

Luzern, 04.03.2026

Graue Emissionen Schutzplatz

Ökobilanzvergleich von Schutzbauten

Impressum

Auftraggeber

Stadt Luzern
Immobilien Projektentwicklung
Hirschengraben 17
6002 Luzern

Ansprechperson: Julia Meierhans

Auftragnehmer

WerkRaumKlima GmbH
Mythenstrasse 7
6003 Luzern

Projektleitung: Jonas Landolt, jonas@werkraumklima.ch

Änderungsverzeichnis

Nr.	Datum	Autor	Anmerkung
0	13.02.2026	JL	Entwurf
1	19.02.2026	JL	Erstversion
2	27.02.2026	JL	Finalisierung
3	04.03.2026	JL	Korrektur

Inhalt

1.	Fragestellung	4
2.	Grundlagen	4
2.1	Plangrundlagen	4
2.2	Ökobilanzdaten	4
2.3	Normgrundlagen	4
3.	Projektübersicht	5
3.1	Kennzahlen	6
3.2	Bauweise & Dämmperimeter	6
4.	Methodik	7
5.	CO₂-Bilanz	8
5.1	Bauteiltypen	8
5.2	Ausmass & Bauteilaufbauten	9
5.3	Treibhausgasemissionen	10
5.4	Projektvergleich & Interpretation	12

1.

Fragestellung

Für drei verschiedene Bauvorhaben sollen die Treibhausgasemissionen der Erstellung (Graue Emissionen) für jeweils zwei Varianten ermittelt werden:

1. Gebäude ohne Schutzräume im Untergeschoss
2. Gebäude mit Schutzräumen im Untergeschoss

Aus der Differenz der zwei Varianten kann jeweils ermittelt werden, wie hoch die zusätzlichen grauen Treibhausgasemissionen durch den Bau der Schutzräume ausfallen. Dies wiederum erlaubt es, einen **Vergleichswert der grauen Emissionen pro Schutzplatz** für die drei Projekte zu ermitteln.

2.

Grundlagen

2.1

Plangrundlagen

Die Ökobilanzberechnungen basieren auf den nachfolgenden Plänen und Schemata:

Schulanlage Steinhof (huber waser mühlebach)

- | | |
|---|------------|
| ▪ Grundrisse, Schnitte, Ansichten | 10.11.2025 |
| ▪ Geschossfläche & Gebäudevolumen SIA 416 | 03.02.2026 |

Schulanlage Moosmatt (blättler dafflon architekten)

- | | |
|--------------------------|------------|
| ▪ Grundrisse, Schnitte | 28.01.2026 |
| ▪ Ansichten | 03.02.2025 |
| ▪ Geschossfläche SIA 416 | 06.01.2022 |

Sportcluster Allmend (alp architektur lischer partner)

- | | |
|--|------------|
| ▪ Grundrisse, Schnitte, Geschossflächen & GV SIA 416 | 06.02.2026 |
|--|------------|

Aufgrund der frühen Planungsphase und der fehlenden Fassadenansichten werden beim Sportcluster Allmend diverse Annahmen hinsichtlich Glasanteil (20 % der Fassadenfläche) und Materialisierung getroffen. Da diese Annahmen in beiden Varianten (mit / ohne Schutzräume) identisch sind und mehrheitlich den Hochbau betreffen, haben diese keinen wesentlichen Einfluss auf das Endergebnis der Emissionen pro Schutzplatz.

2.2

Ökobilanzdaten

Grundlage für die Berechnung der grauen Treibhausgasemissionen bilden die KBOB-Ökobilanzdaten im Baubereich, 2009/1:2022, v.7.0.

2.3

Normgrundlagen

Die Ökobilanzierung der Erstellung erfolgt nach der Methodik gemäss SIA 2032, Ausgabe 2020.

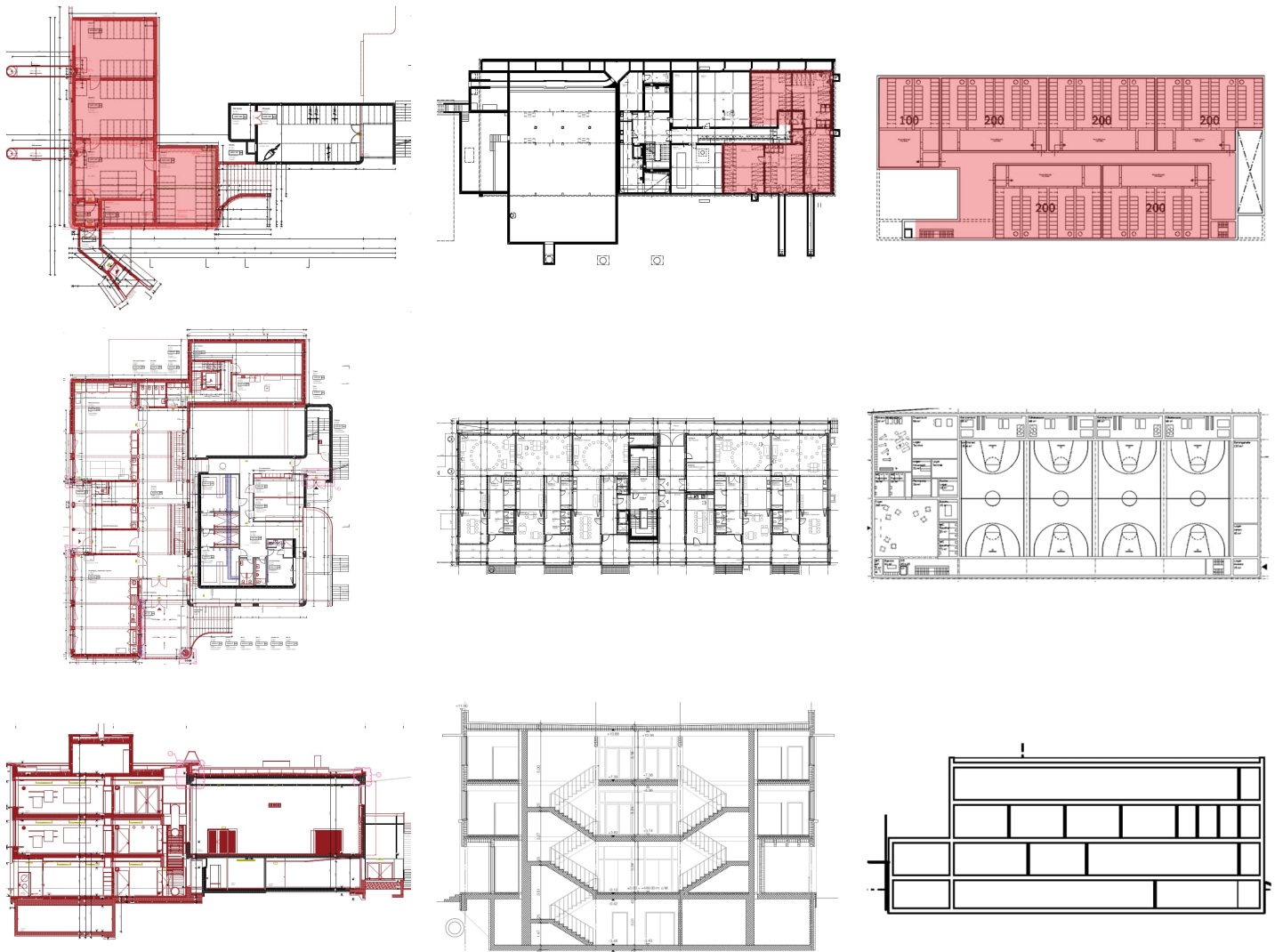
3. Projektübersicht

In der vorliegenden Studie werden die folgenden drei Bauvorhaben betrachtet:

- Schulanlage Steinhof, Luzern
- Schulanlage Moosmatt, Luzern
- Sportcluster Allmend, Luzern

In der nachfolgenden Abbildung sind jeweils die Grundrisse der Untergeschosse (Schutzräume rot markiert) und Erdgeschosse sowie ein Schnitt ausgewiesen. Bei der Schulanlage Steinhof handelt es sich um einen Anbau und eine Sanierung des Bestands, während die Schulanlage Moosmatt und der Sportcluster Allmend Neubauten sind.

Bei der Schulanlage Steinhof und dem Sportcluster Allmend werden die Untergeschosse ausschliesslich für die Schutzräume gebaut, während bei der Schulanlage Moosmatt sowieso ein Untergeschoss gebaut wird, welches im Szenario ohne Schutzräume (V1) als Keller genutzt wird.



→ Schulanlage Steinhof, UG (oben),
EG (mittig), Schnitt (unten)

→ Schulanlage Moosmatt, UG (oben),
EG (mittig), Schnitt (unten)

→ Sportcluster Allmend, UG (oben), EG
(mittig), Schnitt (unten)

Kennzahlen

Um Vergleichsgrössen zwischen den drei Bauvorhaben zu bilden, werden die grauen Treibhausgasemissionen einerseits in Bezug zur Geschossfläche und andererseits in Bezug zur Anzahl Schutzplätze gesetzt. Die Geschossflächenkennzahl basiert auf der Berechnung nach SIA 416 und die Anzahl Schutzplätze wird den UG-Plänen entnommen.

→ Tabelle 1: Geschossfläche und Anzahl Schutzplätze der drei Bauvorhaben

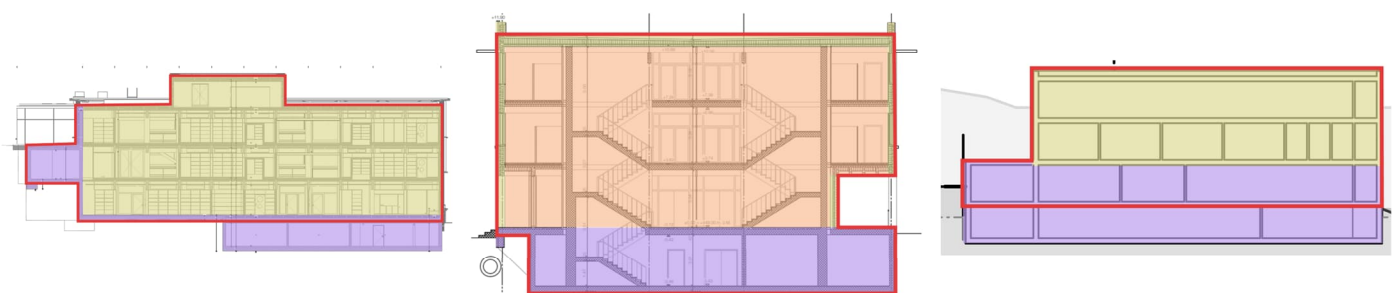
Bauvorhaben	Geschossfläche V1 (ohne Schutzplätze)	Geschossfläche V2 (mit Schutzplätze)	Anzahl Schutzplätze
Schulanlage Steinhof	2'217 m ²	2'481 m ²	200
Schulanlage Moosmatt	4'965 m ²	5'354 m ²	237
Sportcluster Allmend	6'404 m ²	9'694 m ²	1'100

Anmerkungen:

- Schulanlage Steinhof: Es wird nur die Geschossfläche des Neubaus & Anbaus berücksichtigt, da im Wesentlichen auch nur die Bauteile dieser Gebäudeteile in die Bilanz einfließen.
- Schulanlage Moosmatt: Da die Bauteile des Regenrückhaltebeckens in der CO₂-Bilanz berücksichtigt werden, wird auch dessen Grundrissfläche als Geschossfläche mitberücksichtigt.

Bauweise & Dämmperimeter

Bei allen drei Bauten wird Massivbau mit Holzbau kombiniert, wobei in der vorliegenden Bilanz gewisse Vereinfachungen getroffen werden, siehe Abschnitt 4. Bei der Schulanlage Steinhof (gemäss den Plänen) und dem Sportcluster Allmend (Annahme) sind die Schutzräume ausserhalb des Wärmedämmperimeters angeordnet. Bei der Schulanlage Moosmatt werden die Schutzräume gemäss aktuellem Planstand hingegen in den Dämmperimeter integriert (demonstrierbare Innendämmung). Die Aufteilung in Holz-, Hybrid- und Massivbau, sowie der Verlauf des Dämmperimeters ist in der nachfolgenden Abbildung schematisch ausgewiesen.



→ Schulanlage Steinhof

→ Schulanlage Moosmatt

→ Sportcluster Allmend

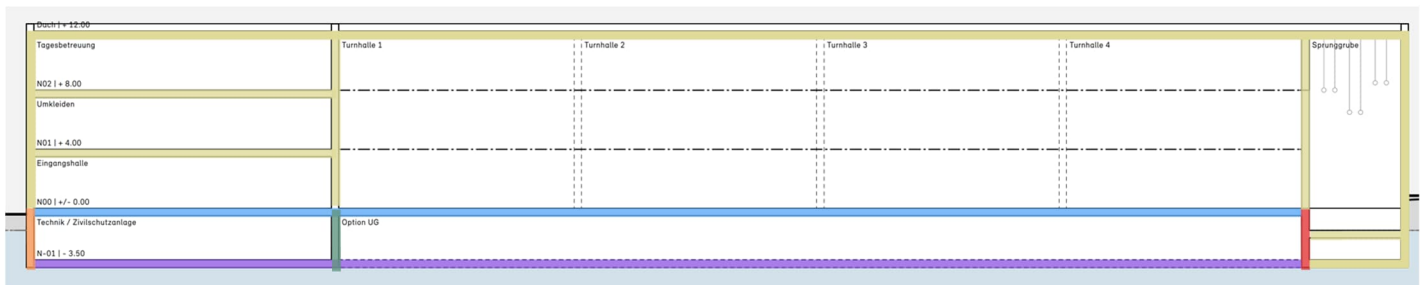


Methodik

Die Berechnung der grauen Emissionen der Bauteile, welche **unabhängig von den Schutzräumen** erstellt werden, erfolgt mittels der **Rechenhilfe** SIA 390/1 (Klimapfad) für frühe Phasen und Vorstudien. Bei diesen Bauteilen ist die Genauigkeit der Bilanzierung nicht massgeblich, da sie sowohl in der Variante mit als auch in der Variante ohne Schutzraum identisch ist. Die in der Rechenhilfe verfügbaren vereinfachten Bauteilaufbauten sind damit hinreichend genau für den Zweck der vorliegenden Studie.

Die grauen Emissionen aller Bauteile, welche sich bei den Varianten mit und ohne Schutzraum **unterscheiden**, werden mittels einer **detaillierten Ökobilanz** berechnet. Dabei werden alle Bauteilschichten präzise berücksichtigt. Diese Methodik ermöglicht eine Differenzierung der unterschiedlichen Betonstärken, Aufbauten und Dämmkonzepte der drei Bauvorhaben.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Bilanzierungsmethodik exemplarisch für den Sportcluster Allmend visualisiert, wobei die hellgrünen Bauteile in der Rechenhilfe (vereinfacht) und alle anderen Bauteile in einer detaillierten Ökobilanzberechnung (in enerweb) erfasst werden.



→ Bilanzierungsmethodik: vereinfachte Bilanzierung in der Rechenhilfe (hellgrüne Bauteile) vs. detaillierte Bilanzierung (übrige Bauteile) am Beispiel des Sportcluster Allmend (Längsschnitt)

V1: nicht vorhanden V2: Bodenplatte Schutzraum	V1: Bodenplatte Turnhalle V2: Zwischendecke	V1: nicht vorhanden V2: Innenwände Schutzraum
V1: nicht vorhanden V2: Wand gegen Erdreich	V1: Wand gegen Erdreich V2: Trennwand zu SR	identische Bauteile in Rechenhilfe erfasst

Bauteiltypen

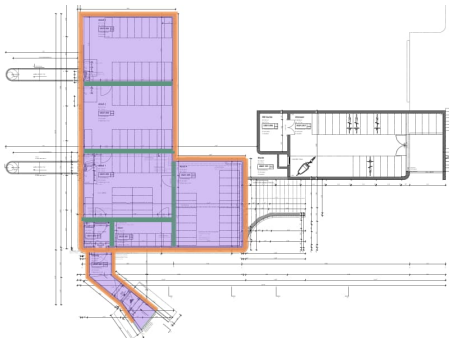
Bei den Ausführungsvarianten mit den Schutzräumen gibt es im Vergleich zur Variante ohne Schutzräume im Wesentlichen drei **neue** Bauteiltypen, deren grauen Treibhausgasemissionen gemäss der Methodik in Abschnitt 4 detailliert erfasst werden:

- Bodenplatte Schutzräume-Erdreich (Moosmatt: V1 Keller-Erdreich | V2 Schutzräume-Erdreich)
- Schutzraumwände gegen Erdreich (Moosmatt: V1 Keller-Erdreich | V2 Schutzraum-Erdreich)
- Innenwände / Trennwände (Moosmatt: V1 Kellertrennwände | V2 Schutzraumtrennwände)

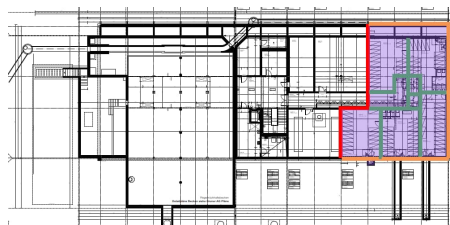
Des Weiteren gibt es bis zu drei verschiedene Bauteiltypen, welche sich in Abhängigkeit der Variante (V1 = ohne Schutzraum, V2 = mit Schutzraum) **verändern**:

- | | |
|---|---|
| → V1: Kellerwände gegen Erdreich
Moosmatt V1: Kellertrennwände | V2: Trennwände Keller - Schutzraum
Moosmatt V2: Trennwand Keller - Schutzraum |
| → V1: Boden EG gegen Erdreich
Moosmatt V1: Zwischendecke EG/Keller | V2: Zwischendecke EG/Schutzraum
Moosmatt V2: Zwischendecke EG/Schutzraum |
| → V1: Bodenbelag Aussengeschosfläche
Moosmatt V1: Dach Keller zu Eingang | V2: Dach Schutzraum zu Eingangsbereich (AGF)
Moosmatt V2: Dach Schutzraum zu Eingang |

Diese insgesamt 6 Bauteiltypen sind verantwortlich für die zusätzlichen grauen Treibhausgasemissionen pro Schutzplatz. In der nachfolgenden Abbildung (Geschosspläne EG & UG) sind die 6 Bauteiltypen in Schemaskizzen für die drei Bauvorhaben ausgewiesen.



→ Schulanlage Steinhof:
Grundriss UG (oben) und EG (unten)



→ Schulanlage Moosmatt:
Grundriss UG (oben) und EG (unten)



→ Sportcluster Allmend
Grundriss UG (oben) und EG (unten)

Ausmass & Bauteilaufbauten

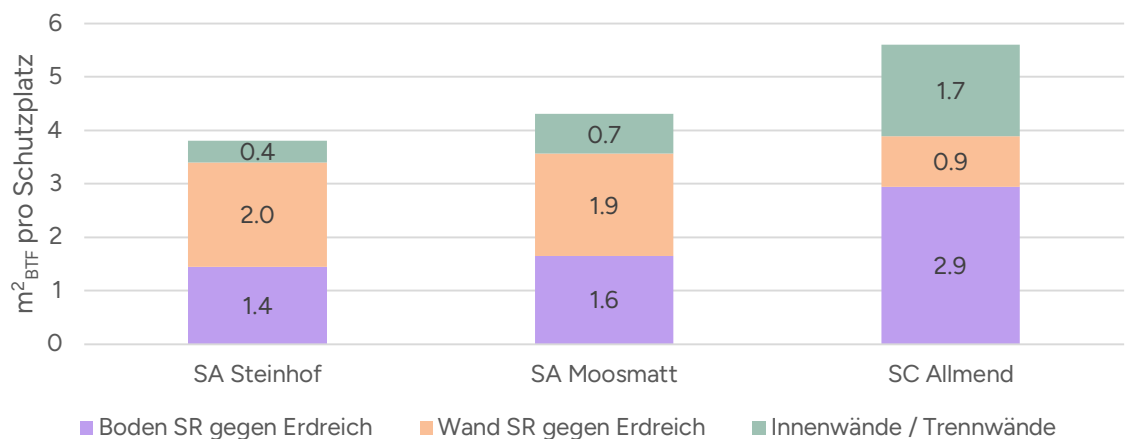
In Tabelle 2 ist das Ausmass sowie die relevanten Angaben zu den Aufbauten (Betonstärke und Dämmung) ausgewiesen, die infolge der Schutzräume (V2) neu dazu kommen, oder die sich im Vergleich zur Variante ohne Schutzräume (V1) verändern, siehe auch Abschnitt 5.1.

→ Tabelle 2: Bauteilausmass & Bauteilaufbauten, Bauteile die es nur in V2 (mit Schutzräumen) gibt, oder die sich zwischen V1 (ohne Schutzräume) und V2 (mit Schutzräumen) verändern

	SA Steinhof	SA Moosmatt	SC Allmend
Boden Schutzraum gegen Erdreich (nur V2, Moosmatt V1 Keller & V2 SR zu Erdreich)	Fläche: 289 m ² Beton: 30 cm Dämmung: Nein	Fläche: 389 m ² Beton: 30 cm Dämmung: Nein	Fläche: 3'235 m ² Beton: 30 cm Dämmung: Nein
Wand Schutzraum gegen Erdreich (nur V2, Moosmatt V1 Keller-Erdreich & V2 Schutzraum-Erdreich)	Fläche: 390 m ² Beton: 30-35 cm Dämmung: Nein	Fläche: 456 m ² Beton: V1: 30 cm V2: 35-40 cm Dämmung: Ja, V1 aussen, V2 innen	Fläche: 1'040 m ² Beton: 35 cm Dämmung: Nein
Innenwände / Trennwände (nur V2, Moosmatt V1 Kellertrennwände & V2 Trennwand Schutzraum-Keller)	Fläche: 83 m ² Beton: 20-35 cm Dämmung: Nein	Fläche: 175 m ² Beton: V1: 20-25 cm V2: 20-30 cm Dämmung: Nein	Fläche: 1'895 m ² Beton: 30 cm Dämmung: Nein
V1: Kellerwände gegen Erdreich (Moosmatt: Trennwand Keller-Keller) V2: Trennwände Keller-SR	nicht vorhanden	Fläche: 115 m ² Beton: V1: 25 cm V2: 30 cm Dämmung: Nein	Fläche: 132 m ² Beton: V1: 35 cm V2: 30 cm Dämmung: Ja (V1&V2)
V1: Boden gegen Erdreich (Moosmatt, Zwischendecke EG/Keller) V2: Zwischendecke EG/SR	Fläche: 186 m ² Beton: V1: 30 cm V2: 55 cm Dämmung: Ja	Fläche: 260 m ² Beton: V1: 30 cm V2: 60 cm Dämmung: Nein	Fläche: 3'235 m ² Beton: V1: 30 cm V2: 60 cm Dämmung: Ja
V1: Bodenbelag AGF (Moosmatt, Dach Keller) V2: Dach Schutzr. zu AGF	Fläche: 70 m ² Beton: V1: - V2: 55 cm Dämmung: Ja	Fläche: 98 m ² Beton: V1: 30 cm V2: 60 cm Dämmung: Ja	nicht vorhanden

In Abbildung 1 sind die zusätzlichen Bauteilflächen für die Erstellung der Schutzräume in Bezug auf die Anzahl Schutzraumplätze ausgewiesen. Dabei wird ersichtlich, dass für die Zivilschutzanlage im Sportcluster Allmend infolge des grossen Korridors zur Erschliessung der einzelnen Schutzräume und der gemeinschaftlichen «Vorzone» eine signifikant höhere Bodenfläche pro Schutzraum resultiert. Dies hat wiederum erhöhte Emissionen sowohl hinsichtlich der Erstellung der Schutzraumbauteile als auch der Erstellung der Gebäudetechnik im UG (Lüftungs- & Elektroinstallationen) zur Folge, siehe Abschnitt 5.4.

zusätzliche Bauteilflächen pro Schutzraumplatz



→ Abbildung 1: zusätzliche Bauteilflächen pro Schutzplatz

Treibhausgasemissionen

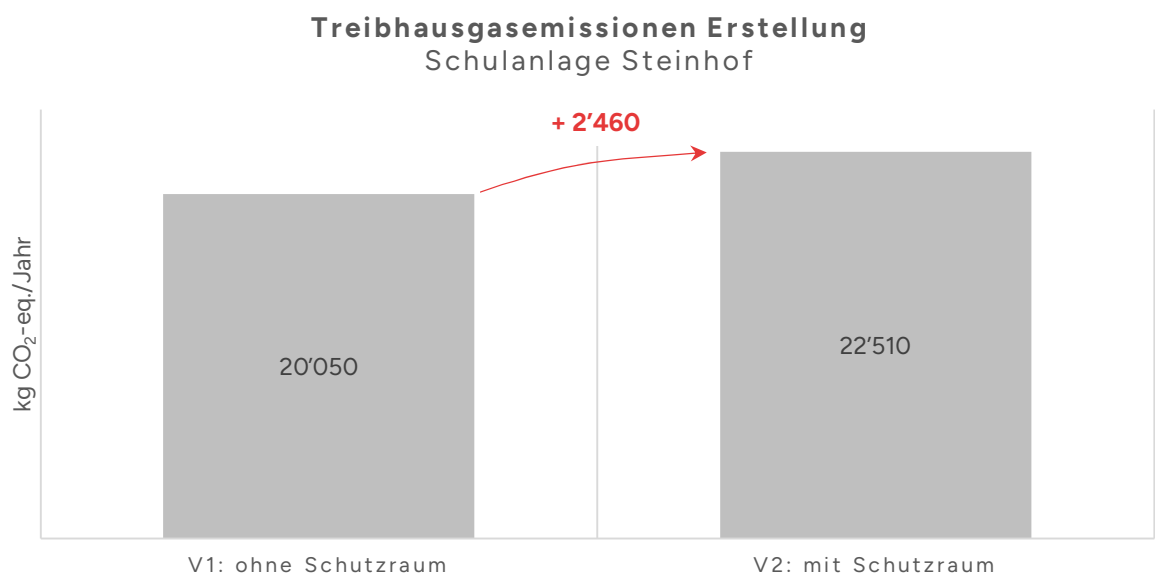
In der nachfolgenden Bilanz der Treibhausgasemissionen der Erstellung werden, mit Ausnahme des Ausbaus, die Emissionen allfälliger besonderer Fundations- & Baugrubensicherungsmassnahmen vernachlässigt. Ebenfalls wird nicht differenziert, ob RC-Beton oder konventioneller Beton eingesetzt wird. Des Weiteren werden die grauen Emissionen der Bauteile, welche durch die Schutzraumbauten nicht tangiert werden, sowie die grauen Emissionen der Gebäudetechnik (Heizungs-, Lüftungs-, Elektro- (exkl. PV) und Sanitär-Anlagen¹) nur approximativ ermittelt (Rechenhilfe für Vorstudien, siehe auch Abschnitt 4). Die ausgewiesenen Gesamtemissionen sind somit im Bewusstsein der obigen Vereinfachungen zu interpretieren und können nicht direkt mit Standards wie dem SIA-Effizienzpfad Energie (SIA-Merkblatt 2040) oder dem Klimapfad (SIA 390/1) verglichen werden.

Die Differenz der grauen Treibhausgasemissionen der zwei Varianten (mit und ohne Schutzräume) ist trotz der gewählten Vereinfachungen und Annahmen hinreichend genau, um einen verlässlichen Vergleich der drei Bauvorhaben bezüglich der grauen Emissionen pro Schutzplatz herbeizuführen.

5.3.1

Schulanlage Steinhof

Die Schutzräume in der Schulanlage Steinhof bewirken zusätzliche graue Treibhausgasemissionen von insgesamt ca. 2'460 kg CO₂-eq/Jahr, siehe Abbildung 2. Unter der Annahme, dass die Schutzraumbauteile eine rechnerische Amortisationszeit von 60 Jahren aufweisen (SIA 2032, tragende Bauteile), resultieren graue Emissionen von ca. **740 kg CO₂-eq pro Schutzplatz** (200 Schutzplätze) bzw. 12.3 kg CO₂-eq pro Schutzplatz und Jahr.



→ Abbildung 2: Treibhausgasemissionen Erstellung – Schulanlage Steinhof

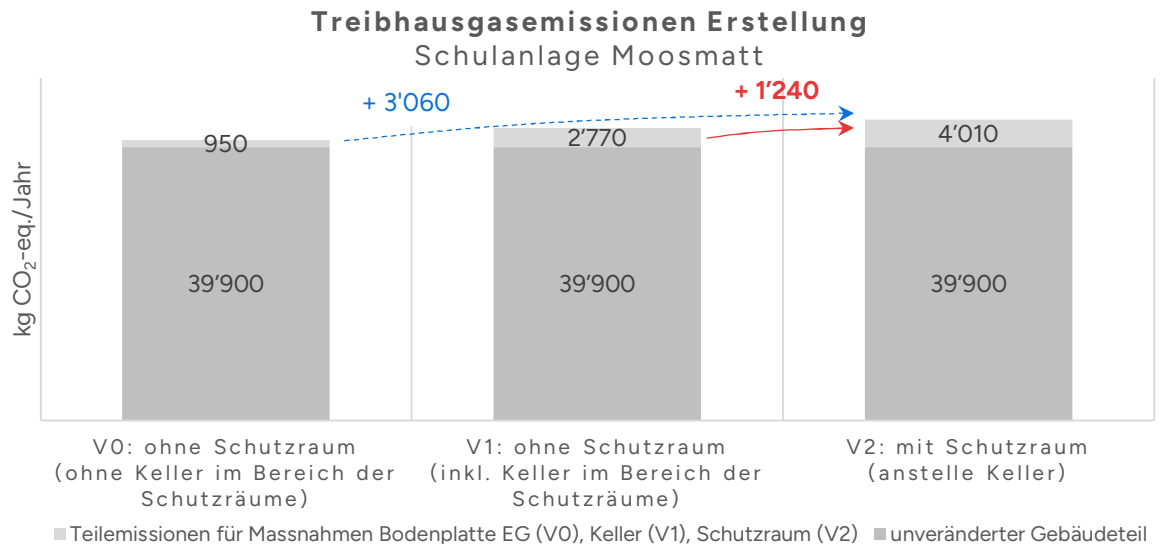
5.3.2

Schulanlage Moosmatt

Werden im UG der Schulanlage Moosmatt Schutzräume anstelle Kellerflächen gebaut, bewirkt dies zusätzliche graue Treibhausgasemissionen von insgesamt ca. 1'240 kg CO₂-eq/Jahr, siehe Abbildung 3. Dies ist insbesondere auf die höheren Betonstärken zur Erfüllung der Schutzanforderungen zurückzuführen. Unter der Annahme, dass die Schutzraumbauteile eine rechnerische Amortisationszeit von 60 Jahren

¹ Bei den grauen Emissionen der Gebäudetechnik handelt es sich um Referenzwerte pro m² Geschoss- bzw. Energiebezugsfläche. Für die zusätzliche Geschossfläche der Schutzräume werden nur graue Emissionen für die Lüftungs- & Elektroinstallationen aufaddiert (keine Heizungs- und keine Sanitärinstallationen).

aufweisen (SIA 2032, tragende Bauteile), resultieren graue Emissionen von ca. **310 kg CO₂-eq pro Schutzplatz** (237 Schutzplätze) bzw. 5.2 kg CO₂-eq pro Schutzplatz und Jahr. Die grauen Emissionen pro Schutzplatz liegen damit deutlich tiefer als bei der Schulanlage Steinhof, da der Keller im Bereich der Schutzräume sowieso realisiert wird. Die Mehremissionen für den Bau der Schutzräume im Vergleich zu einem Szenario ohne Keller im entsprechenden UG-Abschnitt würden sich auf ca. 3060 kg CO₂-eq/Jahr bzw. 770 kg CO₂-eq pro Schutzplatz belaufen (Vergleich V2 zu V0 in Abbildung 3).

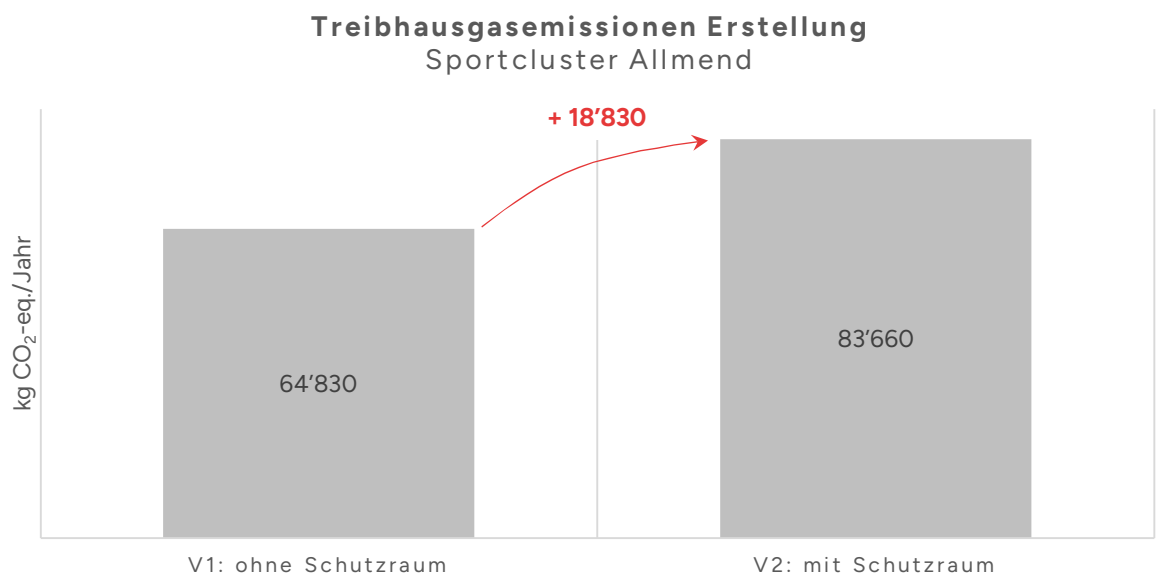


→ Abbildung 3: Treibhausgasemissionen Erstellung – Schulanlage Moosmatt

5.3.3

Sportcluster Allmend

Die Schutzräume im Sportcluster Allmend bewirken zusätzliche graue Treibhausgasemissionen von insgesamt ca. 18'830 kg CO₂-eq/Jahr, siehe Abbildung 4. Unter der Annahme, dass die Schutzraumbauteile eine rechnerische Amortisationszeit von 60 Jahren aufweisen (SIA 2032, tragende Bauteile), resultieren graue Emissionen von ca. **1'030 kg CO₂-eq pro Schutzplatz** (1'100 Schutzplätze) bzw. 17.1 kg CO₂-eq pro Schutzplatz und Jahr. Die grauen Emissionen pro Schutzplatz liegen damit wesentlich höher als bei den Schulanlagen Moosmatt und Steinhof.



→ Abbildung 4: Treibhausgasemissionen Erstellung – Sportcluster Allmend

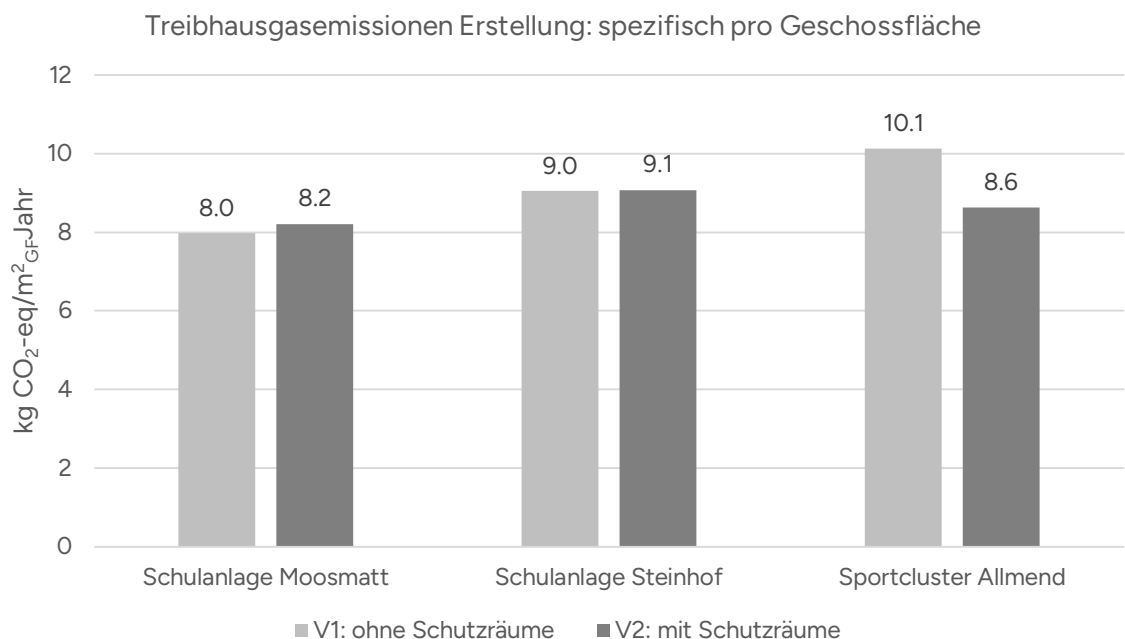
Projektvergleich & Interpretation

Vergleicht man die spezifischen grauen Emissionen in Bezug auf die jeweilige Geschossfläche der Gebäude (siehe Abbildung 5), zeigt sich, dass die Schulanlage Moosmatt insgesamt die **tiefsten flächenspezifischen Emissionen** aufweist. Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, dass die Geschossfläche des Regenrückhaltebeckens mitberücksichtigt wurde, andererseits weist das Schulhaus Moosmatt eine hohe Kompaktheit mit dem insgesamt geringsten Verhältnis von Gebäudehülle zu Geschossfläche auf.

Bei den beiden Schulanlagen fallen die flächenspezifischen grauen Emissionen pro Geschossfläche bei Realisierung der Schutzräume im Vergleich zum Szenario ohne Schutzräume marginal höher aus. Die grauen Emissionen der Schutzraumbauteile sind verhältnismässig höher (Unterterrain-Bauvolumen in Massivbauweise im Vergleich zur Holz-/Hybridbauweise der Obergeschosse), dafür fallen in den Schutzräumen geringere graue Emissionen für die Gebäudetechnik an (nur Lüftungs- & Elektroanlagen), was sich gegenseitig nahezu ausgleicht.

Die **höchsten flächenspezifischen grauen Emissionen** in der Variante ohne Schutzräume weist mit Abstand der Sportcluster Allmend auf. Bei diesem Objekt ist das Verhältnis aus Gebäudehülle zur Geschossfläche am höchsten, da es in dem Gebäude insgesamt 4 dreigeschossige Turnhallen gibt, welche dementsprechend wenig Geschossfläche aufweisen (grosse Lufträume).

Beim Sportcluster Allmend reduzieren sich die flächenspezifischen grauen Emissionen des Gesamtgebäudes bei Realisierung der Schutzräume. Die Schutzräume werden als Geschossfläche angerechnet und erhöhen damit die Gesamtgeschossfläche überproportional zum oberirdischen Teil des Gebäudes mit den Turnhallen.



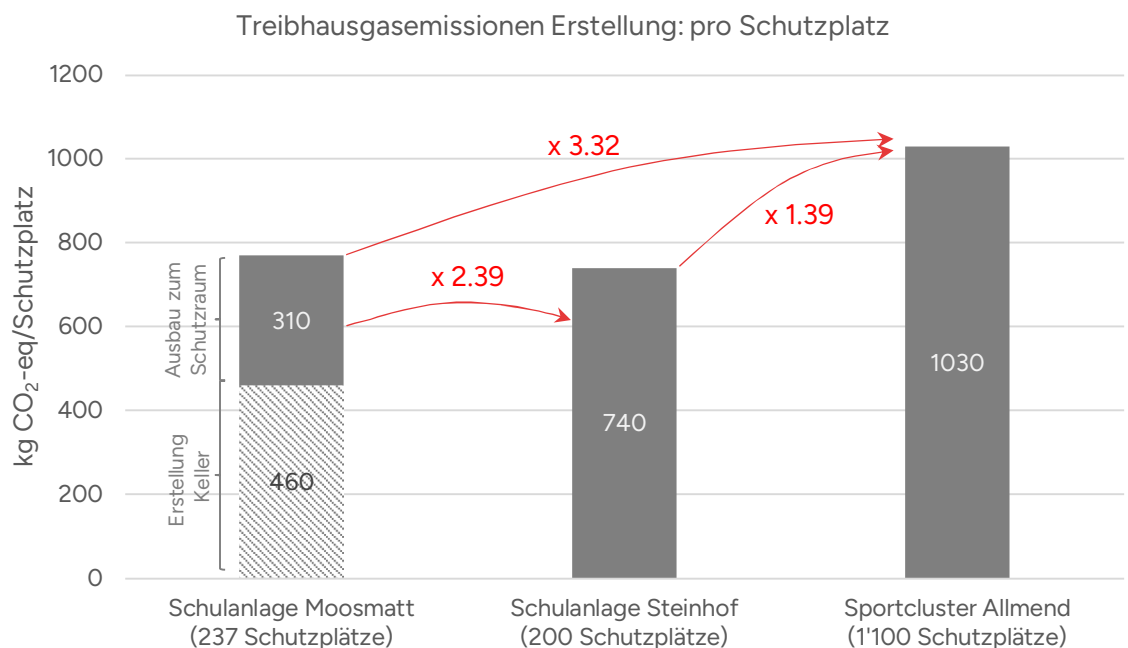
→ Abbildung 5: graue Emissionen, spezifisch pro Geschossfläche und Jahr

Die **grauen Emissionen pro Schutzplatz** (siehe Abbildung 6) sind bei den beiden Schulanlagen nahezu identisch (SA Moosmatt 770 kg CO₂-eq vs. SA Steinhof 740 kg CO₂-eq), wenn bei beiden Schulanlagen davon ausgegangen wird, dass im Szenario ohne Schutzräume im entsprechenden Bereich auch kein Keller im UG realisiert wird.

In der Schulanlage Moosmatt ist jedoch sowieso eine komplette Unterkellerung des gesamten Gebäudes geplant, womit sich der Mehraufwand für den Ausbau des Kellers zum Schutzraum (Mehrbecon) nur noch auf ca. 310 kg CO₂-eq pro Schutzplatz beläuft. Die grauen Emissionen für den Bau des Schutzraums in der Schulanlage Steinhof sind demgegenüber somit mehr als doppelt so hoch.

Der Bau der Schutzraumanlage im Sportcluster Allmend verursacht gegenüber den Schutzräumen in der Schulanlage Steinhof um ca. 39 % höhere Emissionen pro Schutzplatz. Die Schutzräume in den beiden Schulanlagen sind sehr effizient ins UG-Volumen eingebettet und weisen nur wenige zusätzliche Erschliessungsflächen auf. Im Sportcluster Allmend sind zur Erschliessung der einzelnen Schutzräume hingegen grosse Korridorflächen erforderlich. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass in der riesigen Zivilschutzanlage im Sportcluster Allmend nicht nur Schlafräume, sondern auch weitere Nebenräume für den Betrieb der Zivilschutzanlage vorgesehen sind (gemeinsame «Vorzone»), wohingegen die Schutzräume in den Schulanlagen im Wesentlichen auf die Schlafplätze reduziert sind.

Diese zusätzlichen Räume und Erschliessungsflächen im Sportcluster Allmend bewirken eine im Vergleich zu den Schulanlagen grössere Bodenfläche pro Schutzplatz (siehe dazu auch der Flächenvergleich in Abschnitt 5.2), was wiederum höhere schutzraumspezifische graue Emissionen in den Bauteilen als auch der Gebäudetechnik (grössere belüftete und beleuchtete Fläche) zur Folge hat. Damit lassen sich die höheren grauen Emissionen pro Schutzplatz im Sportcluster Allmend erklären.



Aus der Analyse kann abgeleitet werden, dass die folgenden Faktoren zur Reduktion der grauen Emissionen von Schutzräumen beitragen:

- **Integration in geplante UG-Volumen & Mehrfachnutzung:** Schutzräume in sowieso geplante UG-Volumen integrieren und in Friedenszeiten als Keller / Lager nutzen, da die Mehremissionen infolge der erhöhten Betonstärken eines Schutzraums im Vergleich zu einem konventionellen Keller verhältnismässig gering sind.
- **Effiziente Erschliessung:** bestmögliche Vermeidung von zusätzlichen Treppenhäusern und Korridorflächen, welche nur für die Schutzräume benötigt werden.
- **Effiziente Lastabtragung:** bestmögliche Reduktion von Bauteilstärken auf ein für die Schutzzwecke benötigtes Minimum.

Das Dämmkonzept scheint hingegen nur eine sekundäre Rolle zu spielen. Ob der Dämmperimeter an der Zwischendecke zwischen UG und EG verläuft, oder ob die erdberührten Wände der Schutzräume

gedämmt werden (innen oder aussen), hat hinsichtlich der grauen Emissionen einen verhältnismässig geringen Einfluss².



Jonas Landolt

MSc Integrated Building Systems ETH/SIA
Mitinhaber, Geschäftsführer

Beilagen:

- Berechnung Gesamtemissionen mit/ohne Schutzräume
- Rechenhilfe SIA 390/1 für allgemeine Bauteile
- Bauteilauszug enerweb für Schutzraumbauteile
- Ausmasspläne

² Diese Aussage gilt nur unter der Voraussetzung, dass die Bodenplatte nicht gedämmt werden muss, da sich diese ausreichend tief im Erdreich befindet.