

100
BETRIEBE
FÜR
**RESSOURCEN-
EFFIZIENZ**
BADEN-WÜRTTEMBERG

Daimler AG
Standort Sindelfingen

100 Betriebe für Ressourceneffizienz

Exzellenzbeispiele in Baden-Württemberg aus allen Teilen der Wirtschaft

Praxisbeispiel der Daimler AG

Startstrombegrenzer ersetzt das Stützkonzept

Daimler AG, Standort Sindelfingen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Kraftfahrzeugelektronik

Maßnahme:

Modifikation des Bordnetzes für die Start-Stopp-Funktion

Ausgangslage und Zielsetzung

Vielen Autofahrern ist bereits aufgefallen, dass beim Starten eines Fahrzeugs die Beleuchtung kurzzeitig dunkler wird. Möglicherweise können sogar das Radio, das Navigationsgerät oder weitere elektrische Funktionen über einen gewissen Zeitraum ausfallen. Technisch ist dieses Phänomen auf den kurzzeitig hohen Strombedarf des Starters zurückzuführen, der die Batteriespannung abfallen lässt.

Bei der serienmäßigen Einführung eines Start-Stopp-Systems sollte dieses Phänomen technisch gelöst werden. Das automatische Abschalten und Starten des Motors beim Anhalten bzw. Anfahren reduziert zwar bei den Mercedes-Benz-Fahrzeugbaureihen den Flottenverbrauch, allerdings treten dann die Irritationen durch Spannungsschwankungen nicht nur beim Beginn einer Fahrt auf.

Um den kurzzeitigen Spannungsabfall im Bordnetz beim Motorstart zu vermeiden, wurde zunächst ein Bordnetzstützkonzept implementiert. Dabei werden im Moment des Starts mit Hilfe einer zweiten Batterie und zwei elektronischen Schaltern die Steuergeräte abgepuffert. Die eingesetzte Stützbatterie hält zwar die Spannung im gesamten Bordnetz stabil, ist allerdings mit hohen Kosten, Gewicht und Bauraumbedarf verbunden.

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz eines Stützwandlers, der beim Start nur einzelne Verbraucher des Bordnetzes absichert. Bei dieser Lösung kann es jedoch u. U. auch zu den beschriebenen Auswirkungen kommen.

Das Ziel bei Daimler war es deshalb, ein System zu entwickeln, welches den Bordnetzanforde-

rungen entspricht, aber den Aufwand und Ressourcenverbrauch deutlich reduziert.

Herausforderung

Das Problem bei der Start-Stopp-Automatik ist der kurzzeitig extrem hohe Strombedarf beim Starten des Verbrennungsmotors. Dieser könnte durch einen Strombegrenzer so weit reduziert werden, dass die Bordnetzspannung auf einem ausreichend hohen Niveau bleibt und nicht zu stark einbricht. Hierbei galt es jedoch zu klären, ob der Motor dann noch in angemessener kurzer Zeit gestartet werden kann.

Außerdem musste ein batterie-naher Platz für die neue Baugruppe gefunden werden. Da kein ausreichend großer Platz im Bereich zwischen Batterie und Starter vorhanden war, musste eine bestehende Komponente verdrängt und deren Funktion mit übernommen werden. Schließlich musste gewährleistet werden, dass das neue System die Funktionalität des Bordnetzes nicht merklich einschränkt.

Idee

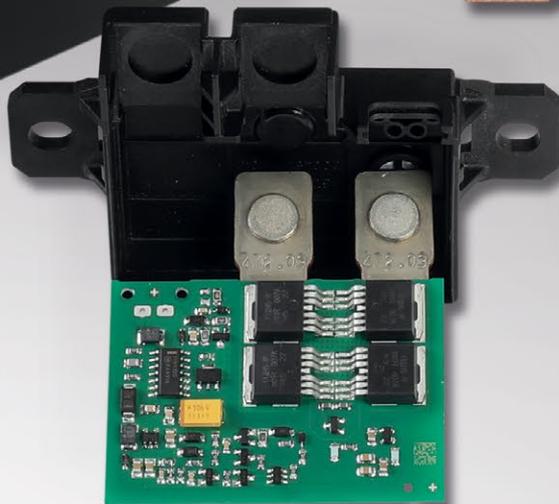
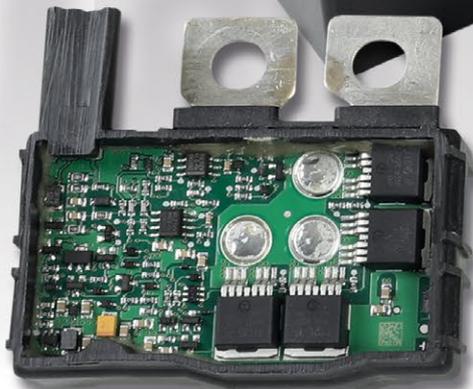
Zunächst sollte der Einsatz eines Strombegrenzers in Versuchen verifiziert werden, um zu untersuchen, ob der Starter nicht auch mit einem kurzzeitig deutlich reduzierten Anlaufstrom in der Lage ist, den Verbrennungsmotor in Drehung zu versetzen.

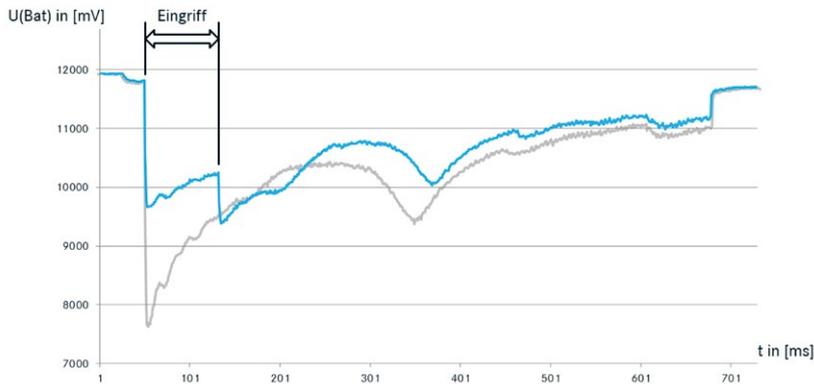
Anschließend sollte überprüft werden, ob die Abschaltfunktion der pyrotechnischen Sicherung (Pyrofuse) in den Strombegrenzer integriert werden kann. Die Pyrofuse nimmt den für diese Funktion idealen Bauraum direkt an der Batterie ein und hat die Aufgabe, die Starterleitung bei einem Unfall von der Batte-



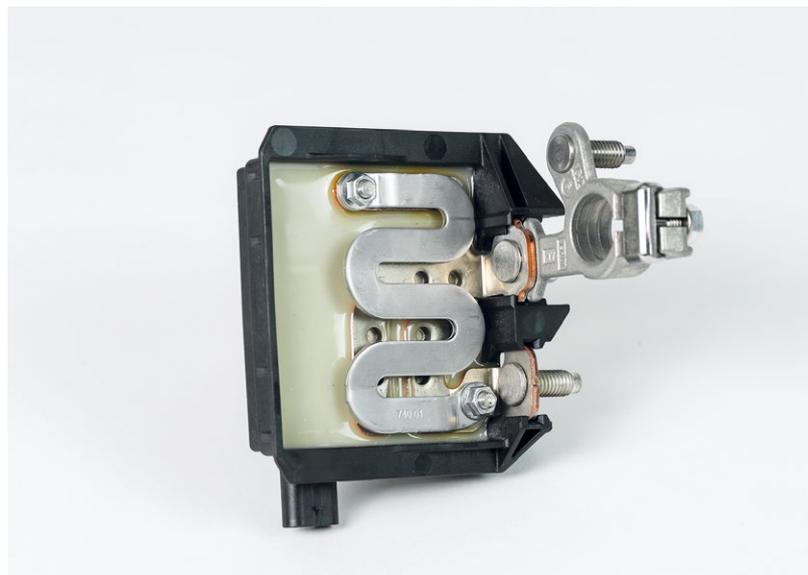
Startstrombegrenzer

Bild rechts:
Bisher verbaute Komponenten, die durch den Startstrombegrenzer überflüssig werden (von oben links nach unten rechts): Bleibatterie 12Ah, Kabel für größere Ströme, elektronischer Schalter, elektronische Diode, Schmelzsicherung, pyrotechnisches Trennelement

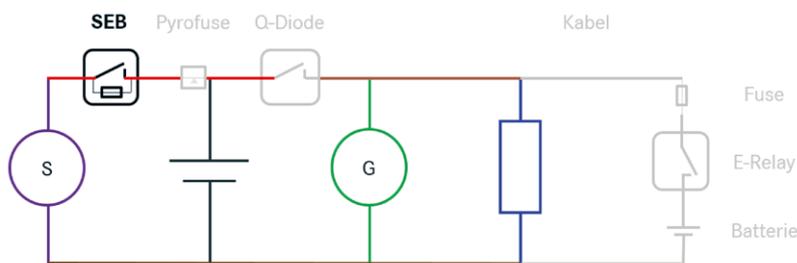




Spannungsverlauf an der Starterbatterie während eines Motorstarts. Mit (blau) und ohne (grau) temporäre Strombegrenzung



Die neue Komponente Spannungseinbruchbegrenzer (SEB)



Schaltbild eines Kfz Bordnetzes mit den ersetzten Komponenten (hellgrau) und dem neuen Bauteil (SEB)

rie zu trennen. Es sollte eine neue Baugruppe entwickelt werden, die die Funktionen eines Strombegrenzers und der Pyrofuse vereint.

Umsetzung

Zur Realisierung der Strombegrenzungsfunktion wurden drei verschiedene physikalische Grundprinzipien betrachtet, von denen sich eines als am erfolgversprechendsten herauskristallisierte. Die betrachteten Prinzipien umfassten die Möglichkeiten, den Strom mittels einer großen Induktivität, einem Frequenzwandler + Induktivität oder einem geschalteten Widerstand temporär zu reduzieren.

Mit den Methoden aus Design for Six Sigma wurde aus den verschiedenen Grundprinzipien das für die Anwendung geeignetste Grundprinzip ausgewählt und verfeinert. Basierend darauf wurde die technisch optimale Lösung in Bezug auf die Anforderungen, Kosten, Bauräume und Aufwände ausgewählt und gemeinsam mit der Eberspächer GmbH zur Serienreife gebracht. Anhand statistischer Auswertungen konnte abschließend belegt werden, dass die prinzipbedingte mittlere Motorstartverzögerung in einem nicht kundenrelevanten Bereich von <35 ms liegt.

Durch die funktionale Integration der Starterleitungsabsicherung ist es gelungen, nicht nur die Versorgungsspannung für die Steuergeräte im Startfall zu gewährleisten, sondern auch die elektrische Absicherung der Starterleitung im Falle eines schweren Unfalls mit der entwickelten Komponente zu realisieren. Da die bestehende pyrotechnische Lösung zur Abtrennung der Starterleitung nach einer Aktivierung getauscht werden muss, kommt durch den nun verwendeten elektronischen Schalter ein weiterer Vorteil hinzu.

Durch den Einsatz der neu entwickelten Komponente (SEB) ist es möglich geworden, mehrere bestehende Komponenten, die einen deutlich höheren Ressourceneinsatz mit sich führten, aus dem Fahrzeug entfallen zu lassen. Hierzu zählen eine Bleibatterie, zwei elektronische Schalter, einschließlich Halterung und dazugehöriger Verkabelung mit Sicherung, sowie das pyrotechnische Trennelement.

Der Entfall der Stützbatterie im Fahrzeug hat auch entlang der Produktionskette große Auswirkungen. Einerseits müssen diese Komponenten nicht bei Daimler montiert

werden, andererseits entfällt in den vorgelagerten Prozessen der Ressourceneinsatz für Logistik, Transport, Verpackung und Herstellung der Komponenten und Rohstoffe.

Einsparungen

Durch das entwickelte Bauteil und damit den Verzicht auf die Stützbatterie können Materialien wie Blei, Schwefelsäure, Kupfer und Gold eingespart werden. Darüber hinaus kommt es zu einer Zeitersparnis beim Fahrzeugbau. Außerdem muss die Stützbatterie bei der Wartung nicht mehr getauscht sowie die Pyrofuse beim Verschrotten nicht mehr separiert und entsorgt werden. In der Nutzungsphase wird durch das geringere Fahrzeuggewicht zudem etwas weniger CO₂ ausgestoßen.

Lernziel

Das Projekt und seine Ergebnisse zeigen, dass Ingenieurkunst durch Einfachheit besticht. In manchen Fällen ist es erforderlich, sich auf die wesentlichen Funktionen zu konzentrieren und die Notwendigkeit einzelner Komponenten zu hinterfragen.

Mit der Entwicklung der neuen Baugruppe hat man bei Mercedes-Benz am Kern des Problems angesetzt und die Notwendigkeit der Stützbatterie und ihre Auswirkungen im Lebenszyklus nochmals kritisch hinterfragt. Dabei stand nicht die Symptombekämpfung im Vordergrund, sondern der Ansatz, den Verursacher, d. h. den Starter, umzugestalten, so dass sein Strombedarf begrenzt wird.

Zu Beginn und auch während der Umsetzung war ein großer Abstimmungsaufwand innerhalb der elektrisch/elektronischen Bereiche notwendig.

Unternehmen

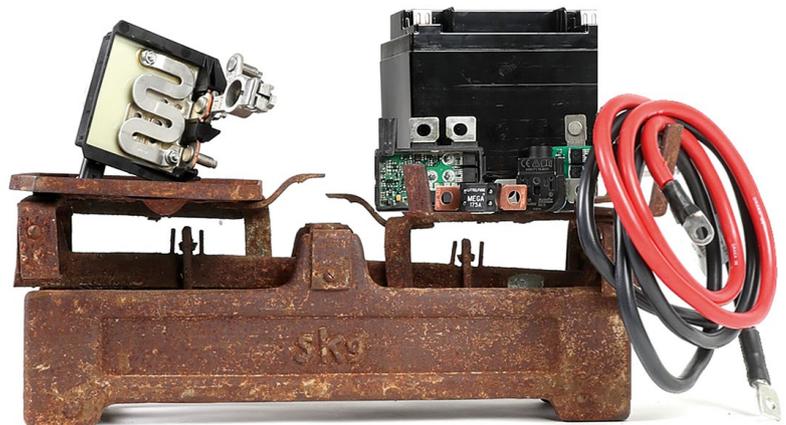
Die Daimler AG ist eines der erfolgreichsten Automobilunternehmen der Welt. Mit den Geschäftsfeldern Mercedes-Benz Cars, Daimler Trucks, Mercedes-Benz Vans, Daimler Buses

und Daimler Financial Services gehört der Fahrzeughersteller zu den größten Anbietern von Premium-Pkw und ist der größte weltweit aufgestellte Nutzfahrzeughersteller. Daimler Financial Services bietet Finanzierung, Leasing, Flottenmanagement, Versicherungen, Geldanlagen und Kreditkarten sowie innovative Mobilitätsdienstleistungen an.

Im Jahr 2016 setzte der Konzern mit insgesamt 282.488 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern rund 3 Mio. Fahrzeuge ab. Der Umsatz lag bei 153,3 Mrd. Euro, das EBIT betrug 12,9 Mrd. Euro.

Einsparungen pro Jahr bezogen auf 1,25 Mio. Fahrzeuge (Annahme: jährliche Fahrleistung 10.000 km)

Material	Pro Fahrzeug	Gesamt
Blei (aus Stützbatterie)	3 kg	3.750 t
Schwefelsäure	0,8 l	1 Mio. l
Kupfer (Kabel)	1 kg	1.250 t
Goldbeschichtung von Kontakten	0,0007 mg	0,875 g
PVC (Kabelummantelung)	0,3 kg	375 t
CO₂-Emissionen		
(Nutzungsphase durch Gewichtsersparnis)	0,2 g/km	2.500 t
Kosten	30 Euro	37,5 Mio. Euro



Symbolischer Gewichtsvergleich und Materialeinsatz zwischen den bisherigen Komponenten (rechts) und der neuen Komponente (links)

DAIMLER

Daimler AG

Mercedesstraße 137
D-70327 Stuttgart
www.daimler.com
Jürgen Schön
Juergen.s.Schoen@daimler.com

Das Projekt „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“ wurde von der Allianz für mehr Ressourceneffizienz zwischen den führenden Wirtschaftsverbänden des Landes Baden-Württemberg und der Landesregierung initiiert. Zu der Allianz gehören das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, der Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V. (LVI), der Baden-Württembergische Industrie- und Handelskammertag e. V. (BWIHK), der Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI), Landesverband Baden-Württemberg, der Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbauer Baden-Württemberg (VDMA) und der Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI), Landesstelle Baden-Württemberg.

Das Projekt wird gemeinsam vom Institut für Industrial Ecology (INEC) an der Hochschule Pforzheim und der Landesagentur Umwelttechnik BW durchgeführt. Die präsentierten Beispiele wurden sorgfältig geprüft und von einer Jury aus Mitgliedern der beteiligten Allianzpartner ausgewählt.

Die Initiative zeigt auf, wie Ressourceneffizienz konkret umgesetzt werden kann und welcher Nutzen damit verbunden ist. Sie unterstützt die bisherigen Aktivitäten zur Ressourceneffizienz im Land mit konkreten, vorzeigbaren Ergebnissen und bringt sie auf die operative Handlungsebene. Damit werden weitere Unternehmen zum Mitmachen motiviert.

Die 100 Exzellenzbeispiele entfalten über Baden-Württemberg hinaus Strahlkraft und unterstreichen die Leistungsfähigkeit der einheimischen Wirtschaft. Ziel ist es, die Exzellenzbeispiele repräsentativ, öffentlichkeitswirksam und beispielgebend hervorzuheben und darzustellen.

Weitere Informationen über das Projekt:

www.100betriebe.pure-bw.de

Kontakt zum Projektteam:

Prof. Dr. Mario Schmidt,
E-Mail: mario.schmidt@hs-pforzheim.de

Dr.-Ing. Hannes Spieth,
E-Mail: hannes.spieth@umwelttechnik-bw.de

Die Seiten sind ein Auszug aus dem Buch

Mario Schmidt, Hannes Spieth, Christian Haubach, Marlene Preiß, Joa Bauer: 100 Betriebe für Ressourceneffizienz, Band 2 – Praxisbeispiele und Erfahrungen. Verlag Springer Spektrum 2018.

www.springer.com/de/book/9783662567111

Die Arbeiten zu diesem Projekt wurden im Rahmen des Forschungsprojektes FZK L75 17001 mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT