

Leichte Tragstrukturen für PV-Anlagen über Verkehrsflächen

Minimierung ökologischer Kosten

Sebastian Üblacker B.Sc.

Bauingenieurwesen im Hochbau

Betreuung der Arbeit durch: FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Jaksch



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA

Problemstellung und Methodik

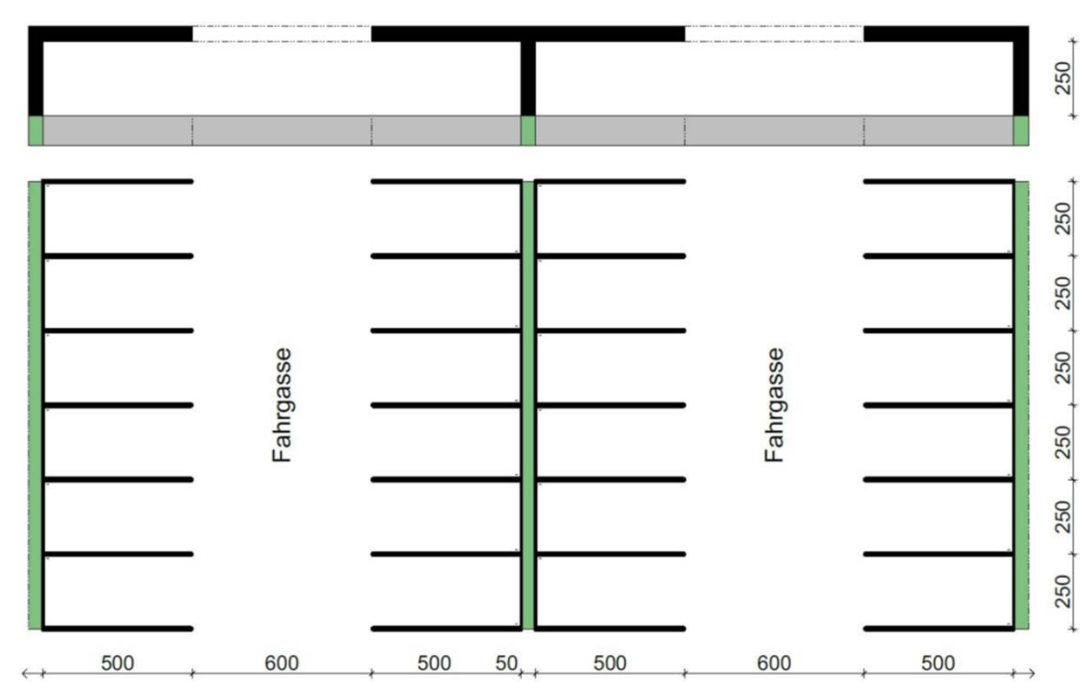
Die Arbeit untersucht die Integration von Photovoltaikanlagen in Verkehrsflächen, speziell die ökologischen Auswirkungen verschiedener Tragkonstruktionen, um die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch zu bewerten. Angesichts des Klimawandels ist die Umstellung auf erneuerbare Energien wie Photovoltaik entscheidend. Die Nutzung bereits versiegelter Flächen, wie Verkehrsflächen, reduziert den zusätzlichen Flächenbedarf und unterstützt die CO₂-Neutralität.

Ziel ist es, baustatische Konzepte für Photovoltaiküberdachungen zu analysieren und hinsichtlich ihrer Energie- und CO₂-Bilanz zu bewerten. Es soll ermittelt werden, welche Konstruktionen durch die Energieerträge der Photovoltaik kompensiert werden können und wie lange dieser Ausgleich dauert.

Anhand einer Marktanalyse werden sechs unterschiedliche Tragkonstruktionen (aus Holz und Metall) für eine Parkplatzanlage baustatisch entworfen. Anschließend werden Massen, Energieaufwand und CO₂-Emissionen berechnet sowie die Einsparungen durch die Photovoltaikanlage ermittelt.

Tragkonzepte und Nachweisführung

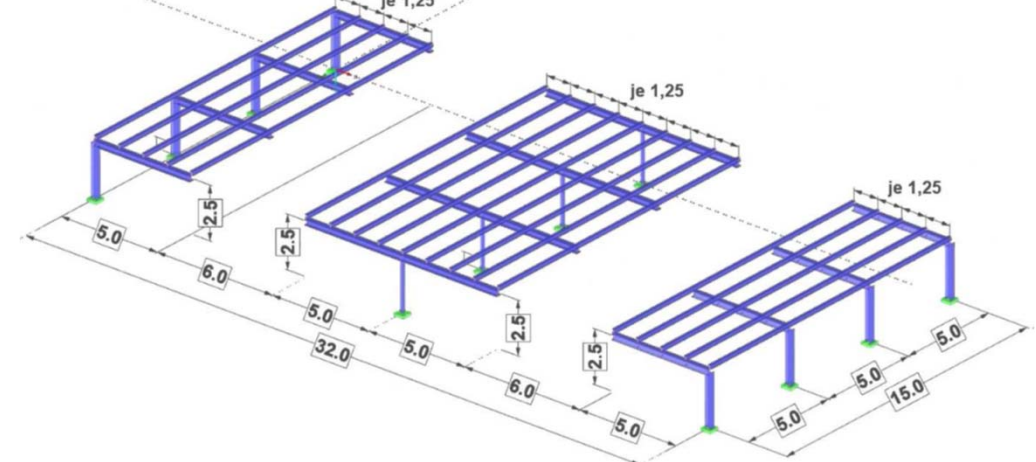
- Parkplatzgröße nach OIB-Richtlinie 4 (Version Mai 2023)
- 5020 Salzburg (durch vergl. hohe Schneelast viele Ballungszentren abgedeckt)
- Konzepte mit und ohne Zwischenstützen in der Parkfläche



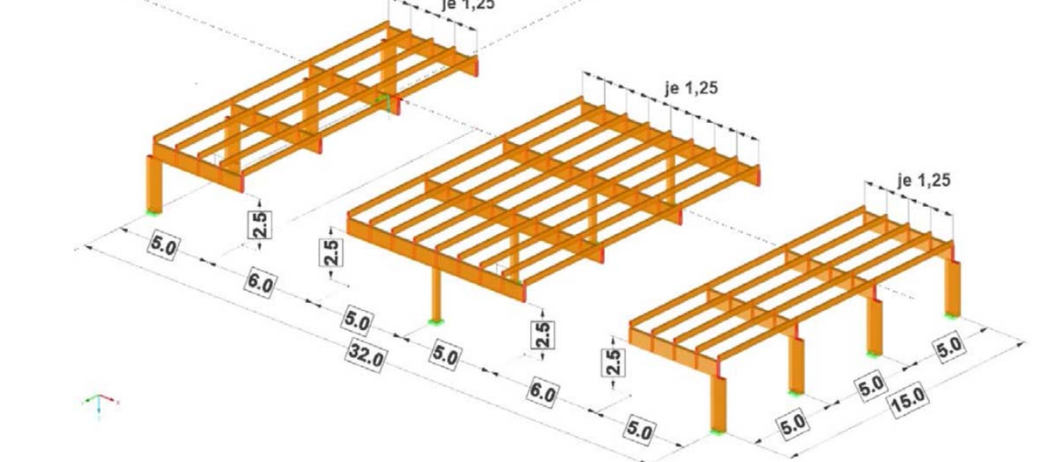
Belastungen:

- PV inkl. Unterkonstruktion = 0,5 kN/m²
- Schneelast $s_k = 1,6$ kN/m²
- Windbasisdruck $q_{b,0} = 0,39$ kN/m²
- Anpralllast 50 kN ($h = 0,5$ m)
- Keine dynamische Windbelastung infolge des Verkehrs

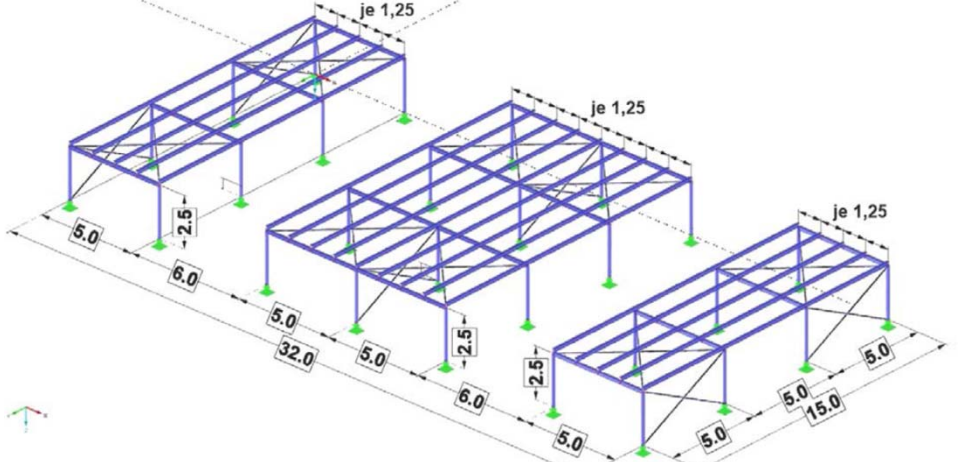
auskragende massive Stahlkonstruktion:



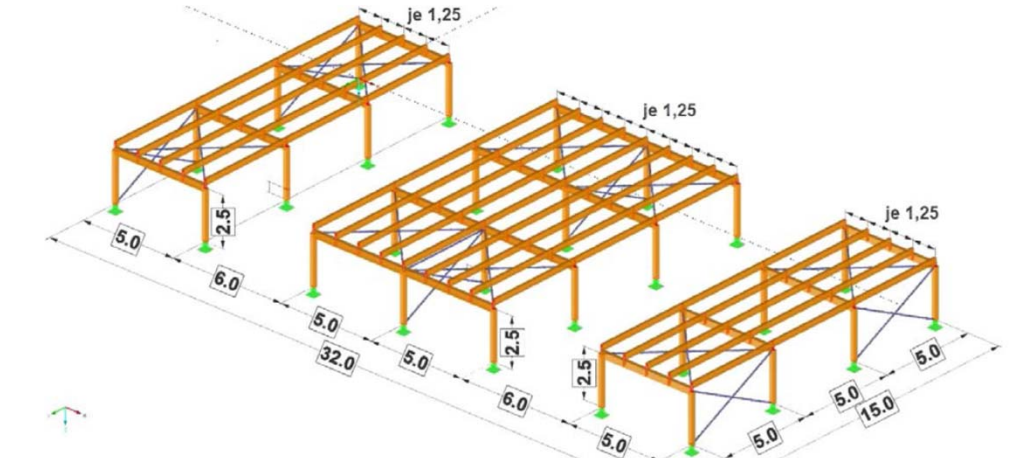
auskragende massive Holzkonstruktion:



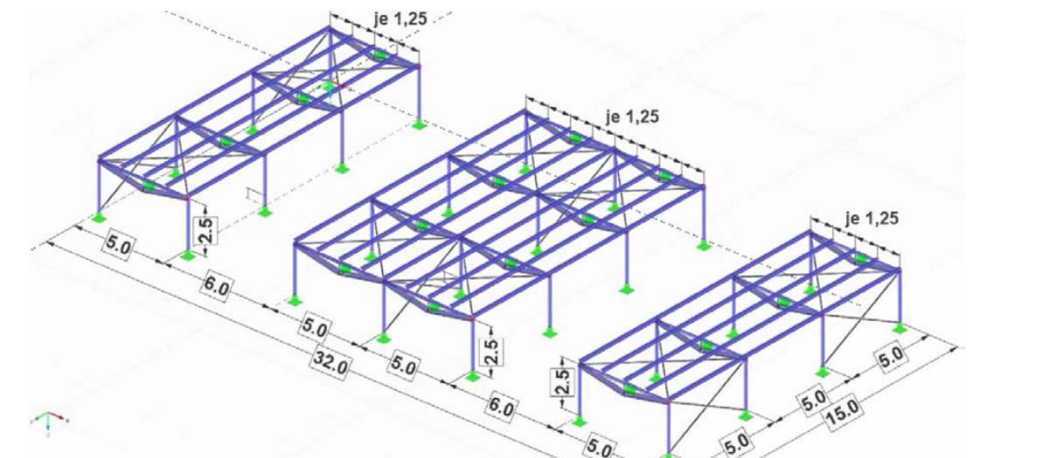
Stahlrahmen mit Aussteifungsverband:



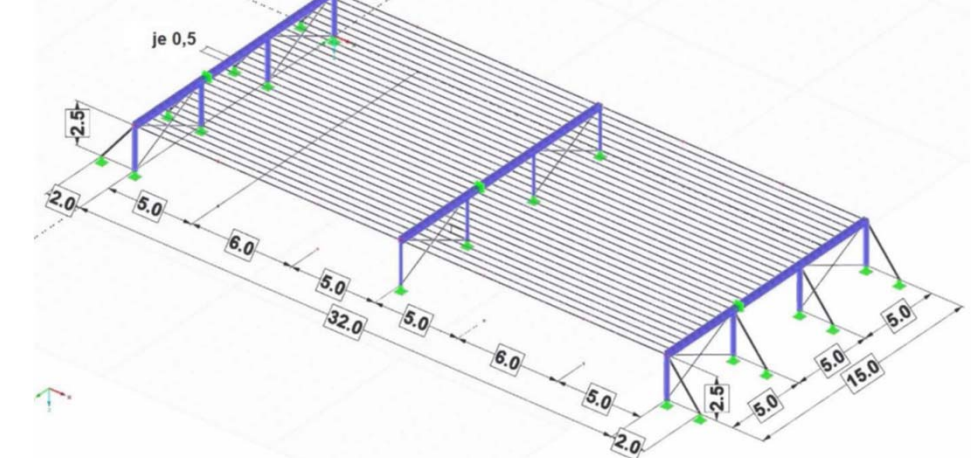
Holzrahmen mit Aussteifungsverband:



unterspannter Stahlrahmen mit Aussteifungsverband:



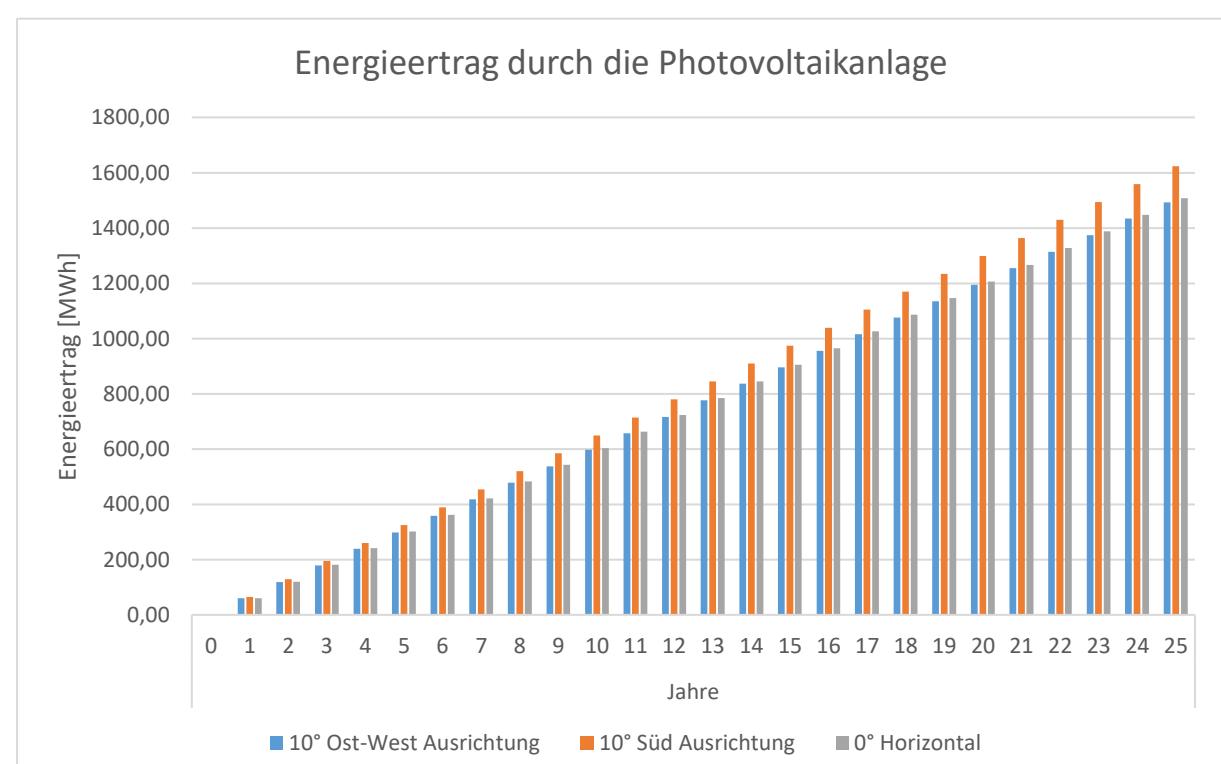
abgespannte Seilkonstruktion auf Druckstäben:



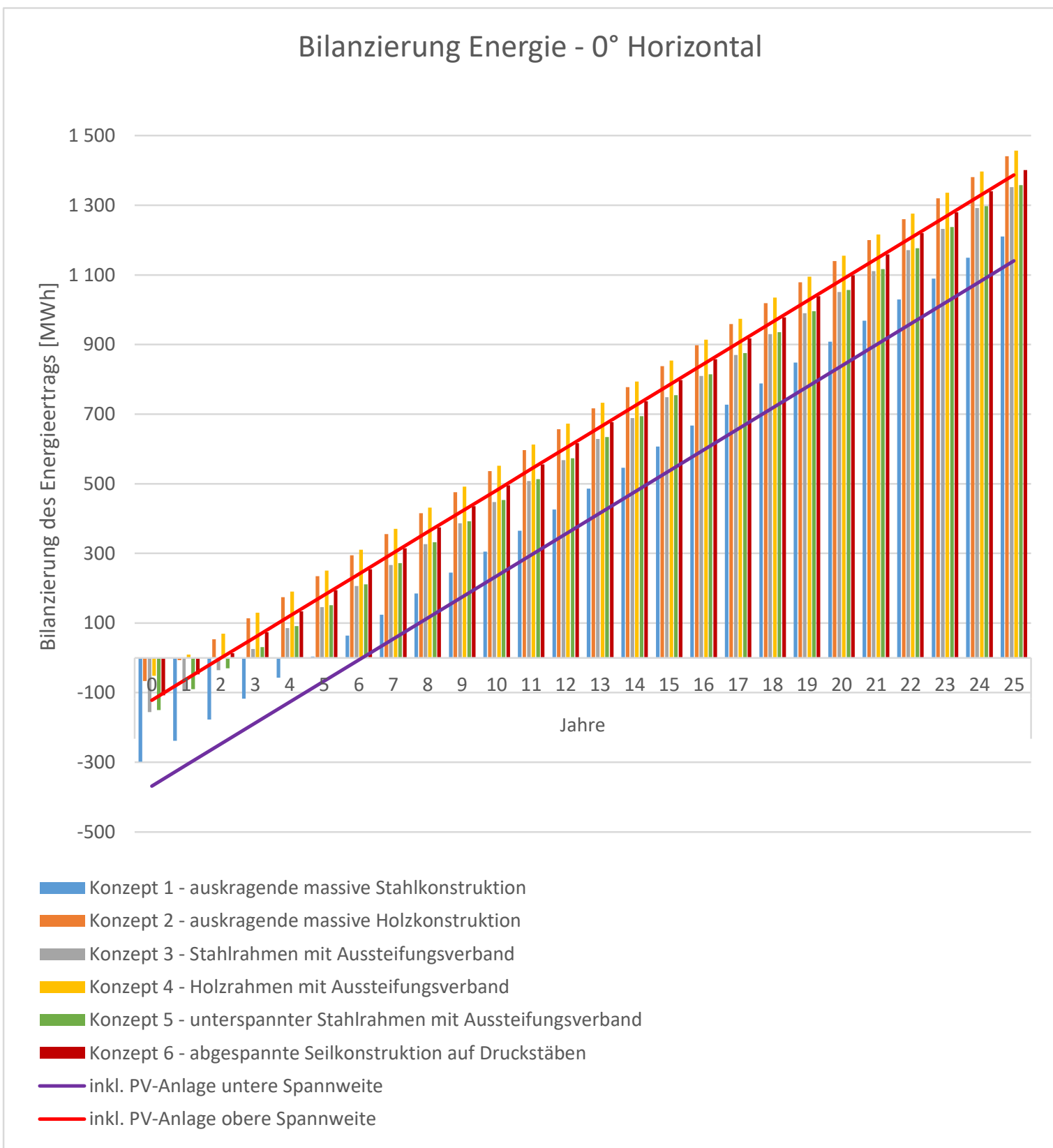
Energiebilanzierung

Die PENRT-Werte (nicht erneuerbare Primärenergie) der verwendeten Materialien, basierend auf den Herstellungsschritten A1 bis A3, werden aus der Baubook-Datenbank (IBO-Richtwerte 2020) entnommen.

Der Energieertrag wurde mit der Software PV*SOL ermittelt.



Pos.	Material	Energieaufwand [kWh/t]
Nr. [-]		
1	Baustahl S235 - verzinkt	9.584
2	Holz GL24h	2.242
3	Beton C25/30	207
4	Betonstahl B550	5.687



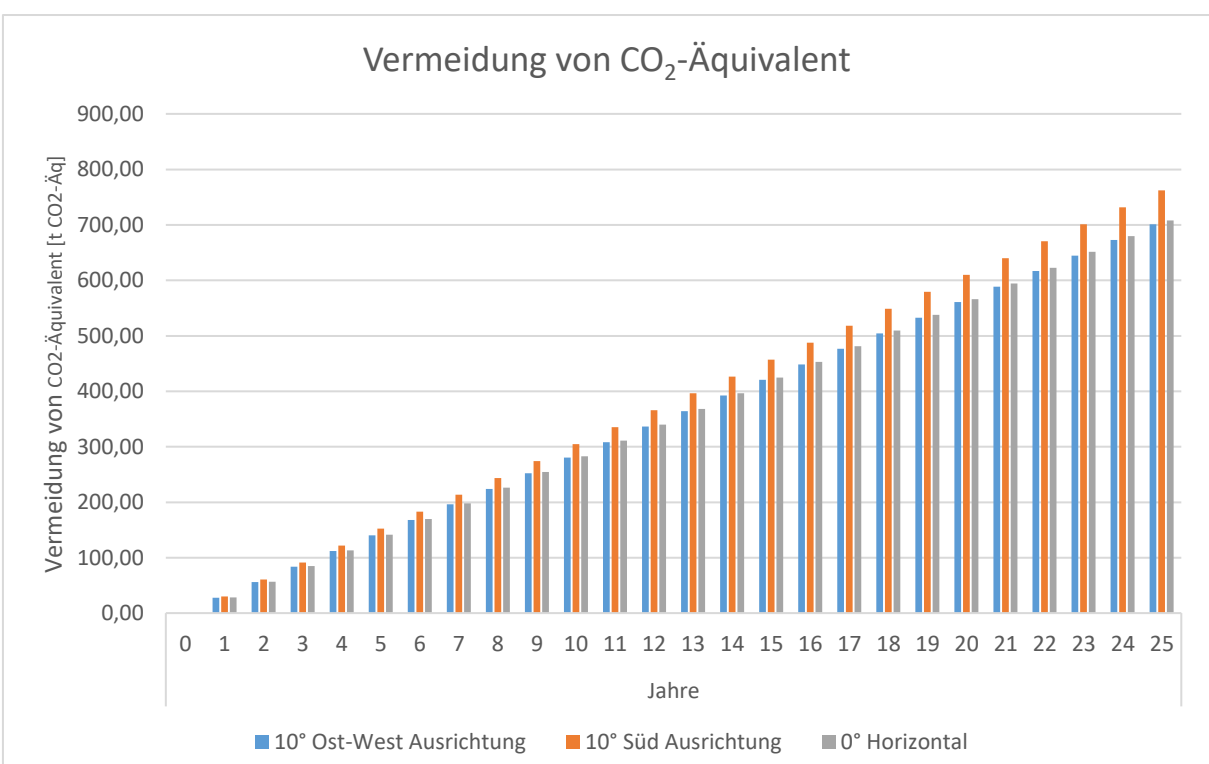
Energie - Amortisationsdauer - 0° horizontal				
Pos. Nr.	Tragkonstruktion Bezeichnung [-]	Aufwand Energie [kWh]	Ertrag Energie Tragkonstruktion inkl. PV-Anlage [kWh/Jahr]	Energieamortisationsdauer inkl. PV-Anlage [Jahre]
Konzept 1	auskragende massive Stahlkonstruktion	298.222	60.333	4,94
Konzept 2	auskragende massive Holzkonstruktion	67.383	60.333	1,11
Konzept 3	Stahlrahmen mit Aussteifungsverband	155.970	60.333	2,59
Konzept 4	Holzrahmen mit Aussteifungsverband	51.394	60.333	0,85
Konzept 5	unterspannter Stahlrahmen mit Aussteifungsverb.	150.427	60.333	2,49
Konzept 6*	abgespannte Seilkonstruktion auf Druckstäben	107.655	60.333	1,78
				2,88

* Zusätzliche Anker (Bx) mit DYWI Drill Hohlstab-System T76-1900 notwendig

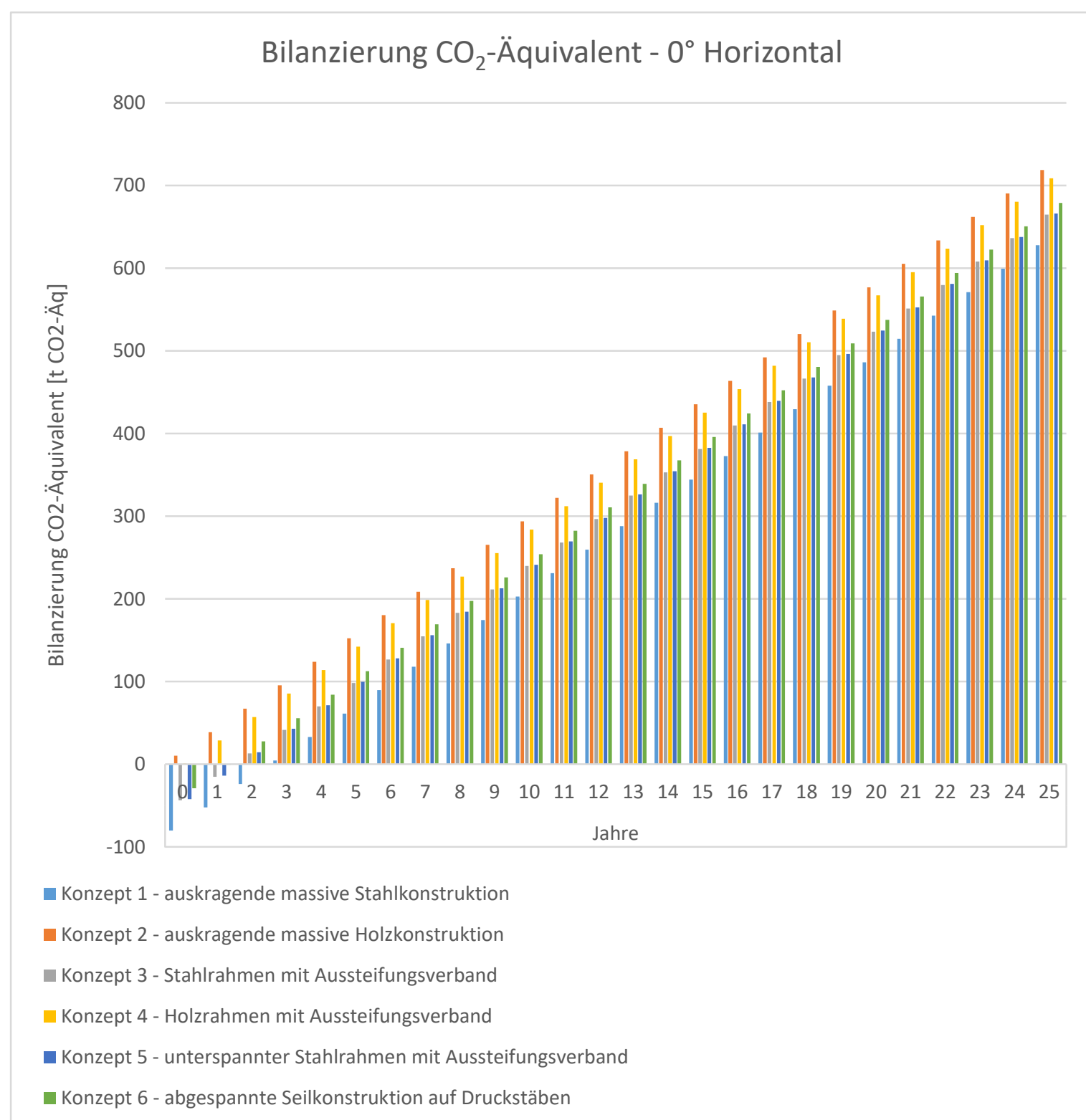
CO₂ - Bilanzierung

Die GWP-Werte (Global Warming Potential) der verwendeten Materialien, basierend auf den Herstellungsschritten A1 bis A3, werden aus der Baubook-Datenbank (IBO-Richtwerte 2020) entnommen.

Die CO₂-Einsparung wurde mit der Software PV*SOL ermittelt.



Pos.	Material	CO2-Äquivalent [t CO2/t]
Nr. [-]		
1	Baustahl S235 - verzinkt	2,43
2	Holz GL24h	-1,20
3	Beton C25/30	0,10
4	Betonstahl B550*	1,44



CO2-Äq - Amortisationsdauer - 0° horizontal				
Pos. Nr.	Tragkonstruktion Bezeichnung [-]	Aufwand CO2-Äq [t CO2-Äq]	Einsparung CO2-Äq [kg CO2-Äq/t]	Amortisationsdauer inkl. PV-Anlage [Jahre]
Konzept 1	auskragende massive Stahlkonstruktion	80.300	28.319	2,84
Konzept 2	auskragende massive Holzkonstruktion	-10.595	28.319	-0,37
Konzept 3	Stahlrahmen mit Aussteifungsverband	43.347	28.319	1,53
Konzept 4	Holzrahmen mit Aussteifungsverband	-609	28.319	-0,02
Konzept 5	unterspannter Stahlrahmen mit Aussteifungsverb.	41.967	28.319	1,48
Konzept 6*	abgespannte Seilkonstruktion auf Druckstäben	29.005	28.319	1,02

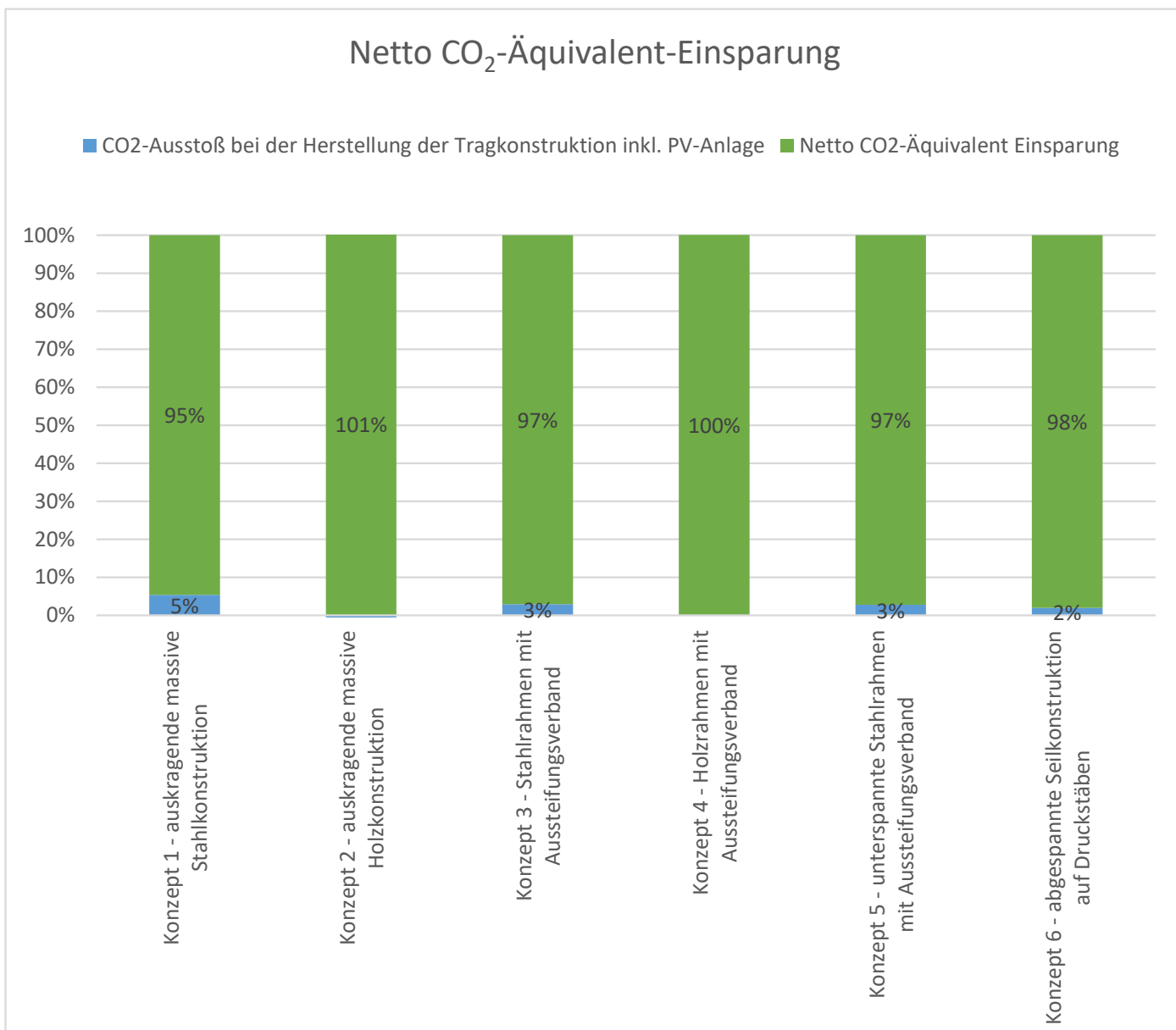
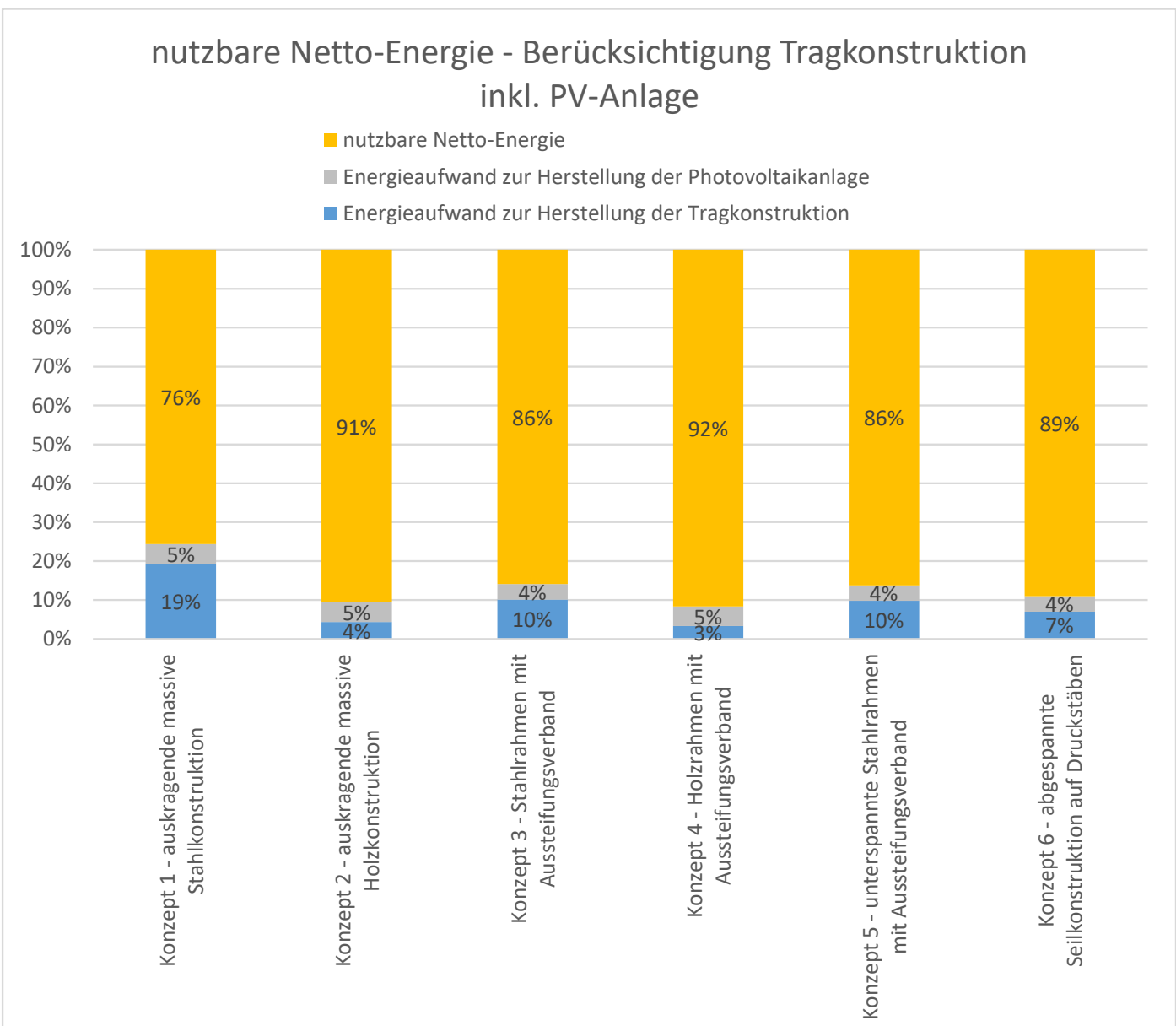
* Zusätzliche Anker (Bx) mit DYWI Drill Hohlstab-System T76-1900 notwendig

Diskussion / Fazit

- Tragstruktur und Materialien beeinflussen Energieaufwand und Amortisationszeit.
- Photovoltaikanlage amortisiert sich in Europa in etwa 1,1 Jahren.
- Holzkonstruktionen sind energetisch und ökologisch vorteilhaft.
- Massive Stahlkonstruktionen haben längere Amortisationszeiten; Leichtbaulösungen wie Seilkonstruktionen sind energieeffizienter.
- Zusätzliche Stützen können die Nutzung von Verkehrsflächen einschränken.

Limitationen

- Annahmen: Parkplatzgröße, Stützweiten und Belastung (Verkehrsinduziert bei höherrangigen Straßen)
- Größere Stützweiten optimieren Leichtbaukonstruktionen
- Energie- und CO₂-Daten nur für Herstellungsphasen (A1-A3)
- Wiederverwendbarkeit bzw. Recycling der Tragkonstruktionen
- Holz als CO₂-Speicher, aber Freisetzung bei Zersetzung/Verwertung



Literatur

Baubook (Hg.) (2020): IBO-Richtwerte. Online verfügbar unter <https://www.baubook.at/oekoindex/?SW=35&SKg=2>, zuletzt geprüft am 09.09.2024.