

Graue Energie & CO₂

Vorteile nachwachsender Rohstoffe

Urs Christian Luginbühl
CO₂-Institut c/o VGQ
Biel/Bienne, Schweiz



Graue Energie & CO₂

Vorteile nachwachsender Rohstoffe

1. Ausgangslage

Der Schweizerische Verband für geprüfte Qualitätshäuser VGQ (siehe www.vgq.ch) befasst sich seit über zwanzig Jahren intensiv mit der Weiterentwicklung von nachhaltigen Bauweisens. Neben einem umfassenden QS-System, setzt dieser Verband auch Forschungs- und Entwicklungsprojekte um.

Während in früheren Jahren insbesondere die Steigerung der Energieeffizienz in der Betriebsphase im Zentrum stand, wird heute der Fokus vermehrt auf den ganzen Lebenszyklus eines Gebäudes gelegt. Das Themen Graue Energie, Treibhausgase sowie Kohlenstoffspeicher gewinnen im Lichte des Klimawandels an Bedeutung.

Um diesen Themen mehr Aufmerksamkeit zu geben, betreibt der VGQ auch seit über zehn Jahren die Internetseite CO₂-Institut (siehe www.co2-institut.ch). Diese Internetseite wurde ursprünglich vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen NRW aufgebaut, welcher die analoge Internetseite der 'CO₂-Bank Deutschland' betreibt.

Auf diesen Internetseiten sind Web-Datenbanken, in welchen die Reduzierung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) durch Objekte und Leistungen der Forst- und Holzwirtschaft dokumentiert werden.

Im Rahmen dieses Referats werden Vorteile der Bauprodukte, welche aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, thematisiert und ein Bezug zu den Klimazielen des Übereinkommens von Paris hergestellt.

2. Bedeutung der Grauen Energie und des CO₂

Der Bau und Betrieb von Gebäude beansprucht einen bedeutenden Teil des globalen Energiebedarfs und führt zu beträchtlichen Emissionen an Treibhausgasen THG. Beispielsweise die Herstellung von Zement verursacht rund 8% der weltweiten Treibhausgasemissionen¹. Kein anderes Einzelprodukt verursacht mehr.

Verschiedene Länder führen mehr oder weniger detaillierte Statistiken zu ihren Treibhausgasemissionen. Beispielsweise für die Schweiz lassen sich nur Zahlen zu den Emissionen nach Sektoren finden. Laut dem Treibhausgasinventar des Bundesamts für Umwelt BAFU, verursachte der Sektor 'Gebäude' im Jahr 2018 rund ein Viertel der landesweiten Treibhausgasemissionen. Was nach viel tönt, ist aber schon eine wesentliche Verbesserung zum Jahr 1990, in welchem der gleiche Sektor noch deutlich höhere Emissionen verursachte.

Dies hat mehrere Gründe. Einer davon ist die Energieeffizienz von Gebäuden. In diesem Bereich wurde in den letzten drei Jahrzehnten grosse Fortschritte gemacht. Mit den heutigen Technologien im Baubereich, wäre es problemlos möglich, Gebäude zu bauen, welche keine Betriebsenergie benötigen oder sogar Energie abgeben können.

Dies hat jedoch zur Folge, dass immer komplexere Bauweisen und Anlagen nötig werden, bei welchen durch die Herstellung des Materials, sowie im Bauprozess wiederum mehr Graue Energie und Treibhausgasemissionen entstehen. Dadurch hat sich das Verhältnis zwischen dem Energieaufwand in der Nutzungsphase (Betriebsenergie) und dem Energiebedarf für die Herstellung und Entsorgung von Bauprodukten und Gebäuden (Graue Energie) in den vergangenen Jahrzehnten stark verändert. In vielen Fällen wird heute bereits mehr Energie für den Bau eines Gebäudes als für dessen Betriebsphase verwendet.

¹ Beyond Zero Emission (2017): Zero Carbon Industry Plan – Rethinking Cement

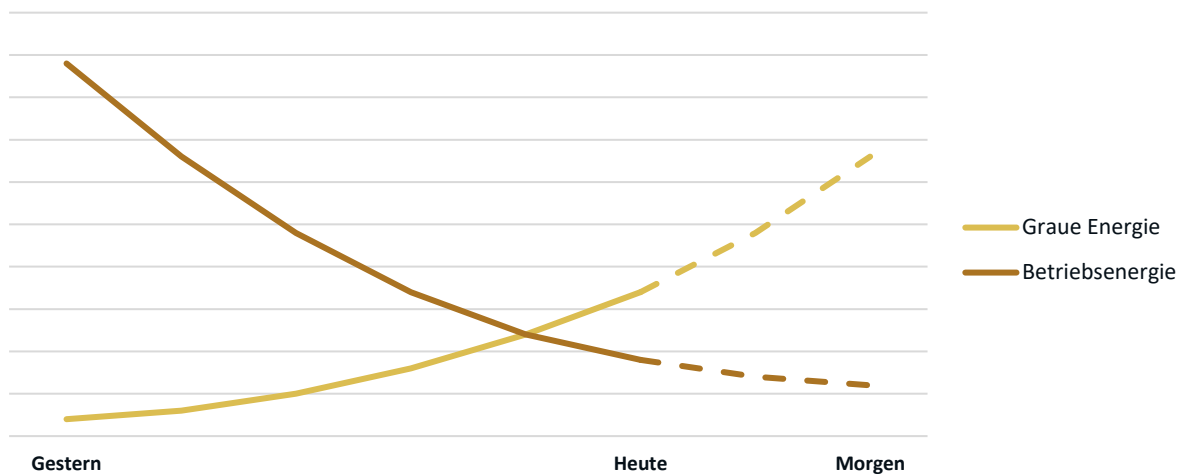


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entwicklung des Energiebedarfs für den Bau und den Betrieb von Wohngebäuden

Es ist fraglich, ob es sinnvoll ist, den Verbrauch der Betriebsenergie weiter zu optimieren und auf der anderen Seite die Graue Energie und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen nur wenig zu berücksichtigen. Den Energieverbrauch der Betriebsphase noch deutlich unter die gesetzlichen Vorgaben oder gar auf null zu senken, ist zwar möglich, aber sehr aufwendig und teilweise kostenintensiv, während im Bereich der Grauen Energie mit dem architektonischen Entwurf, der gezielten Wahl von Bauweisen und Bauprodukten grosse Einsparpotenziale bestehen würden, die kaum ausgeschöpft werden.

3. Datengrundlage für Baustoffe

Wie bereits erwähnt, ist es wichtig beim Entwurf, der Planung und der Ausführung von Gebäuden die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen über den ganzen Lebenszyklus des Gebäudes zu beachten.

Für Baustoffe und Bauprodukte gibt es dazu viele generische oder produktspezifische Informationen. Dazu gehören beispielsweise die Umweltproduktdeklarationen EPD (Environmental Product Declaration) oder auch internationale Datenbanken wie Ecoinvent (siehe www.ecoinvent.org). Solche Quellen sind ohne Hintergrundwissen oft nicht einfach nutzbar, da nicht in allen Grundlagen die gleichen Prozessschritte oder Systemgrenzen berücksichtigt werden. Um diese Grundlagen zu vereinheitlichen, gibt es auch Länderspezifische Listen, die deutlich anwenderfreundlicher sind und Vergleiche überhaupt erst zulassen. In der Schweiz wird oft mit einer staatlichen Liste gearbeitet, welche als Grundlage für verschiedene Anwendersoftware dient. Die 'Ökobilanzdaten im Baubereich' werden vom Bundesamt für Bauten und Logistik BBL kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die verschiedenen Datengrundlagen liefern eine Vielzahl von Kennwerten. Diese werden bezogen auf das Gewicht oder auf das Volumen eines Baustoffes angegeben. Im Kontext der Klimadebatte liegt der Fokus insbesondere auf der Grauen Energie (kWh oder MJ), den Treibhausgasemissionen sowie auf dem Kohlenstoffspeicher. Damit die Baustoffe bezüglich ihrer Wirkung auf das Klima vergleichbar sind, werden die diversen Treibhausgasemissionen meist als 'CO₂ Äquivalent' (auch CO₂eq) definiert. Dabei werden die Mengen anderer Gase in die äquivalente Menge von CO₂ umgerechnet.

Auf der Basis von Baustoffkennwerten sind oft keine sinnvollen Vergleiche möglich. So bringt etwa der Vergleich eines Kilogramms Stahl mit einem Kilogramm Beton keine nutzbare Information. Sinnvolle Vergleiche beziehen sich immer auf Produkte, Bauteile, oder auch ganze Gebäude, welche vergleichbare Funktionen erfüllen können.

4. Vergleiche von Bauteilen und Gebäuden

Die ökologische Bewertung von Bauprodukten, Bauteilen oder ganzen Gebäuden gewinnt zunehmend an Bedeutung und wurde auch bei verschiedenen Labels und Baustandards als Kriterium aufgenommen.

Um optimale Resultate erreichen zu können, müssen die ökologischen Kriterien (u.a. wenig Graue Energie, wenig THG-Emissionen, grosse Kohlenstoffspeicher) bereits in den ersten Projektphasen berücksichtigt werden. Bei den ersten Entwürfen wird entschieden, ob die Ausführung anschliessend effizient und klimaschonend umgesetzt werden kann und später auch die Betriebsenergie minimal sein wird. Daher lohnt es sich in frühen Planungsphasen die Variantenstudien, neben den üblichen Kriterien (Ästhetik, Kosten, Nutzen etc.), auch bezüglich der Ökologie zu bewerten.

Wie zuvor erwähnt, ist es bei Vergleichen wichtig, dass Bauteile mit vergleichbaren Funktionen berücksichtigt werden. Werden also beispielsweise Geschossdecken im Wohnungsbau verglichen, müssen die relevanten Eigenschaften wie Tragfähigkeit, Schallschutz oder Brandschutz von allen Varianten erfüllt werden.

In frühen Projektphasen werden Vergleiche oft mit Bauteilkatalogen umgesetzt. Auch da gibt es viele verschiedene Anbieter. Dabei wird beispielsweise die gesamte Aussenwandfläche mit ökologischen Kennwerten (z.B. Graue Energie) multipliziert. Diese Methoden sind stark vereinfacht. In einigen Fällen sind in den Bauteilwerten auch nur die Einzelwerte der verwendeten Bauprodukte aufsummiert, so dass die ganzen Bauprozesse (Transporte zur Baustelle, Montageprozesse etc.) gar nicht berücksichtigt sind. Trotz diesen Vereinfachungen ist schnell ersichtlich, wo in einem Gebäude das grösste Einsparpotential besteht.

In späteren Projektphasen, wo bereits digitale Modelle bestehen, können dann auch genauere Berechnungen umgesetzt werden. Dabei greift die Software auf die zuvor erwähnten Materialkataloge zurück. So können mittels Änderungen der Attribute in den CAD-Programmen auch Vergleiche innerhalb der Bauweisen oder Optimierungen vorgenommen werden.

Im Verlauf der letzten Jahre wurden durch das CO₂-Institut des VGQ viele Vergleiche durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die Bauprodukte, welche auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, bezüglich Grauer Energie und Treibhausgasemissionen in der Regel besser abschneiden als alternative Produkte. Das Gleiche gilt für Baustoffe, welche ohne grosse Verarbeitungsschritte eingesetzt werden können.

Die Unterschiede sind bedeutend: Vergleicht man beispielsweise Fassadenverkleidungen (inkl. den Unterkonstruktionen) verursacht die ungünstigste Variante bis zu neunmal mehr Graue Energie als die beste Variante (in diesem Vergleich Schnittholz). Auch bei Bauteilen sind markante Unterschiede zu erkennen. So verursacht beispielsweise eine Aussenwand in Rahmenbauweise halb so viele Treibhausgase wie ein Mauerwerk mit Kompaktfassade. Bei Vergleichen von ganzen Gebäuden werden die Unterschiede kleiner, weil viele Bauprodukte oder Bauteile (z.B. die Fenster) bei den verschiedenen Varianten identisch sein können. Bei Vergleichen von ganzen Gebäuden sind trotzdem regelmässig Differenzen von rund 20% bei der grauen Energie und ca. 30% bei den Treibhausgas-Emissionen zu erkennen.

Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Bauteile oder ganze Gebäude aus Holz schneiden bei Vergleichen oft besser ab, als alternative Varianten. Die Gründe dafür sind vielfältig. Diese Naturprodukte haben hervorragende Eigenschaften und können oft mit einfachen Methoden zu Bauprodukten umgewandelt werden. So ist der Energiebedarf bei der Herstellung nicht sehr hoch und als Energiequellen werden meist Elektrizität und Biomasse verwendet. Die nachwachsenden Baustoffe sind zudem oft leichter, was zu Vorteilen bei Transporten oder bei der Montage führt. Infolge dieser Materialeigenschaften können Gebäudeteile vorfabriziert und einfach transportiert werden, womit die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen tiefgehalten werden. Diese Bauweise reduziert zudem die Bauzeit in den Impact auf die Umwelt (Staub, Lärm etc.) des Bauplatzes. Bei grossen Gebäuden bringen die leichteren Baustoffe auch etliche Einsparungen bei den Fundamenten, welche bekanntlich besonders viel Graue Energie und Treibhausgase verursachen.

Gebäude in Holzbauweise haben zudem den Vorteil, dass sie als Kohlenstoffspeicher wirken. Dabei wird der Kohlenstoff C, den der Baum während der Photosynthese, dem CO₂ aus der Atmosphäre entzogen hat, über Jahrzehnte gebunden.

Die Klimawirkung der C-Speicher im Holz kann aber nicht ohne weiteres objektspezifisch bewertet werden, da der Kohlenstoff am Ende des Lebenszyklus auch wieder in die Atmosphäre gelangen kann (keine Permanenz). Zudem müssen auch die Veränderungen der Waldspeicher berücksichtigt werden. Nur wenn insgesamt mehr Kohlenstoff in das Speichersystem 'Wald und Holz' fließt als herauskommt, können Kohlenstoffsinken erzielt werden. Dies ist aber mit einer intelligenten Bewirtschaftung dieser Speicher erreichbar. So kann mit einer nachhaltigen Holznutzung der Gebäude Speicher kontinuierlich vergrößert werden, ohne dass der Waldspeicher kleiner wird.

5. Bezug zu den Klimazielen des Paris Agreement

Wie zuvor erwähnt, bieten nachwachsende Rohstoffe in verschiedener Hinsicht grosse Vorteile. Die Wahl der Bauweise ist somit relevant und hat bedeutende Einflüsse auf die Graue Energie, die Treibhausgasemissionen und den C-Speicher der Gebäude.

Der ganze Bausektor ist einer der wichtigsten Bereiche, in welchem Massnahmen zum Erreichen der Klimaziele des Paris Agreements umgesetzt werden müssen. Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden oder die Wahl der Bauweise sind sicher erste wichtige Schritte. Um aber bis 2050 auf 'netto null' zu kommen, braucht es enorme Anstrengungen aller Beteiligten.

So ist beispielsweise der Energieverbrauch bei der Herstellung von Bauprodukten stark zu senken und auf erneuerbare Energien umzustellen. Bei Holzprodukten kann dies wohl erreicht werden, bei der Zementproduktion wird dies aber sehr schwierig. Neben dem grossen Energieverbrauch in der Produktion, welcher meist mit fossilen Energien gedeckt wird, gibt es zusätzliche CO₂-Emissionen aus den chemischen Prozessen. Diese können ja nicht einfach gestoppt werden, womit Lösungen im Bereich CCS (Carbon Capture and Storage) gefunden werden müssten.

Neben den Anstrengungen im Bereich der Herstellung von Bauprodukten müssen auch die Emissionen der Transporte und Bauprozesse stark reduziert und auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. Dabei kommen auch regionalverfügbare Baustoffe und Unternehmungen vermehrt in den Fokus, was durchaus neue Chancen bringen kann.

Am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes sind sinnvolle Lösungen für die Weiterverwendung der Baustoffe zu finden (das Thema Kreislaufwirtschaft wird im nachfolgenden Referat behandelt). Auch der Umgang mit Hilfsstoffen, Klebstoffen, Lösungsmitteln, Chemikalien, Abfällen oder Verpackungsmaterialien muss analysiert und überdacht werden, da auch diese zu Treibhausgasemissionen führen.

In allen Bereichen kann der Bausektor viele Verbesserungsmaßnahmen umsetzen, jedoch werden die Klimaziele wohl nicht ohne Suffizienz zu erreichen sein. Alles was nicht gebaut wird, verursacht auch keine Treibhausgasemissionen. Die Suffizienz hat nicht nur die grössten Effekte, sondern ist auch die billigste Massnahme. Es ist aber nicht die Meinung, dass man einfach nicht mehr bauen soll. Es geht vielmehr darum, mit möglichst wenigen Ressourcen (Material, Energieaufwand, Platzbedarf etc.) die Bedürfnisse der NutzerInnen von Gebäuden zu befriedigen. Hier sind insbesondere die Bauherrschaft, die Architekten und die Fachspezialisten gefragt, welche sicher interessante neue Baulösungen und Nutzungsformen entwickeln können.

Die nachwachsenden Rohstoffe und Holz im speziellen können einen wesentlichen Beitrag zur Minderung des Klimawandels beitragen. Dabei stehen die Substitutionseffekte (Reduktion der Grauen Energie und der Treibhausgase) sicher im Zentrum.

Kurzfristig können auch 'Senken-Strategien' gute Resultate liefern, langfristig zielführend ist jedoch immer noch eine nachhaltige Holznutzung in Kaskaden resp. mit mehrmaliger Verwendung der Bauprodukte (Kreislaufwirtschaft).

Die optimalen Effekte können jedoch nur durch die integrale Betrachtung von Waldsenken, C-Speichern in Holzprodukten, stofflicher Substitution und energetischer Substitution sowie unter Berücksichtigung von klaren geographischen und zeitlichen Vorgaben erreicht werden.

Mit dem Slogan 'Fit for 55' hat am 14. Juli 2021 die Europäische Kommission ein Paket mit dreizehn Energie- und Klimagesetzen vorgelegt, mit welchen die Klimaziele für 2030 (-55 % Treibhausgasemissionen bezogen auf 1990) und 2050 (netto null Emissionen) erreicht werden sollen. Darin enthalten ist auch 'die EU-Forststrategie' mit detaillierten Regelungen in Bezug auf die Waldbewirtschaftung. Diese Strategie und die Pläne der EU werden von verschiedenen europäischen Verbänden der Wald- und Holzwirtschaft scharf kritisiert, weil befürchtet wird, dass mit Nutzungseinschränkungen vermehrt lebende Waldbestände als Kohlenstoffsinken eingerichtet werden sollen. Diese Kritik ist verständlich, weil dadurch die stofflichen und energetischen Substitutionseffekte verloren gehen und weiter die Gefahr besteht, dass Waldbestände später zu Quellen werden.

Auf den Punkt brachte es Emma Berglund von der schwedischen Branchenorganisation Swedish Forest Industries (SFI) gemäss einem Artikel Neuen Zürcher Zeitung NZZ: *Man begrüsse durchaus, dass die EU-Kommission eine Rolle des Waldes bei nachhaltigem Wirtschaften und der Bekämpfung der Klimaerwärmung sehe. Doch man sei der Ansicht, dass die Forstwirtschaft im Zentrum einer zirkulären Bioökonomie stehen solle, statt als Kohlenstoffsinke an deren Rand gedrängt zu werden und anderen Industrien eine Rechtfertigung dafür zu liefern, weiterhin Treibhausgase zu emittieren.*