

VIA VISION

VOLKSWAGEN GROUP • NACHRICHTEN AUS DER MOBILEN ZUKUNFT

NR 05
September 2011

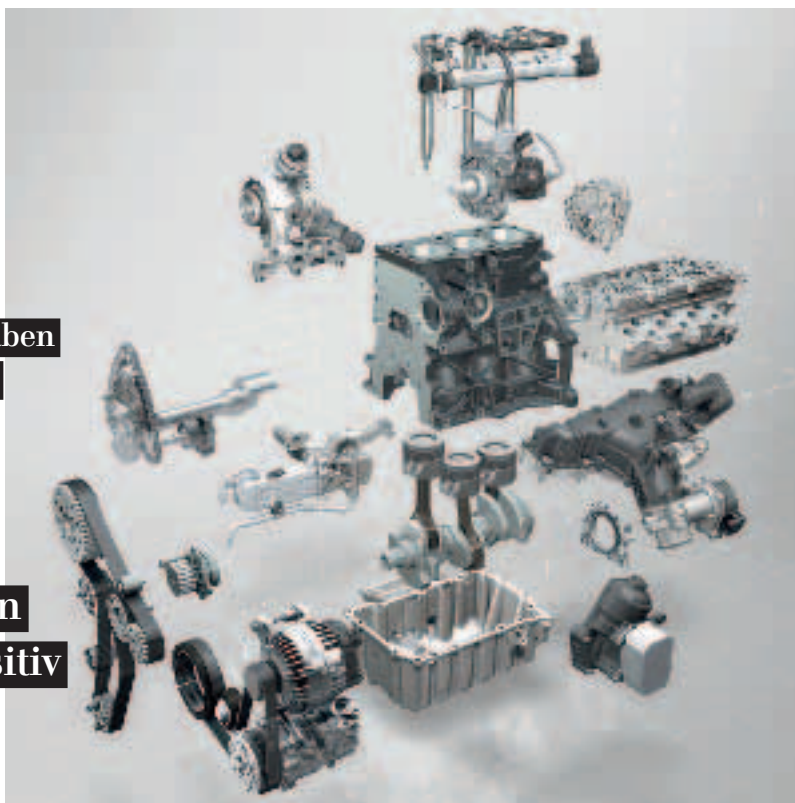
Editorial – Dr. Ulrich Hackenberg	2
Im richtigen Takt – Verbrennung treibt das Auto an	2
Jeder Tropfen zählt – Was Motoren effizienter macht	4
Alles Strom? – Alternative Antriebe auf dem Weg	6
Doppelt hält besser – Hybride im Vergleich	7
Akku der Zukunft – Neue Techniken für mehr Reichweite	8
Impressum	8

Motoren

Wie das Auto in Fahrt kommt

98,7 Prozent
der Pkws in Deutschland haben
einen Verbrennungsmotor.

88 Prozent
der Deutschen stehen
dem Elektroauto positiv
gegenüber.



Editorial



Dr. Ulrich Hackenberg, Mitglied des Markenvorstands Volkswagen, Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung.

Benzin oder Diesel, Gas oder Strom – Motoren funktionieren heute mit unterschiedlichen Kraftstoffen und auf verschiedene Weise. Eins haben sie aber gemein: Sie werden immer effizienter. In dieser Ausgabe von VIAVISION erfahren Sie, wie Motoren arbeiten und welches Optimierungspotenzial noch in ihnen steckt.

Viel Spaß bei der Lektüre.



Elektronisches Motormanagement

Aufgabe des elektronischen Motormanagements ist die Koordination aller Parameter des Motors, damit er so wirtschaftlich wie möglich arbeitet. Die Regelung erfolgt unter Berücksichtigung von Drehzahl, Motortemperatur, Kraftstoffsorte und Gaspedalstellung. Gesteuert werden je nach Motortyp beispielsweise Zündzeitpunkt, Einspritzmenge oder Abgasrückführung. Zum Motormanagement gehören unter anderem das elektronische Gaspedal und der Klopfsensor.

Im richtigen Takt

Verbrennung treibt das Auto an

Ob klein oder groß, schwarz oder weiß, jung oder alt: Ohne Motor fährt kein Auto. Vergleichbar mit dem Herzen des Menschen ist er für die zentrale Energieversorgung unerlässlich. Der Motor generiert aus der jeweiligen Energiequelle Antriebskraft und sorgt damit für Bewegung auf den Straßen. Alternative Antriebe wie Elektromotoren sind schon lange im Gespräch, inzwischen kommen sie auch serienreif auf den Markt. Hohe Anschaffungskosten und nach wie vor nicht ausgereifte Versorgungskonzepte sorgen aber dafür, dass der Verbrennungsmotor mittelfristig führend bleibt.

85 Prozent der weltweit verkauften Pkws werden im Jahr 2025 Verbrennungsmotoren haben.

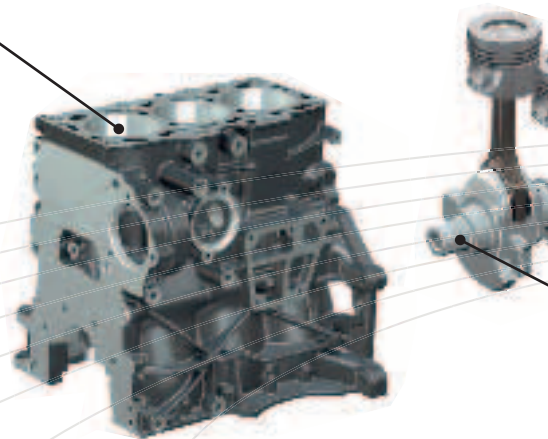
Quelle: Oliver Wyman Managementberatung

72,1 Prozent der 42,3 Millionen Pkws in Deutschland sind Benzinler, rund 26,6 Prozent Diesel, die restlichen 1,3 Prozent fahren mit Gas, Elektro- oder Hybridantrieb.

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (Stand 2010)

Die treibende Kraft – Der Motor:

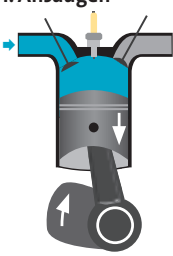
In den **Zylindern** findet die eigentliche Arbeit des Motors statt. Die zwei bis 18 Zylinder arbeiten zeitversetzt, das heißt der Reihe nach wird in einem von ihnen gezündet. Mit der Anzahl der Zylinder steigen Motorleistung und Kraftstoffverbrauch.



Motoren sind durch die heutigen Anforderungen an Leistung und Effizienz zu technischen Meisterwerken geworden. Das Motormanagement überwacht und steuert viele der rund 1.400 Teile eines Motors mithilfe von Mikroprozessoren. Die hier gezeigten Teile stammen aus dem TDI-Motor des Polo BlueMotions von Volkswagen.

In vier Takten zur Bewegung – So arbeiten die Kolben:

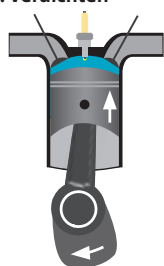
1. Ansaugen



Benziner: Das Kraftstoff-Luft-Gemisch wird von der Bewegung des Kolbens in den Zylinder gesaugt.

Diesel: Luft wird von der Bewegung des Kolbens in den Zylinder gesaugt.

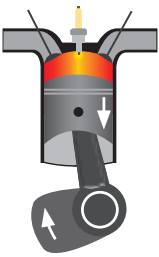
2. Verdichten



Benziner: Durch seine Aufwärtsbewegung verdichtet der Kolben das Kraftstoff-Luft-Gemisch, dadurch erhitzt es sich auf 400 bis 500 Grad.

Diesel: Der Kolben verdichtet die Luft stärker als beim Benzinmotor, sie erhitzt sich auf 700 bis 900 Grad.

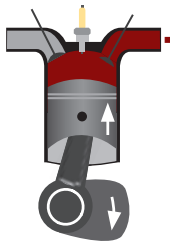
3. Arbeiten



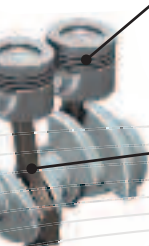
Benziner: Die Zündkerze entzündet das Treibstoff-Luft-Gemisch. Dadurch dehnt es sich explosionsartig aus und drückt den Kolben nach unten.

Diesel: Der Treibstoff wird in den Zylinder gespritzt und entzündet sich durch die erhitzte Luft. So dehnt sich das Treibstoff-Luft-Gemisch aus und drückt den Kolben nach unten.

4. Ausstoßen



Benziner und Diesel: Anschließend wird der Kolben durch die Verbindung über die Pleuelstange wieder nach oben gedrückt und stößt die entstandenen Abgase aus.



Die **Kolben** werden vom Druck, der bei der Verbrennung durch die Ausdehnung des Kraftstoff-Luft-Gemischs im Zylinder entsteht, nach unten gedrückt.

Jede **Pleuelstange** verbindet einen Kolben mit der Pleuelstange. Durch die flexible Verankerung entsteht aus dem Verbrennungsdruck eine Rotationsbewegung. Diese Bewegung setzt die Pleuelstange in Gang.

Die **Kurbelwelle** treibt das Pleuelstange an. Dieses überträgt die Bewegung über Pleuelstange und Pleuelstange auf die Pleuelstange – das Auto fährt.

Das elektronische Gaspedal

ist Teil des Motormanagements. Wie ein Sensor gibt es seine Stellung sowie besonders schnelle Auf- und Abbewegungen elektronisch weiter. Auf Basis dieser Signale regelt die Motorelektronik Luft- und Treibstoffzufuhr, Ladedruck und Zündung und sorgt so für schnelle Reaktionszeiten.

Der Klopfsensor

ist außen am Motor angebracht. Als Teil des elektronischen Motormanagements verhindert er Selbstzündungen, indem er das Klopfen des Motors registriert, es mit den Sollwerten abgleicht und entsprechend in die Steuerung von Motor, Einspritzung und Zündung eingreift. Der Klopfsensor erkennt auch die Kraftstoffqualität. Ist sie gering, wird der Zündzeitpunkt korrigiert und somit eine Beschädigung des Motors vermieden.

Jeder Tropfen zählt

Was Motoren effizienter macht

Welcher Automotor wird das Rennen um die Antriebstechnologie der nahen Zukunft gewinnen? Elektromotoren kommen zwar ganz ohne Verbrennung aus und haben daher eine vergleichsweise gute CO₂-Bilanz, dafür ist ihre Reichweite mit durchschnittlich 150 Kilometern noch sehr gering. Klassische Verbrennungsmotoren haben wesentlich größere Reichweiten, sind aber abhängig vom Erdöl und stoßen mehr CO₂ aus. Dafür bieten sie eine Vielzahl von Optimierungsmöglichkeiten. VIAVISION gibt einen Überblick.

Das Downsizing

ist eine Methode, bei der der Hubraum von Motoren, also das Volumen im Zylinder, verkleinert wird. Das erreicht man entweder durch das Verbauen von weniger oder kleineren Zylindern. Damit nicht auch die Leistung zurückgeht, sorgen besser abgedichtete Zylinder für einen höheren Druck. Entscheidender Vorteil dieser Methode: Es geht weniger Energie verloren.

Quellen: Motorlexikon.de; ADAC



Verbrauch können erreicht werden, wenn der Hubraum um 25 Prozent reduziert wird.

Quelle: ADAC (Stand 2011)

Die Direkteinspritzung

ist eine Technologie, die den Kraftstoff zum idealen Zeitpunkt in den Zylinder befördert. Dieselmotoren funktionieren generell mit Direkteinspritzung, inzwischen wird sie aber auch bei Benzinern angewendet. Beim Dieselmotor wird der Kraftstoff immer erst dann in den Zylinder eingespritzt, wenn die Luft dort bereits unter hohem Druck steht und sich dadurch erhitzt hat. So wird er sofort verbrannt. Beim Benziner wird der Kraftstoff nicht wie üblich in die Vorkammer, sondern direkt in den Zylinder eingespritzt, wo er umgehend durch die Zündkerze entzündet wird. In beiden Fällen zerstäubt der Sprit in kleine Tröpfchen. Er verbrennt schneller, sauberer und vollständiger und erzeugt so mehr Energie.

Quellen: Motorlexikon.de; Karlsruher Institut für Technologie



Kraftstoffverbrauch sind mit Hilfe der Direkteinspritzung möglich.

Quelle: ADAC (Stand 2011)

Die Zylinderabschaltung

wird in der Regel bei Motoren eingesetzt, die mit mehr als vier Zylindern ausgestattet sind. Viele Zylinder unter der Motorhaube machen schnelles Fahren möglich, sind bei geringem Tempo jedoch unnötige Spritfresser. Um bei langsamer Fahrt nicht zu viel Kraftstoff zu verbrauchen, wird die Einspritzung bei einigen Zylindern einfach gestoppt.

Quellen: Motorlexikon.de; ATZ-Automobiltechnische Zeitschrift

15 %
weniger

Kraftstoff werden durch die Zylinderabschaltung verbraucht.
Quelle: ADAC (Stand 2011)

Der Turbolader

ist eine Kombination aus Turbine und Verdichter. Durch die Energie, die beim Ausströmen der Abgasluft entsteht, wird die Turbine in Gang gesetzt. Diese bewegt wiederum den Verdichter, der mehr Luft in den Zylinder treibt, sodass dort nicht nur der Druck, sondern auch die Sauerstoffkonzentration ansteigt. So läuft die Kraftstoffverbrennung optimal ab: Die Motorleistung nimmt zu, ohne dass der Verbrauch sich erhöht.

Quellen: Motorlexikon.de; ATZ-Automobiltechnische Zeitschrift



mehr Leistung sind durch die zusätzliche Energiegewinnung eines Turboladers bei Serienfahrzeugen möglich.

Quelle: Motorlexikon.de (Stand 2011)

Die Start-Stopp-Automatik

schaltet den Motor ab, sobald der Fahrer beim Halten in den Leerlauf wechselt und die Kupplung loslässt. Sensoren im Fahrzeug erkennen den Haltezustand und lösen den Stopp aus. Der Motor springt wieder an, sobald der Fahrer auf die Kupplung tritt oder die Bremse loslässt.

Quelle: Motorlexikon.de, ADAC (Stand 2011)

15 %
weniger

Kraftstoffverbrauch sind mit der Start-Stopp-Automatik im städtischen Kurzstreckenverkehr möglich.

Quelle: ADAC (Stand 2011)



Zylinderabschaltung bei Volkswagen

Volkswagen wird die Zylinderabschaltung erstmals beim Vierzylindermotor 1.4 TSI einsetzen. Die Motorelektronik schaltet nur im unteren bis mittleren Drehzahlbereich zwei Zylinder situationsbedingt ab, bei unregelmäßiger Fahrt wie im Kreisverkehr passiert das nicht. Beschleunigt der Fahrer, etwa beim Wechsel auf die Autobahn, schalten sich die inaktiven Zylinder erneut dazu. Das dauert nur 13 bis 36 Millisekunden und ist kaum wahrnehmbar. Die Zylinderabschaltung wird ab 2012 beim TSI zum Einsatz kommen.

Weniger Verbrauch durch Zylinderabschaltung: (in Prozent)

15 km/h	1. Gang	27
33 km/h	2. Gang	20
33 km/h	3. Gang	23
50 km/h	3. Gang	18
50 km/h	4. Gang	19
70 km/h	5. Gang	16
90 km/h	6. Gang	10

Wieviel Sprit mit der Zylinderabschaltung gespart wird, hängt von Geschwindigkeit und eingelegtem Gang ab.

Quelle: Volkswagen (Stand 2011)

Alles Strom?

Alternative Antriebe auf dem Weg

Auf der Suche nach neuen Antrieben setzen die Automobilhersteller zunehmend auf Strom: Elektromotoren, Hybridantriebe und sogenannte Plug-in-Hybride sind im Kommen. Auch wenn die Zahl der Pkws in Deutschland, die rein elektrisch fahren, mit mehr als 2.000 noch relativ gering ist, bietet der E-Motor neue Perspektiven. Langfristig soll er die Abhängigkeit vom Erdöl reduzieren.

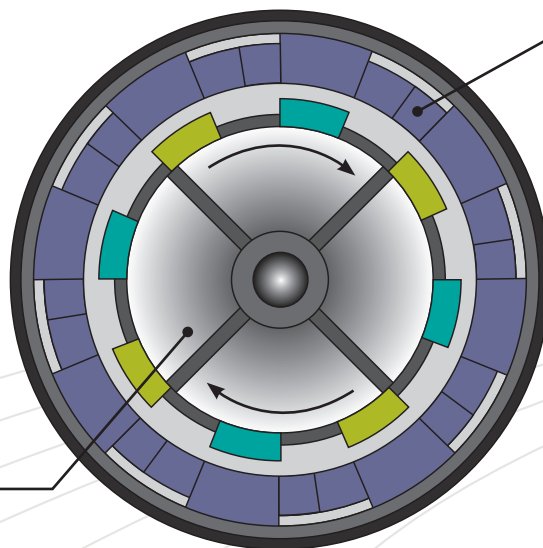
2.307 Elektroautos fuhren 2010 auf deutschen Straßen, das entspricht einem Anstieg von 45,3 Prozent verglichen mit dem Vorjahr.
Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt

88 Prozent der Deutschen stehen dem Elektroauto positiv gegenüber. 74 Prozent können sich theoretisch vorstellen, eins zu kaufen.
Quelle: ADAC (Stand 2010)

Magnetismus als treibende Kraft – Der Elektromotor:

Im Elektromotor entsteht Bewegung durch das wechselseitige Anziehen unterschiedlicher und Abstoßen gleich gepolter Magnete. Während die Dauermagnete im Rotor permanent nach Norden oder Süden gepolt sind, werden die Elektromagnete im Stator der Reihe nach ein- und ausgeschaltet.

Der Rotor ist ein bewegliches Bauteil, das rundum mit abwechselnd gepolten Dauermagneten besetzt ist.



Stator ■
Rotor, nordgepolt ■
Rotor, südgepolt ■

Der Stator besteht aus mehreren Bereichen, die zueinander versetzt mit Spulen bestückt sind. Diese werden erst durch elektrische Spannung magnetisch. Indem die einzelnen Bereiche nacheinander unter Strom gesetzt werden, wird dafür gesorgt, dass die Magnete den Rotor permanent in Bewegung halten. Dieser funktioniert dann wie die Kurbelwelle in einem Verbrennungsmotor, treibt also durch rotierende Bewegungen die Räder an.

Doppelt hält besser

Hybride im Vergleich

Hybridfahrzeuge haben nicht nur einen, sondern zwei Antriebe: einen – meist kleineren – Verbrennungsmotor und einen Elektromotor. Man unterscheidet Hybridautos nach Leistung und Funktion des verbauten Elektromotors sowie nach Antriebsart.

Leistung von Hybridfahrzeugen: (in Kilowatt pro Tonne)



2,7 bis 4

Mikrohybrid

Der Elektromotor dient nicht zum Antrieb des Fahrzeugs, sondern lädt den Starterakku auf und versorgt die Start-Stopp-Automatik. Einsetzbar in jeder Bauart.



6 bis 14

Mildhybrid

Beim Mildhybrid unterstützt der Elektromotor den Verbrennungsmotor. Er kommt in der Regel bei parallelen Hybridantrieben vor.



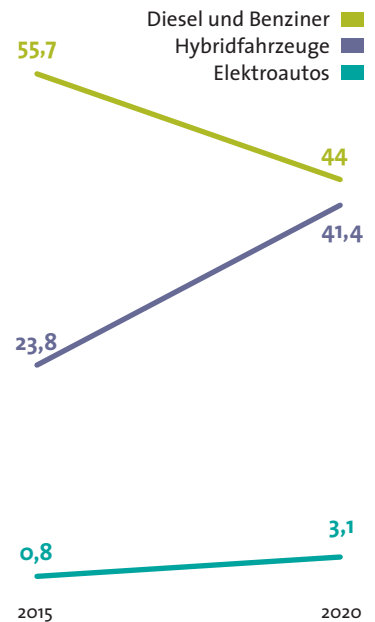
mehr als 20

Vollhybrid

Der Elektromotor ist alleiniger Antrieb. Der Verbrennungsmotor betreibt die Bordelektronik und lädt die Batterien auf. Einsatz bei seriellen Antrieben.

Quelle: Dietrich Naunin, „Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge: Technik, Strukturen und Entwicklungen“ (Stand 2010)

Prognostizierter Absatz von Antriebsarten: (in Millionen)



Schätzungen gehen davon aus, dass der weltweite Absatz von E-Autos von 2015 bis 2020 fast um das Vierfache wachsen wird.
Quelle: PRTM Management Consulting

Plug-in-Hybrid

Der Plug-in-Hybrid funktioniert wie ein Vollhybrid, bietet aber die Möglichkeit, die Batterie des E-Motors extern aufzuladen, etwa an einer Steckdose. Der Verbrennungsmotor wird nur dann verwendet, wenn die Batterie leer gefahren ist, ansonsten muss nur Strom getankt werden.

Serieller Hybrid

Der Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, der entweder die Bordelektronik mit Energie versorgt oder die Batterien des Elektromotors auflädt. Er bewegt aber nicht das Fahrzeug selbst und kommt deswegen mit kleinen Hubräumen und einem geringen Verbrauch aus.

Paralleler Hybrid

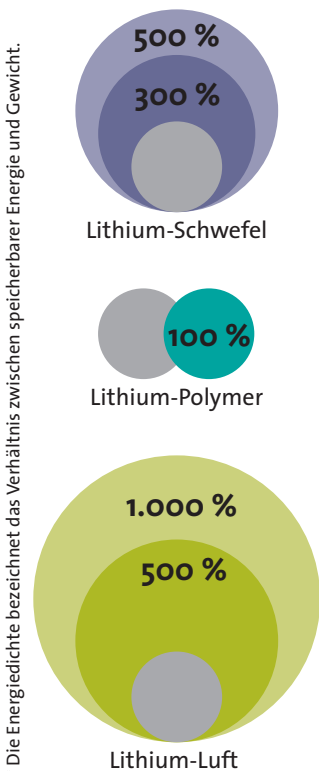
Beide Motoren sind über die Antriebsachse miteinander verbunden und unterstützen sich während der gesamten Fahrt gegenseitig. Sie sind deutlich kleiner als konventionell verbaute Motoren und sparen durch das verringerte Gewicht Kraftstoff.

Mischhybrid

Hier werden die serielle und die parallele Antriebsart kombiniert. Der Verbrennungsmotor kann je nach Bedarf zum Aufladen der Batterie oder als Antrieb genutzt werden.

Energiedichte* neuer Batterien:
(im Vergleich zur Lithium-Ionen-Batterie)

■ Lithium-Ionen



Besonders großes Potenzial bergen Lithium-Luft-Akkus: Sie sollen bei Marktreife bis zu zehnmal leistungsfähiger sein als Lithium-Ionen-Akkus.

Quellen: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI; Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT; Batterieforschungszentrum MEET

Akku der Zukunft

Neue Techniken für mehr Reichweite

Zwar hat sich die Leistung von Batterien stetig verbessert, sie genügt trotzdem noch nicht, um den Elektroantrieb zu einer ernsthaften Alternative zum Verbrennungsmotor zu machen: Die Ladezeiten sind zu lang, Reichweite und Lebensdauer zu kurz und die Kosten zu hoch. Doch das soll sich ändern – derzeit wird mit Hochdruck an neuen Batterien geforscht.

Lithium-Schwefel

Die Energiedichte von Lithium-Schwefel-Akkus ist drei- bis fünfmal höher als die von Lithium-Ionen-Akkus. Zudem reagieren sie unempfindlicher auf Temperaturschwankungen. Allerdings können sie zurzeit nur wenige 100-mal aufgeladen werden. Experten schätzen, dass sie ungefähr 2020 in kommerziellen Produkten zum Einsatz kommen.

Lithium-Polymer

Lithium-Polymer-Akkus enthalten keine flüssigen Bestandteile wie Batteriesäure und sind deswegen an jede beliebige Form anpassbar – ein Vorteil beim Autobau. Probleme machen geringe Leitfähigkeit sowie mangelnde Leistungsfähigkeit bei Kälte. Energiedichte und Lebensdauer sollen bis zur Marktreife, die zwischen 2020 und 2025 erwartet wird, den Werten von Lithium-Ionen-Akkus entsprechen.

Lithium-Luft

Die Energiedichte von Lithium-Luft-Akkus ist fünf- bis zehnmal höher als die von Lithium-Ionen-Akkus. Bisher können diese Akkus aber nur wenige Male wieder aufgeladen werden und vertragen keine Temperaturschwankungen. Bis zur Marktreife könnte es zehn bis 20 Jahre dauern.

Impressum

www.viavision.org

Herausgeber

Volkswagen Aktiengesellschaft
Konzern Kommunikation
Brieffach 1972, 38436 Wolfsburg
Telefon: 05361/9-77604, Fax: 05361/9-74629

Verantwortlich (V.i.S.d.P.)

Stephan Grühsem, Leiter Konzern
Kommunikation; Peter Thul, Leiter Kommunik-
ation Marke & Produkt

Redaktion

Susanne van den Bergh, Stefanie Hulan,
Kathi Preppner, Lena Wilde
Kontakt: redaktion@viavision.org

Verlag

Verlag Rommerskirchen GmbH & Co. KG
Mainzer Straße 16 -18, Rolandshof,
53424 Remagen, Telefon: 02228/931-0
www.rommerskirchen.com

Druckerei

L.N. Schaffrath GmbH
Marktweg 42-50, 47608 Geldern