

# CO<sub>2</sub>-BERECHNUNGEN MIT HOLZ – WIE FUNKTIONIERT DAS EIGENTLICH?



Über den Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten, CO<sub>2</sub>-Verbrauchswerte von Verbrennungsmotoren oder sogenannte CO<sub>2</sub>-Bilanzen liest man vielerorts. Unklar bleibt vielen, wie das mit dem „Speichern“ von CO<sub>2</sub> (Kohlenstoff-Dioxid) in Holz und Holzprodukten denn funktioniert bzw. berechnet werden kann. Ein Versuch der Aufklärung.

**H**olz ist für Deutschland, Europa und viele andere Erdteile der wichtigste nachwachsende Rohstoff. Im Bauwesen erfährt Holz derzeit eine Renaissance, da zunehmend Baustoffe gesucht werden, welche die zentralen Baumaterialien des 20. Jahrhunderts (Beton, Stein, Stahl) ersetzen oder ergänzen, um klimaschonend und nachhaltig bauen zu können. Holz und Holzprodukte haben im Vergleich zu anderen Baumaterialien einen entscheidenden Vorteil: Holz wächst nach und weist meist eine sehr gute Klimabilanz auf.

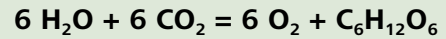
Um Biomasse (im konkreten Fall Holz) zu erzeugen, benötigen Pflanzen **Kohlenstoff** als Gerüstsubstanz und genau diesen gewinnen sie aus dem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) der Umgebungsluft. **Photosynthese** heißt dieser elementare Prozess der Biologie, der das Leben auf der Erde überhaupt ermöglicht, indem aus Wasser und CO<sub>2</sub> energiereiche Zuckermoleküle produziert werden. Aus diesen Zuckern können dann äußerst stabile und große Molekülketten gebildet werden, welche die Pflanzenstruktur und eben auch Holz bilden. Übrigens wurden auch sämtliche fossilen Rohstoffe

(Kohle, Erdöl, Erdgas) auf genau diesem Weg vor Millionen von Jahren produziert – diese sind allerdings endlich. Als „Abfallprodukt“ entsteht zudem der immens wichtige Sauerstoff, ohne den Menschen und die meisten Tiere nicht überleben könnten. Zudem läuft auch so gut wie kein Verbrennungsprozess, z. B. in Motoren oder zur Energiegewinnung ohne Sauerstoff ab.

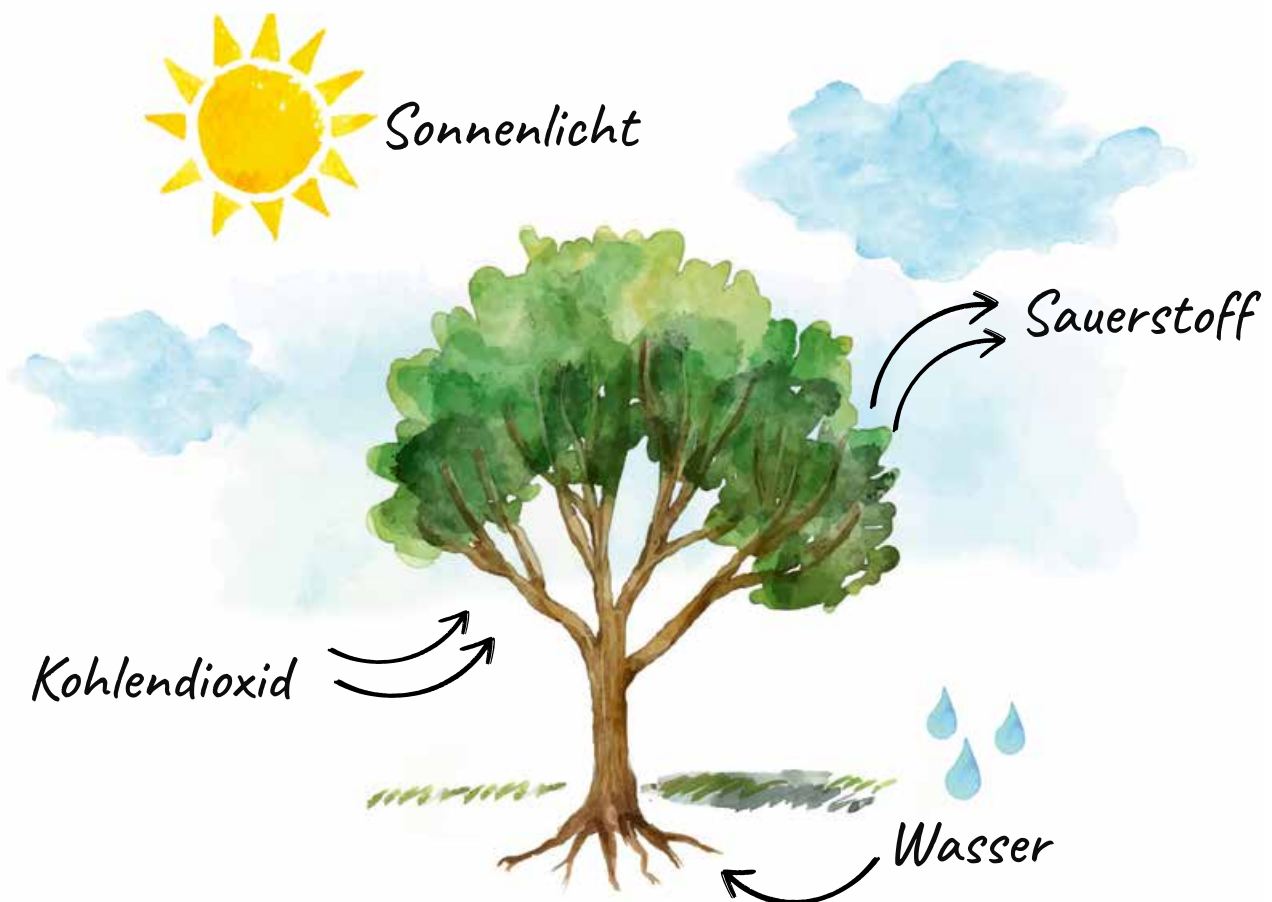
### Background Photosynthese

Das Geheimnis der Photosynthese wissenschaftlich zu entschlüsseln, war ein langer Prozess. Im 18. Jahrhundert entdeckte der Engländer Joseph Priestley mit einem einfachen Experiment, dass grüne Pflanzen Sauerstoff erzeugen. Er setzte den Zweig einer Minze in ein abgeschlossenes Wassergefäß und verband dieses mit einem Glaskolben, unter den er eine Kerze stellte. Tage später stellte er fest, dass die Kerze nicht erloschen war. Die Pflanze musste also in der Lage gewesen sein, die von einer brennenden Kerze verbrauchte Luft zu erneuern.

Es dauerte weitere Jahre, bis Wissenschaftler erkannten, dass diese Wirkung nicht durch das Wachstum der Pflanze zustande kommt, sondern dem Einfluss des Sonnenlichts zuzuschreiben ist und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser (H<sub>2</sub>O) dabei eine wichtige Rolle spielen. Julius Robert von Mayer, ein deutscher Arzt, entdeckte 1842, dass Pflanzen bei der Photosynthese die Sonnenenergie in chemische Energie umwandeln. Grünpflanzen und Grünalgen nutzen das Licht bzw. dessen Energie, um durch eine chemische Reaktion aus Kohlendioxid und Wasser sogenannten Einfachzucker (meist Fructose oder Glucose) und Sauerstoff zu bilden. In einer chemischen Formel zusammengefasst lautet das:



Aus sechs Wasser- und sechs Kohlendioxid-Molekülen entstehen sechs Sauerstoff-Moleküle und ein Zucker-Molekül.



Damit ist eine Sache der „CO<sub>2</sub>-Bindung“ zumindest schon chemisch klar: Pflanzen binden kein CO<sub>2</sub> – sie binden Kohlenstoff und wandeln CO<sub>2</sub> in Sauerstoff O<sub>2</sub> um. Dieser Sauerstoff wiederum ist lebensnotwendig für den Menschen, die meisten Tiere und jeglichen Verbrennungsprozess. Es ist als Kreislauf zu betrachten: Pflanzen benötigen CO<sub>2</sub> als Grundstoff für die Photosynthese – Menschen, Tiere und Industrieprozesse brauchen Sauerstoff, der dann verbraucht wieder zu CO<sub>2</sub> wird.

Interessanterweise konnte die Industrialisierung, die uns vielerorts den heutigen Wohlstand beschert hat, erst durch die immensen Lager an fossilen Rohstoffen (Kohle, Erdöl, Erdgas) entstehen, indem wir die großen gespeicherten Energievorräte (aus Photosynthese erzeugt) für unsere technischen Prozesse von der Dampfmaschine bis hin zu modernen Industrieprozessen nutzen konnten. Da wir aber in vielen energieintensiven Industrien und im Verkehr weit mehr dieser Energien verwenden, als die Wälder dieser Erde wieder kompensieren, können aus Sicht der Kohlenstoffkreisläufe viele Industrieprozesse derzeit nicht als nachhaltig betrachtet werden, da sie nicht CO<sub>2</sub>-neutral sind.

### Berechnung von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

Noch einmal grundlegend: Holz bindet kein CO<sub>2</sub>, sondern nur den Kohlenstoff (C), der Hauptbestandteil der Holzmasse bestehend aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin ist.

Als überschlägige Schätzung kann man folgendes feststellen: 1 kg Holz (atmo = 0% Feuchte) enthält in etwa 500 g Kohlenstoff; 430 g Sauerstoff; 60 g Wasserstoff und 10 g andere Elemente.



Umrechnung in einen Kubikmeter Schnittholz, getrocknet auf 20% am Beispiel Lärche:

Die Dichte kann in etwa mit 600 kg/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Darin sind 20% Wasser (H<sub>2</sub>O) enthalten. Folgen 480 kg Holzmasse, die nach oben genanntem Schlüssel dann ca. 240 kg Kohlenstoff enthält. Diese 240 kg Kohlenstoff wurden beim Wachstum des Baumes und der Holzbildung eingelagert und fußen auf der Entnahme von Kohlendioxid aus der Umgebungsluft durch Photosynthese.

Um jetzt das Masseverhältnis von Kohlenstoff (C) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) zu bestimmen, hilft der Blick ins Chemiebuch: molare Massen! Während Kohlenstoff ein Gewicht von ca. 12 g/mol aufweist, ist es bei Sauerstoff (O) 16 g/mol. Kohlendioxid ist entsprechend einmal C plus zweimal O, was zu CO<sub>2</sub> wird. Das Gewicht ist dann 44 g/mol.

Das Massenverhältnis C:O im CO<sub>2</sub> ist demnach 12:32. Nehme ich folglich die 240 kg Kohlenstoff aus dem Kubikmeter Lärchenholz oben, entsprechen diese dem Bindungspotenzial von 880 kg Kohlendioxid. Anders ausgedrückt: Bei der Holzbildung im Baum wurden 880 kg CO<sub>2</sub> benötigt, von den 240 kg Kohlenstoff in die Holzmasse eingebaut wurden, während rund 640 kg Sauerstoff (O<sub>2</sub>) dabei frei wurden. Bei einer späteren Verbrennung dieses Holzes





wird der gebundene Kohlenstoff wieder freigesetzt und entsprechend Sauerstoff aus der Umgebungsluft für die Verbrennung benötigt.

Zu beachten ist, dass dies eine sehr theoretische Betrachtung ist, die zunächst die Grundlagen der Berechnung vermitteln soll. Dieser Wert ist abzüglich der aufgewendeten Energie (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) für die Erzeugung des getrockneten Schnittholzes zu sehen. Energie für Ernte und Transport, Verpackung, Einschnitt und die technische Trocknung. Überschlägig sind von o. g. 880 kg CO<sub>2</sub>-Bindungspotenzial ca. 20 % bei einem Transportweg von 100 km und technischer Trocknung zu veranschlagen (so ein Bericht des Thünen-Instituts). Somit hat ein regional beschaffter und technisch getrockneter Kubikmeter Nadelholz (hier Lärche, durch die höhere Dichte etwas mehr als z. B. Fichte) ein CO<sub>2</sub>-Senkenpotenzial von rund 700 kg.

Bei einer späteren Nachhaltigkeitsbetrachtung z. B. eines Gebäudes können diese 700 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente positiv eingerechnet werden und damit andere Rohstoffe, die ebenfalls im Gebäude benötigt werden, wie z. B. Metalle, Beton oder Glas kompensieren. Wenn diese Betrachtung bei der Verwendung von Rohstoffen zukünftig stärker beachtet wird, können Holzverwendung gefördert und nachhaltigere Gebäude errichtet werden.

### Einheitliche Ökobilanzierung von Bauprodukten

Der Klimaschutz in Gebäuden ist sowohl bei Errichtung als auch im Betrieb wichtiger Faktor auf dem Weg hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand, wie es Ziel in den nächsten Jahrzehnten sein soll. Mithilfe der hier im Text skizzierten Methoden der CO<sub>2</sub>-Berechnung in Holz und Holzprodukten können Hersteller, Produzenten oder auch Importeure Ökobilanzen von Baustoffen erstellen.

Da neue Bau- und Sanierungsvorhaben zunehmend auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeitsbetrachtung geplant werden, wächst das Interesse, Informationen aus Umwelt-Produktdeklarationen (EPD, Environmental Product Declaration) für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden zu strukturieren und zu nutzen. Für die Erstellung der EPDs gibt es die europäische Norm EN 15804 (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte).

Eine Umwelt-Produktdeklaration bildet umweltrelevante Eigenschaften eines Bauprodukts ab, die beispielsweise für die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, der grauen Energie und des Ressourcenverbrauchs eines Bauwerkes erforderlich sind.

Die Daten helfen Unternehmen aus Planung, Bauwesen und Architektur dabei, die Umweltwirkungen von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu ermitteln – und Gebäude nachhaltig zu planen und zu bauen. Das Ziel: international einheitliche Ökobilanzierung von Bauprodukten. ■

TEXT FLORIAN ZELLER, GD HOLZ