

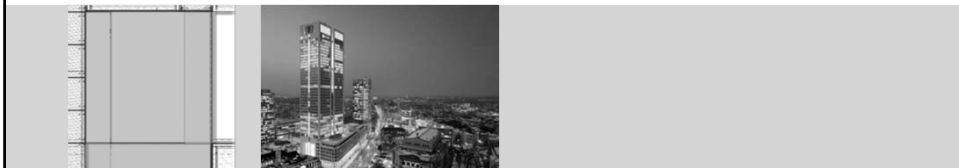


Ökobilanzstudie
zu Fassadenvarianten Naturstein und Glas
im Auftrag des Deutschen Naturwerkstein-Verbands e.V., Würzburg

Referent: Reiner Krug



Themen



- ▶ Einführung: Nachhaltig Bauen - Bauen mit Naturstein
- ▶ Ökobilanzstudie – Aufbau
- ▶ Ökobilanzstudie – Teil 1
- ▶ Ökobilanzstudie – Teil 2
- ▶ Ökonomische Vorteile von Naturstein – Teil 3



Nachhaltig Bauen - Bauen mit Naturstein

- ▶ Was ist nachhaltiges Bauen?
 - ▶ für **alle Phasen** des Lebenszyklus von Gebäuden – von der Erstellung bis zum Rückbau – eine Minimierung des Verbrauchs von Energie und Ressourcen.
-
- ▶ Senkung des **Energiebedarfs** und des Verbrauchs an Betriebsmittel
 - ▶ **Vermeidung** von **Transporten** von Baustoffen
 - ▶ Einsatz wieder **verwendbarer/verwertbarer** Bauprodukte
 - ▶ **Verlängerung** der **Lebensdauer** von Bauprodukten und Baukonstruktionen
 - ▶ gefahrlose **Rückführung der Baustoffe** in den natürlichen Stoffkreislauf

■ ■ ■ ■ ■
Einführung



Nachhaltig Bauen - Bauen mit Naturstein

- ▶ Was ist nachhaltiges Bauen?
- ▶ unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten durchgeführte Planungs- und Bauprozesse sowie ein ebensolches Immobilienmanagement



- ▶ verschiedene Zertifizierungssysteme:
BREEAM in Großbritannien, **LEED** vom U.S. Green Building Council, **DGNB** (Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen)
- ▶ Eine gute Ökobilanz eines Gebäudes bestimmt dessen ökologische Qualität!

■ ■ ■ ■ ■
Einführung



Naturstein – weil die Bilanzen stimmen



- ▶ Interesse an energiesparenden Fassaden gestiegen
- ▶ Beratungsunternehmen PE International führt Studie durch

Der Deutsche Naturwerkstein-Verband e.V. (DNV) nahm das Interesse an energiesparenden Fassaden zum Anlass, eine Nachhaltigkeitsstudie durchführen zu lassen, die Natursteinfassaden hinsichtlich ihrer ökologischen Leistungsfähigkeit bewertet und Fassadenvarianten mit unterschiedlichen Glasanteilen vergleicht

Das weltweit tätige Beratungsunternehmen **PE International** hat diese Aufgabe für den DNV übernommen.



■ ■ ■ ■ ■
Einführung



Ökobilanzstudie - Aufbau

- ▶ LCA-Methode (engl. LCA – Life Cycle Assessment)
- ▶ systematische Analyse der Umwelteinwirkungen

Diese Ökobilanzstudie wurde auf der Grundlage der **LCA-Methode (engl. LCA – Life Cycle Assessment)** durchgeführt. Darunter versteht man eine **systematische Analyse** der **Umwelteinwirkungen** von Produkten während des gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“). Dazu gehören sämtliche Umwelteinwirkungen während der **Produktion**, der **Nutzungsphase** und der **Entsorgung des Produktes**, sowie die damit verbundenen **vor- und nachgeschalteten Prozesse** (z. B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe).

■ ■ ■ ■ ■
Aufbau



Ökobilanzstudie - Aufbau

- ▶ LCA-Indikatoren
- ▶ systematische Analyse der Umwelteinwirkungen

Nachstehende Indikatoren wurden mit der Ökobilanzsoftware GaBi 4 ermittelt:

- ▶ **Primärenergie** (erneuerbar und nicht erneuerbar) in MJ
- ▶ **Treibhauspotential** (GWP - Global Warming Potential) in kg Kohlendioxid - Äquivalent (CO₂-Äq.)
- ▶ **Ozonabbaupotential** (ODP - Ozone Depletion Potential) in kg Referenz-FCKW -Äquivalenten (R11-Äq.)
- ▶ **Versauerungspotenzial** (AP - Acidification Potential) in kg in Schwefeldioxid -Äquivalent (SO₂-Äq.)
- ▶ **Eutrophierungspotenzial** (EP - Eutrophication Potential) in kg Phosphat - Äquivalent (PO₄-Äq.)
- ▶ **Sommersmogpotential** (POCP - Photochemical Ozone Creation Potential) in kg Ethen-Äquivalent (C₂H₄-Äq.)

■ ■ ■ ■ ■
Aufbau



Ökobilanzstudie - Aufbau



- ▶ „Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums“
Hrsg. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Januar 2001

Der erforderliche Austausch von Baustoffen innerhalb der Nutzungsphase wird durch den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums“ bestimmt. Dieser sieht für Naturstein eine durchschnittliche Lebensdauer von **80 Jahren** vor.

Die gewählte Nutzungsdauer ist eine Konvention und schließt nicht aus, dass die Lebensdauer deutlich höher sein kann.

■ ■ ■ ■ ■
Aufbau



Ökobilanzstudie – Teil 1

- ▶ Teil 1 „Ökobilanz zu Fassadenvarianten in Naturstein und Glas“
- ▶ Vergleich 1 m² hinterlüftete Natursteinfassade mit 1 m² Glasfassade

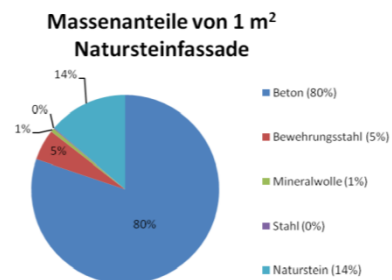
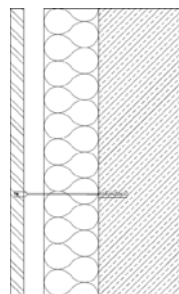
Der **erste Teil** der Studie befasst sich mit dem Vergleich zweier typischer Fassadenkonstruktionen mit Naturstein und Glas über einen Zeitraum von **100 Jahren**. Ein Quadratmeter einer **hinterlüftete Natursteinfassade** inklusive Wärmedämmung und Stahlbetonwand steht dabei einer flächengleichen **Glasfassade** mit einer Unterkonstruktion aus Aluminium gegenüber.

■ ■ ■
Teil 1



Ökobilanzstudie – Teil 1

- ▶ 1 m² hinterlüftete Natursteinfassade
inklusive Wärmedämmung und Stahlbetonwand

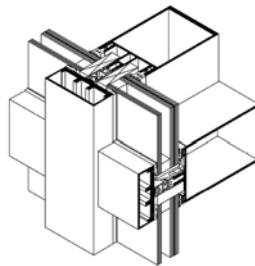


■ ■ ■
Teil 1

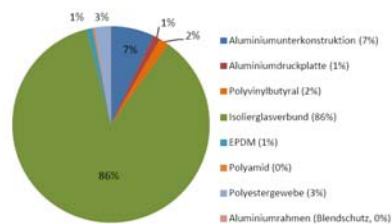


Ökobilanzstudie – Teil 1

► 1 m² Glasfassade mit einer Unterkonstruktion aus Aluminium



Massenanteile von 1 m² Glasfassade

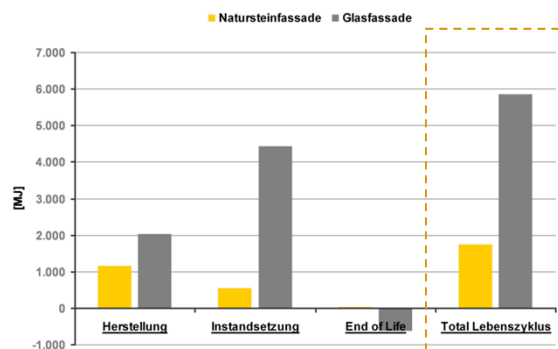


Teil 1



Ergebnisse Teil 1 - Primärenergiebedarf in [MJ]

- Natursteinfassade weist deutliche ökologische Vorteile auf
- Glasfassaden benötigen insgesamt das Dreifache an Primärenergie



Ergebnisse - Teil 1



Ergebnisse Teil 1 – Umwelteinwirkungen in [MJ]

- ▶ Natursteinfassade weist deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Umweltbelastungen der Glasfassade wesentlich höher

Die betrachteten **Umwelteinwirkungen** der Glasfassade (GF) sind zwischen 60% und rund 360% höher als die der Natursteinfassade (NSF):

- ▶ **Treibhauspotenzial** (GWP; CO₂-Äq.) der GF: > 2,5-fache der NSF
- ▶ **Ozonabbaupotenzial** (ODP; R 11-Äq.) der GF: > 1,5-fache der NSF
- ▶ **Versauerungspotenzial** (AP; SO₂-Äq.) der GF: > 3,5-fache der NSF
- ▶ **Eutrophierungspotenzial** (EP; PO₄-Äq.) der GF: > 4,5-fache der NSF
- ▶ **Sommersmogpotenzial** (POCP; C₂H₄-Äq.) der GF: > 4-fache der NSF

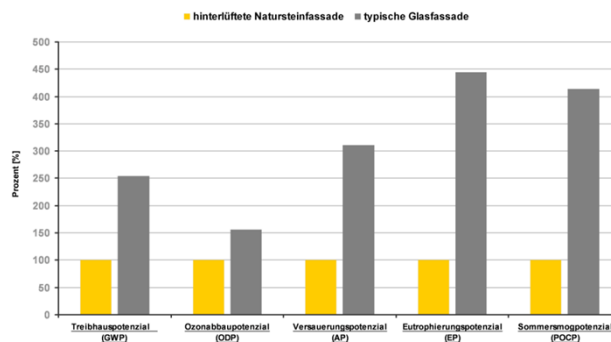


Ergebnisse - Teil 1



Ergebnisse Teil 1 – Umwelteinwirkungen in [MJ]

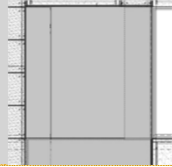
- ▶ Natursteinfassade weist deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Umweltbelastungen der Glasfassade wesentlich höher



Ergebnisse - Teil 1



Ökobilanzstudie – Teil 2



- ▶ „Ökobilanzstudie vom 3 Fassadenvarianten am Beispiel Frankfurter OpernTurm – Betrachtungszeitraum 50 Jahre“
- ▶ Vergleich der Primärenergie und der Umwelteinwirkungen

Fassadenvariante 1:

am Opernturm in Frankfurt **realisierte** Fassade, bestehend aus einer **elementierten, hinterlüfteten Natursteinfassade** (17 %), einer hinterlüfteten Natursteinfassade nach DIN 18516-3 (33 %), sowie Glaselementen (50 %)

Fassadenvariante 2:

hinterlüftete Natursteinfassade nach DIN 18516-3 mit einem Fensteranteil von 50 %.

Fassadenvariante 3:

adäquate Glasfassade, bestehend aus Glaselementen (90 %) und hinterlüfteter Natursteinfassade nach DIN 18516-3 (10 %)

■
Teil 2



Ergebnisse Teil 2 - Primärenergiebedarf in [MJ]

- ▶ Natursteinfassaden weisen deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Glasfassade benötigt mehr als das Doppelte an Primärenergie

Auch der Vergleich der Fassadenvarianten im zweiten Teil der Studie zeigt, bezogen auf die circa **37.000 Quadratmeter** Gesamtfassadenfläche des Opernturms, ebenfalls deutliche ökologische Vorteile der beiden Natursteinfassaden gegenüber der Glasfassade.

Der **Primärenergieverbrauch** einer Glasfassade (Fassadenvariante 3) ist mehr als das zweifache höher als vergleichbarer Natursteinfassaden (Fassadenvarianten 1 und 2).

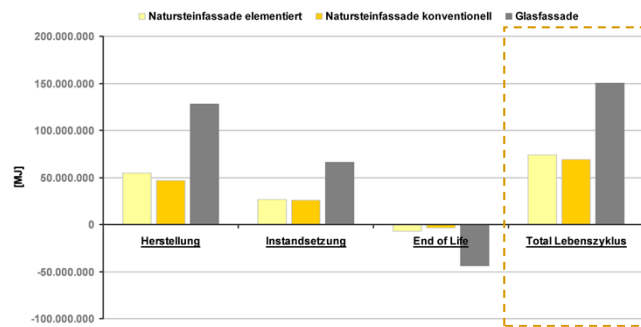
■ ■ ■ ■

Ergebnisse - Teil 2



Ergebnisse Teil 2 - Primärenergiebedarf in [MJ]

- ▶ Natursteinfassaden weisen deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Glasfassade benötigt mehr als das Doppelte an Primärenergie



Ergebnisse - Teil 2



Ergebnisse Teil 2 – Umwelteinwirkungen in [MJ]

- ▶ Natursteinfassaden weisen deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Umwelteinwirkungen der Glasfassade bis zu 175% höher

Die betrachteten **Umwelteinwirkungen** der Glasfassade (GF) sind zwischen 60% und rund 360% höher als die der Natursteinfassade (NSF):

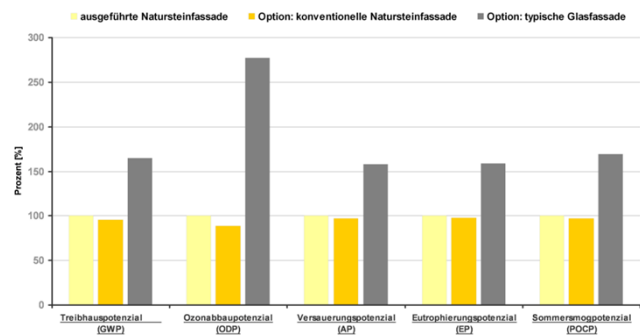
- ▶ **Treibhauspotenzial** (GWP; CO₂-Äq.) der GF: > 1,5-fache der NSF
- ▶ **Ozonabbaupotenzial** (ODP; R 11-Äq.) der GF: > 2,5-fache der NSF
- ▶ **Versauerungspotenzial** (AP; SO₂-Äq.) der GF: > 1,5-fache der NSF
- ▶ **Eutrophierungspotenzial** (EP; PO₄-Äq.) der GF: > 1,5-fache der NSF
- ▶ **Sommersmogpotenzial** (POCP; C₂H₄ -Äq.) der GF: > 1,5-fache der NSF

Ergebnisse - Teil 2



Ergebnisse Teil 2 – Umwelteinwirkungen in [MJ]

- ▶ Natursteinfassaden weisen deutliche ökologische Vorteile auf
- ▶ Umwelteinwirkungen der Glasfassade bis zu 175% höher



Ergebnisse - Teil 2



Ökonom. Vorteile von Natursteinfassaden – Teil 3

- ▶ U-Wert bei Natursteinfassaden wesentlich geringer als bei Glasfassaden
- ▶ Glasfassade: Wärmeverluste im Winter, enormer Kühlbedarf im Sommer

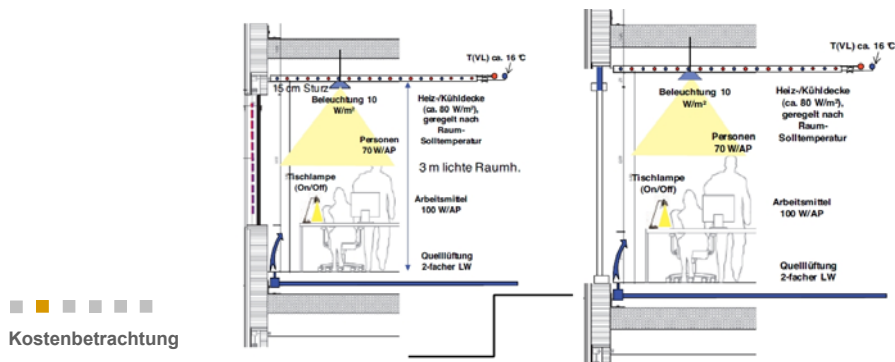
Natursteinfassaden bieten nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch wesentliche Vorteile: So ist der für den Wärmeschutz bedeutende **U-Wert** bei der Natursteinfassade mit **0,32 W/m²K** wesentlich geringer als bei der Glasfassade mit **1,25 W/m²K**. Dies bedeutet, dass die **Transmissionswärmeverluste** und damit der **Wärmebedarf** des Gebäudes bei der Natursteinfassade deutlich geringer sind. Hinzu kommen die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen des enormen Kühlbedarfs von Gebäuden mit großen Glasflächen im Sommer

Ökonomie



Kostenbetrachtung – Fassadenvarianten

- ▶ Fassadenelement mit 14,7 m² Außenfläche
- ▶ Natursteinfassade mit 50 % Glasanteil (li.), reine Glasfassade (re.)



Kostenbetrachtung – Ergebnisse

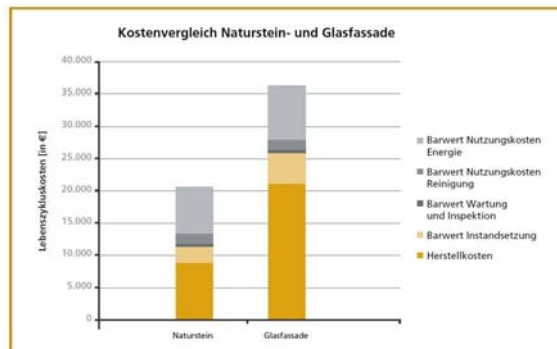
- ▶ Natursteinfassade deutlich kostengünstiger
- ▶ 16.250 € Einsparung über den Lebenszyklus von 50 Jahren bezogen auf 14,7 m² Fassadenfläche

	Natursteinfassade [€]	Glasfassade [€]	Differenz [€]	Differenz [%]
Energiekosten	7.960	9.232	1.273	16
Reinigungskosten	1.458	1.626	168	12
Wartungskosten	223	502	279	125
Instandhaltungskosten	2.217	4.988	2.771	125
Herstellkosten	9.408	21.168	11.760	125
Lebenszykluskosten	21.266	37.517	16.251	76

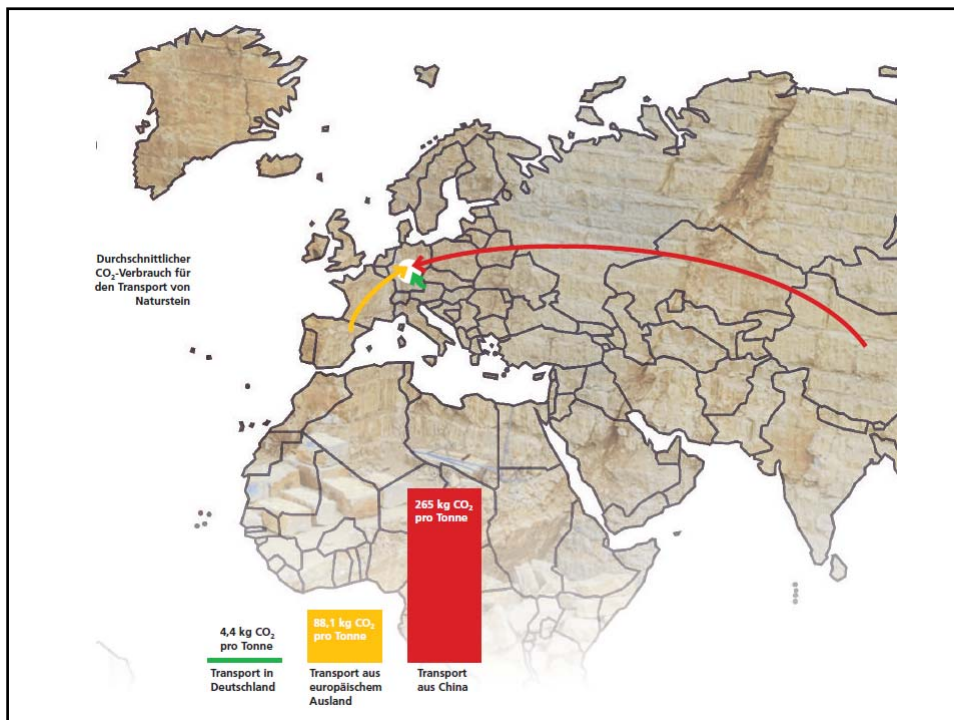


Kostenbetrachtung – Ergebnisse

- ▶ Natursteinfassade deutlich kostengünstiger
- ▶ 16.250 € Einsparung über den Lebenszyklus von 50 Jahren bezogen auf 14,7 m² Fassadenfläche



Kostenbetrachtung



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

