieb als durch die Kraftstoffherstellung verursacht, zum Beispiel die Kohlenwasserstoff-(NMVOC-) und Schwefeldioxid-Emissionen
- Die detaillierten Untersuchungen umfassen unter anderem den Verbrauch und die Weiterverarbeitung von Ressourcen wie Bauxit (Aluminiumherstellung), Eisen- oder Kupfererz



In der Mercedes-Benz Pkw-Entwicklung werden Ökobilanzen für die Bewertung und den Vergleich verschiedener Fahrzeuge, Bauteile und Technologien eingesetzt.

Die Normen DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044 geben den Ablauf und die erforderlichen Elemente vor.

- 1. Untersuchungsrahmen**
stellt Ziel und Rahmen einer Ökobilanz klar.
- 2. Sachbilanz**
erfasst die Stoff- und Energieströme während aller Schritte des Lebensweges:
 - wie viel Kilogramm eines Rohstoffs fließen ein,
 - wie viel Energie wird verbraucht,
 - welche Abfälle und Emissionen entstehen usw.
- 3. Wirkungsabschätzung**
beurteilt die potenziellen Wirkungen des Produkts auf Mensch und Umwelt, wie beispielsweise Treibhauspotenzial, Sommersmogpotenzial, Versauerungspotenzial und Eutrophierungspotenzial.
- 4. Auswertung**
stellt Schlussfolgerungen dar und gibt Empfehlungen.



Abbildung 2-2: Überblick zur ganzheitlichen Bilanzierung



2.2.1 Datengrundlage

Um die Vergleichbarkeit der untersuchten Fahrzeuge sicherstellen zu können, wird grundsätzlich die ECE-Basisvariante untersucht. Der S 400 HYBRID (205 kW) wird dem vergleichbar motorisierten Benziner S 350 (200 kW) gegenübergestellt. Nachfolgend werden die der Bilanz zugrunde gelegten wesentlichen Randbedingungen tabellarisch dargestellt.

Projektziel	
Projektziel	<ul style="list-style-type: none"> Ökobilanz über den Lebenszyklus des S-Klasse Modells S 400 HYBRID als ECE-Basisvariante im Vergleich zum Benziner S 350. Überprüfung Zielerreichung „Umweltverträglichkeit“ und Kommunikation.
Projektumfang	
Funktionsäquivalent	S-Klasse Pkw (Basisvariante; Gewicht nach DIN 70020).
Technologie-/	Als zwei Varianten eines Fahrzeugtyps sind die untersuchten Fahrzeuge vergleichbar.
Produktvergleichbarkeit	Der S 400 HYBRID stellt gegenüber dem S 350 eine um 5 kW höhere Leistung zur Verfügung.
Systemgrenzen	<ul style="list-style-type: none"> Lebenszyklusbetrachtung für die Pkw-Herstellung, -Nutzung und -Verwertung. Die Bilanzgrenzen sollen nur von Elementarflüssen (Ressourcen, Emissionen, Ablagerungsgüter) überschritten werden.
Datengrundlage	<ul style="list-style-type: none"> Gewichtsangaben Pkw: MB-Stückliste (Stand: 01/2009). Werkstoffinformationen für modellrelevante fahrzeugspezifisch abgebildete Bauteile: MB-Stückliste, MB-interne Dokumentationssysteme, Fachliteratur. Fahrzeugspezifische Modellparameter (Rohbau, Lackierung, Katalysator etc.): MB-Fachbereiche. Standortspezifische Energiebereitstellung: MB-Datenbank. Werkstoffinformationen Standardbauteile: MB-Datenbank. Nutzung (Verbrauch, Emissionen): Typprüf-/Zertifizierungswerte. Nutzung (Laufleistung): Festlegung MB. Verwertungsmodell: Stand der Technik (siehe auch Kapitel 2.3.1.) Materialherstellung, Energiebereitstellung, Verarbeitungsverfahren und Transporte: GaBi-Datenbank-Stand SP14 (http://documentation.gabi-software.com); MB-Datenbank.
Allokationen	<ul style="list-style-type: none"> Für Materialherstellung, Energiebereitstellung, Verarbeitungsverfahren und Transporte wird auf GaBi-Datensätze und die dort zugrunde gelegten Allokationsmethoden zurückgegriffen. Keine weiteren spezifischen Allokationen.

Tabelle 2-1: Randbedingungen der Ökobilanz der S-Klasse

Projektumfang (Fortsetzung)	
Abschneidekriterien	<ul style="list-style-type: none"> Für Materialherstellung, Energiebereitstellung, Verarbeitungsverfahren und Transporte wird auf GaBi-Datensätze und die dort zugrunde gelegten Abschneidekriterien zurückgegriffen. Kein explizites Abschneidekriterium. Alle verfügbaren Gewichtsinformationen werden verarbeitet. Lärm und Flächenbedarf sind in Sachbilanzdaten heute nicht verfügbar und werden deshalb nicht berücksichtigt. „Feinstaub-“ bzw. Partikelemissionen werden nicht betrachtet. Wesentliche Feinstaubquellen (v. a. Reifen- und Bremsabrieb) sind unabhängig vom Fahrzeugtyp und somit für den Fahrzeugvergleich nicht ergebnisrelevant. Wartung und Fahrzeugpflege sind nicht ergebnisrelevant.
Bilanzierung	Lebenszyklus; in Übereinstimmung mit ISO 14040 und 14044 (Produktökobilanz).
Bilanzparameter	<ul style="list-style-type: none"> Werkstoffzusammensetzung nach VDA 231-106. Sachbilanzebene: Ressourcenverbrauch als Primärenergie, Emissionen wie z.B. CO₂, CO, NO_x, SO₂, NMVOC, CH₄, etc. Wirkungsabschätzung: Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP), Treibhauspotenzial (GWP), Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (POCP), Eutrophierungspotenzial (EP), Versauerungspotenzial (AP). Diese Wirkungsabschätzungsparameter basieren auf international akzeptierten Methoden. Sie orientieren sich an den im Rahmen eines EU-Projektes LIRECAR von der europäischen Automobilindustrie unter Beteiligung zahlreicher Stakeholder gewählten Kategorien. Die Abbildung von Wirkungspotenzialen zu Human- und Ökotoxizität ist nach heutigem Stand der Wissenschaft noch nicht abgesichert und deshalb nicht zielführend. Interpretation: Sensitivitätsbetrachtungen über Pkw-Modulstruktur; Dominanzanalyse über Lebenszyklus.
Softwareunterstützung	MB DfE-Tool. Dieses Tool bildet einen Pkw anhand des typischen Aufbaus und der typischen Komponenten einschließlich ihrer Fertigung ab und wird durch fahrzeugspezifische Daten zu Werkstoffen und Gewichten angepasst. Es basiert auf der Bilanzierungssoftware GaBi4.3 (http://www.pe-international.com/gabi).
Auswertung	Analyse der Lebenszyklusergebnisse nach Phasen (Dominanz). Die Herstellphase wird nach der zugrunde liegenden Pkw-Modulstruktur ausgewertet. Ergebnisrelevante Beiträge werden diskutiert.
Dokumentation	Abschlussbericht mit allen Randbedingungen.

Der zugrunde gelegte Schwefelgehalt im Kraftstoff beträgt 10 ppm. Somit ergeben sich bei der Verbrennung von einem Kilogramm Kraftstoff 0,02 Gramm Schwefeldioxid-Emissionen. Die Nutzungsphase wird mit einer Laufleistung von 300.000 Kilometern berechnet.

Im Rahmen der Ökobilanz werden die Umweltlasten der Verwertungsphase anhand der Standardprozesse Trockenlegung, Schredder sowie energetische Verwertung der Schredderleichtfraktion abgebildet. Ökologische Gut-schriften werden nicht erteilt.

2.2.2 Bilanzergebnisse S 400 HYBRID

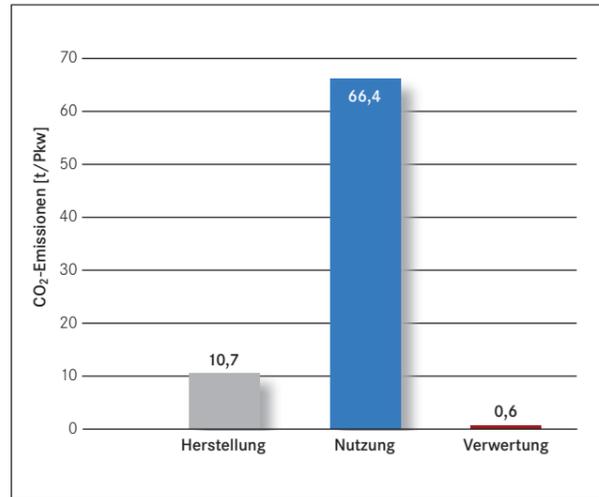


Abbildung 2-3: Gesamtbilanz der Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) in Tonnen

Über den gesamten Lebenszyklus des S 400 HYBRID ergeben die Berechnungen der Sachbilanz beispielsweise einen Primärenergieverbrauch von 1093 Gigajoule (entspricht dem Energieinhalt von zirka 33,5 Tonnen Superbenzin), einen Umwelteintrag von rund 78 Tonnen Kohlendioxid (CO₂), etwa 32 Kilogramm Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), zirka 40 Kilogramm Stickoxide (NO_x) und knapp 68 Kilogramm Schwefeldioxid (SO₂). Neben der Analyse der Gesamtergebnisse wird die Verteilung einzelner Umweltwirkungen auf die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus untersucht. Die Relevanz der jeweiligen Lebenszyklusphasen hängt von den jeweils betrachteten Umweltwirkungen ab. Für die CO₂-Emissionen und auch den Primärenergieverbrauch ist die Nutzungsphase mit einem Anteil von etwa 85 Prozent dominant (vgl. Abbildung 2-3).

Der Gebrauch eines Fahrzeugs entscheidet jedoch nicht ausschließlich über die Umweltverträglichkeit. Einige umweltrelevante Emissionen werden maßgeblich durch die Herstellung verursacht, zum Beispiel die SO₂- und NO_x-Emissionen (vgl. Abbildung 2-4). Daher muss die

Herstellungsphase in die Betrachtung der ökologischen Verträglichkeit einbezogen werden. Für eine Vielzahl von Emissionen ist heute weniger der Fahrbetrieb selbst, als vielmehr die Kraftstoffherstellung dominant, zum Beispiel für die Kohlenwasserstoff-(NMVOC-) und NO_x-Emissionen sowie die damit wesentlich verbundenen Umweltwirkungen wie das Photochemische Oxidantienbildungspotenzial (POCP: Sommersmog, Ozon) und das Versauerungspotenzial (AP).

Weiterhin muss für eine ganzheitliche und damit nachhaltige Verbesserung der mit einem Fahrzeug verbundenen Umweltwirkungen auch die End-of-Life-Phase berücksichtigt werden. Aus energetischer Sicht lohnt sich die Nutzung bzw. das Anstoßen von Recyclingkreisläufen.

Für eine umfassende Beurteilung werden innerhalb jeder Lebenszyklusphase sämtliche Umwelteinträge bilanziert. Neben den oben dargestellten Ergebnissen wurde beispielsweise ermittelt, dass Siedlungsabfälle und Haldengüter (vor allem Erzaufbereitungsrückstände und Abraum) hauptsächlich der Herstellungsphase entstammen, während die

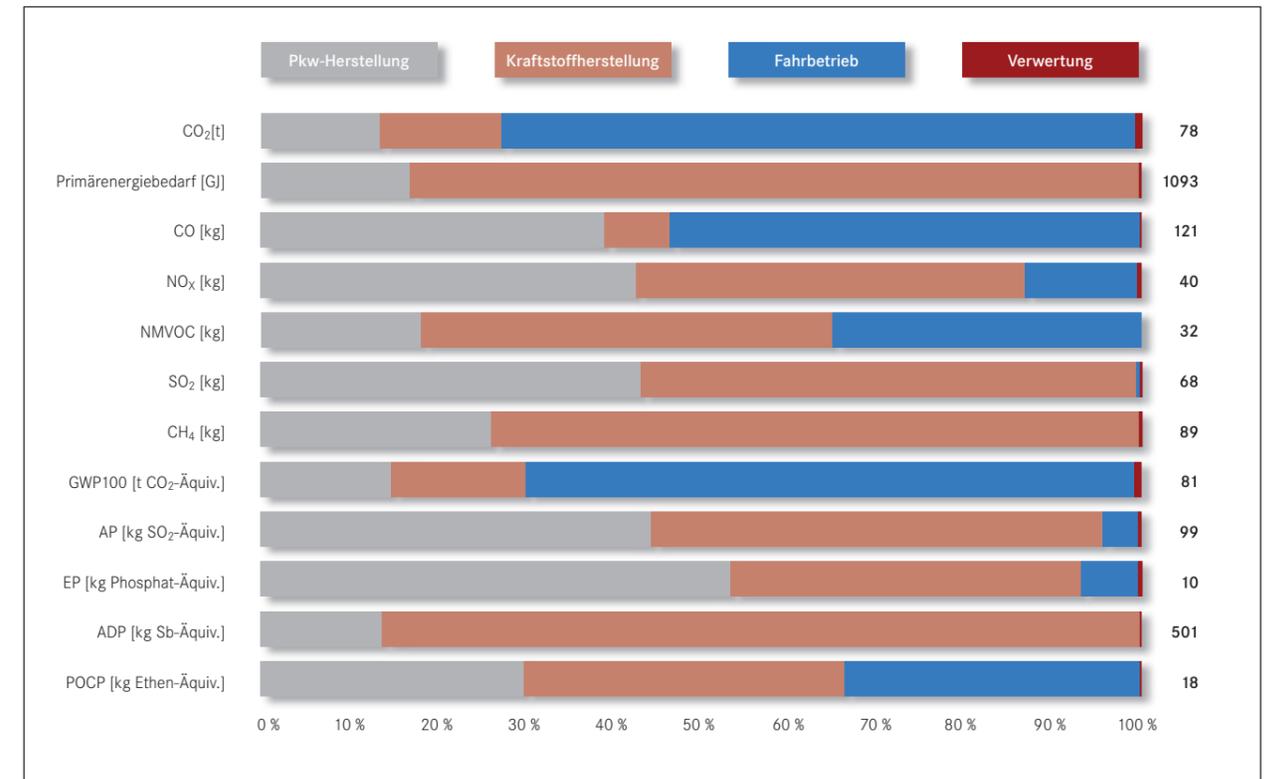


Abbildung 2-4: Anteil der Lebenszyklusphasen an ausgewählten Parametern

Sonderabfälle wesentlich durch die Benzinbereitstellung in der Nutzungsphase verursacht werden. Belastungen der Umwelt durch Emissionen in Wasser ergeben sich infolge der Herstellung eines Fahrzeugs insbesondere durch den Output an Schwermetallen, NO₃⁻- und SO₄²⁻-Ionen sowie durch die Größen AOX, BSB und CSB.

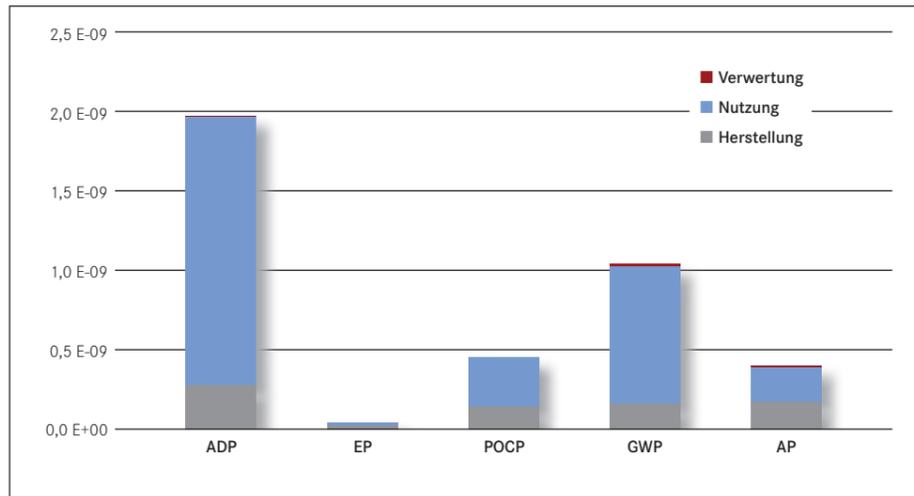


Abbildung 2-5: Normalisierte Darstellung des Lebenszyklus S 400 HYBRID [-/Pkw]

Um die Relevanz der Umweltwirkungen einordnen zu können, werden die Wirkkategorien abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP), Eutrophierungspotenzial (EP), Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (Sommersmog, POCP), Treibhauspotenzial (GWP) und Versauerungspotenzial (AP) für den Lebenszyklus des S 400 HYBRID in normalisierter Form dargestellt. Bei der Normalisierung wird das Bilanzergebnis in Bezug zu einem übergeordneten Referenzsystem gestellt, um ein besseres Verständnis der Bedeutung jedes Indikatorwertes zu erreichen. Als Referenzsystem wurde Europa zugrunde gelegt. Zur Normalisierung wurden die europäischen (EU25+3) Jahresgesamtwerte verwendet, der Lebenszyklus des S 400 HYBRID wurde auf ein Jahr aufgeschlüsselt. In Bezug auf die europäischen Jahreswerte nimmt der S 400 HYBRID bei ADP den größten Anteil ein, danach folgt GWP (vgl. Abbildung 2-5). Die Relevanz dieser beiden Wirkkategorien bezogen auf das Referenzsystem EU25+3 ist somit höher als die der restlichen untersuchten Wirkkategorien. Bei der Eutrophierung ist der Anteil am geringsten.

Neben der Analyse der Gesamtergebnisse wird die Verteilung ausgewählter Umweltwirkungen auf die Herstellung einzelner Module untersucht. Exemplarisch ist in Abbildung 2-6 die prozentuale Verteilung der Kohlendioxid- und der Schwefeldioxid-Emissionen auf einzelne Module dargestellt. Während bezüglich der Kohlendioxid-Emissionen der Rohbau dominiert, ist bei den Schwefeldioxid-Emissionen eine höhere Relevanz bei Modulen mit Edelmetallen sowie mit Glas zurückzuführen, die bei der Materialherstellung hohe Schwefeldioxid-Emissionen verursachen.

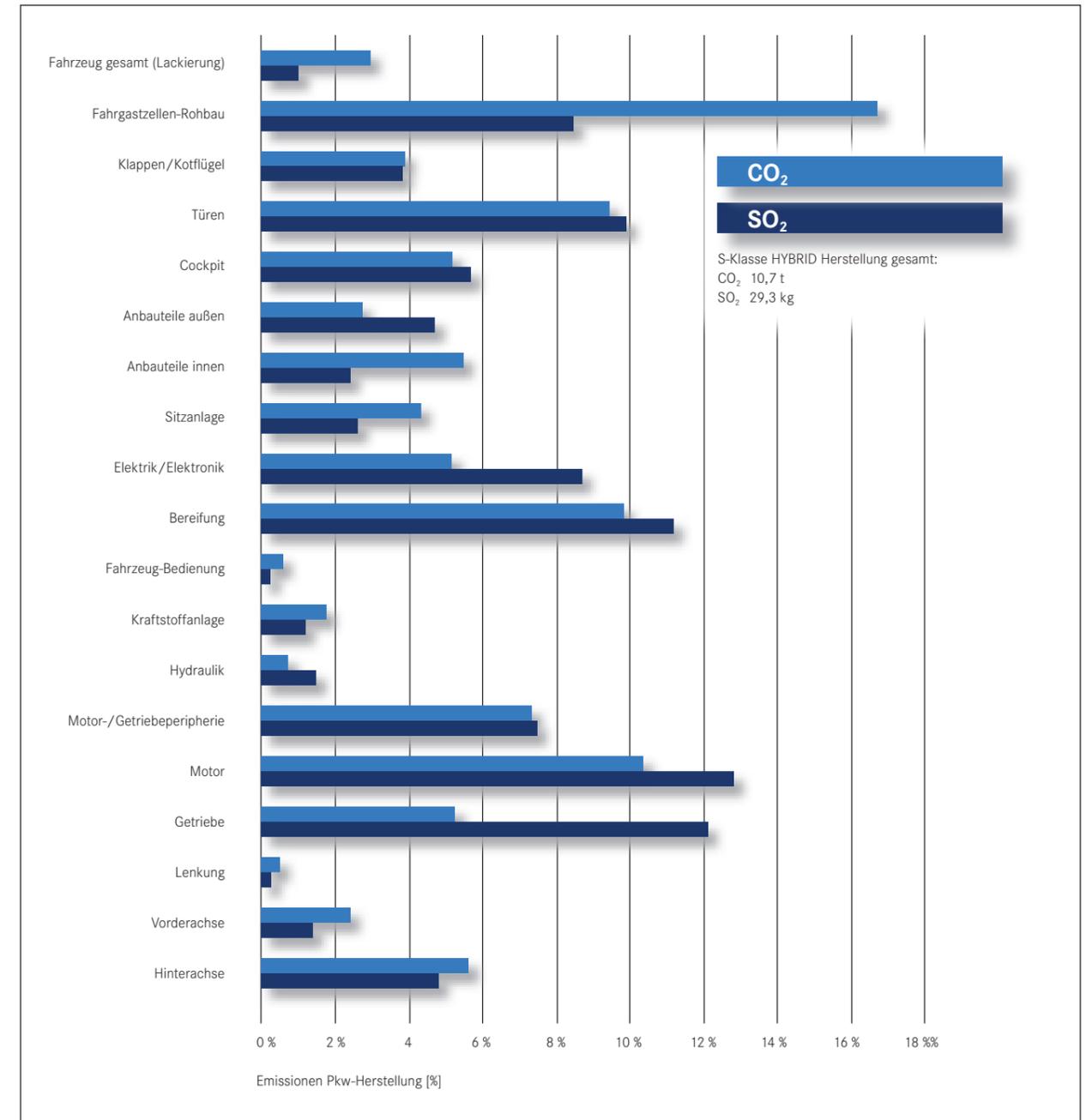


Abbildung 2-6: Verteilung ausgewählter Parameter (CO₂ und SO₂) auf die Module

2.2.3 Vergleich mit dem S 350



Parallel zur Untersuchung des S 400 HYBRID wurde eine Bilanz des vergleichbaren Benziners S 350 in der ECE-Basisvariante erstellt. Die zugrunde liegenden Randbedingungen sind mit der Modellierung des S 400 HYBRID identisch. Die Herstellung wurde auf Basis einer aktuellen Stückliste abgebildet. Die Nutzung wurde mit den aktuellen Zertifizierungswerten berechnet. Für die Verwertung wurde dasselbe, den Stand der Technik beschreibende Modell zugrunde gelegt.

Wie Abbildung 2-7 zeigt, weisen beide Fahrzeugmodelle in der Herstellung ähnlich hohe Kohlendioxid-Emissionen auf. Über die gesamte Laufzeit ergeben sich klare Vorteile für den S 400 HYBRID.

Die Produktion des S 400 HYBRID verursacht zu Beginn des Lebenszyklus etwas höhere CO₂-Emissionen als das Referenzfahrzeug S 350 (gesamt 10,7 Tonnen CO₂). Dies ist zurückzuführen auf die teilweise aufwendig zu fertigenden zusätzlichen Komponenten im Antriebsstrang (vor allem Batterie). In der sich daran anschließenden Nutzungsphase, bestehend aus Kraftstoffherstellung und Fahrbetrieb, emittiert der S 400 HYBRID zirka 66 Tonnen CO₂; insgesamt ergeben sich somit für Herstellung, Nutzung und Verwertung rund 78 Tonnen CO₂.

Bezogen auf das Vergleichsmodell S 350 ergeben sich für den S 400 HYBRID folgende Einsparungen:

- Reduzierung der CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus um 18 Prozent, die Menge entspricht etwa der 1,6-fachen jährlichen Pro-Kopf-Emission eines Durchschnitts-Europäers
- Deutlich reduzierter Kraftstoffverbrauch in der Nutzungsphase, dadurch geringerer Bedarf an energetischen Ressourcen
- Reduzierung des Primärenergiebedarfs über den gesamten Lebenszyklus inklusive einer Fahrleistung von 300.000 Kilometern um 17 Prozent, das entspricht einem Energieinhalt von 7000 Liter Benzin.



Für die Vergleichsrechnungen wurde der S 400 HYBRID dem konventionell angetriebenen Benzinmodell S 350 gegenübergestellt, der mit einem Verbrauch von 10,0 bis 10,2 l/100 km überzeugt. Dieser Wert wird vom S 400 HYBRID mit 7,9–8,1 l/100 km nochmals deutlich unterboten.

Die Herstellung des vergleichbaren Benziners S 350 schlägt mit 10,2 Tonnen CO₂ zu Buche. Bedingt durch den höheren Kraftstoffverbrauch emittiert der S 350 während der Nutzung 84 Tonnen CO₂. In Summe ergeben sich etwa 94 Tonnen CO₂-Emissionen.

Bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, bestehend aus Herstellung, Nutzung über 300.000 Kilometer und Verwertung, verursacht der S 400 HYBRID 18 Prozent (16,6 Tonnen) weniger CO₂-Emissionen als der S 350. Diese Reduzierung der CO₂-Emissionen entspricht durchaus relevanten Größenordnungen. Die Einsparung von ca. 16,6 Tonnen pro Fahrzeug entspricht etwa der 1,6-fachen jährlichen Pro-Kopf-Emission eines Durchschnitts-Europäers¹.

¹ European Environment Agency: EAA Report 05/2008, Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008.

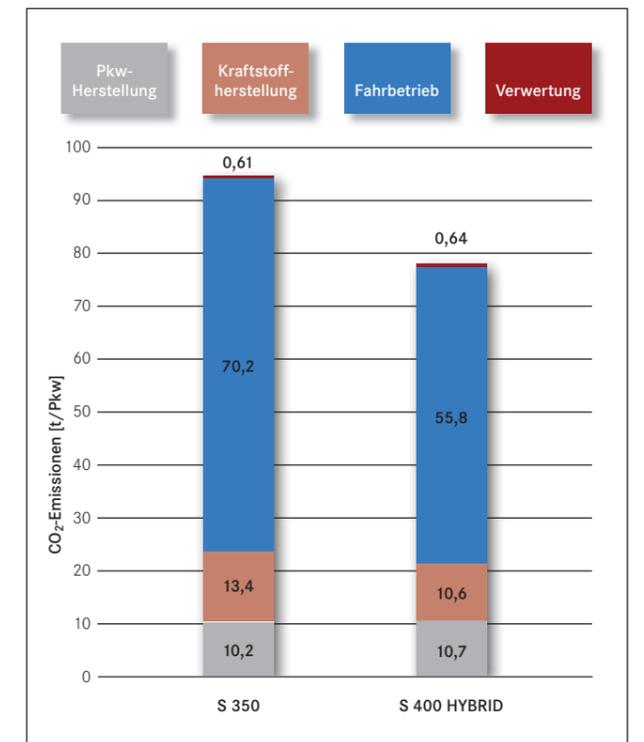


Abbildung 2-7: Gegenüberstellung der Kohlendioxid-Emissionen des S 400 HYBRID im Vergleich zum S 350 [t/Pkw]

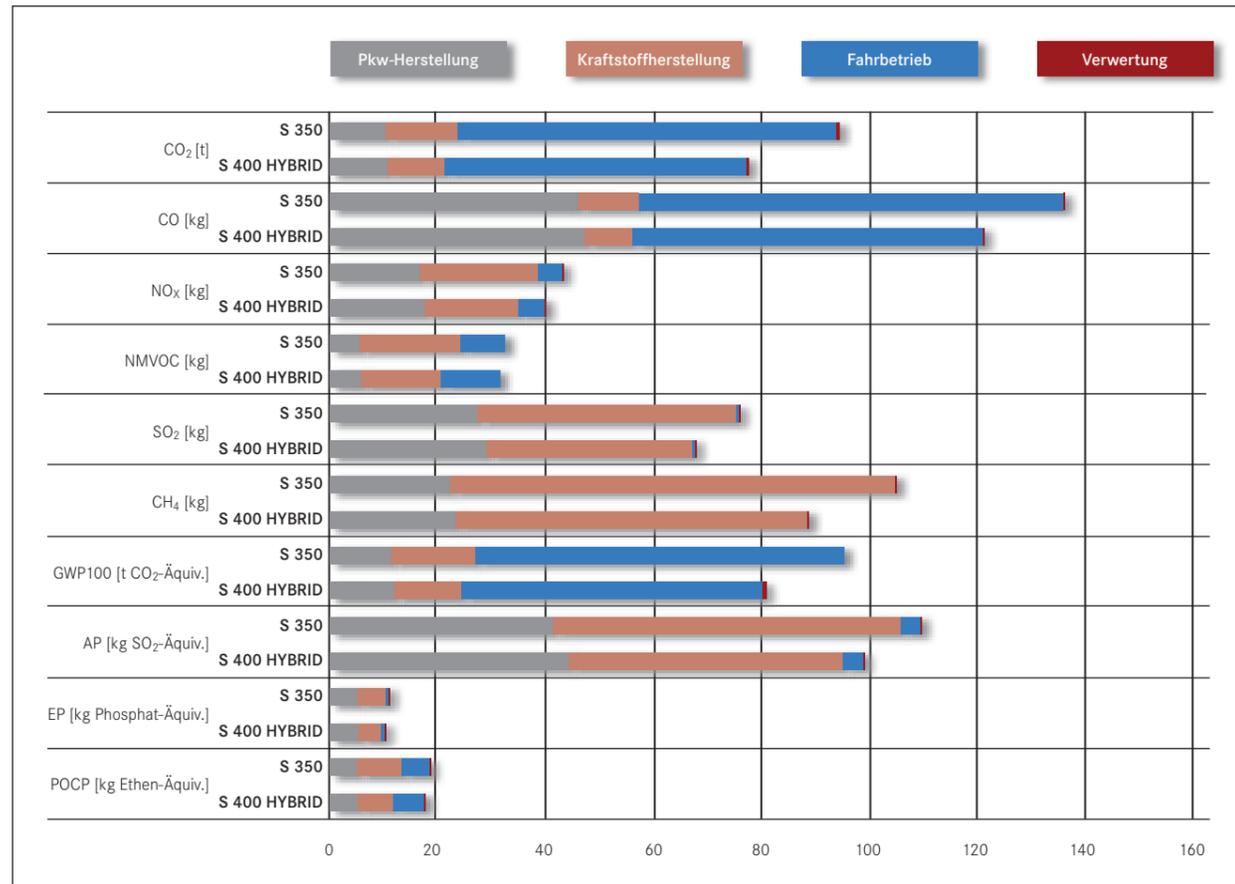


Abbildung 2-8: Ausgewählte Ergebnisparameter S 400 HYBRID und S 350 im Vergleich [Einheit/Pkw]

In Abbildungen 2-8 werden weitere Emissionen in Luft und die entsprechenden Wirkkategorien im Vergleich über die einzelnen Lebensphasen dargestellt. In der Herstellung liegt der S 350 jeweils etwas günstiger, über den gesamten Lebenszyklus zeigt der S 400 HYBRID dagegen deutliche Vorteile.

Auch der Ressourcenverbrauch wird in Summe um 18 Prozent reduziert (ADP = abiotischer Ressourcenverbrauch). Die darunter genannten Einzelwerte zeigen die Änderungen im Detail (vgl. Abbildung 2-9): Durch die leichten Verschiebungen im Materialmix verändert sich bei der Herstellung des S 400 HYBRID auch der Bedarf an stofflichen Ressourcen. Der Bauxitbedarf steigt beispielsweise aufgrund des höheren Aluminiumeinsatzes, ebenso der Eisenerzverbrauch. Der geringere Bedarf an energetischen

Ressourcen (Erdgas und Erdöl) ist vor allem auf den deutlich reduzierten Kraftstoffverbrauch in der Nutzung zurückzuführen. Über den gesamten Lebenszyklus können gegenüber dem Referenzfahrzeug 17 Prozent Primärenergie eingespart werden. Die Abnahme des Primärenergiebedarfs um 231 GJ entspricht dem Energieinhalt von rund 7000 Liter Benzin.

In Tabelle 2-2 und Tabelle 2-3 werden alle wesentlichen Ergebnisparameter der Ökobilanz in der Übersicht dargestellt. Die grau hinterlegten Zeilen in den Tabellen stellen übergeordnete Wirkkategorien dar. Sie fassen Emissionen gleicher Wirkung zusammen und quantifizieren deren Beitrag zu der jeweiligen Wirkung über einen Charakterisierungsfaktor, zum Beispiel den Beitrag zum Treibhauspotenzial in Kilogramm-CO₂-Äquivalent.

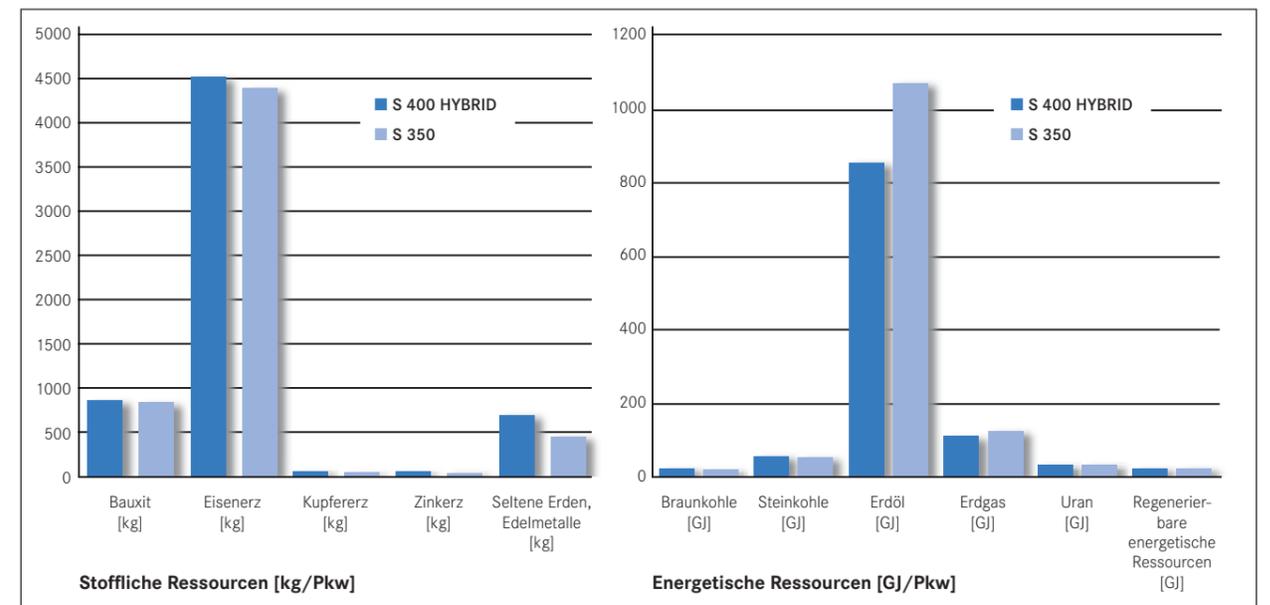
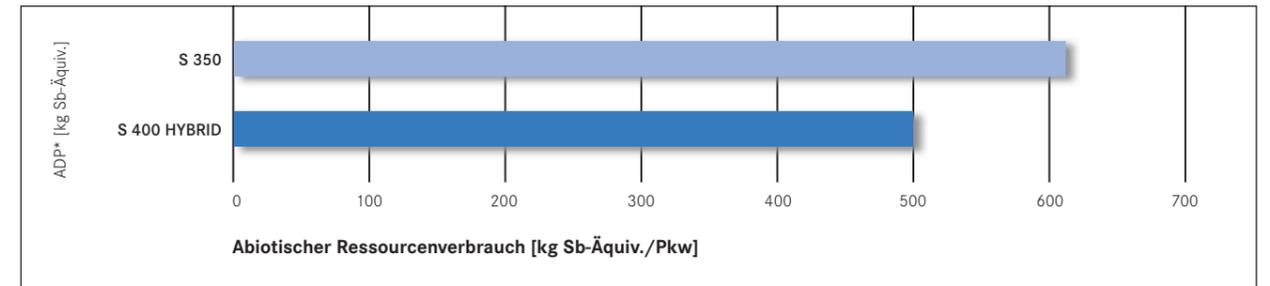


Abbildung 2-9: Ressourcenindex ADP und ausgewählte stoffliche und energetische Ressourcen S 400 HYBRID und S 350 im Vergleich [Einheit/Pkw]

Input-Ergebnisparameter

Ressourcen, Erze	S 400 HYBRID	S 350	Delta	Kommentar
			S 400 HYBRID – S 350	
ADP* [kg Sb-Äquiv.]	501	612	- 18 %	v. a. bedingt durch Kraftstoffherstellung
Bauxit [kg]	857	837	2 %	v. a. Aluminiumherst., geringerer Aluminiumanteil
Eisenerz [kg]	4514	4397	3 %	aus Stahlherstellung, höhere Stahlmasse
Kupfererz [kg]	55	38	45 %	v. a. Kupferherst., höhere Kupfermasse (Kabel, Elektromotor)
Zinkerz [kg]	53	38	42 %	Legierungselemente (diverse Quellen)
Seltene Erden/Edelmetallerze [kg]	695	448	55 %	Motor-/Getriebepерipherie (Abgasanlage), Komponenten Hybridantrieb
Dolomit [kg]	182	181	1 %	Magnesiumherstellung

Energieträger	S 400 HYBRID	S 350	Delta	Kommentar
			S 400 HYBRID – S 350	
Primärenergie [GJ]	1093	1324	- 17 %	Verbrauch von energetischen Ressourcen, deutlich geringer im Verbrauch zum Referenzfahrzeug, bedingt durch den Verbrauchsvorteil des S 400 HYBRID
Anteil aus				
Braunkohle [GJ]	19	19	0 %	ca. 75 % aus Pkw-Herstellung
Erdgas [GJ]	109	124	- 12 %	ca. 60 % aus Nutzung (Kraftstoffherstellung)
Erdöl [GJ]	857	1075	- 20 %	deutliche Reduktion aufgrund des geringeren Kraftstoffverbrauchs
Steinkohle [GJ]	54,4	53,3	2 %	ca. 90 % aus Pkw-Herstellung
Uran [GJ]	32,8	32,3	2 %	ca. 75 % Pkw-Herstellung, Rest v. a. Kraftstoffherstellung
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	20,7	21,2	- 2 %	

Tabelle 2-2: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I)

* CML 2001, Stand: Dezember 2007

Output-Ergebnisparameter

Emissionen in Luft	S 400 HYBRID	S 350	Delta	Kommentar
			S 400 HYBRID – S 350	
GWP* [t CO ₂ -Äquiv.]	80,8	97,9	- 17 %	v. a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen
AP* [kg SO ₂ -Äquiv.]	99	110	- 10 %	v. a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen
EP* [kg Phosphat-Äquiv.]	10,3	11,1	- 7 %	v. a. bedingt durch NO _x -Emissionen der
POCP* [kg Ethen-Äquiv.]	17,7	18,6	- 5 %	v. a. bedingt durch NMVOC-Emissionen
CO ₂ [t]	78	95	- 18 %	v. a. aus Fahrbetrieb. CO ₂ -Reduktion folgt direkt aus dem Minderverbrauch des S 400 HYBRID
CO [kg]	121	136	- 11 %	zu etwa gleichen Anteilen aus Pkw-Herstellung und Nutzung
NMVOC [kg]	120	138	- 13 %	der größte Teil kommt aus der Nutzung, hier überwiegt der Anteil aus der Kraftstoffherstellung
CH ₄ [kg]	89	105	- 16 %	folgt vor allem aus der Kraftstoffherstellung
NO _x [kg]	40	43	- 7 %	Anteil Pkw- und Kraftstoffherstellung liegt jeweils bei ca. 45 %. Rund 10 % aus dem Fahrbetrieb
SO ₂ [kg]	68	76	- 11 %	ca. 45 % aus Pkw-Herstellung, Rest vor allem aus der Kraftstoffherstellung

Emissionen in Wasser	S 400 HYBRID	S 350	Delta	Kommentar
			S 400 HYBRID – S 350	
BSB [kg]	0,94	0,95	- 1 %	v. a. aus der Pkw-Herstellung
Kohlenwasserstoffe [kg]	0,76	0,88	- 14 %	ca. 60 % aus Nutzung
NO ₃ ⁻ [g]	2296	2729	- 16 %	ca. 75 % aus Nutzung
PO ₄ ³⁻ [g]	56,0	64	- 13 %	ca. 65 % aus Nutzung
SO ₄ ²⁻ [kg]	31,4	34,8	- 10 %	ca. 55 % aus Nutzung

Tabelle 2-3: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (II)

* CML 2001, Stand: Dezember 2007

Auch in Tabelle 2-3 werden die übergeordneten Wirkungskategorien vorangestellt. Der S 400 HYBRID zeigt bei allen untersuchten Wirkkategorien Vorteile gegenüber dem S 350. Insgesamt wurde damit die Zielstellung, mit dem Hybrid eine Verbesserung der Umweltverträglichkeit gegenüber dem Referenzfahrzeug zu erzielen, erreicht.



2.3 Verwertungsgerechte Konstruktion

Mit der Verabschiedung der europäischen Altfahrzeug-Richtlinie (2000/53/EG) am 18. September 2000 wurden die Rahmenbedingungen zur Verwertung von Altfahrzeugen neu geregelt.

Ziele dieser Richtlinie sind die Vermeidung von Fahrzeugabfällen und die Förderung der Rücknahme, der Wiederverwendung und des Recyclings von Fahrzeugen und ihren Bauteilen. Die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Automobilindustrie sind:

- Aufbau von Rücknahmenetzen für Altfahrzeuge und für Altteile aus Reparaturen.
- Erreichen einer Gesamtverwertungsquote von 95 Prozent des Gewichts bis spätestens 01.01.2015.
- Nachweis zur Erfüllung der Verwertungsquote im Rahmen der Pkw-Typzertifizierung für neue Fahrzeuge ab 12/2008.
- Kostenlose Rücknahme aller Altfahrzeuge ab Januar 2007
- Bereitstellung von Demontageinformationen durch den Hersteller an die Altfahrzeugverwerter binnen sechs Monaten nach Markteinführung.
- Verbot der Schwermetalle Blei, sechswertiges Chrom, Quecksilber und Cadmium unter Berücksichtigung der Ausnahmeregelungen in Anhang II.

- Der S 400 HYBRID erfüllt bereits heute die ab 01.01.2015 geltende Verwertungsquote von 95 Gewichtsprozent
- Altfahrzeuge werden seit Januar 2007 kostenlos zurückgenommen
- Schwermetalle wie Blei, sechswertiges Chrom, Quecksilber oder Cadmium wurden eliminiert
- Mercedes-Benz verfügt bereits heute über ein leistungsfähiges Rücknahme- und Recyclingnetz, auch für die Lithium-Ionen-Batterien
- Das Mercedes-Gebrauchtteile Center leistet durch den Wiederverkauf geprüfter Gebrauchtteile einen wichtigen Beitrag zum Recyclingkonzept
- Schon bei der Entwicklung des S 400 HYBRID wurde auf Sortenreinheit und Demontagefreundlichkeit bestimmter Thermoplast-Bauteile wie Stoßfänger, Radlauf, Längsträger-, Unterboden- und Motorraumverkleidungen geachtet
- Detaillierte Demontageinformationen für alle Altfahrzeugverwerter mit dem „International Dismantling Information System“, kurz IDIS, elektronisch bereitgestellt



2.3.1 Recyclingkonzept S 400 HYBRID

Die Vorgehensweise zur Berechnung der Verwertbarkeit von Personenkraftwagen wird in der ISO-Norm 22628 – „Road vehicles – Recyclability and recoverability – calculation method“ geregelt.

Das Berechnungsmodell spiegelt den realen Prozessablauf beim Altfahrzeugrecycling wider und gliedert sich in folgende vier Stufen:

1. Vorbehandlung (Entnahme aller Betriebsflüssigkeiten, Demontage der Reifen, der Batterie und der Katalysatoren sowie Zünden der Airbags).
2. Demontage (Ausbau von Ersatzteilen und/oder Bauteilen zum stofflichen Recycling).
3. Abtrennung der Metalle im Schredderprozess.
4. Behandlung der nichtmetallischen Restfraktion (Schredderleichtfraktion SLF).

Für den S-Klasse HYBRID wurde das Recyclingkonzept parallel zur Entwicklung des Fahrzeugs erstellt, indem für jede Stufe des Prozessablaufs die einzelnen Bauteile bzw. Werkstoffe analysiert wurden. Auf Basis der für die einzelnen Schritte festgelegten Mengenströme ergibt sich die Recycling- bzw. Verwertungsquote des Gesamtfahrzeugs.

Mit dem erstmaligen Einsatz einer Lithium-Ionen-Batterie in einem Hybrid-Serienmodell stellen sich auch neue Herausforderungen im Bereich der Entsorgung und des Recyclings. In Zusammenarbeit mit dem Lieferanten und den Entsorgungspartnern wurden innovative Recyclingkonzepte entwickelt, die eine Wiedergewinnung der wertvollen Inhaltsstoffe ermöglichen.

Beim Altfahrzeugverwerter werden im Rahmen der Vorbehandlung die Flüssigkeiten, die Batterie, der Ölfilter, die Reifen sowie die Katalysatoren demontiert. Die Airbags werden mit einem für alle europäischen Automobilhersteller einheitlichen Gerät gezündet.

Bei der Demontage werden zunächst die Pflichtbauteile entsprechend der europäischen Altfahrzeugrichtlinie entnommen. Danach werden zur Verbesserung des Recyclings zahlreiche Bauteile und Baugruppen demontiert, die als gebrauchte Ersatzteile direkt verkauft werden oder als Basis für die Herstellung von Austauschteilen dienen.

Die Wiederverwendung gebrauchter Ersatzteile hat bei Mercedes-Benz eine lange Tradition. Bereits 1996 wurde die Mercedes-Benz Gebrauchteile Center GmbH (GTC) gegründet. Mit den qualitätsgeprüften Gebrauchtteilen ist das GTC ein fester Bestandteil des Service- und Teilegeschäfts für die Marke Mercedes-Benz und leistet einen wichtigen Beitrag zur zeitwertgerechten Reparatur unserer Fahrzeuge. Neben den Gebrauchtteilen werden im Rahmen der Fahrzeugdemontage gezielt Materialien entnommen, die mit wirtschaftlich sinnvollen Verfahren recycelt werden können. Hierzu gehören neben Bauteilen aus Aluminium und Kupfer auch ausgewählte große Kunststoffbauteile.



Abbildung 2-10: Stoffströme im Recyclingkonzept S 400 HYBRID

Im Rahmen der Entwicklung der S-Klasse wurden diese Bauteile gezielt auf ihr späteres Recycling hin vorbereitet. Neben der Sortenreinheit von Materialien wurde auch auf eine demontagefreundliche Konstruktion relevanter Thermoplast-Bauteile wie zum Beispiel Stoßfänger, Radlauf-, Längsträger-, Unterboden- bzw. Motorraumverkleidungen geachtet. Darüber hinaus sind alle Kunststoffbauteile entsprechend der internationalen Nomenklatur gekennzeichnet.

Beim anschließenden Schredderprozess der Restkarosse werden zunächst die Metalle abgetrennt und in den Prozessen der Rohmaterialproduktion stofflich verwertet. Der verbleibende, überwiegend organische Rest wird in verschiedene Fraktionen getrennt und in rohstofflichen oder energetischen Verwertungsverfahren einer umweltgerechten Nutzung zugeführt. Insgesamt wurde mit der beschriebenen Prozesskette eine stoffliche Recyclingfähigkeit von 85 Prozent und eine Verwertbarkeit von 95 Prozent gemäß dem Berechnungsmodell nach ISO 22628 für den S 400 HYBRID im Rahmen der Fahrzeug-Typgenehmigung nachgewiesen (siehe Abbildung 2-10).

2.4 Rezyklateinsatz

- Beim S 400 HYBRID bestehen 45 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 21,2 Kilogramm anteilig aus hochwertigen rezyklierten Kunststoffen
- Dazu gehören unter anderem Radlaufverkleidungen, Kabelkanäle oder Unterbodenverkleidungen
- Rezyklat-Werkstoffe werden möglichst aus fahrzeugbezogenen Abfallströmen gewonnen: die vorderen Radlaufverkleidungen werden aus aufgearbeiteten Fahrzeugkomponenten hergestellt



Neben den Anforderungen zur Erreichung von Verwertungsquoten sind die Hersteller im Rahmen der europäischen Altfahrzeugrichtlinie 2000/53/EG innerhalb Artikel 4 Absatz 1 (c) aufgefordert, bei der Fahrzeugherstellung verstärkt Recyclingmaterial zu verwenden und dadurch die Märkte für Rezyklat-Werkstoffe entsprechend auf- bzw. auszubauen. Um diesen Vorgaben zu entsprechen, wird in den Lastenheften neuer Mercedes-Modelle festgeschrieben, den Rezyklat-Anteil in den Pkw-Modellen kontinuierlich zu erhöhen.

Der Schwerpunkt der entwicklungsbegleitenden Untersuchungen zum Rezyklat-Einsatz liegt im Bereich der thermoplastischen Kunststoffe. Im Gegensatz zu Stahl- und Eisenwerkstoffen, bei denen bereits im Ausgangsmaterial ein Anteil sekundärer Werkstoffe beigemischt wird, muss bei den Kunststoffanwendungen eine separate Erprobung und Freigabe des Recycling-Materials für das jeweilige Bauteil durchgeführt werden. Dementsprechend werden

die Angaben zum Rezyklat-Einsatz bei Personenwagen lediglich für thermoplastische Kunststoffbauteile dokumentiert, da nur dieser innerhalb der Entwicklung beeinflusst werden kann.

Die für das Bauteil geltenden Anforderungen bezüglich Qualität und Funktionalität müssen mit den Rezyklat-Werkstoffen ebenso erfüllt werden wie mit vergleichbarer Neuware. Um auch bei Engpässen auf dem Rezyklat-Markt die Pkw-Produktion sicherzustellen, darf wahlweise auch Neuware verwendet werden.

Bei der S-Klasse können insgesamt 45 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 21,2 kg anteilig aus hochwertigen rezyklierten Kunststoffen hergestellt werden. Das Potenzial zum Einsatz von Kunststoff-Rezyklaten ist auf Anwendungsfelder im nicht sichtbaren Bereich beschränkt und heute bereits weitgehend ausgeschöpft. Typische Anwendungsfelder sind Radlaufverkleidungen, Kabelkanäle, Unterbodenverkleidungen, welche überwiegend aus dem Kunststoff Polypropylen bestehen (s. Abbildung 2-12).

Eine weitere Zielsetzung ist es, die Rezyklat-Werkstoffe möglichst aus fahrzeugbezogenen Abfallströmen zu gewinnen, um dadurch Kreisläufe zu schließen. So wird beispielsweise bei den vorderen Radlaufverkleidungen der S-Klasse ein Rezyklat eingesetzt, das sich aus aufgearbeiteten Fahrzeugkomponenten zusammensetzt (siehe Abbildung 2-13): Gehäuse von Starterbatterien, Stoßfänger-Verkleidungen aus dem Mercedes-Benz Recycling-System und Produktionsabfälle aus der Cockpit-Fertigung.



Abbildung 2-13: Rezyklat-Einsatz am Beispiel Radlaufverkleidung



Abbildung 2-12: Rezyklat-Einsatz in der S-Klasse

2.5 Einsatz nachwachsender Rohstoffe

- 27 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 42,7 Kilogramm werden unter der Verwendung von Naturmaterialien hergestellt
- Nachwachsende Rohstoffe werden hauptsächlich im Innenraum der S-Klasse verwendet
- Halterelemente der Sitzlehnenverkleidung werden aus den Produktionsabfällen des Verkleidungsteiles im Spritzguss-Prozess hergestellt, ein für nachwachsende Rohstoffe erstmalig in Serie eingesetztes Verfahren
- Olivenkoks dient als Aktivkohlefilter und adsorbiert die Kohlenwasserstoff-Emissionen, wobei sich der Filter während des Fahrbetriebs selbstständig regeneriert.
- Die Nutzung von Naturfasern ergibt im Vergleich zu Glasfasern meist eine Reduktion des Bauteilgewichts



Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe konzentriert sich im Fahrzeugbau auf Anwendungen im Interieur. Als Naturfasern kommen bei der S-Klasse Kokos-, Holz- und Baumwollfasern in Kombination mit unterschiedlichen Polymerwerkstoffen zum Serieneinsatz. Durch den Einsatz von Naturstoffen im Automobilbau ergibt sich eine Reihe von Vorteilen:

- Die Nutzung von Naturfasern ergibt im Vergleich zur Verwendung von Glasfasern meist eine Reduktion des Bauteilgewichts.
- Nachwachsende Rohstoffe tragen dazu bei, den Verbrauch fossiler Ressourcen wie Kohle, Erdgas und Erdöl zu reduzieren.
- Sie können mit etablierten Technologien verarbeitet werden. Die daraus hergestellten Produkte sind in der Regel gut verwertbar.
- Im Falle der energetischen Verwertung weisen sie eine nahezu neutrale CO₂-Bilanz auf, da nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie die Pflanze in ihrem Wachstum aufgenommen hat.

In der S-Klasse werden insgesamt 27 Bauteile mit einem Gesamtgewicht knapp 43 Kilogramm unter der Verwendung von Naturmaterialien hergestellt. Die Arten und Anwendungsfelder der nachwachsenden Rohstoffe sind in Tabelle 2-4 als Übersicht dargestellt.

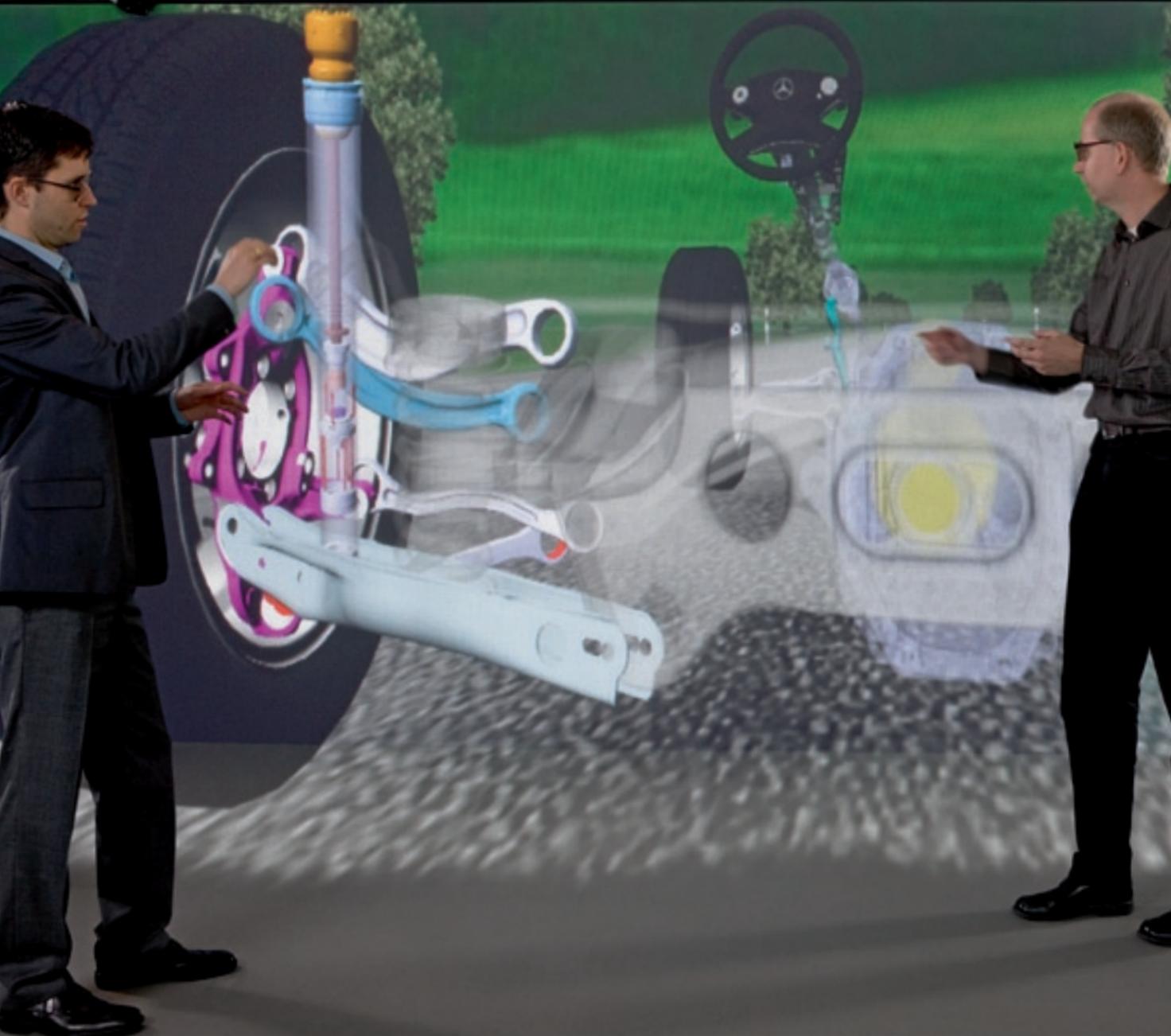
Rohstoff	Anwendung
Holzfasern	Türbelag-Innenteil vorne, hinten, Verkleidung Lehne Fahrersitz inkl. Spritzguss-Aufnahmehaken
Baumwolle, Wolle	Abdämpfungen, Verkleidungen Radeinbau vorne, hinten, Bezüge Sitzanlage
Bastfaser	Verkleidung Hutablage
Kokosfaser, Naturlatex	Auflagen Lehne Fahrersitz
Holz furnier	Zierstäbe, Blenden
Olivenkerne	Aktivkohlefilter

Tabelle 2-4: Anwendungsfelder für nachwachsenden Rohstoffe in der S-Klasse



Abbildung 2-14: Verkleidung Sitzlehne aus nachwachsenden Rohstoffen

Die an der Sitzlehnenverkleidung befestigten Halterelemente werden direkt aus den Produktionsabfällen des Verkleidungsteiles hergestellt und ermöglichen somit eine interne Kreislaufführung von Materialien (s. Abbildung 2-14). Die Herstellung der Halter erfolgt im Spritzguss-Prozess, ein für nachwachsende Rohstoffe erstmalig in Serie eingesetztes Verfahren. Zur Tankentlüftung greifen die Mercedes-Ingenieure ebenfalls auf einen Rohstoff aus der Natur zurück: Als Aktivkohlefilter dient Olivenkoks. Das offenporige Material adsorbiert die Kohlenwasserstoff-Emissionen und regeneriert sich von selbst.



3 Prozess-Dokumentation

Entscheidend für die Verbesserung der Umweltverträglichkeit eines Fahrzeugs ist, die Belastung der Umwelt durch Emissionen und Ressourcenverbrauch während des gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Die Höhe der ökologischen Lasten eines Produkts wird bereits weitgehend in der frühen Entwicklungsphase festgelegt. Korrekturen an der Produktgestaltung sind später nur noch unter hohem Aufwand zu realisieren. Je früher die umweltgerechte Produktentwicklung („Design for Environment“) in den Entwicklungsprozess integriert ist, desto größer ist der Nutzen hinsichtlich einer Minimierung von Umweltlasten und -kosten. Prozess- und produktintegrierter Umweltschutz muss in der Entwicklungsphase des Produkts verwirklicht werden. Später können Umweltbelastungen häufig nur noch mit nachgeschalteten „End-of-the-Pipe-Maßnahmen“ reduziert werden.

„Wir entwickeln Produkte, die in ihrem Marktsegment besonders umweltverträglich sind“ – so lautet die zweite Umwelt-Leitlinie des Daimler-Konzerns. Sie zu verwirklichen verlangt, den Umweltschutz gewissermaßen von Anfang an in die Produkte einzubauen. Eben dies sicherzustellen ist Aufgabe der umweltgerechten Produktentwicklung. Unter dem Leitsatz „Design for Environment“ (DfE) erarbeitet sie ganzheitliche Fahrzeugkonzepte. Ziel ist es, die Umweltverträglichkeit objektiv messbar zu verbessern und zugleich auch den Wünschen der immer zahlreicheren Kunden entgegenzukommen, die auf Umweltaspekte wie die Reduzierung von Verbrauch und Emissionen oder die Verwendung umweltverträglicher Materialien achten.



Unter dem Leitsatz „Design for Environment“ erarbeitet die Mercedes-Benz Produktentwicklung ganzheitliche Fahrzeugkonzepte mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit objektiv messbar zu verbessern.

Organisatorisch war die Verantwortung zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit fester Bestandteil des Entwicklungsprojekts S 400 HYBRID. Unter der Gesamtprojektleitung sind Verantwortliche für Entwicklung, Produktion, Einkauf, Vertrieb und andere Aufgaben benannt. Entsprechend den wichtigsten Baugruppen und Funktionen eines Autos gibt es Entwicklungsteams (zum Beispiel Rohbau, Antrieb, Innenausstattung usw.) und Teams mit Querschnittsaufgaben (zum Beispiel Qualitätsmanagement, Projektmanagement usw.).

Eines dieser Querschnittsteams war das sogenannte DfE-Team. Es setzt sich zusammen mit Fachleuten aus den Bereichen Ökobilanzierung, Demontage- und Recyclingplanung, Werkstoff- und Verfahrenstechnik sowie Konstruktion und Produktion. Mitglieder des DfE-Teams sind gleichzeitig in einem Entwicklungsteam als Verantwortliche für alle ökologischen Fragestellungen und Aufgaben vertreten. Dadurch wird eine vollständige Einbindung des

DfE-Prozesses in das Fahrzeugentwicklungsprojekt sichergestellt. Die Aufgaben der Mitglieder bestehen darin, die Zielsetzungen aus Umweltsicht frühzeitig im Lastenheft für die einzelnen Fahrzeugmodule zu definieren, zu kontrollieren und ggf. Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten.

Durch die Integration des Design for Environment in die Ablauforganisation des Entwicklungsprojekts S 400 HYBRID war sichergestellt, dass Umweltaspekte nicht erst bei Markteinführung gesucht, sondern bereits im frühesten Entwicklungsstadium berücksichtigt wurden. Entsprechende Zielsetzungen wurden rechtzeitig abgestimmt und zu den jeweiligen Qualitygates im Entwicklungsprozess überprüft. Aus den Zwischenergebnissen wird dann der weitere Handlungsbedarf bis zum nächsten Qualitygate abgeleitet und durch Mitarbeit in den Entwicklungsteams umgesetzt.

Der beim S 400 HYBRID durchgeführte Prozess erfüllt alle Kriterien, die in der internationalen ISO-Norm 14062 zur Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung beschrieben sind.



- Beim S 400 HYBRID war die umweltgerechte Produktentwicklung („Design for Environment, DfE“) von Anfang an in den Entwicklungsprozess integriert. Das ermöglicht die Minimierung von Umweltlasten und -kosten
- In der Entwicklung garantiert ein „DfE“-Team die Einhaltung der verankerten Umweltziele
- Das „DfE“-Team setzt sich aus Spezialisten unterschiedlichster Fachgebiete zusammen, z. B. aus den Bereichen Ökobilanzierung, Demontage- und Recyclingplanung, Werkstoff- und Verfahrenstechnik sowie Konstruktion und Produktion
- Durch die Integration des „DfE“ in den Entwicklungsprozess war sichergestellt, dass Umweltaspekte in allen Entwicklungsschritten berücksichtigt wurden



Abbildung 3-1: Aktivitäten der umweltgerechten Produktentwicklung bei Mercedes-Benz



ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Management Service GmbH
bescheinigt, dass das Unternehmen

Daimler AG
Mercedes-Benz Cars
D-71059 Sindelfingen

für den Geltungsbereich

Entwicklung von Kraftfahrzeugen

die Kriterien des TÜV MS Standards Design for Environment
bei der Integration von Umweltaspekten
in Produktdesign und -entwicklung anwendet.

Durch ein Audit, Bericht-Nr. 70097150, wurde der Nachweis erbracht,
dass die Forderungen zur Berücksichtigung des
gesamten Lebenszyklusses in einem multidisziplinären Ansatz sowie
zur recyclinggerechten Konstruktion bei der Produktentwicklung erfüllt sind.

Die Ergebnisse werden durch die Anwendung
von Life Cycle Assessments / Ökobilanzen abgesichert.

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2009-12-03
Zertifikat-Registrier-Nr. 12 770 13407 TMS



M. Vogel

München, 2008-02-27



5 Fazit

Die neue Mercedes-Benz S-Klasse S 400 HYBRID erfüllt nicht nur höchste Ansprüche in puncto Sicherheit, Komfort, Agilität und Design, sondern entspricht auch auf dem Gebiet der Umweltverträglichkeit allen aktuellen Anforderungen.

Dieses Umwelt-Zertifikat dokumentiert die deutlichen Verbesserungen, die durch den Einsatz der Hybridtechnologie gegenüber dem Referenzfahrzeug S 350 erzielt wurden. Dabei wurden sowohl der Prozess der umweltgerechten Produktentwicklung als auch die hier enthaltenen Produktinformationen von unabhängigen Gutachtern nach international anerkannten Normen zertifiziert.

Mercedes-Benz bleibt damit die weltweit einzige Automobilmарke, die über dieses anspruchsvolle – erstmals im Jahre 2005 erteilte – Zertifikat des TÜV Süd verfügt.

Der S 400 HYBRID setzt somit nicht nur hinsichtlich Technik, Innovation und Fahrspaß nochmals neue Maßstäbe, seine Kunden können sich auch über einen für diese Fahrzeugklasse sehr günstigen Kraftstoffverbrauch, sehr geringe Emissionen, ein umfassendes Recyclingkonzept, einen hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen und hochwertigen Rezyklaten, also einer insgesamt hervorragenden Ökobilanz freuen.



6 Glossar

Begriff	Erläuterung
ADP	Abiotischer Ressourcenverbrauch, Abiotic Depletion Potential (abiotisch = nicht belebt); Wirkungskategorie, welche die Reduktion des globalen Bestands an Rohstoffen resultierend aus der Entnahme nicht erneuerbarer Ressourcen beschreibt.
Allokation	Verteilung von Stoff- und Energieflüssen bei Prozessen mit mehreren Ein- und Ausgängen bzw. Zuordnung der Input- und Outputflüsse eines Prozesses auf das untersuchte Produktsystem.
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (adsorbierbar = anlagerungs-/bindungsfähig); Summenparameter der chemischen Analytik, der vornehmlich zur Beurteilung von Wasser und Klärschlamm eingesetzt wird. Dabei wird die Summe der an Aktivkohle adsorbierbaren organischen Halogene bestimmt. Diese umfassen Chlor-, Brom- und Jodverbindungen.
AP	Versauerungspotenzial (Acidification Potential); Wirkungskategorie, die das Potenzial zu Milieuveränderungen in Ökosystemen durch den Eintrag von Säuren ausdrückt.
Basisvariante	Grundtyp eines Fahrzeugmodells ohne Sonderausstattungsanfänge, in der Regel Line Classic und kleine Motorisierung.
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf; wird als Maß für die Verunreinigung von Abwässern, Gewässern mit organischen Substanzen zur Beurteilung der Gewässergüte verwendet.
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf; wird als Maß für die Verunreinigung von Abwässern, Gewässern mit organischen Substanzen zur Beurteilung der Gewässergüte verwendet.
MB	Mercedes-Benz
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.

ECE	Economic Commission for Europe; Organisation der UN, in welcher vereinheitlichte technische Regelwerke entwickelt werden.
EP	Eutrophierungspotenzial (Überdüngungspotenzial); Wirkungskategorie, die das Potenzial zur Übersättigung eines biologischen Systems mit essentiellen Nährstoffen ausdrückt.
GWP100	Treibhauspotenzial Zeithorizont 100 Jahre (Global Warming Potential); Wirkungskategorie, die den möglichen Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt beschreibt.
HC	Kohlenwasserstoffe (Hydrocarbons)
ISO	International Organization for Standardization
KBA	Kraftfahrtbundesamt
NEFZ	Neuer europäischer Fahrzyklus; ein gesetzlich vorgeschriebener Zyklus, mit dem seit 1996 in Europa die Emissions- und Verbrauchswerte bei Kraftfahrzeugen ermittelt werden.
NE-Metall	Nichteisenmetall (Aluminium, Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Magnesium etc.)
Ökobilanz	Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.
POCP	Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial/Photochemical Ozone Creation Potential, (Sommersmog); Wirkungskategorie, welche die Bildung von Photooxidantien (Sommersmog) beschreibt.
Primärenergie	Energie, die noch keiner anthropogenen Umwandlung unterworfen wurde.
Prozesspolymere	Begriff aus VDA-Werkstoffdatenblatt 231-106; die Werkstoffgruppe der Prozesspolymere umfasst Lacke, Kleber, Dichtstoffe, Unterbodenschutz.
Wirkungskategorien	Klassen von Umweltwirkungen, in welchen Ressourcenverbräuche und verschiedene Emissionen mit gleicher Umweltwirkung zusammengefasst werden (z. B. Treibhauseffekt, Versauerung etc.).



Impressum

Herausgeber: Daimler AG, Mercedes-Benz Cars, D-70546 Stuttgart

Mercedes-Benz Technology Center, D-71059 Sindelfingen
Abteilung: Umweltgerechte Produktentwicklung (GR/PZU)
in Zusammenarbeit mit Globale Produktkommunikation Mercedes-Benz Cars (COM/MBC)

Telefon: +49 711 17-76422

www.mercedes-benz.com

Beschreibungen und Daten in dieser Broschüre gelten für das internationale Modellprogramm der Marke Mercedes-Benz. Bei Aussagen über Grund- und Sonderausstattungen, Motorvarianten sowie technische Daten und Fahrleistungen sind länderspezifische Abweichungen möglich.

