

Neues aus dem Energiegarten...

Erntedank:

Wie viele Brötchen wachsen eigentlich auf einem Quadratmeter?

Und wie weit kann man damit fahren?



Bild: Kobako, Wikimedia Commons, Kaisersemmel



Foto: Ingrid Nolte, Ada-Lessing-Schule Hannover

Die Diskussionen um nachwachsende Treibstoffe wie Bioethanol und Biodiesel drehen sich oft um die Frage "Teller oder Tank?".

Grund genug sich einmal mit der Frage zu beschäftigen, wie viel Energie ein Brötchen bzw. ein Liter Biotreibstoff enthält und wie viel Fläche eigentlich zur Erzeugung von Brötchen und Bioethanol benötigt wird.

Mit ein paar, von Landwirtschaftskammern und Fachverbänden veröffentlichten Zahlen und einem Taschenrechner kann man diesen Fragen nachgehen.

Zum Beispiel in einer Vertretungsstunde.

Brötchen enthalten biologisch gebundene Sonnenenergie (Stärke), daher kann man sie als Brennstoff verwenden oder das Mehl in eine Flamme blasen ("Mehlstaubexplosion").

Dass man mit Mehl "Feuer spucken" kann zeigt überzeugend, warum wir überhaupt etwas essen. Es ist ja nicht so, dass alles, was wir vorne hineinschaufeln hinten wieder herauskommt...

Es gibt - energetisch gesehen - viele Analogien zwischen Lebewesen und Maschinen, also auch zwischen Menschen und Autos...

Autos und ihre Insassen brauchen Energie. Sie nehmen sie lediglich in unterschiedlicher Form auf.

Aus Weizen kann man Brötchen oder Bioethanol machen.

Oder aus Brötchen Bioethanol. Aber niemals aus Bioethanol etwas zum Essen!

Den Energiegehalt von Brot und Treibstoffen kann man leicht (z.B. im Internet) nachschlagen und damit vergleichende Rechnungen anstellen.

Eine selten gestellte Frage in diesem Zusammenhang aber ist:

- Wie viele Brötchen wachsen eigentlich auf einem Quadratmeter?
- Wie viele Ähren und wie viele Körner braucht man dafür?
- Und wie viel Bioethanol hätte man aus dem zum Backen notwendigen Mehl machen können?
- Wie viele Brötchen sind in einem Liter Bioethanol versteckt?

Um diese Fragen zu lösen braucht man ein paar Zahlen und einen Taschenrechner.

1 ha = 10000 m²

Weizen, Hektar-Ertrag (Niedersachsen 2004 - 2011) etwa 80dt (1 Dezitonne = 1/10 Tonne)

Aus 1000 g Weizen werden etwa 770 g Mehl

100 g Brötchen enthalten*:

55,86 g Kohlenhydrate (Stärke), 10,09 g Eiweiß, 1,81 g Fett,
3,6 g Ballaststoffe, 2,1 g Mineralstoffe und 26,5 g Wasser

Ein Brötchen wiegt etwa 50 g, davon sind rund 37 g Mehl und 13 g Wasser

Energiegehalt 100g (Weizen-) Brötchen 1188 kJ, ein 50 g-Brötchen enthält also 594 kJ

1 Liter Bioethanol: 2,6 kg Weizen

*) DEBnet: Deutsches Ernährungsberatungs und -informationsnetz

Bei den folgenden Rechnungen wurde auf- und abgerundet und die Ergebnisse fallen natürlich je nach verwendetem Zahlenmaterial unterschiedlich aus.

Ein Hektar liefert 8 Tonnen oder 8000 kg Weizen. Daraus werden (8000 x 0,77) etwa 6160 kg Mehl.

Ein Quadratmeter Ackerfläche bringt 800 g Weizen oder 616 g Mehl.

Ein Brötchen wiegt etwa 50 g, davon bestehen 37 g aus Mehl.

Auf einem Quadratmeter "wachsen" also (616 / 37) etwas mehr als 16 Brötchen (16,65).

Wenn man wissen möchte, wie viel "Platz" ein Brötchen gebraucht hat muss man nur einen Quadratmeter durch die Zahl der darauf wachsenden Brötchen teilen:

$$1 \text{ m}^2 / 16,65 = 0,06 \text{ m}^2$$

Ein Brötchen braucht also etwa 0,06 m² Fläche oder ein Quadrat mit der Kantenlänge von 24,5 cm.

Eine A4-Seite mit 21 x 29,7 cm Seitenlänge hat eine Fläche von rund 0,062 m²!

Oder: Auf einem ha (10000 m², 100 x 100 m) „wachsen“ etwa (10000 / 0,06) 166666 Brötchen!

Wie viele Ähren und Körner braucht man für ein Brötchen?



Foto: 3268zauber, Wikimedia Commons, Weizenähre Detailansicht

Auf einem Quadratmeter niedersächsischer Ackerfläche stehen durchschnittlich etwa 500 Weizenähren mit je etwa 40 Körnern (Winterweizen).

Das sind zusammen genommen etwa 20000 Körner pro Quadratmeter.

Tausend Körner (Tausendkorngewicht TKM) wiegen im norddeutschen Durchschnitt etwa 45 g.

Eine Ähre liefert also etwa $45 \text{ g} / 1000 \times 40 = 1,8 \text{ g}$ Weizenkörner und $1,8 \times 0,77 = 1,4 \text{ g}$ Mehl

Ein 50 g-Brötchen mit 37 g Mehlinhalt "verbraucht" also $(37 / 1,4 = 26,43)$ etwa 26 Ähren oder $(26 \times 40 = 1057)$ mehr als Tausend Weizenkörner!

Zahlengrundlagen:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2011, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2012)

Energieinhalt von Brötchen und Bioethanol

Ein 50g-Brötchen enthält etwa 594 kJ Energie, 1 kg Brötchen (20 Stück) also 11880 kJ (11,9 MJ)

Der Heizwert von Ethanol beträgt 26800 kJ/kg (26,8 MJ).

1 kg Ethanol hat denselben Heizwert wie $(26800 / 594)$ etwa 45 Brötchen.

Wie viel Ethanol hätte man aus dem zur Herstellung eines Brötchens notwendigen Mehl erzeugen können?

Um einen Liter Bioethanol zu erzeugen braucht man etwa 2,6 Kg Weizen.

Der wächst auf einer Ackerfläche von rund $3,25 \text{ m}^2$ ($1,8 \times 1,8 \text{ m}$)

Da auf einem Quadratmeter etwas mehr als 16 Brötchen (16,65) wachsen entspricht ein Liter Bioethanol ($16 \times 3,25$) rund 54 Brötchen.

Das ist auch die Brötchenmenge die in 10 Litern E10 mit 10% Bioethanol-Anteil "enthalten" ist.

Wie weit hätte man mit "Brötchen" fahren können?

Das kommt natürlich auf das Auto und die Fahrweise an.

Nehmen wir einfach mal einen Benzinverbrauch von 7 Liter /100 km an und tanken E10.

Der Energieinhalt von Ethanol beträgt nur 2/3 des Energieinhalts von Benzin.

Mit E10 (10% Bioethanol) kommt es zu einem Mehrverbrauch von 0,35 Liter / 100 km

$$(0,9 \times 7 + 0,1 \times 7/0,666) = 7,35 \text{ Liter /100 km}$$

10% davon, also 0,735 Liter bestehen aus Bioethanol.

Dem entsprechen $2,6 \times 0,735 = 1,91 \text{ kg}$ Weizen oder rund $2,4 \text{ m}^2$ Fläche ($1,55 \times 1,55 \text{ m}$)



Foto:

Ingo Mennerich bei Husum, 1/2012

Oder wir tanken das scheinbar sehr preisgünstige Bio E85 mit 85% Bioethanol:

Aus den üblichen 7 Liter Benzinverbrauch werden dann $(0,15 \times 7 + 0,85 \times 7/0,666) = 9,98 \text{ Liter /100 km}$

Darin enthalten sind $(9,98 \times 0,85)$ rund 8,5 Liter Ethanol.

Oder $(8,5 \text{ l} \times 2,6 \text{ kg}) = 22,1 \text{ kg}$ Weizen.

Für 100 gefahrene Kilometer brauchen wir dann $(3,25 \text{ m}^2 \times 8,5 \text{ l})$ ungefähr $27,6 \text{ m}^2$ Ackerfläche ($5,25 \text{ m} \times 5,25 \text{ m}$)

Wie viele Brötchen hätten darauf wachsen können?

Dieser Text ist Teil einer zur Zeit in Entstehung befindlichen Arbeitshilfe

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, September 2012