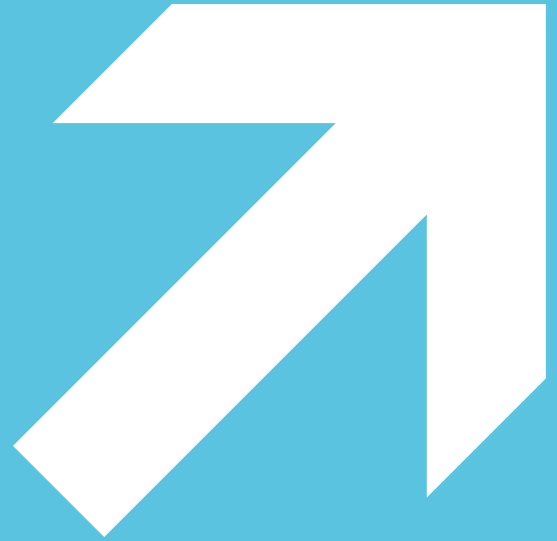




Klimagerechtes Bauen

CO₂-WENDE

Inhalt

Holz – Klimaschutz – Bauen mit Holz	4
Was bewirkt mehr: CO₂-armes Heizen oder CO₂-armes Bauen?	8
Beispiel 1: Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg	10
Beispiel 2: Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München	12
Beispiel 3: 6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen	14
Wie wirtschaftlich ist CO₂-Reduzierung durch Bauen mit Holz?	16
Beispiel 1: Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg	18
Beispiel 2: Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München	20
Beispiel 3: 6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen	22
Zum Vergleich: CO ₂ -Vermeidung bei Stromerzeugung	24
Wie zielführend ist CO₂-Reduzierung durch Bauen mit Holz?	26
Beispiel 1: Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg	28
Beispiel 2: Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München	30
Beispiel 3: 6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen	32
Zum Vergleich: CO ₂ -Emissionen im Alltag	34

Grußwort

Liebe Leserinnen und Leser,

„wir sind die erste Generation, die die Folgen des Klimawandels spürt“, sagte der frühere US-Präsident Barack Obama. „Und wir sind die letzte, die etwas dagegen tun kann.“ Um aber tatsächlich etwas zu bewirken, dürfen wir uns nicht im Klein-Klein verheddern, sondern müssen zunächst das Wichtige vom Unwichtigen unterscheiden und uns dann auf das Wichtige konzentrieren: auf wenige, aber wirkungsvolle Maßnahmen.

Wie wirkungsvoll das Bauen mit Holz ist, darüber klärt diese Broschüre auf. Die im Rahmen von Lebenszyklus-Analysen erstellten CO₂-Bilanzen von drei Geschosswohnungsbauten bringen Licht ins Dunkel. Sie zeigen ganz klar: Bauen mit Holz ist eine der wirkungsvollsten und wirtschaftlichsten Klimaschutzmaßnahmen überhaupt. Und vor allem: Es ist eine sofort wirkende Klimaschutzmaßnahme.

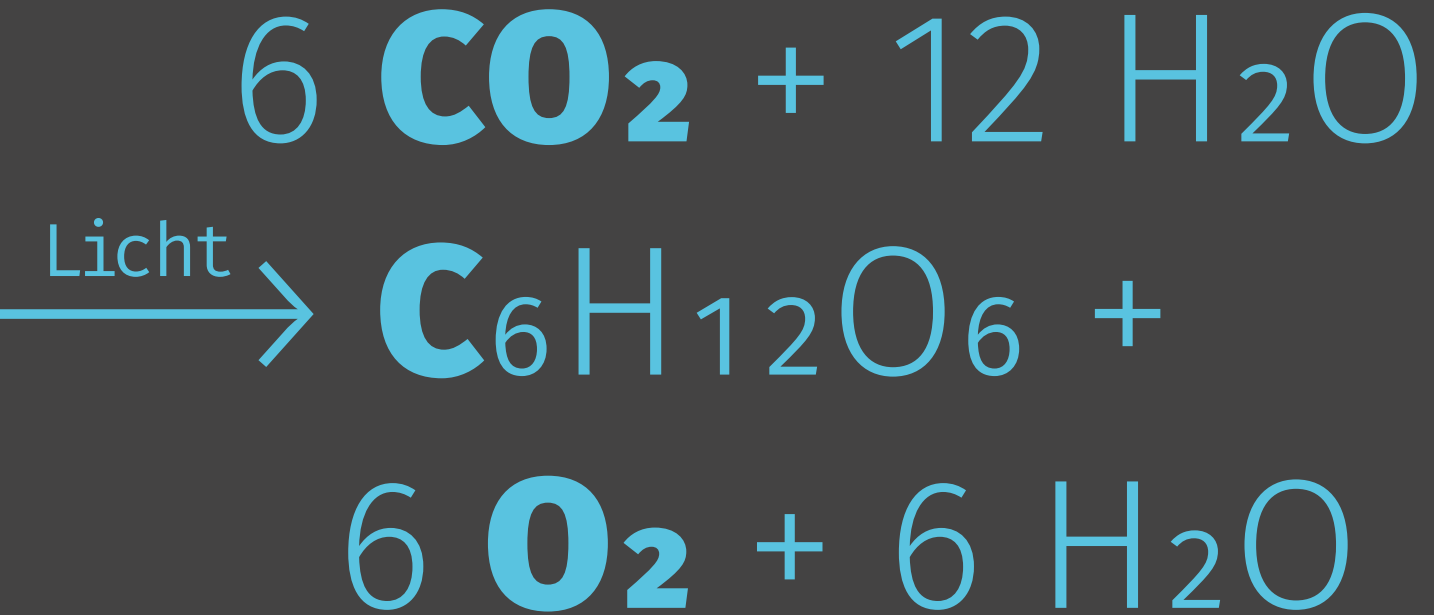
Das „Sofort“ ist ein ganz entscheidendes Kriterium, das oft übersehen wird. Denn es gilt, die Klimaerwärmung so schnell wie möglich und so stark wie möglich zu bremsen, damit die Ökosysteme genug Zeit haben, sich anzupassen. Lösungen, die erst langfristig Wirkung entfalten, genügen deshalb nicht. Es braucht auch dringend Lösungen, die dies kurzfristig tun. Und genau hierfür ist Bauen mit Holz ideal. Denn es bedeutet: Klimaschutz jetzt!

Ihr



Peter Aicher
Präsident Landesinnungsverband des
Bayerischen Zimmererhandwerks





1 m³ Holz ≈ 500 kg Holz

≈ 250 kg C ≈ **1000 kg CO₂**

Holz – Klimaschutz – Bauen mit Holz

Holz besitzt ein Alleinstellungsmerkmal: Es setzt bei seiner Entstehung nicht große Mengen Kohlendioxyd (CO_2) frei, sondern bindet große Mengen CO_2 . Denn Holz wird nicht künstlich hergestellt, sondern wächst auf natürliche Art und Weise. Für die Photosynthese atmen Bäume CO_2 ein, zerlegen es, bauen den Kohlenstoff (C) in ihre Molekularstruktur ein und atmen Sauerstoff (O_2) aus. Die Energie für diesen biochemischen Prozess liefert zu 100 % die Sonne.

Verrottet oder verbrennt das Holz, wird die Menge CO_2 , die vorher gebunden wurde, wieder frei. Für den Klimaschutz ist jedoch wichtig, dass das CO_2 lange gebunden bleibt. Das geschieht bei einer stofflichen Nutzung – zwar nicht für ewig, aber für viele Jahrzehnte. Und diese Zeitspanne ist entscheidend, denn es gilt, den Anstieg des CO_2 in der Erdatmosphäre möglichst schnell möglichst stark zu bremsen.

Pauschale Aussagen zur CO_2 -Reduzierung durch „die Holzbauweise“ sind allerdings schwierig – zu unterschiedlich sind die Gebäude und die Anteile nicht-hölzerner Materialien in ihnen. Detaillierte Analysen sind unumgänglich. Solche wurden für diese Veröffentlichung an drei mehrgeschossigen Wohngebäuden vorgenommen: zum einen an den in Holzbauweise realisierten „Originalen“, zum anderen an fiktiven „Duplikaten“ in mineralischer Bauweise.



Beispiel 1

Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg

Fertigstellung: 2006

Bauherr: Heimat Österreich

Architektur: sps+architekten zt gmbh

Holz

(real. Original)

40,85**Mineralisch**

(fikt. Duplikat)

423,15

Beispiel 2

Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München

Fertigstellung: 2014

Bauherr: GWG München

Architektur: Kaufmann.Lichtblau.Architekten

Holz

(real. Original)

14,96**Mineralisch**

(fikt. Duplikat)

376,29

Beispiel 3

6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen

Fertigstellung: 2013

Bauherr: GEWOBAU Erlangen

Architektur: GEWOBAU Erlangen

Holz

(real. Original)

162,82**Mineralisch**

(fikt. Duplikat)

347,11**Ökobilanz:** nach DIN EN 15978 mit Phasentrennung; **Indikator:** Treibhausgaspotenzial; **Betrachtungszeitraum:** 50 Jahre;**Bauweisen:** Holzprimärkonstruktion mit holzbetontem Ausbau / mineralische Primärkonstruktion mit mineralischem Ausbau; **Heizungen:** Energieträger NawaRo (Holzpellets) / Fossil (Gas);

B4	C	A+B4+C		B6	B6		
Nutzungs- phase (Ersatz)	Ent- sorgungs- phase		temporärer Kohlenstoff- speicher	Beheizung NawaRo (Pellets)	Beheizung Fossil (Gas)	Baukosten brutto KG 300+400	
kg CO ₂ äq/ m ² BGF	kg CO ₂ äq/ m ² BGF	kg CO ₂ äq/ m ² BGF	kg CO ₂ äq/ m ² BGF	kg CO ₂ äq/ m ² BGF a	kg CO ₂ äq/ m ² BGF a	Mio. Euro	Euro/ m ² BGF
86,49	228,90	356,24	-196,0	2,49	4,00	8,10	1316
209,51	50,22	682,88	-6,0	-2,48	3,93	8,22	1337
123,13	245,69	383,78	-225,8	2,46	4,63	1,75	1390
181,08	52,53	609,90	-13,6	2,48	4,63	1,81	1437
119,34	170,48	452,64	-138,4	2,51	3,56	2,00	1436
128,36	45,00	520,47	-4,9	2,58	3,53	1,97	1412

Datenbank: ÖKOBAUDAT 2016; **Baukosten:** SirAdos Baupreise 2017, Ø Kostengruppen 300 + 400;
Berechnungen: Holger König, LEGEP Software GmbH; Prof. Dr.-Ing. Annette Hafner, Ruhr-Universität Bochum

**Was bewirkt
mehr:**

**CO₂-armes Heizen
oder**

CO₂-armes Bauen?

Relevanz der Frage: Die Energieeinsparverordnung (EnEV) und die KfW-Förderprogramme befassen sich nur mit dem Heizenergiebedarf. Ausgeblendet bleiben die Energie zum Herstellen der Baumaterialien sowie die CO₂-Emissionen.

Methodik zur Beantwortung: Die Lebenszyklus-Analysen der drei „hölzernen Originale“ und ihrer „mineralischen Duplikate“ zeigen die CO₂-Bilanzen für die Gebäudeerrichtung (inkl. Herstellung der Baumaterialien), für eine 50 Jahre lange Gebäudenutzung und für eine 50 Jahre lange Gebäudebeheizung. Um bei der Gebäudebeheizung nicht „Äpfel mit Birnen“ zu vergleichen, wurden jeweils drei fiktive Heizungsanlagen angenommen: eine CO₂-intensive mit Gas, eine CO₂-arme mit Holzpellets und eine CO₂-freie (die es aktuell aber noch gar nicht gibt).

Ergebnis: Nach 50 Jahren Nutzung weisen die „hölzernen Originale“ selbst bei CO₂-intensivem Heizen mit Gas eine bessere CO₂-Bilanz auf als ihre „mineralischen Duplikate“ bei (noch gar nicht möglichem) CO₂-freiem Heizen. Laut Bilanzierungsregeln ist anzunehmen, dass das Gebäude nach 50 Jahren abgerissen, das Holz thermisch verwertet und das gebundene CO₂ freigesetzt wird. Dadurch nähern sich die CO₂-Bilanzen an.

Fazit: Die großen CO₂-Vermeidungspotenziale liegen beim Bauen und nicht beim Heizen. Vor allem erfolgt die CO₂-Vermeidung beim Bauen mit Holz sofort, beim Heizen hingegen erst über einen langen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten.



Beispiel 1

Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg

CO₂-Bilanzen

Bauweise	Herstellung & Geb.errichtung	50 Jahre Nutzung	Varianten Heizanlage	50 Jahre Heizen	Abriss & Entsorgung	
Holz (real. Original)	41	86	Gas 	200 	229	kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets	125 		
			CO ₂ -frei	0 		
Mineralisch (fikt. Duplikat)	423	210	Gas 	197 	50	kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets	124 		
			CO ₂ -frei	0 		



Beispiel 2

Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München

CO₂-Bilanzen

Bauweise	Herstellung & Geb.errichtung	50 Jahre Nutzung	Varianten Heizanlage	50 Jahre Heizen	Abriss & Entsorgung	
Holz (real. Original)	15	123	Gas <u>232</u>	246		kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets <u>123</u>			
			CO ₂ -frei <u>0</u>			
Mineralisch (fikt. Duplikat)	376	181	Gas <u>232</u>	53		kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets <u>124</u>			
			CO ₂ -frei <u>0</u>			



Beispiel 3

6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen

CO₂-Bilanzen

Bauweise	Herstellung & Geb.errichtung	50 Jahre Nutzung	Varianten Heizanlage	50 Jahre Heizen	Abriss & Entsorgung	
Holz (real. Original)	163	119	Gas	178	170	kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets	126		
			CO ₂ -frei	0		
Mineralisch (fikt. Duplikat)	347	128	Gas	177	45	kg CO ₂ /m ² BGF
			Pellets	129		
			CO ₂ -frei	0		

**Wie wirtschaftlich
ist
CO₂-Reduzierung
durch
Bauen mit Holz?**

Relevanz der Frage: Klimaschutz wirtschaftlich zu betreiben, heißt vor allem, dort zu investieren, wo sich pro Euro am meisten CO₂ einsparen lässt. Oder anders ausgedrückt: dort, wo die CO₂-Vermeidungskosten am niedrigsten sind.

Methodik zur Beantwortung: Die Lebenszyklus-Analysen der drei „hölzernen Originale“ und ihrer „mineralischen Duplikate“ zeigen deren Baukosten und deren CO₂-Bilanzen für die Gebäudeerichtung (inkl. Herstellung der Baumaterialien). Die Differenz der Baukosten zwischen „hölzernem Original“ und „mineralischem Duplikat“ lässt die Kosten für das Vermeiden einer bestimmten Menge CO₂ erkennen. Die vermiedene Menge CO₂ ist die Differenz der beiden CO₂-Bilanzen. Die Division der beiden Differenzen zeigt, wie viel Euro beim jeweiligen Gebäudetyp die Vermeidung von 1 t CO₂ durch Bauen mit Holz kostet.

Ergebnis: Bei zwei der drei untersuchten Gebäude ist die Holzbauweise sogar preisgünstiger als die mineralische Bauweise, d.h. es treten hier gar keine CO₂-Vermeidungskosten auf. Bei einem der drei untersuchten Gebäude ist die Holzbauweise teurer, doch liegen hier die CO₂-Vermeidungskosten deutlich niedriger als diejenigen, die bei der Stromerzeugung anfallen, wenn CO₂-intensive Kohle- und Gaskraftwerke durch Photovoltaik ersetzt werden.

Fazit: Bauen mit Holz gehört zu den wirtschaftlichsten CO₂-Vermeidungsmaßnahmen. Es ist sogar ein CO₂-Vermeidungsgewinn möglich. Vor allem erfolgt die CO₂-Einsparung beim Bauen mit Holz sofort, bei der Stromerzeugung hingegen erst über einen langen Zeitraum.



Beispiel 1

Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg

CO₂-Vermeidungskosten

Bauweise	Kosten Geb.errichtung	Kosten- Differenz	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ - Differenz	Kosten-Diff. / CO ₂ -Diff.
Holz (real. Original)	1316 Euro/m ² BGF	-21 Euro/m ² BGF	41 kg/m ² BGF	-382 kg/m ² BGF	+55 Euro/t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	1337 Euro/m ² BGF		423 kg/m ² BGF		



Beispiel 2

Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München

CO₂-Vermeidungskosten

Bauweise	Kosten Geb.errichtung	Kosten- Differenz	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ - Differenz	Kosten-Diff. / CO ₂ -Diff.
Holz (real. Original)	1390 Euro/m ² BGF	-47 Euro/m ² BGF	15 kg/m ² BGF	-361 kg/m ² BGF	+130 Euro/t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	1437 Euro/m ² BGF		376 kg/m ² BGF		



Beispiel 3

6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen

CO₂-Vermeidungskosten

Bauweise	Kosten Geb.errichtung	Kosten- Differenz	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ - Differenz	Kosten-Diff. / CO ₂ -Diff.
Holz (real. Original)	1436 Euro/m ² BGF	+24 Euro/m ² BGF	163 kg/m ² BGF	-184 kg/m ² BGF	-130 Euro/t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	1412 Euro/m ² BGF		347 kg/m ² BGF		



Zum Vergleich

Stromerzeugung

CO₂-Vermeidungskosten

Photovoltaik	statt Kohle-Kraftwerk	-235	Euro/t
	statt Gas-Kraftwerk	-426	Euro/t
Windkraft	statt Kohle-Kraftwerk	-37	Euro/t
	statt Gas-Kraftwerk	-22	Euro/t
CCS-Technologie	bei Kohle-Kraftwerk	-60	Euro/t
	bei Gas-Kraftwerk	-66	Euro/t

**Wie zielführend
ist
CO₂-Reduzierung
durch
Bauen mit Holz?**

Relevanz der Frage: Klimaschutz zielführend zu betreiben, heißt vor allem, sich nicht in Nebensächlichkeiten zu verzetteln, sondern auf die Maßnahmen zu konzentrieren, die tatsächlich hohe CO₂-Vermeidungspotenziale aufweisen.

Methodik zur Beantwortung: Lebenszyklus-Analysen der drei „hölzernen Originale“ und ihrer „mineralischen Duplikate“ zeigen deren CO₂-Bilanzen für die Gebäudeerrichtung (inkl. Herstellung der Baumaterialien). Die Differenz der beiden CO₂-Bilanzen ist die CO₂-Vermeidung pro m² Bruttogeschossfläche (BGF). Diese lässt sich durch Multiplikation mit der durchschnittlichen Wohnfläche (WF)* und dem durchschnittlichen BGF/WF-Verhältnis** zu einer Pro-Kopf-BGF*** und einer Pro-Kopf-CO₂-Vermeidung hochrechnen. Vergleiche mit den CO₂-Emissionen, die Flugreisen, Autofahren

und Fleischessen verursachen, lassen erkennen, mit welchen Maßnahmen sich über welchen Zeitraum eine bestimmte CO₂-Vermeidung erzielen lässt.

Ergebnis: Die CO₂-Vermeidung durch Wohnen in einem Holzgebäude ist immer vielfach höher als die CO₂-Vermeidung, die sich von einem Durchschnittsbürger pro Jahr durch einen Verzicht auf Flugreisen, auf Autofahren oder auf Fleischessen erzielen lässt.

Fazit: Durch Bauen mit Holz lässt sich kurzfristig eine vielfach höhere CO₂-Menge vermeiden als in den Konsumbereichen, die als die großen CO₂-Verursacher gelten.

* Ø WF: 46,5 m²/Einwohner – Quelle: Statistisches Bundesamt, 2016, <http://t1p.de/kjie>

** Ø BGF/WF-Verhältnis: 1,7 – Quelle: TU Cottbus, <http://t1p.de/4q6o>

*** Pro-Kopf-BGF: 46,5 m²/Einwohner x 1,7 = 79 m²/Einwohner



Beispiel 1

Wohnanlage „Samer Mösl“, Salzburg

CO₂-Vermeidungspotenzial

Bauweise	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ -Vermeidung Geb.errichtung	Pro-Kopf- BGF	Pro-Kopf- CO ₂ -Vermeidung
Holz (real. Original)	41 kg/m ² BGF	382 kg/m ² BGF	79 m ²	30,2 t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	423 kg/m ² BGF			



Beispiel 2

Wohnanlage „Fernpaßstraße“, München

CO₂-Vermeidungspotenzial

Bauweise	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ -Vermeidung Geb.errichtung	Pro-Kopf- BGF	Pro-Kopf- CO ₂ -Vermeidung
Holz (real. Original)	15 kg/m ² BGF	361 kg/m ² BGF	79 m ²	28,5 t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	376 kg/m ² BGF			

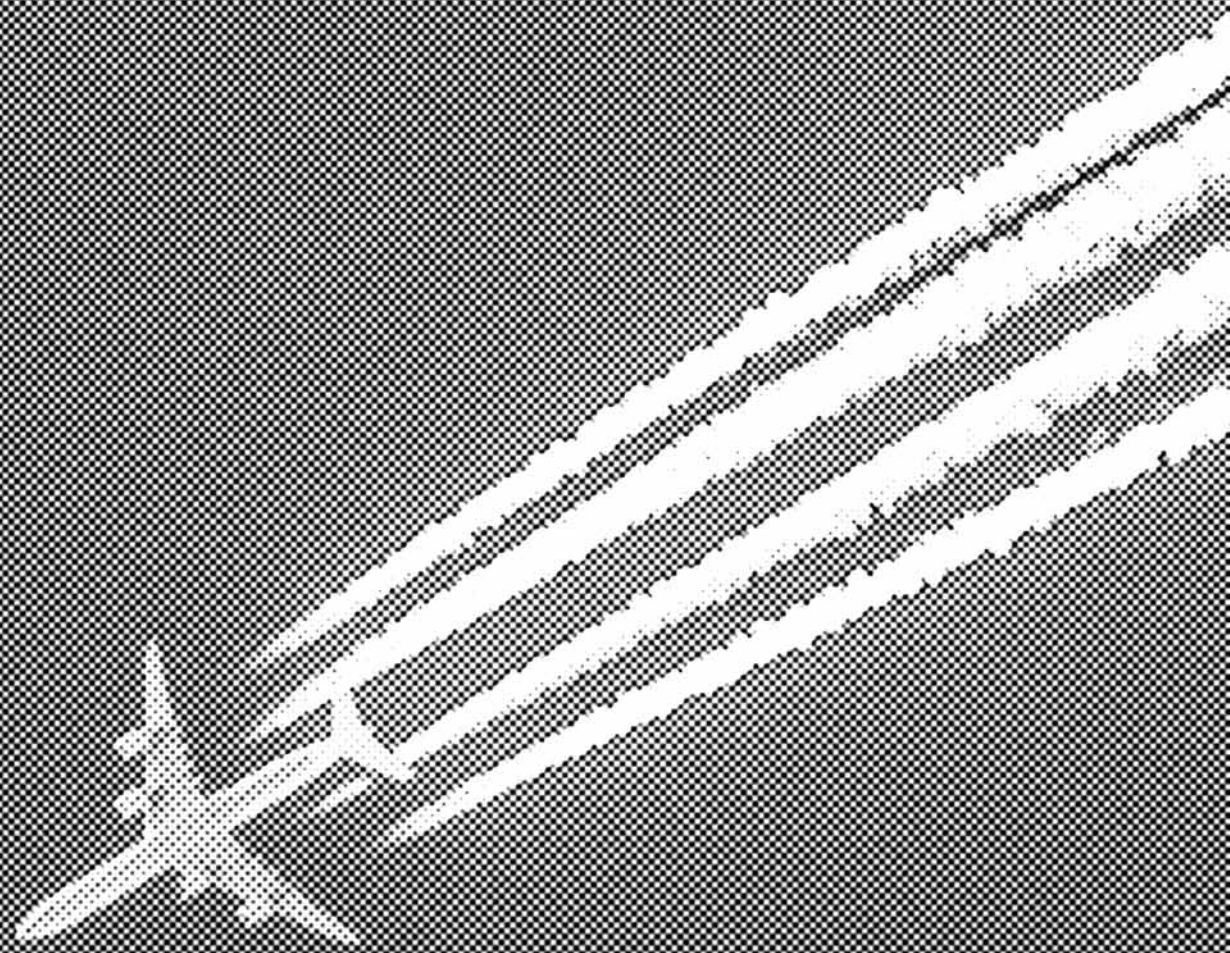


Beispiel 3

6-Geschosser „Isarstraße“, Erlangen

CO₂-Vermeidungspotenzial

Bauweise	CO ₂ -Bilanz Geb.errichtung	CO ₂ -Vermeidung Geb.errichtung	Pro-Kopf- BGF	Pro-Kopf- CO ₂ -Vermeidung
Holz (real. Original)	163 kg/m ² BGF	184 kg/m ² BGF	79 m ²	14,5 t
Mineralisch (fikt. Duplikat)	347 kg/m ² BGF			



Zum Vergleich

Konsum im Alltag

CO₂-Emissionen

Flug hin & zurück	München – Mallorca	0,5	t
	München – Teneriffa	1,2	t
	München – New York	2,4	t
Autofahren 12.000 km	Kleinwagen, Benzin	2,8	t
	Kleinwagen, Diesel	3,0	t
	Offroader (SUV), Benzin	6,7	t
	Offroader (SUV), Diesel	7,2	t
Ernährung pro Jahr	fleischbetont	1,6 – 3,2	t
	vegetarisch	0,9 – 1,8	t
	vegan	0,8 – 1,6	t

Quelle Flug & Autofahren: myclimate Deutschland, CO₂-Rechner, <http://de.myclimate.org/de/>
Quelle Ernährung: Umweltbundesamt, CO₂-Rechner, <http://t1p.de/i2xi>

Impressum

Herausgeber

Fördergesellschaft
des Zimmerer- und Holzbaugewerbes mbH
Eisenacher Straße 17, 80804 München

Download

www.stopco2.jetzt

Druck

Druckservice Eberl

1. Auflage, Februar 2018

