

Life
cycle **OVERALL**
DOCUMENTATION



Umweltzertifikat Mercedes-Benz E-Klasse

Mercedes-Benz
Das Beste oder nichts.



Inhalt

3	Vorwort
4	Gültigkeitserklärung
5	1. Allgemeine Umweltthemen
9	2. Ökobilanz
37	3. Materialauswahl
41	4. Verwertungsgerechte Konstruktion
45	5. Prozess Umweltgerechte Produktentwicklung
49	6. Fazit
51	Anhang

Erstellt von:

Daimler AG, Untertürkheim
Abteilung: Konzern Umweltschutz, RD/RSE

Stand November 2016

Vorwort

„Wir verbessern die Umweltverträglichkeit im ganzen Lebenszyklus eines Automobils“

Liebe Leserinnen und Leser,

eine unserer sechs Umwelt- und Energieleitlinien lautet: „Wir entwickeln Produkte, die in ihrem Marktsegment besonders umweltverträglich sind.“ Dies zu verwirklichen verlangt, den Umweltschutz gewissermaßen von Anfang an in die Produkte einzubauen.

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.

Entscheidend ist außerdem, die Belastung der Umwelt durch Emissionen und Ressourcenverbrauch während des gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Diese umfassende Ökobilanz bis ins letzte Detail nennen wir den 360°-Umweltcheck. Er nimmt alle umweltrelevanten Aspekte eines Autolebens unter die Lupe: Von der Herstellung der Rohstoffe über die Produktion und den Fahrbetrieb bis zum Recycling am – im Falle Mercedes-Benz noch sehr weit entfernten – Ende eines Autolebens.

Diese Ökobilanz über den ganzen Lebenszyklus hinweg dokumentieren wir nicht nur intern bis ins Detail. Sondern wir lassen die Bilanz auch von den unabhängigen Gutachtern des TÜV Süd prüfen und bestätigen. So entsteht das Umweltzertifikat.

In der vorliegenden Broschüre stellen wir für Sie die Ergebnisse der Umweltbilanz in ausführlicher Form dar. Die neue E-Klasse ist übrigens ein gutes Beispiel dafür, dass nur die ganzheitliche Betrachtung zu umweltfreundlichen Ergebnissen führt: Denn die umfangreichen Leichtbaumaßnahmen bedingen zwar einen höheren Energieverbrauch in der Produktion, dies wird durch die deutlich verbesserte Effizienz im Fahrbetrieb jedoch überkompensiert.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der informativen und sicherlich auch unterhaltsamen Lektüre von LifeCycle. Übrigens: Diese Ausgabe ist wie alle bisher erschienenen Umweltbroschüren in elektronischer Form unter <http://www.daimler.com> verfügbar.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre



Anke Kleinschmit

Umweltbevollmächtigte des Daimler-Konzerns

Gültigkeitserklärung



Management Service

Die TÜV SÜD Management Service GmbH hat unter Einbeziehung eines externen Sachverständigen für die kritische Prüfung der Ökobilanz die nachfolgende produktbezogene Umweltinformation der Daimler AG, Mercedesstraße 137, 70327 Stuttgart, bezeichnet als

„Umweltzertifikat Mercedes-Benz E-Klasse“

überprüft.

Bei der Prüfung wurden, soweit anwendbar, die Anforderungen aus den folgenden Richtlinien und Standards berücksichtigt:

- DIN EN ISO 14040/14044:2006 für die Aussagen zur Ökobilanz von E 200, E 220 d und E 350 e Limousine sowie E 220 d T-Modell (Prinzipien und allgemeine Anforderungen, Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung, kritische Prüfung)
- DIN Fachbericht ISO/TR 14062 (Integration von Umweltaspekten in Produktdesign und -entwicklung)
- ISO/TS 14071:2014: Environmental management - Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006
- DIN EN ISO 14020 (allgemeine Grundlagen von Umweltdeklarationen) und DIN EN ISO 14021 (Anforderungen an selbsterklärte Deklarationen)

Prüfergebnis:

1. Das Umweltzertifikat enthält eine umfassende und sachgerechte Darstellung bzw. Interpretation der Ergebnisse, die auf verlässlichen und nachvollziehbaren Informationen basiert.
2. Die dem Umweltzertifikat zugrundeliegende Ökobilanz wurde in Übereinstimmung mit ISO 14040 und ISO 14044 erstellt. Die verwendeten Methoden und die Modellierung des Produktsystems entsprechen dem Stand der Technik. Sie sind geeignet, die formulierten Ziele zu erfüllen. Im Umweltzertifikat enthaltene Informationen basieren auf verlässlichen und nachvollziehbaren Daten und Aussagen der Ökobilanz. Im Umweltzertifikat getroffene Aussagen, insbesondere die auf den NEFZ-Zertifizierungswerten basierenden Angaben, wurden im Rahmen von Sensitivitätsanalysen hinsichtlich des variabilitätsabhängigen Einflusses auf die relevanten Wirkungskategorien angemessen untersucht und diskutiert.
3. Die untersuchten Stichproben von im Umweltzertifikat enthaltenen Daten und Umweltinformationen erwiesen sich als nachvollziehbar bzw. plausibel. Aus dem gegebenen Prüfumfang ergaben sich keine Sachverhalte, die die Gültigkeitserklärung in Frage stellen.

Prüfprozess:

Die Prüfung der Ökobilanz erfolgte mittels kritischem Review der Methodik sowie – soweit für das Umweltzertifikat relevant - datenorientierter Prüfung der Plausibilität der Bilanzierungsergebnisse und deren Interpretation über Interviews, Einsichtnahme in technische Unterlagen sowie selektive Prüfung von Einträgen in die Bilanzierungsdatenbank. Angaben zu Eingangsdaten der Bilanzierung (u.a. Gewichte, Materialien, Kraftstoff- und Stromverbrauch, Emissionen) und weiteren im Umweltzertifikat enthaltenen Aussagen (u.a. Einsatz nachwachsender Rohstoffe und Recyclate, allergieverträglicher Innenraum, Recyclingkonzept) wurden dabei, soweit möglich, stichprobenartig u.a. bis auf Typprüfungsunterlagen, Stücklisten, Lieferantangaben, Messergebnisse etc. zurückverfolgt.

TÜV SÜD Management Service GmbH

München, den 10.11.2016
Michael Brunk

Umweltgutachter

Dipl.-Ing. Ulrich Wegner
Leiter der Zertifizierungsstelle
Umweltgutachter

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.

Verantwortlichkeiten:

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

1. Allgemeine Umweltthemen

1.1 Produktinformation

Mit der neuen E-Klasse, werden deutliche Verbrauchsreduzierungen gegenüber dem Vorgänger realisiert.

Beim E 220 d mit dem neuen Neungang-Automatikgetriebe 9G-TRONIC sinkt der zertifizierte NEFZ-Verbrauch im Vergleich zum Vorgänger beispielsweise von 6,2 bis 6,0 l/100 km (Zeitpunkt der Markteinführung im Jahre 2009) auf 4,3 bis 3,9 l/100 km – je nach Bereifung. Dies entspricht einem CO₂-Ausstoß von 112 bis 102 Gramm pro Kilometer.

Die Verbrauchsvorteile der neuen E-Klasse werden durch ein umfangreiches Maßnahmenpaket sichergestellt. Hierunter sind vor allem Optimierungsmaßnahmen im Bereich des Antriebsstrangs, des Energiemanagements, der Aerodynamik, Gewichtsreduzierung durch Leichtbau und Fahrerinformationen zur energiesparenden Fahrweise zusammen gefasst.

Die nachfolgende Abbildung 1-1 zeigt die in der neuen E-Klasse umgesetzten Maßnahmen.

Abbildung 1-1: Verbrauchsreduzierende Maßnahmen in der neuen E-Klasse



Im E 220 d kommt erstmals der neue Vierzylinder-Dieselmotor OM 654 zum Einsatz. Dieser Motor ist bereits auf die Erreichung zukünftiger Grenzwerte nach Real Driving Emissions - Gesetzgebung ausgelegt. Zylinderkopf und Kurbelgehäuse sind aus Aluminium gefertigt. Die von Mercedes-Benz entwickelte NANOSLIDE®-Laufbahnbeschichtung verringert effizient die Reibung zwischen Laufbahn und Stahlkolben. Die komplett motornaher Abgasanlage besteht aus einem Oxi-Kat (DOC), der Dosier- und Mischeinheit für Adblue sowie einem kombinierten Dieselpartikelfilter mit SCR-Beschichtung. Die bislang übliche bauliche Trennung von Dieselpartikelfilter (DPF) und SCR-Einheit entfällt damit. Dieselpartikelfilter (DPF) und SCR-Funktion sind in einem einzigen Bauraum untergebracht. Bei geringerem Gewicht reduziert diese kompakte Bauweise der Abgasanlage nicht nur den Platzbedarf des Motors, sondern trägt auch zur schnellen Aufheizung des Dieselpartikelfilters und Anspringen des Oxidationskatalysators bei.

Nach der Markteinführung der neuen E-Klasse Anfang 2016 ergänzen weitere Modellvarianten das Angebot. Dazu zählt unter anderem der E 350 e^[1] mit Hybrid-Technik. Der Plugin Hybrid ermöglicht rein elektrisches und damit lokal emissionsfreies Fahren. Plug-in Hybridantriebe sind ein wesentlicher Bestandteil der Mercedes-Benz Strategie für nachhaltige Mobilität.

Neben den fahrzeugseitigen Verbesserungen hat der Fahrer selbst einen entscheidenden Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Im Kombiinstrument geben drei Balkendiagramme Rückmeldungen zur Wirtschaftlichkeit der Fahrweise. Auch in der Betriebsanleitung der E-Klasse sind zusätzliche Hinweise für eine wirtschaftliche und umweltschonende Fahrweise enthalten. Weiterhin bietet Mercedes-Benz seinen Kunden ein „ECO- Fahrtraining“ an. Die Ergebnisse dieses Trainings haben gezeigt, dass sich der Kraftstoffverbrauch eines Personenwagens durch wirtschaftliche und energiebewusste Fahrweise weiter vermindern lässt.

Die neue E-Klasse ist auch bezüglich der Kraftstoffe fit für die Zukunft. Die EU-Pläne sehen einen steigenden Anteil an Biokraftstoffen vor. Diesen Anforderungen wird die E-Klasse selbstverständlich gerecht, in dem bei Ottomotoren ein Bioethanol-Anteil von 10 Prozent (E 10) zulässig ist. Für Dieselmotoren ist ebenfalls ein 10 Prozent Biokraftstoffanteil in Form von 7 Prozent Biodiesel (B 7 FA-ME) und 3 Prozent hochwertigem, hydriertem Pflanzenöl zulässig.

[1] Kraftstoffverbrauch E 350 e Limousine mit Automatikgetriebe (kombiniert): 2,5-2,1 l/100km, 14-11,5 kWh/100km; CO₂-Emissionen (kombiniert): 57-49 g/km.

1.2 Produktion

Die E-Klasse wird im Mercedes-Werk Sindelfingen hergestellt. Das Werk Sindelfingen besitzt bereits seit 1995 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. Kontinuierliche Prozessoptimierung hilft auch Energie einzusparen. So konnte beispielsweise durch eine Verringerung der Zuluft im Wochenendbetrieb und mit einer Erweiterung des Prozessfensters eine Energiemenge von 6,4 Gigawattstunden pro Jahr eingespart werden. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von ca. 2.200 Tonnen jährlich.

1.3 After Sales

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. 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.

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 Gebrauchteilen ist das GTC ein fester Bestandteil des Service- und Teilegeschäfts für die Marke Mercedes-Benz und leistet einen wichtigen Beitrag zur zeitwertgerechten Reparatur der Fahrzeuge.

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. Ökobilanz

Entscheidend für die Umweltverträglichkeit eines Fahrzeugs ist die Umweltbelastung durch Emissionen und Ressourcenverbrauch über den gesamten Lebenszyklus (vgl. Abbildung 2-1). Das standardisierte Werkzeug zur Bewertung der Umweltverträglichkeit ist die Ökobilanz. Sie erfasst sämtliche Umweltwirkungen eines Fahrzeuges von der Wiege bis zur Bahre, das heißt, von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Gebrauch bis zur Verwertung.

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.

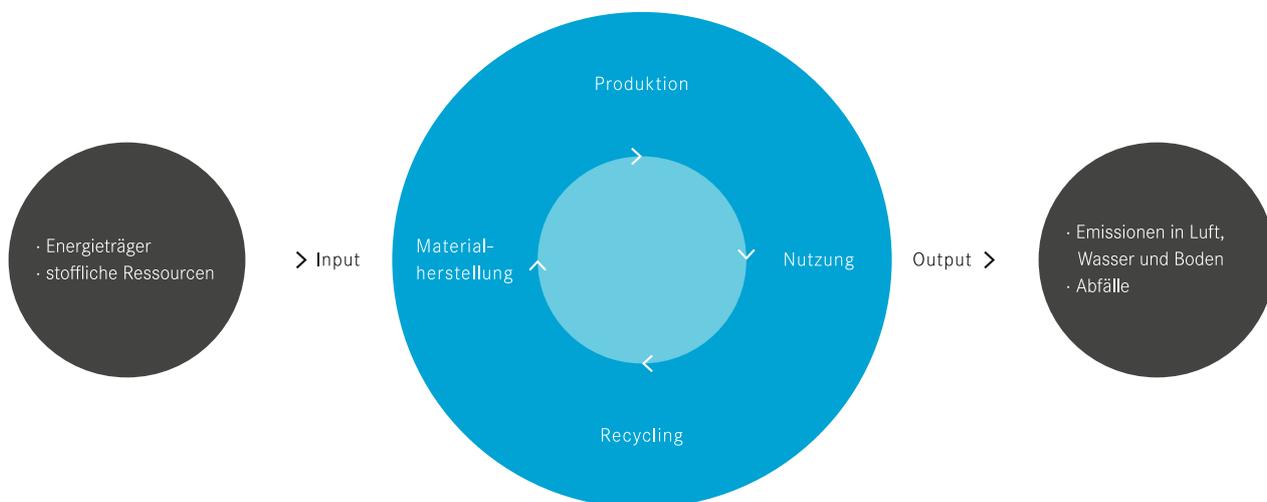
Die Elemente einer Ökobilanz sind:

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 die Umwelt, wie beispielsweise Treibhauspotenzial, Sommersmogpotenzial, Versauerungspotenzial und Eutrophierungspotenzial.
4. Auswertung: stellt Schlussfolgerungen dar und gibt Empfehlungen.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ökobilanz Ergebnisse der neuen E-Klasse vorgestellt. Die der Bilanz zugrunde gelegten wesentlichen Randbedingungen werden tabellarisch im Anhang dargestellt. Die Nutzungsphase wird mit einer Laufleistung von 250.000 Kilometern berechnet.

Abbildung 2-1 : Überblick zur ganzheitlichen Bilanzierung



2.1 Werkstoffzusammensetzung neue E-Klasse E 220 d Limousine

Die Gewichts- und Werkstoffangaben für die neue E-Klasse E 220 d 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 2-2 zeigt die Werkstoffzusammensetzung des neuen E 220 d nach VDA 231-106.

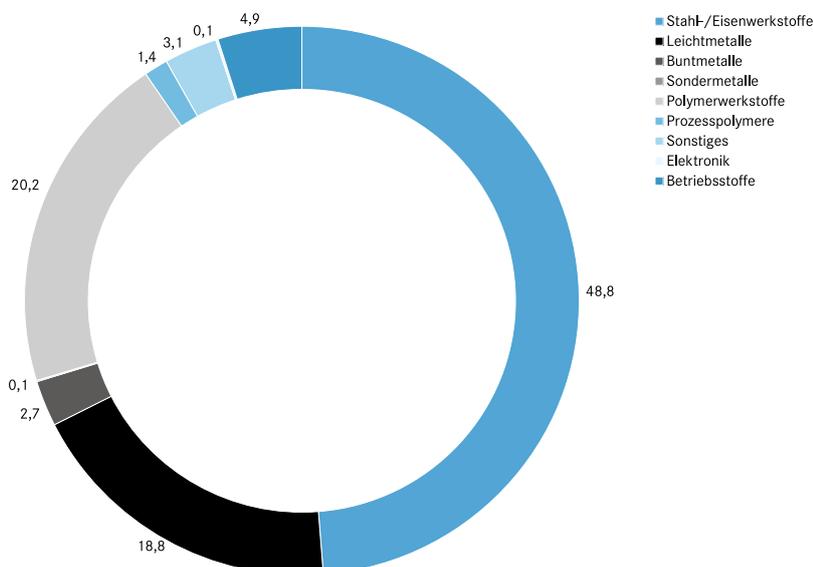
Beim neuen E 220 d wird ca. die Hälfte des Fahrzeuggewichtes (48,8 Prozent) durch die Stahl-/ Eisenwerkstoffe definiert. Danach folgen die Polymerwerkstoffe mit 20,2 Prozent und als drittgrößte Fraktion die Leichtmetalle (18,8 Prozent). Betriebsstoffe liegen bei einem Anteil von etwa 4,9 Prozent. Die Anteile der sonstigen Werkstoffe (v. a. Glas) und Buntmetalle sind mit zirka 3,1 bzw. 2,7 Prozent etwas geringer. Die restlichen Werkstoffe Prozesspolymere, Elektronik und Sondermetalle tragen mit zirka 1,6 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, Duomere und unspezifische Kunststoffe. In der Gruppe der Polymere haben die Thermoplaste mit etwa 12,5 Prozent den größten Anteil. Zweitgrößte Fraktion der Polymerwerkstoffe sind die Elastomere mit etwa 5,6 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.

Bei dem Vergleich mit dem Vorgänger E 220 CDI zeigt der neue E 220 d einige Unterschiede im Werkstoffmix. Aufgrund der zahlreichen Leichtbaumaßnahmen im Bereich der Karosserie und des Fahrwerks hat der neue E 220 d einen um rund 7 Prozent geringeren Stahlanteil, dafür steigt der Anteil der Leichtmetalle in etwa gleicher Größenordnung an.

Abbildung 2-2: Werkstoffzusammensetzung neue E-Klasse E 220 d Limousine [%]



2.2 Bilanzergebnisse neue E-Klasse E 220 d Limousine

Über den gesamten Lebenszyklus der neuen E-Klasse E 220 d ergeben die Berechnungen der Sachbilanz beispielsweise einen Primärenergieverbrauch von 581 Gigajoule (entspricht dem Energieinhalt von zirka 16.000 Litern Diesel-Kraftstoff), einen Umwelteintrag von zirka 36 Tonnen Kohlendioxid (CO₂), 15 Kilogramm Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), 45 Kilogramm Stickoxide (NO_x) und zirka 35 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 76 bzw. 73 Prozent dominant (vgl. auch Abbildung 2-3).

Der Gebrauch eines Fahrzeuges 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 2-5). 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 NMVOC- und SO₂-Emissionen sowie die damit wesentlich verbundenen Umweltwirkungen wie das Sommersmogpotenzial (POCP) und das Versauerungspotenzial (AP).

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

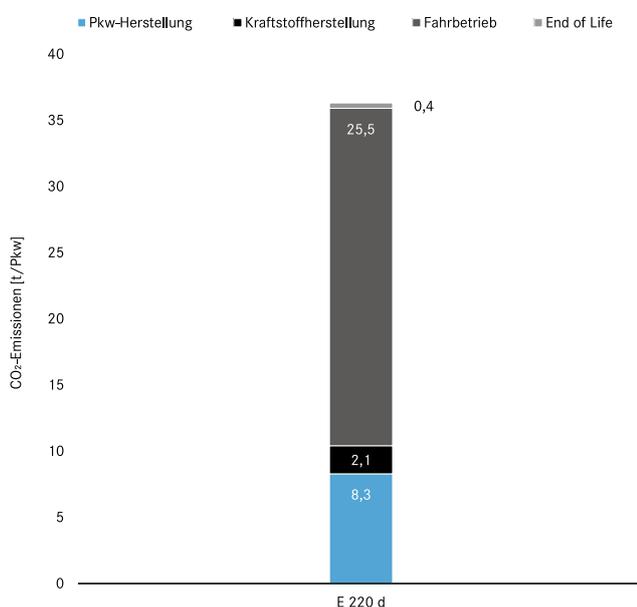
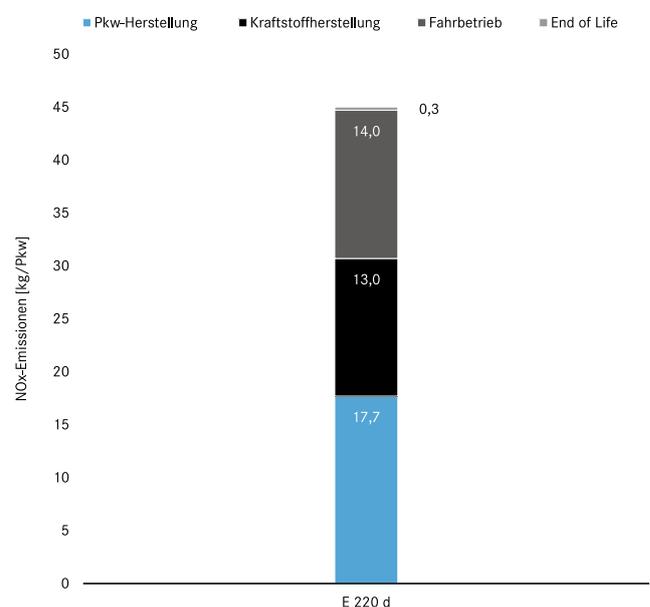


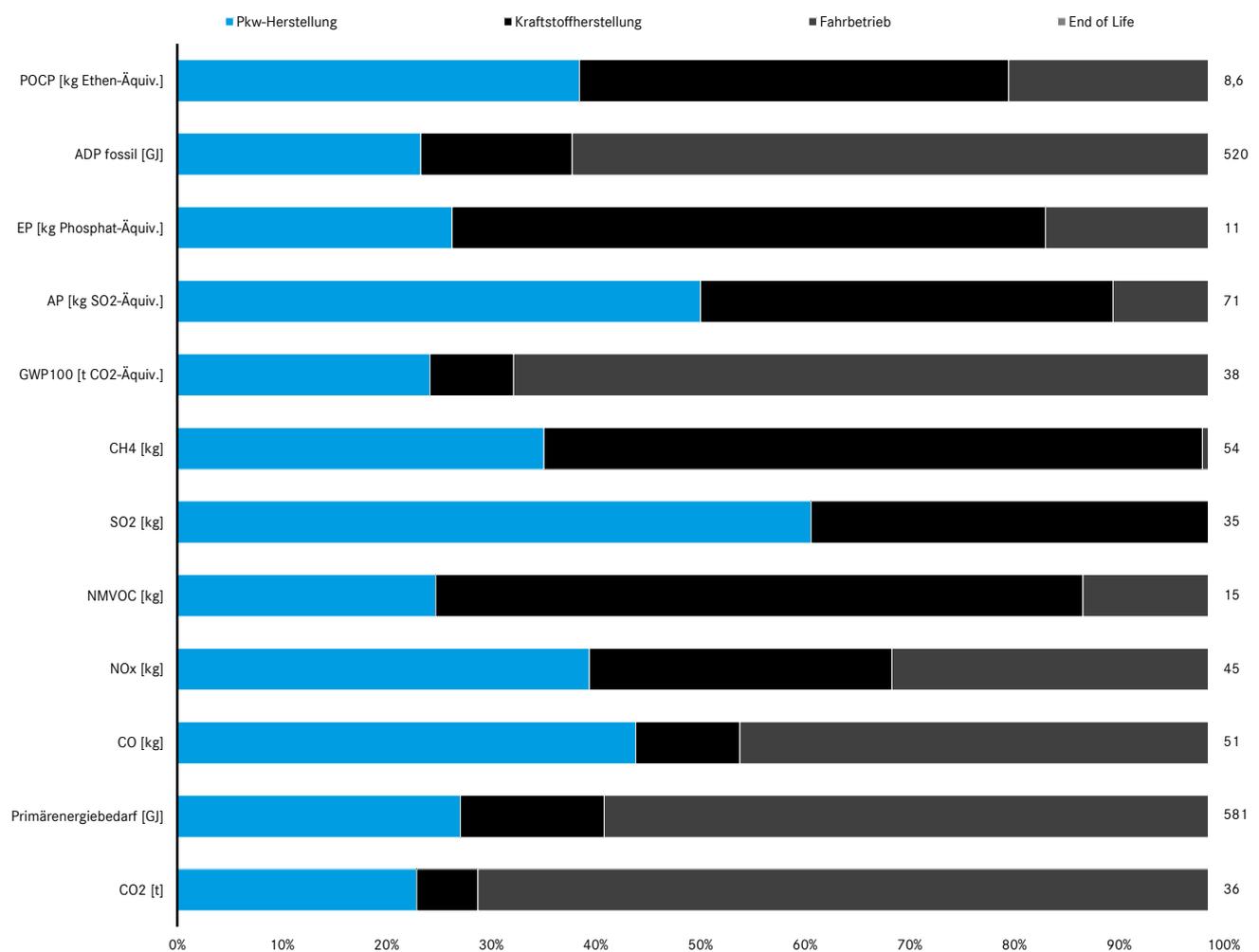
Abbildung 2-4: Gesamtbilanz der Stickoxid-Emissionen (NO_x) in Kilogramm



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.

Belastungen der Umwelt durch Emissionen in Wasser ergeben sich infolge der Herstellung eines Fahrzeuges insbesondere durch den Output an anorganischen Substanzen (Schwermetallen, NO_3^- - und SO_4^{2-} -Ionen) sowie durch organische Substanzen, gemessen durch die Größen AOX, BSB und CSB.

Abbildung 2-5: Anteil der Lebenszyklusphasen an ausgewählten Ergebnisparametern



2.3 Vergleich neue E-Klasse E 220 d Limousine mit dem Vorgänger

Parallel zur Untersuchung der neuen E-Klasse E 220 d wurde eine Bilanz des vergleichbaren Vorgängers E 220 CDI in der ECE-Basisvariante Markteintritt (1.660 Kilogramm DIN-Gewicht) erstellt. Die zugrunde liegenden Randbedingungen sind mit der Modellierung des neuen E 220 d vergleichbar. Die Herstellung wurde auf Basis aktueller Stücklistenauszüge abgebildet. Die Nutzung wurde mit den gültigen Zertifizierungswerten berechnet. Für die Verwertung wurde dasselbe, den Stand der Technik beschreibende Modell zugrunde gelegt.

Wie Abbildung 2-6 zeigt, bedingt die Herstellung der neuen E-Klasse E 220 d eine etwas höhere Menge Kohlendioxid-Emissionen als der Vorgänger. Dies ist vor allem auf die Leichtbaumaßnahmen und den dadurch bedingten höheren Aluminiumeinsatz zurückzuführen. Aufgrund der im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI nochmals deutlich verbesserten Effizienz in der Nutzungsphase ergeben sich über die gesamte Laufzeit jedoch klare Vorteile für die neue E-Klasse.

Die Produktion der neuen E-Klasse E 220 d verursacht zu Beginn des Lebenszyklus mit 8,3 Tonnen CO₂ eine etwas höhere Menge an CO₂-Emissionen als der Vorgänger E 220 CDI. In der sich daran anschließenden Nutzungsphase emittiert der neue E 220 d 27,6 Tonnen CO₂; insgesamt ergeben sich für Herstellung, Nutzung und Verwertung 36,3 Tonnen CO₂.

Die Herstellung des Vorgängers schlägt mit 7,8 Tonnen CO₂ zu Buche. Während der Nutzung emittiert dieser 42,7 Tonnen CO₂, der Beitrag der Verwertung liegt bei 0,4 Tonnen CO₂. In Summe ergeben sich somit 51 Tonnen CO₂-Emissionen.

Bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, bestehend aus Herstellung, Nutzung über 250.000 Kilometer und Verwertung, verursacht die neue E-Klasse E 220 d rund 29 Prozent weniger CO₂-Emissionen als der Vorgänger.

Abbildung 2-6: Gegenüberstellung der CO₂-Emissionen [t/Pkw]

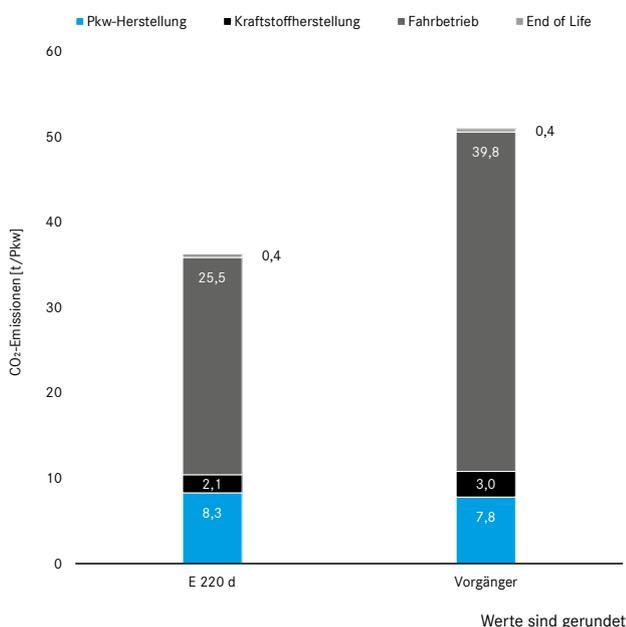
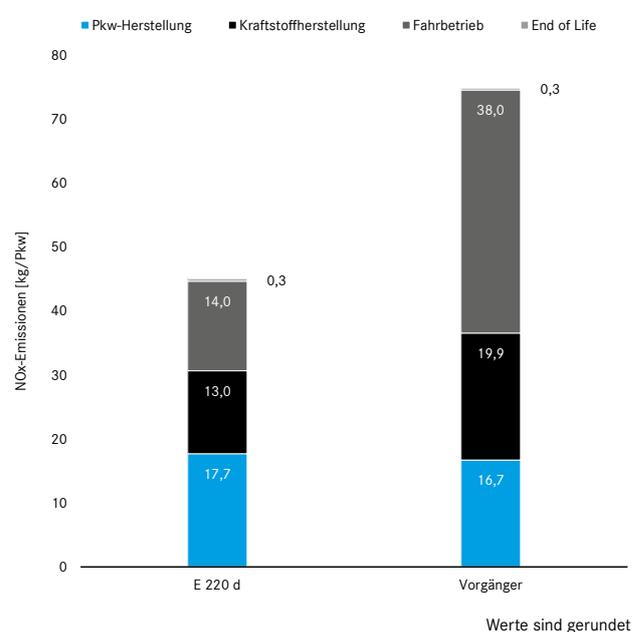


Abbildung 2-7: Gegenüberstellung der NO_x-Emissionen [kg/Pkw]



In Abbildung 2-8 werden die untersuchten Wirkkategorien über die einzelnen Lebensphasen im Vergleich dargestellt. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt die neue E-Klasse beim Treibhauspotential (GWP100), Versauerungspotential (AP), Sommersmogpotential (POCP) und Eutrophierungspotential (EP) deutliche Vorteile gegenüber dem Vorgänger.

Der Erdölverbrauch kann deutlich um 33 Prozent reduziert werden. Durch die Pkw-Herstellung wesentlich bedingte energetische Ressourcen wie Steinkohle und Uran nehmen etwas zu. Insgesamt kann der fossile Ressourcenverbrauch (ADP fossil) gegenüber dem Vorgänger deutlich um 28 Prozent reduziert werden.

Auch auf Seiten der energetischen Ressourcen sind Veränderungen gegenüber dem Vorgänger E 220 CDI festzuhalten (vgl. Abbildung 2-9).

Abbildung 2-8: Ausgewählte Ergebnisparameter neue E-Klasse E 220 d Limousine im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI [Einheit/Pkw]

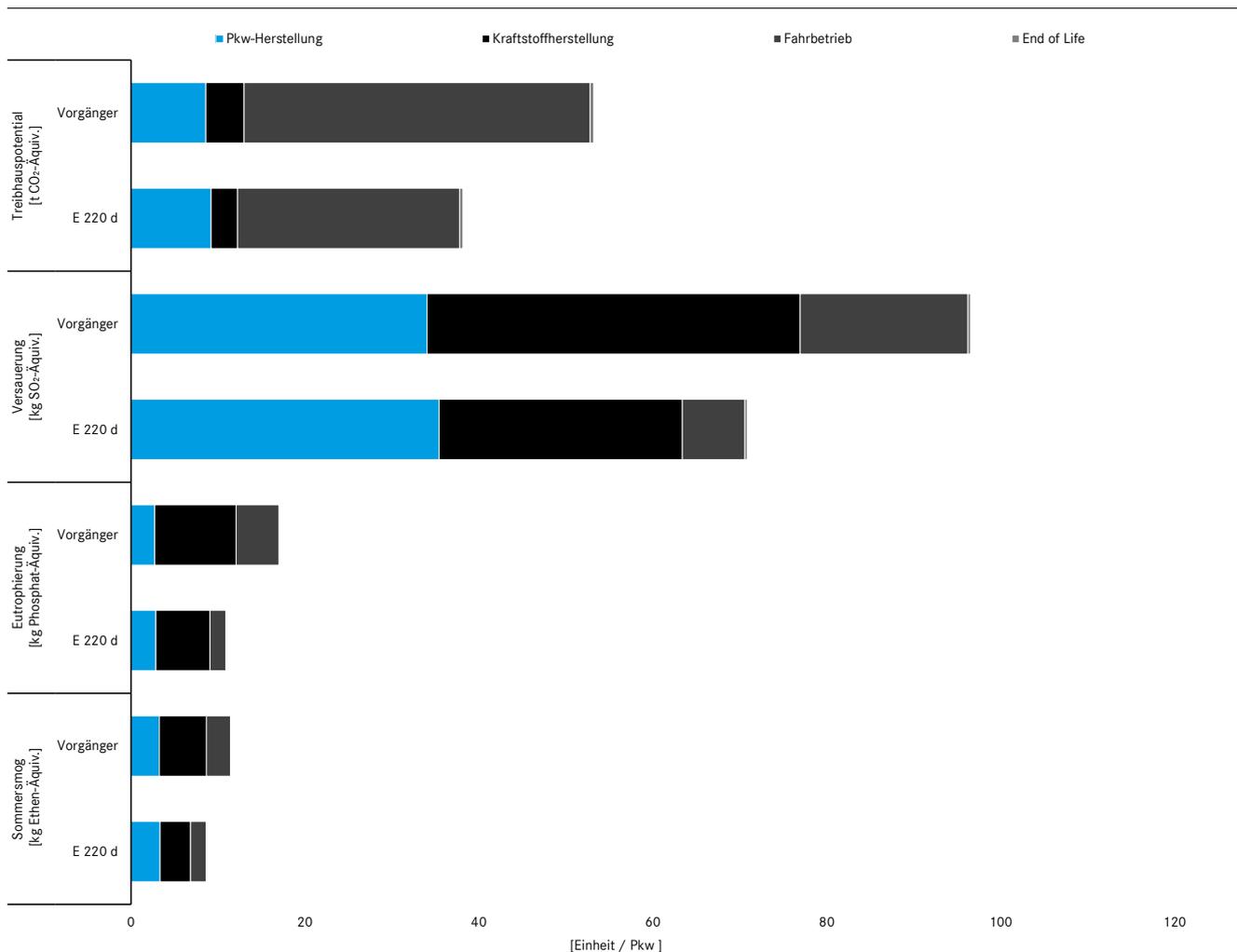
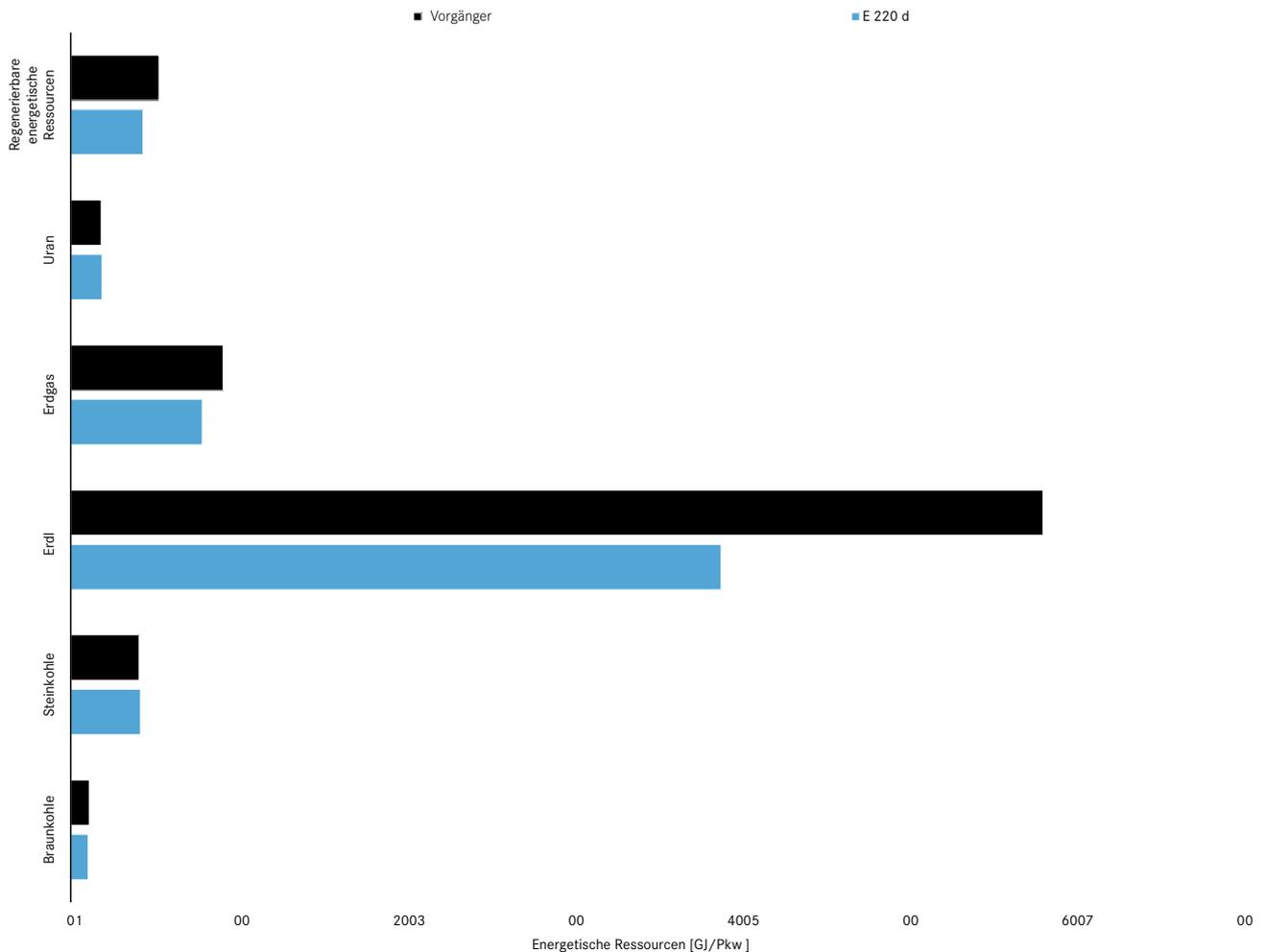


Abbildung 2-9: Verbrauch an ausgewählten energetischen Ressourcen neue E-Klasse E 220 d Limousine im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI [GJ/Pkw]



In Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 werden einige weitere Ergebnisparameter der Ökobilanz in der Übersicht dargestellt. Insgesamt wurde die Zielstellung erreicht, mit der neuen E-Klasse eine Verbesserung der Umweltverträglichkeit im Vergleich zum Vorgänger zu erzielen. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt die neue E-Klasse bei den Wirkungskategorien Treibhauspotential (GWP100), Eutrophierungs-

potential (EP), Versauerungspotential (AP), fossilen Ressourcenverbrauch (ADP fossil) und beim Sommersmogpotential (POCP) deutliche Vorteile gegenüber dem vergleichbaren Vorgänger E 220 CDI.

Tabelle 2-1 : Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I)

Inputparameter	E 220 d	Vorgänger	Delta E 220 d zu Vorgänger	Kommentar
Stoffliche Ressourcen				
Bauxit [kg]	1.541	1.130	36%	Aluminiumherstellung, höherer Primäranteil (v. a. Rohbau, Motor, Achsen).
Dolomit [kg]	172	135	27%	Magnesiumherstellung, etwas höhere Magnesiummasse.
Eisen [kg]*	975	1.046	-7%	Stahlherstellung, geringere Stahlmasse (Delta v. a. bei Rohbau, Motor).
Buntmetalle (Cu, Pb, Zn) [kg]*	177	183	-3%	
* als elementare Ressourcen				
Energieträger				
ADP fossil** [GJ]	520	725	-28%	Beim E 220 d zu 62 %, beim Vorgänger zu 70 % aus dem Kraftstoffverbrauch.
Primärenergie [GJ]	581	796	-27%	Verbrauch von energetischen Ressourcen ist deutlich geringer im Vergleich zum Vorgänger, bedingt durch den Verbrauchsvorteil des E 220 d.
Anteil aus				
Braunkohle [GJ]	10	11	-7%	E 220 d ca. 85 %, Vorgänger ca. 82 % aus der Herstellung.
Erdgas [GJ]	79	91	-14%	E 220 d ca. 56 %, Vorgänger ca. 46 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 44 %, Vorgänger ca. 54 % aus der Nutzung.
Erdöl [GJ]	389	582	-33%	E 220 d ca. 93 %, Vorgänger ca. 93 % aus der Nutzung.
Steinkohle [GJ]	42	41	2%	E 220 d ca. 95 %, Vorgänger ca. 93 % aus der Herstellung.
Uran [GJ]	19	18	3%	E 220 d ca. 86 %, Vorgänger ca. 80 % aus der Herstellung.
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	43	53	-18%	E 220 d ca. 47 %, Vorgänger ca. 34 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 47 %, Vorgänger ca. 65 % aus der Nutzung.
** CML 2001 Stand April 2015				

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

Outputparameter	E 220 d	Vorgänger	DeltaE 220 d zu Vorgänger	Kommentar
Emissionen in Luft				
GWP** [t CO ₂ -Äquiv.]	38	53	-28%	v. a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen.
AP** [kg SO ₂ -Äquiv.]	71	97	-27%	v. a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen.
EP** [kg Phosphat-Äquiv.]	11	17	-36%	v. a. bedingt durch NOx-Emissionen.
POCP** [kg Ethen-Äquiv.]	9	11	-25%	v. a. bedingt durch NMVOC und CO-Emissionen.
CO ₂ [t]	36	51	-29%	v. a. aus Fahrbetrieb. CO ₂ -Reduktion folgt direkt aus dem geringeren Kraftstoffverbrauch.
CO [kg]	51	65	-21%	E 220 d ca. 44 %, Vorgänger ca. 36 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 56 %, Vorgänger ca. 63 % aus der Nutzung.
NMVOC [kg]	15	20	-25%	E 220 d 75 %, Vorgänger 82 % aus der Nutzung.
CH ₄ [kg]	54	71	-23%	E 220 d ca. 35 %, Vorgänger ca. 25 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 65 %, Vorgänger ca. 75 % aus der Nutzung.
NO _x [kg]	45	75	-40%	E 220 d 39 %, Vorgänger 22 % aus der Herstellung. E 220 d 60 %, Vorgänger 77 % aus der Nutzung.
SO ₂ [kg]	35	42	-16%	E 220 d ca. 61 %, Vorgänger ca. 49 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 39 %, Vorgänger ca. 51 % aus der Nutzung.
Emissionen in Wasser				
BSB [kg]	0,14	0,17	-17%	E 220 d ca. 62 %, Vorgänger ca. 53 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 38 %, Vorgänger ca. 47 % aus der Nutzung.
Kohlenwasserstoffe [kg]	2,7	3,5	-24%	E 220 d ca. 24 %, Vorgänger ca. 16 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 76 %, Vorgänger ca. 84 % aus der Nutzung.
NO ₃ - [kg]	13,3	20,3	-34%	E 220 d ca. 96 %, Vorgänger ca. 98 % aus der Nutzung.
PO ₄ ³⁻ [g]	640	956	-33%	E 220 d ca. 91 %, Vorgänger ca. 94 % aus der Nutzung.
SO ₄ ²⁻ [kg]	19,1	23,1	-17%	E 220 d ca. 58 %, Vorgänger ca. 47 % aus der Herstellung. E 220 d ca. 41 %, Vorgänger ca. 52 % aus der Nutzung.
** CML 2001 Stand April 2015				

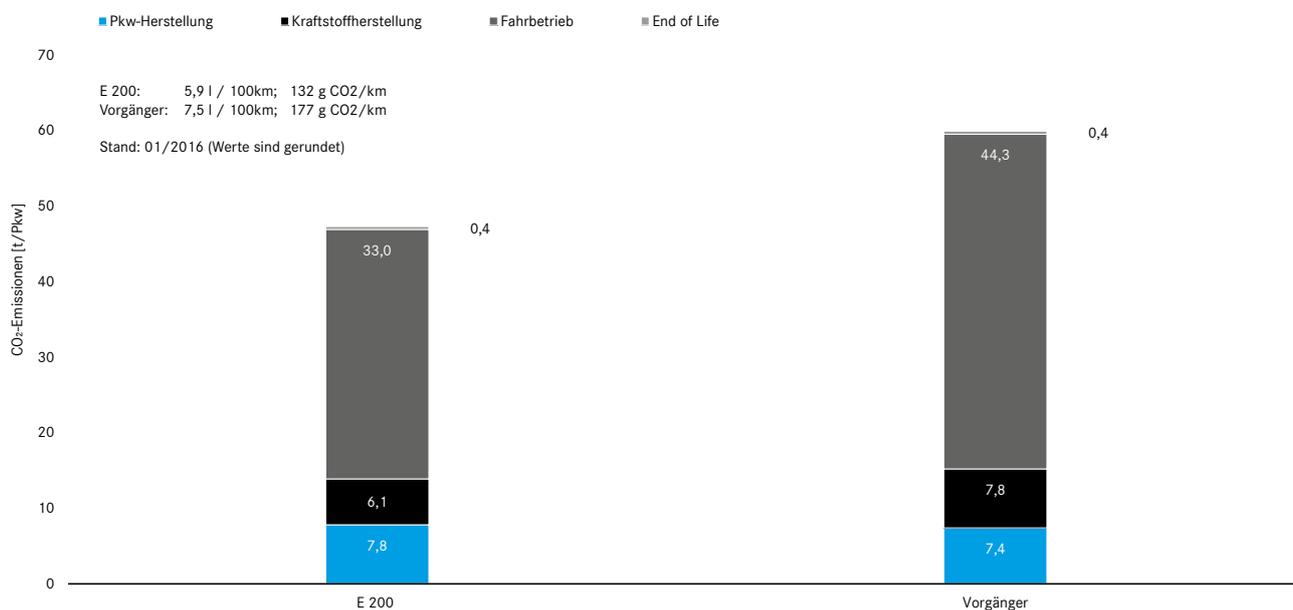
2.4 Bilanzergebnisse neue E-Klasse E 200 Limousine ^[1] im Vergleich zum Vorgänger

Parallel zur Untersuchung der Dieselmodelle E 220 d und Vorgänger E 220 CDI wurden die Bilanzen der neuen E-Klasse E 200 und des vergleichbaren Vorgängers E 200 in der ECE-Basisvariante Markteintritt (1.540 Kilogramm DIN-Gewicht) erstellt. Die zugrunde liegenden Randbedingungen sind mit der Modellierung des neuen E 200 vergleichbar. Die Herstellung wurde auf Basis aktueller Stücklistenauszüge abgebildet. Die Nutzung wurde mit den gültigen Zertifizierungswerten berechnet. Für die Verwertung wurde dasselbe, den Stand der Technik beschreibende Modell zugrunde gelegt.

Nachfolgende Abbildung 2-10 stellt die Kohlendioxid-Emissionen der neuen E-Klasse E 200 dem Vorgängerfahrzeug E 200 gegenüber. In der Herstellung bedingt der neue E 200 vor allem durch die Leichtbaumaßnahmen sichtbar höhere Menge Kohlendioxid-Emissionen. Aufgrund der im Vergleich zum Vorgänger E 200 nochmals deutlich verbesserten Effizienz in der Nutzungsphase ergeben sich über die gesamte Laufzeit jedoch klare Vorteile für die neue E-Klasse. Die CO₂-Emissionen können gegenüber dem Vorgänger E 200 um rund 21 Prozent (ca. 12,5 Tonnen) reduziert werden.

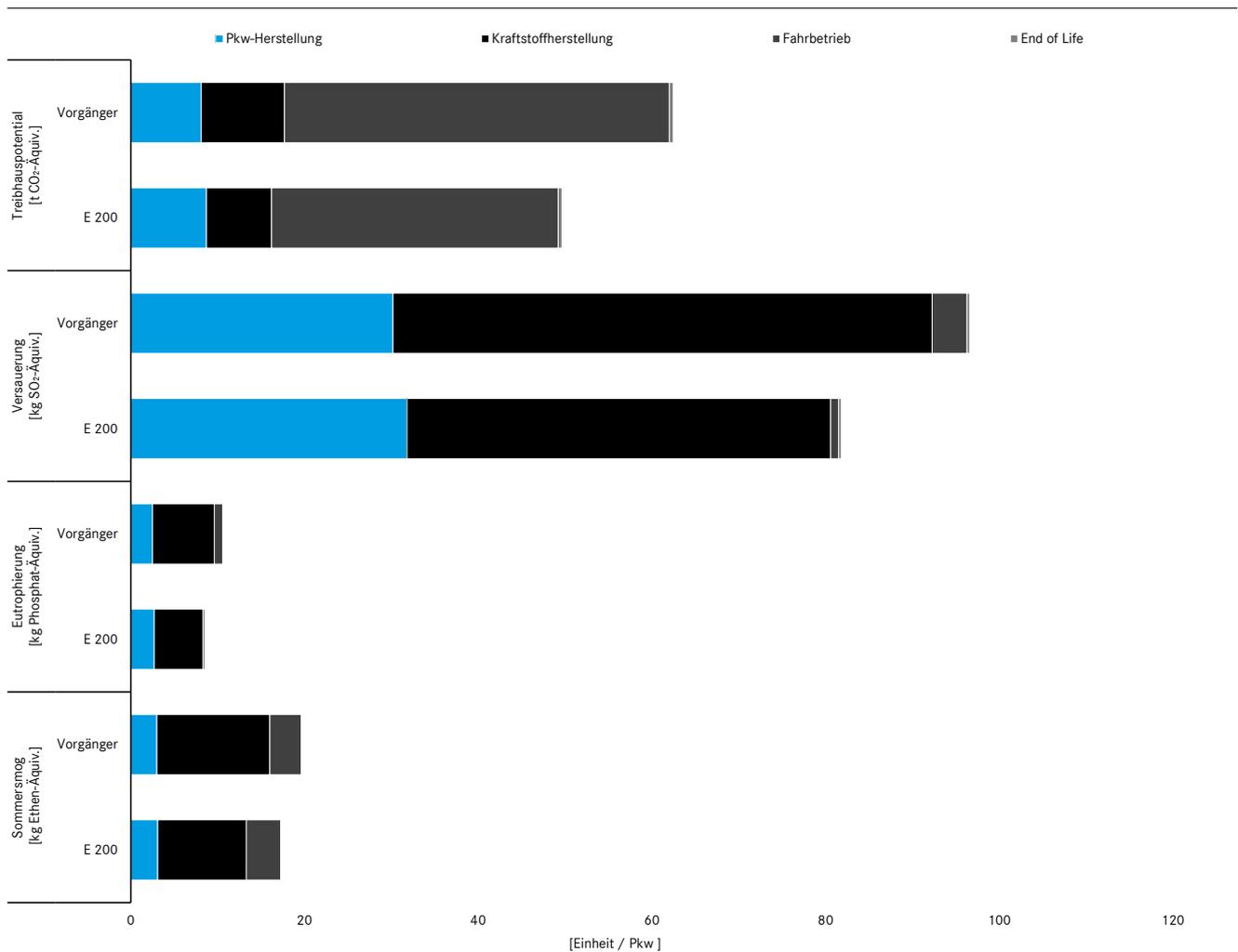
[1] Kraftstoffverbrauch E 200 Limousine mit Automatikgetriebe (kombiniert): 6,3-5,9 l/100km; CO₂-Emissionen (kombiniert): 142-132 g/km; Stand 01/2016.

Abbildung 2-10: CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus [t/Pkw]



In Abbildung 2-11 werden die untersuchten Wirkkategorien im Vergleich über die einzelnen Lebensphasen dargestellt. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt die neue E-Klasse E 200 deutliche Vorteile bei allen dargestellten Ergebnisparametern im Vergleich zum Vorgänger E 200.

Abbildung 2-11: Ausgewählte Ergebnisparameter [Einheit/Pkw]



Auch auf Seiten der energetischen Ressourcen sind Verbesserungen gegenüber dem Vorgänger E 200 festzuhalten (vgl. Abbildung 2-12). Der Erdölverbrauch kann deutlich um 20 Prozent reduziert werden. Durch die Pkw-Herstellung wesentlich bedingte energetische Ressourcen wie Steinkohle und Uran nehmen etwas zu. Über den gesamten Lebenszyklus können 17 Prozent Primärenergie gegenüber dem Vorgänger E 200 eingespart werden.

Die Abnahme des Primärenergiebedarfs um 152 Gigajoule entspricht dem Energieinhalt von ca. 4.700 Litern Otto-Kraftstoff (siehe auch nachfolgende Tabelle 2 3).

In Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4 werden weitere Ergebnisparameter der Ökobilanz für die neue E-Klasse E 200 und den Vorgänger E 200 in der Übersicht dargestellt.

Abbildung 2-12: Verbrauch an ausgewählten energetischen Ressourcen neue E-Klasse E 200 Limousine im Vergleich zum Vorgänger E 200 [Einheit/Pkw]

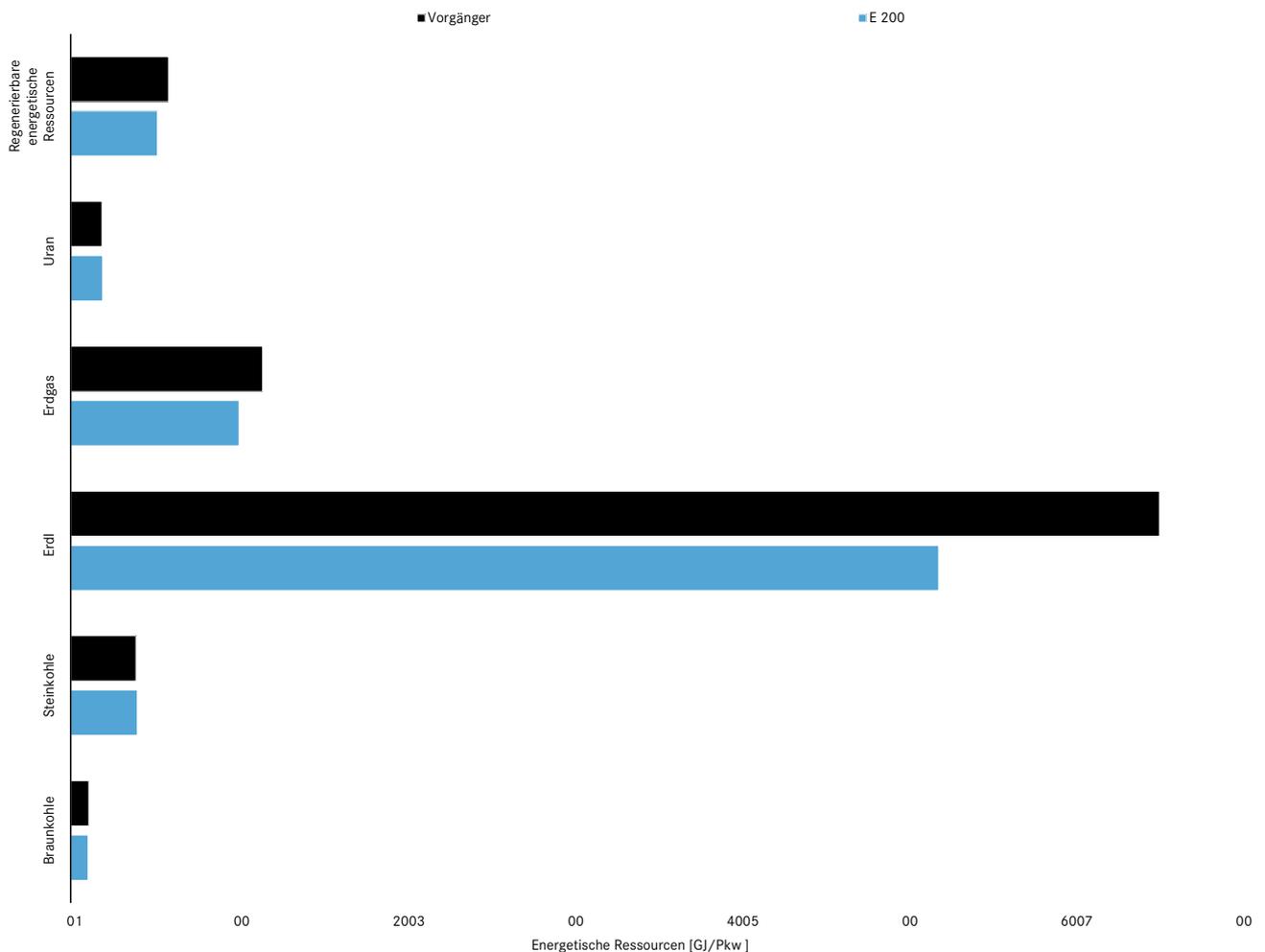




Tabelle 2-3: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I)

Inputparameter	E 200	Vorgänger	Delta E 200 zu Vorgänger	Kommentar
Stoffliche Ressourcen				
Bauxit [kg]	1.449	1.138	27%	Aluminiumherstellung, höherer Primäraluminiumanteil.
Dolomit [kg]	170	134	27%	Magnesiumherstellung, etwas höhere Magnesiummasse.
Eisen [kg]*	936	1.000	-6%	Stahlherstellung, etwas geringere Stahlmasse (Delta v.a. bei Rohbau/Achsen).
Buntmetalle (Cu, Pb, Zn) [kg]*	173	173	0%	
* als elementare Ressourcen				
Energieträger				
ADP fossil** [GJ]	671	816	-18%	v.a. bedingt durch Pkw-Nutzung.
Primärenergie [GJ]	742	894	-17%	Neuer E 200 ca. 80% aus der Nutzung (Kraftstoff), Vorgänger 84%.
Anteil aus				
Braunkohle [GJ]	10,4	10,7	-3%	Neuer E 200 ca. 79% aus der Pkw-Herstellung, 15% aus der Kraftstoffherstellung.
Erdgas [GJ]	101	115	-12%	Neuer E 200 ca. 59% aus der Nutzung, Vorgänger 66%.
Erdöl [GJ]	520	652	-20%	E 200 ca. 95% aus Nutzung, Vorgänger 96%.
Steinkohle [GJ]	40	39	2%	E 200 ca. 93% aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger ca. 91%.
Uran [GJ]	19,0	18,6	2%	E 200 ca. 79% aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 74%.
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	52	59	-11%	E 200 ca. 62% aus der Nutzung und 37% aus der Pkw-Herstellung.
** CML 2001 Stand April 2015				

Tabelle 2-4: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (II)

Outputparameter	E 200	Vorgänger	Delta E 200 zu Vorgänger	Kommentar
Emissionen in Luft				
GWP** [t CO ₂ -Äquiv.]	50	62	-20%	v.a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen.
AP** [kg SO ₂ -Äquiv.]	82	97	-15%	v.a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen.
EP** [kg Phosphat-Äquiv.]	8	11	-20%	v.a. bedingt durch NO _x -Emissionen.
POCP** [kg Ethen-Äquiv.]	17	20	-12%	v.a. bedingt durch NMVOC und CO-Emissionen.
CO ₂ [t]	47	60	-21%	E 200 ca. 83% aus der Nutzung (v.a. Fahrbetrieb), beim Vorgänger ca. 87%.
CO [kg]	90	100	-11%	E 200 ca. 76% aus der Nutzung (v.a. Fahrbetrieb), beim Vorgänger ca. 78%.
NMVOC [kg]	34	38	-11%	E 200 ca. 89% aus der Nutzung (v.a. Kraftstoffherstellung), beim Vorgänger ca. 91%.
CH ₄ [kg]	66	78	-16%	E 200 ca. 73% aus der Nutzung (v.a. Kraftstoffherstellung), beim Vorgänger ca. 79%.
NO _x [kg]	39	50	-22%	E 200 ca. 57% aus der Nutzung (v.a. Kraftstoffherstellung), beim Vorgänger ca. 68%.
SO ₂ [kg]	50	57	-13%	E 200 ca. 61% aus der Nutzung (v.a. Kraftstoffherstellung), beim Vorgänger ca. 69%.
Emissionen in Wasser				
BSB [kg]	0,17	0,20	-15%	Neuer E 200 ca. 52% Kraftstoffherstellung und 37% Pkw-Herstellung.
Kohlenwasserstoffe [kg]	2,0	2,3	-14%	E 200 ca. 69% aus der Kraftstoffherstellung, Rest aus Pkw-Herstellung.
NO ₃ - [kg]	6,5	8,2	-21%	E 200 ca. 94% aus der Kraftstoffherstellung, Vorgänger ca. 95%.
PO ₄ ³⁻ [g]	539	669	-19%	E 200 ca. 90% aus der Kraftstoffherstellung, Vorgänger ca. 93%.
SO ₄ ²⁻ [kg]	23,7	27,0	-12%	E 200 ca. 55% aus der Kraftstoffherstellung, Vorgänger ca. 61%.
** CML 2001 Stand April 2015				

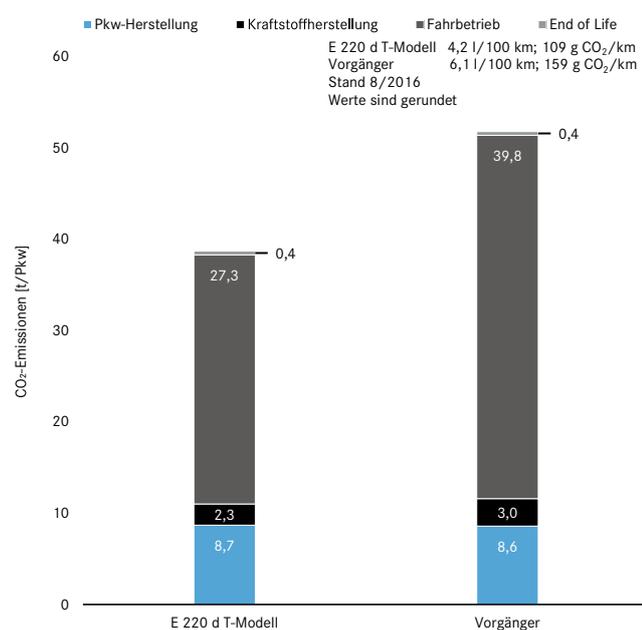
2.5 Bilanzergebnisse neue E-Klasse E 220 d T-Modell^[1] im Vergleich zum Vorgänger

Ergänzend zur Untersuchung der E-Klasse Limousinen E 220 d und E 200 wurde das neue E-Klasse T-Modell in der Motorisierung E 220 d untersucht und seinem Vorgänger E 220 CDI T-Modell in der ECE-Basisvariante zu Markteintritt (1.770 Kilogramm DIN-Gewicht) gegenübergestellt. Die zugrunde liegenden Randbedingungen sind mit der Modellierung des neuen E 220 d T-Modells vergleichbar. Die Herstellung wurde auf Basis aktueller Stücklistenauszüge abgebildet. Die Nutzung wurde mit den gültigen Zertifizierungswerten berechnet. Für die Verwertung wurde dasselbe, den Stand der Technik beschreibende Modell zugrunde gelegt.

Nachfolgende Abbildung 2-13 stellt die Kohlendioxid-Emissionen des neuen E-Klasse T-Modells E 220 d dem Vorgängerfahrzeug E 220 CDI - Modell gegenüber. In der Herstellung bedingt das neue E 220 d T-Modell vor allem durch die Leichtbaumaßnahmen eine leicht höhere Menge Kohlendioxid-Emissionen.

[1] Kraftstoffverbrauch E 220 d T-Modell mit Automatikgetriebe (kombiniert): 4,6-4,2 l/100km; CO₂-Emissionen (kombiniert): 120-109 g/km.

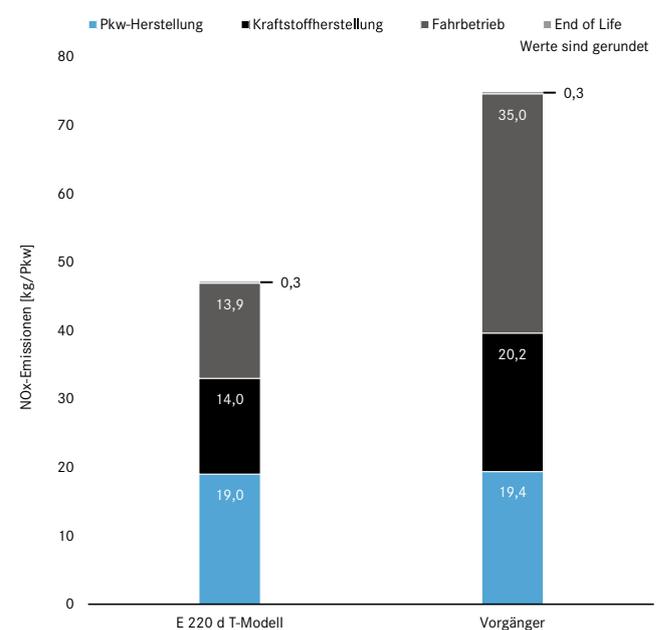
Abbildung 2-13: CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus [t/Pkw]



Aufgrund der im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI T-Modell nochmals deutlich verbesserten Effizienz in der Nutzungsphase ergeben sich über den gesamten Lebenszyklus klare Vorteile für das neue E-Klasse T-Modell E 220 d. Die CO₂-Emissionen können gegenüber dem Vorgänger um rund 26 Prozent (ca. 13 Tonnen) reduziert werden.

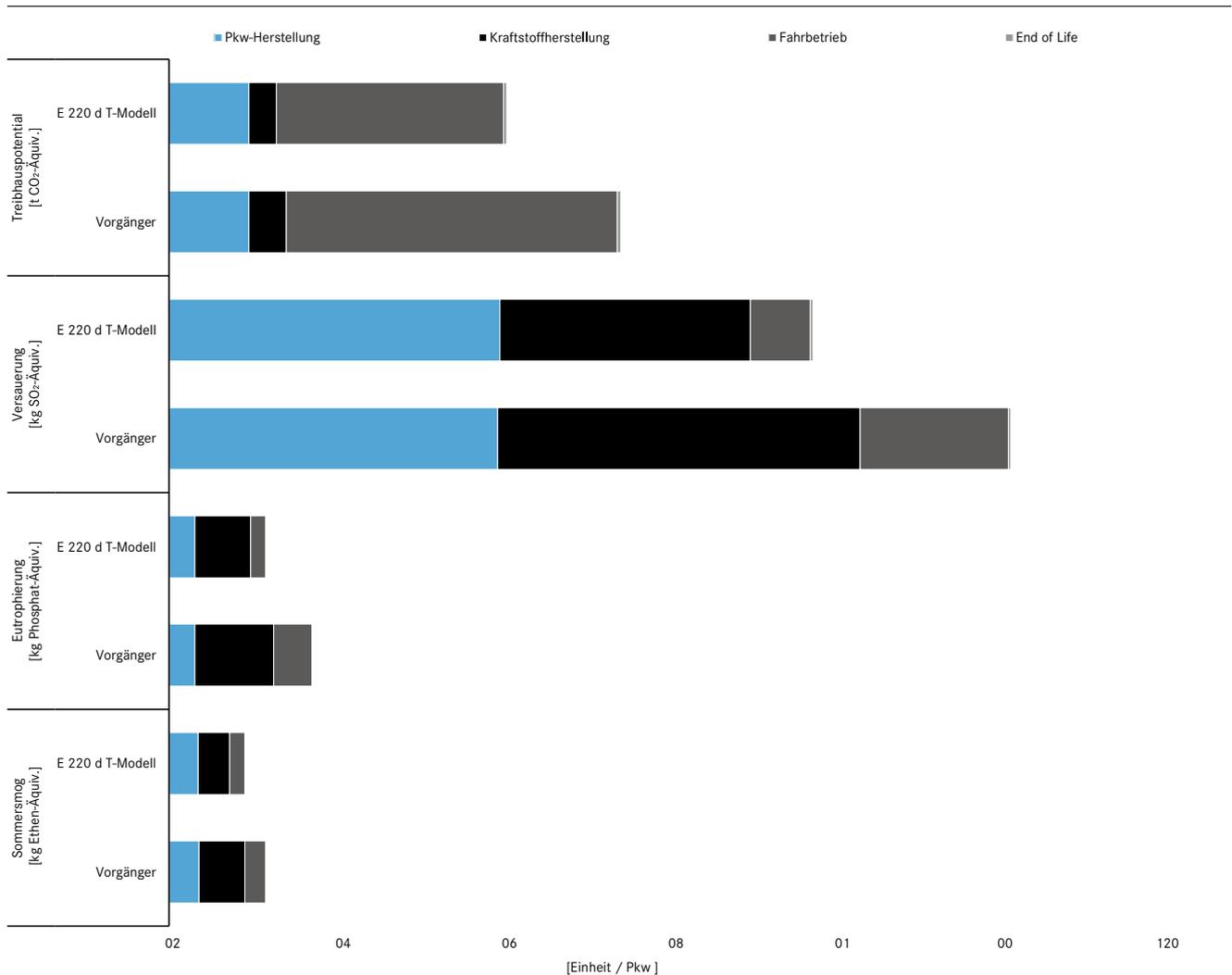
Nachfolgende Abbildung 2-14 stellt die Stickoxidemissionen im Vergleich zum Vorgänger dar. Die Pkw-Herstellung bedingt bei beiden Fahrzeugen eine nahezu identische Menge an NO_x-Emissionen. In der Nutzungsphase zeigt der neue E 220 d dagegen deutliche Vorteile gegenüber dem Vorgänger, in Summe über den gesamten Lebenszyklus werden rund 37 Prozent eingespart. Für die Stickoxidemissionen wurde zusätzlich ein Szenario unter Verwendung von Emissionen aus dem praktischen Fahrbetrieb (RDE, Real Driving Emissions) an Stelle der Zertifizierungswerte untersucht. Auch in diesem Szenario lag der neue E 220 d bei NO_x und allen anderen betrachteten Ergebnisparametern deutlich besser als der EU5-Vorgänger.

Abbildung 2-14: NO_x-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus [kg/Pkw]



In Abbildung 2-15 werden die untersuchten Wirkkategorien im Vergleich über die einzelnen Lebensphasen dargestellt. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt das neue E-Klasse E 220 d T-Modell deutliche Vorteile bei allen dargestellten Ergebnisparametern im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI T-Modell.

Abbildung 2-15: Ausgewählte Ergebnisparameter [Einheit/Pkw]



Auch auf Seiten der energetischen Ressourcen sind Verbesserungen gegenüber dem Vorgänger E 220 CDI T-Modell festzuhalten (vgl. Abbildung 2-16). Der Erdölverbrauch kann deutlich um 29 Prozent reduziert werden. Die durch die Pkw-Herstellung wesentlich bedingte energetische Ressource Uran nimmt etwas zu. Über den gesamten Lebenszyklus können 24 Prozent Primärenergie gegenüber dem Vorgänger E 220 CDI T-Modell eingespart werden. Die Abnahme des Primärenergiebedarfs um 196 Gigajoule entspricht dem Energieinhalt von ca. 5.400 Litern Diesel-Kraftstoff (siehe auch nachfolgende Tabelle 2-5).

In Tabelle 2-5 und Tabelle 2-6 werden weitere Ergebnisparameter der Ökobilanz für den neuen E-Klasse T-Modell E 220 d und den Vorgänger E 220 CDI in der Übersicht dargestellt.

Abbildung 2-16: Verbrauch an ausgewählten energetischen Ressourcen E 220 T-Modell im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI T-Modell [Einheit/Pkw]

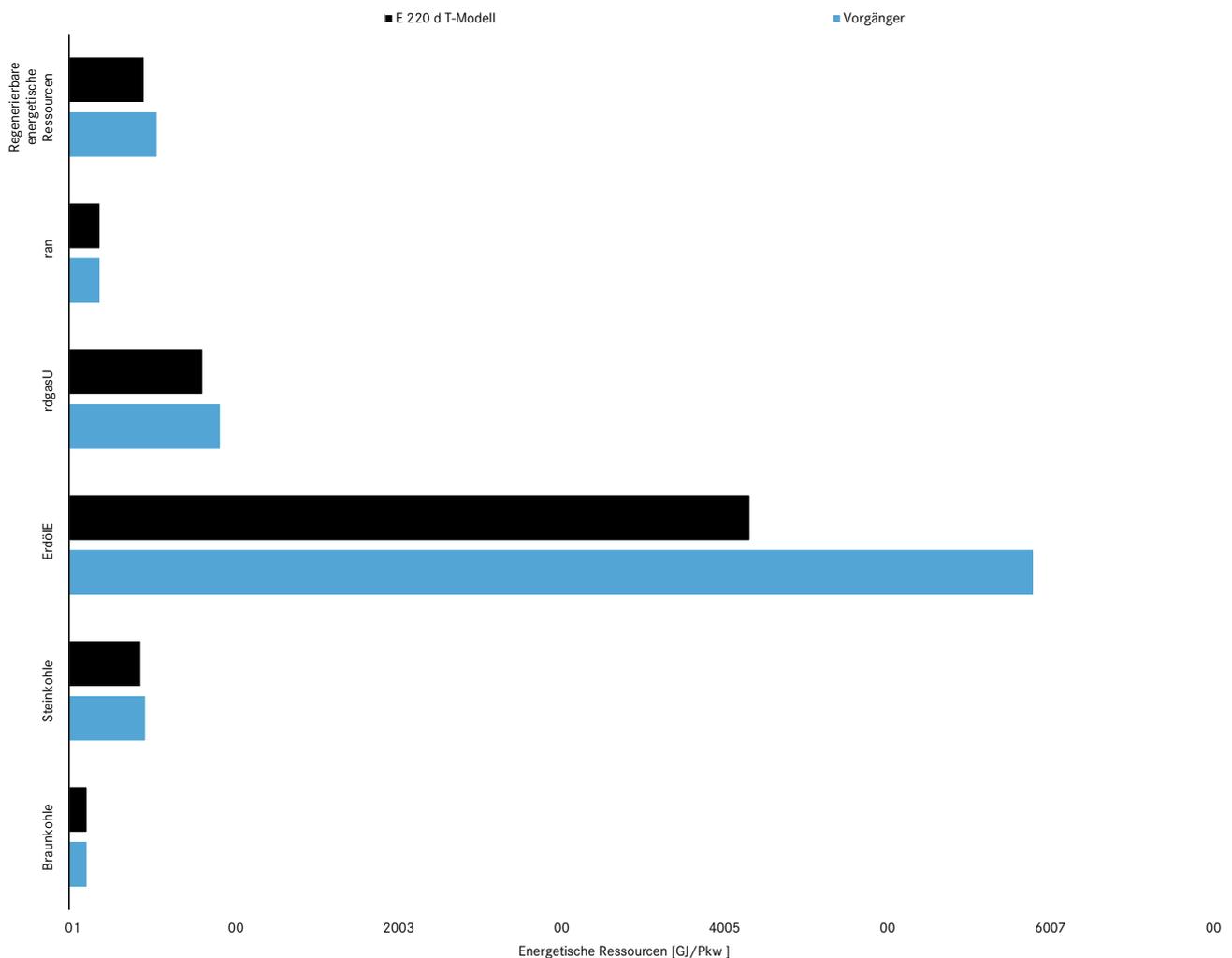




Tabelle 2-5: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I) des E 220 d T-Modells im Vergleich zum Vorgänger

Inputparameter	E 220 d T-Modell	Vorgänger	Delta E 220 d T-Modell zu Vorgänger	Kommentar
Stoffliche Ressourcen				
Bauxit [kg]	1.595	1.151	39%	Aluminiumherstellung, höherer Primäranteil (v. a. Rohbau, Motor, Achsen).
Dolomit [kg]	156	238	-35%	Magnesiumherstellung, geringere Magnesiummasse (v. a. Karosserie).
Eisen [kg]*	975	1.121	-13%	Stahlherstellung, geringere Stahlmasse (Delta v. a. bei Rohbau, Motor).
Buntmetalle (Cu, Pb, Zn) [kg]*	167	165	1%	v. a. Elektrik/Elektronik
* als elementare Ressourcen				
Energieträger				
ADP fossil** [GJ]	555	743	-25%	Beim E 220 d zu 64 %, beim Vorgänger zu 69 % aus dem Kraftstoffverbrauch.
Primärenergie [GJ]	620	816	-24%	Verbrauch von energetischen Ressourcen ist deutlich geringer im Vergleich zum Vorgänger, bedingt durch den Verbrauchsvorteil des E220 d.
Anteil aus				
Braunkohle [GJ]	10,6	11,4	-7%	E 220 d 85 %, Vorgänger 82 % aus der Herstellung.
Erdgas [GJ]	82	93	-12%	E 220 d 55 %, Vorgänger 46 % aus der Herstellung. E 220 d 45 %, Vorgänger 54 % aus der Nutzung.
Erdöl [GJ]	418	592	-29%	E 220 d 93 %, Vorgänger 95 % aus der Nutzung.
Steinkohle [GJ]	44	47	-5%	E 220 d 95 %, Vorgänger 93 % aus der Herstellung.
Uran [GJ]	19,4	18,8	3%	E 220 d 86 %, Vorgänger 80 % aus der Herstellung.
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	46	54	-15%	E 220 d 46 %, Vorgänger 34 % aus der Herstellung. E 220 d 53 %, Vorgänger 65 % aus der Nutzung.
** CML 2001 Stand April 2015				

Tabelle 2-6: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (II) des E 220 d T-Modells im Vergleich zum Vorgänger

Outputparameter	E 220 d T-Modell	Vorgänger	Delta E 220 d T-Modell zu Vorgänger	Kommentar
Emissionen in Luft				
GWP** [t CO ₂ -Äquiv.]	41	54	-25%	v. a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen.
AP** [kg SO ₂ -Äquiv.]	77	101	-24%	v. a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen.
EP** [kg Phosphat-Äquiv.]	12	17	-32%	v. a. bedingt durch NO _x -Emissionen.
POCP** [kg Ethen-Äquiv.]	9	12	-22%	v. a. bedingt durch NMVOC und CO-Emissionen.
CO ₂ [t]	39	52	-26%	v. a. aus Fahrbetrieb. CO ₂ -Reduktion folgt direkt aus dem geringeren Kraftstoffverbrauch.
CO [kg]	52	55	-6%	E 220 d 44 %, Vorgänger 46 % aus der Herstellung. E 220 d 56 %, Vorgänger 54 % aus der Nutzung.
NMVOC [kg]	16	20	-24%	E 220 d 76 %, Vorgänger 82 % aus der Nutzung.
CH ₄ [kg]	58	73	-20%	E 220 d 35 %, Vorgänger 26 % aus der Herstellung. E 220 d 64 %, Vorgänger 74 % aus der Nutzung.
NO _x [kg]	47	75	-37%	E 220 d 40 %, Vorgänger 26 % aus der Herstellung. E 220 d 59 %, Vorgänger 74 % aus der Nutzung.
SO ₂ [kg]	39	46	-15%	E 220 d 62 %, Vorgänger 53 % aus der Herstellung. E 220 d 38 %, Vorgänger 47 % aus der Nutzung.
Emissionen in Wasser				
BSB [kg]	0,14	0,17	-16%	E 220 d 61 %, Vorgänger 54 % aus der Herstellung. E 220 d 39 %, Vorgänger 46 % aus der Nutzung.
Kohlenwasserstoffe [kg]	2,8	3,6	-21%	E 220 d 23 %, Vorgänger 16 % aus der Herstellung. E 220 d 77 %, Vorgänger 84 % aus der Nutzung.
NO ₃ - [g]	14.355	20.454	-30%	E 220 d 96 %, Vorgänger 98 % aus der Nutzung.
PO ₄ ³⁻ [g]	697	979	-29%	E 220 d 90 %, Vorgänger 94 % aus der Nutzung.
SO ₄ ²⁻ [kg]	19,7	23,4	-16%	E 220 d 56 %, Vorgänger 47 % aus der Herstellung. E 220 d 43 %, Vorgänger 52 % aus der Nutzung.
** CML 2001 Stand April 2015				

2.6 Bilanzergebnisse E 350 e Limousine zum Vorgänger E 350 CGI

Das Plug-in Hybrid-Modell E 350 e kombiniert einen 65 kW (88 PS) starken Elektroantrieb mit einem knapp zwei Liter großen Vierzylinder Benzinmotor mit 155 kW (211 PS).

Der Hochvolt-Lithium-Ionen-Akku des E 350 e bietet einen Energieinhalt von 6,4 kWh und kann extern sowohl über die heimische Steckdose wie an öffentlichen Ladestationen geladen werden. Mit Hilfe der elektrischen Synchronmaschine kann die E-Klasse so bis zu 33 Kilometer weit rein elektrisch fahren. Die während der Fahrzeugnutzung verbrauchten Mengen an Strom und Otto-Kraftstoff wurden auf Basis der nach Zertifizierungsvorschrift ECE R101 ermittelten Verbrauchswerte berechnet. Der elektrische Energieverbrauch (NEFZ) liegt bei 11,5 kWh/100 km, der damit kombinierte Benzinverbrauch beträgt 2,1 l/100km. Für die Erzeugung des extern geladenen Stroms wurden die beiden Varianten „EU Strom-Mix“ und „Strom aus Wasserkraft“ untersucht.

Nachfolgende Abbildung 2-17 stellt die Kohlendioxid-Emissionen des E 350 e dem konventionell motorisierten Vorgängerfahrzeug E 350 CGI gegenüber.

In der Herstellung bedingt der E 350 e vor allem durch die zusätzlichen hybridspezifischen Komponenten eine sichtbar höhere Menge Kohlendioxid-Emissionen. Über den gesamten Lebenszyklus, bestehend aus Herstellung, Nutzung über 250.000 Kilometer und Verwertung, ergeben sich jedoch klare Vorteile für den Plugin Hybrid. Erfolgt die externe elektrische Aufladung mit dem europäischen Strom-Mix, so können die CO₂-Emissionen gegenüber dem E 350 CGI um rund 44 Prozent (ca. 29 Tonnen) reduziert werden. Durch den Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom aus Wasserkraft ist eine Reduktion um 63 Prozent (ca. 42 Tonnen) möglich.

Abbildung 2-18 zeigt die Stickoxid-Emissionen über den kompletten Lebenszyklus. Mit dem EU Strom-Mix liegt der E 350 e auf dem Niveau des Vorgängers E 350 CGI. Mit Strom aus Wasserkraft werden die NO_x-Emissionen um 42 Prozent (23 kg) gegenüber dem Vorgänger reduziert.

Abbildung 2-17: CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus [t/Pkw]

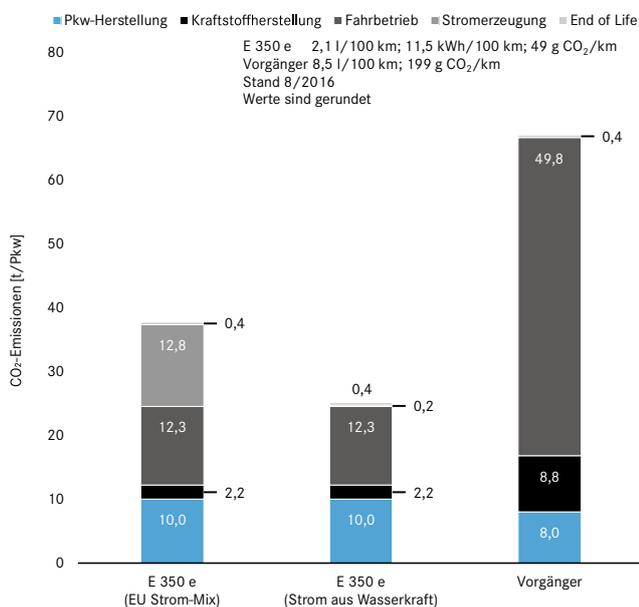
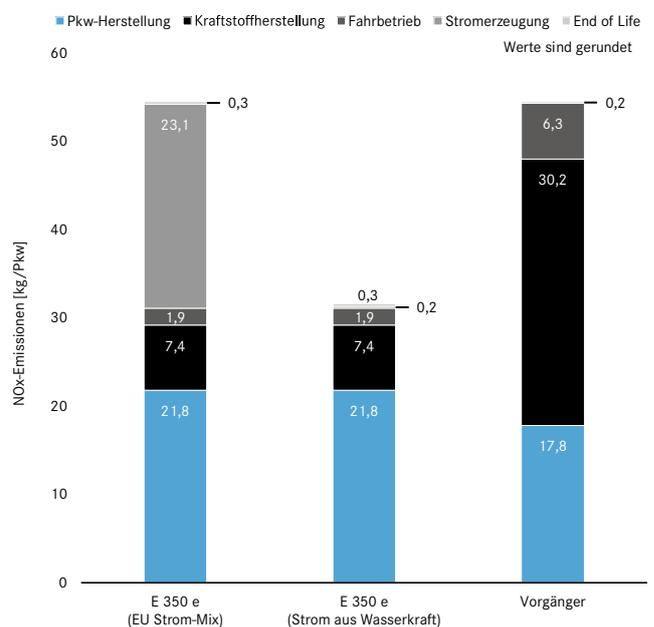


Abbildung 2-18: NO_x-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus [kg/Pkw]



In Abbildung 2-19 werden die untersuchten Wirkkategorien im Vergleich über die einzelnen Lebensphasen dargestellt. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt der E 350 e mit Strom aus Wasserkraft deutliche Vorteile bei allen dargestellten Ergebnisparametern.

Wird der europäische Strom-Mix zur externen Beladung eingesetzt, so ergeben sich weiterhin deutliche Vorteile bei Treibhauspotential, Sommersmog und Eutrophierung. Bei der Versauerung bleibt der E 350 e dagegen 17 Prozent über dem E 350 CGI.

Abbildung 2-19: Ausgewählte Ergebnisparameter E 350 e im Vergleich zum Vorgänger [Einheit / Pkw]

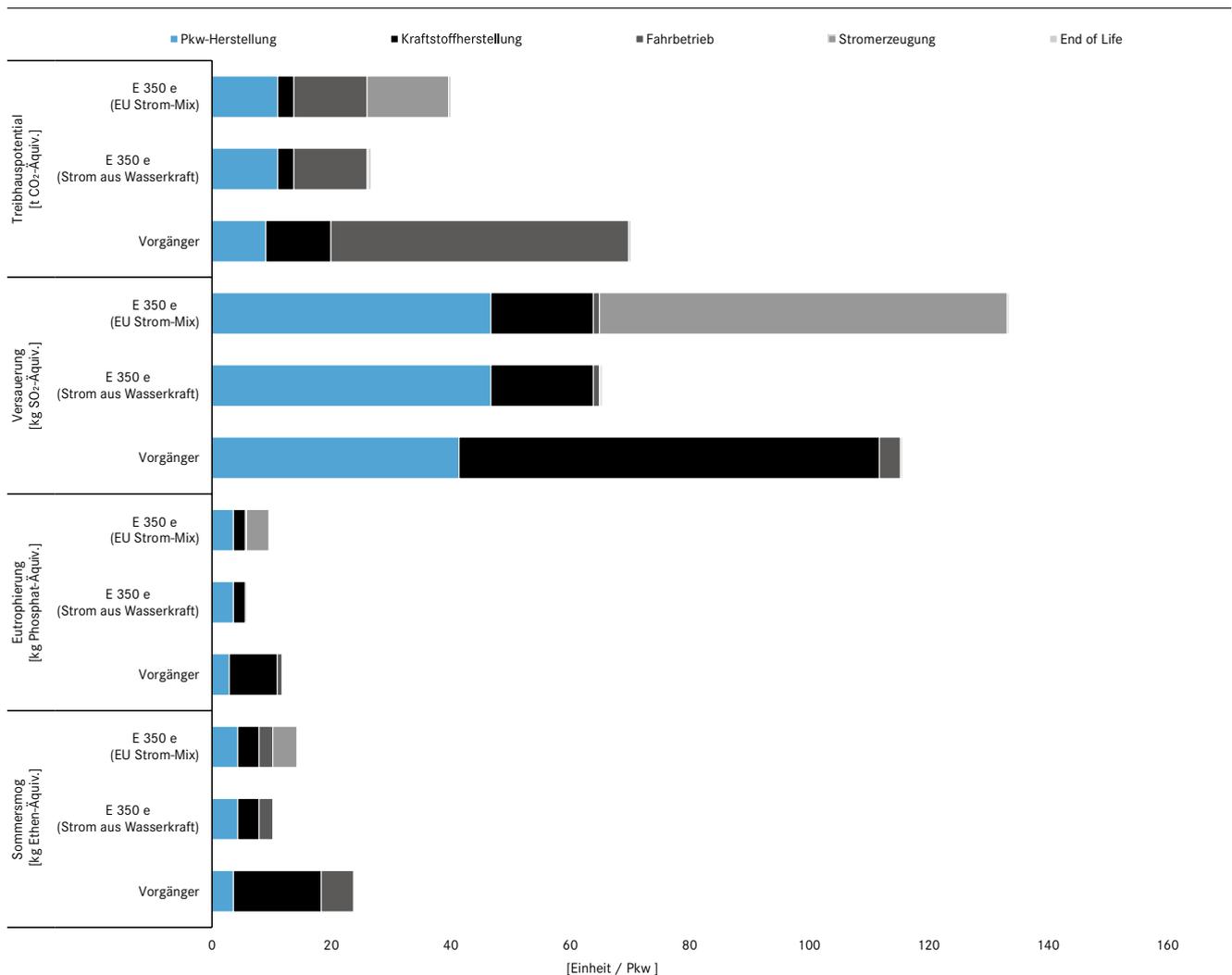


Abbildung 2-20 und Abbildung 2-21 zeigen den Verbrauch relevanter stofflicher und energetischer Ressourcen. Der Bedarf an stofflichen Ressourcen verändert sich bei der Herstellung des E-Klasse Plug-in Hybrids im Vergleich zum Vorgänger deutlich. Beispielsweise steigt der Bauxitbedarf wegen des höheren Leichtmetallanteils und der Bedarf an Buntmetallen aufgrund der alternativen Antriebskomponenten deutlich an.

Bei den energetischen Ressourcen zeigt sich hingegen ein deutlich geringerer Verbrauch. Am besten ist das Ergebnis, wenn regenerativ erzeugter Strom zum Laden der Batterie des E 350 e verwendet wird. Der Erdölverbrauch kann so um 72 Prozent gegenüber dem Vorgänger reduziert werden.

Abbildung 2-20: Verbrauch ausgewählter stofflicher Ressourcen [kg/Pkw]

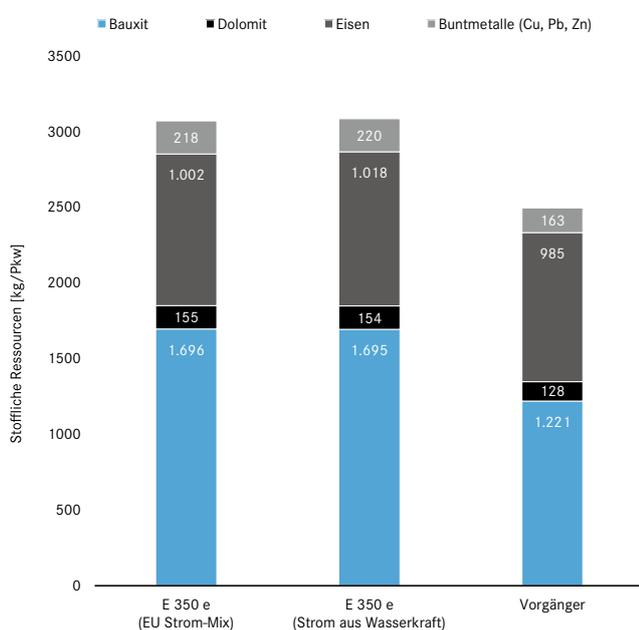
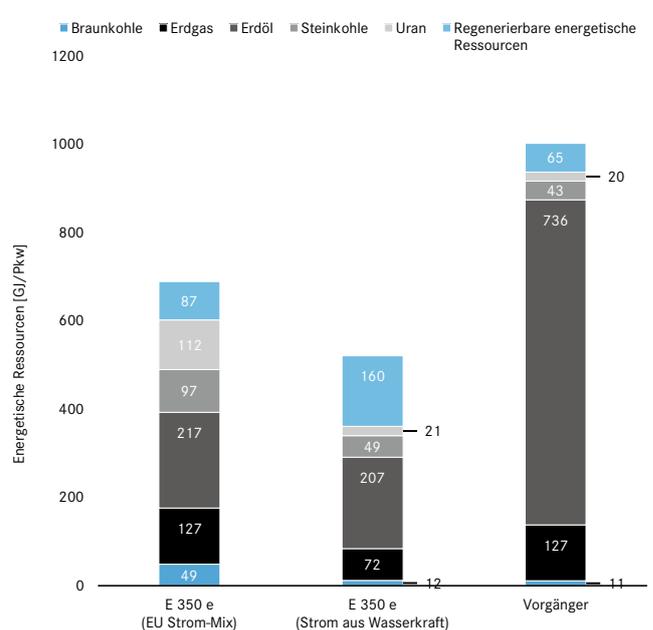


Abbildung 2-21: Verbrauch ausgewählter energetischer Ressourcen [G/Pkw]



Für eine umfassende Bewertung des Ressourceneinsatzes in Produkten sind neben der Betrachtung des reinen Rohstoffverbrauchs weitere Aspekte zu berücksichtigen. So spielen vor allem Fragestellungen zur mittel- und langfristigen Sicherstellung der Rohstoffversorgung sowie zur Einhaltung von Sozial- und Umweltstandards entlang der Versorgungskette eine wichtige Rolle. Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes ESSENZ wurde unter Mitwirkung der Daimler AG ein neuer ganzheitlicher Ansatz entwickelt, der die verschiedenen Betrachtungsweisen vereint.

Als Indikator für die langfristige Versorgungssicherung wird die geologische Verfügbarkeit der Ressourcen unter Berücksichtigung der Bedarfsentwicklung zu Grunde gelegt. Mittelfristige Auswirkungen auf die Versorgungssicherung werden mit Hilfe sozio-ökonomischen Indikatoren wie beispielsweise der Länder-/Firmenkonzentration, der politischen Stabilität der Abbauländer sowie Preisentwicklungen und Nachfragewachstum bestimmt. Die Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards werden in der Dimension Gesellschaftliche Akzeptanz gebündelt und geben Hinweise auf mögliche Risiken beim Abbau der Ressourcen auf Landesebene. Dabei werden Indikatoren zu Arbeitsbedingungen und Auswirkungen auf das lokale Ökosystem berücksichtigt.

Das hier aufgeführte Fallbeispiel – Vergleich des E 350 e Plug-in Hybrid mit dem konventionell motorisierten Vorgängerfahrzeug E 350 CGI – macht deutlich, weshalb eine umfassende Betrachtung notwendig ist.

Der höhere Bedarf an stofflichen Ressourcen für den Plug-in Hybrid hat vor allem einen Einfluss auf die Dimensionen sozio-ökonomische Verfügbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanz. Aufgrund des geringeren Verbrauchs an fossilen Energieträgern zeigt der E 350 e andererseits jedoch klare Vorteile in der Dimension physische Verfügbarkeit.

Für die Bewertung der Ressourceneffizienz ist es somit von großer Bedeutung, dass sowohl die stofflichen als auch die energetischen Ressourcen über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet und in die Berechnung mit einbezogen werden.

In Tabelle 2-7 und Tabelle 2-8 werden weitere Ergebnisparameter der Ökobilanz für die neue E Klasse E 350 e Limousine und den Vorgänger E 350 CGI in der Übersicht dargestellt.

Abbildung 2-22: Zusammenfassung der Ressourceneffizienzdimensionen der ESSENZ Methode - E 350 e im Vergleich zum Vorgänger

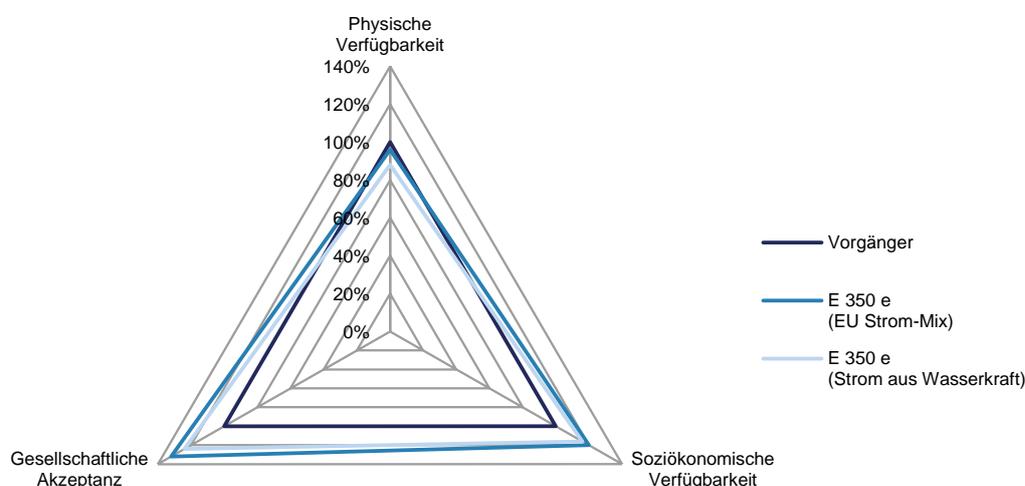


Tabelle 2-5 : Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I) des E 350 e im Vergleich zum Vorgänger

Inputparameter	E 350 e (EU Strom-Mix)	E 350 e (Strom aus Wasserkraft)	Vorgänger	Delta E 350 e (EU Strom-Mix) zu Vorgänger	Delta E 350 e (Strom aus Wasserkraft) zu Vorgänger	Kommentar
Stoffliche Ressourcen						
Bauxit [kg]	1.696	1.695	1.221	39%	39%	Aluminiumherstellung, höherer Primäranteil (v. a. Rohbau, Motor, Achsen).
Dolomit [kg]	155	154	128	21%	21%	Magnesiumherstellung, etwas höhere Magnesiummasse.
Eisen [kg]*	1.002	1.018	985	2%	3%	Stahlherstellung, geringere Stahlmasse (Delta v. a. bei Rohbau, Motor).
Buntmetalle (Cu, Pb, Zn) [kg]*	218	220	163	34%	35%	Höherer Buntmetallanteil (v. a. HV-Antriebskomponenten).
* als elementare Ressourcen						
Energieträger						
ADP fossil** [GJ]	491	340	917	-46%	-63%	Beim E 350 e zu 71 % (Strom-Mix) bzw. 58 % (Wasserkraft), beim Vorgänger zu 87% aus dem Nutzungsphase.
Primärenergie [GJ]	690	522	1.002	-31%	-48%	Verbrauch von energetischen Ressourcen ist deutlich geringer im Vergleich zum Vorgänger, bedingt durch den Verbrauchsvorteil des E 350 e.
Anteil aus						
Braunkohle [GJ]	49	12	11	331%	2%	E 350 e 21 % (Strom-Mix) bzw. 90 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 76 %.
Erdgas [GJ]	127	72	127	0%	-43%	E 350 e 40 % (Strom-Mix) bzw. 71 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 32 %.
Erdöl [GJ]	217	207	736	-70%	-72%	E 350 e 84 % aus der Nutzungsphase, Vorgänger 96 %.
Steinkohle [GJ]	97	49	43	124%	13%	E 350 e 49 % (Strom-Mix) bzw. 97 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 91 %.
Uran [GJ]	112	21	20	460%	6%	E 350 e 17 % (Strom-Mix) bzw. 92 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 73 %.
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	87	160	65	34%	147%	E 350 e 72 % (Strom-Mix) bzw. 85 % (Wasserkraft) aus der Nutzungsphase, Vorgänger 72 %.
** CML 2001 Stand April 2015						

Tabelle 2-6 : Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (II) des E 350 e im Vergleich zum Vorgänger

Outputparameter	E 350 e (EU Strom-Mix)	E 350 e (Strom aus Wasserkraft)	Vorgänger	Delta E 350 e (EU Strom-Mix) zu Vorgänger	Delta E 350 e (Strom aus Wasserkraft) zu Vorgänger	Kommentar
Emissionen in Luft						
GWP** [t CO ₂ -Äquiv.]	40	26	70	-43%	-62%	v. a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen.
AP** [kg SO ₂ -Äquiv.]	132	64	113	17%	-43%	v. a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen.
EP** [kg Phosphat-Äquiv.]	9	6	12	-19%	-50%	v. a. bedingt durch NO _x -Emissionen.
POCP** [kg Ethen-Äquiv.]	14	10	24	-40%	-57%	v. a. bedingt durch NMVOC und CO-Emissionen.
CO ₂ [t]	38	25	67	-44%	-63%	E 350 e 26 % (Strom-Mix) bzw. 40 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 12 %.
CO [kg]	69	60	68	1%	-12%	E 350 e 35 % (Strom-Mix) bzw. 40 % (Wasserkraft) aus der Pkw-Herstellung, Vorgänger 33 %.
NMVOC [kg]	20	17	50	-61%	-65%	E 350 e 75 % (Strom-Mix) bzw. 71 % (Wasserkraft), Vorgänger 93 % aus der Nutzungsphase.
CH ₄ [kg]	65	40	91	-29%	-56%	E 350 e 65 % (Strom-Mix) bzw. 43 % (Wasserkraft), Vorgänger 80 % aus der Nutzungsphase.
NO _x [kg]	54	32	54	0%	-42%	E 350 e 59 % (Strom-Mix) bzw. 30 % (Wasserkraft), Vorgänger 67 % aus der Nutzungsphase.
SO ₂ [kg]	83	37	68	21%	-45%	E 350 e 68 % (Strom-Mix) bzw. 29 % (Wasserkraft), Vorgänger 65 % aus der Nutzungsphase.
Emissionen in Wasser						
BSB [kg]	0,17	0,13	0,21	-19%	-38%	E 350 e 42 % (Strom-Mix) bzw. 24 % (Wasserkraft), Vorgänger 61 % aus der Nutzungsphase.
Kohlenwasserstoffe [kg]	1,3	1,2	2,5	-49%	-51%	E 350 e 41 % (Strom-Mix) bzw. 39 % (Wasserkraft), Vorgänger 78 % aus der Nutzungsphase.
NO ₃ - [g]	4.134	2.676	9.089	-55%	-71%	E 350 e 88 % (Strom-Mix) bzw. 81 % (Wasserkraft), Vorgänger 97 % aus der Nutzungsphase.
PO ₄ ³⁻ [g]	277	240	755	-63%	-68%	E 350 e 75 % (Strom-Mix) bzw. 72 % (Wasserkraft), Vorgänger 93 % aus der Nutzungsphase.
SO ₄ ²⁻ [kg]	43,6	18,2	29,2	50%	-38%	E 350 e 69 % (Strom-Mix) bzw. 26 % (Wasserkraft), Vorgänger 64 % aus der Nutzungsphase.
** CML 2001 Stand April 2015						



3. Materialauswahl

3.1 Vermeidung von Stoffen mit Gefährdungspotenzial

Die Vermeidung von Gefahrstoffen ist bei der Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Verwertung unserer Fahrzeuge oberstes Gebot. In unserer internen Norm (DBL 8585) sind bereits seit 1996 diejenigen Stoffe und Stoffklassen zusammengestellt, die zum Schutz der Menschen und der Umwelt nicht in Werkstoffen oder Bauteilen von Mercedes-Benz Pkw enthalten sein dürfen. Diese DBL steht dem Konstrukteur und dem Werkstofffachmann bereits in der Vorentwicklung sowohl bei der Auswahl der Werkstoffe als auch bei der Festlegung von Fertigungsverfahren zur Verfügung.

Für Materialien, die für Bauteile mit Luftkontakt zum Fahrergastraum verwendet werden, gelten zusätzlich Emissionsgrenzwerte, die im Fahrzeuglastenheft und in der bauteil-spezifischen Liefervorschrift DBL 5430 festgelegt sind. Die Reduktion der Innenraum-Emissionen ist dabei ein wesentlicher Aspekt der Bauteil- und Werkstoffentwicklung für Mercedes-Benz Fahrzeuge.

3.2 Allergie-geprüfter Fahrzeuginnenraum

Auch die E-Klasse hat das Qualitätssiegel der Europäischen Stiftung für Allergieforschung (ECARF – European Centre for Allergy Research Foundation) erhalten. Mit dem ECARF Qualitätssiegel zeichnet ECARF Produkte aus, deren Allergikerfreundlichkeit sie wissenschaftlich überprüft hat. Die Voraussetzungen dafür sind umfangreich: So werden zahlreiche Bauteile pro Ausstattungsvariante eines Fahrzeugs auf Inhalationsallergene getestet. Ferner wird der Pollenfilter in neuem und gebrauchtem Zustand auf seine Funktion überprüft. Hinzu kommen Probandenversuche. So fanden Fahrversuche mit an starkem Asthma leidenden Personen bei der E-Klasse statt, bei denen Lungenfunktionstests Aufschluss über die Belastung des bronchialen Systems gaben. Zusätzlich wurden alle Materialien mit potentiell Hautkontakt dermatologisch überprüft. Bei so genannten Epikutan-Tests wurden dabei Versuchspersonen mit bekannten Kontaktallergien auf die Unverträglichkeit gegenüber Interieurmaterialien mit potentiell Hautkontakt geprüft. Dazu wurden Substanzen aus dem Innenraum als potenzielle Allergene mit Pflastern auf die Haut geklebt. Auch die Filter der Klimaanlage müssen in neuem und gebrauchtem Zustand die strengen Kriterien des ECARF-Siegels erfüllen: Geprüft wird unter anderem der Abscheidegrad von Feinstaub und Pollen.

Abbildung 3-1: Prüfkammer zur Messung von Innenraumemissionen



3.3 Rezyklateinsatz

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 Basisvariante der neuen E-Klasse Limousine können insgesamt 72 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 54,4 Kilogramm anteilig aus hochwertigen rezyklierten Kunststoffen hergestellt werden. Damit konnte die Masse der freigegebenen Rezyklat-Komponenten im Vergleich zum Vorgängermodell um 30 Prozent gesteigert werden. Typische Anwendungsfelder sind Radlaufverkleidungen, Kabelkanäle und Unterbodenverkleidungen, welche überwiegend aus dem Kunststoff Polypropylen bestehen.

Bei der neuen E-Klasse kommt mit dem Werkstoff Dinamica® nun auch im Interieur hochwertiges Rezyklatmaterial zum Einsatz. Dinamica® ist ein Mikrofaserwerkstoff aus recyceltem Polyester und wasserbasiertem Polyurethan. Das in Dinamica® enthaltene recycelte Polyester stammt zum Beispiel aus Stoffen und PET-Flaschen. Dinamica® hat eine Velourslederoptik und -haptik und wird im Fahrzeuginnenraum zum Beispiel als Sitzbezug, Dachhimmel und Säulenverkleidung eingesetzt. Eine weitere Zielsetzung ist es, die Rezyklat-Werkstoffe möglichst aus fahrzeugbezogenen Abfallströmen zu gewinnen, um dadurch Kreisläufe zu schließen. Zu diesem Zweck kommen auch in der E-Klasse etablierte Prozesse zum Einsatz: beispielsweise wird bei den Radlaufverkleidungen ein Rezyklat eingesetzt, das sich aus aufgearbeiteten Starterbatterien und Stoßfängerverkleidungen zusammensetzt.

Abbildung 3 2: Rezyklateinsatz in der E-Klasse Limousine



3.4 Einsatz nachwachsender Rohstoffe

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe konzentriert sich im Fahrzeugbau auf Anwendungen im Interieur. Selbstverständlich kommen auch in der E-Klasse etablierte Naturmaterialien wie Flachs-, und Cellulosefasern, Wolle, Baumwolle und Naturkautschuk zum Serieneinsatz.

Durch den Einsatz von Naturstoffen ergeben sich im Automobilbau eine ganze Reihe von Vorteilen:

- Die Nutzung von Naturfasern ergibt im Vergleich zur Verwendung von Glasfasern meist eine Reduktion des Bauteilgewichtes.
- 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 Basisvariante der neuen E-Klasse Limousine werden insgesamt 90 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 33,1 Kilogramm unter der Verwendung von Naturmaterialien hergestellt. Damit hat sich das Gesamtgewicht der unter Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen hergestellten Komponenten gegenüber dem Vorgängermodell um 59 Prozent erhöht. Abbildung 3-3 zeigt die Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen in der E-Klasse.

Abbildung 3 3: Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen in der E-Klasse Limousine





Feld
2

4. Verwertungsgerechte Konstruktion

Mit der Verabschiedung der europäischen Altfahrzeug-Richtlinie (2000/53/EG) 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
- Nachweis zur Erfüllung der Verwertungsquote im Rahmen der Pkw-Typzertifizierung für neue Fahrzeuge
- Kostenlose Rücknahme aller Altfahrzeuge
- Bereitstellung von Demontage-Informationen 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.

4.1 Recyclingkonzept E-Klasse

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 die E-Klasse 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. Insgesamt wurde mit der nachfolgend beschriebenen Prozesskette eine stoffliche Recyclingfähigkeit von 85 Prozent und eine Verwertbarkeit von 95 Prozent gemäß dem Berechnungsmodell nach ISO 22628 für die E-Klasse im Rahmen der Fahrzeug-Typgenehmigung nachgewiesen (siehe Abbildung 4-1).

Beim Altfahrzeugverwerter werden im Rahmen der Vorbehandlung die Flüssigkeiten, die Batterie, der Ölfilter, die Reifen sowie die Katalysatoren demontiert. Die Airbags sind mit einem für alle europäischen Automobilhersteller einheitlichen Gerät zündbar. 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. Neben den Gebrauchtteilen werden im Rahmen der Fahrzeugdemontage gezielt Materialien entnommen, die mit wirtschaftlich sinnvollen Verfahren rezykliert werden können. Hierzu gehören neben Bauteilen aus Aluminium und Kupfer auch ausgewählte große Kunststoffbauteile.

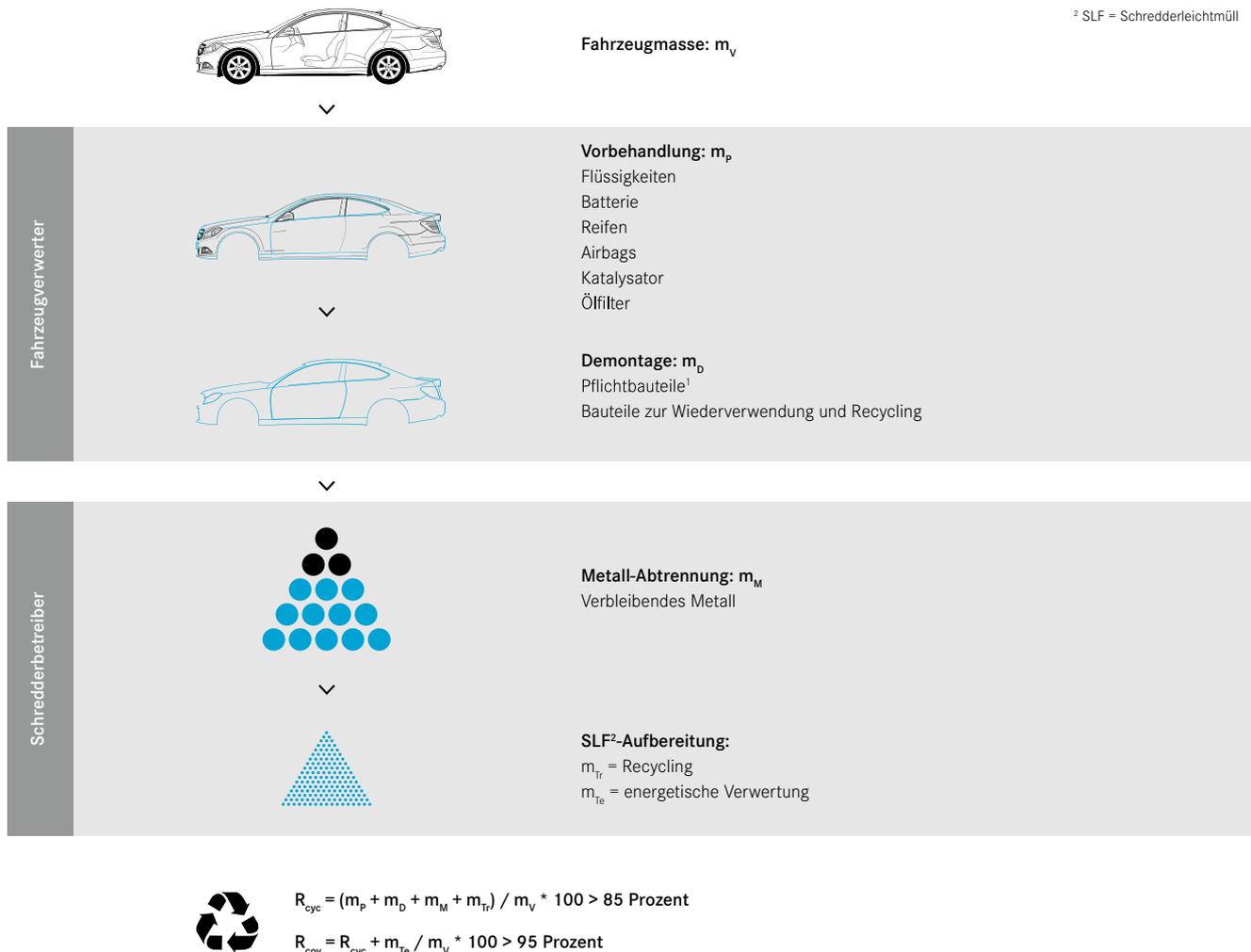
Im Rahmen der Entwicklung der E-Klasse wurden diese Bauteile gezielt auf ihr späteres Recycling hin vorbereitet. Neben der Sortenreinheit von Materialien wurde auch auf eine demontagefreundliche Konstruktion relevanter Thermoplast-Bauteile wie zum Beispiel Stoßfänger, Radlauf-, Längsträger-, Unterboden- 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 die E-Klasse im Rahmen der Fahrzeug-Typgenehmigung nachgewiesen (siehe Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Stoffströme im Recyclingkonzept

¹ nach 2000/53/EG

² SLF = Schredderleichtmüll



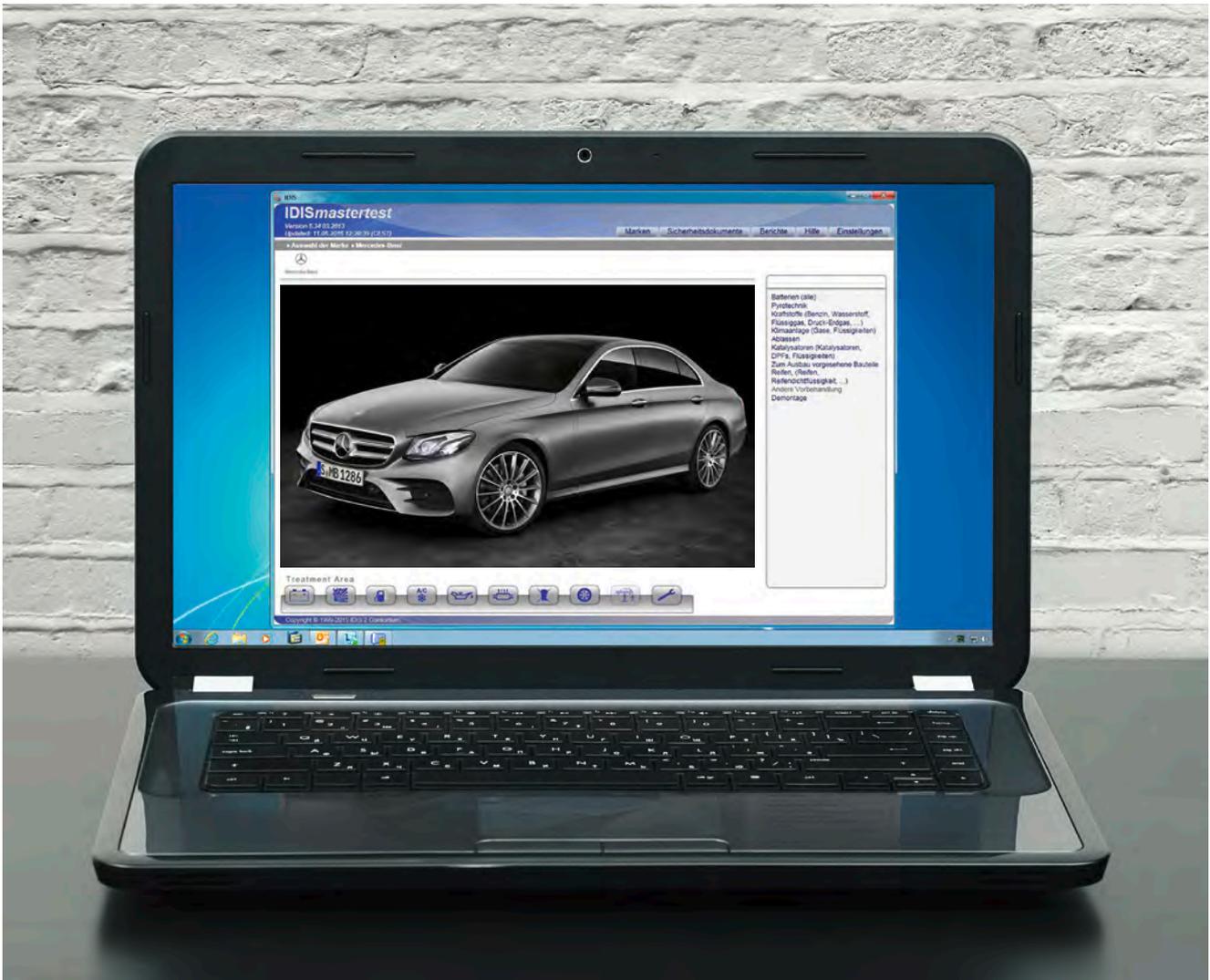
4.2 Demontage-Informationen

Zur Umsetzung des Recyclingkonzeptes spielen Demontageinformationen für die Altfahrzeugverwerter eine wichtige Rolle. Auch für die E-Klasse werden alle notwendigen Informationen mittels des sog. International Dismantling Information System (IDIS) elektronisch bereitgestellt.

Die IDIS-Software beinhaltet Fahrzeuginformationen für den Altfahrzeugverwerter, auf deren Grundlage Fahrzeuge am Ende ihrer Lebensdauer umweltfreundlichen Vorbehandlungs- und Entsorgungstechniken unterzogen werden können.

Ein halbes Jahr nach Markteinführung werden für den Altfahrzeugverwerter IDIS-Daten bereitgestellt und in die Software eingearbeitet.

Abbildung 4-2: Screenshot der IDIS-Software





5. Prozess Umweltgerechte Produktentwicklung

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 Produktes 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.

Organisatorisch war die Verantwortung zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit fester Bestandteil des Entwicklungsprojekts der E-Klasse. 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 so genannte 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 Entwicklungsprojektes der E-Klasse 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 Quality Gates im Entwicklungsprozess überprüft. Aus den Zwischenergebnissen wird dann der weitere Handlungsbedarf bis zum nächsten Quality Gate abgeleitet und durch Mitarbeit in den Entwicklungsteams umgesetzt.

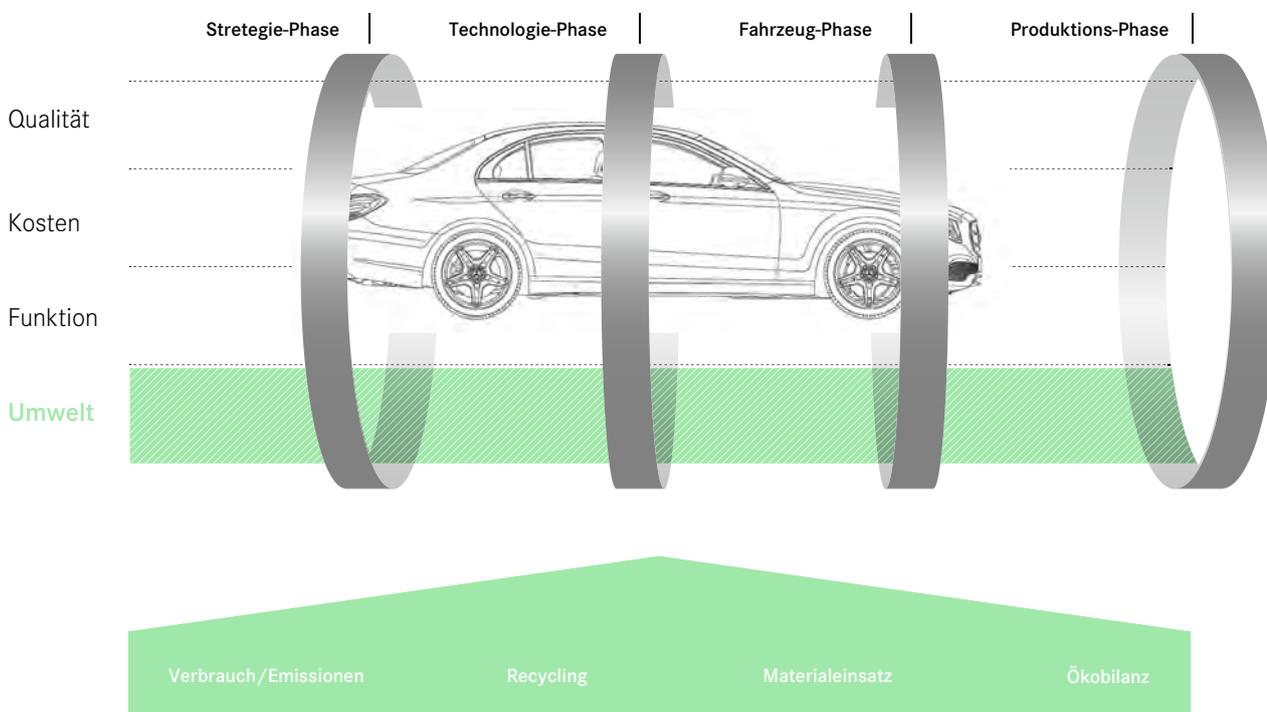
Der bei der E-Klasse durchgeführte Prozess erfüllt alle Kriterien, die in der internationalen ISO TR 14062 zur Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung beschrieben sind.

Um umweltverträgliche Produktgestaltung auf eine systematische und steuerbare Weise durchzuführen, ist darüber hinaus die Einbindung in die übergeordneten Umwelt- und Qualitäts-Managementsysteme ISO 14001 und ISO 9001 erforderlich.

Die im Jahre 2011 neu veröffentlichte internationale Norm ISO 14006 beschreibt die dafür notwendigen Prozesse und Wechselbeziehungen.

Mercedes-Benz erfüllt bereits die Anforderungen der neuen ISO 14006 vollumfänglich. Dies wurde von den unabhängigen Gutachtern der TÜV SÜD Management Service GmbH erstmalig im Jahre 2012 bestätigt.

Abbildung 5-1 : Aktivitäten der umweltgerechten Produktentwicklung bei Mercedes-Benz



ZERTIFIKAT ■ CERTIFICADO ■ CERTIFICAT ■ CERTIFICATE ■ 認證證書 ■ ZERTIFIKAT ■ CERTIFICATE ■ ZERTIFIKAT ■ CERTIFICATE ■



Management Service

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Management Service GmbH

bescheinigt, dass das Unternehmen

Daimler AG
Mercedes-Benz Sindelfingen
Béla-Barényi-Straße 1
71063 Sindelfingen
Deutschland

für den Geltungsbereich

Entwicklung von Kraftfahrzeugen

ein Umweltmanagementsystem
mit dem Schwerpunkt auf umweltverträgliche Produktgestaltung
eingeführt hat und anwendet.

Durch ein spezielles Audit, Bericht-Nr. **70014947**,
wurde der Nachweis erbracht, dass bei der Integration von Umweltaspekten
in Produktdesign und -entwicklung der gesamte Lebenszyklus
in einem multidisziplinären Ansatz berücksichtigt wird und die Ergebnisse
durch die Erstellung von Ökobilanzen abgesichert werden.

Damit sind die Anforderungen der

ISO 14006:2011
ISO/TR 14062:2002

erfüllt.

Dieses Zertifikat ist nur gültig in Verbindung mit dem
ISO 14001-Zertifikat (Registrier-Nr. 12 104 13407 TMS)
vom **2015-12-07** bis **2018-09-14**.

Zertifikat-Registrier-Nr.: **12 771 13407 TMS**.

Product Compliance Management
München, 2015-12-08



6. Fazit

Die neue Mercedes-Benz E-Klasse erfüllt nicht nur höchste Ansprüche in puncto Sicherheit, Komfort, Agilität und Design, sondern zeigt über den gesamten Lebenszyklus hinweg deutliche Verbesserungen gegenüber dem Vorgängermodell in den untersuchten Umweltkategorien. Dieses ist in dem zugrundeliegenden Bericht zur Ökobilanzstudie umfassend dokumentiert und im Rahmen von erweiterten Sensitivitätsanalysen angemessen untersucht. Das Ergebnis wurde durch Umweltgutachter des TÜV SÜD verifiziert.

Bei der neuen E-Klasse profitieren Mercedes-Benz-Kunden unter anderem von einem gegenüber dem Vorgängermodell deutlich reduzierten Kraftstoffverbrauch, geringeren Emissionen von Luftschadstoffen und einem umfassenden Recyclingkonzept. Überdies wird ein hoher Anteil hochwertiger Rezyklate und nachwachsender Rohstoffe eingesetzt.

Mercedes-Benz veröffentlicht seit 2005 als weltweit erster Automobilhersteller als „Umweltzertifikat“ bezeichnete produktbezogene Umweltinformationen als Ergebnis der umweltgerechten Produktentwicklung nach ISO TR 14062 und ISO 14040/14044. Darüber hinaus werden seit 2012 die Anforderungen der neuen internationalen Norm ISO 14006 zur Einbindung der umweltgerechten Produktentwicklung in die übergeordneten Umwelt- und Qualitäts-Managementsysteme erfüllt und von der TÜV SÜD Management Service GmbH bestätigt.



Anhang

A: Produkt-Dokumentation

Kennzeichen	E 200	E 220 d	E 350 e	E 220 d
Aufbauform	Limousine	Limousine	Limousine	T-Modell
Motorart	Benzinmotor	Dieselmotor	Benzin- / Elektro- motor	Dieselmotor
Anzahl Zylinder (Stück)	4	4	4	4
Hubraum (effektiv) [cm ³]	1.991	1.950	1.991	1.950
Leistung [kW]	135	143	155 + 65**	143
Abgasnorm (erfüllt)	EU6	EU6	EU6	EU6
Gewicht (ohne Fahrer und Gepäck) [kg]	1.530	1.605	1.850	1.705
Abgasemissionen [g/km]				
CO ₂ *	142 - 132	112 - 102	57 - 49	120 - 109
NO _x	0,005	0,056	0,008	0,056
CO	0,233	0,094	0,128	0,094
HC (für Benziner)	0,029	-	0,018	-
NMHC (für Benziner)	0,026	-	0,016	-
HC+NO _x (für Diesel)	-	0,067	-	0,067
Partikelmasse	0,0007	0,0004	0,0003	0,0004
Partikelanzahl [1/km]	1,46 E11	1,95 E9	4,68 E11	1,95 E9
Kraftstoffverbrauch NEFZ gesamt [l/100km] *	6,3 - 5,9	4,3 - 3,9	2,5 - 2,1	4,6 - 4,2
Stromverbrauch NEFZ gesamt [kWh/100km] *	-	-	14 - 11,5	-
Elektrische Reichweite [km]	-	-	30 - 33	-
Fahrgeräusch [dB(A)]	73	69	70	72
Stand Limousine E 200 und E 220 d 01/2016, Stand Limousine E 350 e und T-Modell E 220 d 09/2016				
* Werte abhängig von Bereifung				
** Elektromotor				

B: Randbedingungen der Ökobilanz

Projektziel	
Projektziel	Ökobilanz über den Lebenszyklus der Limousine E 220 d als ECE-Basisvariante im Vergleich zum Vorgänger E 220 CDI sowie in den Varianten Limousine E 200, E 350 e und T-Modell E 220 d im Vergleich zum jeweiligen Vorgänger Limousine E 200, E 350 CGI und T-Modell E 220 CDI. Überprüfung Zielerreichung „Umweltverträglichkeit“ und Kommunikation.
Projektumfang	
Funktionsäquivalent	E-Klasse Pkw (Basisvariante; Gewicht nach DIN-70020)
Technologie-/Produktvergleichbarkeit	Mit zwei Generationen eines Fahrzeugtyps sind die Produkte generell vergleichbar. Die neue E-Klasse stellt aufgrund der Produktvergleichbarkeit fortschreitenden Entwicklung und veränderter Marktanforderungen Zusatzumfänge bereit, vor allem im Bereich der passiven und aktiven Sicherheit. Sofern die Mehrumfänge bilanzergebnisrelevanten Einfluss nehmen, wird das im Zuge der Auswertung kommentiert.
Systemgrenzen	Lebenszyklusbetrachtung für die Pkw-Herstellung, -Nutzung und -Verwertung. Die Bilanzgrenzen sollen nur von Elementarflüssen (Ressourcen, Emissionen, Ablagerungsgüter) überschritten werden.
Datengrundlage	Gewichtsangaben Pkw: MB-Stücklisten (Limousine E 220 d und E 200 Stand 10/2015; Limousine E 350 e und T-Modell E 220 d Stand 03/2016). Werkstoffinformationen für modellrelevante fahrzeugspezifisch abgebildete Bauteile: MB Stückliste, MB-interne Dokumentationssysteme, IMDS, 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 4.1.). Materialherstellung, Energiebereitstellung, Verarbeitungsverfahren und Transporte: GaBi-Datenbank Stand SP28; MB-Datenbank.
Allokationen	Für Materialherstellung, Energiebereitstellung, Verarbeitungsverfahren und Transporte wird auf GaBi-Datensätze und die dort zugrunde gelegten Allokationsmethoden zurückgegriffen. Keine weiteren spezifischen Allokationen.
Abschneidekriterien	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. Partikel-Emissionen 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	Werkstoffzusammensetzung nach VDA 231-106. Sachbilanzebene: Ressourcenverbrauch als Primärenergie, Emissionen wie z.B. CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , NMVOC, CH ₄ 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 des 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. Die Bewertung des Ressourceneinsatzes wird mit der ESSENZ-Methode durchgeführt. Der ganzheitliche Ansatz verbindet unterschiedliche Betrachtungsweisen zur mittel- und langfristigen Sicherstellung der Rohstoffversorgung sowie zur Einhaltung von Sozial- und Umweltstandards entlang der Versorgungskette. Interpretation: Sensitivitätsbetrachtungen ber Pkw-Modulstruktur; Dominanzanalyse ber 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 GaBi 6 (http://www.gabi-software.com).
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.

C: Glossar

Begriff	Erläuterung
ADP	Abiotischer Ressourcenverbrauch (abiotisch = nicht belebt); Wirkungskategorie, die 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; 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 Iodverbindungen.
AP	Versauerungspotenzial (Acidification Potential); Wirkungskategorie, die das Potenzial zu Milieueränderungen in Ökosystemen durch den Eintrag von Säuren ausdrückt.
Basisvariante	Grundtyp eines Fahrzeugmodells ohne Sonderausstattumfänge, in der Regel Line Classic und kleine Motorisierung.
BMBF	Bundesministeriums für Bildung und Forschung
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.
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.
ESSENZ	Integrierte Methode zur ganzheitlichen Messung von Ressourceneffizienz.
GWP100	Treibhauspotenzial Zeithorizont 100 Jahre (Global Warming Potential); Wirkungskategorie, die den möglichen Beitrag zum anthropogenen (durch den Menschen verursachten) Treibhauseffekt beschreibt.
HC	Kohlenwasserstoffe (Hydrocarbons)
IDIS	International Dismantling Information System (internationales Demontage-Informationssystem)
ISO	International Organisation for Standardisation (internationale Organisation für Standardisierung)
IMDS	International Material Data System
KBA	Kraftfahrtbundesamt
MB	Mercedes-Benz
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, Blei, Kupfer, Magnesium, Nickel, Zink etc.)
NMVOG	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC, Non-Methane Hydrocarbons)
Ökobilanz	Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.
POCP	Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (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.
RDE	Emissionen im praktischen Fahrbetrieb (Real Driving Emissions)
SLF	Schredderleichtfraktion (schreddern = zeretzen/zerkleinern; Fraktion = das Brechen/Abtrennen); nach dem Zerkleinern durch ein Trenn- und Reinigungsverfahren anfallende nichtmetallische Restsubstanzen.
Wirkungskategorien	Klassen von Umweltwirkungen, in welchen Ressourcenverbräuche und verschiedene Emissionen mit gleicher Umweltwirkung zusammengefasst werden (z.B. Treibhauseffekt, Versauerung etc.).

