

CO₂-BILANZ (ÖKOBILANZ)

Gruppe	AktivPLUS Anforderung
Lebenszyklus	660 kg CO ₂ pro Nutzer und Jahr

BESCHREIBUNG UND ZIELE

Zur Begrenzung des von Menschen verursachten Temperaturanstiegs in der Erdatmosphäre (2° Ziel) hat sich die Bundesregierung zu einer Reduzierung der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen um 80 % bezogen auf 1990 im Jahr 2050 verpflichtet. Erreicht werden soll dies unter anderem durch eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs aus nicht erneuerbaren Energieressourcen (Erdöl, Erdgas etc.). Daher ist eine Verdoppelung der Energieproduktivität gegenüber 1990 bis zum Jahr 2020 geplant.

Der Bau und Betrieb von Gebäuden verbraucht (Energie-)Ressourcen und hat durch unterschiedliche Emissionen verschiedene Wirkungen auf die Umwelt (zum Beispiel Beitrag zum Treibhauseffekt/Klimawandel). Diese Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen sind nicht auf die in der Energieeinsparverordnung (EnEV) betrachtete Nutzungsphase beschränkt. Gerade bei hocheffizienten und energieerzeugenden Gebäuden wird ein wesentlicher Teil der Ressourcen für die Errichtung des Gebäudes und die Herstellung der gebäudetechnischen Anlagen verbraucht. Die Herstellphase ist zudem für einen großen Teil der emissionsbezogenen Umweltwirkungen verantwortlich. Des Weiteren werden neben der in der EnEV betrachteten Primärenergie weitere Ressourcen verbraucht und auch unterschiedliche Umweltwirkungen durch Emissionen verursacht. Dementsprechend wichtig ist daher eine ganzheitliche Optimierung der Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus. Zu diesem Zweck wird eine Ökobilanz in der Planung gefordert.

Die Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen werden in CO₂-Emissionen bewertet. Eine Berücksichtigung weiterer Umweltwirkungen (z.B. Stickoxidemissionen) ist geplant. Als Grenzwert für AktivPlus wird der (Etappen-)Zielwert der 2.000 Watt Gesellschaft für das Jahr 2050 nach SIA 2040 herangezogen. Auf diese Weise sollen die langfristig für den Planeten vertretbaren Verbräuche und Emissionen bei Neubauten nach dem AktivPlus-Standard erreicht werden.

	Treibhausgasemissionen pro Jahr	
	pro Person (verbindlich)	pro m ² (informativ)
	[kg CO ₂ -Äqv./Pers.*a]	[kg CO ₂ -Äqv./m ² *a]
Richtwert Erstellung	510 kg CO ₂	ca. 11kg CO ₂
Richtwert Betrieb	150 kg CO ₂	ca. 3,2kg CO ₂
Gesamt	660 kg CO₂	ca. 14,2kg CO ₂

METHODIK

Nachfolgend sind zunächst Planungshinweise zur Reduzierung der Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen sowie zur Recyclingfreundlichkeit von Gebäuden beschrieben. Im Anschluss sind die Bewertungsmethoden sowie die Vorgehensweise in der Planung und Bewertung beschrieben.

Planungsmethodik

Für die Optimierung der Umweltwirkungen und Ressourcenverbräuche von Gebäuden sind unterschiedliche Strategien möglich. Im Folgenden sind einzelne Optimierungsmöglichkeiten genannt, die je nach Projektparametern unterschiedliche Einsparpotenziale haben:

- **Plusenergiebilanz**
AktivPlus-Gebäude und generell Plusenergiegebäude leisten durch die Einspeisung des nicht im Gebäudebetrieb benötigten Stroms einen Beitrag zur Verringerung des nicht erneuerbaren Anteils im Strom-Mix. Die vermiedenen Emissionen werden der Gebäudebilanz gutgeschrieben, dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Effekt mit zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien im Strom-Mix in Zukunft abnehmen wird.
- **Effizienter Gebäudebetrieb**
Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs im Gebäudebetrieb verringern unabhängig von Energieträger und Technik die Ressourcenverbräuche und Emissionen dauerhaft.
- **Nutzung von Umweltwärme**
Die Nutzung von Umweltwärmequellen für die Gebäudekonditionierung mittels Wärmepumpen reduziert die Nutzung nicht erneuerbarer Primärenergie in der Nutzungsphase.
- **Reduktion der Gebäudefläche**
Die Reduktion der Gebäudefläche pro Nutzer und allgemein reduziert den Gesamtressourcenverbrauch und die Emissionen sowohl aus der Herstellphase als auch aus der Betriebsphase dauerhaft.
- **Nachwachsende Rohstoffe**
Die Verwendung nachwachsender Rohstoffe reduziert den Verbrauch nicht erneuerbarer Rohstoffe in der Herstellphase. Bei der Verwendung von Holzprodukten und pflanzlichen Baustoffen wird zudem dauerhaft CO₂ gebunden, das somit nicht mehr zur Erderwärmung beiträgt. Der Anteil der verwendeten erneuerbaren Materialien ist im AktivPlus-Standard in Masseprozent auszuweisen.
- **Recyclingmaterial**
Die Wiederverwendung von bereits in der Technosphäre vorhandenen Baustoffen, also das Recycling, hat in der Regel deutlich geringere Ressourcenverbräuche und Emissionen als die Gewinnung von Primärmaterial aus der Biosphäre. Die Verwendung von Recyclingmaterialien reduziert somit Ressourcenverbrauch und die Emissionen in der Herstellphase. Der Anteil der verwendeten Recyclingmaterialien ist im AktivPlus-Standard in Masseprozent auszuweisen.

Damit die verbauten Ressourcen im Gebäude auch zukünftigen Generationen für eine Nutzung und Verwertung zugänglich sind, müssen die Verbindungen im Gebäude reversibel sein und der Einsatz von nicht trennbaren Verbundbaustoffen sowie Verklebungen vermieden werden. Folgende Maßnahmen erhöhen eine spätere Trennbarkeit der Bauteile:

- **Reversible Verbindungen**
Verwendung reversibler Verbindungen (Klemmen, Schrauben etc.) anstelle von nicht wieder bzw. nur schwer lösbaren Verbindungen (z.B. Kleben, Lackieren) zwischen Bauteilschichten sowie dem Bauteil und dem Gebäude. Dabei ist zu beachten, dass die Verbindungsmittel auch zugänglich bleiben (z.B. sind verspachtelte Schrauben in Gipskartonwänden nicht zugänglich).
- **Vermeidung von Verbundwerkstoffen**
Vermeidung von nur mit hohem Aufwand trennbaren Verbundwerkstoffen (z.B. Glasfaserverstärkter Kunststoff)
- **Reduktion der Materialvielfalt**
Die Reduktion der Materialvielfalt/der Materialschichten reduziert auch die Zahl zu lösender Verbindungen zwischen Bauteilschichten

CO₂-BILANZ (ÖKOBILANZ)

- Verwendung von Materialien mit gleichem Entsorgungsweg
Materialien mit gleichem Entsorgungsweg müssen vor der Entsorgung nicht zwangsläufig getrennt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Entsorgungswege von Materialien sich in der Zukunft ändern könnten und dann die Trennung heute gemeinsam entsorgter Materialien erforderlich werden könnte.

Bewertungsmethodik

Ökobilanzen für Gebäude sind aufwendig zu erstellen. AktivPlus versucht daher mit methodischen Vereinfachungen und einer vereinfachten Erfassung der Baukonstruktion den Aufwand für die Erstellung von Ökobilanzen zu verringern und Planer und Bauherren eine Entscheidungsgrundlage in frühen Planungsphasen zu bieten. Eine gewisse Ungenauigkeit wird dafür in Kauf genommen.

Des Weiteren möchte AktivPlus vor allem die reale Wirkung der Planungsentscheidungen auf die Umwelt heute abbilden. Auf Grund der langen Nutzungsdauer von Gebäuden ist die traditionelle Szenarienbildung für Ökobilanzen hinsichtlich ihres Beitrags zur Lösung aktueller Probleme, zum Beispiel der Reduktion von CO₂-Emissionen, kritisch zu bewerten. Die Unveränderlichkeit der Zusammensetzung des Energiemixes und die daraus resultierende Gutschrift von Emissionen bei einem Recycling oder einer thermischen Verwertung in ferner Zukunft stellen unrealistische Annahmen dar. Dies kann unter Umständen zu höheren Emissionen heute führen, die durch eine potenzielle zukünftige Entsorgung ausgeglichen werden sollen, von der allerdings bereits heute sicher ist, dass sie so nicht erfolgen wird. Gleiches gilt für den Austausch von Bauteilen oder Komponenten der Gebäudetechnik: der Ersatz mit einem technisch gleichwertigen Bauteil am Ende der Nutzungsdauer ist unrealistisch.

Die Ökobilanzierung im AktivPlus-Standard berücksichtigt daher die Herstellung der Baustoffe für die Gebäudekonstruktion und den Gebäudebetrieb über die ersten zwanzig Jahre des Lebenszyklus. Somit werden nur die Emissionen berücksichtigt, die entweder bereits in der Bauphase sicher freigesetzt werden oder in dem Teil des Lebenszyklus emittiert werden, für den auf Grund der Nutzungsdauer der verbauten Anlagentechnik eine gewisse Konstanz der Emissionen erwartet werden kann. Mit Blick auf die adressierten Ziele (Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2050), werden dementsprechend nur tatsächlich heute bzw. in naher Zukunft zu realisierende Potenziale betrachtet.

Ergänzt wird dies um eine Betrachtung der Trennbarkeit der verwendeten Baustoffe. Da zukünftige Wiederverwendungs- und Verwertungspotenziale von Baustoffen ebenfalls nicht vorhergesehen werden können, muss im Rahmen einer Planung heute auf eine möglichst einfache und sortenreine Trennung von Bauteilen und Baustoffen geachtet werden. Dadurch sind die heute verbauten Ressourcen auch zukünftigen Generationen zugänglich und nutzbar.

Bezugsgrößen

Die Ergebnisse werden in kg CO₂ pro Gebäudenutzer und Jahr ausgewiesen (kg CO₂-Äquivalent/Anzahl Nutzer*a).

Die Ergebnisse werden außerdem zum Vergleich verschiedener Gebäude untereinander in kg CO₂ pro m² Wohnfläche und Jahr ausgewiesen (z.B. kg CO₂-Äquivalent/m²*a).

Die Trennbarkeit der Bauteile wird aktuell noch nicht bewertet. Grundsätzlich soll der Aufwand zur Trennung von Bauteilen in die Methode der Ökobilanz integriert werden.

Bilanzraum und Abschneidekriterien

Die Systemgrenze der Ökobilanz entspricht dem Bilanzraum des betrachteten Objekts.

Für die Gebäudekonstruktion werden die Bauteile der Kostengruppen 300 und 400 nach DIN 276 berücksichtigt. Folgende Bauteilgruppen sind zu berücksichtigen:

- Flach- und Tiefgründungen, Unterböden und Bodenplatten inklusive Bodenbelägen, notwendige Bauwerksabdichtungen
- Außenwände (getrennt für alle im Gebäude vorhandenen Regelaufbauten, z.B. Kelleraußenwand und Außenwand gegen Außenluft) inklusive Bekleidungen sowie Außenstützen
- Fenster und Türen in Außenwänden inklusive Sonnenschutzsysteme
- Innenwände (getrennt für alle im Gebäude vorhandenen Regelaufbauten, z.B. tragende Innenwand und leichte Trennwand) inklusive Bekleidungen sowie Innenstützen
- Innenfenster und Innentüren
- Decken inklusive Belägen und Bekleidungen
- Dächer inklusive Belägen und Bekleidungen
- Wärmeerzeugungsanlagen
- Lüftungs-, Teilklima- und Klimaanlage sowie Kälteanlagen
- Eigenstromversorgungsanlagen (z.B. PV-Anlagen)
- Niederspannungsinstallationsanlagen insbesondere Kabel und Leitungen (überschlägig kann mit 7,5m Kabel/m²NF gerechnet werden)
- Übertragungsnetze von fernmelde- und informationstechnischen Anlagen (überschlägig kann mit 1m Kabel/m²NF gerechnet werden)
- Aufzugsanlagen

Für Bauteile der Kostengruppe 300 sind die Regelaufbauten der Bauteile zu bilanzieren. Anschlusspunkte von Bauteilen und andere Sonderkonstruktionen werden ausgelassen.

Für die Bauteile der Kostengruppe 400 sind die Hauptkomponenten zu bilanzieren.

Für die einfache Erfassung der Baustoffmengen im Gebäude im Rahmen von frühen Planungsphasen stellt AktivPlus ein eigenes Werkzeug zur Verfügung.

Es werden nur Bauteile in der Ökobilanz berücksichtigt, die neu in das Gebäude eingebaut werden. Wiederverwendete vorhandene Baukonstruktion (z.B. der Rohbau im Rahmen einer Modernisierung) werden ebenso wie wieder verwendete Bauteile nicht berücksichtigt und gehen lastenfrei in die Betrachtung ein. Hinsichtlich der Nutzungsdauern von Bauteilen und den gewählten Entscheidungswegen sind die Vorgaben aus eLCA zu verwenden bzw. zu übernehmen.

Die Bilanzierung des Gebäudebetriebs erfolgt auf Basis der Ergebnisse aus Kriterium „Endenergie“. Für den Gebäudebetrieb werden alle von außen bezogenen Energieträger in die Betrachtung einbezogen. Des Weiteren werden alle über die abgegebene Energien mittels Gutschrift berücksichtigt. Bei elektrischer Energie erfolgt dies über eine Verrechnung mit dem Datensatz „Strom Mix; 1 kWh (de)“ aus der ÖKOBAUDAT verwendet. Wird die elektrische Energie in einem Elektroauto verwendet, kann stattdessen der vermiedene Betrieb eines Benzin betriebenen Autos angerechnet werden. Dazu wird die genutzte Strommenge durch einen durchschnittlichen Verbrauch von 15kWh/km geteilt und so in km Fahrleistung umgerechnet. Diese durchschnittliche vermiedene Fahrleistung wird mit dem Datensatz " PKW (Benzin) EURO 4" aus der Ökobau.dat in CO₂-Emissionen umgerechnet und von der Gesamtbilanz des Gebäudes abgezogen. Bei thermischer Energie erfolgt eine Verrechnung

CO₂-BILANZ (ÖKOBILANZ)

mittels der spezifischen CO₂-Emissionen des jeweiligen Fernwärmnetzes, in das die Wärme abgegeben wird. Liegen keine spezifischen CO₂-Emissionen für das Fernwärmenetz vor, ist der Datensatz "Nutzung - Fernwärme (20-120 kW, entspr. EnEV)" aus der ÖKOBAUDAT zu verwenden.

Betrachtete Wirkungskategorien

Folgende Wirkungskategorien sollen betrachtet und ausgewiesen werden:

- Globale Erwärmung (GWP)
- Ozonabbau (ODP)
- Versauerung von Boden und Wasser (AP)
- Eutrophierung (Anreicherung von Nährstoffen / Überdüngung)
- photochemische Ozonbildung
- Verknappung von abiotischen Ressourcen (Stoffe)
- Verknappung von abiotischen Ressourcen (fossile Energieträger)

Für den Beitrag zur globalen Erwärmung (Klimawandel / GWP) werden die Zielwerte der 2.000 Watt Gesellschaft als Vergleichswert angegeben. Für die übrigen Umweltwirkungskategorien liegen noch keine vergleichbaren Zielwerte vor. Die Ergebnisse dieser Kategorien werden von AktivPlus mit der Ziel einer Referenzwertbildung erfasst.

Anforderungen an die Daten / Datenquellen

Für die Erstellung der Ökobilanz können die Daten der ÖKOBAUDAT Datenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) sowie die EPDs in Deutschland anerkannter Programhalter für Typ III Umweltproduktdeklarationen verwendet werden. Daten ausländischer Umweltproduktdeklarationen können verwendet werden, wenn sie hinsichtlich der Berechnungsgrundlagen dem Vorgehen deutscher Programhalter entsprechen.

Vorgehen und Hilfsmittel

Für die Ermittlung der verbauten Stoffmengen im Gebäude und für übliche Bauteilaufbauten stellt AktivPlus ein excelbasiertes Werkzeug zur Massenermittlung zur Verfügung, dessen Ergebnisse in vorbereitete Vorlagen im Ökobilanztool eLCA (frei zugänglich im Internet unter www.bauteileditor.de) übertragen werden. Auf Basis dieser überschlägig erfassten Massen und Bauteile sind erste Abschätzungen für Planer und Bauherrn möglich. Des Weiteren können die Eingaben anschließend an die reale Planung angepasst werden. Der Aufwand für die Erfassung von Baumassen und die Eingabe von Bauteilaufbauten wird dadurch erheblich reduziert.

Vorgehen:

1. Überschlägige Ermittlung der Bauteilflächen mit dem AktivPlus-Exceltool auf Basis früh im Planungsprozess bekannter Angaben (z.B. geplante Wohnfläche, Anzahl Geschosse, Umfang).
2. Auswahl einer Bauteilvorlage (xml-Datei) auf der Homepage des AktivPlus e.V. Die Bauteilvorlagen sind ein Set typischer Bauteilaufbauten für unterschiedliche Konstruktionsweisen.
3. Laden der Bauteilvorlage in eLCA und Anpassung der Bauteilflächen aus den Ergebnissen des Excel-Tools.
4. Vergleich der Ergebnisse mit den unter „Bewertung“ angegebenen Zielwerten und gegebenenfalls Optimierung der Planung.

BEWERTUNG

Als Grenzwert für AktivPlus werden die (Etappen-)Zielwerte der 2.000 Watt Gesellschaft für das Jahr 2050 nach SIA 2040 herangezogen. Auf diese Weise sollen die langfristig für den Planeten vertretbaren Verbräuche und Emissionen bei Neubauten AktivPlus-Standard erreicht werden. Maßgeblich für die Bewertung sind die Werte pro Person. Diese sind zur besseren Vergleichbarkeit mit einem durchschnittlichen Flächenbedarf von 46,5m²/Person¹ auf Quadratmeter umgerechnet. Für die Bewertung sind die Gesamt-CO₂-Emissionen pro Jahr maßgeblich. Die Verteilung auf Erstellung und Betrieb dient lediglich zur Orientierung.

TOOLS, HILFSMITTEL UND NORMEN

Tools

- Excel-Tool zur vereinfachten Massenermittlung in frühen Planungsphasen
- Kostenloses Online-Ökobilanztool eLCA abrufbar im Internet unter www.bauteileditor.de
- xml-Vorlagen für eLCA für verschiedene Bauweisen

Video

- Videotutorial zur Vorgehensweise bei der Ökobilanzierung von Gebäuden

Literatur

- Guinée, Jeroen B. (ed.): Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 2004.
- Klöpffer, Walter / Grahl, Birgit: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: WILEY-VCH 2009.

Normen

- DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- DIN EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen
- DIN EN 15643-1 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen
- DIN EN 15643-2 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden Teil 2: Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität
- DIN EN 15978 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden Berechnungsmethode
- DIN EN 15804 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- DIN EN ISO 14020 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Allgemeine Grundsätze
- DIN ISO 14025 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Typ III Umweltdeklarationen Grundsätze und Verfahren

Datenquellen

- ÖKOBAUDAT des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. URL: <http://www.oekobaudat.de/home.html>
- Umweltproduktdeklarationen (EPD) des Institut Bauen und Umwelt e.V.. URL: <http://bau-umwelt.de>
- Umweltproduktdeklarationen (EPD) des ift Rosenheim. URL: <https://www.ift-rosenheim.de/environmental-product-declara>

¹) Statistisches Bundesamt, Wiesbaden: Wohnungen. Abrufbar im Internet. URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/Wohnen/Tabellen/Wohnungsbestand.html>. Stand: 31.08.2016.