

07.09.2015 Downsizing: Ein Prinzip setzt sich durch

Paradigmenwechsel

- Es ist noch gar nicht so lange her, da hieß es: **"Hubraum ist durch nichts zu ersetzen."** Heute heißt es: **"Ein Turbolader ist durch nichts zu ersetzen, höchstens durch zwei oder drei."**
- Früher hieß es: **"Wer hat den Größten?"** Heute heißt es: **"Wer hat den Kleinsten?"**

Die Rede ist vom Hubraum und vom Downsizing. So schnell ändern sich die Zeiten.

„Es ist schwierig für jemand, etwas zu verstehen, wenn sein Gehalt davon abhängt, etwas nicht zu verstehen.“

Trifft dieses Zitat von Unbekannt nicht auf viele Bereiche des Lebens zu? Ist das der Grund, warum beispielsweise die Steuergesetzgebung niemals einfacher wird? Oder warum der gesunde Menschenverstand gegen Beamtenmentalität keine Chance hat? Oder warum die Medizin an echter Gesundheitsvorsorge kein Interesse hat? Oder warum unsere Fahrzeuge immer komplizierter und mit immer noch mehr Technik überfrachtet werden?

Downsizing - ein Anachronismus?

Downsizing! Das klingt nach Bescheidenheit, Selbstbeschränkung, Genügsamkeit, Askese. Was könnte besser in die heutige Zeit passen? In eine Zeit, in der die Überflussgesellschaft an allen Ecken und Enden an Grenzen stößt? Einer Zeit des **All You Can Eat**, der **Flat Rates**, von **XXL**, **King Size** und **Supersize**.

Downsizing! Die Marketingleute müssten eigentlich den Technikern um den Hals fallen, denn die benutzten diesen Ausdruck als Erste. Eine bessere Steilvorlage konnten sie ihnen gar nicht liefern, um ihre Produkte zu verharmlosen.

Downsizing! „Seht her, was wir nicht alles unternehmen, um CO₂ zu reduzieren, den Klimawandel zu bekämpfen und die Umwelt zu schonen. Für die Einsparung von ein paar Gramm CO₂ ist uns kein Aufwand zu hoch.“ So könnte man den Trend (oder ist es eine Flucht) zum Downsizing aus der Sicht der Autobranche beschreiben.

Der Ingenieur und der Mainstream

„Für die Karriere ist es besser, mit der Masse zu gehen und falsch zu liegen, als gegen den Trend richtig zu liegen.“

Das behauptet der Vermögensverwalter Georg Graf von Wallwitz in einem Interview mit der SZ. Trifft das nur auf die Finanzwelt zu oder auch auf andere Lebensbereiche? Beispielsweise auf Politik, Medien, Umwelt und Freizeit? Leute die gegen den Strom, den „Mainstream“ schwimmen sind überall unbeliebt und werden gerne als Ideologen, Utopisten, Phantasten, Eigenbrötler, Sonderlinge und Nörgler abqualifiziert.

Selbiges gilt auch für die streng hierarchisch ausgerichtete Automobilentwicklung. Da empfiehlt es sich ganz besonders, sich häuslich in einer Entwicklungsumgebung einzurichten, die eine breite Zu-

stimmung innerhalb der gesamten Industrie einschließlich der Medien erfährt, und die von oben den Entwicklern aufoktroziert ist - wie z.B. das Downsizing.

Wer Downsizing betreibt, geht mit der Masse. Motorentwickler, Ingenieure oder Techniker, die dieser Richtung folgen, können nichts falsch machen – zumindest nicht in Bezug auf Arbeitsplatz und Karriere. Wenn es denn stimmt, was Graf von Wallwitz behauptet. Aber muss ein Trend zwangsläufig in die falsche Richtung gehen? Natürlich nicht. Aber bei einem Thema, das sich so bestimmend auf die Automobillandschaft auswirkt wie das Downsizing, muss man einfach einmal innehalten und prüfen, ob man noch in der richtigen Richtung unterwegs ist. Genau das wollen wir bei der folgenden Abhandlung tun.

Rudolf Diesel ist an allem schuld.

Früher konnte die Benzinfraktion über die Heizöl-Ferraris nur müde lächeln. Das änderte sich schlagartig mit der Einführung der Direkteinspritzung (DI) in Tateinheit mit dem Abgasturbolader (ATL). Plötzlich erwuchs den Benzinmotoren ein Konkurrent, der aus identischen Hubräumen beinahe ebenso viel Leistung holte, und das bei wesentlich geringerem Kraftstoffverbrauch und hohem Drehmoment.

Die Benzinkollegen wehrten sich eine Zeitlang mit immer aufwendigeren Steuerungen des Ansaug- und Auspuffverhaltens, und mit Leistungssteigerungen durch Anhebung der Drehzahlen. Einen Höhepunkt in dieser Hinsicht markierten die BMW 8- und 10-Zylinder V-Motoren für M3 und M5.

Von nachhaltigem Erfolg war diese Strategie nicht gekrönt. Denn auch die Dieseltechniker ruhten sich nicht auf den Lorbeeren aus und verkündeten immer neue Drehmoment- und Verbrauchsrekorde. Das brachte die Benzinleute auf die Idee, das Dieselprinzip nachzuahmen.

Was braucht man, um den Diesel zu kopieren? Offene Ansaugquerschnitte, Direkteinspritzung und Abgasturboaufladung (ATL). Diese Methode hatte allerdings mit dem bis dato schlechten Image der Abgasturboaufladung zu kämpfen. Der ATL war bei Tunern sehr beliebt zur Leistungssteigerung, allerdings auf Kosten von Verbrauch und Verschleiß. Aus dieser „Schmuddelecke“ musste man erst herauskommen. Den entscheidenden Beitrag leistete die Bezeichnung „Downsizing“, ein Begriff, der sich in der gesamten Automobilszene in Windeseile verbreitete.

Downsizing, ein Papiertiger?

Die Papierform des Downsizings ist auf den ersten Blick bestechend. Aber Papier ist bekanntlich guldig. Welchen echten Mehrwert bietet das Downsizing dem Kunden in seinem automobilen Alltag? Das ist die entscheidende Frage, wenn das Downsizing mehr als nur ein Papiertiger sein soll. Oder eine ABM für nicht ausgelastete Ingenieure? Oder wenn es nicht als Alibi herhalten muss, weil den Technikern sonst nichts mehr einfällt.

Wo könnten die Vorteile des Downsizings liegen? Da kommen natürlich die üblichen „Verdächtigen“ in Frage, als da sind Kosten, Einbauraum, Gewicht, Fahrbarkeit, Laufeigenschaften und Kraftstoffverbrauch bzw. CO₂-Ausstoß. Diese Einzelposten nehmen wir einmal etwas genauer unter die Lupe.

Downsizing spart Kosten

Wie gesagt, der Downsizing-Virus verbreitete sich pandemieartig weltweit, und infizierte die gesamte Automobilindustrie, sogar BMW. Wenn aber BMW, also die Bayerischen **Motoren** Werke ihr Alleinstellungsmerkmal, den einzigartigen Reihensechszylinder aufgeben, und durch einen nach Mainstream gebürsteten Einheits-Vierzylinder ersetzen, müssen dann nicht massive Gründe dafür sprechen? Die wichtigsten Gründe kommen wie immer aus der Kostenecke, denn nüchterne Betriebswirtschaftler und überkorrekte Controller haben längst die Federführung bei Neuentwicklungen übernommen. Ob die BMW-Kunden bereit sind, für einen Mainstream-Motor ohne jegliche Besonderheiten den üblichen Premiumaufschlag hinzunehmen, steht auf einem anderen Blatt.

Um wie viel günstiger ist ein Vierzylinder mit einem Hubraum von einem Liter herzustellen als einer mit zwei Litern, wenn beide Motoren die gleiche Leistung abgeben? Nicht viel, denn der Hauptunterschied besteht in den Materialkosten, und die machen bekanntlich nur einen Bruchteil der Herstellkosten aus.

Ein etwas größerer Sprung ergibt sich bei einer Reduzierung der Zylinderzahl. Drei statt vier, vier statt sechs, und sechs statt acht Zylindern, das ergibt schon einen deutlicheren Einspareffekt. Vor allem der Sprung vom V8-Motor zum Sechszylinder-Reihenmotor rechnet sich.

Der Sprung von sechs auf vier Zylinder hat aber noch einen Pferdefuß. Ein von Natur aus rauer Vierzylinder, der einen geschmeidigen Sechszylinder ersetzen soll, benötigt für eine akzeptable Laufruhe unbedingt Ausgleichswellen. Auf der Kostenseite bedeutet das in etwa Gleichstand - bis hierher.

Bei allen aufgeladenen Aggregaten kommt aber noch ein erheblicher Betrag für die Aufladung selbst dazu. Um die Nachteile einigermaßen in den Griff zu kriegen, müssen die Entwickler tief in die Trickkiste greifen und einen extrem hohen Aufwand betreiben. Sind also im Endeffekt die "Downsizer" teurer als vergleichbare Saugmotoren? Irgendwo müssen also noch Kosteneinsparungen zu finden sein.

Downsizing, ein Freund der Plattformen und Baukästen

Fündig wird man bei den Stichworten Plattform, Baukasten und Modulbauweise. Nur mit einem weitgehenden Gleichteileprinzip lässt sich die ausufernde Variantenflut einigermaßen in den Griff kriegen. Variantenflut in Zahlen ausgedrückt heißt z.B. im VW-Konzern einschließlich Audi, Seat und Skoda laut Autokatalog 2013 von 550 Modelle! Und fast täglich werden es mehr.

Da wird das Downsizing zur unbedingten Notwendigkeit, denn es kommt den Fahrzeugherstellern bei der Produktion und beim Package entgegen. Sie können die Einbausituation von Diesel und Benziner vereinheitlichen, da beide über Abgasturbolader und Ladeluftkühler verfügen. Sie können Hübe, Bohrungen und Zylinderabstände vereinheitlichen, und Zylinder, Kurbelwellen, Nockenwellen usw. auf den gleichen Maschinen fertigen. Sie können aus einem Grundmotor eine ganze Motorenfamilie allein durch Software generieren. All das bringt enorme Kostenvorteile mit sich.

Kraftstoff		Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel
Zylinder		3	3	4	4	6	6
Hubraum	Liter	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0
Bohrung	mm	94,6	90,0	90,1	90,0	90,6	90,0
Hub	mm	82,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0

Auch beim Getriebe ergeben sich Synergien. Da die Drehmomente annähernd gleich hoch sind, reicht eine einzige gemeinsame Auslegung für Diesel und Benziner. Und zwar sowohl in Bezug auf die Festigkeit, als auch auf die Abstufung. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil, denn mittlerweile werden immer häufiger drei unterschiedliche Getriebearten angeboten: Handschaltgetriebe, Doppelkupplungsgetriebe und Wandlerautomatik. Und dieses Spielchen verdoppelt sich dann noch in Verbindung mit Allradantrieb. Hoffentlich weiß der Kaufinteressent das zu schätzen? Verkaufspsychologische Studien sprechen allerdings dagegen. Ein Überangebot führt zur Überforderung. Psychologen wissen das, die Marktforscher der Autoindustrie anscheinend nicht.

Downsizing spart Länge

Die Antwort auf die Frage nach dem Platzbedarf gestaltet sich ähnlich wie die Kostenfrage. Natürlich ist ein 1-Liter-Dreizylinder-Aggregat kleiner als ein Zweiliter-Vierzylinder-Aggregat, vorausgesetzt man betrachtet nur den Grundmotor selbst. Sobald man den Platzbedarf für die Ladeluftkühlung noch mit dazu nimmt, beansprucht der kleinere Motor sogar ein wesentlich größeres Gesamtvolumen. Also müssen auch hier, ähnlich wie bei den Kosten, die Vorteile woanders liegen.

Downsizing-Motoren bauen kürzer als vergleichbare Saugmotoren, insbesondere bei weniger Zylindern. In Zahlen ausgedrückt am Beispiel Ford Drei- zu Vierzylinder ca. 120 mm, oder BMW Sechs- zu Vierzylinder ca. 200 mm. Speziell bei quer eingebauten Motoren und Frontantrieb ist die kurze Bauweise ein unschätzbare Vorteil, waren doch bisher bei diesem Antriebskonzept die Leistungen und Drehmomente arg beschränkt. Vereinzelt kam es zu Verlegenheitslösungen wie dem bekannten VR6-Motor von VW, einem Irrweg mit kurzer Halbwertszeit. BMW ermöglicht erst der Schritt vom Sechszum Vierzylinder den Einstieg in den Frontantrieb.

Bei Fahrzeugen mit gleichzeitigem Verbau von Reihen- und V-Motoren im gleichen Modell, wie es Audi, BMW und Mercedes praktizieren, würde sich anbieten, den V-Motor entfallen zu lassen. Was ihnen das Leben wesentlich erleichtern und sich auch positiv auf die Breite des Fahrzeugs auswirken würde. In der Praxis sind V8-Motoren aber eine Prestigeangelegenheit, und das Einzige, was besagte Hersteller damit anstellen ist, noch ein paar Turbolader anzufanschen, um noch mehr Leistung zu mobilisieren.

Downsizing spart keine Höhe

Ford brüstet sich damit, dass der hochgelobte Dreizylinder-EkoBoost-Motor nicht mehr Grundfläche beansprucht als ein DIN-A4-Blatt. Mag sein, aber ist das wichtig? Welche Rolle spielt das, wenn man im selben Einbauraum auch einen Zweiliter-Vierzylinder unterbringen muss? Wesentlich wichtiger

beim Downsizing wäre eine deutliche Reduzierung der Bauhöhe. Warum? Wem sind die bauchigen, ausladenden Motorhauben noch nicht aufgefallen?

Typisches Beispiel Dreier-Reihe von BMW. Beim neuen Dreier gewinnt man subjektiv beinahe den Eindruck, die Haubenlinie steigt nach der Frontscheibe erst an, bevor sie sich reichlich spät in einer unästhetischen Krümmung absenkt. Das sah früher schon einmal besser aus, z.B. beim E46 aus den Jahren 1998 bis 2004.



Dreier BMW Modelljahr 2015



Dreier BMW E46 Baujahr 2005

BMW ist beileibe kein Einzelfall. Auch die anderen Hersteller blasen ihre Motorhauben derart auf, dass man sie kaum noch überblicken kann. Konstrukteure machen für diese Blähungen gerne den Fußgängerschutz verantwortlich, zum Teil durchaus berechtigt. Nicht unwesentlich beteiligt ist jedoch auch der Motor, denn moderne Motoren verfügen über hohe Zylinderköpfe. Steile Ansaugkanäle mit entsprechend steil stehenden, langen Ventilen und allerhand Nockenwellen- und Ventilverstellmechanismen sind dafür verantwortlich.

Speziell bei BMW steigert ein Element die Bauhöhe zusätzlich, die Valvetronic. In Vergleichstests schneiden die BMW-Motoren im Verbrauch nicht besser ab als die Konkurrenten ohne Valvetronic. Hat die Valvetronic überhaupt eine Wirkung bei aufgeladenen Motoren? Der Beantwortung dieser Frage sollte man einen separaten Beitrag widmen.

Downsizing will gekühlt werden

Automobile mit aufgeladenen Diesel- oder Ottomotoren erkennt man an Kühlergrills so groß wie Scheunentore.



Audi A5

Diese unschöne Optik hat mehrere Ursachen.

- Der Motorraum ist heißer als bei Saugmotoren, denn der - manchmal rotglühende - ATL strahlt ordentlich Wärme ab.
- Aufgeladene Motoren mit ihrem Drehmomentplateau eignen sich gut für Automatikgetriebe. Die wiederum brauchen Kühlung.
- Schließlich muss noch die komprimierte Luft abgekühlt werden, bevor sie in die Zylinder strömt - mittels voluminöser Ladeluftkühler.

Wo Wärme produziert wird, geht Energie verloren. Das weiß selbst jeder technisch interessierte Laie. Wie kommt dann der niedrige Verbrauch des Downsizings zustande? Handelt es bei dem angeblich so tollen Wirkungsgrad der Schrupfmotoren vielleicht gar um ein Märchen? Es lohnt sich, dieser Frage genauer auf den Grund zu gehen.

Downsizing spart Kraftstoff und CO₂

Die wichtigste Triebfeder bei der Downsizing-Mode ist natürlich die damit verbundene Kraftstoffeinsparung. Darin sind sich alle "Experten" aus der Autobranche einig. Stimmt es wirklich? Wenn Ja, müsste der Unterschied zwischen Benzinern und Dieseln deutlich kleiner geworden sein. Die Realität zeigt ein anderes Bild.

Kraftstoff		Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel
Zylinder		3	3	4	4	6	6
Hubraum	Liter	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0
Leistung	kW	80	85	180	165	240	190
ECE-Verbr.	L/100km	5,0	3,6	6,6	4,3	8,1	5,8
Differenz Benzin-Diesel	%	- 28 %		- 35 %		-28 %	

Gibt es neben dem Wundermittel Downsizing nicht auch noch eine Menge anderer kraftstoffsparender Methoden, die irrtümlich oder absichtlich dem Downsizing zugeordnet werden?

Motoren werden immer besser

Unablässig tüfteln Legionen von Ingenieuren an der Verbesserung des Hubkolben-Verbrennungsmotors. Dabei erzielen sie enorme Fortschritte - immer noch. Im Folgenden sind die wichtigsten Maßnahmen aufgeführt, die sich positiv auf den Verbrauch auswirken, und zwar ganz ohne Downsizing:

- Mechanische Verbesserungen an Kolben, Pleuel, Kurbelwellen. Gewichtsreduzierungen der bewegten Teile.
- Höhere Verdichtung und Brennraumoptimierung. Verwendung von Superbenzin.
- Reibungsreduzierung durch beschichtete Zylinderbohrungen, Nockenwellen und Kipp-/Schlepphebel mit Wälzlagern.
- Bedarfsorientierte Steuerung von Nebenaggregaten: Ölpumpen, Wasserpumpen, Lüfter.
- Ausgeklügeltes Wärmemanagement, schnelle Erwärmung.
- Vierventiltechnik mit steilen Ansaug- und Auslasskanälen sorgen für geringe Strömungsverluste.
- Steuerzeiten-Verstellmechanismen sorgen für gute Füllung in einem breiten Drehzahlbereich und verhindern Frischgasverluste.
- Variable Ansaugkanäle, z.B. Resonanzsauganlage, zur Erweiterung des Drehzahlbandes.
- Direkteinspritzungen mit hohen Drücken, getakteter Einspritzmenge und Mehrlochdüsen: ideale Gemischzusammensetzung in jedem Betriebszustand.
- Absenkung der Leerlaufdrehzahl.
- Start-Stopp-Automatik und Zylinderabschaltung senken den Verbrauch im Teillastbereich und Stadtbetrieb.
- Sechsgang-Handschaltgetriebe, Doppelkupplungsgetriebe, Achtgang-Wandlerautomatik: Motor läuft im Normalbetrieb häufiger im günstigen Drehzahlbereich.
- Elektromechanische statt hydraulische Servolenkung.
- Bremsenergie-Rückgewinnung mittels Generator.

Es stellt sich nun die spannende Frage, wie hoch ist der Anteil dieser Maßnahmen an der Verbrauchsreduzierung der letzten Jahrzehnte, und wie hoch ist der Beitrag des Downsizings?

Mit dieser Frage beschäftigt sich der zweite Teil der Geschichte mit dem Titel:

Upsizing - das bessere Downsizing?

Jacob Jacobson