

Life
cycle **OVERALL**
DOCUMENTATION



Umweltzertifikat Mercedes-Benz GLE 500 e 4MATIC

Mercedes-Benz
Das Beste oder nichts.



Inhalt

3	Vorwort
4	Gültigkeitserklärung
5	1. Allgemeine Umweltthemen
9	2. Ökobilanz
19	3. Materialauswahl
23	4. Verwertungsgerechte Konstruktion
27	5. Prozess Umweltgerechte Produktentwicklung
31	6. Fazit
33	Anhang

Erstellt von:

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

Stand: August 2015

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 für den GLE 500 e 4MATIC* in ausführlicher Form dar. Der Plug-In Hybrid des GLE ist übrigens ein gutes Beispiel dafür, dass nur die ganzheitliche Betrachtung zu umweltfreundlichen Ergebnissen führt: Denn der naturgemäß höhere Ressourceneinsatz in der Produktion wird durch die deutlich bessere Ökobilanz im Fahrbetrieb 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.mercedes-benz.com> verfügbar.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre



Anke Kleinschmit

Umweltbevollmächtigte des Daimler-Konzerns

* Kraftstoffverbrauch GLE 500 e 4MATIC mit Automatikgetriebe (kombiniert): 3,7-3,3 l/100km, 18,0-16,7 kWh/100km; CO₂-Emissionen (kombiniert): 84-78 g/km.

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 „Life Cycle - Umwelt-Zertifikat für den Mercedes-Benz GLE 500 e 4MATIC“ mit Aussagen für die Fahrzeugtypen GLE 500 e 4MATIC und GLE 500 4MATIC überprüft. Dabei wurden, soweit anwendbar, die Anforderungen aus den folgenden Richtlinien und Standards berücksichtigt:

- DIN EN ISO 14040 und 14044 für die Aussagen zur Ökobilanz des GLE 500 4MATIC und GLE 500 e 4MATIC (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 des GLE 500 e 4MATIC. 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 18.08.2015

Dipl.-Ing. Michael Brunk

Umweltgutachter

Dipl.-Ing. Ulrich Wegner
Leiter der Zertifizierungsstelle
Umweltgutachter

Verantwortlichkeiten:

Für den Inhalt des nachfolgenden Berichtes 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. Allgemeine Umweltthemen

1.1 Produktinformation

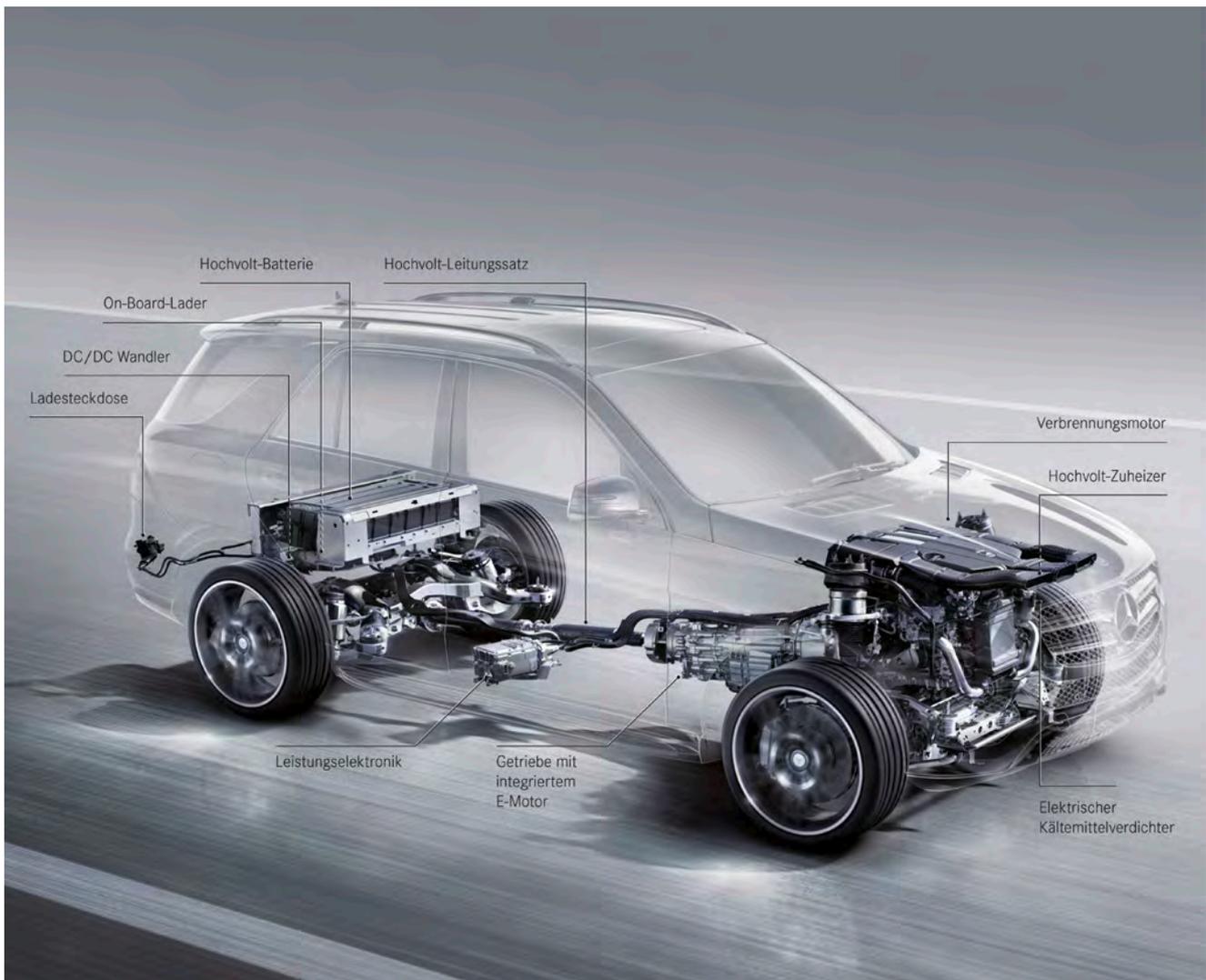
Plug-In Hybridantriebe sind ein wesentlicher Bestandteil der Mercedes-Benz Strategie für nachhaltige Mobilität. Sie bieten den Kunden die Vorteile zweier Welten; in der Stadt fahren sie rein elektrisch, bei langen Strecken profitieren sie von der Reichweite des Verbrenners.

Der Plug-In Antrieb der GLE-Klasse kombiniert bei einer Systemleistung von 325 kW (442 PS) sportliche Fahrleistungen mit geringen Verbrauchswerten und Emissionen. Gemäß den aktuellen Bedingungen der europäischen Zertifizierungsvorschrift liegt die CO₂-Emission bei 78 g/km, der Verbrauch beträgt 3,3 l/100 km. Außerdem setzt der

GLE 500 e 4MATIC mit einem elektrischen Verbrauch von 16,7 kWh/100 km einen Spitzenwert in diesem Segment.

Zu den Antriebskomponenten gehören ein direkteinspritzender V6-Benzinmotor mit 245 kW (333 PS) und ein Hybridmodul mit einer elektrischen Leistung von 85 kW (116 PS). Das maximale Systemdrehmoment liegt bei 650 Newtonmetern. Der Systemantrieb bietet rein elektrisches Fahren bis zu 130 km/h, optimierte Rekuperation dank der intelligenten Betriebsstrategie und Komfortfunktionen wie die Vorklimatisierung des Innenraums sowohl im Sommer als auch im Winter. Zusätzlich kann der Hybrid bis zu 30 Kilometer lokal emissionsfrei fahren.

Abbildung 1.2: Plug-In Hybrid-Antriebskomponenten GLE 500 e 4MATIC



Über einen Wahlschalter in der Mittelkonsole und das Kombiinstrument kann der Fahrer zwischen vier spezifischen Betriebsmodi wählen:

- HYBRID: die Systemsteuerung wählt automatisch die jeweils sinnvollste Antriebsart mit Verbrennungs- und/oder Elektromotor zur Optimierung der Gesamtenergiebilanz
- E-MODE: rein elektrisches Fahren
- E-SAVE: hier wird der momentane Ladezustand der Batterie vorgehalten, um später - beispielsweise im Stadtverkehr - rein elektrisch fahren zu können
- CHARGE: Batterie wird im Fahrbetrieb sowie im Stand geladen

Das kompakte Hybridmodul ist komplett in das siebenstufige Automatikgetriebe 7G-TRONIC PLUS integriert. Die elektrische Energie wird in einer Lithium-Ionen-Batterie mit einem Energiegehalt von 8,7 kWh gespeichert, die extern an öffentlichen Ladestationen, der heimischen Wallbox oder einer herkömmlichen 220 Volt Steckdose aufgeladen werden kann. Die Ladezeit an der Wallbox oder der Ladestation beträgt rund 2 Stunden. Die nachfolgende Abbildung 1.2 zeigt die wesentlichen Elektroantriebskomponenten des GLE 500 e 4MATIC.

Vorausschauendes Fahren ohne unnötiges Bremsen und Beschleunigen ist schon immer die beste Strategie für effizientes Fahren. Bei einem Hybridmodell gewinnt dies zusätzlich an Bedeutung: Denn Bremsmanöver dienen nicht nur dem Verzögern, sondern werden auch zum Rekuperieren von Bewegungsenergie genutzt. Und der Streckenverlauf oder Verkehr hat ebenfalls Einfluss auf das effizienteste Auf- und Entladen der Hochvolt-Batterie. Deshalb unterstützt das intelligente Antriebsmanagement den Fahrer mit spezifischen Regelstrategien umfassend bei der möglichst effizientesten Fahrweise.

Neben den fahrzeugseitigen Verbesserungen hat der Fahrer selbst einen entscheidenden Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Zum vorausschauenden Energiemanagementsystem des GLE 500 e 4MATIC gehört ein innovatives Anzeigekonzept mit einem Energieflussbild im Kombiinstrument.

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

1.2 Produktion

Die GLE-Klasse wird im Mercedes Produktionswerk Tuscaloosa hergestellt. Dieses Werk verfügt bereits seit 1999 über ein nach ISO-Norm 14001 zertifiziertes Umweltmanagementsystem.

Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt im Bereich der Ressourcenschonung und Abfallreduktion. Der Energieverbrauch je Fahrzeug konnte von 2010 bis 2014 um ca. 1/3 reduziert werden, bei Erhöhung des Produktionsvolumens um 86 Prozent. Die Zielsetzung ist es den Energieverbrauch jährlich weiter zu senken. Bei der Lackierung hat der Ersatz von konventionellen Spritzpistolen durch Hochgeschwindigkeits-Rotationszerstäuber zu einer Reduzierung des Lackverbrauchs seit 2012 geführt. Zusätzlich ist das Werk bestrebt, die Menge anfallender Abfälle zu minimieren. Das Werk in Tuscaloosa wurde 2009 ein sogenanntes „Zero-Landfill“ („Null-Deponieabfall“-Werk. Das bedeutet, dass der gesamte Abfall direkt wiederverwendet oder aber stofflich, bzw. energetisch verwertet wird. Das Umweltteam sucht dabei fortwährend neue Möglichkeiten zur Wiederverwendung und -verwertung der anfallenden Abfallströme sowie zur Minimierung der Materialmengen zur energetischen Verwertung.

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. 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.

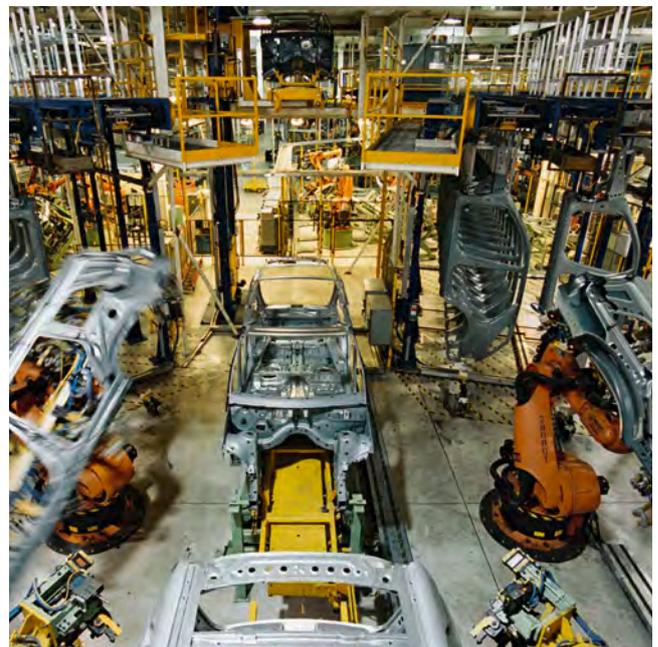
Die Wiederverwendung gebrauchter Ersatzteile hat bei Mercedes-Benz ebenfalls eine lange Tradition. Bereits 1996 wurde die Mercedes-Benz Gebrauchteile Center GmbH (GTC) gegründet. Mit den qualitätsgeprüften Gebrauchtteilen ist das GTC ein fester Bestandteil des Service- und Teilegeschäfts für die Marke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

Abbildung 1.3: Luftaufnahme Werk Tuscaloosa



Abbildung 1.4: Produktion im Werk Tuscaloosa





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 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.

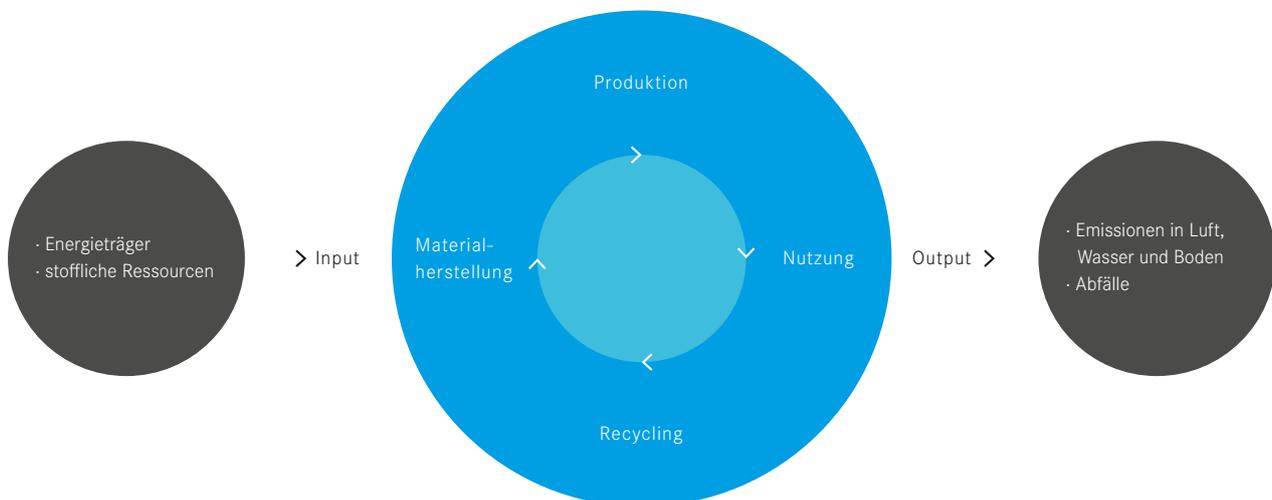
Die Elemente einer Ökobilanz sind:

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 Modelle GLE 500 e 4MATIC und GLE 500 4MATIC* vorgestellt. Die der Bilanz zugrunde gelegten wesentlichen Randbedingungen werden tabellarisch im Anhang dargestellt. Die Nutzungsphase wird mit einer Laufleistung von 250.000 Kilometern berechnet.

* Kraftstoffverbrauch GLE 500 4MATIC mit Automatikgetriebe (kombiniert): 11,5-11,0 l/100km; CO₂-Emissionen (kombiniert): 269-258 g/km.

Abbildung 2.1: Überblick zur ganzheitlichen Bilanzierung



2.1 Werkstoffzusammensetzung

Die Gewichts- und Werkstoffangaben für den GLE 500 e 4MATIC 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 GLE 500 e 4MATIC nach VDA 231-106.

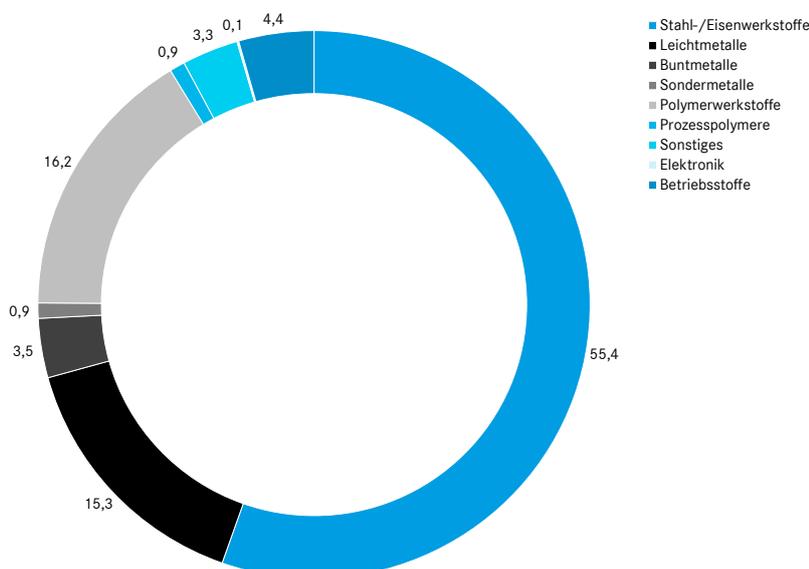
Beim GLE 500 e 4MATIC wird etwas mehr als die Hälfte des Fahrzeuggewichtes (55,4 Prozent) durch die Stahl-/Eisenwerkstoffe definiert. Danach folgen die Polymerwerkstoffe mit 16,2 Prozent und als drittgrößte Fraktion die Leichtmetalle (15,3 Prozent). Betriebsstoffe liegen bei einem Anteil von etwa 4,4 Prozent. Der Anteil der Buntmetalle und sonstigen Werkstoffe (v. a. Glas) ist mit zirka 3,5 Prozent bzw. zirka 3,3 Prozent etwas geringer. Die restlichen Werkstoffe Prozesspolymere, Elektronik und Sondermetalle tragen mit zirka 1,9 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 9,7 Prozent den größten Anteil. Zweitgrößte Fraktion der Polymerwerkstoffe sind die Elastomere mit 4,7 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.

Der Vergleich des Plug-In Hybridantriebs GLE 500 e 4MATIC mit dem Benziner (GLE 500 4MATIC) zeigt deutliche Unterschiede im Werkstoffmix. Aufgrund der alternativen Antriebskomponenten hat der GLE 500 e 4MATIC beispielsweise einen um rund 3 Prozent geringeren Stahlanteil, dafür ist der Anteil der Leichtmetalle um knapp 2 Prozent und der Buntmetalle sowie Sondermetalle um jeweils ca. 1 Prozent höher als beim Benziner.

Abbildung 2.2: Werkstoffzusammensetzung GLE 500 e 4MATIC



2.2 Bilanzergebnisse GLE 500 e 4MATIC

Über den gesamten Lebenszyklus des GLE 500 e 4MATIC ergeben die Berechnungen der Sachbilanz, je nach Art der Stromerzeugung für die Nutzungsphase (EU Strom-Mix oder Strom aus Wasserkraft), beispielsweise einen Primärenergieverbrauch von 992 bzw. 748 Gigajoule (entspricht dem Energieinhalt von zirka 30.000 bzw. 22.600 Litern Otto-Kraftstoff), einen Umwelteintrag von rund 55 bzw. 37 Tonnen Kohlendioxid (CO₂), etwa 28 bzw. 25 Kilogramm Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), zirka 79 bzw. 46 Kilogramm Stickoxide (NO_x) und 120 bzw. 54 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 63 bzw. 76 Prozent dominant (vgl. 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 NO_x- und SO₂-Emissionen sowie die damit wesentlich verbundenen Umweltwirkungen wie das Eutrophierungspotenzial (EP) und das Versauerungspotenzial (AP).

Abbildung 2.3: Gesamtbilanz der Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) in Tonnen

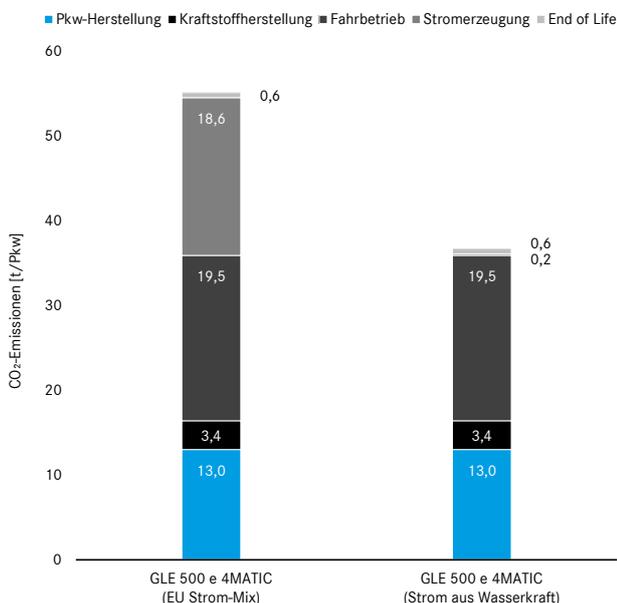
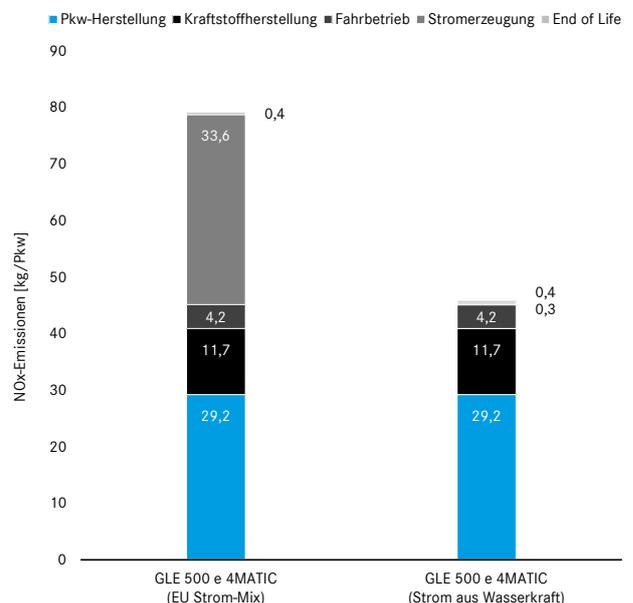


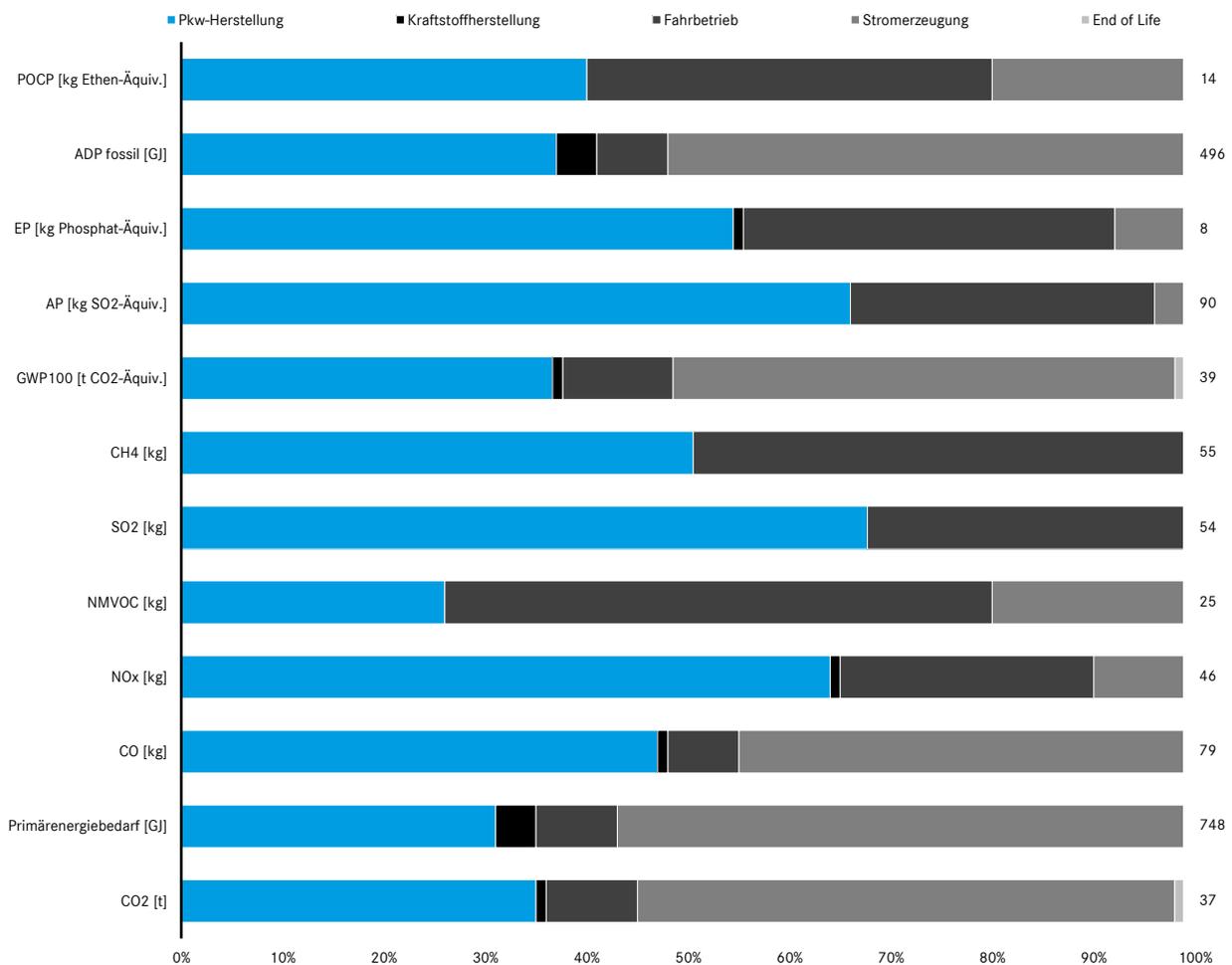
Abbildung 2.4: Gesamtbilanz der Stickoxid-Emissionen (NO_x) in Kilogramm



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 Parametern GLE 500 e 4MATIC (Nutzungsphase mit Strom aus Wasserkraft)



2.3 Vergleich mit dem GLE 500 4MATIC

Parallel zur Untersuchung des GLE e 500 4MATIC wurde eine Bilanz des GLE 500 4MATIC in der ECE-Basisvariante (2.160 Kilogramm DIN-Gewicht) erstellt. Die zugrunde liegenden Randbedingungen sind mit der Modellierung des GLE 500 e 4MATIC 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 des GLE 500 e 4MATIC eine höhere Menge Kohlendioxid-Emissionen als der GLE 500 4MATIC. Dies ist auf die alternativen Antriebskomponenten, insbesondere auf die Hochvoltbatterie zurückzuführen. Aufgrund der hohen Effizienz des Plug-In Hybrids ergeben sich über die gesamte Laufzeit jedoch klare Vorteile für den GLE 500 e 4MATIC. Die Höhe der Effizienz hängt von dem zum Laden des Fahrzeugs eingesetzten Strom ab.

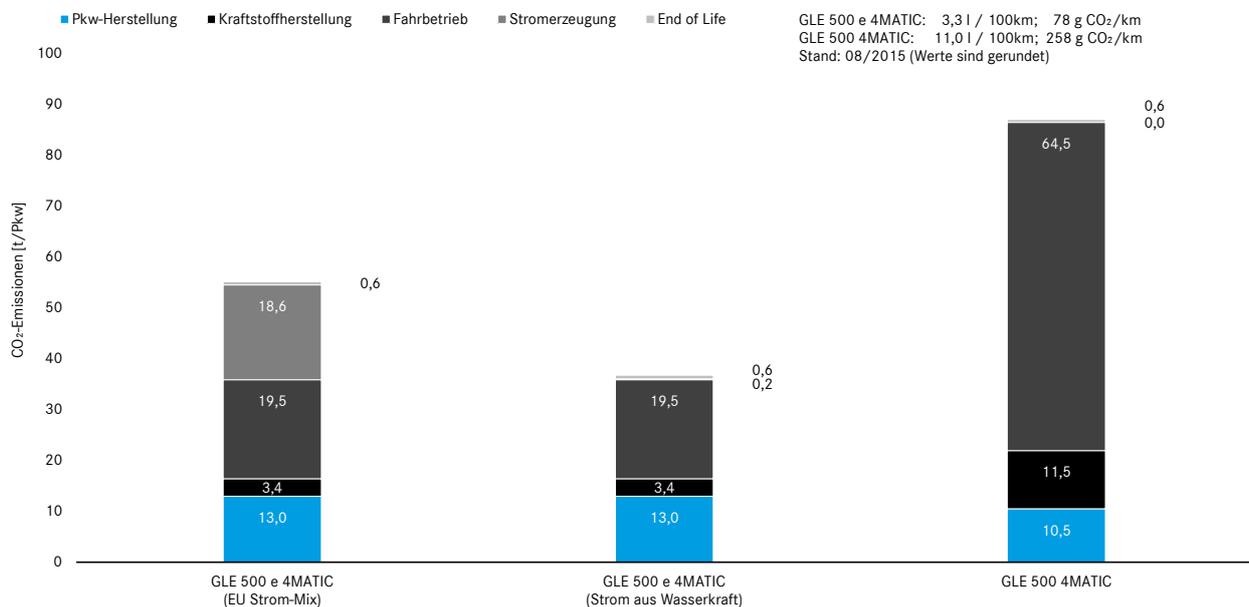
Die Produktion des GLE 500 e 4MATIC verursacht zu Beginn des Lebenszyklus mit 13,0 Tonnen CO₂ eine höhere Menge an CO₂-Emissionen wie der GLE 500 4MATIC. In der sich daran anschließenden Nutzungsphase emittiert der GLE 500 e 4MATIC je nach Art der Stromerzeugung 41,6 (EU

Strom-Mix) bzw. 23,2 Tonnen CO₂ (Strom aus Wasserkraft); insgesamt ergeben sich somit für Herstellung, Nutzung und Verwertung 55,1 (EU Strom-Mix) bzw. 36,8 (Strom aus Wasserkraft) Tonnen CO₂.

Die Herstellung der Benzinvariante GLE 500 4MATIC schlägt mit 10,5 Tonnen CO₂ zu Buche. Während der Nutzung emittiert der GLE 500 4MATIC 76 Tonnen CO₂. In Summe ergeben sich bei dem GLE 500 4MATIC 87,0 Tonnen CO₂-Emissionen.

Bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, bestehend aus Herstellung, Nutzung über 250.000 Kilometer und Verwertung, verursacht der GLE 500 e 4MATIC 37 Prozent (31,9 Tonnen; EU Strom-Mix) bzw. 58 Prozent (50,3 Tonnen; Strom aus Wasserkraft) weniger CO₂-Emissionen als der GLE 500 4MATIC.

Abbildung 2.6: Gegenüberstellung der Kohlendioxid-Emissionen des GLE 500 e 4MATIC im Vergleich zu der Benzinvariante GLE 500 4MATIC [t/Pkw]

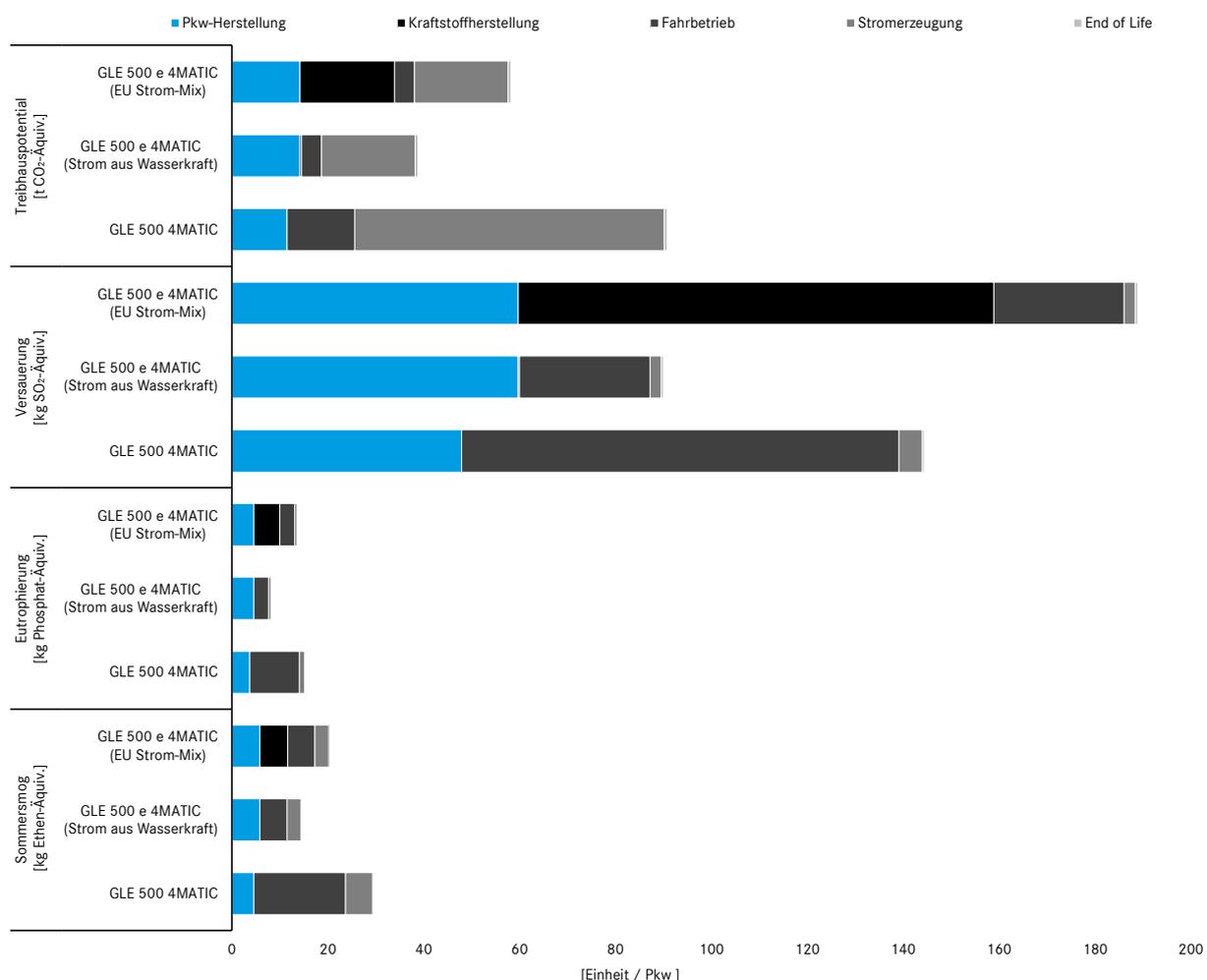


In Abbildung 2.7 werden die untersuchten Wirkkategorien über die einzelnen Lebensphasen im Vergleich dargestellt. Über den gesamten Lebenszyklus zeigt der GLE 500 e 4MATIC beim Treibhauspotential (GWP100), Sommersmogpotential (POCP) und beim Eutrophierungspotential (EP) teils deutliche Vorteile gegenüber dem GLE 500 4MATIC, unabhängig davon, welcher Strom zum externen Aufladen des Plug-In Hybrids zum Einsatz kommt.

Beim Versauerungspotential (AP) hängt die Verbesserung vom eingesetzten Strom ab. Kommt der EU Strom Mix zum Einsatz, so liegt der GLE 500 e 4MATIC bei AP 31 Prozent über dem GLE 500 4MATIC. Kommt Strom aus Wasserkraft zum Einsatz, so liegt der GLE 500 e 4MATIC beim AP 38 % günstiger als das Vergleichsfahrzeug.

Auch auf Seiten der energetischen Ressourcen sind deutliche Veränderungen gegenüber dem konventionellen Benzinern festzuhalten (vgl. Abbildung 2.8). Der Erdölverbrauch kann sehr deutlich um 66 Prozent (EU Strom-Mix) bzw. 67 Prozent (Strom aus Wasserkraft) reduziert werden. Kommt der EU Strom-Mix beim Laden des Plug-In Hybrids zum Einsatz, so steigt der Verbrauch der fossilen energetischen Ressourcen Braunkohle, Steinkohle, Erdgas und Uran gegenüber dem GLE 500 4MATIC an. Wird Strom aus Wasserkraft zum Laden verwendet, verschiebt sich der Ressourcenverbrauch vor allem auf regenerierbare energetische Ressourcen.

Abbildung 2.7: Ausgewählte Ergebnisparameter GLE 500 e 4MATIC im Vergleich zum GLE 500 4MATIC [Einheit / Pkw]



In Tabelle 2 2 und Tabelle 2 3 werden einige weitere 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 Treibhauspotential in Kilogramm-CO₂-Äquivalent.

Insgesamt wurde die Zielstellung erreicht, mit dem GLE 500 e 4MATIC eine Verbesserung der Umweltverträglichkeit zum Vergleichsfahrzeug zu erzielen. Neben dem großen Vorteil lokal emissionsfrei fahren zu können, zeigt der GLE 500 e 4MATIC bei den Wirkungskategorien Treibhauspotential

(GWP100), Sommersmogpotential (POCP) und beim Eutrophierungspotential (EP) auch über den gesamten Lebenszyklus deutliche Vorteile gegenüber dem GLE 500 4MATIC. Betrachtet man das Versauerungspotential (AP), so hängt die Verbesserung vom eingesetzten Strom ab. Wird der EU Strom-Mix zum externen Aufladen des Plug-In Hybrids verwendet, so liegt der GLE 500 e 4MATIC bei AP 31 Prozent über dem GLE 500 4MATIC. Kommt Strom aus Wasserkraft zum Einsatz, so liegt der GLE 500 e 4MATIC beim AP 38 % günstiger als das Vergleichsfahrzeug.

Abbildung 2.8: Verbrauch an ausgewählten energetischen Ressourcen GLE 500 e 4MATIC im Vergleich zum GLE 500 4MATIC [GJ/Pkw]

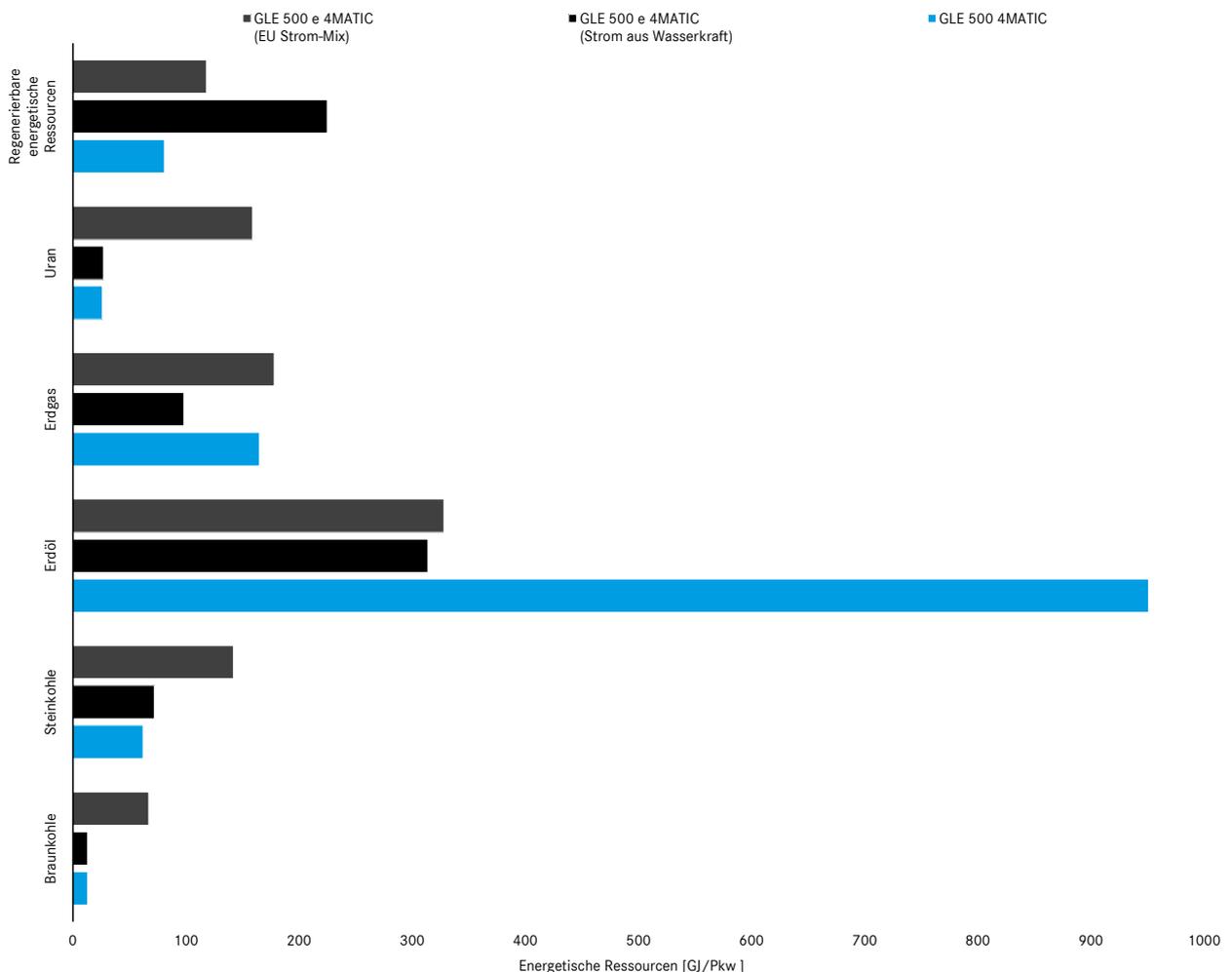


Tabelle 2.1: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (I)

Parameter	GLE 500 e 4MATIC Eu Strom-Mix	GLE 500 e 4MATIC Strom aus Wasser- kraft	GLE 500 4MATIC	Delta GLE 500 e 4MATIC EU Strom-Mix zu GLE 500 4MATIC	Delta GLE 500 e 4MATIC Strom aus Wasserkraft zu GLE 500 4MATIC	Kommentar
Stoffliche Ressourcen						
Bauxit [kg]	1.650	1.648	1.261	31%	31%	Aluminiumherstellung, höherer Primäranteil (v.a. Hochvoltbatterie).
Dolomit [kg]	283	282	265	7%	6%	Magnesiumherstellung, etwas höhere Magnesiummasse.
Eisen [kg]*	1.612	1.631	1.525	6%	7%	Stahlherstellung, höhere Stahlmasse (Delta v.a. bei Motor/Getriebe).
Buntmetalle (Cu, Pb, Zn) [kg]*	232	235	150	55%	56%	Delta v.a. bei elektrischem Fahrentrieb, Leitungssatz und Batterie.
Energieträger						
ADP fossil [G]**	715	496	1.190	-40%	-58%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 74% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 63% aus der Nutzung
Primärenergie [G]	992	748	1.298	-24%	-42%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 76% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 68% aus der Nutzung.
Anteil aus						
Braunkohle [GJ]	67	13	13	435%	0%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 83% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 86% aus der Herstellung.
Erdgas [GJ]	178	98	165	8%	-40%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 63% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 66% aus der Herstellung.
Erdöl [GJ]	328	314	951	-66%	-67%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 88% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 87% aus der Nutzung.
Steinkohle [GJ]	142	72	62	129%	15%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 49% aus der Herstellung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 97% aus der Herstellung.
Uran [GJ]	159	27	26	510%	3%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 84% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 90% aus der Herstellung.
Regenerierbare energetische Ressourcen [GJ]	118	225	81	45%	177%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 78% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 88% aus der Nutzung.

* als elementare Ressourcen

** CML 2001 Stand April 2013

Tabelle 2.2: Übersicht der Ergebnisparameter der Ökobilanz (II)

Parameter	GLE 500 e 4MATIC Eu Strom-Mix	GLE 500 e 4MATIC Strom aus Wasser- kraft	GLE 500 4MATIC	Delta GLE 500 e 4MATIC EU Strom-Mix zu GLE 500 4MATIC	Delta GLE 500 e 4MATIC Strom aus Wasserkraft zu GLE 500 4MATIC	Kommentar
Emissionen in Luft						
GWP* [t CO ₂ -Äquiv.]	58	39	91	-36%	-57%	v.a. bedingt durch CO ₂ -Emissionen
AP* [kg SO ₂ -Äquiv.]	189	90	144	31%	-38%	v.a. bedingt durch SO ₂ -Emissionen
EP* [kg Phosphat-Äquiv.]	14	8	15	-11%	-46%	v.a. bedingt durch NO _x -Emissionen
POCP* [kg Ethen-Äquiv.]	20	14	29	-31%	-51%	v.a. bedingt durch NMVOC und CO-Emissionen.
CO ₂ [t]	55	37	87	-37%	-58%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 75% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 63% aus der Nutzung.
CO [kg]	92	79	144	-36%	-45%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 59% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 53% aus der Nutzung.
NMVOC [kg]	28	25	57	-51%	-57%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 77% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 74% aus der Nutzung.
CH ₄ [kg]	91	55	114	-20%	-52%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 69% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 50% aus der Herstellung bzw. Nutzung.
NO _x [kg]	79	46	72	10%	-36%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 63% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 64% aus der Herstellung.
SO ₂ [kg]	120	54	87	38%	-38%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 70% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 67% aus der Herstellung.
Emissionen in Wasser						
BSB [kg]	0,23	0,18	0,27	-15%	-35%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 55% aus der Herstellung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 72% aus der Herstellung.
Kohlenwasserstoffe [kg]	1,8	1,7	3,3	-46%	-49%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 52% aus der Herstellung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 54% aus der Herstellung.
NO ₃ - [g]	6.016	3.899	11.754	-49%	-67%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 92% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 88% aus der Nutzung.
PO ₄ ³⁻ [g]	393	340	973	-60%	-65%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 83% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 80% aus der Nutzung.
SO ₄ ²⁻ [kg]	60,5	23,5	36,8	64%	-36%	GLE 500 e (Strom-Mix) ca. 73% aus der Nutzung. GLE 500 e (Wasserkraft) ca. 67% aus der Herstellung.

* CML 2001 Stand April 2013



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 im Fahrgast- und Kofferraum verwendet werden, gelten zusätzlich Emissionsgrenzwerte, die ebenfalls in der DBL 8585 wie auch in bauteilspezifischen Liefervorschriften festgelegt sind. Die Reduktion der Innenraum-Emissionen ist dabei ein wesentlicher Aspekt der Bauteil- und Werkstoffentwicklung für Mercedes-Benz Fahrzeuge.

3.2 Allergiegeprüfter Fahrzeuginnenraum

Auch die GLE-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 GLE-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 an Kontaktallergien erkrankte Versuchspersonen auf die Unverträglichkeit bekannter Kontaktallergene getestet. 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.

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 GLE-Klasse können insgesamt 37 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 37,1 kg anteilig aus hochwertigen rezyklierten Kunststoffen hergestellt werden. Damit konnte die Masse der freigegebenen Rezyklat-Komponenten gegenüber dem Vorgängermodell um 29 Prozent gesteigert werden. Typische Anwendungsfelder sind Radlaufverkleidungen, Kabelkanäle und Unterbodenverkleidungen, welche überwiegend aus dem Kunststoff Polypropylen bestehen. Abbildung 3.1 zeigt die für den Rezyklateinsatz freigegebenen Bauteile.

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 GLE-Klasse ein Rezyklat eingesetzt, das sich aus aufgearbeiteten Fahrzeugkomponenten zusammensetzt: Gehäuse von Starterbatterien, Stoßfängerverkleidungen aus dem Mercedes-Benz Recycling-System MeRSy und Produktionsabfälle aus der Cockpit-Fertigung.

Abbildung 3.1: Rezyklateinsatz in der GLE-Klasse



3.4 Einsatz nachwachsender Rohstoffe

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe konzentriert sich im Fahrzeugbau auf Anwendungen im Interieur. Als Naturstoffe kommen bei der GLE-Klasse überwiegend Kokos- und Olivenkernkoks sowie Pappwaben und Bastfasern in Kombination mit unterschiedlichen Polymerwerkstoffen zum Serieneinsatz. Durch den Einsatz dieser Naturstoffe 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 GLE-Klasse werden insgesamt 15 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 13,1 Kilogramm unter der Verwendung von Naturmaterialien hergestellt. Damit hat sich das Gesamtgewicht der unter Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen hergestellten Komponenten gegenüber dem Vorgängermodell um 153 Prozent erhöht. Abbildung 3.2 zeigt die Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen in der GLE-Klasse.

Zur Tankentlüftung greifen die Mercedes-Ingenieure auf einen Rohstoff aus der Natur zurück: Als Aktivkohlefilter dient Olivenkernkoks. Das offenporige Material adsorbiert die Kohlenwasserstoff-Emissionen, wobei sich der Filter während des Fahrbetriebs selbstständig regeneriert.

Abbildung 3.2: Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen in der GLE-Klasse





4. 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 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 GLE-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 GLE-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.

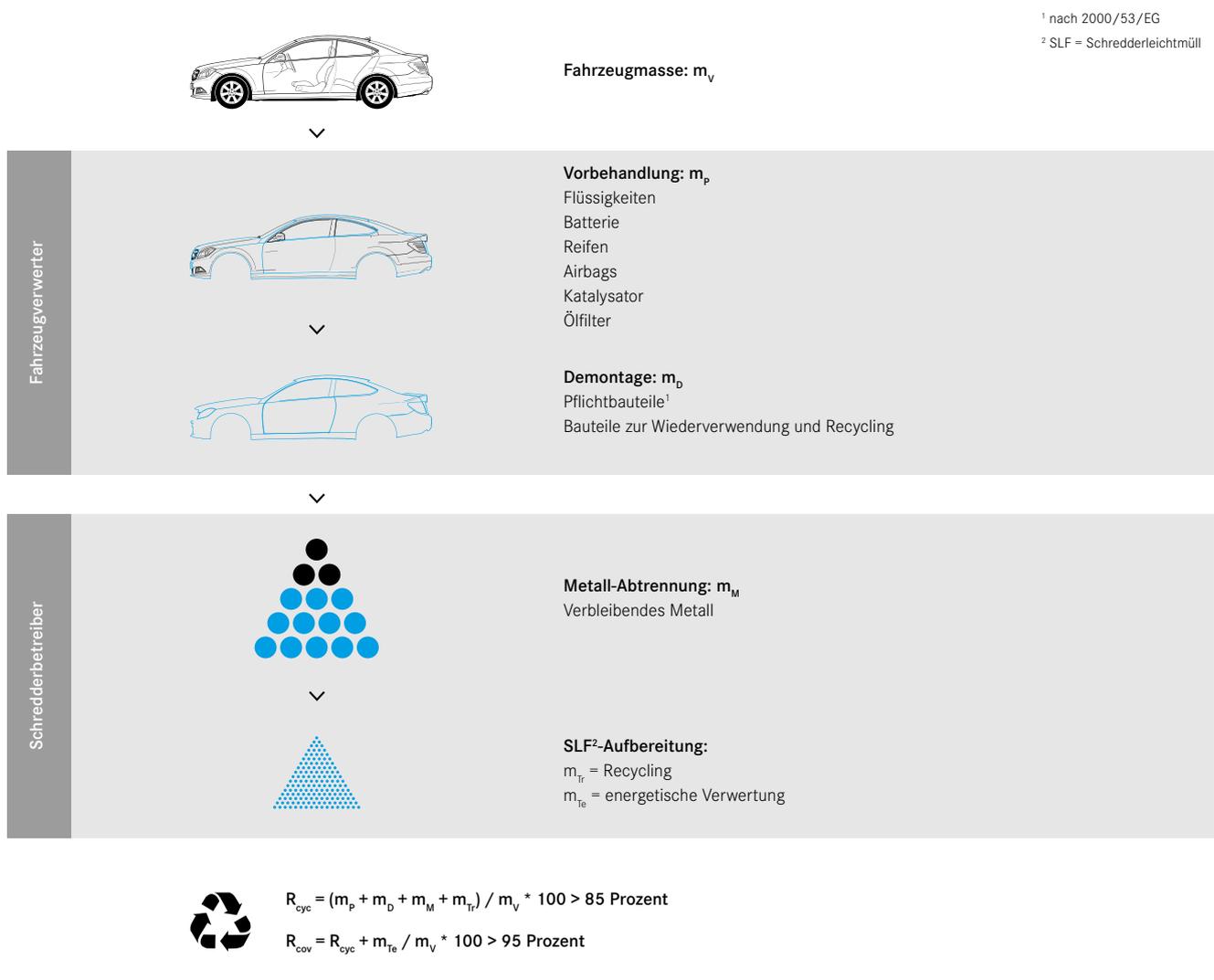
Verwertungsquote des Gesamtfahrzeugs. Insgesamt wurde mit der nachfolgend beschriebenen Prozesskette eine stoffliche Recyclingfähigkeit von 85 Prozent und eine Verwertbarkeit von 95 Prozent gemäß dem Berechnungsmodell nach ISO 22628 für die GLE-Klasse im Rahmen der Fahrzeug-Typgenehmigung nachgewiesen (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 GLE-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 Restkarosserie 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.

Für die Lithium-Ionen-Batterie des GLE 500 e 4MATIC wurden zusammen mit dem Lieferanten und den Entsorgungspartnern innovative Recyclingkonzepte und -technologien entwickelt, die eine Wiedergewinnung der wertvollen Inhaltsstoffe ermöglichen. Dabei standen neben der Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben an die Recyclingeffizienz der Batterie auch die Optimierung des Recyclingprozesses hinsichtlich einer sicheren und effizienten Demontage sowie die Gewinnung von vermarktbareren Produkten aus dem Recycling der Batterie im Fokus.

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 GLE-Klasse im Rahmen der Fahrzeug-Typgenehmigung nachgewiesen (siehe Abbildung 4.1).

Abbildung 4.1: Stoffströme beim Altfahrzeugrecycling

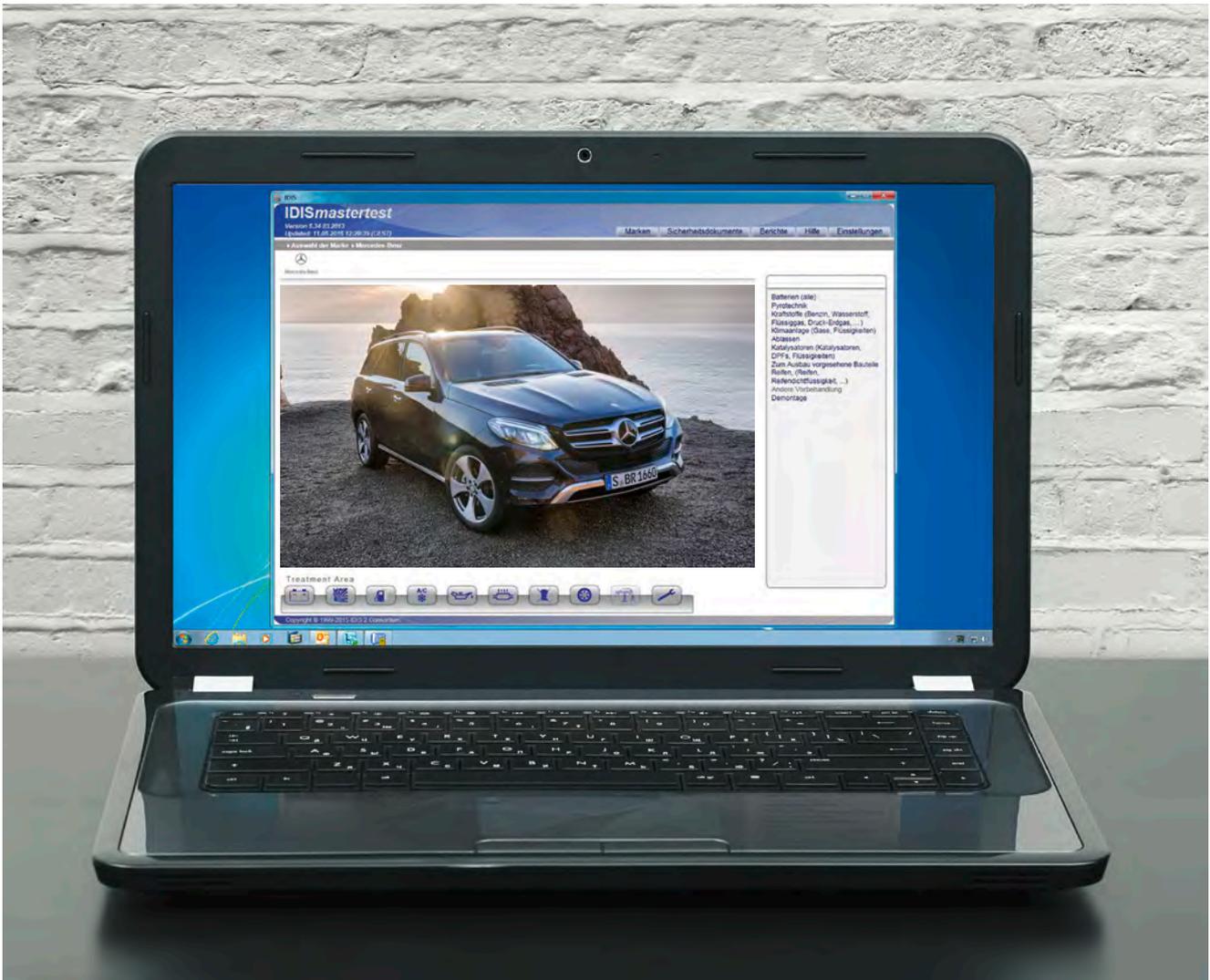


4.2 Demontage-Informationen

Zur Umsetzung des Recyclingkonzeptes spielen Demontageinformationen für die Altfahrzeugverwerter eine wichtige Rolle. Auch für die GLE-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 GLE-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.

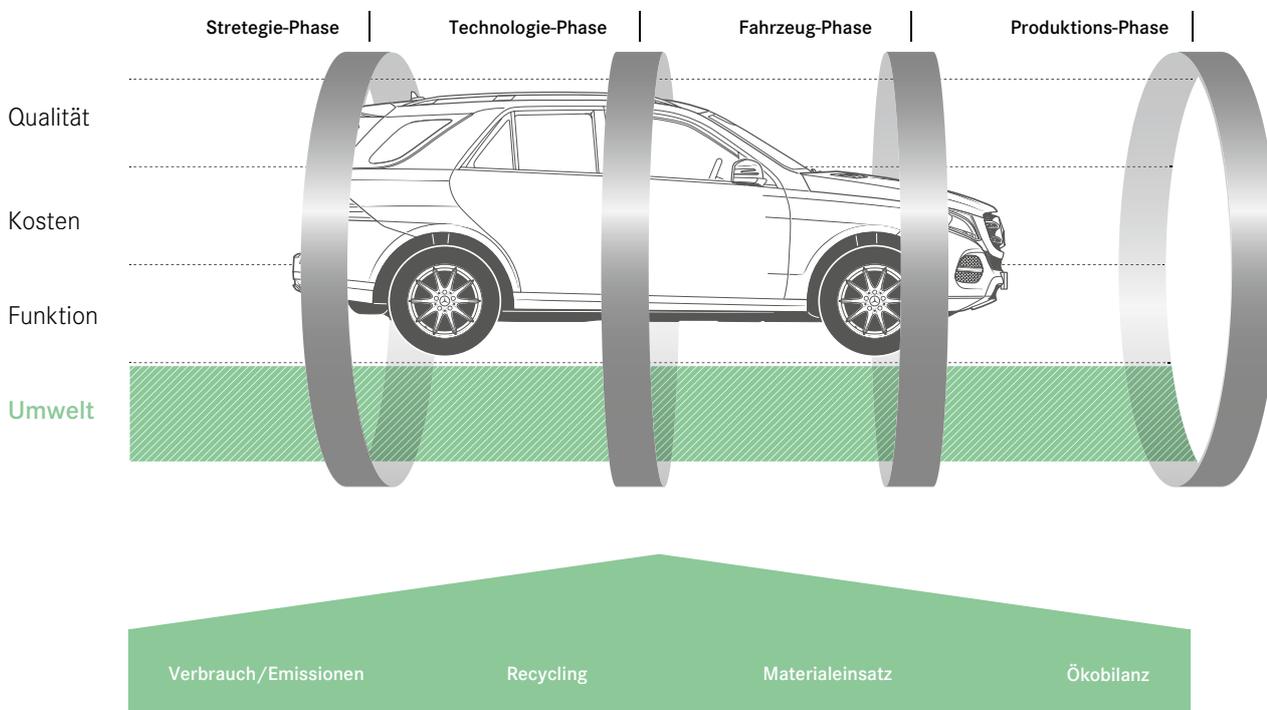
Durch die Integration des Design for Environment in die Ablauforganisation des Entwicklungsprojektes der GLE-Klasse war sichergestellt, dass Umweltaspekte nicht erst bei Markteinführung gesucht, sondern bereits im frühesten Entwicklungsstadium berücksichtigt wurden. Entsprechende Zielsetzungen wurden 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 GLE-Klasse durchgeführte Prozess erfüllt alle Kriterien, die in der internationalen ISO TR 14062 zur Integration von Umweltaspekten in die Produktentwicklung beschrieben sind.

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.

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.

Abbildung 5.1: Aktivitäten der umweltgerechten Produktentwicklung bei Mercedes-Benz



ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



Management Service

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Management Service GmbH

bescheinigt, dass das Unternehmen

Daimler AG
Group Research & Mercedes-Benz Cars Development
D-71059 Sindelfingen

für den Geltungsbereich

Entwicklung von Kraftfahrzeugen

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

Durch ein 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 Forderungen der

ISO 14001:2004
mit ISO 14006:2011 und ISO/TR 14062:2002

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

Dieses Zertifikat ist gültig bis **2015-12-06**, Registrier-Nr. **12 770 13407 TMS**

in Verbindung mit dem Zertifikat ISO 14001:2004 der Daimler AG,
Mercedes-Benz Werk Sindelfingen (Registrier-Nr. **12 104 13407 TMS**).

München, 2012-12-07





6. Fazit

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

Mercedes-Benz verfügt seit 2005 als weltweit erster Automobilhersteller über Umweltzertifikate gemäß ISO TR 14062. 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.

Das Umwelt-Zertifikat des GLE 500 e 4MATIC dokumentiert die deutlichen Verbesserungen, die gegenüber dem konventionell angetriebenen GLE 500 4MATIC erzielt wurden. Dabei wurden sowohl der Prozess der umweltgerechten Produktentwicklung als auch die hier enthaltenen Produktinformationen von unabhängigen Gutachtern nach international anerkannten Normen zertifiziert.

Beim GLE 500 e 4MATIC profitieren Mercedes-Kunden unter anderem von einem deutlich reduzierten Kraftstoffverbrauch, geringen Emissionen und einem umfassenden Recyclingkonzept. Überdies wird ein hoher Anteil hochwertiger Rezyklate und nachwachsender Rohstoffe eingesetzt. Der GLE 500 e 4MATIC bietet damit eine insgesamt deutlich verbesserte Umweltbilanz.





Anhang

A: Produkt-Dokumentation

Kennzeichen	GLE 500 e 4MATIC	GLE 500 4MATIC
Motorart	Ottomotor + Elektromotor	Ottomotor
Anzahl Zylinder (Stück)	6	8
Hubraum (effektiv) [cm ³]	2996	4663
Leistung [kw]	245+85**	320
Abgasnorm (erfüllt)	EU6	EU6
Gewicht (ohne Fahrer und Gepäck) [kg]	2390	2160
Abgasemissionen [g/km]		
CO ₂ *	84-78	269-258
NOx	0,0169	0,0352
CO	0,143	0,366
HC (für Benziner)	0,022	0,0467
NMHC (für Benziner)	0,0195	0,0316
Partikelmasse	0,00025	0,00075
Partikelanzahl [1/km]	5,64E11	1,48E12
Kraftstoffverbrauch NEFZ gesamt [l/100km]*	3,7 - 3,3	11,5 - 11,0
Fahrgeräusch [dB(A)]	74	74

Stand 05/2015.

NEFZ-Verbrauch Basisvariante GLE 500 e 4MATIC mit Standardbereifung: 3,3 l/100km.

* Werte abhängig von Bereifung

** Elektromotor

B: Randbedingungen der Ökobilanz

Projektziel	
Projektziel	Ökobilanz über den Lebenszyklus des GLE 500 e 4MATIC als ECE-Basisvariante im Vergleich zum GLE 500 4MATIC. Überprüfung Zielerreichung „Umweltverträglichkeit“ und Kommunikation.
Projektumfang	
Funktionsäquivalent	GLE-Klasse Pkw (Basisvariante; Gewicht nach DIN-70020)
Technologie-/Produktvergleichbarkeit	Als zwei Motorisierungsvarianten der aktuellen GLE-Klasse sind die Produkte generell vergleichbar. Die untersuchten Pkws sind Varianten desselben Modells mit unterschiedlichen Antriebsarten; GLE 500 e 4MATIC mit Benzinmotor (245 kW) und E-Motor (85 kW-Spitzenleistung), GLE 500 4MATIC mit Benzinmotor (320 kW). Die Höchstgeschwindigkeit des GLE 500 e 4MATIC beträgt 245 km/h, die elektrische Reichweite liegt bei der untersuchten Variante bei 30 km, die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h erfolgt in 5,3 Sekunden. Die Höchstgeschwindigkeit des GLE 500 4MATIC liegt bei 250 km/h, die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h erfolgt ebenfalls in 5,3 Sekunden.
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 (Stand: 03/2015). 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 SP26 (http://documentation.gabi-software.com); 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 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 GaBi 6 (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

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.
	Platzhalter
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.
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 (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.)
NMVOC	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.
SLF	Schredderleichtfraktion (schreddern = zerfetzen/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.).

