

Gewicht sparen mit Stahl

Massiver Leichtbau

Je leichter ein Auto, desto weniger Energie verbraucht es – eine einfache Rechnung. Doch die Bestandteile müssen nicht nur leicht, sondern auch hochbelastbar sein. Eine Schlüsseltechnologie stellt hier der Leichtbau mit Stahl dar, der sich bisher auf die Karosserie fokussiert. Das Ziel des Forschungsverbands „Massiver Leichtbau“ lautet: Mithilfe neuer Stahlwerkstoffe sowie Bauteilkonstruktionen und Fertigungsmethoden auch den Antriebsstrang leichter machen und trotzdem höchste Lebensdauererwartungen erfüllen.

KEYWORDS

**Massivumformung / stofflicher und konstruktiver Leichtbau /
Fertigungsleichtbau / Konzeptleichtbau**

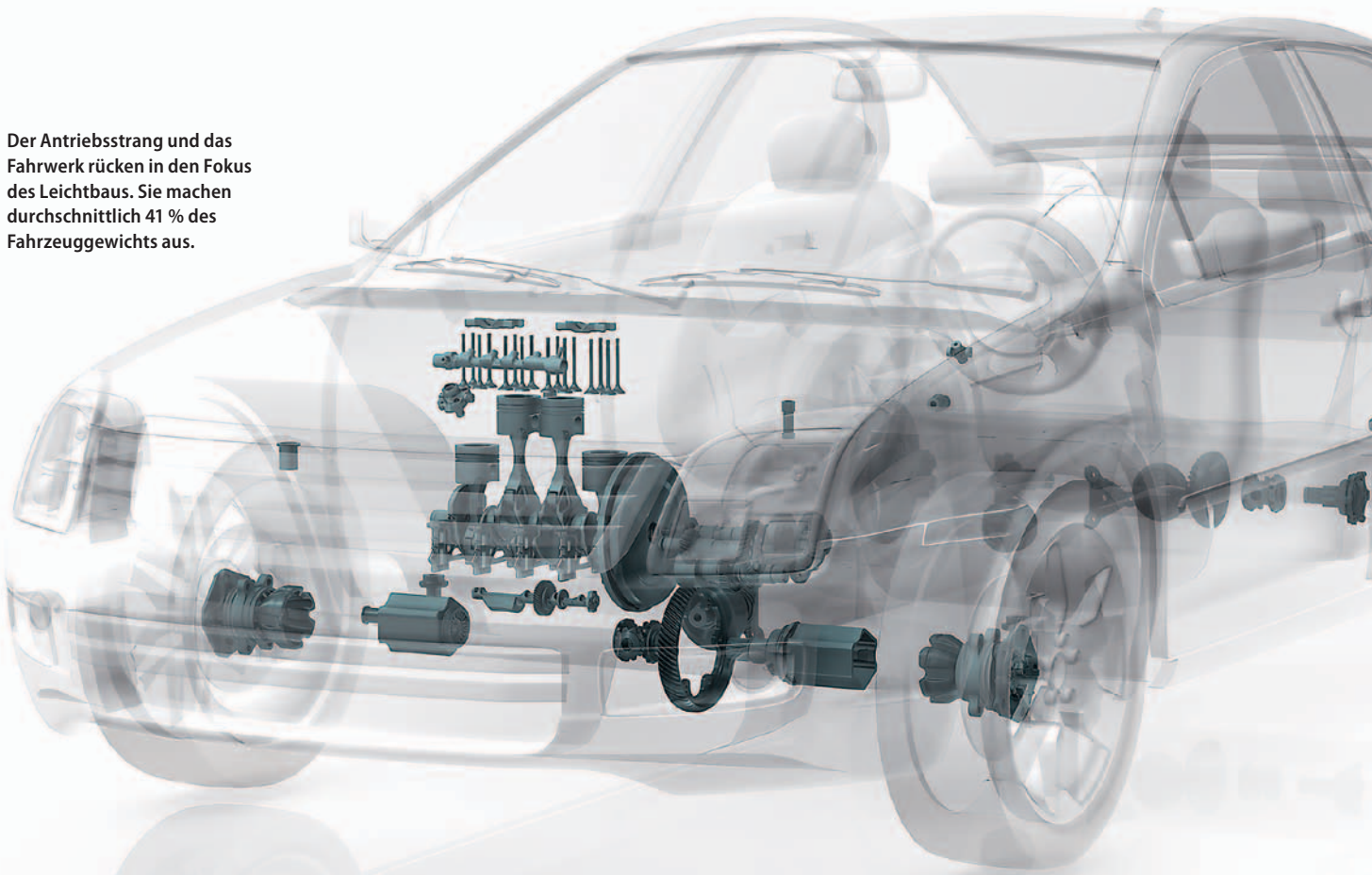
„Massiver Leichtbau“ – zu Beginn steht ein Begriff, der auf den ersten Blick ein Paradoxon beschreibt. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden zunächst nur die Bedeutungen „solide“ oder „voll“ im Gegensatz zu „hohl“ und damit „schwer“ als Synonym zum Wort „massiv“ verstanden. Die Sinnhaftigkeit des Begriffs „Massiver Leichtbau“ erschließt sich aber, wenn man die technisch zutreffenderen Synonyme „fest“, „dauerhaft“ und „belastbar“, ebenso wie die weiteren geläufigen Begriffe „durchsetzungsstark“ und „wirkungsvoll“ heranzieht. Somit

ist das Bestreben zu verstehen, mobile Technik in den meisten Anwendungsfällen dauerhaft und belastbar auszulegen, gleichzeitig aber auch die technische Lösung mit dem geringstmöglichen Masseneinsatz zu finden.

Aus dem hohen Mobilitätsanspruch der Menschheit ist seit mehr als 100 Jahren die Automobiltechnik hervorgegangen, für die die Branche der Stahlherstellung hochwertige Werkstoffe zur Verfügung stellt und die Branche der Massivumformung mit ihren zahlreichen und vielfältigen Verfahren wichtige Bauteile und Komponenten herstellt. Der wirkungsvolle Leichtbau, eben jener „massive Leichtbau“ entsteht somit aus einem Megatrend der Automobiltechnik.

Bisher hat sich demnach der automobiler Leichtbau sehr stark auf die Blechumformung und Fahrzeugkarosserie konzentriert. Dies ist ablesbar an den wichtigsten großen Leichtbauprojekten




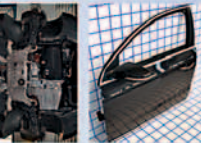
Der Antriebsstrang und das Fahrwerk rücken in den Fokus des Leichtbaus. Sie machen durchschnittlich 41 % des Fahrzeuggewichts aus.



1. Bestimmung des Fahrzeuggesamtgewichts

Referenzfahrzeug:
 125 kw / 170 PS
 2,0 l Turbo-DI Diesellaggregat
 Doppelkupplungsgetriebe, Allradantrieb
 Gesamtmasse: 1.740 kg

2. Zerlegung des Gesamtfahrzeugs


Verbrennungs-
motor
Getriebe
Fahrwerk
Tür, Sitz,
Gurt, AHK

3. Listen und Benennung aller Einzelteile

4. Einzelteilanalyse

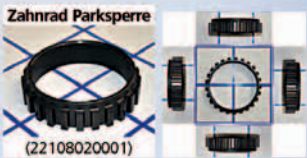
Stanzcode	Bezeichnung	Gewicht (kg)	h	b	d	l	Stanzwerkstoff
222020002	Dieselmotor (Typ. II) (Drehmoment)	0.6128	8	48	40		Stahl
222020003	Dimensionsträger	5.62	143	252	143		Stahl
222020004	Kupplungsgeber (Drehmoment)	0.994	70	85	70		Stahl
222020005	Lagerschalen Kupplungsgeber (Dimensionsträger)	0.044	75	8	75		Stahl
222020006	Drehachse L. Lagerschalen Kupplungsgeber 1	0.043	75	2	75		Stahl
222020007	Flachwellendrehung Typ. II Kupplungsgeber 1	0.0270	82	3	82		Stahl
222020008	Kupplungsgeber (Drehmoment)	0.266	14	25	14		Stahl
222020009	Lagerschalen Kupplungsgeber 2	0.028	88	10	88		Stahl
222020010	Drehachse L. Lagerschalen Kupplungsgeber 2	0.029	88	2	88		Stahl
222020011	Flachwellendrehung Typ. II Kupplungsgeber 2	0.029	82	4	82		Stahl

5. Gewichtsbalanzierung Baugruppen



6. Fotodokumentation

- Normansichten
- Detailansichten
- Ggf. Einbaulagen
- Digitale Entfernung der Herstellerlogos



Zahnrad Parksperre
(22108020001)

7. Datenbankimplementierung mit Vorschlägen zum Leichtbaupotenzial






Bild 1: Projektablauf der Leichtbaupotenzialstudie.

von unterschiedlichen Initiatoren (Stahlindustrie, einzelne Stahlhersteller oder Zulieferer, OEMs). Es ist festzustellen, dass die aktuellen Potenziale bei der Karosserie als größten Einzelposten in Sachen Fahrzeuggewicht durch moderne Werkstoff- und Verarbeitungskonzepte zurzeit als weitgehend erschlossen gelten. Dafür rücken der Antriebsstrang und das Fahrwerk in den Fokus, die zusammen durchschnittlich 41 % des Fahrzeuggewichts ausmachen.

Ein erheblicher Motivationsfaktor zur Gründung einer Brancheninitiative aus Stahlherstellern und Massivumformern war somit gegeben: Die Initiative Massiver Leichtbau ist Anfang 2013 aus dem Zusammenschluss von 15 Unternehmen der Massivumformung und neun Stahlherstellern unter dem Dach des Industrieverbands Massivumformung und des Stahlinstituts VDEH entstanden. Ohne öffentliche Mittel finanziert dieses Konsortium die Studie „Leichtbaupotenziale massivumgeformter Komponenten im Pkw“ mit dem Ziel, die massivumgeformten Komponenten aus Stahl im Pkw hinsichtlich des Leichtbaus zu optimieren. Es handelt sich bei der Initiative „Massiver Leichtbau“ um das bisher größte vorwettbewerbliche Gemeinschaftsprojekt dieser beiden Branchen. Die Studie führte die Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen (FKA) durch.

ZERLEGUNG DES REFERENZFAHRZEUGS

Zuerst beschaffte man sich ein neuwertiges Fahrzeug als Referenz: Einen Mittelklasse-Kombi mit Dieselmotor, Doppelkupplungsgetriebe und Allradantrieb zerlegte die FKA systematisch. Gewicht, Maße und Werkstoffe der Bauteile dokumentierte man in einer Datenbank mitsamt Fotos und Abbildungen. In mehreren Workshops erarbeiteten Experten der beteiligten Unternehmen gemeinsam Leichtbauvorschläge. Anschließend klassifizierte man alle Vorschläge bezüglich ihres Leichtbaupotenzials, der Kosten und des Umsetzungsaufwands und nahm sie in die Datenbank auf. Somit sind bilanzierende Ergebnisse in mehreren Dimensionen in der Datenbank auswertbar (Bild 1).

Das Fahrzeug bringt ein Gesamtgewicht von 1740 kg in die Untersuchung. Wie in Bild 2 gezeigt, teilt sich in der Gewichtsbalanzierung das Gesamtgewicht auf die Komponenten der Karosserie (39 %), Antriebsstrang (23 %), Fahrwerk (16 %), Interieur (16 %) und Elektronik (6 %) auf. Da für die Massivumformung in erster Linie die Komponenten aus Antriebsstrang und Fahrwerk für Leichtbauideen interessant sind, wurden in diesen Sektionen auch je 100 % der zugeordneten Bauteile untersucht. Zusätzlich wurde ein Anteil von 19 % des Interieurs (Vordersitze und Gurtsystem) sowie von 15 % der Karosserie (Vordertüren und Front-Bumper-System sowie Verbindungselemente) in die Analyse mit einbezogen. Damit ergeben sich genau 838 kg oder etwa 48 % als Masse beziehungsweise Anteil des in der Untersuchung analysierten Teils.

In der detaillierten Gewichtsbalanzierung des Antriebsstrangs überrascht nicht, dass der Verbrennungsmotor mit einem 59%-Anteil dominiert, während auf Drehmomentwandler (Doppelkupplungsgetriebe) und Ausgleichs- sowie Verteilergetriebe je 16 % entfallen und für die vier Antriebs-

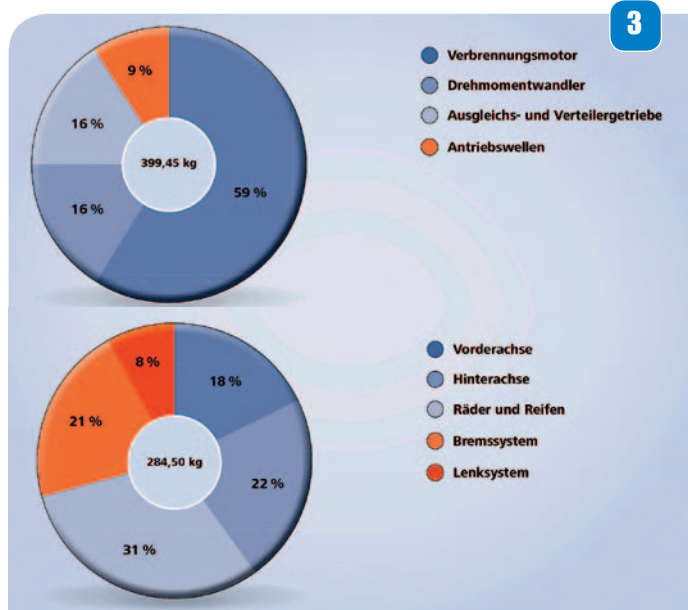
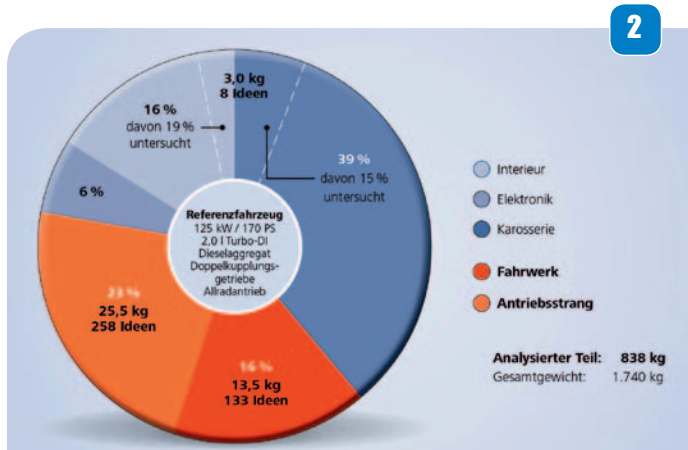
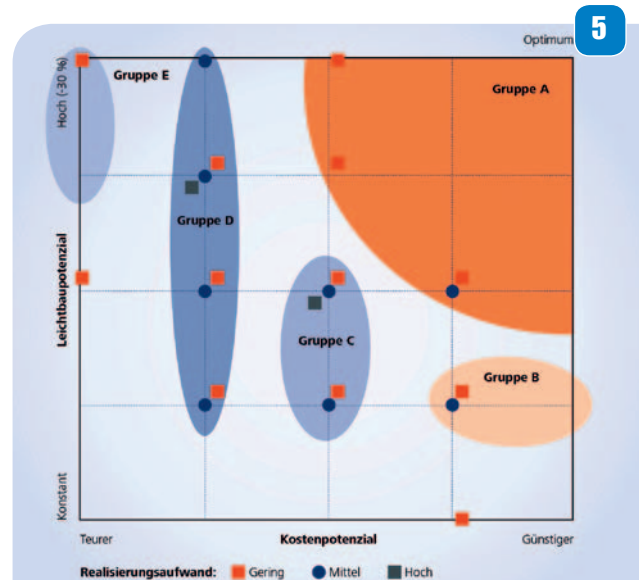
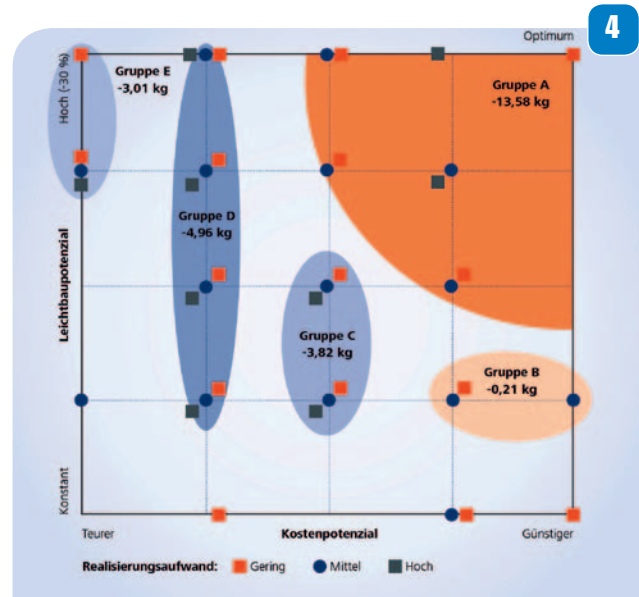


Bild 2: Gewichtsbalanzierung des Referenzfahrzeugs.
 Bild 3: Gewichtsbalanzierung Antriebsstrang und Fahrwerk.
 Bild 4: Portfolio zur Priorisierung der Leichtbau-Ideen im Antriebsstrang.
 Bild 5: Portfolio zur Priorisierung der Leichtbau-Ideen im Fahrwerk.



wellen 9 % verbleiben (Bild 3, oben). In der Gewichtsbalanzierung des Fahrwerks zeigt sich dagegen eine gleichmäßigere Verteilung: Räder und Reifen vereinnahmen 31 % auf sich, während Vorder- und Hinterachse sich 18 % beziehungsweise 22 % teilen, für das Bremsystem werden immerhin 21 % bilanziert und der verbleibende Anteil von 8 % auf das Lenksystem entfällt (Bild 3, unten).

Deutlich wird, dass einige gewichtige Fahrzeugkomponenten für eine Potenzialanalyse überhaupt nicht in Frage kommen, da sich hierfür die Massivumformverfahren technisch oder wirtschaftlich nicht anwenden lassen. Hierzu zählen in erster Linie Motorblock, Abgasanlage und hinterer Subframe. Für die übrigen Komponenten aus Antriebsstrang und Fahrwerk lässt sich die folgende Klassifizierung vornehmen:

- / Langprodukte
- / Potenzial zur Massivumformung
- / Massivumgeformte Elemente
- / Verbindungselemente (Schrauben und Muttern)

BEWERTUNG DER LEICHTBAUIDEEN

Insgesamt wurde ein Potenzial von 42 kg ermittelt, was einem erstaunlichen Anteil von über 5 % der analysierten Gesamtmasse von 838 kg entspricht. Um diese Ideen zu priorisieren, erstellte man zwei Portfolios, die die Bewertung der Leichtbauiden aus den Workshops zum Antriebsstrang und Fahrwerk eingruppierten und eine sehr gute visuelle Unterstützung anbieten. Dabei ist jeweils das Kostenpotenzial gegen das Leichtbaupotenzial aufgetragen. Zusätzlich wird der eingeschätzte Realisierungsaufwand farblich unterschieden. Bild 4 und Bild 5 zeigen die beiden Portfolio-Darstellungen, wobei zu beachten ist, dass die Werte des Leichtbaupotenzials auf der Ordinate sinnvollerweise in Relation zum Ursprungswert „Bauteilgewicht“ dargestellt sind und dass sich bis auf wenige Ausnahmen hinter einem Symbol mindestens fünf und bis zu 36 Vorschläge verbergen.

Auf eine Darstellung des Portfolios für die weiteren Komponenten in dieser Form wird hier verzichtet, da sich der Fokus der Untersuchungen auf die Bereiche Antriebsstrang und Fahrwerk

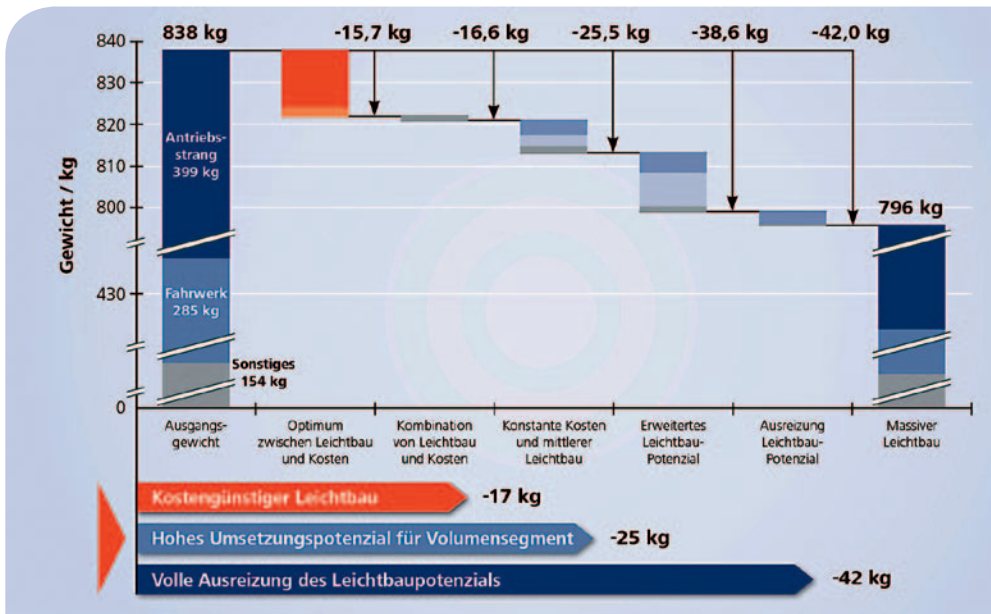


Bild 6: Kumulierte Darstellung der Leichtbaupotenziale nach Priorisierung.

Der Beitrag basiert auf Textvorlagen des Industrieverbands Massivumformung.

richtet. Die Priorisierung macht deutlich, dass eine Gruppierung vorgenommen werden kann: Die Gruppe A stellt sich dabei als Optimum zwischen Potenzial und Kosten dar, hier liegt nach Einschätzung der Experten Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Kostensenkung vor. Diese Ideen stellen sogenannte Quick-Wins dar. Maßnahmen aus der Gruppe E sind hingegen eher der vollständigen Ausreizung des Leichtbaupotenzials zuzurechnen, da der Umsetzungsaufwand auf der Entwicklungsseite allgemein kostenintensiver beurteilt wird.

FAZIT

In der kumulierenden Darstellung in Bild 6 kann man das Gesamtergebnis erkennen: Die vorgenannten Quick-Wins beschreiben den kostengünstigen Leichtbau, ein hohes Umsetzungspotenzial im Volumensegment ergibt eine Einsparung von bereits zirka 25 kg und mit dem Einsparpotenzial von bis zu 42 kg ist die volle Ausreizung des Leichtbaupotenzials beschrieben. Die Massivumformung ist also in der Lage, den untersuchten

Anteil von 838 kg am Fahrzeuggewicht durch deutliche Einsparung auf verbleibende 796 kg zu senken. Eine weitere Darstellung der Leichtbauideen ist in Bild 7 dargestellt, kategorisiert nach:

- / stofflichem Leichtbau / alternativem Werkstoffeinsatz,
- / konstruktivem und Fertigungsleichtbau sowie
- / Konzeptleichtbau.

Danach folgen etwa 33 % der Leichtbauideen dem stofflichen Leichtbau, der je nach Bauteil eine konstruktive und topologieoptimierte Neuauslegung des Bauteils erfordern kann. Die Studie kommt in dieser Hinsicht zur Empfehlung der weiteren Analyse von Leichtbaupotenzialen im Rahmen eines AiF-Forschungsprojekts. Den Großteil von etwa 75 % der Leichtbauideen beinhaltet Potenzial, das aus der Kernexpertise der Projektteilnehmer resultiert, nämlich aus adaptierten Konstruktionen auf Basis der kontinuierlichen Entwicklung der großserientauglichen Massivumformung. Hier bestätigt sich als Empfehlung eine Intensivierung der Kommunikation zwischen Zulieferer und Kunden und aus Sicht des Fahrzeugherstellers eine frühzeitige Einbindung der Entwickler auf Seiten der Massivum-

formerner mit dem Ziel der Etablierung dieser Ideen in der Serie. Weitere zirka 6 % der Ideen beinhalten innovative Konzepte mit eher disruptivem Charakter, die somit die aufwendigste Verbesserung eines bestehenden Systems beschreiben.

Die gesamte Neukonstruktion von Systemen stand nicht im Projektfokus, eine Empfehlung kann dennoch in Richtung einer weiteren Prüfung der technischen Realisierbarkeit ausgesprochen werden, welche wiederum ausschließlich durch die intensive Kommunikation auf hohem fachlichen Niveau zwischen Massivumformern und den Konstrukteuren bei den Kunden erreicht werden kann. (ol) //



Bild 7: Auswertung der Potenzialideen nach Technologien.