

In gutem Glauben Bioenergie

Der wesentliche Anteil der Anbaufläche von Energiepflanzen für Biokraftstoffe wird für die Verluste in Fahrzeugen bewirtschaftet, größtenteils also für heiße Luft. Der Blick in die Technik und auf die Prozesskette zeigt warum.



Was vielleicht im ersten Moment wie eine freche Provokation in Richtung Bauernschaft empfunden werden könnte, ist keinesfalls so gemeint. Es ist nichts weiter als die rechnerische Betrachtung der Prozesskette von Biokraftstoff, der in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor verbrannt wird. Die Bauernschaft muss sich auf politische Entscheidungen verlassen können und ihre Aufgabe kann es sicher nicht sein, politische Entscheidungen auch noch wissenschaftlich hinterfragen zu müssen. Die Betrachtung der Prozesskette von Biokraftstoffen beginnt praktischerweise mit dem Ackeraufbruch und endet mit dem Ziehen des Zündschlüssels nach einer Fahrt. Und, die Gesamtprozesskette muss an der Schnittstelle Tank im Fahrzeug aufgeteilt werden. In die Herstellungsprozesskette des Kraftstoffs und die Verbrauchsprozesskette des Fahrzeugs. Diese Aufteilung erleichtert die Vergleichbarkeit und schafft Transparenz. Bei der Herstellung von Kraftstoff aus Rohöl wird insgesamt rund elf Prozent der im Rohöl enthaltenen chemischen Energie für die Ölraffination und den Transport bis zur Tankstelle aufgewandt. Also kommen – von 100 % Energieinhalt

im Rohöl 89 % Energie im Tank an. Zahlen aus der Publikation »Mehrwert durch Innovation und Technologie« der Ricardo plc. (www.ricardo.com), ein weltweit tätiger Entwicklungsdienstleister für Fahrzeughersteller. Mit den Ricardo-Zahlenwerten ist es somit möglich, die energetisch-materielle Prozesskette von Biokraftstoffen direkt mit der von fossilen Kraftstoffen zu vergleichen. Der Wirkungsgrad eines modernen, »mittleren« Fahrzeugs liegt dem Unternehmen zufolge bei 14 %, wenn man ab dem Rohöl rechnet und bei 16 % ab Tank gerechnet. Bei Kraftstoffen ist der so genannte »untere Heizwert« pro Kilogramm (H_u /kg) von Bedeutung. Er sagt aus, wie viel Energie in einem Kilogramm Kraftstoff vorhanden ist. Bei der Berechnung von Energieketten erleichtert die Rechnung mit Masse (kg) die Arbeit. Es hebt dabei auch den großen energetischen Unterschied zwischen einem Kilogramm Kraftstoff »fossil« und »bio« hervor. Und, man kann schneller die Ernteerträge mit der realen Kraftstoffausnutzung vergleichen. Der Grund für die Massebetrachtung ist, dass die Energiedichte pro Liter Kraftstoff (kJ/l) deutlich schwankt. Vielleicht ein Grund für den Großhandel, Benzin in

Tonnen und eben nicht in Kubikmetern zu verkaufen.

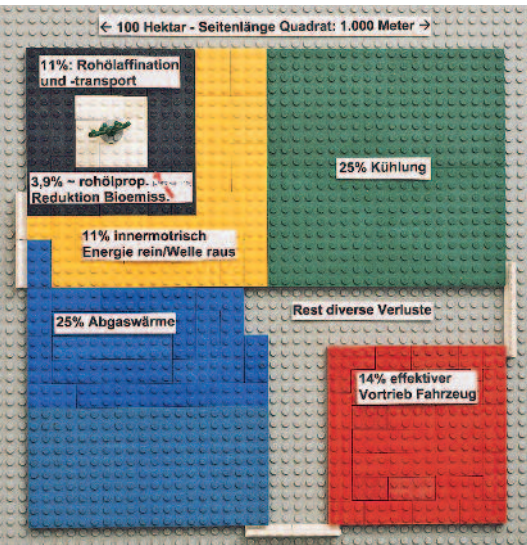
Am Start mit Super 95 E0

Am Beispiel Benzin des Typs Super 95 E0, Otto-Kraftstoff ohne eine Beimischung von Biokraftstoff, ist das sofort zu erkennen. Seine Dichte darf zulässigerweise zwischen 720 und 775 kg/cbm schwanken. Desweiteren ist die Zusammensetzung des Kraftstoffs unterschiedlich, was die Energiedichte beeinflusst. Sie hängt wesentlich von der Jahreszeit, Raffineriestruktur und eingesetzten Rohölmischung ab.

Wer Kraftstoff tankt, der weiß letztlich nie, wie viel Energie genau im Tank ist. Allerdings, für das Fortkommen ist die Energiemenge im Tank die entscheidende Größe. Mit Zahlen der Mineralölindustrie ergibt sich der Vergleich. Beim Super 95 E0 beträgt ein üblicher massebezogener unterer Heizwert $H_u = 43\,200$ kJ/kg. Er wird bei 15° C ermittelt. Bei einer Dichte von 0,749 kg/Liter entspricht das dem volumetrischen unteren Heizwert $H_u = 32\,350$ kJ/Liter. Reines Ethanol, das mit dem Bioethanol grob vergleichbar ist, besitzt bei 15° C eine mittlere Dichte von 0,793 kg/Liter und weist einen unteren massebezogenen Heizwert, von 26 800 kJ/kg, respektive 21 252 kJ/Liter auf. Ethanol besitzt demzufolge massebezogen nur 62% des Energieinhaltes des Super 95 E0. Bei allen Kraftstoffen lohnt deswegen die Frage: »wie viele kJ/kg bei 15° C sind es denn?«. Übrigens, Spritmischungen kann man mit einem Cocktail vergleichen – Rum bleibt Rum! Er mischt sich zwar mit den anderen Getränken, ändert aber seine eigene Dichte nicht. Nur die Dichte des Cocktails ändert sich - wie beim Benzin das mit Biokraftstoff gemixt wird.

Der Kreislauf schließt sich

Nur wenn man die energetisch-materielle Bilanz eines Verfahrens komplett mit Zahlen und Zusammenhängen vorliegen hat, ist eine Bewertung möglich. Bei Biokraftstoffen wie Bioethanol heisst »rechnen« den gesamten Aufwand und die vollständigen Verluste dem Nutzen



Um komplizierte Zusammenhänge und politische Argumentationen auf einen Blick fassbar zu machen, hilft schon mal der Griff zum Kinderspielzeug. Foto: Joka

gegenüberzustellen und rational zu bilanzieren. Und, sie direkt mit dem entsprechenden fossilen Kraftstoff zu vergleichen.

Anbau konkret

Auf der Soll-Seite des Biokraftstoffs schlägt zunächst der Anbau zu Buche. Analog zum Rohöl mit den von Ricardo genannten elf Prozent heisst das, die Aufwendungen bis zum »Sprit« bilanzieren zu müssen. Dr. Gerhard Moitzi vom Institut für Landtechnik der Universität für Bodenkultur in Wien hat schon im Jahre 2005 mit Gerda Weinberger und Josef Boxberger die Studie »Energieeffizienz bei der Bereitstellung von Biokraftstoffen« veröffentlicht. Sie weist selbst Dinge wie die PE-Folie, das Bindgarn, das

Schmieröl oder auch den Anhänger aus. Dann folgt die Verarbeitung der Ernte zu Biokraftstoff. In erster, grober Näherung, kann man den Energieertrag wegen des Aufwandes halbieren.

In dem Punkt »Energieinput/Energieoutput«, wird der »Kraftstofftrag pro Tonne geernteter Energiepflanze« in Liter angegeben. Die Tabelle weist für das Bioethanol den Kraftstofftrag in Liter pro Tonne Zuckerrübe mit 107 Liter und der Weizen mit 383 Liter aus. Diese Zahlenwerte errechnen sich aus den »Konversionsgraden« (l/t), der 9,3 für die Zuckerrübe und 2,7 für den Weizen beträgt. Über den Energieinhalt sagen die Zahlen allerdings noch nichts aus. Der errechnet sich über die energetische Dichte des Bioethanols mit angenommenen 0,793 kg/l – pro geernteter Tonne 85 kg Kraftstoff bei der Zuckerrübe und 303 kg beim Weizen.

Berücksichtigt man im nächsten Schritt den Frischmasseeertrag in Tonnen pro Hektar, beträgt er nach Moitzi für die Zuckerrübe 60 t/ha und der für Weizen 5 t/ha. Auf besagten 100 Hektar wachsen kalkulatorisch 6000 Tonnen Zuckerrüben und 500 Tonnen Weizen.

Als prozessbedingtes, wesentliches Nebenprodukt, das die Massebilanz vervollständigt, fällt die Trockenschlempe an, die der Tierhaltung dient.

Tank-to-Stop

Geht man nun auf die Seite der Verbrennung im Fahrzeug, gilt auch für Biokraftstoff der »Tank-to-Wheel« Wirkungsgrad. Ab Tank. nach Ricardo, beträgt der Wirkungsgrad 16 %, somit wird 84 % der Energie im Tank für die Abdeckung

der Verluste aufgebraucht – auf die 100 ha Anbaufläche übertragen 84 ha »Verlустаufwandfläche«.

Zusammenfassung und Fragen

Der Einsatz von Biokraftstoffen wird mit der 35 % – Reduktion von Emissionen bei der Herstellung im Vergleich zu Kraftstoff aus Erdöl begründet. Somit sind 65 % der Emissionen für Erdöläffination und Transport zwingend oberes Limit des Biokraftstoffs. Hier kommt die Studie von Dr. Moitzi zum tragen und Ricardo liefert konkrete Zahlen: »Ein europäisches Neufahrzeug erzeugt im Mittel 160 g/km CO₂ Tank-to-Wheel oder 179 g/km Well-to-Wheel, was rund 7 Liter Rohöl pro 100 km ausmacht.«

Bei der Herstellung von Benzin aus Rohöl – »Well-to-Tank« – fallen danach 19 g CO₂/km an. Mit der Reduktion der Emission um 35 % bei der Biokraftstoffherstellung ergibt sich so der Emissionsgrenzwert von reinem Biokraftstoff mit 12,4 g CO₂/km. Beim Verbrauch »Tank-to-Wheel« ergäbe sich für Biokraftstoff bei 160 g CO₂/km und bei einem Wirkungsgrad von 16 % eine Emission von 134,4 g CO₂/km.

Damit stellt sich grundsätzlich die Frage nach dem Konstrukt der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen. Denn, wenn das Argument gelten soll, dass CO₂ aus verbrannten Pflanzen Grundlage für Pflanzennachwuchs ist, dann müssen auch sämtliche anderen CO₂-Emissionen Grundlage des Pflanzenwuchs sein, weil CO₂ gleich CO₂ ist und auch der Biokraftstoff hergestellt werden muss.

Herbert J. Joka

Abb. 1: Energieverwendung bei Verbrennungsmotoren

