

Ganzheitliche Bilanzierung alternativer Kraftstoffe

1 Abstract

Die Präsentation beinhaltet eine ganzheitliche Betrachtung fünf verschiedener Nutzungspfade alternativer Kraftstoffe in Kraftfahrzeugen. Als Methode für den Vergleich kommt eine Well-to-Wheel-Bilanzierung zum Einsatz, bei der als Indikatoren die CO₂- und Luftschadstoffemissionen sowie der kumulierte Energieaufwand (KEA) und die Kosten bilanziert werden. Die in den unterschiedlichen Nutzungspfaden eingesetzten Techniken wurden dem aktuellen Stand der Technik entsprechend dargestellt.

2 Allgemeiner Kontext und Zielsetzung

Rund 37 % der anthropogen verursachten CO₂-Emissionen in Bayern gehen zu Lasten des Verkehrs (EU: 26 %). Bei der Belastung der Bevölkerung durch Luftschadstoffemissionen, wie NO_x, CO, SO₂, NMVOC (flüchtige organische Verbindungen außer Methan) und Staub spielt der Verkehr eine maßgebliche Rolle. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage nach alternativen Antriebskonzepten und dem damit erzielbaren Nutzen.

3 Vorgehensweise

Es werden fünf Nutzungspfade bilanziert. Die herkömmliche Erzeugung von Diesel durch Erdölraffinerie dient dabei als Referenz (vgl. **Abbildung 1**). Ein neuer Weg wird bei der Bilanzierung des Nutzungspfad zur Gewinnung von Wasserstoff aus Biomasse und dessen Nutzung in einem Brennstoffzellenfahrzeug beschrrieben. Das bei diesem Prozess entstehende CO₂ soll abgeschieden und anschließend sequestriert werden (CCS- Prozess). Dieser „grüne“ Nutzungspfad weist die Besonderheit auf, dass der Atmosphäre netto CO₂ entzogen wird.

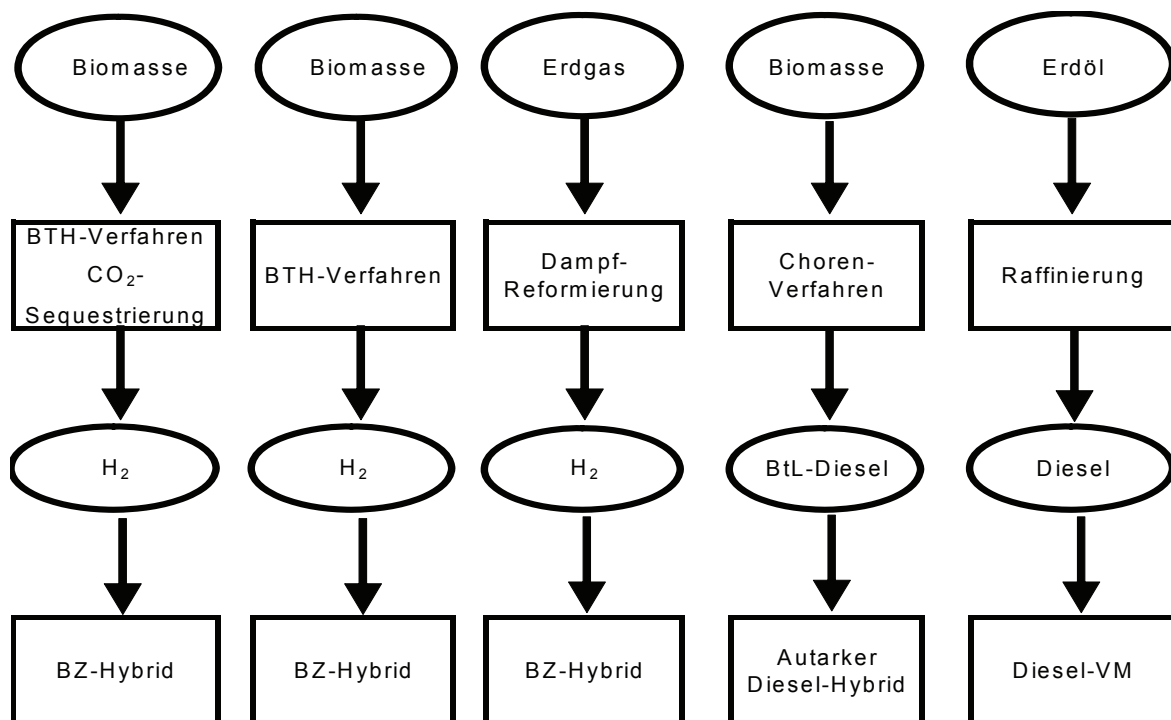


Abbildung 1: Nutzungspfade alternativer Kraftstoffe in Kraftfahrzeugen

Die Berechnung der Prozessketten erfolgte unter Verwendung institutseigener Daten und der Bilanzierungssoftware GEMIS 4.4. Im Fall der Kostenberechnung der Brennstoffzellenfahrzeuge und dem Herstellungsverfahren von BtL-Diesel sind aufgrund des allgemeinen Entwicklungsstands dieser Techniken nur Abschätzungen möglich. Da mit dem Einsatz der CO₂-Sequestrierung jenseits von Forschungsvorhaben nicht vor 2020 gerechnet werden kann, sind in diesem Fall Zahlen bezüglich der Kosten mit besonderer Vorsicht zu sehen.

4 Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten der betrachteten fünf Nutzungspfade. Das herkömmliche Diesel-Fahrzeug weist die mit Abstand höchsten Emissionen auf, wobei ca. 88 % durch die Verbrennung beim Fahren hervorgerufen werden. Der BtL-Nutzungspfad schneidet nach BtH mit Sequestrierung am besten ab; die beiden Wasserstoffnutzungspfade haben in etwa den gleichen Treibhausgasausstoß. Der Wasserstoffpfad mit Sequestrierung besitzt eine negative Treibhausgas-Emissionsbilanz. Ursache hierfür ist die Verlagerung des in der Biomasse gebundenen CO₂ in einen Untergrundspeicher bei gleichzeitiger CO₂-neutralen Bilanzierung von Biomasse.

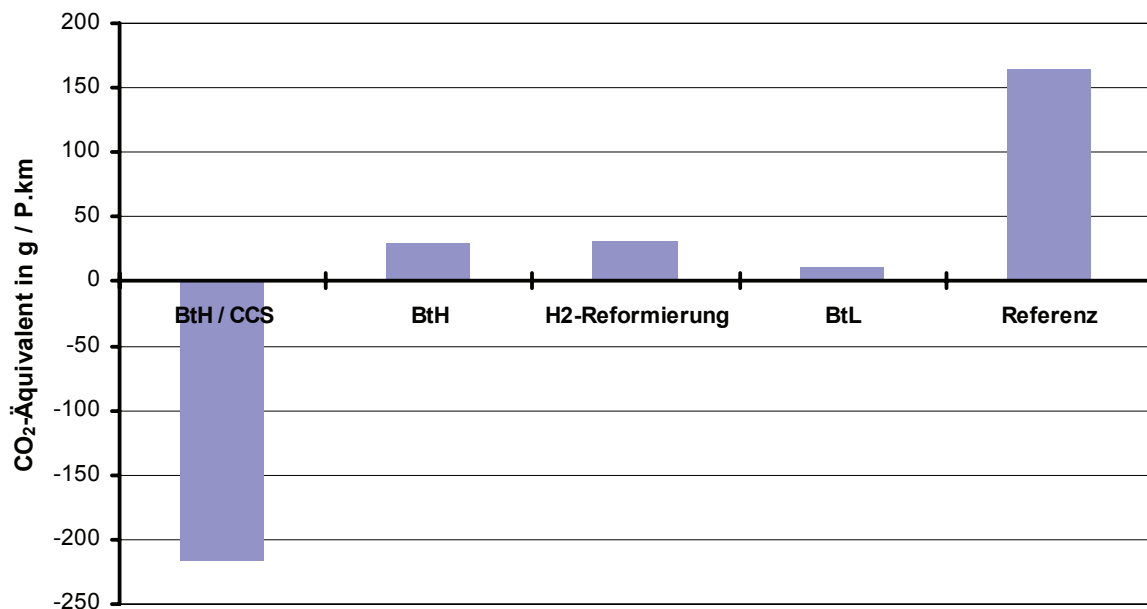


Abbildung 2: CO₂-Emissionen der fünf betrachteten Nutzungspfade

Mit Ausnahme des BtL-Nutzungspfads weisen in **Abbildung 3** die übrigen Nutzungspfade sehr ähnliche Luftschadstoffemissionen auf. Im BtL-Nutzungspfad fallen diese zu 2 % durch die Holzbereitstellung, zu 34 % beim Fahren und zu 64 % im Choren-Verfahren mit anschließender Fischer-Tropsch-Synthese an. Im Vergleich der beiden Prozessketten mit Verbrennungsmotor wird die Minderemission des Diesel-Hybrid-Fahrzeugs in der Nutzungsphase durch Mehremissionen in den vorangehenden Prozessen überkompensiert. Da Brennstoffzellen-Fahrzeuge im reinen Fahrbetrieb als nahezu schadstofffrei anzusehen sind, resultieren die Emissionen hauptsächlich aus der Kraftstoffbereitstellung.

Die in den Abbildungen 2 und 3 dargestellten kumulierten Emissionen stellen maximale Emissionswerte dar, da sie ohne Berücksichtigung von eventuellen Gutschriften durch eine andere Bewertung der Nebenprodukte berechnet wurden.

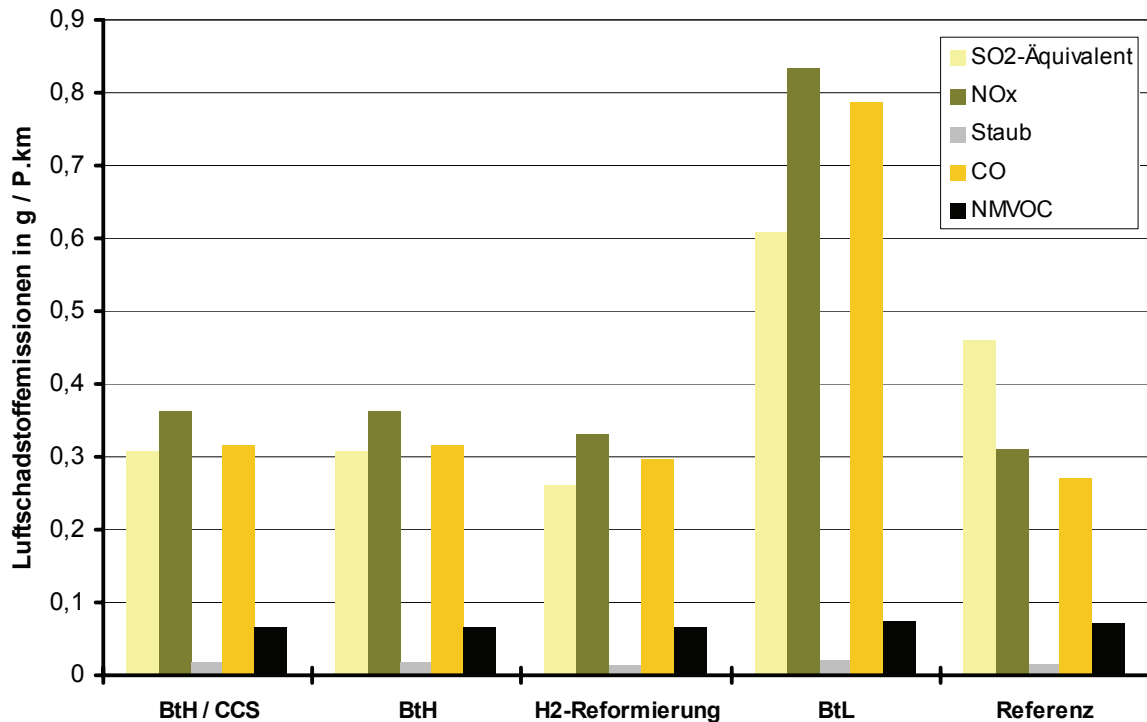


Abbildung 3: Luftschadstoffemissionen der fünf betrachteten Nutzungspfade

Abbildung 4 zeigt die Kostenanteile der Nutzungspfade. Die um 2.000 € höheren Investitionskosten des Diesel-Hybridfahrzeugs werden bereits bei einer jährlichen Fahrleistung von 15.000 km aufgrund des um 34,6 % geringeren Kraftstoffverbrauchs ausgeglichen. Die allgemein niedrigen streckenspezifischen Kosten der Diesel-Fahrzeuge lassen sich auf das langjährig erprobte, großtechnische Herstellungsverfahren von Dieseltreibstoff aus Rohöl und dessen bereits vorhandene technische Infrastruktur zurückführen. Bei den hier angesetzten Kosten für das Brennstoffzellenfahrzeug handelt es sich um Zielkosten, das heißt es werden vorteilhafte Preisentwicklungen bezüglich der Brennstoffzellenstapel, der notwendigen Peripherie und der Speichertechnik unterstellt.

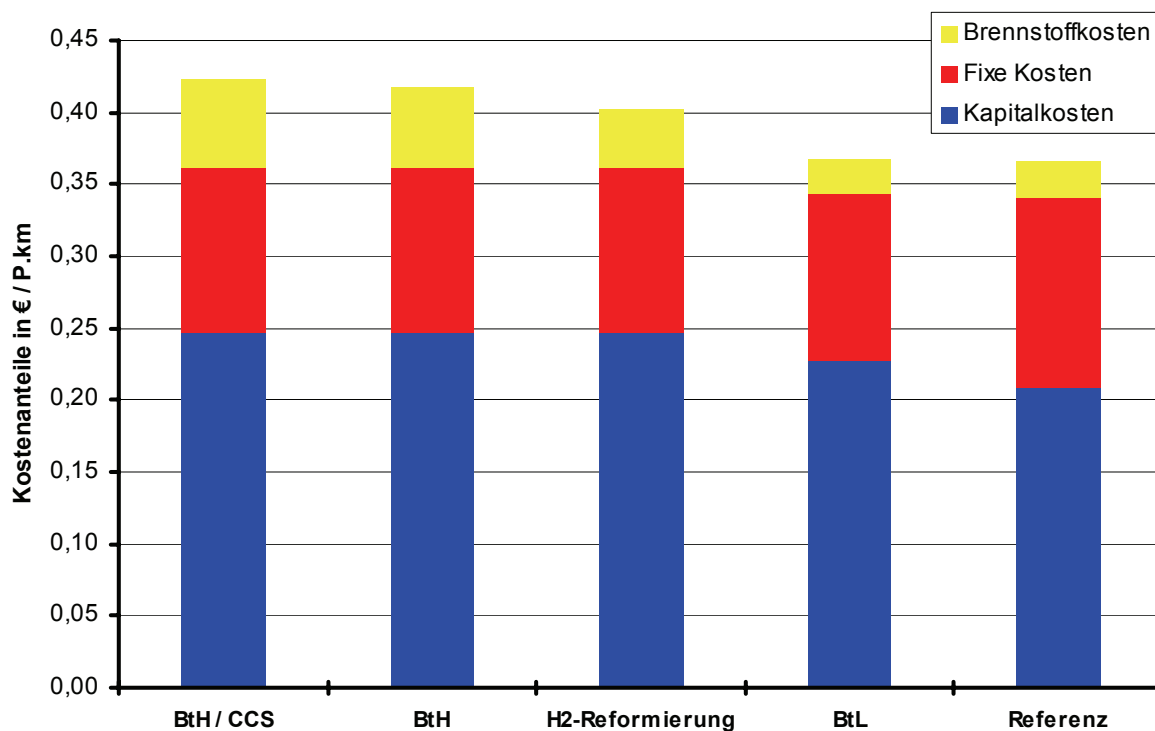


Abbildung 4: *Kosten der betrachteten Nutzungspfade (ohne Mineralölsteuer, Fixkosten beinhalten Steuer, Versicherung und Wartungskosten)*

Die Kosten für die Sequestrierung des CO₂ machen 0,005 € pro Personenkilometer aus und wurden den Brennstoffkosten zugeschlagen. Die Einbeziehung des Aufbaus eines Pipelinenetzes würde die Kostenbetrachtung von Grund auf ändern. Umgerechnet auf das Diesel-Referenz-Fahrzeug entsprächen die zusätzlichen Kosten der Sequestrierung einer Dieselpreiserhöhung von ca. 10 ct je Liter.

Auftraggeber:	STMUG
Ansprechpartner:	Dipl.-Phys. T. Staudacher
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. T. Staudacher