

# Zuckerrüben und CO<sub>2</sub>-Bilanz

■ Von Christa Hoffmann, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Die Diskussion über CO<sub>2</sub>-Emissionen hat spätestens seit dem „Energiegipfel“ in Heiligendamm erneut an Aktualität gewonnen. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger kommt es seit Beginn der industriellen Revolution zu einem kontinuierlichen Anstieg der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration. So hat sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration von 300 ppm Anfang 1900 auf heutzutage 380 ppm erhöht. Dieser Anstieg beschleunigt sich zunehmend als Folge des steigenden Energiebedarfs einer wachsenden Weltbevölkerung.

## ■ Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch

Die europäischen Staats- und Regierungschefs haben schon Mitte März 2007 zentrale Weichenstellungen in der Energie- und Klimapolitik vorgenommen. Danach wird die EU bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 20 % senken, im Rahmen internationaler Vereinbarungen sogar um 30 %, zu-

dem soll bis 2020 der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf 20 % erhöht und der Energieverbrauch um 20 % gesenkt werden. CO<sub>2</sub> ist das mengenmäßig wichtigste Spurengas in der Atmosphäre, das als Treibhausgas wirkt und die Klimaerwärmung fördert. Welchen Beitrag kann der Anbau von Zuckerrüben leisten, um im Hinblick auf CO<sub>2</sub> die gesetzten Ziele zu erreichen?

## ■ CO<sub>2</sub>-Bindung durch Zuckerrüben

CO<sub>2</sub> wird bei der Photosynthese in die organische Substanz eingebunden und ist somit notwendige Voraussetzung für die Ertragsbildung der Pflanzen. Je höher der Ertrag eines Pflanzenbestandes ist, desto höher ist demnach die CO<sub>2</sub>-Bindung. Aufgrund der hohen Trockenmasseproduktion im Vergleich zu Winterweizen wird durch Zuckerrüben folglich wesentlich mehr CO<sub>2</sub> gebunden (Abb. 1). Limitierend wirkt bei der Photosynthese neben der Lichtenergie die CO<sub>2</sub>-Kon-

zentration, so dass eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre für das Pflanzenwachstum nicht nachteilig ist, da sie grundsätzlich zu einer Steigerung der Photosyntheseleistung und damit zu einem Ertragsanstieg führt. Wenn allerdings die Änderungen in Temperatur und Niederschlag, die mit einem Klimawandel einhergehen, einbezogen werden, sind die Folgen für das Pflanzenwachstum differenzierter zu sehen.

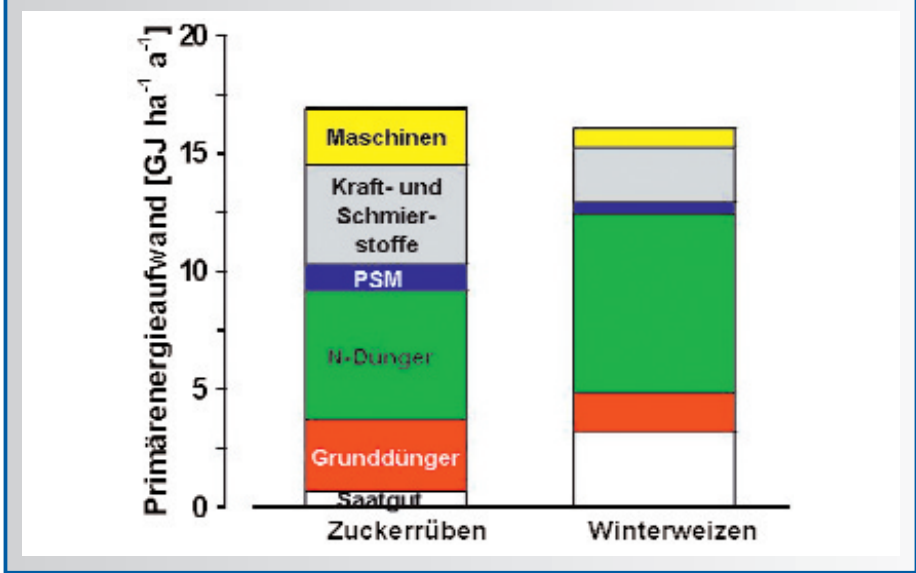
## ■ Aufwand an Primärenergie zur Produktion von Zuckerrüben

Um pflanzliche Trockenmasse optimal erzeugen zu können und damit CO<sub>2</sub> zu binden, muss zunächst Primärenergie in Form von fossilen Energieträgern eingesetzt werden. Untersuchungen haben ergeben, dass der Energieeinsatz für den Anbau von Zuckerrüben sich nicht wesentlich von demjenigen für den Anbau von Weizen unterscheidet (Abb. 2). Während beim Anbau von Weizen mehr Energie für die Produktion von N-Düngemitteln benötigt wird, ist bei Zuckerrüben der Energieaufwand für die Ernte (Maschinen und Kraftstoffe) höher. Aufgrund der hohen Trockenmasseproduktion ist bei Zuckerrüben jedoch der Nettoenergiegewinn pro ha Anbaufläche wesentlich höher als bei Weizen (Tabelle).

## ■ CO<sub>2</sub> im Kohlenstoffkreislauf

Aufgrund des hohen Ertragspotenzials binden Zuckerrüben während der Vegetationsperiode erhebliche Mengen an CO<sub>2</sub>. Kurzfristig betrachtet könnte so die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre vermindert werden. So ist tatsächlich festzustellen, dass diese in den Sommermonaten aufgrund der intensiven Photosyntheseleistung der Pflanzen niedriger ist als im Winter. Allerdings kann dies nicht zu einer langfristigen Verminderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration führen, da

Abb. 2: Einsatz fossiler Energieträger in der Produktion von Zuckerrüben und Winterweizen (10 Standorte, 3 Bodenbearbeitungsvarianten, 1994 - 1999 Zuckerrüben n = 51, Weizen n = 45), nach Wegener (2001)



sich dieser gebundene Kohlenstoff in einem Kreislauf befindet: pflanzliches Material wird letztendlich wieder zu CO<sub>2</sub> und Wasser umgesetzt.

Das Rübenblatt verbleibt heute in der Regel auf dem Feld und wird innerhalb von wenigen Monaten durch Mikroorganismen abgebaut, die den organischen Kohlenstoff als C-Quelle nutzen, dadurch wird auch der gebundene Stickstoff erneut freigesetzt (N-Mineralisation). Im Vergleich zu Stroh erfolgt eine rasche und vollständige Umsetzung mit geringer Bildung an inerten Humusstoffen im Boden. Aus der Rube werden Zucker und Zuckerrübenschrot gewonnen, die über den Umweg Mensch oder Tier wieder zu CO<sub>2</sub> abgebaut werden.

Langfristig kann die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre demnach durch Trockenmassebildung nur verringert werden, wenn die Umsetzung verhindert ist, indem das pflanzliche Material in luftdichten Räumen gelagert wird, so wie das bei Erdöl oder Kohle über Millionen von Jahren in tiefliegenden Erdschichten der Fall war.

Primärenergieaufwand, Energieertrag und Nettoenergiegewinn beim Anbau von Zuckerrüben und Weizen, 10 Standorte, 3 Bodenbearbeitungsvarianten, 1994 bis 1999, nach Wegener 2001

	Zuckerrübe Giga Joule/(ha/*Jahr*)	Weizen
Primärenergieaufwand	16,4	15,6
Energieertrag*	224,0	124,0
Nettoenergiegewinn	207,6	108,4

\*nur Ernteprodukt; 3,99 MJ/kg Zuckerrübe, 15,8 MJ/kg Weizenkorn

## ■ Zuckerrüben als Energieträger

Die CO<sub>2</sub>-Bindung von Zuckerrüben führt somit nicht zu einer Abnahme der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration. Indirekt allerdings kann der Anbau von Zuckerrüben sehr wohl zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Zuckerrüben sind die Pflanzen, die in den gemäßigten Breiten den höchsten Trockenmasseertrag bilden. Dieser setzt sich zudem aus leicht fermentierbaren Kohlenhydraten zusammen, so dass Zuckerrüben ideale Rohstoffe für die Produktion von Bioethanol oder Biogas sind. Die Verwendung dieser erneuerbaren Energieträger ist klimaneutral, da nur so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, wie durch Photosynthese vorher gebunden worden ist.

Dieses enorme Potenzial sollte im Sinne der gesetzten Ziele genutzt werden, um den Einsatz fossiler Energieträger zu reduzieren und die endlichen Ressourcen zu schonen.

Abb. 1: Gebundener Kohlenstoff in Zuckerrüben und Winterweizen  
Annahme: 65 t/ha Rübenantrag, 8 t/ha Weizenantrag

