

Pro Scientia Referat: „Verbrennungsmotoren zerstören unsere Lebensräume!“

Weltweiter Energiebedarf, Emissionen und Implikationen

Gemessen an der derzeit ablesbaren Stimmung in den Medien ist das Ende des Verbrennungsmotors nur mehr ein paar Jahre entfernt. Neue Technologien, hauptsächlich basierend auf Elektroantrieben sind die Ausgangsbasis für eine schadstofffreie Zukunft, die völlig ohne den Verbrennungsmotor auskommt. Stimmt das?

Die obenstehende Aussage wäre einerseits zu einfach formuliert und andererseits nicht weit genug durchdacht. Um hier eine andere Perspektive auf die Dinge zu bekommen ist es zuerst hilfreich, den weltweiten Energiebedarf und die weltweite Energieproduktion zu verstehen. Der Energiebedarf der gesamten Weltbevölkerung im Zeitraum von 1850 bis 2005 ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

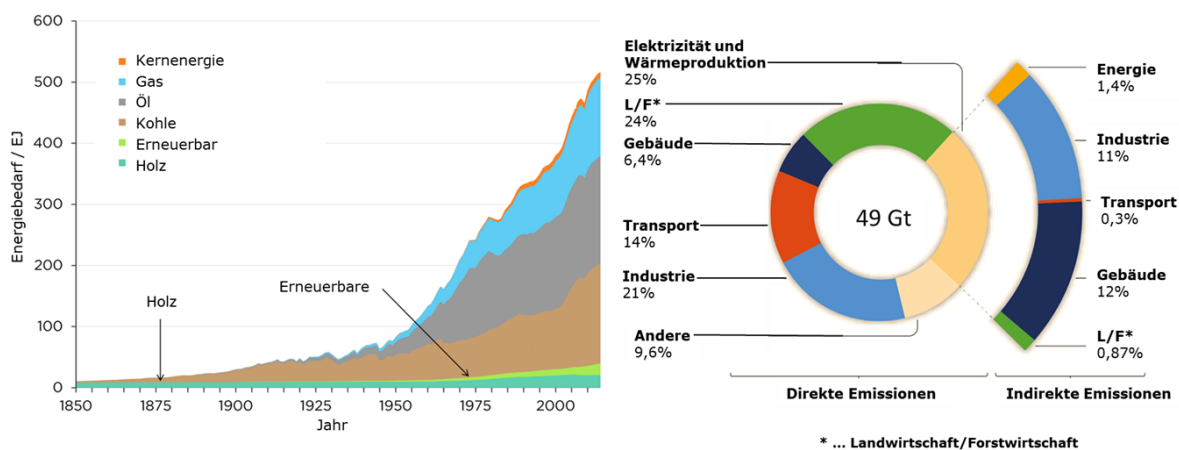


Abbildung 1: Weltweiter Bedarf an Primärenergie von 1850 bis 2005, aufgeteilt in einzelne Energieressourcenquellen links [1]. Rechts der Anteil einzelner Teilbereiche an den Gesamtemissionen im Jahr 2013 [2].

Es lässt sich ein exponentieller Anstieg seit 1950 beginnen. Verantwortlich dafür sind unter anderem Kriegsende, neue Technologien und die zunehmende Urbanisierung der Gesellschaft [1]. Heute stehen wir bei einem Energiebedarf von ca. 500 Exajoule (was Leistung von ca. 15 Blitzen entspricht). Sieht man sich an, wie diese Energie produziert wird, wird einem sehr schnell klar, dass unser Energiebedarf hauptsächlich mittels Verbrennung gedeckt wird. Ca. 80% der Energie entsteht durch die Verbrennung von Öl, Kohle und Gas. Weitere 10% durch die Verbrennung von Biomasse (z.B.: Holz). Lediglich die verbleibenden 10% werden von erneuerbaren Energien bereitgestellt. Daraus lässt sich eine vorerst unangenehm wirkende, aber wichtige Aussage mitnehmen. Verbrennung, im speziellen Fall durch Verbrennungsmotoren, lässt sich nicht von „heute auf morgen“ durch erneuerbare Energien ersetzen. 90% unseres Energiebedarfs werden nach wie vor durch Verbrennung gedeckt. Damit entsteht auch ein großer Anteil der weltweiten Schadstoffemissionen durch Verbrennung ebendieser Stoffe [2], [3]. Anders formuliert: Auch ein PKW mit Elektroantrieb kann mehr Emissionen produzieren als ein PKW mit Verbrennungsmotoren, wenn die Energiequelle für den elektrischen Strom zum Beispiel aus einem Kohlekraftwerk kommt. Weitere Forschung, um Brennverfahren in Gasturbinen und Verbrennungsmotoren effizienter zu machen ist daher unabdingbar um auch die weltweiten Schadstoffemissionen zu senken. Nachfolgend sollen anhand von Beispielen die Vorteile von Verbrennungsmotoren in gewissen Anwendungsbereichen hervorgehoben werden.

Beispiel 1 – Ergänzende Anwendung in der Stahl- und Öl- und Energieproduktion

In der Stahlproduktion wird Koks im Hochofen zu Roheisen weiterverarbeitet. Bei diesem Prozessschritt entsteht das sogenannte Gichtgas, welches in Verbrennungsmotoren für die Energieproduktion genützt werden kann. Ein ähnliches Beispiel ist das so genannte Flare Gas, welches bei der Rohölförderung anfällt. Bei der Tiefenbohrung nach Öl dringt Gas nach oben, welches im Moment oft einfach nur abgebrannt und somit verschwendet wird [4]. Auch hier können kleine Verbrennungsmotoren genützt werden, um aus diesem Abfallprodukt Energie zu erzeugen. Entscheidend ist hier, dass Verbrennungsmotoren aufgrund ihres transienten Verhaltens und des geringen Leistungsgewichtes schnell einsatzbereit und portabel sind. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Energieproduktion in Stationärmotoren, vor allem als Ergänzung zu Gasturbinen. Windenergie erzeugt im Stromnetz große Spannungsspitzen, wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt wird [5].

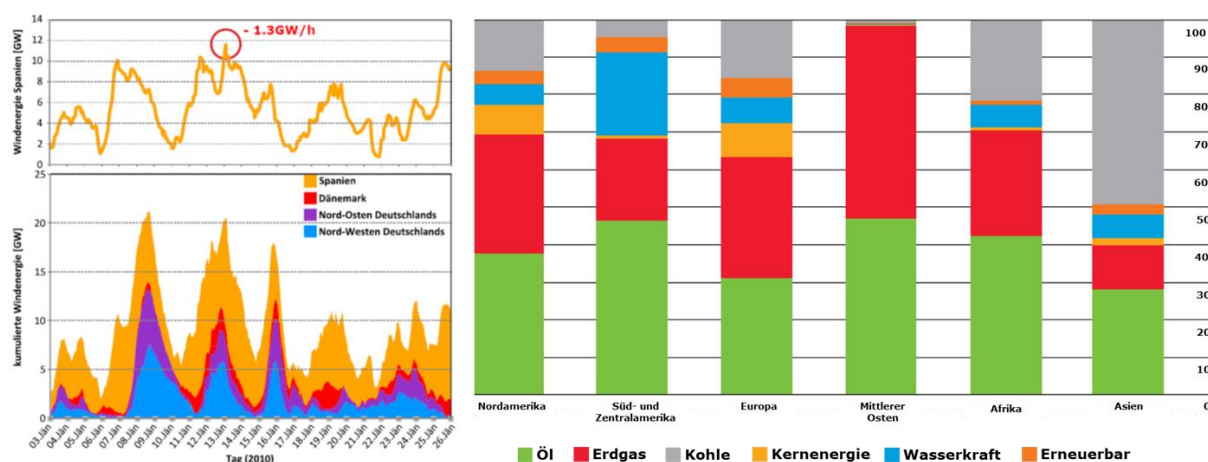


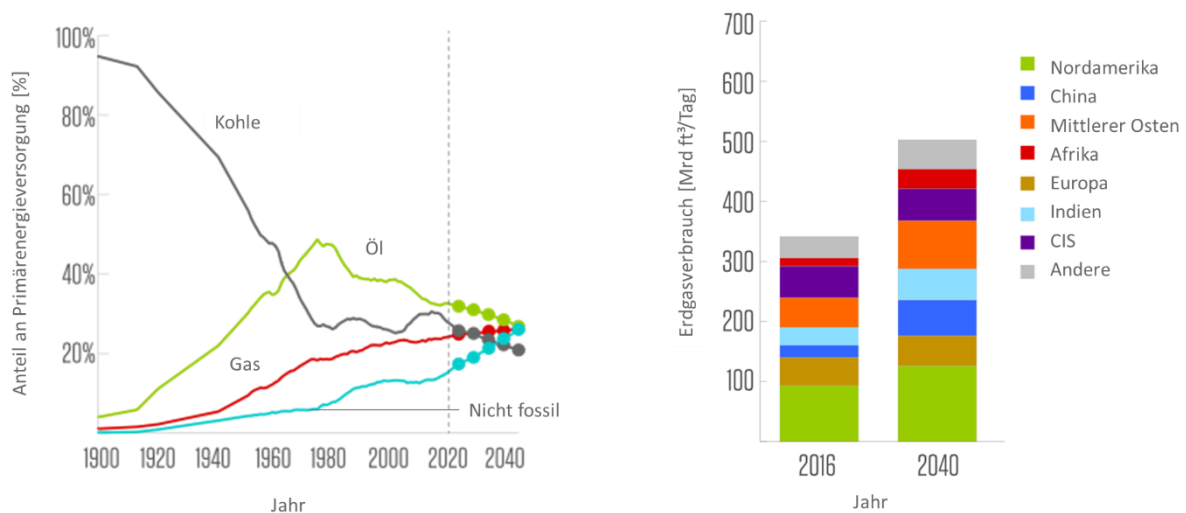
Abbildung 2: Windkraftspitzen in westeuropäischen Ländern 2010 (links) [5]. Anteil an verschiedenen Energiequellen für ausgewählte, geopolitische Regionen (rechts) [1].

Um trotzdem eine konstante Leistungsabgabe im Stromnetz zu erzielen ist eine Reduzierung der Drehzahl von Gasturbinen notwendig, was sich negativ auf deren Effizienz und Lebensdauer auswirkt. Verbrennungsmotoren sind für diese Drehzahländerungen weniger anfällig und eignen sich somit in nationalen Stromnetzen mit hohem Windkraftanteil (z.B.: in westeuropäischen Ländern [1]) als sinnvolle Ergänzung.

Verbrennungsmotoren können somit als sinnvolle Ergänzung zu anderen Energiegewinnungsmaschinen (Windkraft, Wasserkraft, ...) eingesetzt werden. Zusätzlich ist es sinnvoll, weitere Forschung bei alternativen Kraftstoffen zu betreiben. Nicht nur, um einerseits die Abhängigkeit von Erdöl zu reduzieren, sondern auch um z.B.: Abfallgase, die bei der Stahl- oder Ölproduktion freiwerden, zu nützen. In Zukunft muss der Anteil des Verbrennungsmotors vor allem im Transportwesen (PKW Motoren) sinken und durch alternative, emissionsfreie Antriebe ersetzt werden. Es wäre aber nicht sinnvoll, den Verbrennungsmotor generell aus der Energieproduktion auszuschließen, da es einerseits aufgrund des hohen Anteils an Verbrennungsmotoren gar nicht möglich ist und andererseits teilweise, wie oben beschrieben, kontraproduktiv hinsichtlich Emissionen und Energiegewinnung.

Beispiel 2 – Verbrennungsmotoren mit Erdgas als Übergangstechnologie

Ein zweites Beispiel für den sinnvollen Einsatz von Verbrennungsmotoren bietet Erdgas. Aufgrund der kurzkettigen Kohlenwasserstoffe (meist besteht Erdgas aus Methan, Ethan, Propan und Butan [6]) im Vergleich zu Diesel- und Benzin Kraftstoff [7], [8] erhält man bei vollständiger Verbrennung niedrigere CO₂ Emissionen als bei Diesel- und Benzin Kraftstoff [9]. Neben den niedrigeren Emissionen ist auch die Nutzung von Erdgas für das nächste Jahrzehnt interessant. Wie der Report von BP zeigt [1], ergibt sich ein Anstieg der Nutzung von erneuerbaren Energien (z.B.: Wasser- und Windkraft) und Erdgas, während fossile Kraftstoffe verringert werden, wie die folgende Abbildung zeigt. Dabei ist links der Anteil der Primärenergien seit 1900 bis 2040 aufgetragen. Rechts ist der Erdgasverbrauch von 2016 und prognostiziert für 2040 zu sehen. Dabei ist der Verbrauch in Milliarden Kubikfuß pro Tag angegeben. Das Maximum der Skala (700 Mrd ft³) entspricht hier rund 200 Milliarden Literpackungen Milch. Mit dem Anstieg des Erdgasverbrauchs, vor allem in aufsteigenden Industrieländern wie China, Indien, dem mittleren Osten und Afrika, muss Erdgas effizient als Übergangstechnologie genützt werden.



Hier bieten sich zum Beispiel „Dual Fuel“ Motoren an. Bei diesen Motoren wird Erdgas mit Luft vermischt, wie bei einem Benzinmotor. Es wird aber nicht mit einer Zündkerze gezündet, sondern mit einem Dieselmotorenstrahl. Dadurch entsteht auf der einen Seite eine geringere Schadstoffemission bezüglich Ruß und Stickoxiden, auf der anderen Seite ergibt sich eine Kraftstoffflexibilität. Dieser Motor kann nämlich sowohl im Dual Fuel Verfahren mit Erdgas als Hauptenergiequelle betrieben werden, als auch als reiner Dieselmotor ohne Erdgas.

Der Energiebedarf der Menschheit wird aufgrund des Bevölkerungswachstums, steigender Digitalisierung und Urbanisierung der Gesellschaft weiter steigen. Zusätzlich werden bevölkerungsreiche Länder wie z.B.: Indien oder China immer wohlhabender, was mit steigendem Energiekonsum einhergeht. Dieser zusätzliche Energiebedarf ist weltweit nicht mit erneuerbaren Energien erfüllbar. Erdgas eignet sich in Verbrennungsmotoren als Alternative zu Benzin und Diesel aufgrund der hohen Verfügbarkeit und der geringeren CO₂ Emission bei Verbrennung. Zielgerichtete Forschung bei Verbrennungsmotoren, die mehrere Kraftstoffe gleichzeitig verbrennen können erlaubt hier die größte Flexibilität während der Übergangsphase zu erneuerbaren Energien in den nächsten Jahrzehnten.

Resümee:

Abschließend lässt sich sagen, dass der Verbrennungsmotor unsere Lebensräume eben nicht zerstört, sondern als sinnvolle Ergänzung zu anderen Energiegewinnungsmaschinen genützt werden kann. Die Verfügbarkeit von fossilen Kraftstoffen, vor allem Erdgas, innerhalb der nächsten Jahrzehnte sowie die Nutzungsanteile von fossilen Kraftstoffen machen den Verbrennungsmotor auch in Zukunft zu einem wichtigen Energieerzeuger.

Was sich auch hier nicht entbehren lässt ist einerseits die Frage nach der Gültigkeit der angeführten Zahlen und Fakten, sowie der Quelle ebendieser. Es bleibt jedem Leser selbst überlassen, sich ein kritisches Urteil zu bilden. Mit dem IPCC [2], [3] wurde eine möglichst unabhängige Quelle für die allgemeine Klimaprognose gewählt. Die Prognose zum Energiebedarf und dessen Anteil basiert auf einem Bericht von British Petroleum (BP) [1], also einem Konzern, der einen Großteil seines Umsatzes durch Erdöl erzielt. Hier kann keine Objektivität vorausgesetzt werden, andererseits bietet diese Quelle auch den höchsten Informationsgehalt verglichen zu anderen, vielleicht objektiveren Quellen.

Quellenangaben:

- [1] British Petroleum, „BP Statistical Review of World Energy 2017“, 2017.
- [2] Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), „Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Summary“, 2014.
- [3] Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), „Climate Change 2013 - The Physical Science Basis“, 2013.
- [4] C. D. Elvidge, M. Zhizhin, K. Baugh, F. C. Hsu, und T. Ghosh, „Methods for global survey of natural gas flaring from visible infrared imaging radiometer suite data“, *Energies*, Bd. 9, Nr. 1, 2016.
- [5] A. Wimmer, „The next generation of gas and dual fuel engines - Großmotorenforschung an der TU Graz“, 2015.
- [6] J. Zelenka und G. Kammel, „The Quality of Gaseous Fuels and Consequences for Gas Engines“, *Iewt 2017*, Bd. 1, Nr. 1, S. 1–16, 2017.
- [7] DGMK, „Chemisch-physikalische Daten von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen“, Hamburg, 1993.
- [8] DGMK, „Zusammensetzung von Dieselmotorkraftstoffen aus deutschen Raffinerien“, Hamburg, 2002.
- [9] R. Pischinger, M. Klell, und T. Sams, *Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine*, 3rd editio. SpringerWienNewYork, 2009.