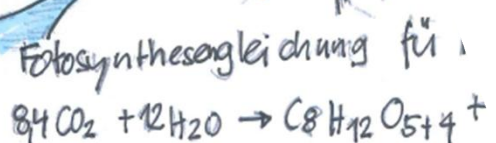
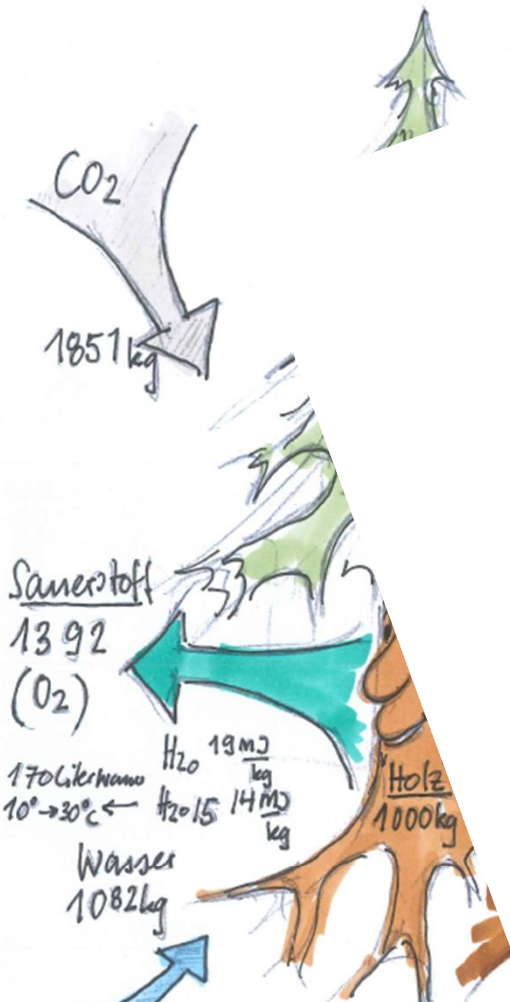


Fotosynthesengleichung für Holz:



$$1851 \text{ kg CO}_2 + 1082 \text{ kg H}_2\text{O} \rightarrow 1000 \text{ kg Holz} + 1392 \text{ kg Sauerstoff} + 541 \text{ kg (Liter) Wasser H}_2\text{O}$$



$$1851 \text{ kg CO}_2 + 1082 \text{ kg H}_2\text{O} \rightarrow 1000 \text{ kg Holz} + 1392 \text{ kg Sauerstoff} + 11 \text{ kg Wasser}$$

### Berechnung des CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekts von Holz, Holzwerkstoffen und zellulosehaltigen Baustoffen

Bericht  
 Berner Fachhochschule  
 Architektur, Holz und Bau

Bericht Nr. B-01  
 Klassifizierung Öffentlich  
 Datum 22.01.2013  
 Verfasser BFH-AHB:

Dr. Ernst Zürcher  
 Berner Fachhochschule  
 Architektur, Holz und Bau  
 Solothurn  
 CH-2501  
 sm

CO<sub>2</sub>-Institut Schweiz:

Tabelle 1: CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekt einer Auswahl heimischer Hölzer

Holzarten		Rohdichte <sup>1)</sup>	Feuchte	CO <sub>2</sub> -Reduktionseffekt
Bezeichnung Deutsch	wissenschaftlicher Name	[kg/m <sup>3</sup> ]	[M-%]	[kg/m <sup>3</sup> ]
Ahorn / Bergahorn	Acer	630	12-15%	1027
Arve, Zirbe	Pinus cembra	430 <sup>2)</sup>	15%	692
Aspe, Zitterpappel	Populus tremula	490	12-15%	799
Birke	Betula pendula	650	12-15%	1060
Birnbäum	Pyrus communis	740	12-15%	1207
Douglasie	Pseudotsuga menziesii	510	12-15%	832
Edelkastanie	Castanea stiva	620	12-15%	1011
Eibe	Taxus baccata	670	12-15%	1093
Eiche / Roteiche	Quercus robur, Q. petraea	700	12-15%	1142
Eiche/Stiel, Traubeneiche	Quercus robur, Q. petraea	690	12-15%	1093
Erle, Roterle	Alnus	550	12-15%	897
Esche	Fraxinus excelsior	690	12-15%	1125
Fichte, Rottanne	Picea abies	470	12-15%	766
Kiefer, Gemeine / Waldföhre	Pinus sylvestris	510	12-15%	832
Kirschbaum, Europäische, wilder	Prunus avium	590	12-15%	1027
Lärche, Europäische	Larix decidua	530	12-15%	864
Linde	Tilia	680	12-15%	1109
Nussbaum, Europäische, Walnussbaum	Juglans regia	450	12-15%	734
Pappel / Schwarz-	Populus	620	12-15%	1011
Platane	Platanus	770	12-15%	1256
Robine	Robinia pseudoacacia	550	12-15%	897
Roskastanie	Aesculus hippocastanum	720	12-15%	1174
Rotbuche, Buche	Fagus sylvatica	450	12-15%	734
Tanne, Weisstanne	Abies alba	680	12-15%	1109
Ulme, Rüster	Ulmus glabra	350	12-15%	571
Weide, Weissweide	Salix alba	830	12-15%	1354
Weissbuche, Hagebuche	Carpinus betulus	400	12-15%	652
Weymouthsföhre, Weymouthskiefer	Pinus strobus			

<sup>1)</sup> Rohdichte f<sub>12-15</sub> gemäss "Holz atlas" (Wagenführ, 2000)  
<sup>2)</sup> Rohdichte f<sub>15</sub> gemäss "Einheimische und Fremdländische Nutzhölzer" (Kucera & Gfeller, 1994)  
 Berechnung des CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekts von Holz, Holzwerkstoffen und zellulosehaltigen Baustoffen Bericht-Nr 01 22.01.2013



Kohlendioxid  
reduzieren...

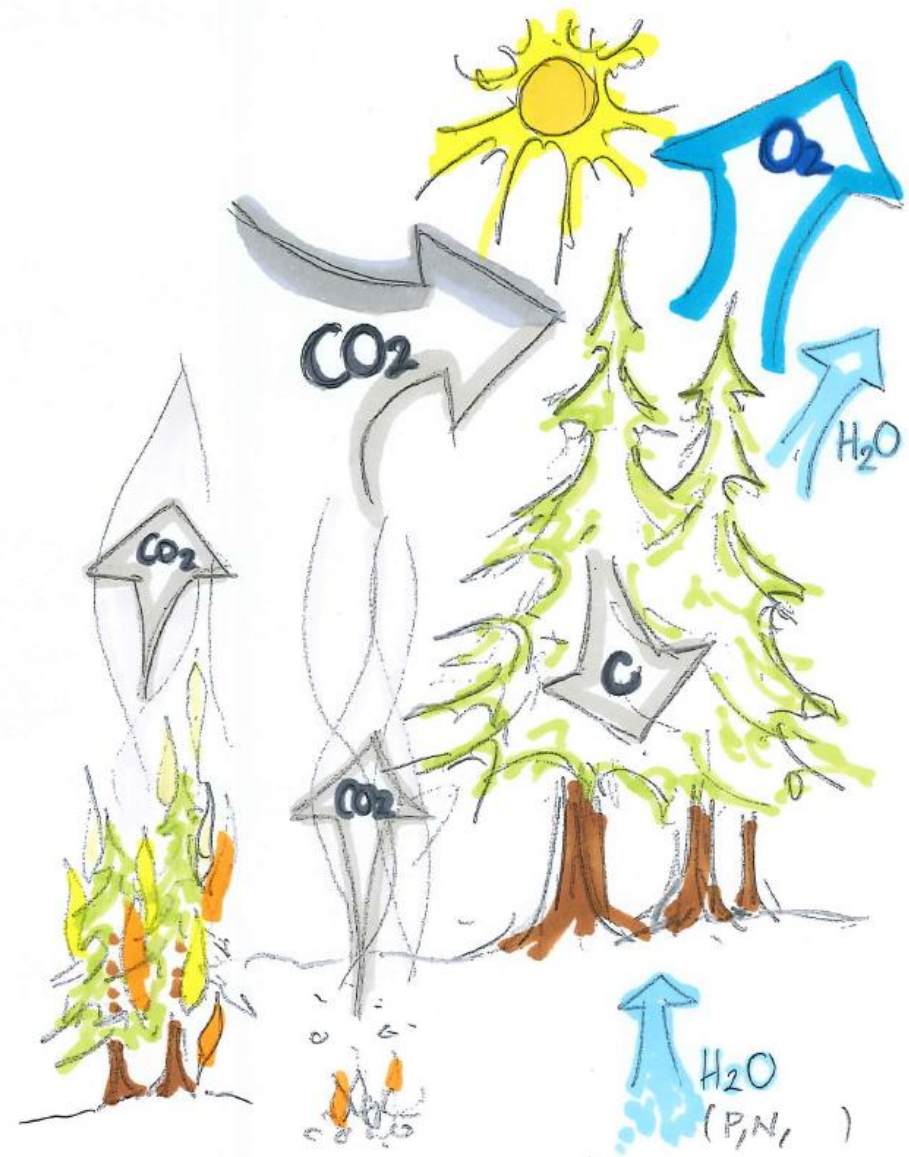
...Kohlenstoff  
parkieren!



# Lebewesen



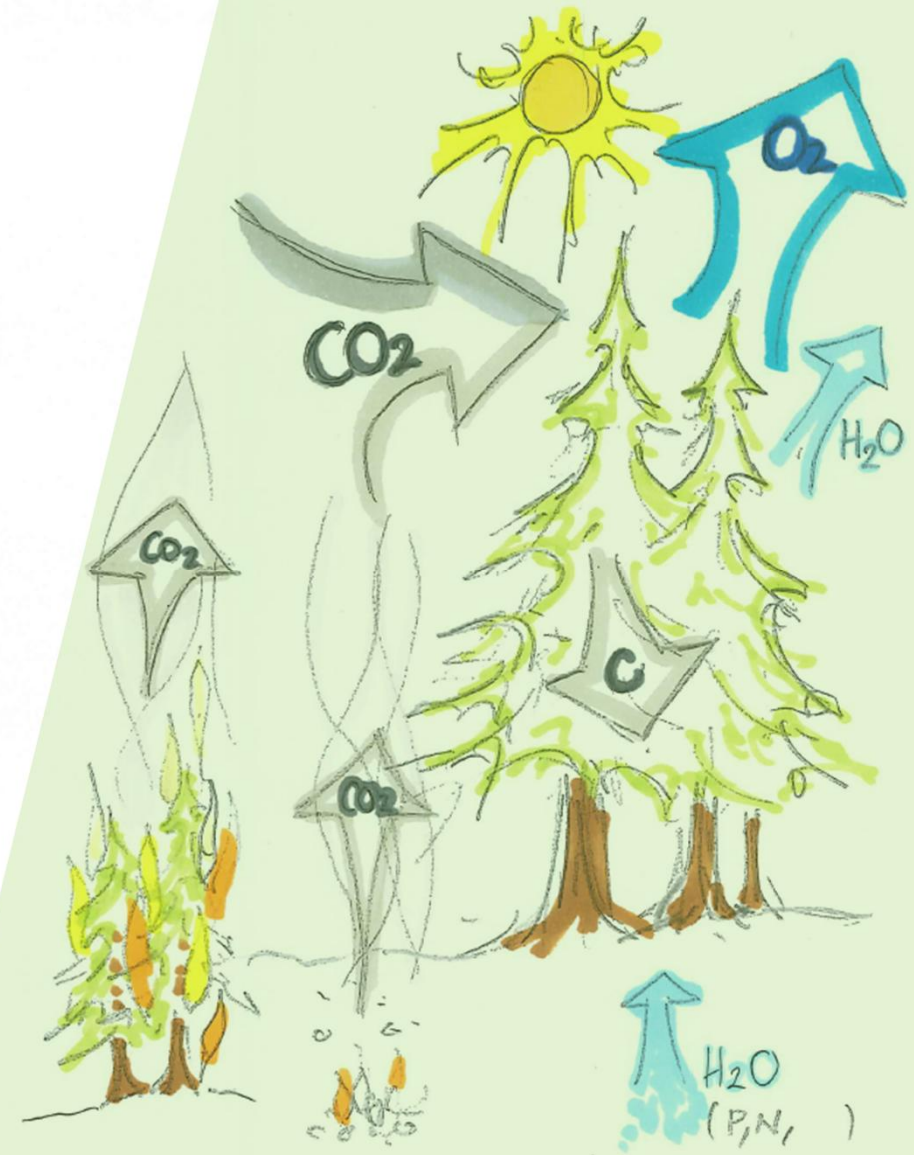
# Stoffkreislauf der Pflanzen



## CO<sub>2</sub>-Kreislauf

Projektidee von Roman Gabathuler TS Holzbau HF :: Holz, Architektur und Bau

# Fossile Energie



## CO2-Ausstoß

Projektidee von Roman Gabathuler TS Holzbau HF :: Holz, Architektur und Bau

# Handelswert CO<sub>2</sub>

2019 (25,- € pro Tonne CO<sub>2</sub>)

Sommer 2020 (gehandelter Höchstwert)

26,- CHF/+CO<sub>2</sub>

64,- CHF/+CO<sub>2</sub>



Zielwert 2030\*

\*Wert, bei dem sich bezüglich Wertigkeit ein Umdenken in der Gesellschaft prognostiziert wird! (Trend SRF)

«effektiver Nutzen» 193,- CHF/+CO<sub>2</sub>





# Holzerlös auf dem Markt heute!

1fm Fichtenholz ab Waldstrasse

90er  
2010

120,-/fm  
80,-/fm

Sommer 2020 (Folge Situation Käferbefall/Trockenheit/Sturm)

35,-/fm

Bau- und Energieholz:

1fm (Fi/Ta)

Ausbeute aus 1fm Rundholz

~ 0,42 bis 0,48m<sup>3</sup> Bauholz  
~ 0,52 bis 0,58m<sup>3</sup> Energieholz

Bauholz ca. 45%/Energieholz ca. 55%



# Holz, «gespeichertes» CO<sub>2</sub>

1 Tonne Holz bindet 1,851 Tonnen CO<sub>2</sub>äquivalent!

1m<sup>3</sup> Bauholz (Fi/Ta) wiegt ca. 470kg (HF12...15)

1m<sup>3</sup> Bauholz (Fi/Ta) bindet somit  $0,47t \times 1,851 \text{CO}_2/t$  (HF13,5%) = 0,766t CO<sub>2</sub>

«Luft»  
CO<sub>2</sub>

1,9t



O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

1t Holz = Energie

nutzen

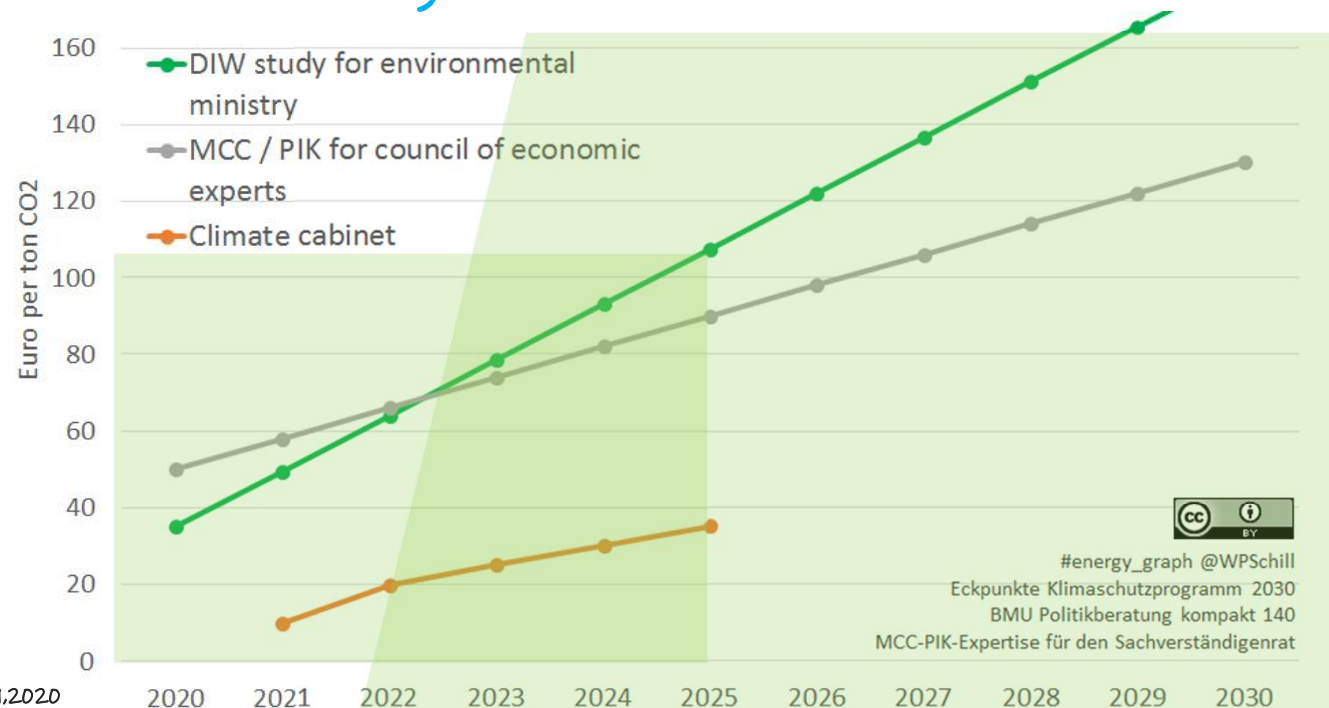
speichern



Landquart  
Mit Energie in die Zukunft

# Mehrwert je m<sup>3</sup> Bauholz...

...infolge Wertigkeit anrechenbar gebundenes CO<sub>2</sub>!



Von Wolf-Peter-Schill, DIW [wikimedia.org/Stand 12.09.2020](https://www.wikimedia.org/Stand_12.09.2020)

2019

$$0,766t \text{ CO}_2/\text{m}^3 \times 26,-\text{CHF./tCO}_2 = \text{ca. } 20,-/\text{m}^3$$

2020 (Sommer)

$$0,766t \text{ CO}_2/\text{m}^3 \times 64,-\text{CHF./tCO}_2 = \text{ca. } 50,-/\text{m}^3$$

2025 (Zielwert Umweltministerium)

$$0,766t \text{ CO}_2/\text{m}^3 \times 116,-\text{CHF./tCO}_2 = \text{ca. } 90,-/\text{m}^3$$



# ... Bauholz reduziert CO2



# ...bauen wie es unsere Väter taten!

Bauten im herkömmlichen Sinn – Fazit: negativer Effekt bez. CO2 Ausstoss

Tragwerk	Stahlbeton/Mauerwerk/Stahlbau
Geschossdecken	Stahlbeton/Stahlträger
Dachkonstruktionen	Stahlbeton (Flachdach/Steildach)
Dämmstoffe	EPS/XPS/mineralische Dämmstoffe
Fassaden	Verputzt, Farbanstriche, Kunststoffe
Fenster	Kunststoff/Aluminium
Innenausbau	Silikate/Kunststoffe
Bodenaufbau	Zement/Gips
Bodenbeläge	Platten/Venyl/Laminat

**CO2**  
belastend



# ...bauen für unsere Töchter!

Bauten gem. Stand der Technik- **Fazit: positiver Effekt bez. CO2 Ausstoss**

Tragwerk	Holz (Bau-, Konstruktions- und Brettschichtholz)
Geschossdecken	Holz (Bau- und Brettschichtholz, Holzwerkstoffe)
Dachkonstruktionen	Holz (dito)

Dämmstoffe	Holzfaser, Zellulose
Fassaden	Holz (Massivholz)
Fenster	Holz (Holz-Metall)

Innenausbau	Holz (Massivholz)
Bodenaufbau	Holzfaser
Bodenbeläge	Holz (Parkett/Bodenriemen)

**CO2**  
reduktion

# Bauen mit Holz...

Offeriert der Bauherrschaft den einmaligen Effekt CO<sub>2</sub> zu reduzieren!

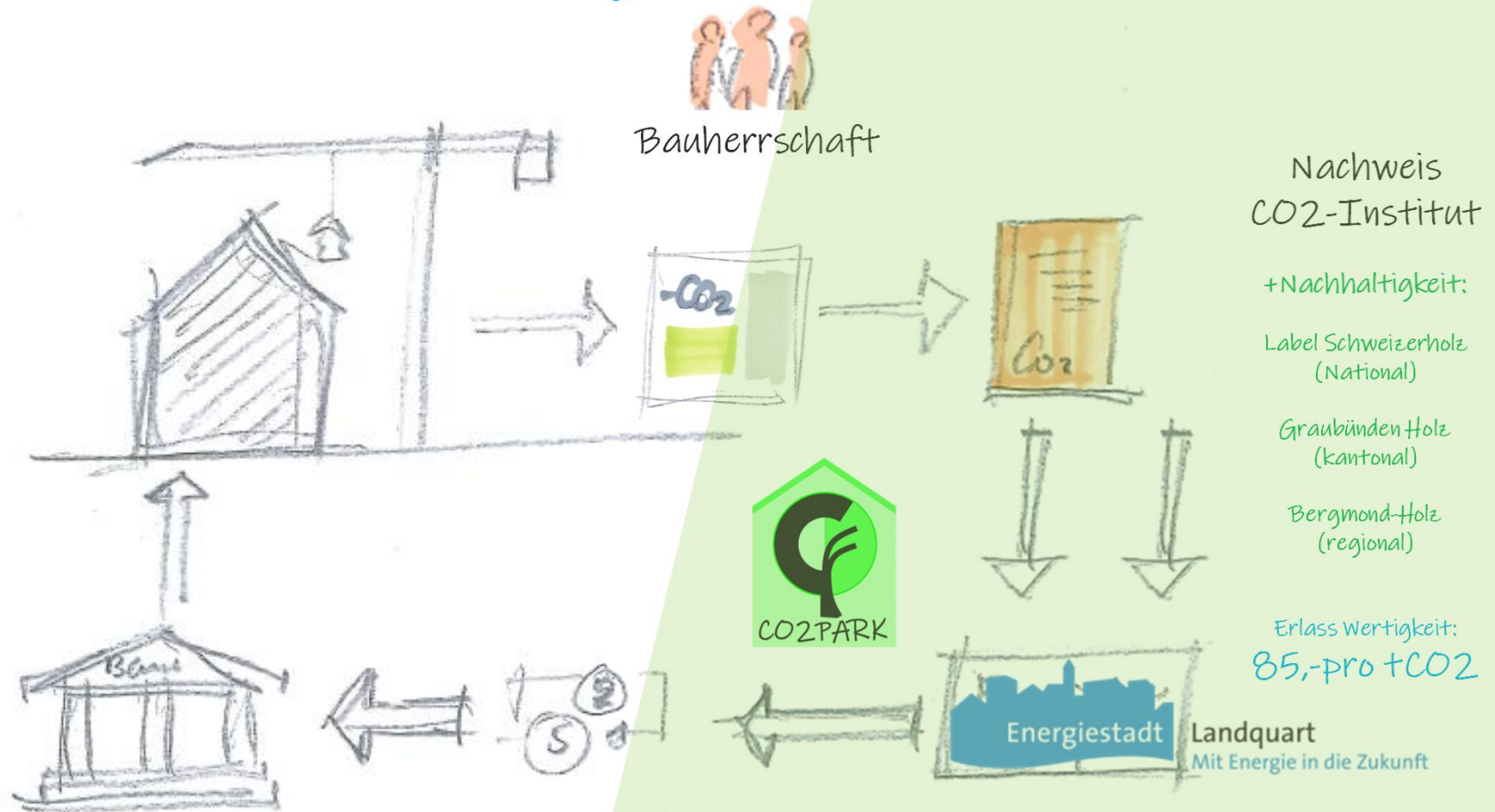
...Kohlendioxid  
reduzieren...

...Kohlenstoff  
parkieren!



# Projektidee CO2PARK

## ...vom Haus zur Förderung



# CO2PARK «Grundvoraussetzung»

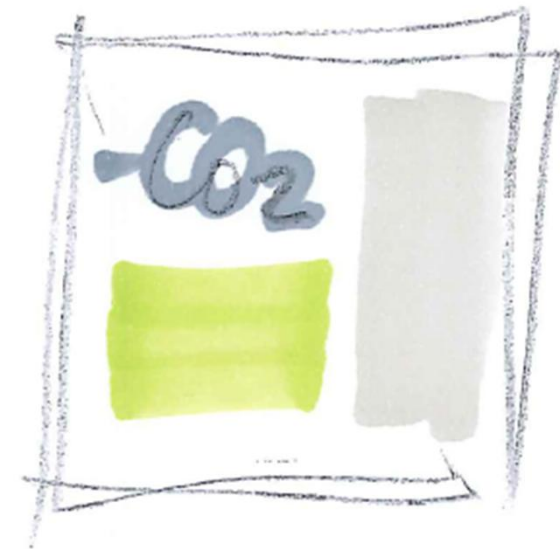
Zertifikat für Menge gebundenes CO2 in Tonnen

CO2 Institut Schweiz  
Verein VGQ/Lignum

[www.co2-institut.ch](http://www.co2-institut.ch)



Projektidee von Roman Gabathuler TS Holzbau HF :: Holz, Architektur und Bau



Energiestadt Landquart :: Projektidee «CO2PARK» 2020/24



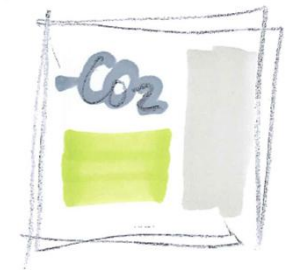
# CO2PARK «Grundfaktor»

CO2 Bank: (Zertifikat)

Faktor A: Zulassung

Nachweis gebundenes CO2 nach Zertifikat CO2 Institut

- Garantiert eine einheitliche Beurteilung des gebundenen CO2
- Eingabemaske für CO2PARK (CH-Herkunft/ohne Herkunftsnachweis)
- CO2-Institut wurde durch Wald- und Holzwirtschaft initiiert.
- Institution steht unter dem Patronat des VGQ



# CO2PARK – «Grenzwerte»

Definition Motivation & Förderspektrum

Grenzwert 1:

Minimal geförderte Menge parkiertes CO<sub>2</sub> im Gebäude

Minimal 15 Tonnen CO<sub>2</sub>äquivalent  
(~20m<sup>3</sup> Fichtenbauholz)

Grenzwert 2:

Maximal geförderte Menge parkiertes CO<sub>2</sub> im Gebäude

maximal 100 Tonnen CO<sub>2</sub>äquivalent  
(~130m<sup>3</sup> Fichtenbauholz)

# CO2PARK – «Beispiel Wertung»

Wertungsmodell mit bestimmten Grenzwerten

## Haus A (Massivholzhaus)

$163\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 76\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 125\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

$100\text{t CO}_2 \text{ à } 85,-/\text{t CO}_2 = 8'500,- \text{ CHF} \dots \text{ gem. Grenzwertdefinition bis } 100\text{t CO}_2 \text{ förderberechtigt!}$

## Haus D (konventionelle Dachkonstruktion)

$10\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 4,7\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 8\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

$8\text{t CO}_2 \text{ à } 85,-/\text{t CO}_2 = 680,- \text{ CHF} \dots \text{ gem. Grenzwertdefinition nicht förderberechtigt!}$



# CO2PARK «zusätzliche Faktoren»

## Nachhaltigkeit-Herkunft-Garantie

### CO2PARK PLUS

Label Schweizerholz:

CH-Herkunftszeichen

Lignum/Waldwirtschaftsverband

[www.holz-bois-legno.ch](http://www.holz-bois-legno.ch)

### CO2PARK SILBER

Label ein Stück Graubünden Holz: Herkunftszeichen Graubünden Holz  
Wald- und Holzwirtschaft Graubünden  
[www.graubuendenholz.ch](http://www.graubuendenholz.ch)

### CO2PARK GOLD

Label BERGMOND-HOLZ:

CH-Herkunftszeichen/Fällzeitpunkt

Bergmond-Cluster/Lignum

[www.bergmondholz.ch/li](http://www.bergmondholz.ch/li)





# CO2PARK «PLUS»

Label Schweizer Holz: (Zertifikat)

Faktor B 1,5

Nachweis Herkunft des Rohstoff

- Garantiert die nationale Herkunft des Rohstoffes
- Ist der Nachhaltigkeit verpflichtet (Waldgesetz)
- Wertschöpfungskette national
- Sichert Arbeitsplätze in der Schweiz



**SCHWEIZER  
HOLZ**

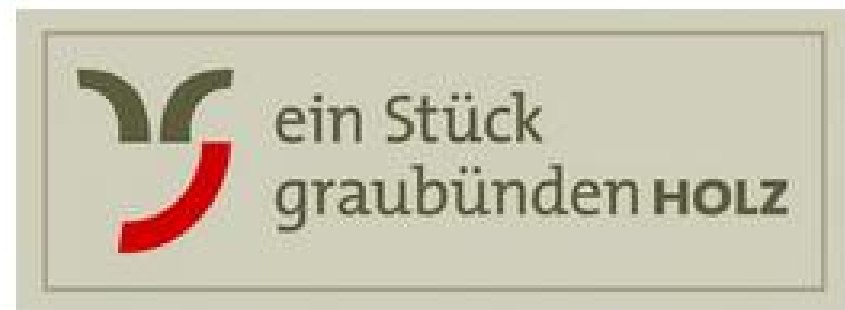
# CO2PARK «SILBER»

Label Graubünden Holz: (Zertifikat)

Faktor C 2,0

Nachweis Herkunft des Rohstoff

- Garantiert die Herkunft des Rohstoffes aus dem Kanton Graubünden
- Ist der Nachhaltigkeit verpflichtet (Waldgesetz)
- Fördert Schutzwaldpflege in den Bergregionen
- Wertschöpfungskette kantonal
- Sichert Arbeitsplätze im Kanton Graubünden



# CO2PARK «GOLD»

Label Schweizer Bergmondholz: (Zertifikat) Faktor D 2,5

Nachweis Herkunft des Rohstoff

- Garantiert den Fällzeitpunkt
- Geringster Energieaufwand für Holz Trocknung
- Ist der Nachhaltigkeit verpflichtet (Waldgesetz)
- Fördert Schutzwaldpflege in den Bergregionen
- Kürzeste Transportwege
- Garantiert die regionale Herkunft des Rohstoffes
- Wertschöpfungskette regional
- Sichert Arbeitsplätze in den Bergregionen



# CO2PARK – «Turnhalle Ried»

Beispiel aus der Praxis

3-fach Turnhalle Ried (Dachkonstruktion in Holz)

310fm Rundholz


= 131m<sup>3</sup> eingebautes Bauholz (42,3%)

= 179m<sup>3</sup> Rest-/Energieholz (47,7%)

Parkiertes CO<sub>2</sub> in Holztragwerk:

131m<sup>3</sup> Holz x 0,47t/m<sup>3</sup> = 56t Holzmasse x 1,851t CO<sub>2</sub>/t = ca. 100t CO<sub>2</sub> äquivalent



 ein Stück  
graubünden **HOLZ**

 **Energienstadt** Landquart  
Mit Energie in die Zukunft

# CO2PARK – «Turnhalle Ried»

3-fach Turnhalle Ried (Dachkonstruktion in Holz)

$131\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 62\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 100\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## 1) Definition Faktoren

A: CO2-Institut (Grundvoraussetzung)

C: Label Graubünden Holz

Achtung: max. gefördert 100t CO2!

ja = 1,0

ja = 2,0

## 2) Berechnung Grundförderbeitrag

$100\text{t CO}_2 \text{ à } 85,-/\text{t CO}_2 \times 1,0 \text{ (Faktor A)}$


= 8'500,- CHF (Basisbetrag)

## 3) Berechnung Förderbeitrag «SILBER»

Grundförderbeitrag  $\times C$

= 8'500,- CHF  $\times 2,0$



 ein Stück  
graubünden **HOLZ**

 Energiesstadt Landquart  
Mit Energie in die Zukunft



# CO2PARK – «Modellrechnung EFH»

## Haus A (konventionelle Dachkonstruktion)

$10\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 4,7\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 8\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## Haus B (Holzsystembau)

$30\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 14\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 23\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## Haus C (Holzsystembau mit Massivholzdecken)

$75\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 35\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 57\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## Haus D (Massivholzhaus)

$163\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 67\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 125\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$



# CO2PARK

## Haus A

### Dachkonstruktion in Holz

$10\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 4,7\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 8\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

1) Definition Faktoren

Erfüllt den Schwellenwert  $>20\text{tCO}_2$  nicht!

2) *nicht förderberechtigt!!!*



# CO2PARK «SILBER»

# Haus B

Holzsystembau – Zertifikate: CO2-Bank / Label Schweizer Holz

$30\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 14\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 23\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## 1) Definition Faktoren

A: CO2-Institut (Grundvoraussetzung)

ja

B: Label Herkunft CH-Holz

ja

= 1,5

## 2) Berechnung Grundförderbeitrag

$23\text{t CO}_2 \times 85,-/\text{t CO}_2$

= 1'955,- CHF (Basisbetrag)

## 3) Berechnung Förderbeitrag «SILBER»

Grundförderbeitrag  $\times B$

= 1'955,- CHF  $\times 1,5$



= 2'932,- CHF



# CO2PARK

# Haus C

Holzsystembau mit Massivholzdecken – Zertifikate: CO2-Bank

$60\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 35\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 57\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## 1) Definition Faktoren

A: CO2-Bank (Grundvoraussetzung)

ja

- keine zusätzlichen Faktoren

## 2) Berechnung Grundförderbeitrag

$57\text{t CO}_2 \times 85,-/\text{t CO}_2$  (Faktor A)

= 4'845,- CHF  
(Basisbetrag)



# CO2PARK «GOLD»

# Haus D

Massivholzhaus – Zertifikate: CO2-Bank / Bergmondholz

$163\text{m}^3 \text{ Holz} \times 0,47\text{t}/\text{m}^3 = 67\text{t Holzmasse} \times 1,851\text{t CO}_2/\text{t} = \text{ca. } 125\text{t CO}_2 \text{ äquivalent}$

## 1) Definition Faktoren

A: CO2-Institut (Grundvoraussetzung)

C: Label Bergmond-Holz

*Achtung: max. gefördert 100t CO2!*

ja = 1,0

ja = 2,0

## 2) Berechnung Grundförderbeitrag

100t CO2 à 85,-/t CO2 (Faktor A)

= 8'500,- CHF (Basisbetrag)

## 3) Berechnung Förderbeitrag «GOLD»

Grundförderbeitrag x D

= 8'500,- CHF x 2,5

= 21'250,- CHF



Mit Energie in die Zukunft



# Das CO<sub>2</sub>-PARK und Senke-Programm

- Kleinst möglicher ökologischer Fussabdruck mit möglichst grossem Anteil an gebundenem CO<sub>2</sub>
- Substitution durch gezielte Speicherung (Parkierung) von CO<sub>2</sub> im CH-Gebäudepark.
- Gezielte Wertschöpfung mit hauseigenem CO<sub>2</sub>-neutralen und CO<sub>2</sub>-bindenden Rohstoff.
- Eigene Ressourcen nachhaltig nutzen
- Schützt und fördert die Vitalität wie auch die Biodiversität durch stete regenerative Verjüngung.
- Wirkt sich, zusammen mit den Nachhaltigkeitslabel, positiv gegenüber Klimawandel / Wetterextreme aus.
- Vitalisiert unsere Schutzwälder wie Naherholungsgebiete.
- Generiert eine ethische Verantwortung gegenüber kommenden Generationen.
- Ist nachhaltig und sensibilisiert gegenüber Wachstum aber nicht zu jedem Preis.
- Fördert und sichert Arbeitsplätze in der Schweiz.
- Ohne CO<sub>2</sub>-Zertifikatwertigkeit, diese bleibt dem Wald- und der Holzindustrie vorbehalten.
- Visualisiert den realen CO<sub>2</sub>-Senkeeffekt der Kommunen im Bauwesen mittels Nachweis und Herkunft.

# CO<sub>2</sub>PARK



aktive CO<sub>2</sub>- Senke



Ziel: Das  
«parkierte»  
CO<sub>2</sub> wird  
physisch  
sichtbar ...

...und das für alle!

CO<sub>2</sub>PARK



Energiestadt

Landquart

Mit Energie in die Zukunft



Kohlendioxid  
reduzieren...

...Kohlenstoff  
parkieren!

