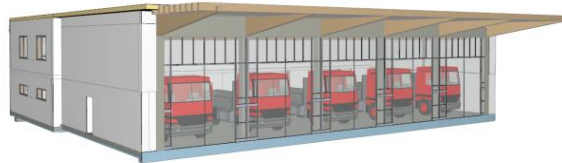


## GREENi - Umweltbilanz Ihres Gebäudes

Vorhaben:                   Feuerwehrhaus Hofberg  
                                  Kalcherstraße 22  
                                  84036 Landshut



Berichtersteller:       SEHLHOFF GMBH  
                                  Schönaustraße 36  
                                  84036 Landshut

Landshut, 26. April 2022  
Martin Hutzler

ppa 

Urheberrecht:        Jede Art der Vervielfältigung, Weitergabe oder Veröffentlichung sei es auch nur in Teilen ist nur mit Zustimmung des Gutachtenerstellers gestattet. Dieses Gutachten wurde ausschließlich für das genannte Projekt und exklusiv für den Vorhabensträger erstellt. Eine anderweitige Verwendung oder Übertragung auf andere Projekte ist ausgeschlossen. Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten.

Gewähr:                Die Berechnungsergebnisse basieren auf den importierten Daten und deren Datenqualität. Eine Gewähr auf Richtigkeit wird daher nicht übernommen.



## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Gebäudedaten.....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Umweltbilanzen .....</b>	<b>5</b>
3.1.	Gesamtbetrachtung .....	5
3.2.	Graue Umwelteinflüsse je m <sup>2</sup> Nettoraumfläche in Referenz .....	6
<b>4.</b>	<b>Wie viel CO<sub>2</sub> steckt in Ihrem Gebäude? .....</b>	<b>7</b>
4.1.	Treibhauspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung .....	8
4.2.	Treibhauspotenzial - je IFC-Klasse .....	9
4.3.	Treibhauspotenzial - je Material.....	10
<b>5.</b>	<b>Wie viel Ethen steckt in Ihrem Gebäude? .....</b>	<b>11</b>
5.1.	Ozonbildungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung .....	12
5.2.	Ozonbildungspotenzial - je IFC-Klasse .....	13
5.3.	Ozonbildungspotenzial - je Material.....	14
<b>6.</b>	<b>Wie viel SO<sub>2</sub> steckt in Ihrem Gebäude? .....</b>	<b>15</b>
6.1.	Versauerungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung .....	16
6.2.	Versauerungspotenzial - je IFC-Klasse .....	17
6.3.	Versauerungspotenzial - je Material.....	18
<b>7.</b>	<b>Wie viel Phosphat steckt in Ihrem Gebäude? .....</b>	<b>19</b>
7.1.	Überdüngungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung.....	20
7.2.	Überdüngungspotenzial - je IFC-Klasse.....	21
7.3.	Überdüngungspotenzial - je Material .....	22
<b>8.</b>	<b>Wie hoch ist der erneuerbare Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes? .....</b>	<b>23</b>
8.1.	Erneuerbare Energie - Lebenszyklusbetrachtung .....	24
8.2.	Erneuerbare Energie - je IFC-Klasse .....	25
8.3.	Erneuerbare Energie - je Material .....	26
<b>9.</b>	<b>Wie hoch ist der nicht-erneuerbare Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes? .....</b>	<b>27</b>
9.1.	Nicht-erneuerbare Energie - Lebenszyklusbetrachtung .....	28

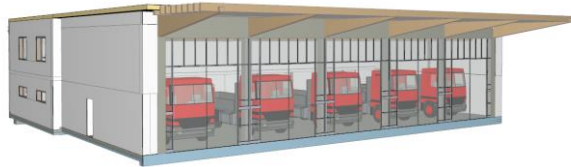
9.2.	Nicht-erneuerbare Energie - je IFC-Klasse .....	29
9.3.	Nicht-erneuerbare Energie - je Material.....	30
<b>10.</b>	<b>Wie hoch ist der Gesamtprimärenergiebedarf Ihres Gebäudes? .....</b>	<b>31</b>
10.1.	Gesamtprimärenergiebedarf - Lebenszyklusbetrachtung .....	32
10.2.	Gesamtprimärenergiebedarf - je IFC-Klasse .....	33
10.3.	Gesamtprimärenergiebedarf - je Material.....	34
<b>11.</b>	<b>Bewertung und Vorschläge .....</b>	<b>35</b>
<b>12.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>36</b>
12.1.	Graue Umwelteinflüsse je Material .....	36
12.2.	Graue Umwelteinflüsse mit Referenzwerten bezogen auf ein m <sup>2</sup> Netto-Raumfläche.....	37
12.3.	Definitionen .....	38
<b>13.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>40</b>

## 1. Grundlagen

Die Grauen Umwelteinflüsse eines Gebäudes bezeichnen die ökologischen Auswirkungen, die bei Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung der Materialien eines Gebäudes entstehen.

Die ökologische Bilanz wird auf Grundlage der vorliegenden Planungsdaten des Gebäudes und nach den Umwelteinflüssen der Materialien aus der ÖKOBAUDAT vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen ermittelt.

## 2. Gebäudedaten



Bauwerk	Feuerwehrhaus Hofberg
Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Gebäudetyp II
Adresse	Kalcherstraße 22, 84036 Landshut
Baujahr	2022
Netto-Raumfläche in m <sup>2</sup>	950.0

### 3. Umweltbilanzen

#### 3.1. Gesamtbetrachtung



Die einzelnen Umweltindikatoren werden mit Referenzwerten je Gebäudetyp verglichen und mit einer Gewichtung nach der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen bewertet.

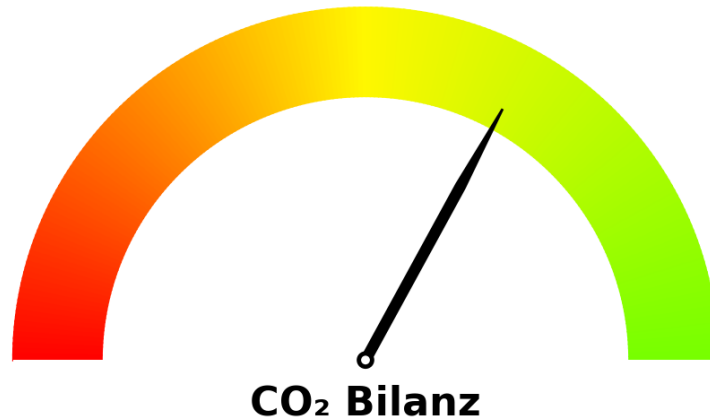
### 3.2. Graue Umwelteinflüsse je m<sup>2</sup> Nettoraumfläche in Referenz

Umweltindikator	Indikator	Das Gebäude im Vergleich, Typ II
Treibhauspotenzial in kg CO <sub>2</sub> Äquiv/Netto-Raumfläche	232,4	gut
Ozonbildungspotenzial in kg Ethen Äquiv/Netto-Raumfläche	0,2	ausreichend
Versauerungspotenzial in kg SO <sub>2</sub> Äquiv/Netto-Raumfläche	0,4	gut
Überdüngungspotenzial in kg Phosphat Äquiv/Netto-Raumfläche	0,5	schlecht
Gesamtenergiebedarf in MJ/Netto-Raumfläche	3504,4	gut
Nicht-erneuerbare Primärenergie in MJ/Netto-Raumfläche	2358,6	gut
Anteil erneuerbarer Primärenergie in %	32,7	sehr gut

Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).  
Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen ist als Anhang 12.2 beigelegt.

#### 4. Wie viel CO<sub>2</sub> steckt in Ihrem Gebäude?

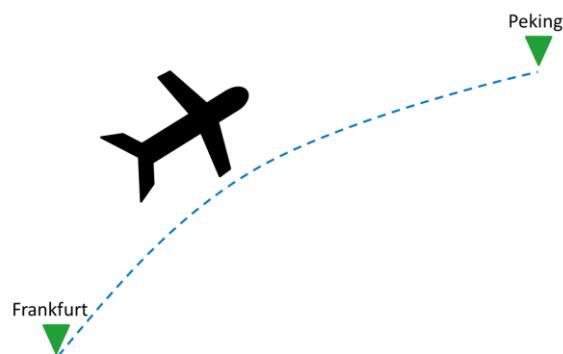
##### Treibhauspotenzial



Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

Der Graue CO<sub>2</sub>-Ausstoß während der Herstellung sowie dem Abbruch mit Entsorgung und Recycling entspricht, nach aktueller Energiebedarfsberechnung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung in 13.1 Jahren Gebäudenutzung.



Die Graue CO<sub>2</sub>-Emission entspricht...

...dem Ausstoß bei **170 Flügen** von Frankfurt nach Peking.

...dem Ausstoß eines PKWs in **1.388.679 km** bei einem Verbrauch von 6 l Diesel / 100km.

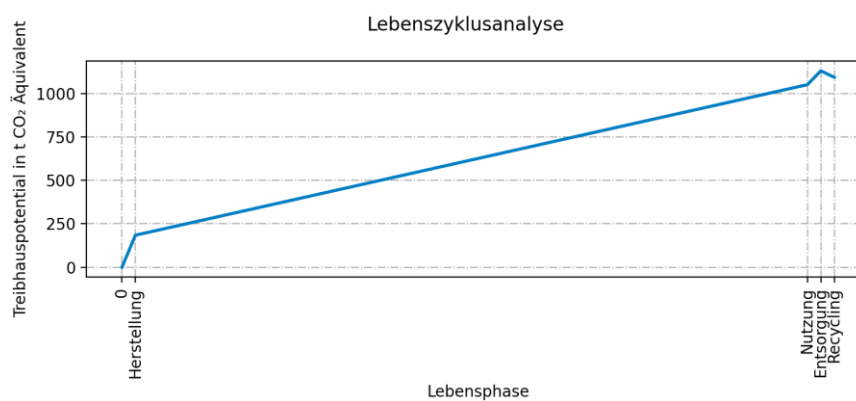
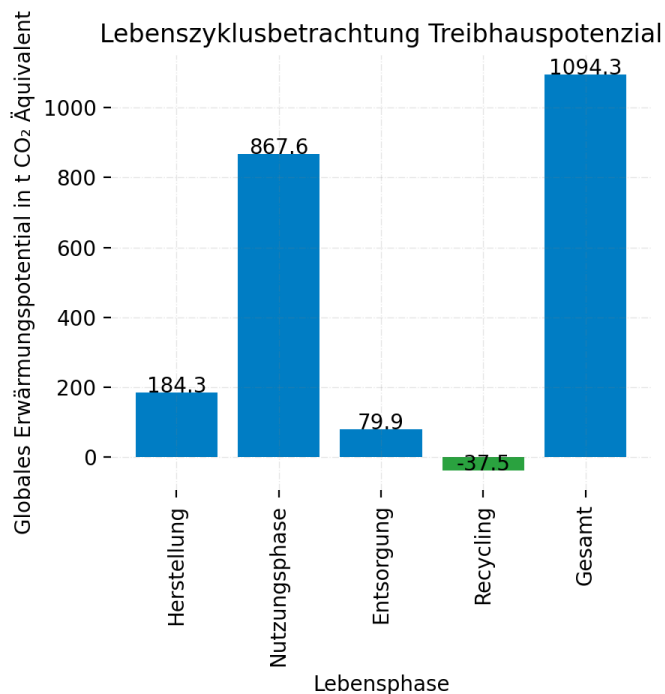
Zur Kompensation der Grauen CO<sub>2</sub>-Emission innerhalb eines Jahres benötigt man **7.360 Bäume**. Dies entspricht abhängig von Alter, Art und Pflege einer Fläche von ca. 18,4 ha Wald.

## 4.1. Treibhauspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung

### Ermittlung des Treibhauspotenzials anhand des Gebäudeenergiegesetzes

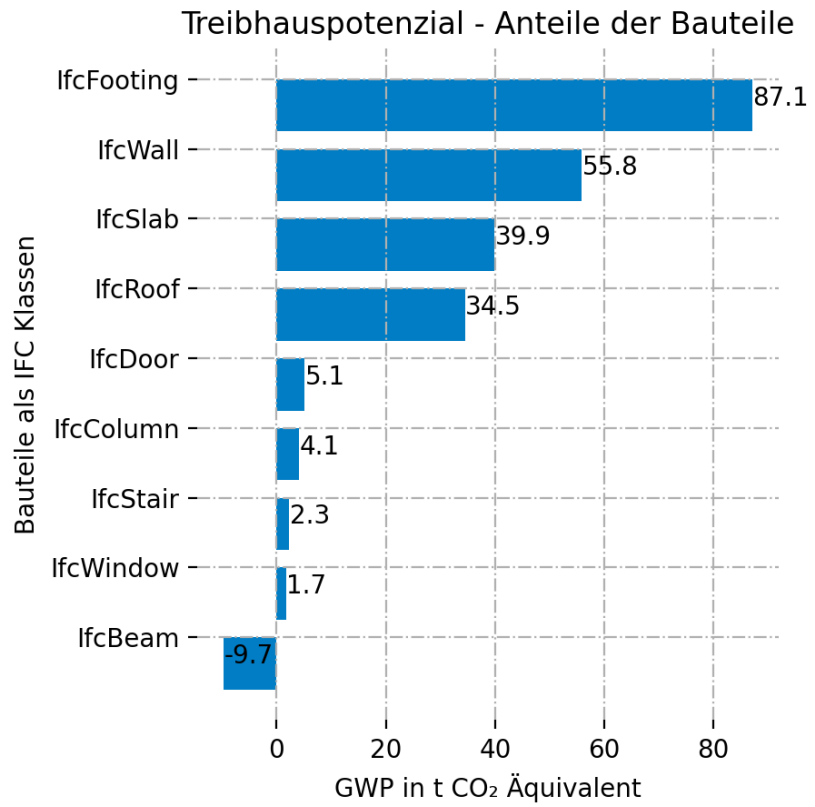
Die Ermittlung des Energiebedarfs während der Nutzungsphase erfolgt auf Grundlage des Nachweises nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) bzw. Energieeinsparverordnung (EnEV). Der Nachweis ist in der Anlage dieses Berichtes enthalten. Der Energieverbrauch ist stark nutzer- und witterungsabhängig und kann daher von dem Bedarf abweichen.

Für die Nutzungsphase wird ein Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren angenommen. Eine CO<sub>2</sub> Speicherung ist durch „die Recycling-, Rückgewinnungs- oder Wiederverwendungspotenziale für das nächste Produktsystem“ (Figl, 2017) möglich.

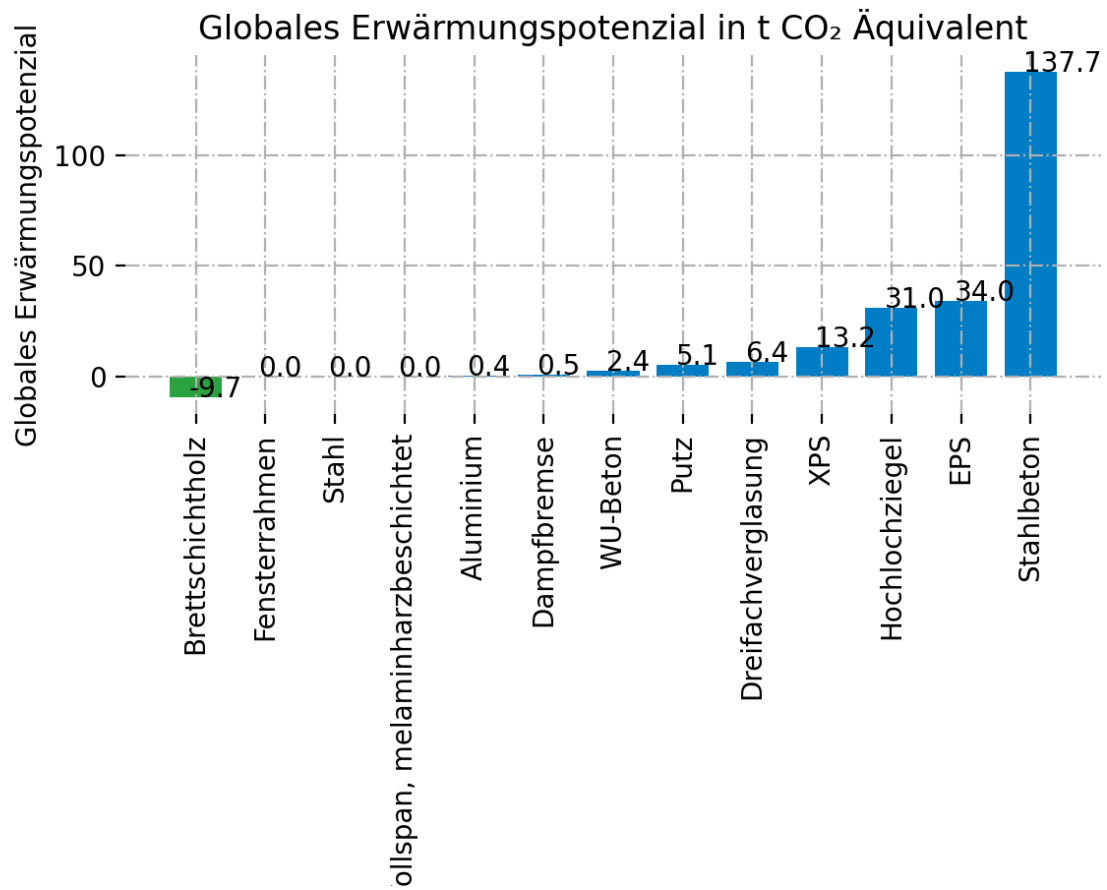




## 4.2. Treibhauspotenzial - je IFC-Klasse



### 4.3. Treibhauspotenzial - je Material



## 5. Wie viel Ethen steckt in Ihrem Gebäude?

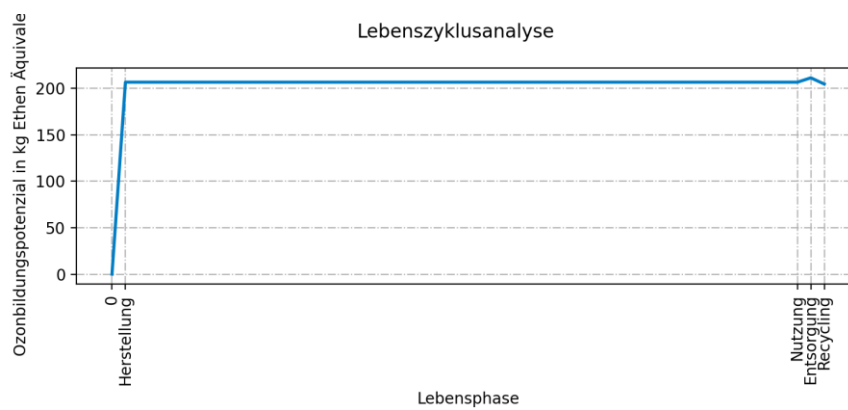
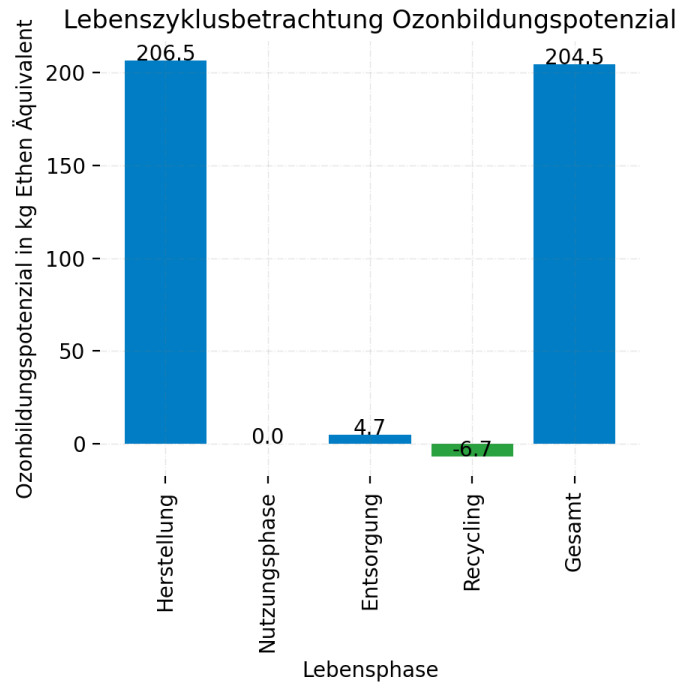
Ozonbildungspotenzial



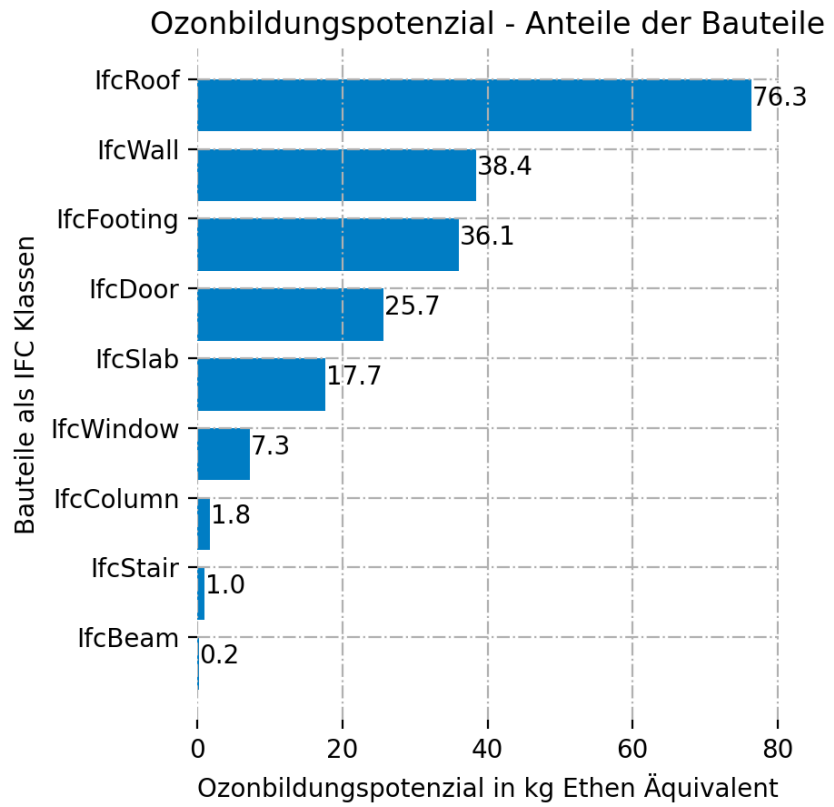
Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

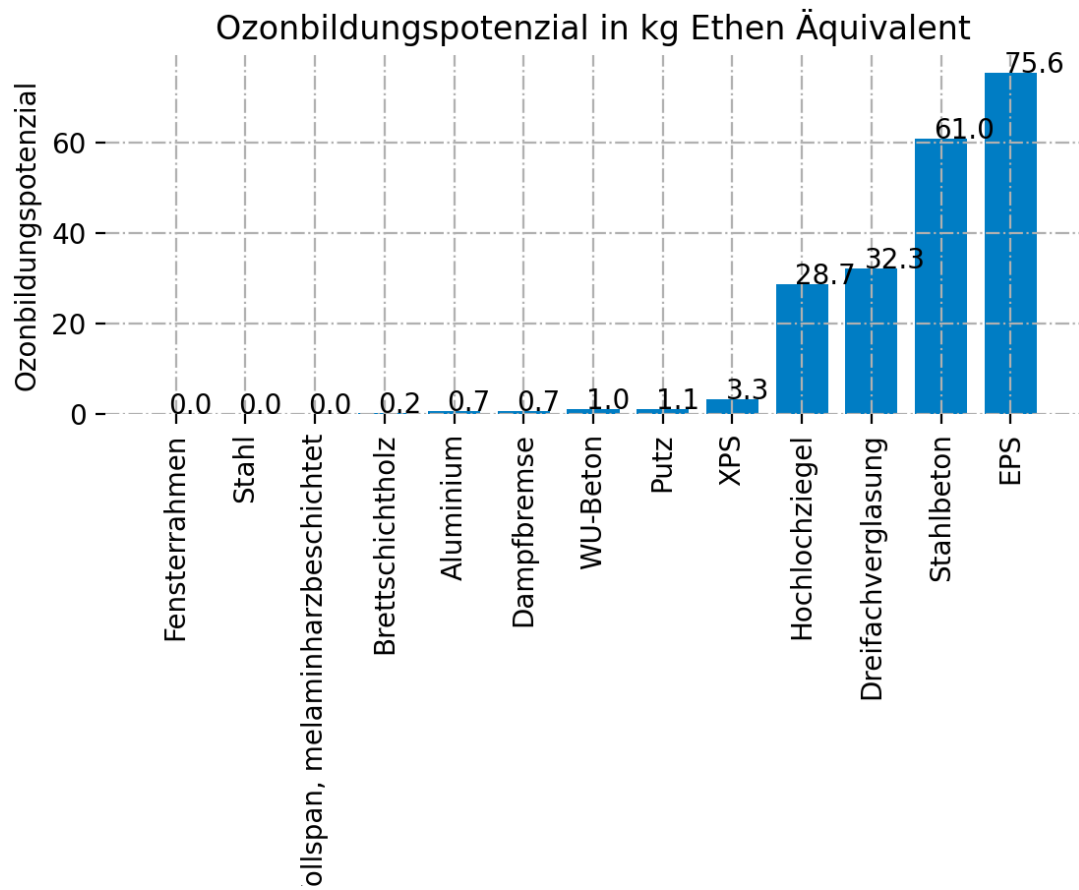
## 5.1. Ozonbildungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung



## 5.2. Ozonbildungspotenzial - je IFC-Klasse

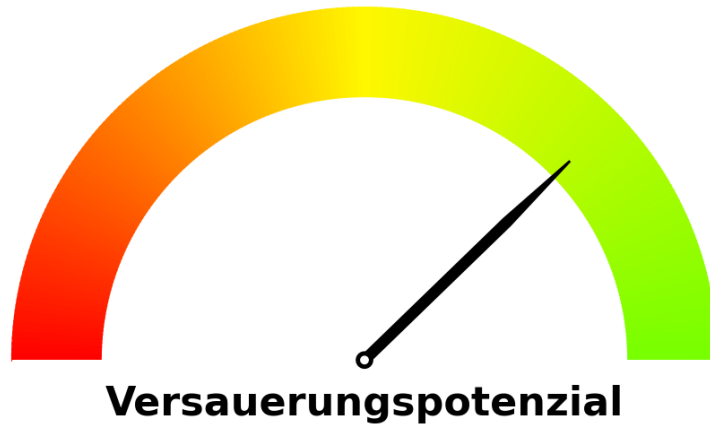


### 5.3. Ozonbildungspotenzial - je Material



## 6. Wie viel SO<sub>2</sub> steckt in Ihrem Gebäude?

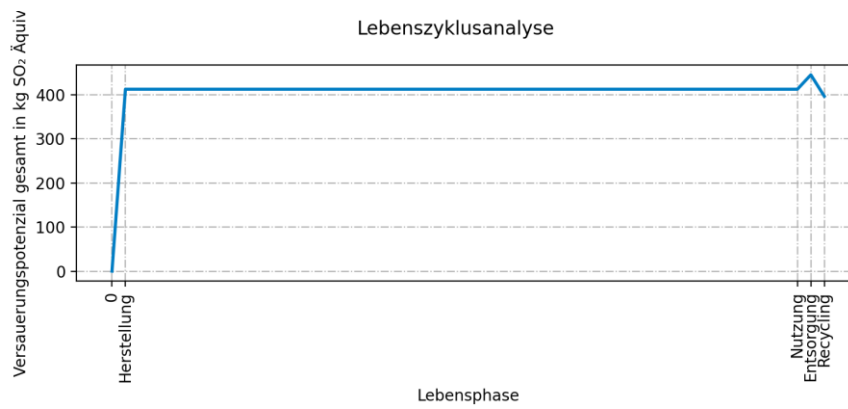
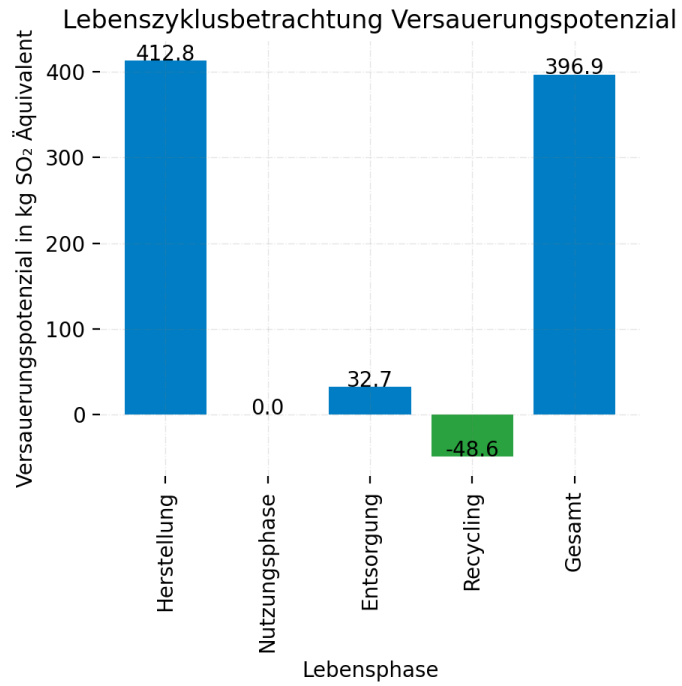
Versauerungspotenzial



Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

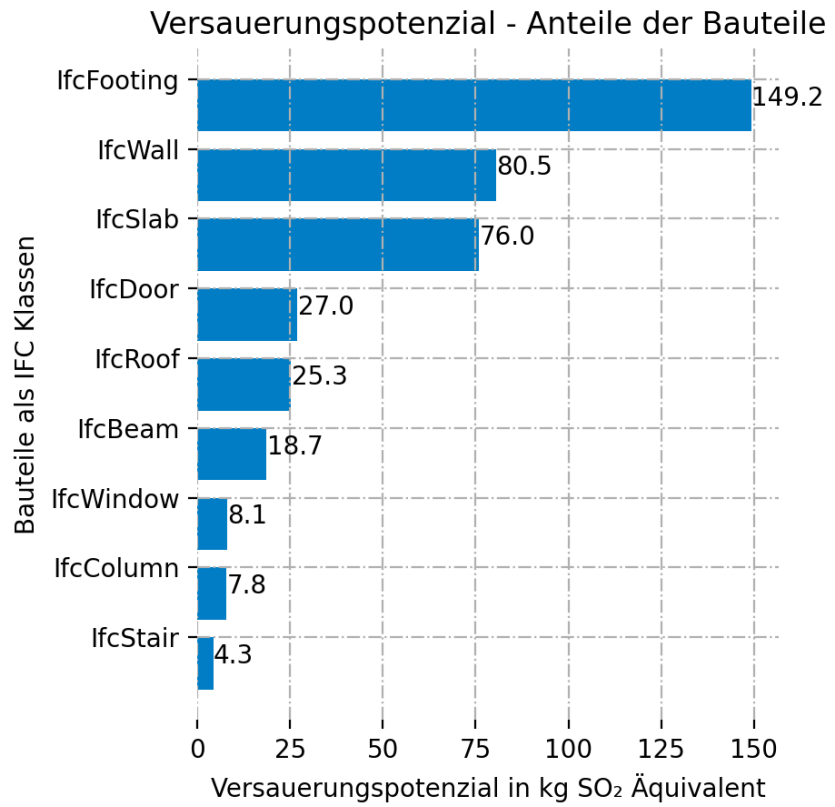
Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

## 6.1. Versauerungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung

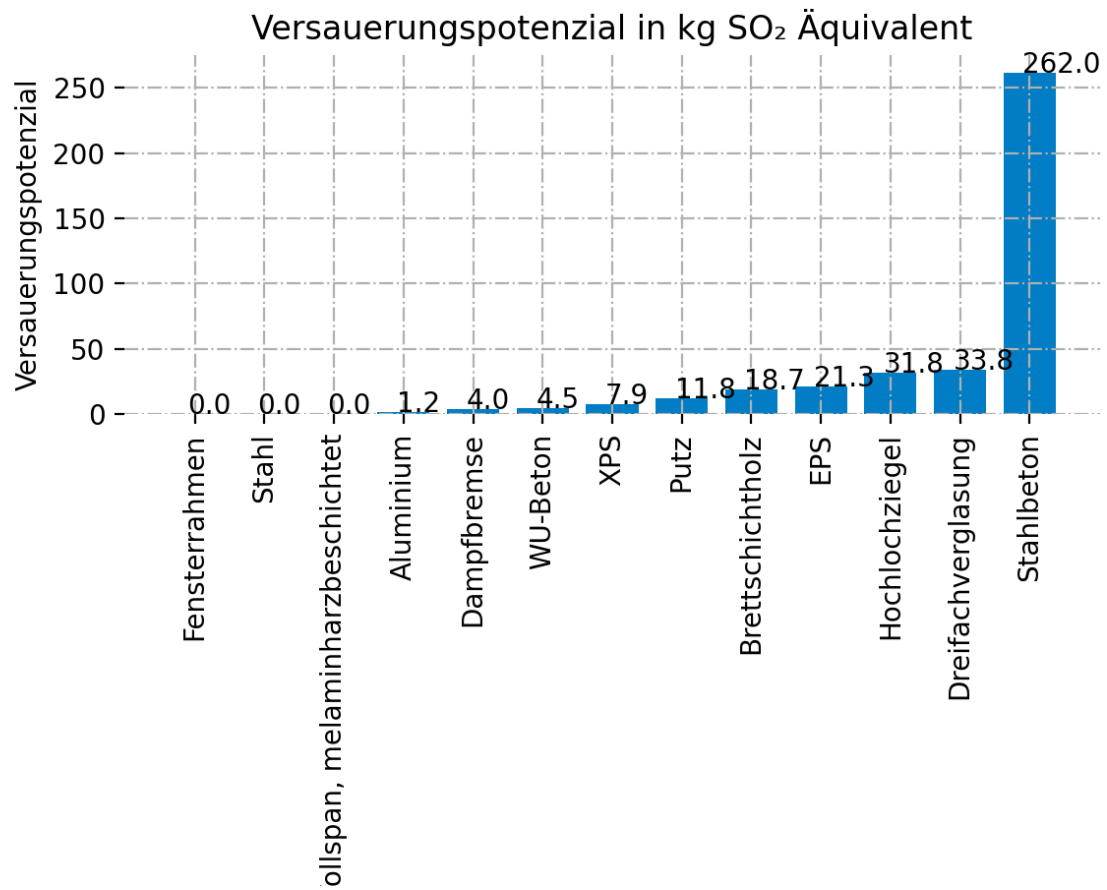




## 6.2. Versauerungspotenzial - je IFC-Klasse



### 6.3. Versauerungspotenzial - je Material



## 7. Wie viel Phosphat steckt in Ihrem Gebäude?

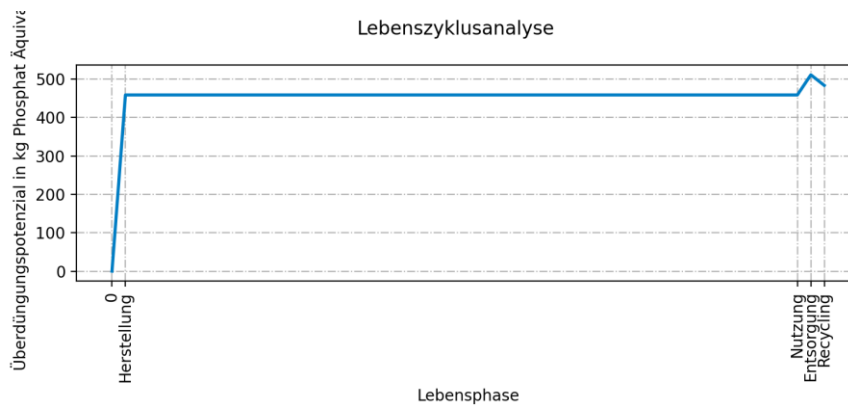
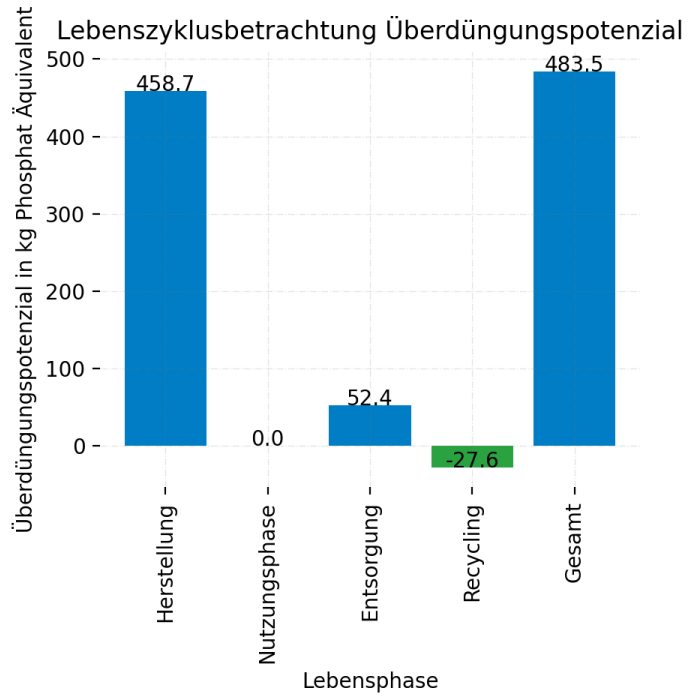
Überdüngungspotenzial



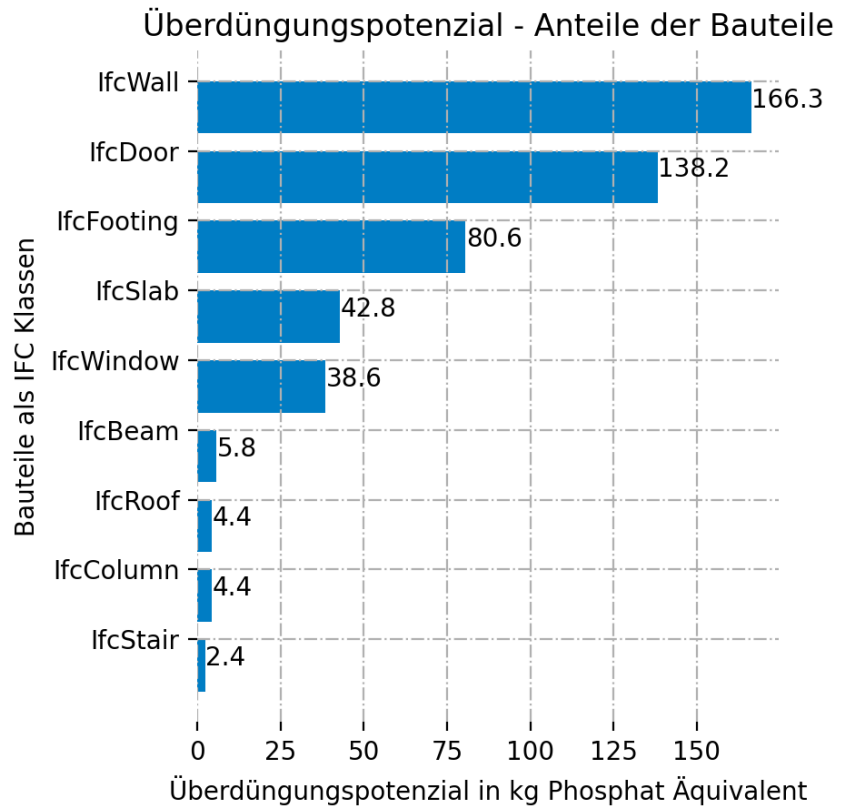
Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

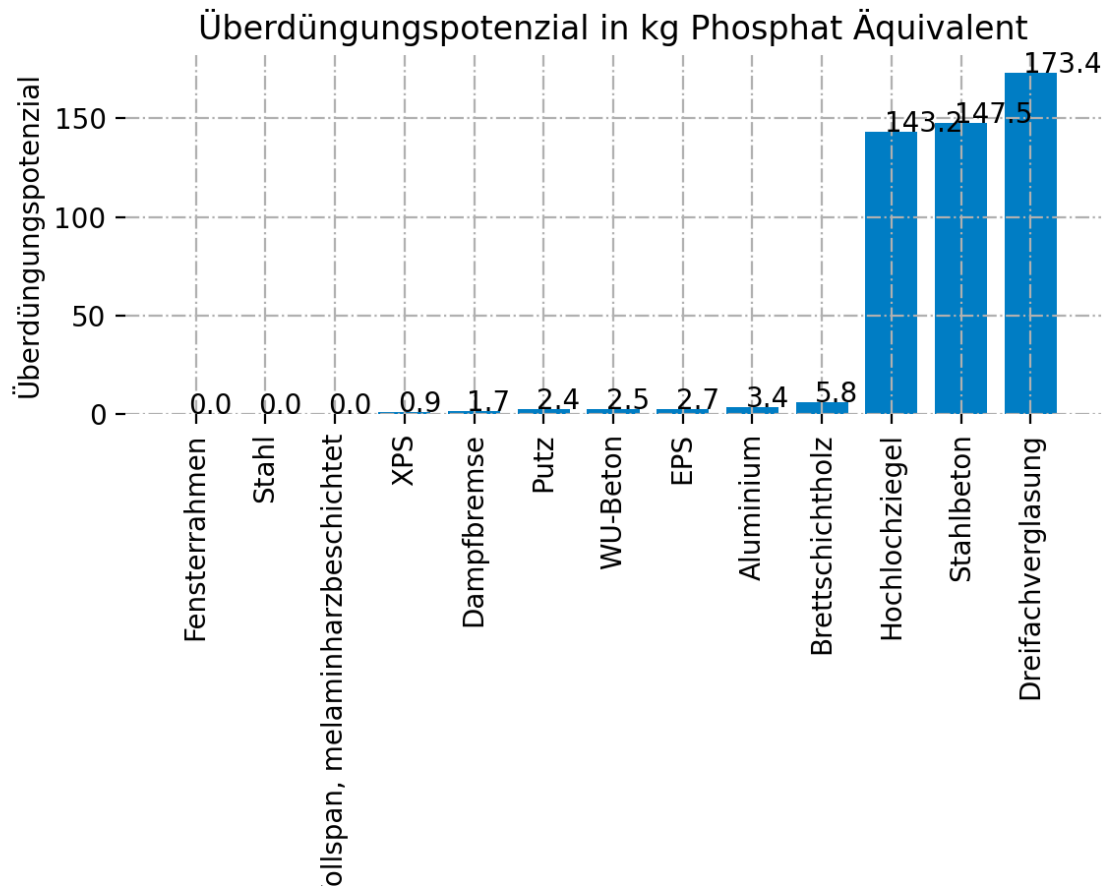
## 7.1. Überdüngungspotenzial - Lebenszyklusbetrachtung



## 7.2. Überdüngungspotenzial - je IFC-Klasse

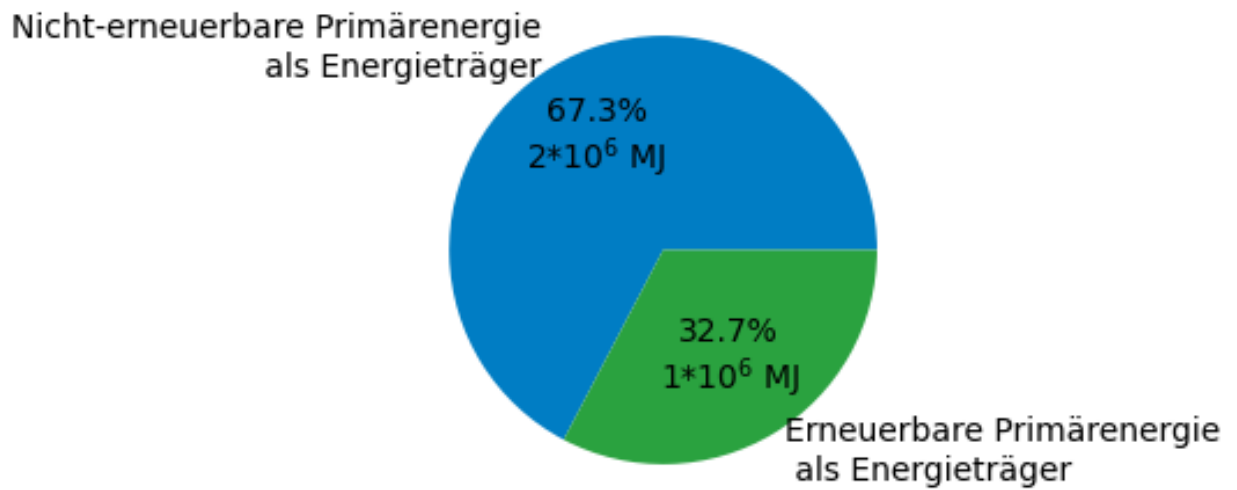


### 7.3. Überdüngungspotenzial - je Material

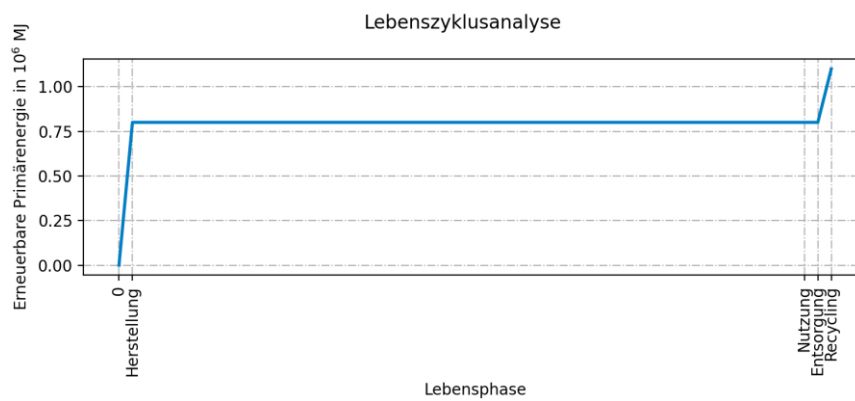
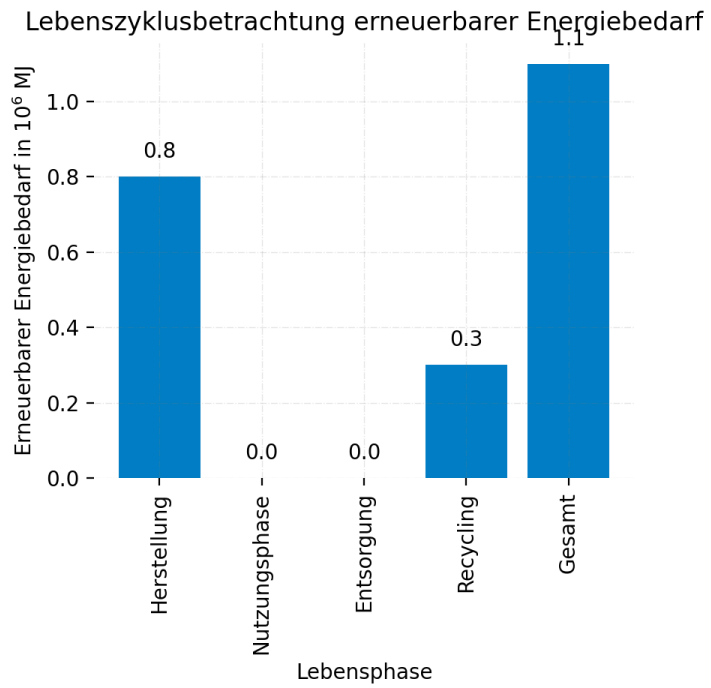


## 8. Wie hoch ist der erneuerbare Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes?

Erneuerbare Energie

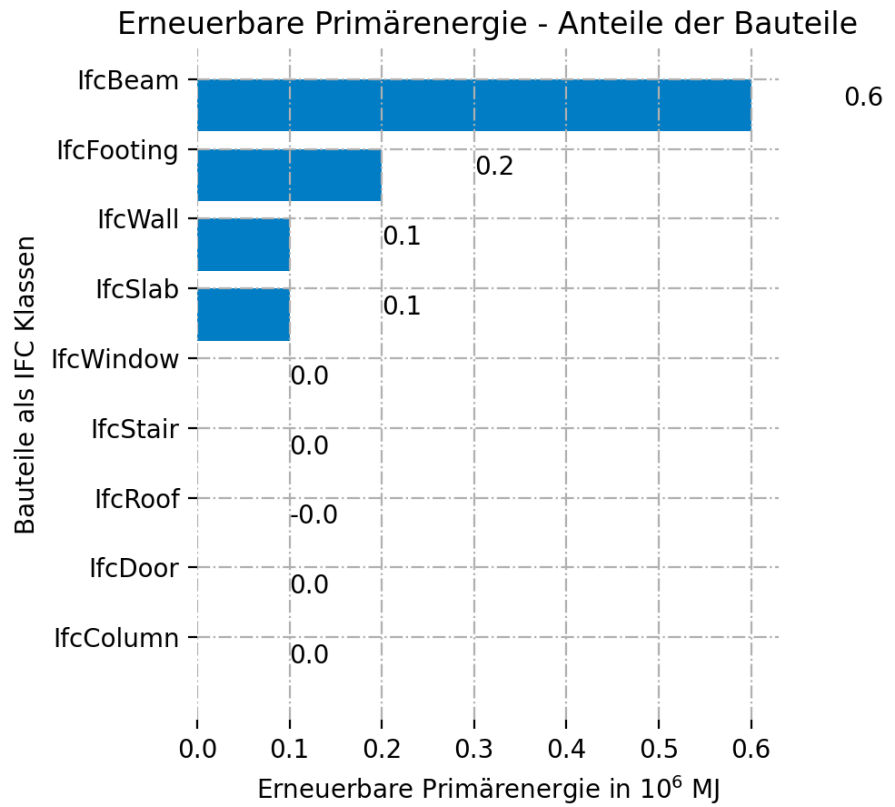


## 8.1. Erneuerbare Energie - Lebenszyklusbetrachtung

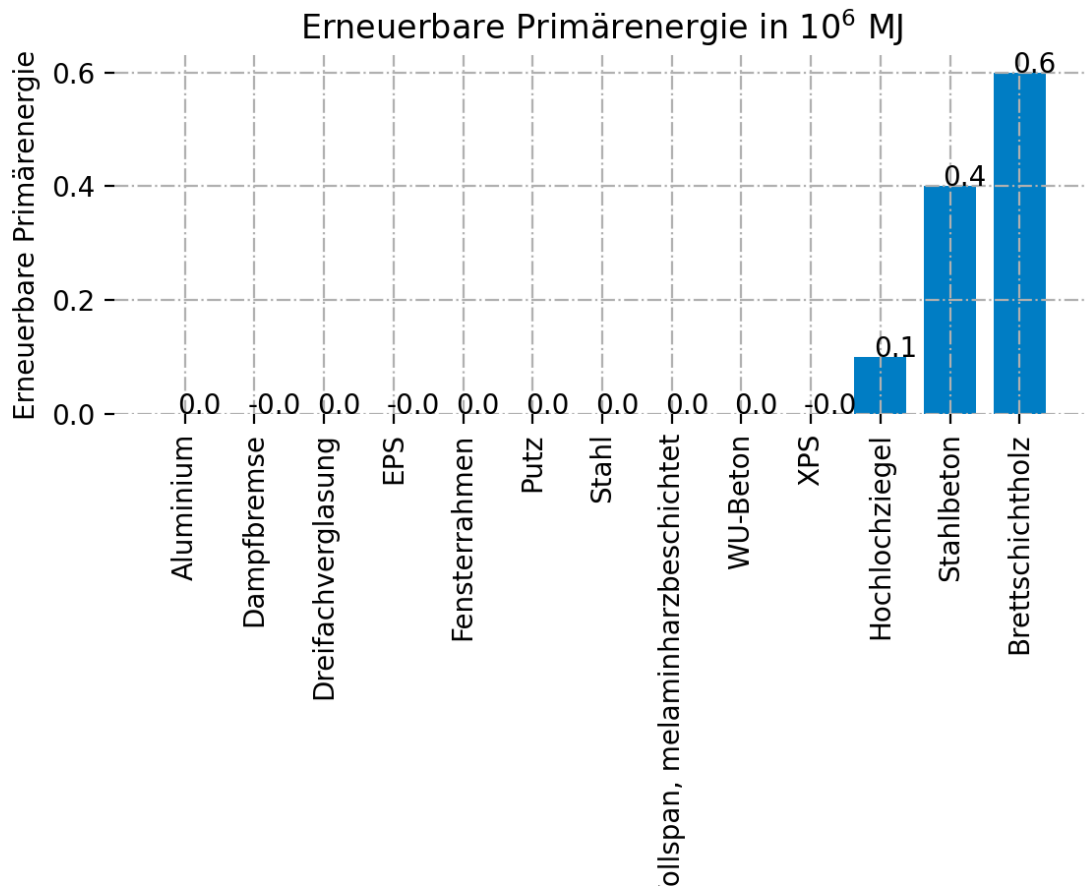




## 8.2. Erneuerbare Energie - je IFC-Klasse

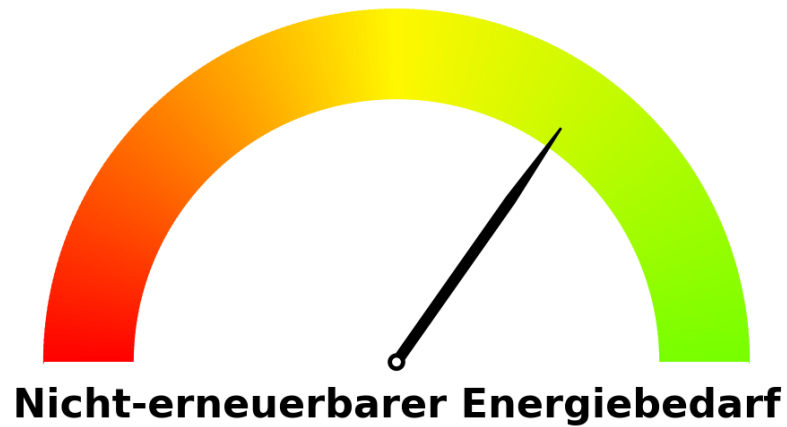


### 8.3. Erneuerbare Energie - je Material



## 9. Wie hoch ist der nicht-erneuerbare Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes?

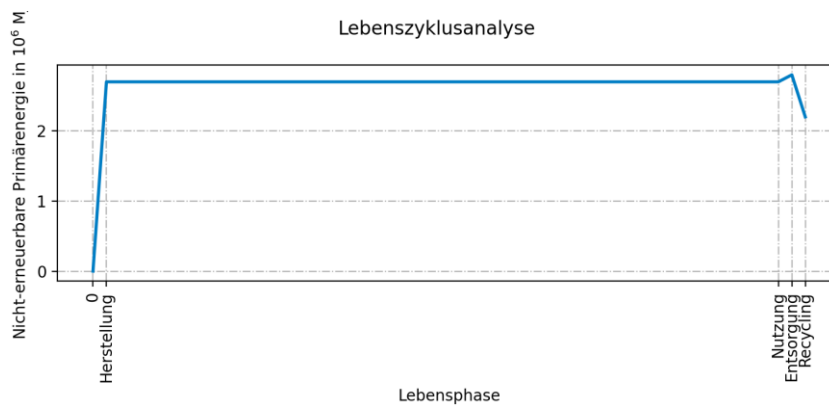
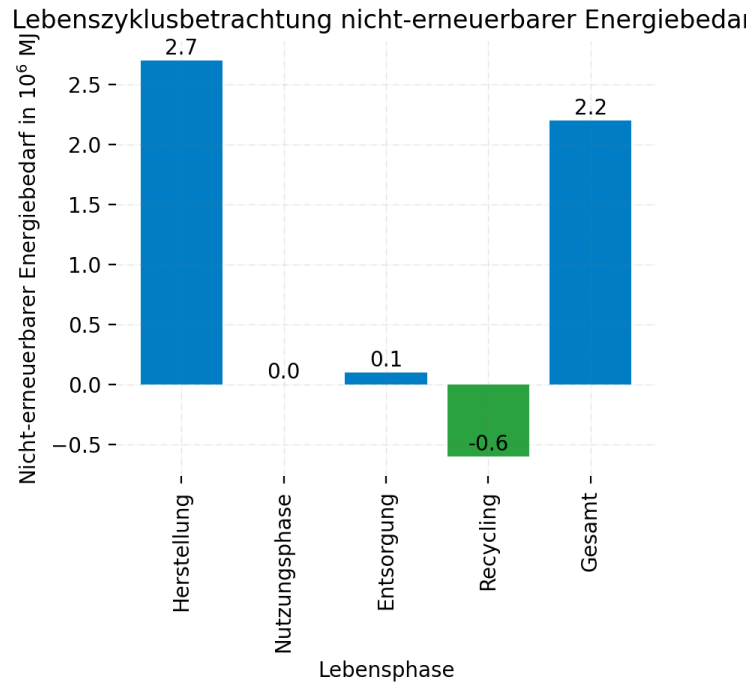
Nicht-erneuerbare Energie



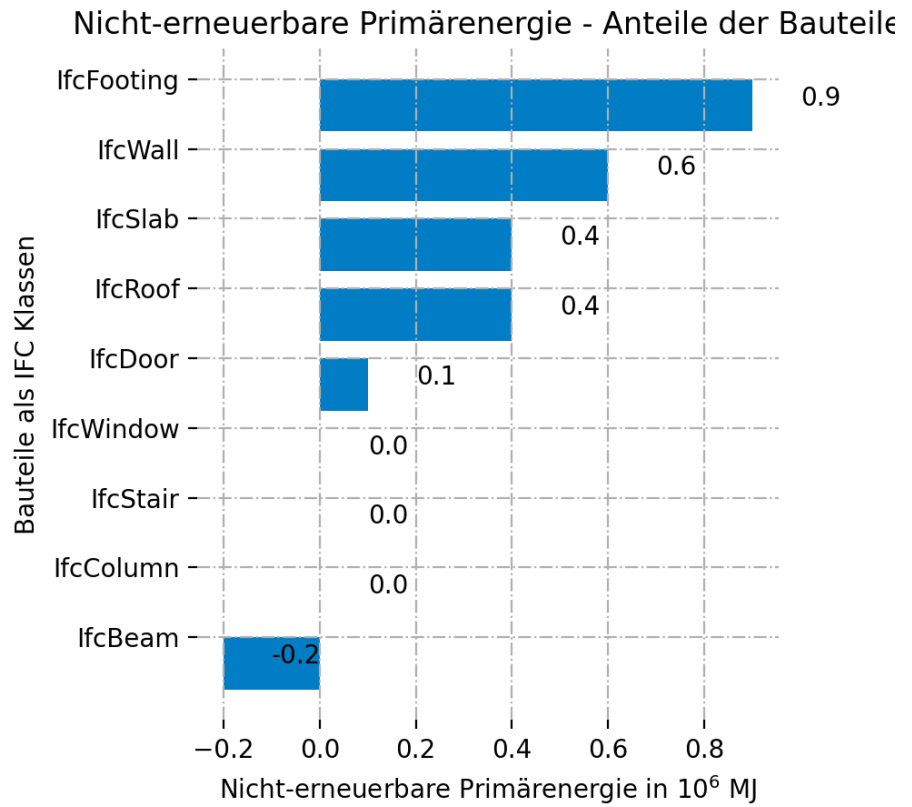
Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

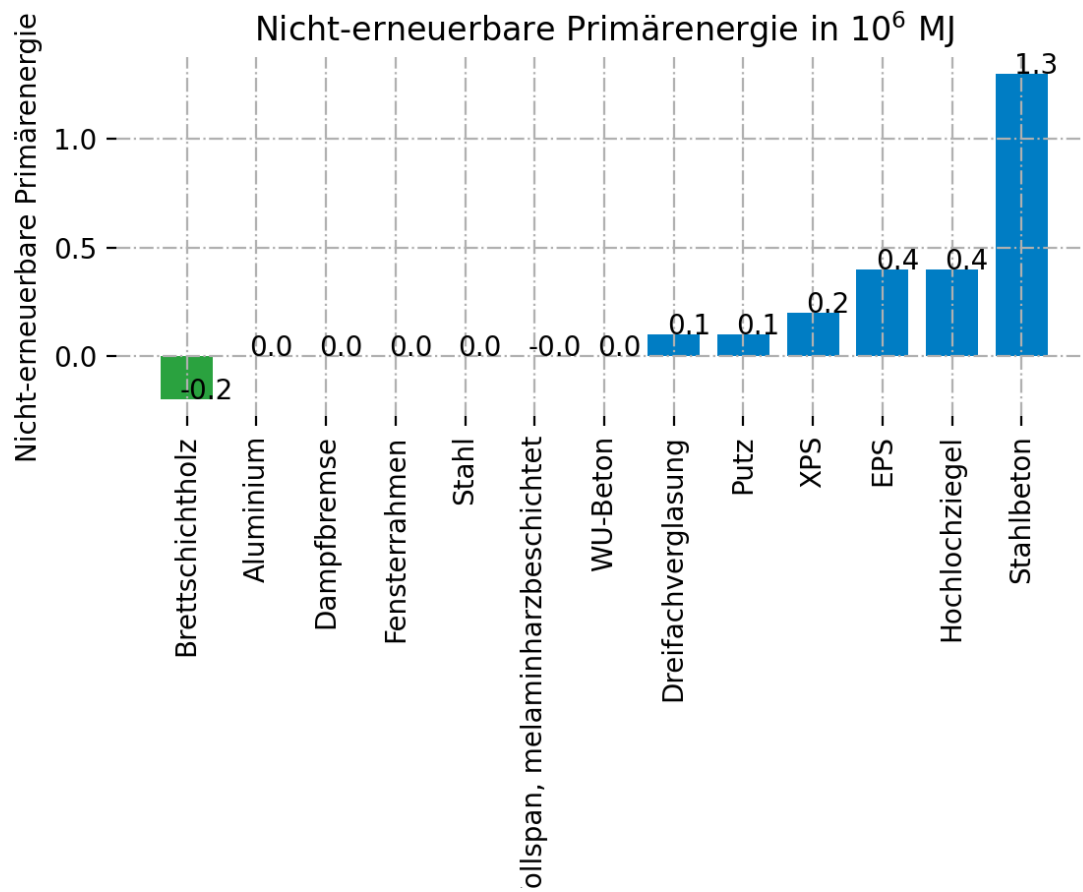
## 9.1. Nicht-erneuerbare Energie - Lebenszyklusbetrachtung



## 9.2. Nicht-erneuerbare Energie - je IFC-Klasse

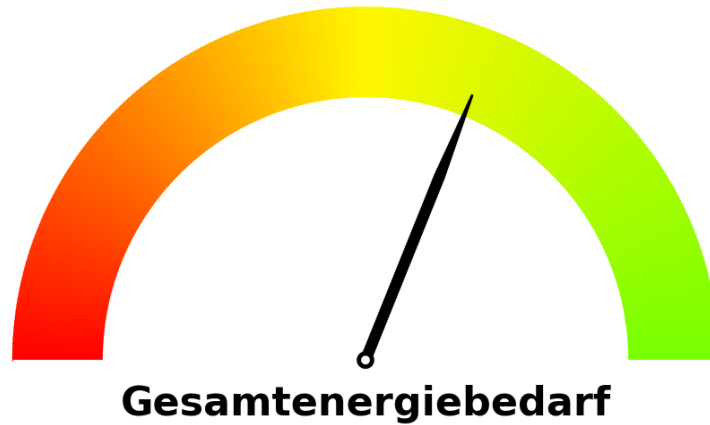


### 9.3. Nicht-erneuerbare Energie - je Material



## 10. Wie hoch ist der Gesamtprimärenergiebedarf Ihres Gebäudes?

Gesamtprimärenergiebedarf



Bei den Referenzwerten und deren Bewertungen handelt es sich um Daten von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB).

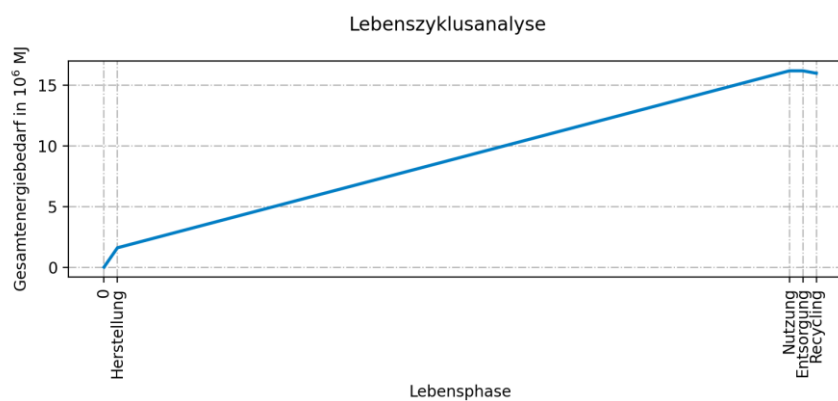
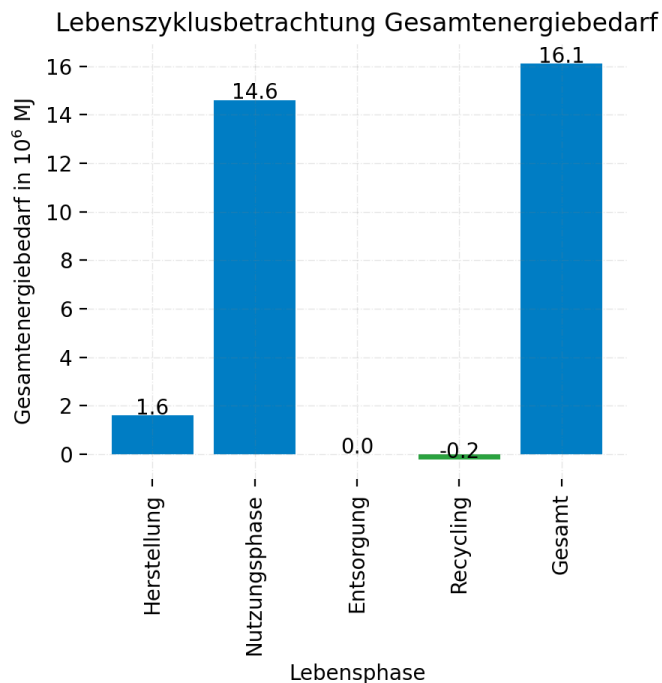
Nähere Details zu den Indikatoren, Referenzwerten und Definitionen sind als Anhang 12.2 beigelegt.

## 10.1. Gesamtprimärenergiebedarf - Lebenszyklusbetrachtung

### Ermittlung des Gesamtprimärenergiebedarfs anhand des Gebäudeenergiegesetzes

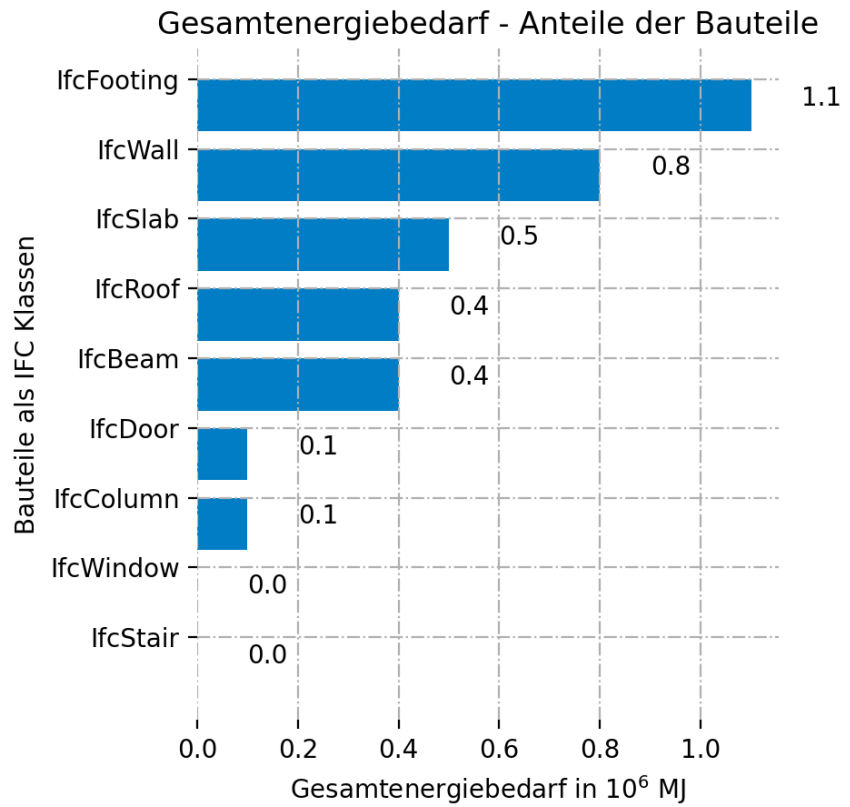
Die Ermittlung des Energiebedarfs während der Nutzungsphase erfolgt auf Grundlage des Nachweises nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) bzw. Energieeinsparverordnung (EnEV). Der Nachweis ist in der Anlage dieses Berichtes enthalten. Der Energieverbrauch ist stark nutzer- und witterungsabhängig und kann daher von dem Bedarf abweichen.

Für die Nutzungsphase wird ein Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren angenommen. Eine Energiespeicherung ist durch „die Recycling-, Rückgewinnungs- oder Wiederverwendungspotenziale für das nächste Produktsystem“ (Figl, 2017) möglich.

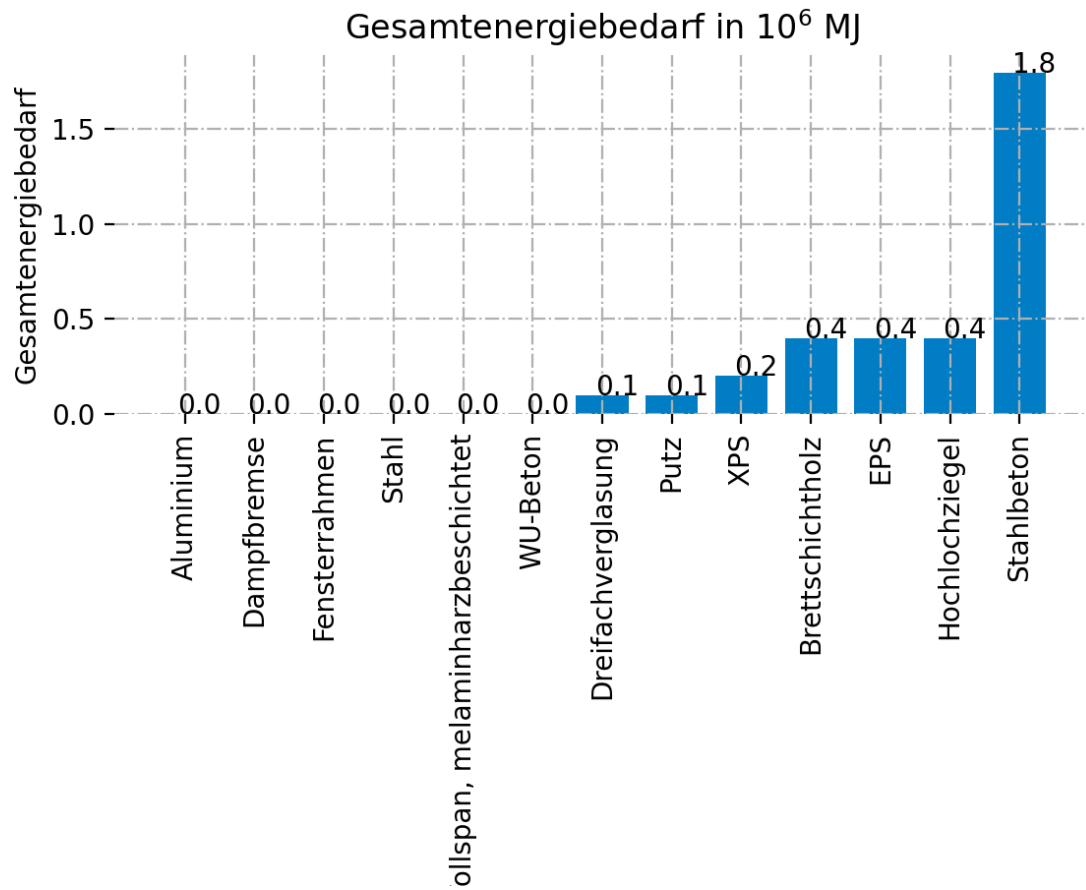




## 10.2. Gesamtprimärenergiebedarf - je IFC-Klasse



### 10.3. Gesamtprimärenergiebedarf - je Material



## 11. Bewertung und Vorschläge

### Vorschläge zur Einsparung - allgemein

- **Verringern der Masse**

Konstruktive Änderung, um die Masse der Bauteile zu verringern

- **Alternative Baustoffe**

Materialien mit ökologisch wertvolleren Baustoffen austauschen

- **Lebenszyklus verlängern**

Standard-Bauteile, modulare Bauweise, wiederverwendbare Bauteile, demontierbare Bauteile

Projektindividuelle Vorschläge zu Einsparungen erarbeiten wir gerne für Sie. Für diese besondere Beratungsleistung unterbreiten wir Ihnen gerne ein Angebot. Sprechen Sie uns an, wir beraten Sie gerne.

## 12. Anhang

### 12.1. Graue Umwelteinflüsse je Material

Material	GWP gesamt in t CO2 Äquiv	POCP gesamt in kg Ethen Äquiv	AP gesamt in kg SO2 Äquiv	EP gesamt in kg Phosphat Äquiv	PENRT gesamt in MJ	PERE gesamt in MJ
Aluminium	0,4	0,7	1,2	3,4	5270,8	1651,3
Brettschichtholz	-9,7	0,2	18,7	5,8	-170864,2	563163,4
Dampfbremse	0,5	0,7	4,0	1,7	7515,4	-150,8
Dreifachverglasung	6,4	32,3	33,8	173,4	76938,6	7188,5
EPS	34,0	75,6	21,3	2,7	368404,1	-10287,2
Fensterrahmen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hochlochziegel	31,0	28,7	31,8	143,2	365154,5	62459,5
Putz	5,1	1,1	11,8	2,4	56476,1	21147,6
Stahl	0,0	0,0	0,0	0,0	110,1	39,3
Stahlbeton	137,7	61,0	262,0	147,5	1338786,3	437694,6
Vollspan, melaminharzbeschichtet	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,9	27,6
WU-Beton	2,4	1,0	4,5	2,5	23007,6	7522,0
XPS	13,2	3,3	7,9	0,9	169888,3	-1953,3
Summe	221,0	204,6	397,0	483,5	2240679,7	1088502,5

(Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2021)

## 12.2. Graue Umwelteinflüsse mit Referenzwerten bezogen auf ein m<sup>2</sup> Netto-Raumfläche

Umweltindikator	Indikator	Grenzwert Typ II	Zielwert Typ II	Übererfüllung Typ II	Gewichtung	Das Gebäude im Vergleich, Typ II	Teilpunkte Typ II	gewichtete Teilpunkte Typ II
Treibhauspotenzial in kg CO <sub>2</sub> Äquiv/Netto-Raumfläche	232,4	840,0	420,0	330,0	0,4	gut	65,9	26,4
Ozonbildungspotenzial in kg Ethen Äquiv/Netto-Raumfläche	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1	ausreichend	29,2	2,9
Versauerungspotenzial in kg SO <sub>2</sub> Äquiv/Netto-Raumfläche	0,4	2,6	1,0	0,8	0,1	gut	75,5	7,6
Überdüngungspotenzial in kg Phosphat Äquiv/Netto-Raumfläche	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	schlecht	0,0	0,0
Gesamtenergiebedarf in MJ/Netto-Raumfläche	3504,4	9590,0	4795,0	3767,5	0,1	gut	62,2	6,2
Nicht-erneuerbare Primärenergie in MJ/Netto-Raumfläche	2358,6	8610,0	4305,0	3382,5	0,2	gut	69,5	10,4
Anteil erneuerbarer Primärenergie in %	32,7	5,0	30,0	37,5	0,0	sehr gut	46,2	2,3

### Gebäudetyp I:

Büro, Bildung, Wohnen, Hotel, Verbrauchermärkte, Shopping, Center, Geschäftshäuser, Versammlungsstätten

### Gebäudetyp II:

Logistik, Produktion, Versammlungsstätten

### Mischgebäude:

Das Gebäude setzt sich aus Anteilen von Gebäudetyp I und II zusammen.

(Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2021)

## 12.3. Definitionen

### **GWP: Treibhauspotenzial / Globales Erwärmungspotenzial**

„Durch die Emission von Treibhausgasen wurde und wird der anthropogene Klimawandel verursacht. Dies bedroht nicht nur die Artenvielfalt, sondern stellt auch die Menschheit vor große Herausforderungen. Gerade im Gebäudebereich sind durch effiziente Energienutzung große Einsparungen möglich und wirtschaftlich umsetzbar. Neben der Freisetzung von Treibhausgasen in der Betriebsphase werden auch Herstellung und Entsorgungsszenarien der verwendeten Baustoffe einbezogen.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 214 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent / m<sup>3</sup>

### **POCP: Ozonbildungspotenzial**

„Während Ozon in der Stratosphäre vor zu hoher UV-Strahlung schützt, schädigt aus Spurengasen (z.B. Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen) bodennah gebildetes Ozon (Sommersmog) die Atemorgane von Mensch und Tier. Die Bildung muss daher durch geeignete Maßnahmen begrenzt werden.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 0,012355 kg Ethen Äquivalent / m<sup>3</sup>

### **AP: Versauerungspotenzial**

„Schwefel- und Stickstoffverbindungen aus anthropogen verursachten Emissionen reagieren in der Luft zu Schwefel- bzw. Salpetersäure, die als „Saurer Regen“ zur Erde fallen und Boden, Gewässer, Lebewesen und Gebäude schädigen. Der Eintrag von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in die Atmosphäre ist daher auf ein Minimum zu reduzieren.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 0,3561 kg SO<sub>2</sub> Äquivalent / m<sup>3</sup>

### **EP: Überdüngungspotenzial**

„Überdüngung (Eutrophierung) bezeichnet den Übergang von Gewässern und Böden von einem nährstoffarmen (oligotrophen) in einen nährstoffreichen (eutrophen) Zustand. Sie wird verursacht durch die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere durch Phosphor- und Stickstoffverbindungen.

Diese entstehen u.a. bei der Erzeugung von Biokraftstoffen, können aber auch bei der Herstellung von Bauprodukten und Verbrennungsemissionen in die Umwelt gelangen. Der unkontrollierte Eintrag von Nährstoffen in Böden und Gewässer kann unerwünschte Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere am Standort haben. So kann es durch die Änderung des Nahrungsangebotes in Gewässern zu vermehrten Algenwachstum und in der Folge zum Sterben der Fische führen.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 0,0695 kg Phosphat Äquivalent / m<sup>3</sup>



### **PERE: Erneuerbarer Primärenergiebedarf**

„Neben der Senkung des Gesamtprimärenergiebedarfs ist es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Ziel der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtprimärenergiebedarf zu erhöhen und damit gleichzeitig den Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern zu senken. Dieses Ziel kann durch hohe Energieeffizienz und einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energie erreicht werden.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 154 MJ / m<sup>3</sup>

### **PENRT: Nicht-erneuerbarer Primärenergiebedarf**

„Mit dem Kriterium wird der Ressourcenverbrauch fossiler Energieträger bewertet. Ziel ist die Minimierung des Verbrauchs endlicher Ressourcen. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der flächen- und jahresbezogene Bedarf an Primärenergie über den Lebenszyklus optimiert werden.“ (Löhnert, 2011)

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 1179 MJ / m<sup>3</sup>

### **PE: Gesamtprimärenergiebedarf**

Der Gesamtprimärenergiebedarf ergibt sich aus der Summe der erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Primärenergie

Beispiel:

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37: ca. 1333 MJ / m<sup>3</sup>

## 13. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2021). ÖKOBAUDAT. Berlin.  
Figl, H. (Januar 2017). ÖKOBAUDAT. Abgerufen am 16. 06 2021 von <https://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/0039bf170209mh1.pdf>  
Löhnert, D. G. (2011). nachhaltigesbauen.de. Abgerufen am 15. 06 2021 von [https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/Bewertungssystem\\_Nachhaltiges\\_Bauen.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/Bewertungssystem_Nachhaltiges_Bauen.pdf)