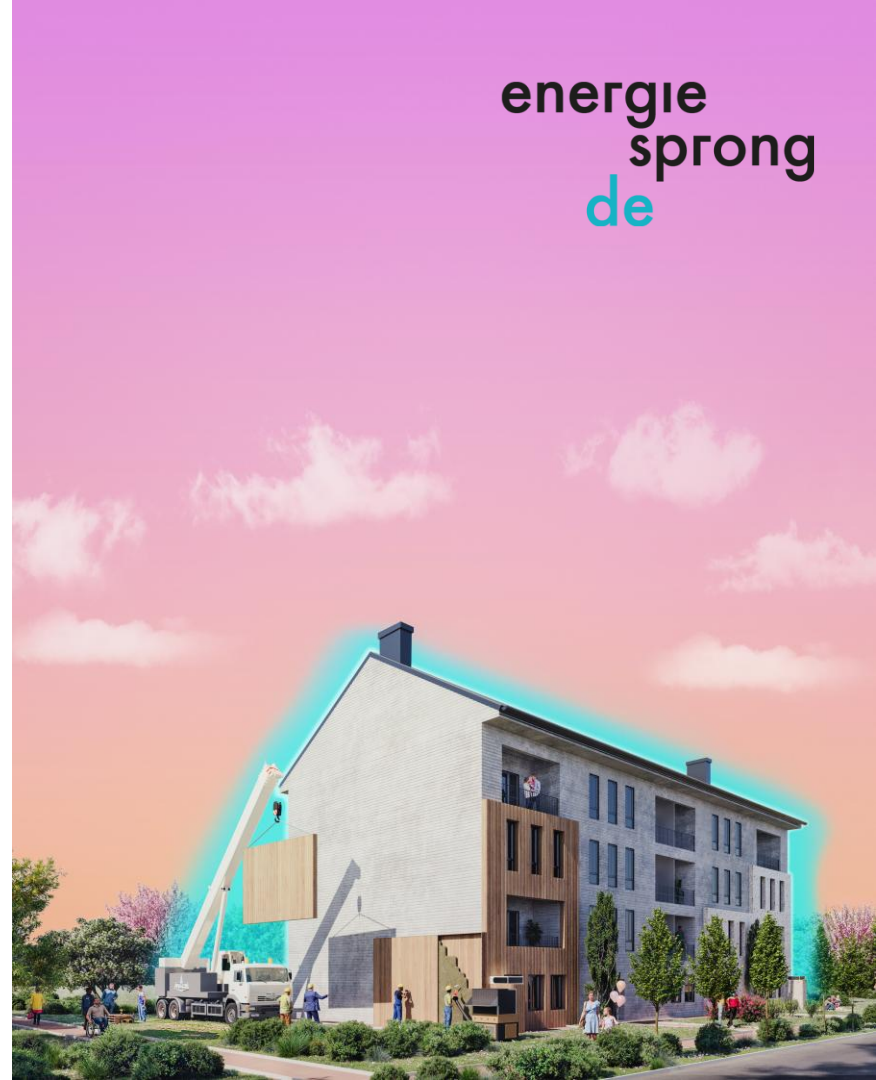


Neue Erkenntnisse aus der Lebenszyklusanalyse für das Serielle Sanieren

weberbrunner pischetsrieder architektur
und FrieNa – Friedel Nachhaltigkeitsberatung

Ein Projekt der

dena



1. Welche CO₂-Optimierungspotenziale liegen in der Konstruktion?

THG-Emissionen

nach Sektoren

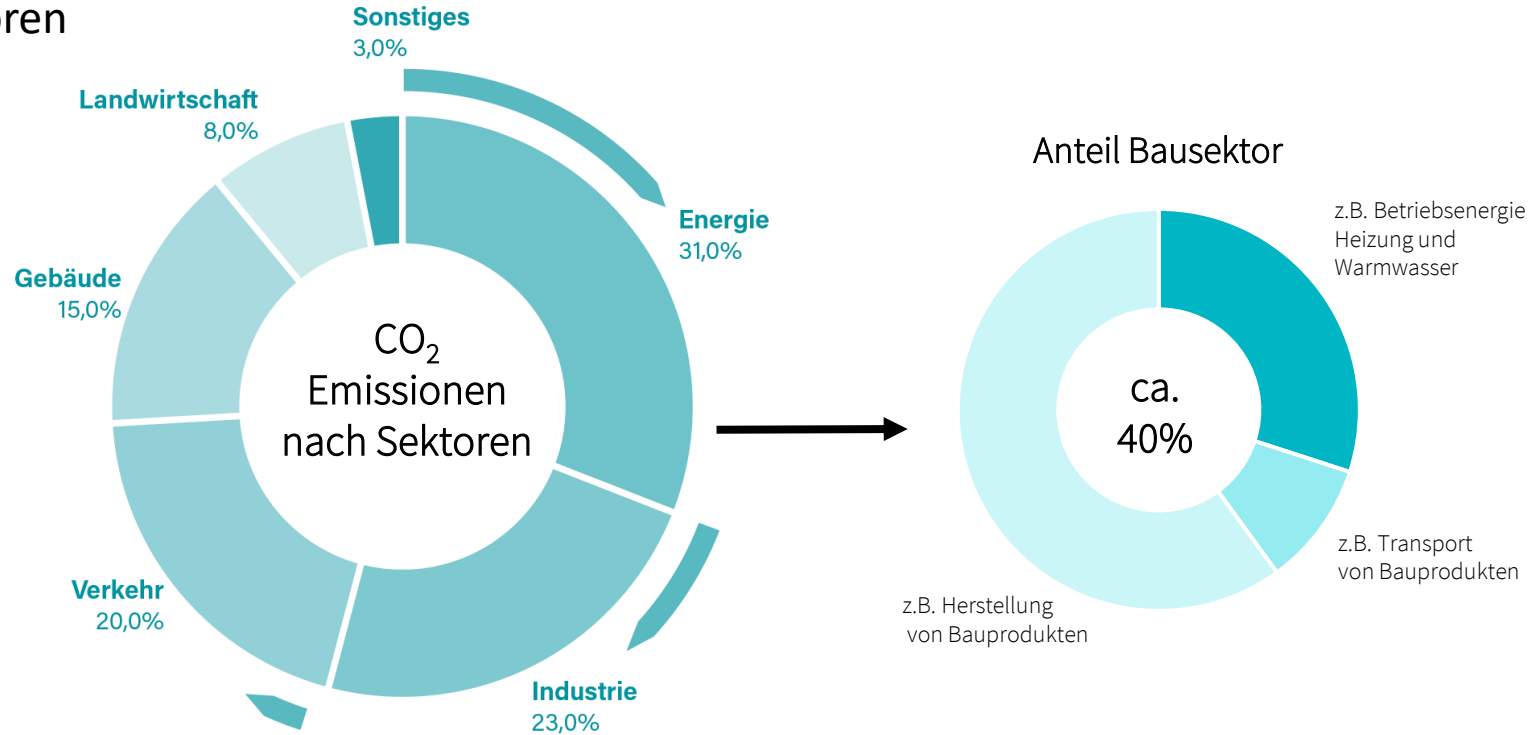
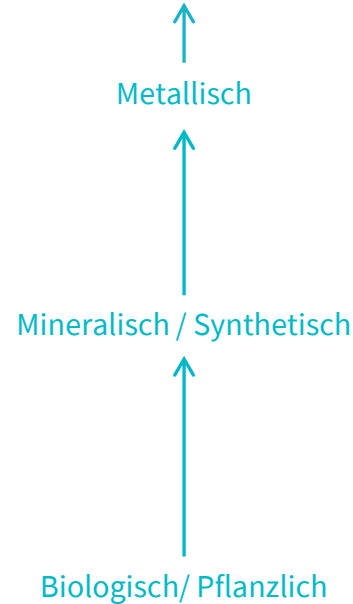
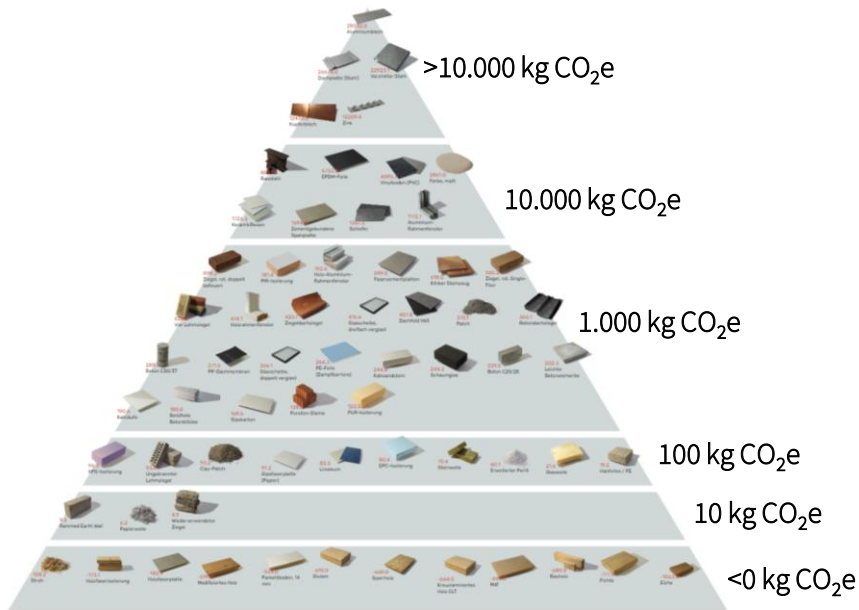


Abbildung 1: Darstellung nach BBSR (2020): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland

THG-Emissionen

verschiedener Materialien



Materialien, die hohe THG-Emissionen haben, sollten so wenig wie möglich und immer wieder verwendet werden.

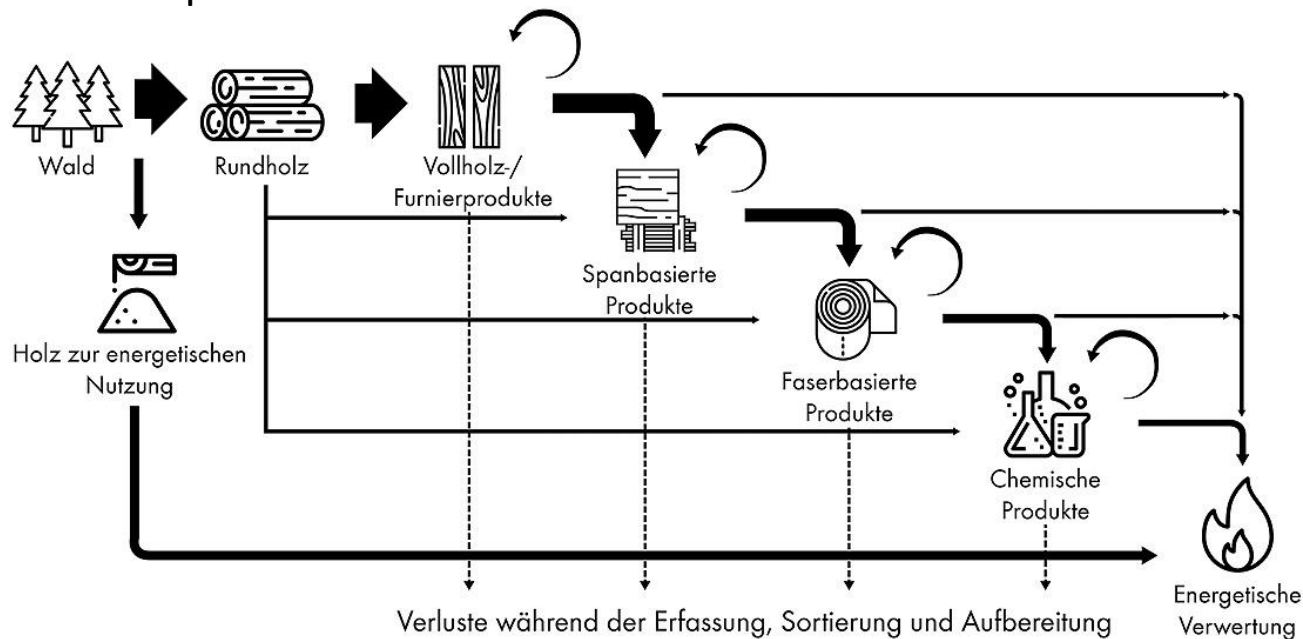
Sinnvoller Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Sekundärbaustoffen sind zu bevorzugen.

* bez. auf die Module A1-A3, pro m³ Material

Abbildung 2: CINARK – Centre for Industrialized Architecture (2019): *The Material Pyramid*

Kaskadennutzung

am Beispiel von Holz



Die Materialien sollten so lange wie möglich im Kreislauf gehalten werden. Eine Kaskadennutzung sollte immer das Ziel sein, d.h. eine mehrstufige stoffliche Verwendung ist der thermischen Verwertung (Verbrennung) vorzuziehen bzw. vorzuschalten.

Abbildung 3: Weidner, S. et al(2021): Graue Emissionen im Bauwesen – Bestandsaufnahme und Optimierungsstrategien

2. Modellprojekt

Eckdaten Modellprojekt



Bestandsgebäude



Gebäude saniert – Nordseite

Baujahr: 1962
Standort: Schäferkamp 33-37/Suthwiesenstr. 55-59
Energieträger: Gas – Nahwärmanlage Heizung, WW Dez.
Anzahl Wohneinheiten: 72 – 2 Gebäudekörper
NRF: ca. 3.018 m²*
Energieeffizienzklasse: F
Endenergiebedarf: ca. 190 kWh/m²a

Fertigstellung: 2026
Energieträger: Fernwärme / Wärmepumpe / PV
Warmwasser: 2 Varianten Zentral und Dezentral
Modernisierte Bauteile: Gebäudehülle, Balkonanlage, Innenausbau, Treppenhaus, Heizung und Warmwasser
Energieeffizienzklasse: KfW – EH 55 / A
Endenergiebedarf: ca. 48 kWh/m²a

*Für die Szenarien saniert/unsaniert wurde die gleiche NRF angenommen



Lageplan



Gebäude saniert – Südseite

Abbildung 4-7: TAG-Immobilien AG: Modellprojekt in Salzgitter (Bilder und Daten von TAG-Immobilien)

Baustellenrundgang



Ansicht



Einbau der vorgefertigten
Holzrahmenbauwände



Ausbau der alten Fenster



Detail Kragkonsolen



Detail Brandblech und Holzfassade

Abbildung 12-16: Marie Heyer, weberbrunner pischetsrieder architektur: *Modellprojekt in Salzgitter*, Stand: 16. April 2026

3. Methodik

Betrachtete Indikatoren

Treibhausgasemissionen = Global Warming Potential (GWP)

Für alle Bauteile und TGA berechnet und ausgewiesen: GWP_{total} A1-A3, B4, C3, C4

Für die Betriebsenergie: GWP_{total} B6.1

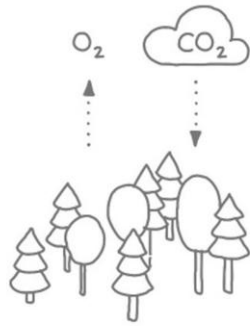
In $kg\ CO_2e/m^2$ NREa auf Gebäudeebene, bei Detailvergleich der Bauteile $kg\ CO_2e/m^2$ Bauteilfläche

Kohlenstoffspeicherpotential = Carbon Storage Potential (CSP)

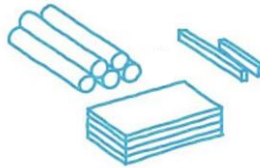
Für nachwachsende Rohstoffe berechnet und ausgewiesen: $GWP_{biogenic}$ A1-A3

In $kg\ CO_2e/m^2$ NREa auf Gebäudeebene, bei Detailvergleich der Bauteile $kg\ CO_2e/m^2$ Bauteilfläche

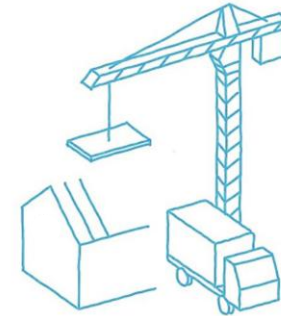
Kohlenstoffspeicherpotential



1 m³ Holz speichert in der Wachstumsphase ca. 1.000 kg CO₂ bzw. ca. 250 kg Kohlenstoff.



Dieser Effekt wird als Kohlenstoffspeicherpotential (engl. Carbon Storage Potential, CSP) bezeichnet. Sowohl Holz als auch weitere nachwachsende Rohstoffe verfügen über ein solches CSP.



In der seriellen Sanierung kommen viele nachwachsende Rohstoffe zum Einsatz. Solange diese im Stoffkreislauf verbleiben, bleibt der darin gebundene Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen.

Abbildung 17: Kohlenstoffspeicherpotential, eigene Darstellung

Betrachtete LCA-Module

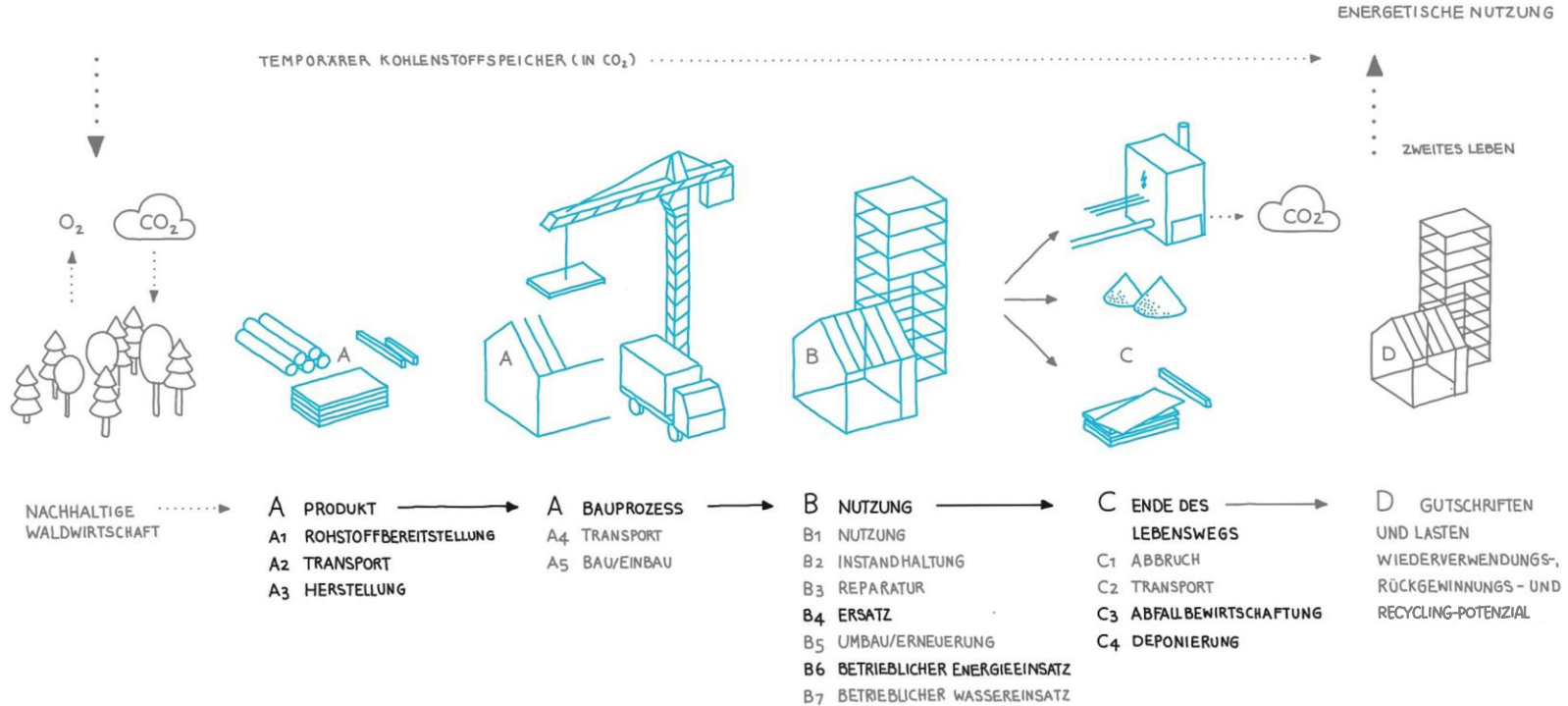


Abbildung 18: Darstellung nach S. Djahanschah et al (2022): *Lebenszyklus eines Gebäudes nach DIN EN 15978 und DIN EN 15804*, DBU Bauband 4, Wohnquartier in Holz

Vorgehensweise

LCA Erstellung des
Modellprojekts
Szenario A-C



- unsaniert
- seriell saniert
- konventionell saniert

LCA Variantenuntersuchung mit
Konstruktionsvergleich und Optimierungen

- Varianten Anlagentechnik
- Varianten Sanierungsmaßnahmen
unterschiedlicher Baustoffe
- Varianten Energieversorgung

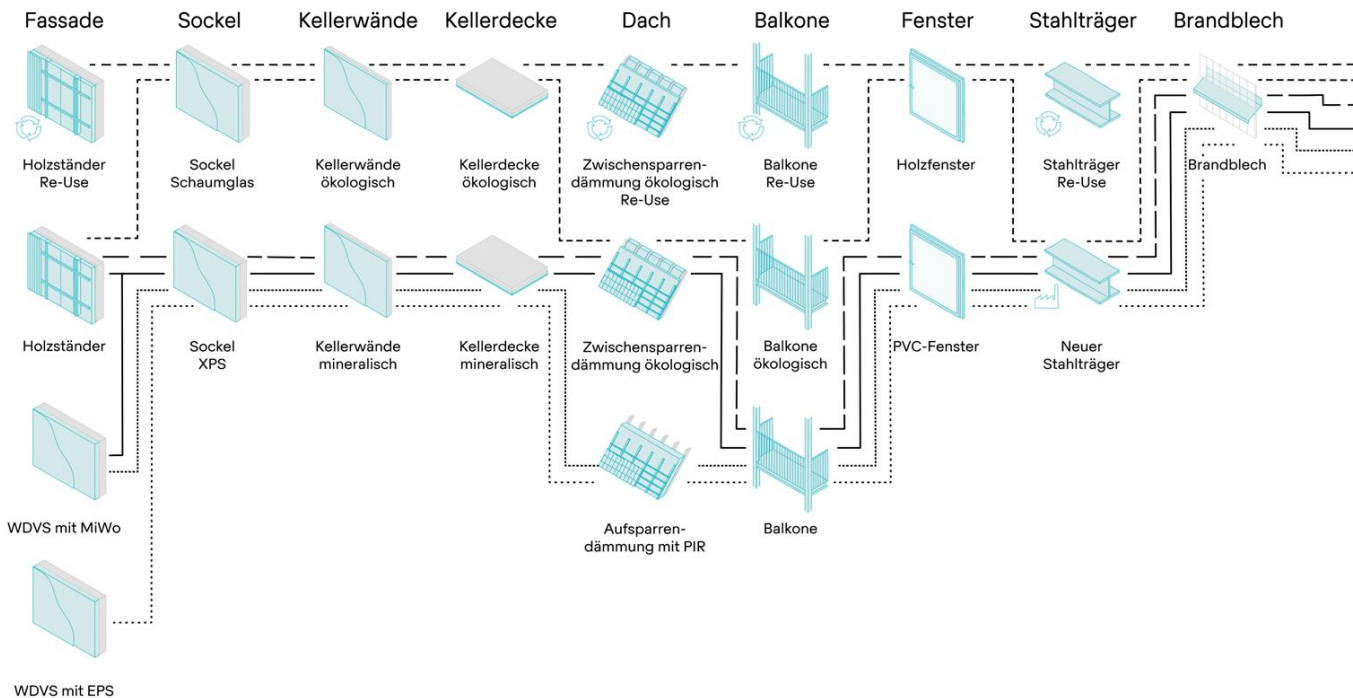


Veröffentlichung
Studienergebnisse am 08.09.2026
zum dena Energiesprong Festival

Abbildung 19: Vorgehensweise, eigene Darstellung

Sanierungsszenarien Hülle

Gebäudekonstruktion

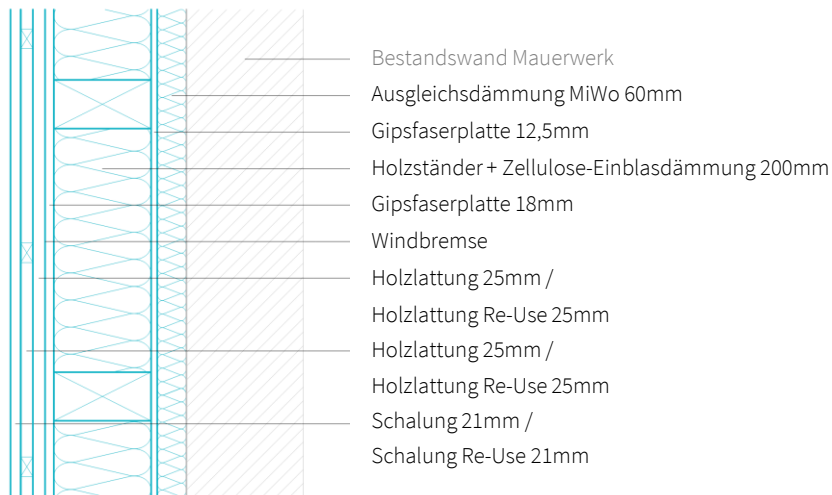


Szenario A opt.2
Szenario A opt.1
Szenario A.2
Szenario A.1
Szenario B.1
Szenario B.2

Abbildung 21: Sanierungsszenarien Gebäudekonstruktion, eigene Darstellung

Bauteilaufbau Fassade

Holzfassade seriell / Holzfassade teilw. Re-Use



Holzfassade Seriell

GWP: **25,65** kg CO₂e/m²

CSP: **-103,45** kg CO₂e/m²

Holzfassade Seriell Re-Use

GWP: **22,13** kg CO₂e/m²

CSP: **-73,14** kg CO₂e/m²

Fassade WDVS Mineralwolle / WDVS EPS



WDVS Mineralwolle

GWP: **47,43** kg CO₂e/m²

CSP: **0,00** kg CO₂e/m²

WDVS EPS

GWP: **66,11** kg CO₂e/m²

CSP: **0,00** kg CO₂e/m²

Abbildung 22-23: Bauteilaufbauten – Fassade, eigene Darstellung

Bauteilaufbau Kellerinnenwände

Kellerinnenwand Mineralwolle / EPS / Holzfaser



Kellerinnenwand MiWo

GWP: **20,55 kg** CO₂e/m²

CSP: **0,00 kg** CO₂e/m²

Kellerinnenwand EPS

GWP: **26,17 kg** CO₂e/m²

CSP: **0,00 kg** CO₂e/m²

Kellerinnenwand Holzfaser

GWP: **15,42 kg** CO₂e/m²

CSP: **-32,47 kg** CO₂e/m²

Abbildung 25: Bauteilaufbauten – Kellerinnenwände

Bauteilaufbau Kellerdecke

Kellerdecke



Kellerdecke MiWo

GWP: **21,63** kg CO₂e/m²

CSP: **0,00** kg CO₂e/m²

Kellerdecke EPS

GWP: **26,17** kg CO₂e/m²

CSP: **0,00** kg CO₂e/m²

Kellerdecke Holzfaser

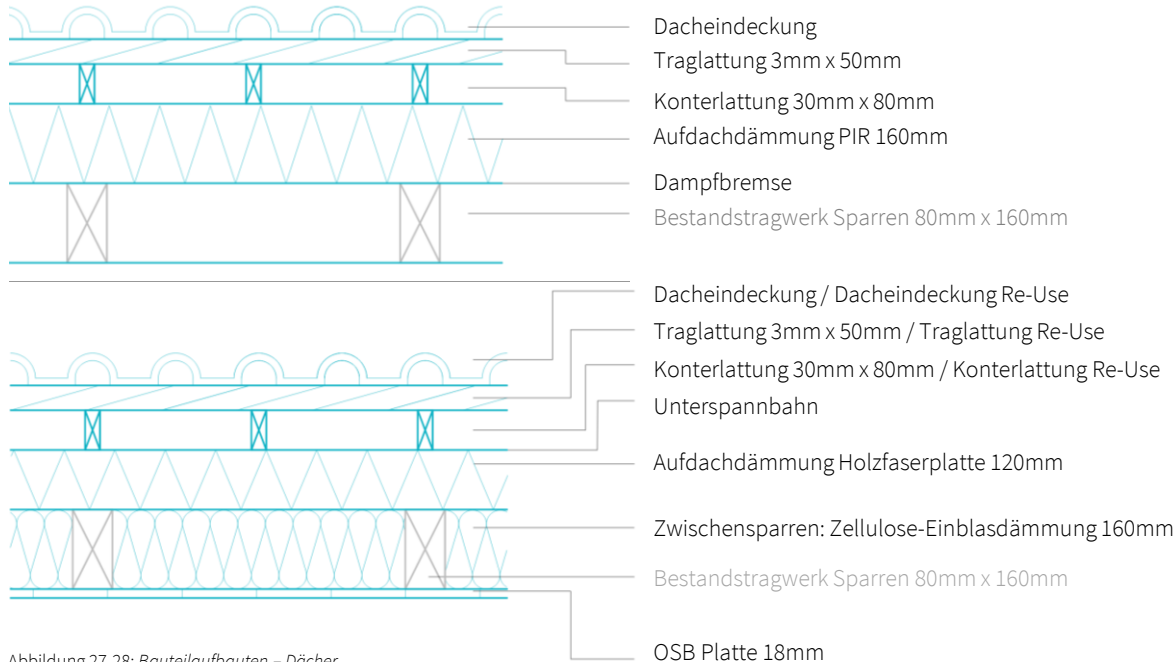
GWP: **17,43** kg CO₂e/m²

CSP: **-38,97** kg CO₂e/m²

Abbildung 26: Bauteilaufbauten – Kellerdecke

Bauteilaufbau Dach

Dachaufbauten



Dach PIR Dämmung

GWP: **64,10** kg CO₂e/m²

CSP: **-31,05** kg CO₂e/m²

Dach Holzfaser

GWP: **38,03** kg CO₂e/m²

CSP: **-87,88** kg CO₂e/m²

Dach Holzfaser + Re-Use Lattung und Dacheindeckung

GWP: **18,70** kg CO₂e/m²

CSP: **-56,83** kg CO₂e/m²

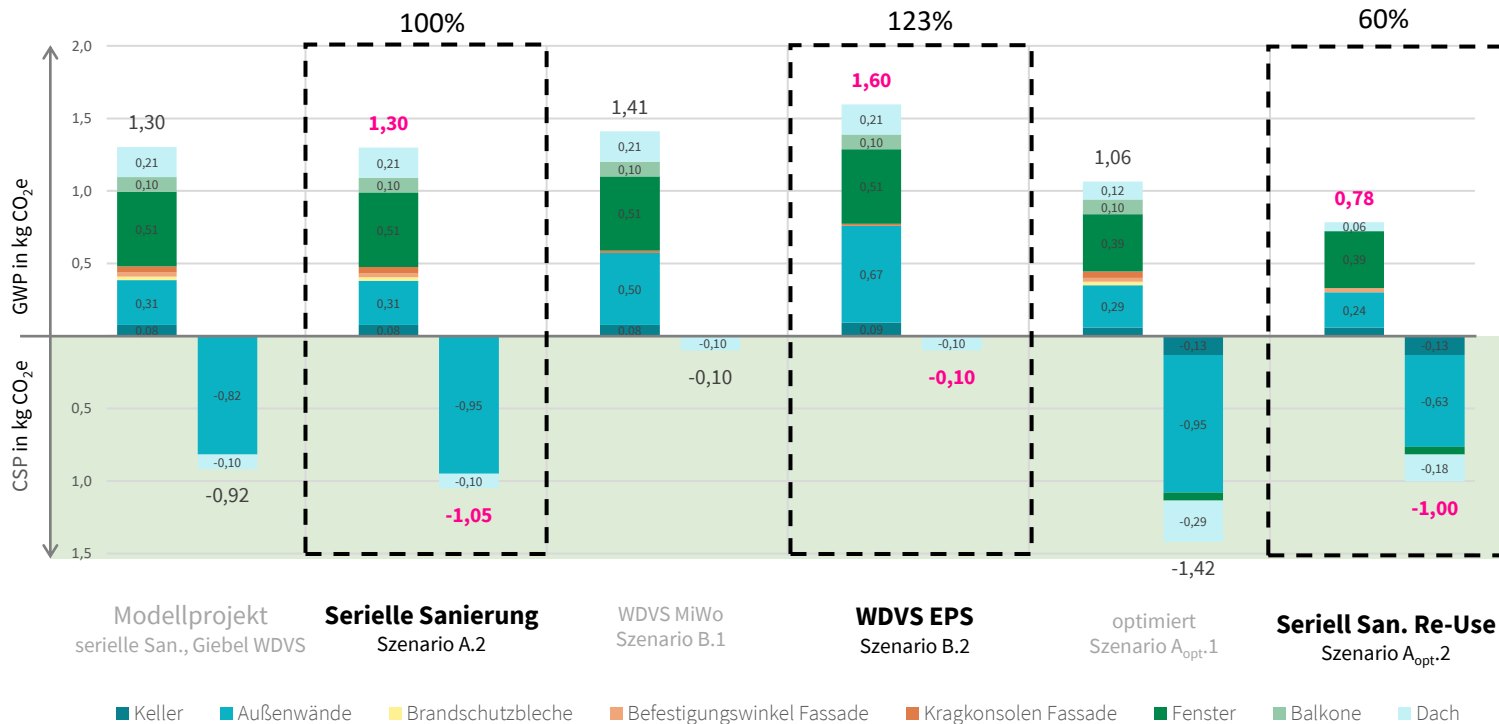
Abbildung 27-28: Bauteilaufbauten – Dächer

Ergebnisse LCA Hüllsanierung

Szenarien Gebäudesanierung (KG 300)

GWP in kg CO₂e / m² NRF a (Module A1-A3, B4, C3-C4)

CSP in kg CO₂e / m² NRF a (Module A1-A3 aus GWP biogenic)



Fazit:

Beide Ziele sind anzustreben:
So wenig wie möglich GWP zu verursachen, sowie möglichst viel CSP zu erreichen.

Vergleich:
Ein Neubau verursacht ca. 8-10kg CO₂e / m² NRFa.

6. Ergebnisse LCA gesamt

THG-Emissionen über 50 Jahre

Gebäudesanierung inkl. TGA + PV und Betrieb

GWP_{total} in t CO₂e (LCA nach DIN 15978: Module A1-A3, B4, B6.1, C3-C4)

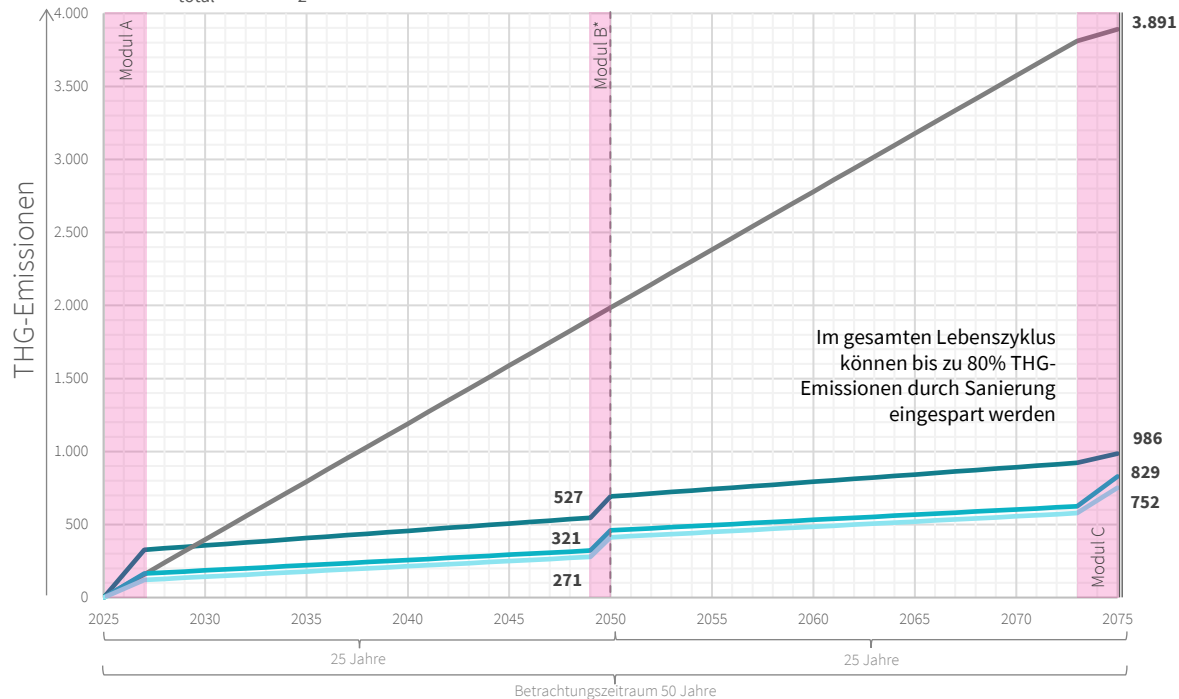


Abbildung 38: THG-Emissionen über 50 Jahre – Gebäudesanierung inkl. TGA + PV und Betrieb, eigene Darstellung

Fazit:

Der Grafik liegt der deutsche Durchschnitts-Energiemix zugrunde mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 145 g / kWh angenommen.

Die betriebsbedingten THG-Emissionen (Modul B6) können in Abhängigkeit z.B. von PV-Erträgen, Strommix, Nutzungsenergie etc. variieren.

Es wird deutlich, wie relevant die Gebäudesanierung im gesamten Lebenszyklus ist.

*Exemplarisch sind die Instandhaltungs- und Ersatzmaßnahmen (Modul B4) gebündelt nach 25 Jahren dargestellt.

- WdVS-Sanierung (B.1a)
- Serielle Sanierung (A.2a)
- Serielle S. mit Re-Use (A.opt.2a)
- Bestand mit FW mix (C.)

THG-Emissionen über 50 Jahre

Gebäudesanierung inkl. TGA + PV und Betrieb

GWP_{total} in t CO₂e (LCA nach DIN 15978: Module A1-A3, B4, B6.1, C3-C4)

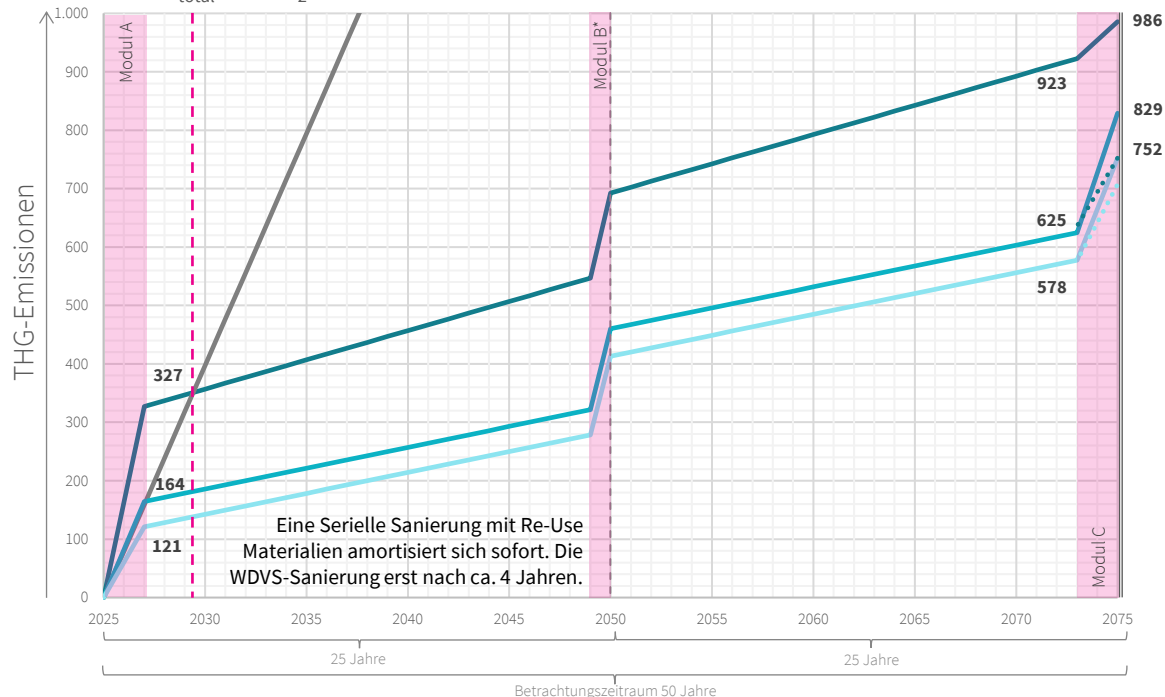


Abbildung 39: THG-Emissionen über 50 Jahre – Gebäudesanierung inkl. TGA + PV und Betrieb (Detailansicht), eigene Darstellung

Fazit:

Umso früher die THG-Emissionen verursacht werden, umso schädlicher sind diese für das Klima.

Wenn am Lebenszyklusende der biobasierten Szenarien von einer stofflichen Verwertung ausgegangen wird, können zusätzlich ca. 140t CO₂e eingespart werden.

*Exemplarisch sind die Instandhaltungs- und Ersatzmaßnahmen (Modul B4) gebündelt nach 25 Jahren dargestellt.

** Für die stoffliche Verwertung wurde das Modul B angenommen.

- Annahme stoffliche Verwertung
- WdVS-Sanierung (B.1a)
- Serielle Sanierung (A.2a)
- Serielle S. mit Re-Use (A.opt.2a)
- Bestand mit FW mix (C.)

THG-Emissionen über 50 Jahre

Gebäudesanierung ohne Betrieb

GWP_{total} in t CO₂e (LCA nach DIN 15978: Module A1-A3, B4, C3-C4)

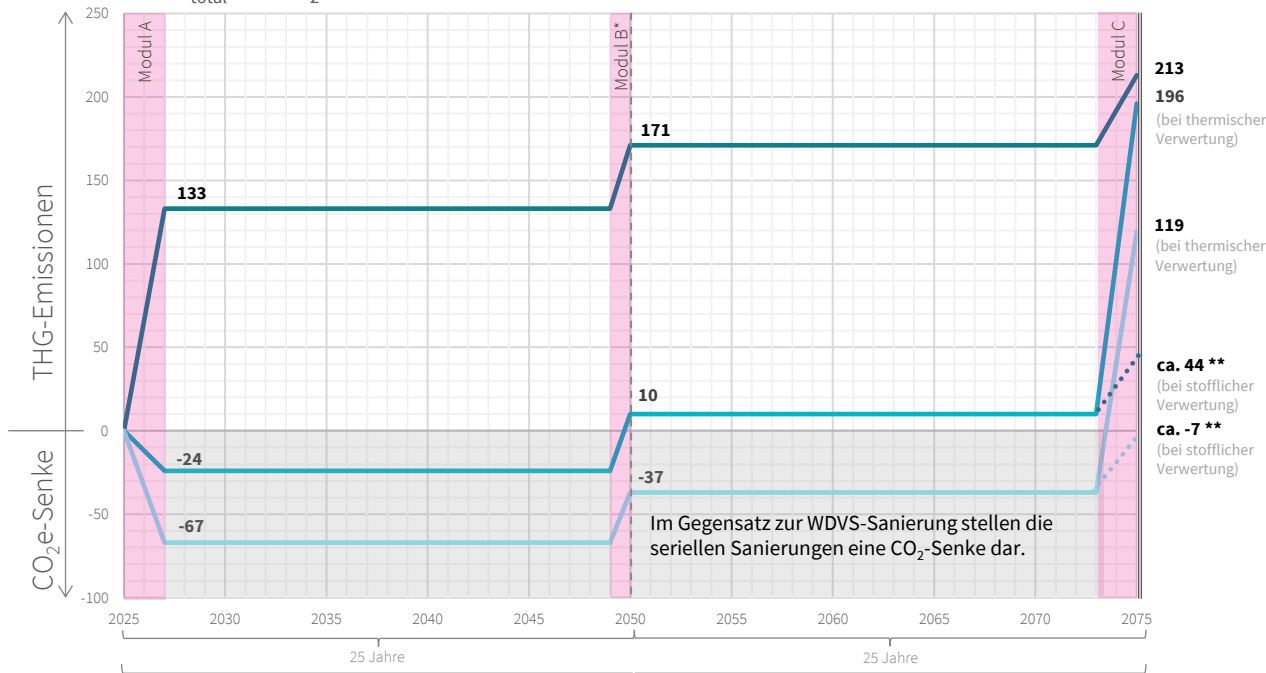


Abbildung 36: THG-Emissionen über 50 Jahre – Gebäudesanierung ohne Betrieb, eigene Darstellung

Fazit:

Die Darstellung zeigt eindrücklich, dass bei einer WDVS-Sanierung deutlich mehr THG-Emissionen verursacht werden – am meisten zu Beginn. Biobasierte Baustoffe speichern den eingelagerten Kohlenstoff während der Nutzungsphase und setzen diesen, bei einer thermischen Verwertung, erst zum Ende des Lebenszyklus frei.

*Exemplarisch sind die Instandhaltungs- und Ersatzmaßnahmen (Modul B4) gebündelt nach 25 Jahren dargestellt.

** Für die stoffliche Verwertung wurde das Modul B angenommen.

... Annahme stoffliche Verwertung

■ WDVS-Sanierung (B.1a)

■ Serielle Sanierung (A.2a)

■ Serielle S. mit Re-Use (A.opt.2a)

THG-Emissionen über 50 Jahre

Gebäudesanierung inkl. TGA + PV ohne Betrieb

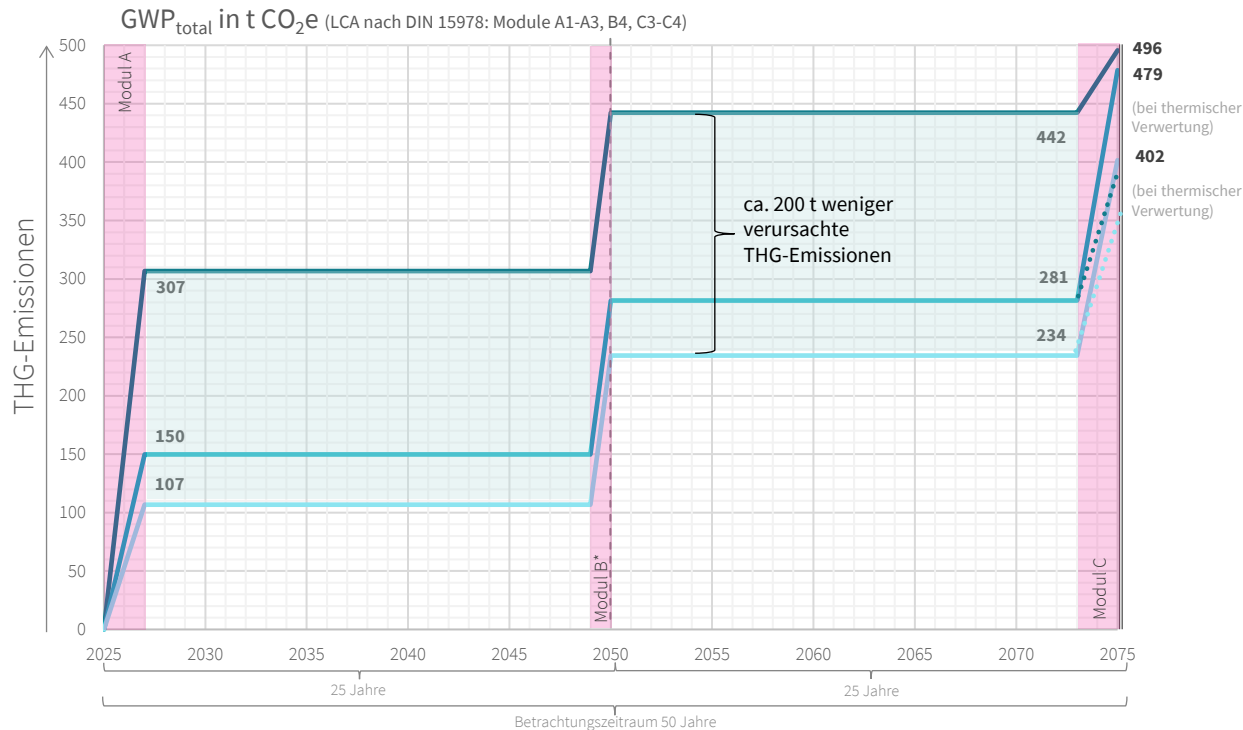


Abbildung 37: THG-Emissionen über 50 Jahre – Gebäudesanierung inkl. TGA + PV ohne Betrieb, eigene Darstellung

Fazit:

Auch wenn in der Gesamtbetrachtung über 50 Jahre die Sanierungen ähnlich abschneiden, wird sichtbar, dass der große Unterschied während der Nutzungsphase ist.

So verursacht die konventionelle Sanierung mit WDVS in der 1.Hälfte ca. 200 t CO₂e mehr, als die Vergleichsszenarien. Die Annäherung der Szenarien erfolgt insbesondere zum Lebenszyklusende, wenn von einer thermischen Verwertung ausgegangen wird.

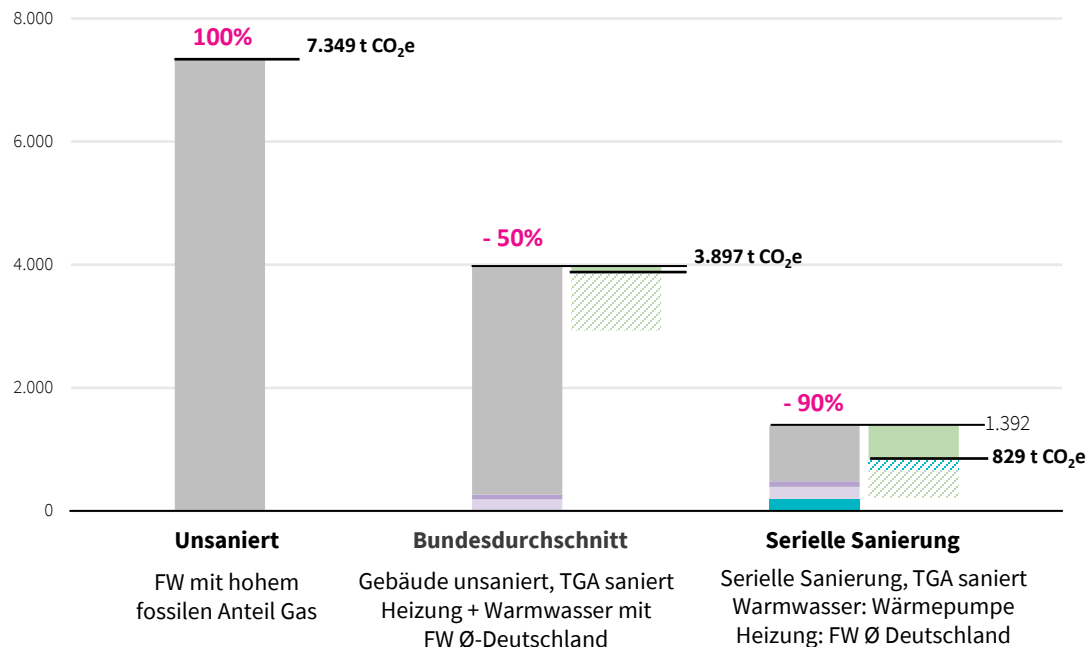
*Exemplarisch sind die Instandhaltungs- und Ersatzmaßnahmen (Modul B4) gebündelt nach 25 Jahren dargestellt.

** Für die stoffliche Verwertung wurde das Modul B angenommen.

- Annahme stoffliche Verwertung
- WDVS-Sanierung (B.1a)
- Serielle Sanierung (A.2a)
- Serielle S. mit Re-Use (A.opt.2a)

7. Fazit

Art der Energieversorgung



Erkenntnis:

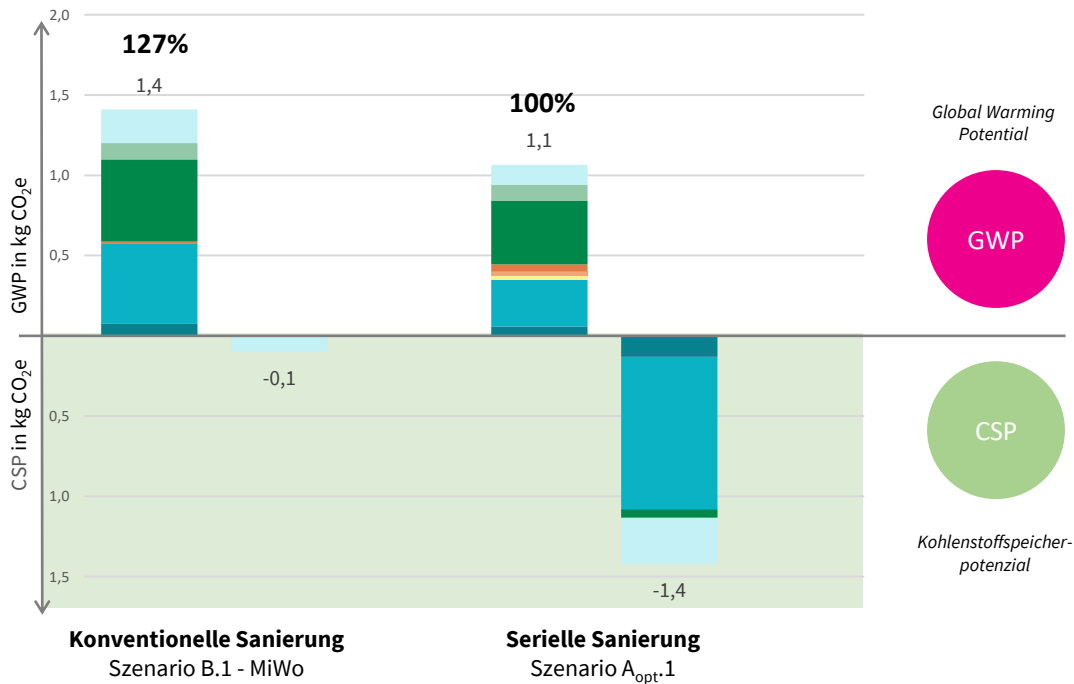
Im Vergleich zum Szenario „Nicht Sanieren“ zeigt sich, dass die CO₂-Bilanz maßgeblich von der Art der Energieversorgung abhängt.

Legende

- PV Abzug
- CSP
- PV: Modul D2
- Betriebsenergie
- PV-Anlage
- Technische Anlagen
- Gebäudesanierung

GWP in t CO₂e (LCA nach DIN 15978: Module A1-A3, B4, B6.1, C3-C4 sowie dargestellt Modul D2 PV und CSP)

Bedeutung des zirkulären Bauens



Erkenntnis:

Serielles und zirkuläres Sanieren ermöglicht, nicht nur THG-Emissionen zu reduzieren, sondern zusätzlich CO₂-Emissionen der Atmosphäre zu entziehen und als Kohlenstoff in der Fassade einzulagern.

Wenn zirkuläre Prinzipien verfolgt werden, wird das CO₂ möglichst lang im Kreislauf gehalten.

Legende

- Keller
- Brandschutzbleche
- Kragkonsolen Fassade
- Balkone
- Außenwände
- Befestigungswinkel Fassade
- Fenster
- Dach

LCA Fazit



Das Szenario „Serielle Sanierung“ spart im Vergleich zum unsanierten Szenario **rund 3.000 t CO₂e** ein.

Dies entspricht **ca. 2.500** einfachen Flügen (Oneway) einer Person von Berlin nach New York.*



Durch die Verwendung nachwachsender Rohstoffe werden bei dem Szenario „Serielle Sanierung“ **rund 160 t CO₂e** langfristig als Kohlenstoff gebunden.

Dies entspricht der Speicherleistung von **ca. 160 Buchen** im Alter von 70 Jahren.**

Abbildung 44: Fazit THG-Emissionen und Kohlenstoffspeicherungspotential der seriellen Sanierung, eigene Darstellung