Klimaneutralität
Energieausweis 2028
Serienfehler vermeiden

Univ.Prof. DI Dr. Thomas Bednar

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Inhalt

- Motivation und Disclaimer
- Szenarien der Transformation – CO_2 Budget
- Energieausweis 2028
- Risiko Serienfehler - Maßnahmen zur Senkung des Risikos

Klimaveränderungen
Gesellschaftliche Entwicklungen
Reaktionen

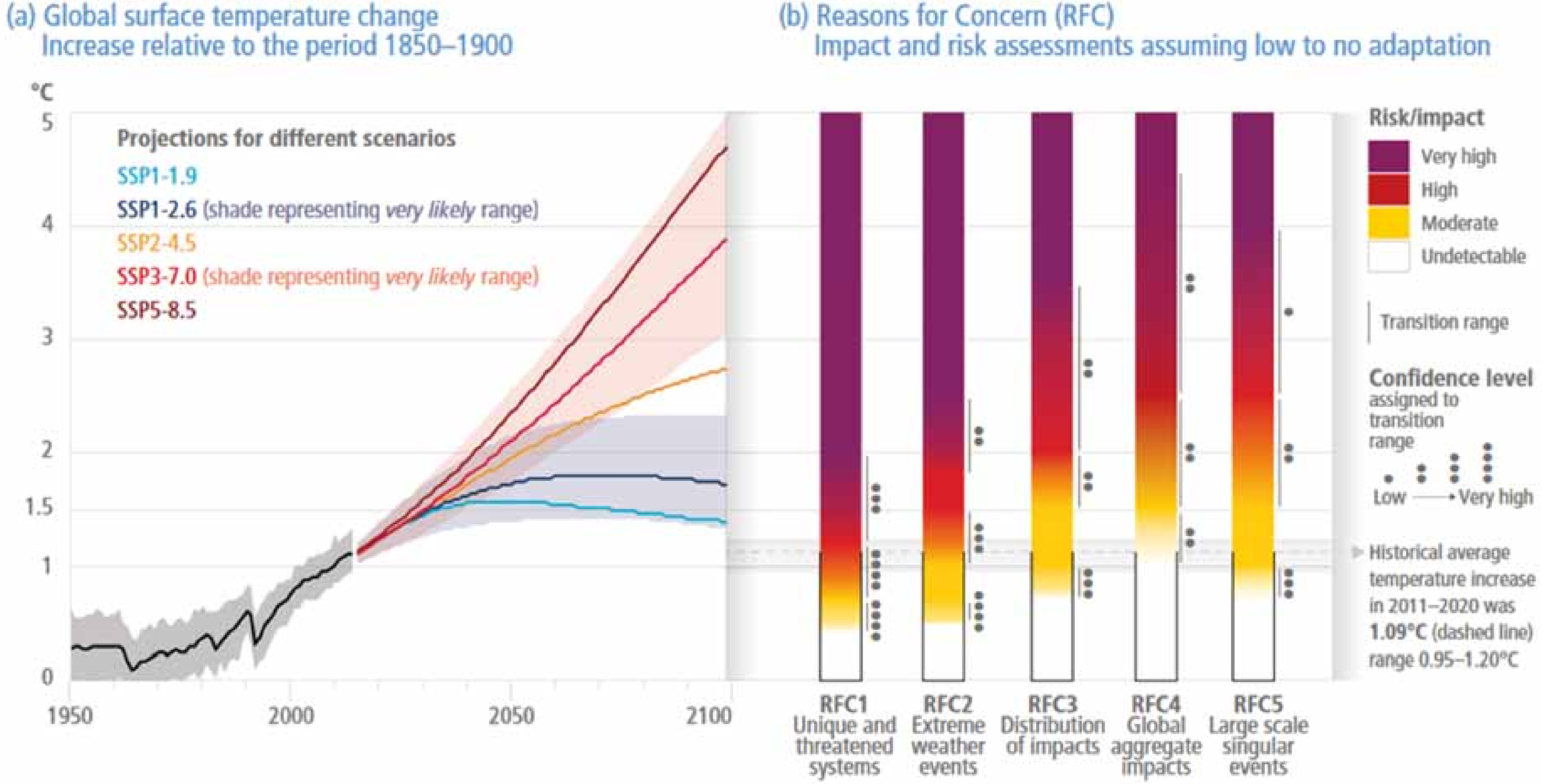
"Representative Concentration Pathways" (RCPs)

Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)

Reasons for Concern (RFC)

IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

Global and regional risks for increasing levels of global warming



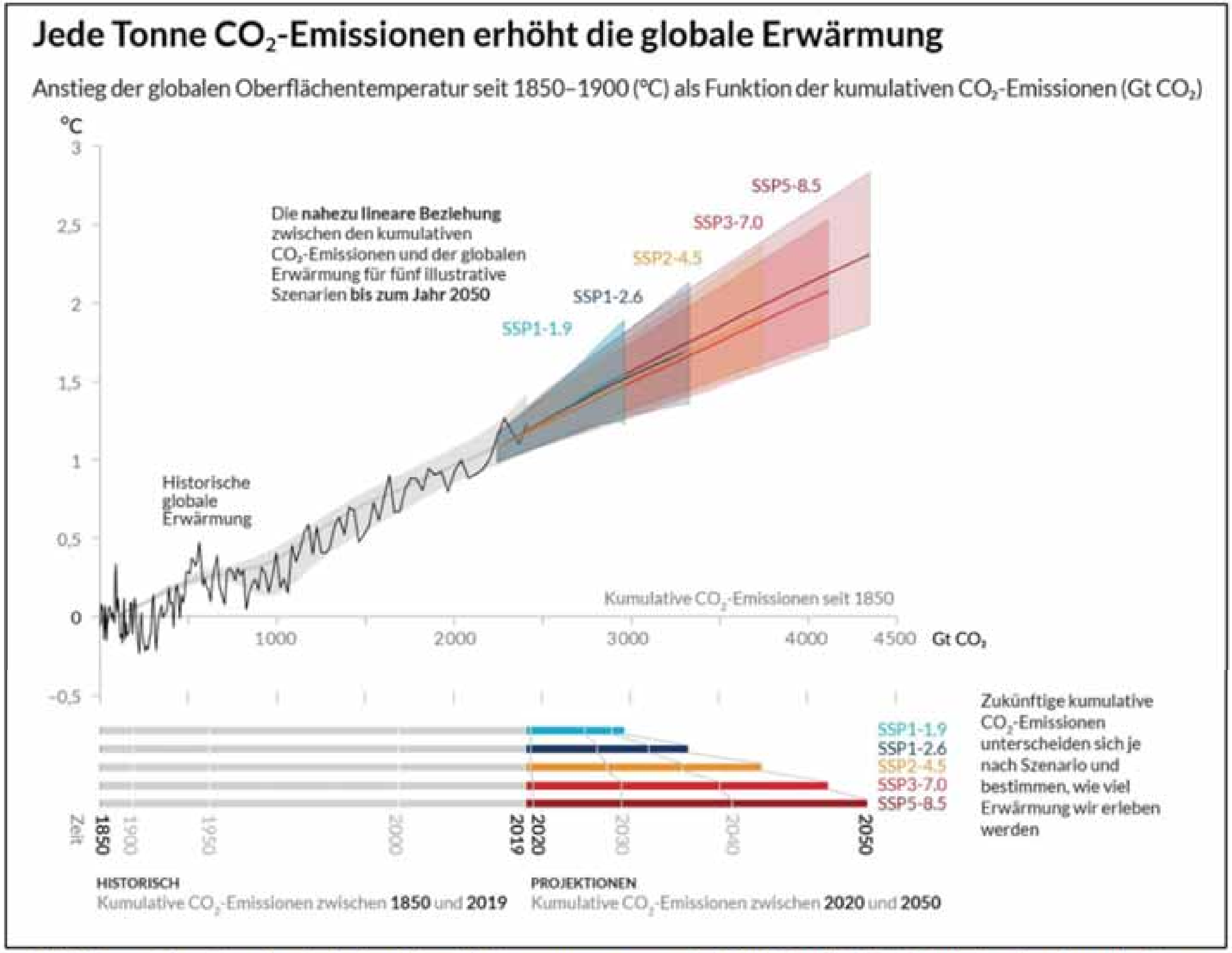
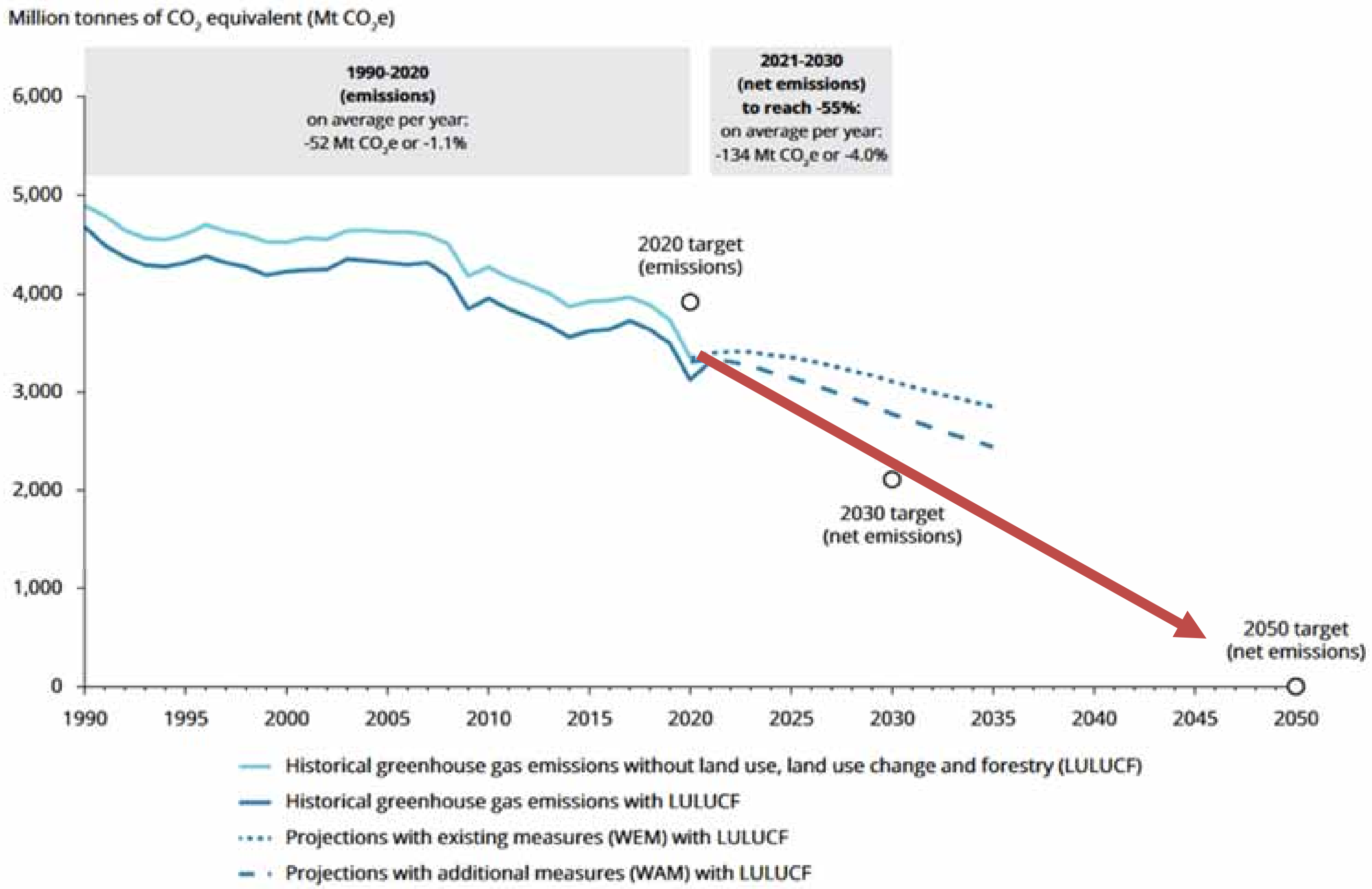


Abbildung 1 Anstieg der globalen Oberflächentemperatur seit 1850-1900 (°C) als Funktion der kumulativen CO_2-Emission ($GtCO_2$), Quelle: (IPCC, 2021)

Figure ES.1 Historical trends and future projections for greenhouse gas emissions



https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2022

Tabelle 2 Treibhausgas- und CO_2-Budgets für Österreich ab 2022

Für Österreich aus globalen THG-Budgets (siehe Tabelle 1) THG- und CO_2-Budgets ab 2022 auf Basis global gleicher pro-Kopf Zurechnung ab 2016 für unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten (50% und 66%) für die Einhaltung des +1,5°-Zieles. Alle Werte sind gerundet.

Temperaturgrenzwert	Wahrscheinlichkeit der Einhaltung der Temperaturgrenzwerte	
	50%	66%
THG-Budget (alle Treibhausgase)		
+1,5 °C (OHNE zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur)	510 $MtCO_2eq$	280 $MtCO_2eq$
+1,5 °C (MIT zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur von bis zu ~1,65°C)	610 $MtCO_2eq$	340 $MtCO_2eq$
Kohlenstoffbudget (nur CO_2)		
+1,5 °C (OHNE zwischenzeitlich höhere Temperatur bis Ende des Jahrhunderts)	430 $MtCO_2$	240 $MtCO_2$
+1,5 °C (MIT zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur von bis zu ~1,65°C)	520 $MtCO_2$	280 $MtCO_2$

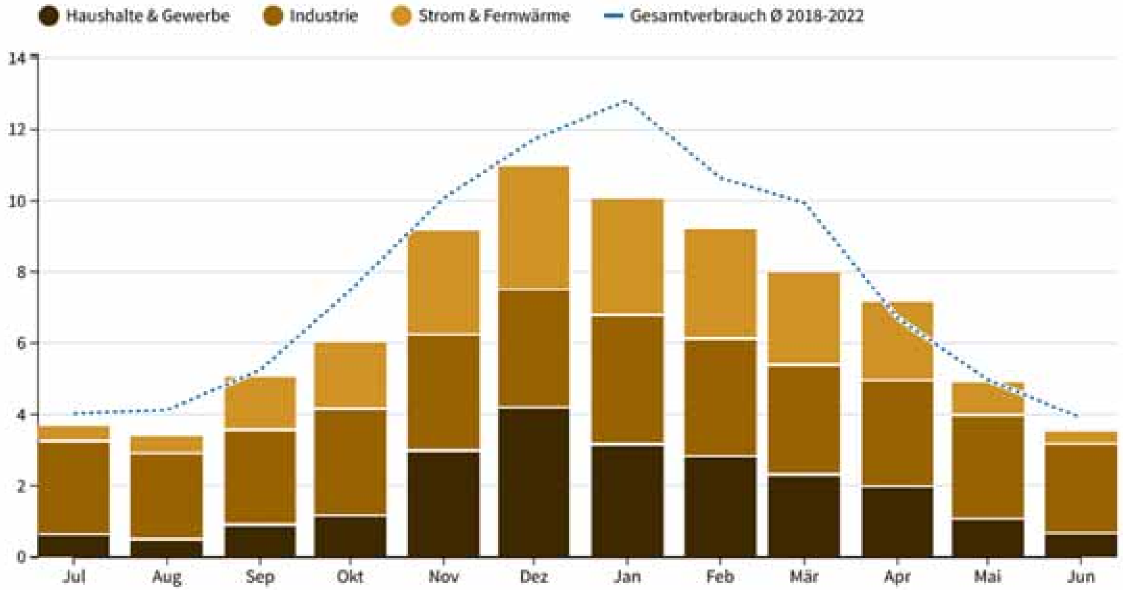
Tonnen	Tonnen/Kopf
280	32
340	39

Tonnen	Tonnen/Kopf
510	59
610	70
430	49
520	60

https://energie.gv.at/gas/gas

Stand: 05.09.2023

Wie viel Gas verbraucht wer in Österreich?



Gasverbrauch der vergangenen 12 Monate in TWh nach Sektoren und im Vergleich zum durchschnittlichen Gasverbrauch von 2018-2022. Quelle: E-Control

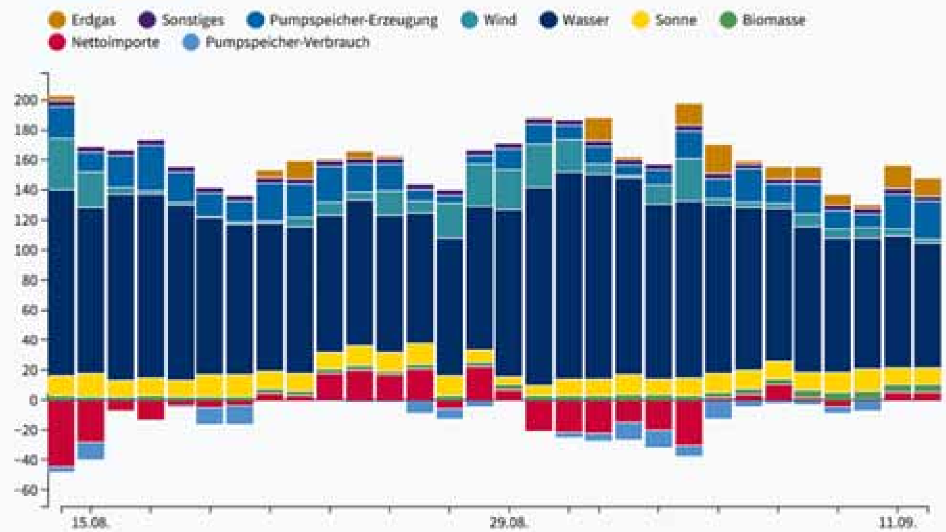
Daten-Tabelle

https://energie.gv.at/strom/strom 80%

Stromversorgung der vergangenen 30 Tage bzw. 12 Monate

Anzeigen der vergangenen:

30 Tage | 52 Wochen



Stromversorgung in den vergangenen 30 Tagen bzw. 12 Monaten. Quelle: ENTSO-E

Daten-Tabelle

Die Infografik veranschaulicht die Stromversorgung der vergangenen 30 Tage beziehungsweise zwölf Monate in Gigawattstunden pro Tag, unterteilt in erneuerbare und fossile Energiequellen, Strom aus Pumpspeichern und Nettoimporten*.

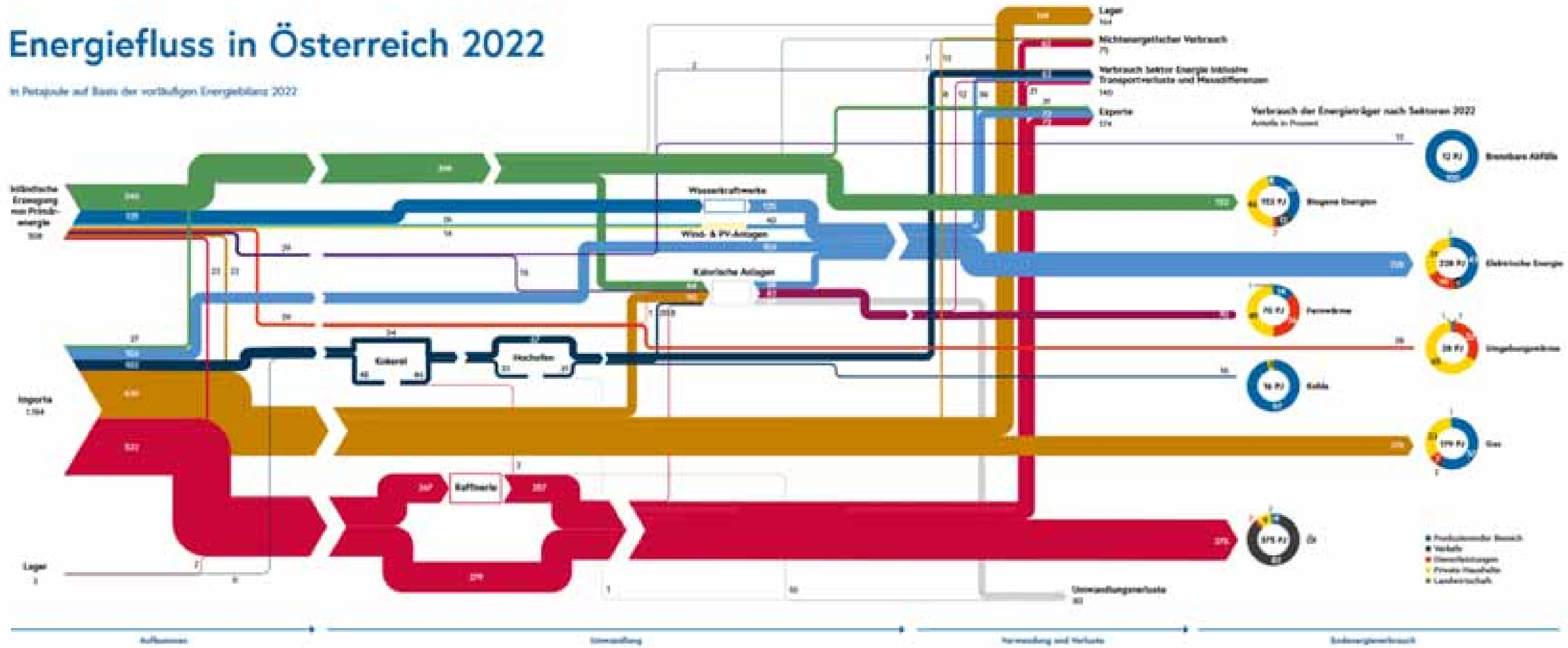
Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Übersicht der Energieträger

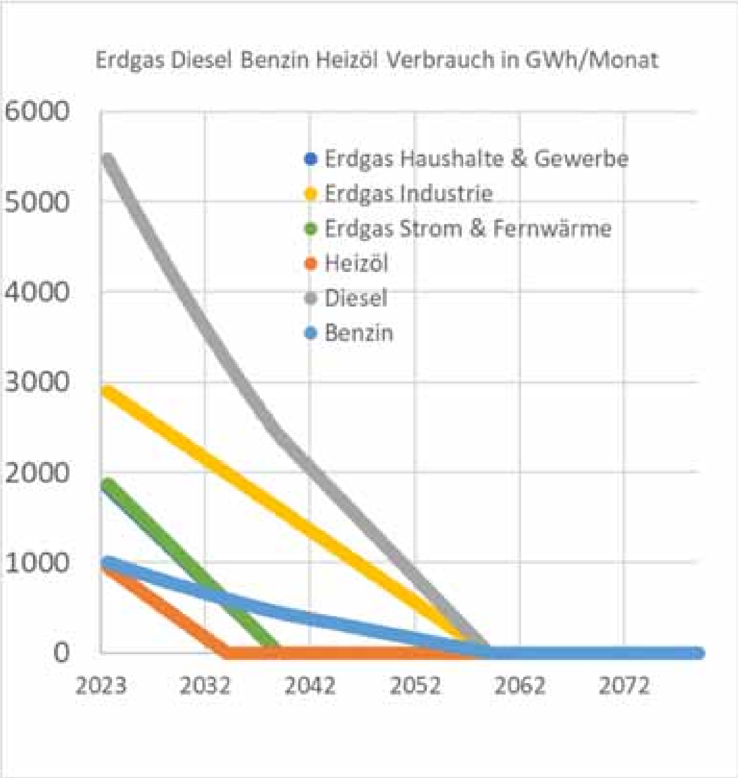
- Kohle
- Wasserkraft
- Öl
- Wind
- Gas
- Photovoltaik
- Brennbare Abfälle
- Fernwärme
- Biogene Energien
- Elektrische Energie
- Umgebungswärme
- Verluste

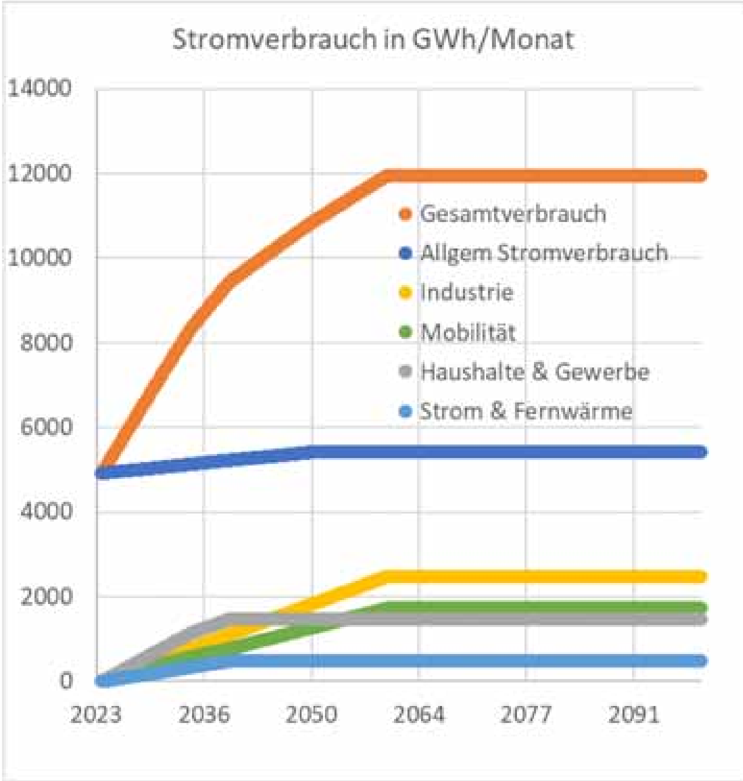
Energiefluss in Österreich 2022

In Petajoule auf Basis der vorläufigen Energiebilanz 2022

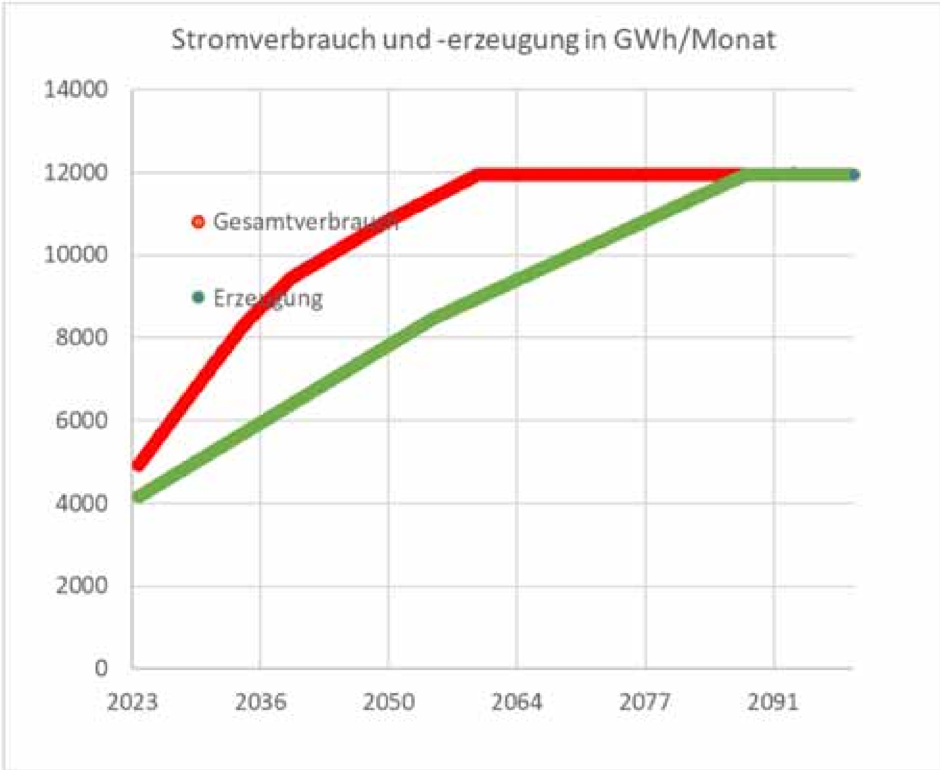


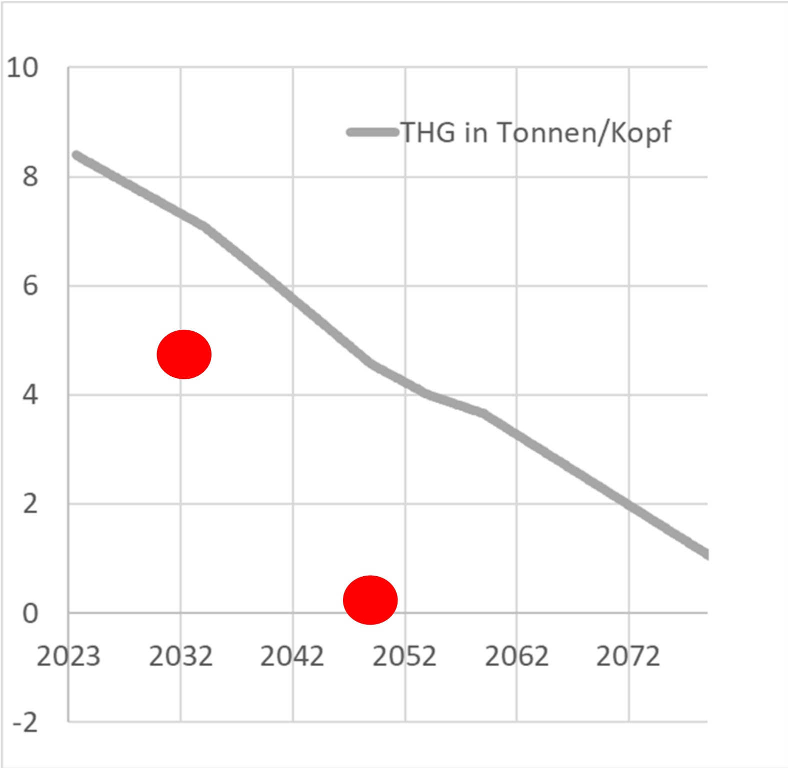
Transformation des Energiesystem – CO_2 Budget

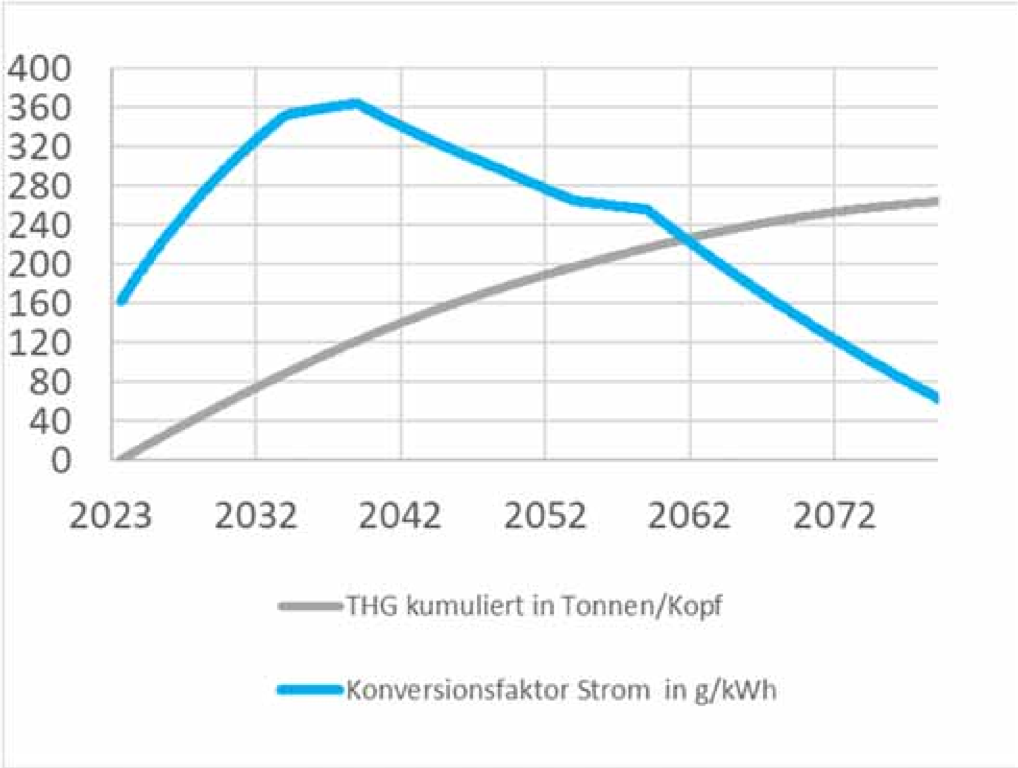




Energiemenge mit unterem Heizwert errechnet


Stromverbrauch und -erzeugung in GWh/Monat
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
Gesamtverbrauch
Erzeugung
2023
2036
2050
2064
2077
2091

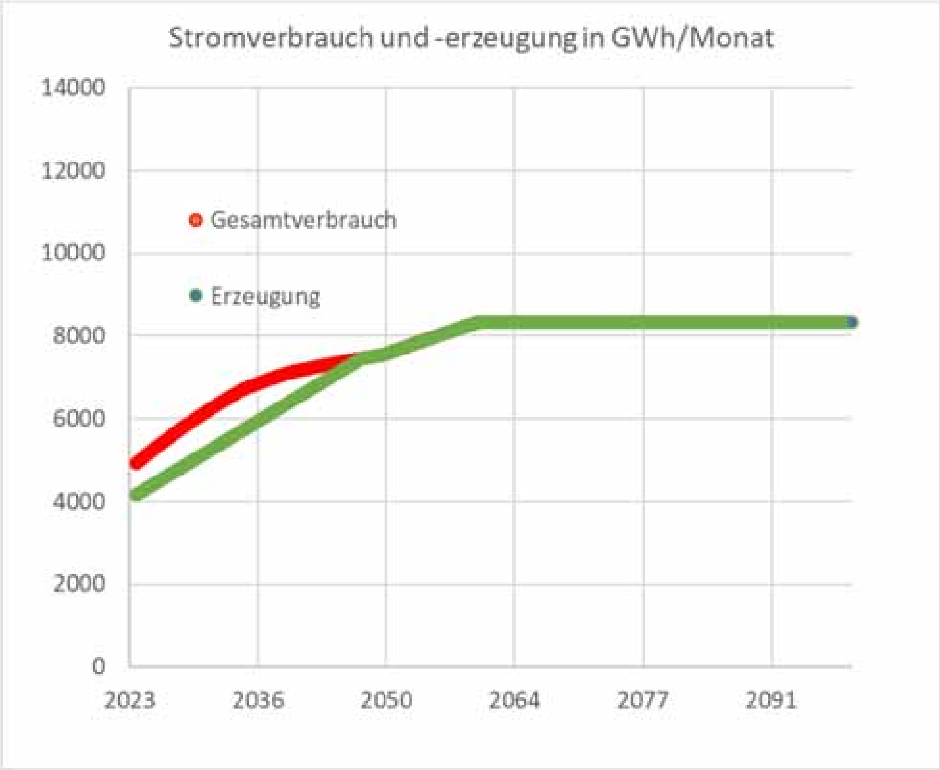

10
8
6
4
2
0
-2
2023
2032
2042
2052
2062
2072
THG in Tonnen/Kopf

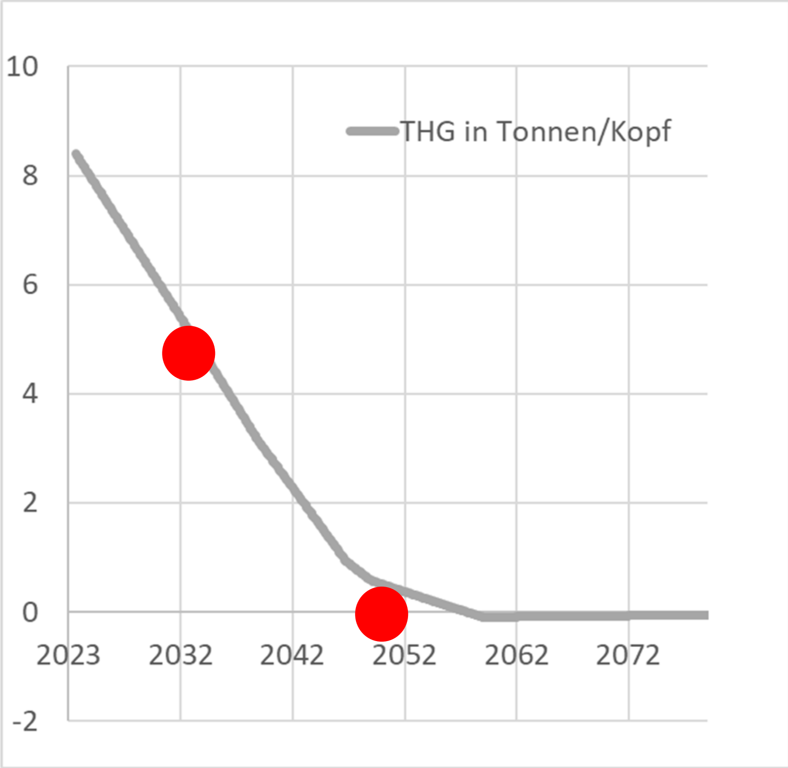

400
360
320
280
240
200
160
120
80
40
0
2023
2032
2042
2052
2062
2072
THG kumuliert in Tonnen/Kopf
Konversionsfaktor Strom in g/kWh

	Investition		Ausbau		Stromverbrauch 2100	
Gesamt	472.115	EU				
Transfer	25.201	EU				
Wind	756	EU				
PV	12.801	EU				
Wasser	kein invest					
Speicher	433.356	EUR/Kopf				

Strom-Erzeugungskosten 0,5 EUR/kWh.

Transfer über 80 Jahre 315 EUR/Kopf und Jahr

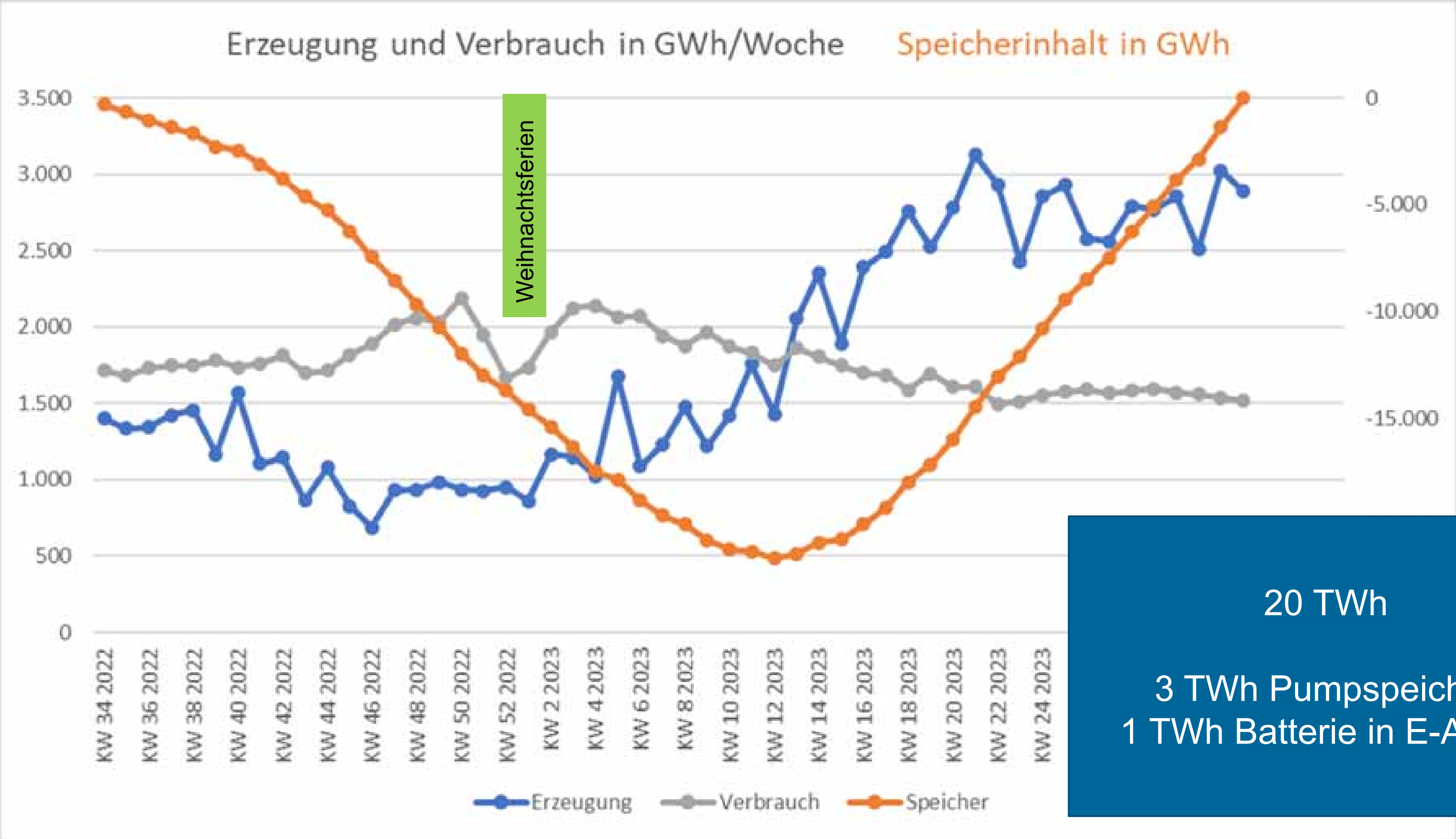

Stromverbrauch und -erzeugung in GWh/Monat
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
Gesamtverbrauch
Erzeugung
2023
2036
2050
2064
2077
2091


10
8
6
4
2
0
-2
THG in Tonnen/Kopf
2023
2032
2042
2052
2062
2072

	Investition		Ausbau		Stromverbrauch 2100	
Gesamt	247.326	EU				
Transfer	8.748	EU				
Wind	756	EU				
PV	5.879	EU				
Wasser	kein invest					
Speicher	231.943	EUR/Kopf				

Strom-Erzeugungskosten 0,4 EUR/kWh.

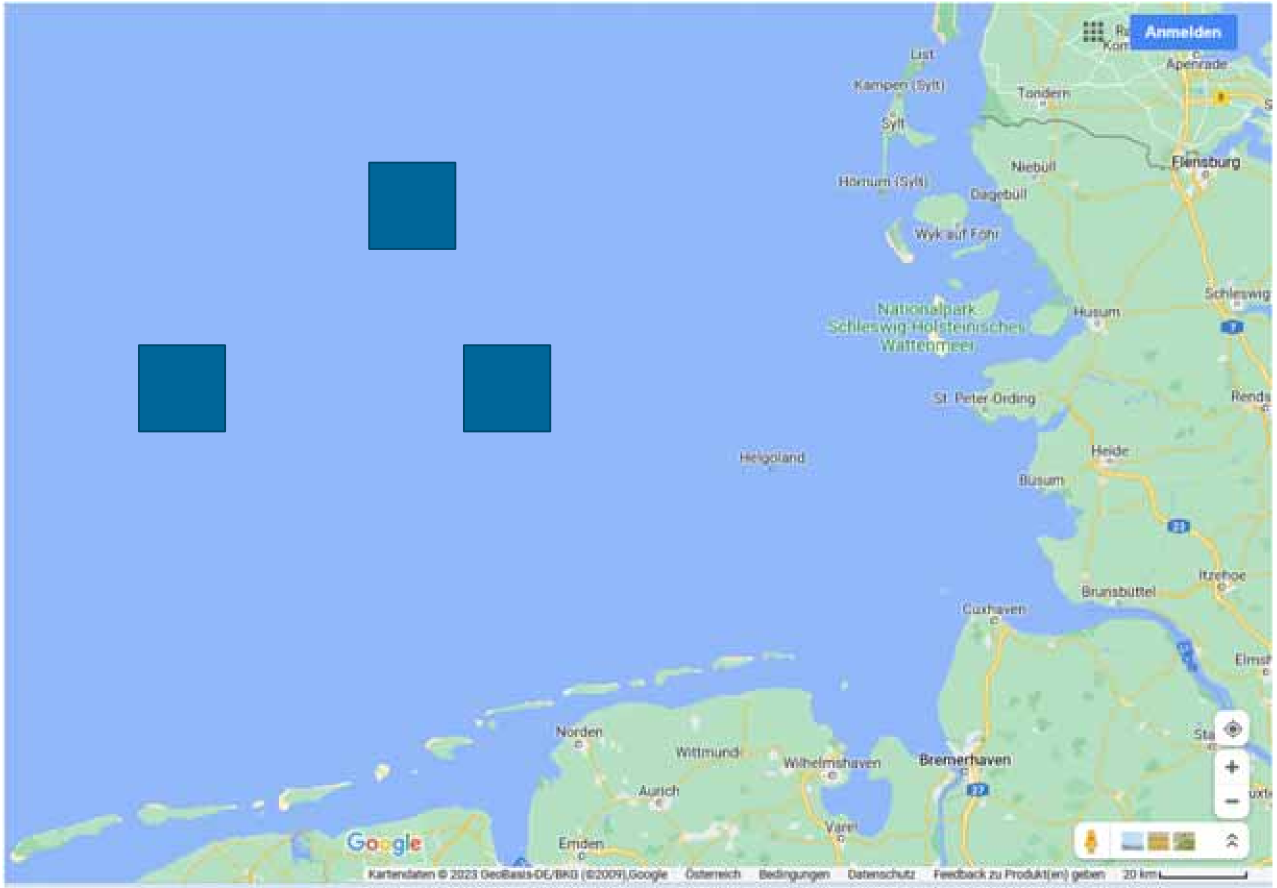
Transfer über 80 Jahre 109 EUR/Kopf und Jahr



20 TWh

3 TWh Pumpspeicher
1 TWh Batterie in E-Autos

Wochendaten aus 2022/2023 hochskaliert auf Strommengen in 2060



11 MW

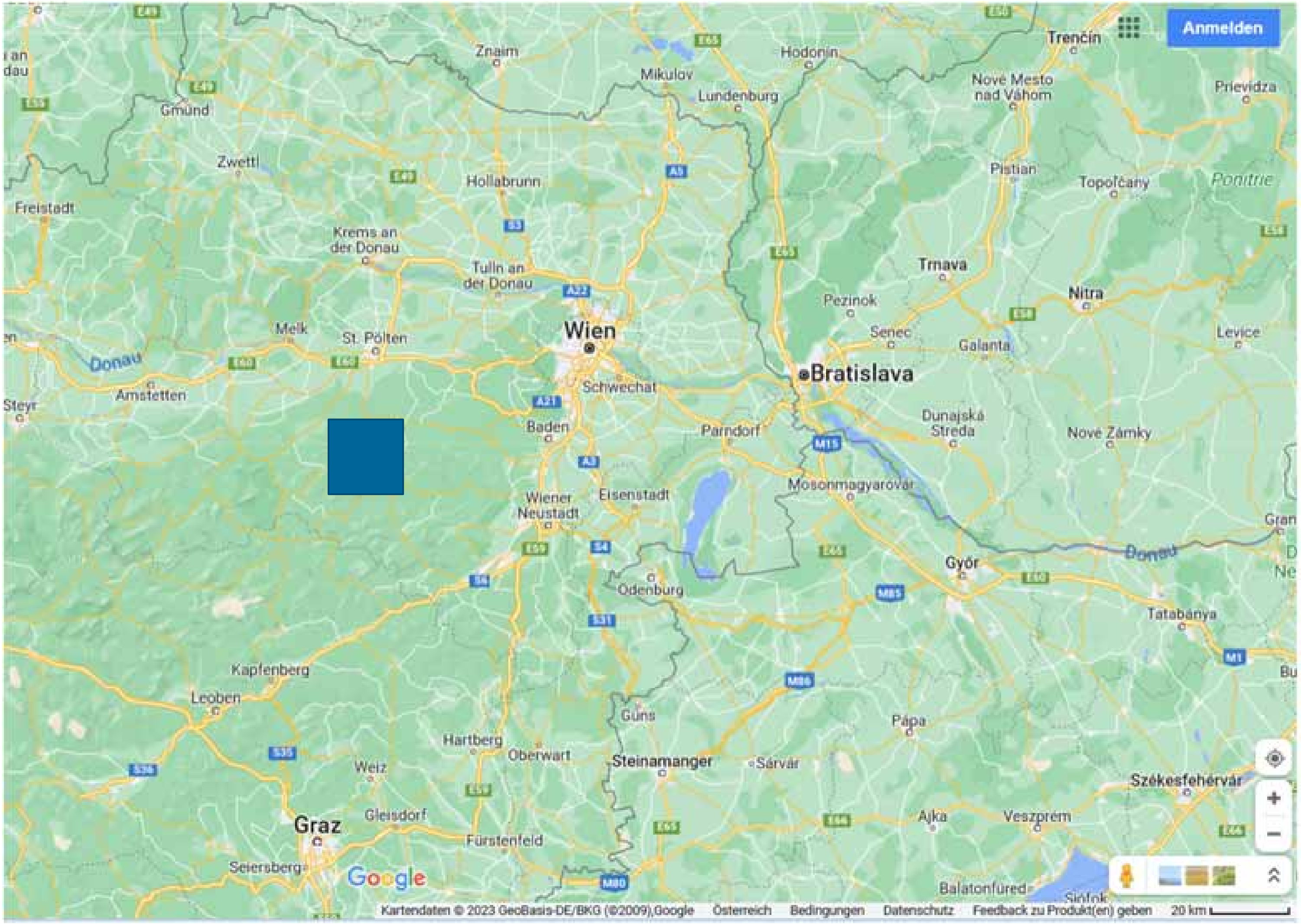
200m Durchmesser

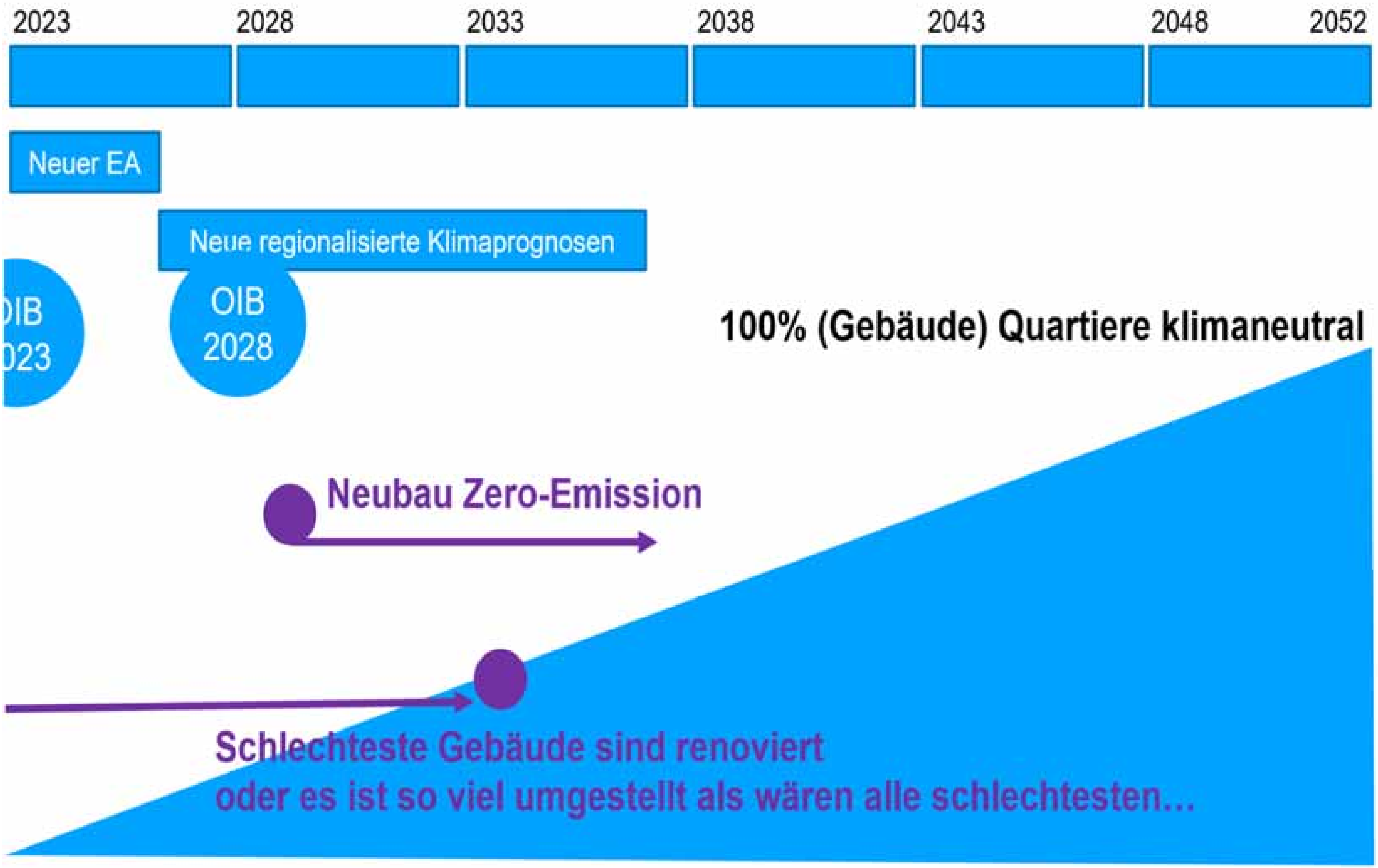
1 km Abstand

20*20km² =

400 Anlagen

15 TWh


Anmelden
Znaim
Mikulov
Hodonín
Trenčín
Nové Mesto nad Váhom
Prievidza
Gmünd
Lundenburg
Zwettl
Hollabrunn
Pistian
Topoľčany
Ponitrie
Freistadt
Krems an der Donau
Tulln an der Donau
Trnava
Pezinok
Nitra
Melk
St. Pölten
Wien
Senec
Galanta
Levice
Donau
Bratislava
Amstetten
Schwechat
Steyr
Baden
Parndorf
Dunajská Streda
Nové Zámky
Wiener Neustadt
Eisenstadt
Mosonmagyaróvár
Győr
Odenburg
Tatabánya
Kapfenberg
Leoben
Güns
Pápa
Hartberg
Oberwart
Steinamanger
Sárvár
Weiz
Székesfehérvár
Graz
Gleisdorf
Fürstenfeld
Ajka
Veszprém
Seiersberg
Google
Balatonfüred
Siófok
Kartendaten © 2023 GeoBasis-DE/BKG (©2009),Google
Österreich
Bedingungen
Datenschutz
Feedback zu Produkt(en) geben
20 km

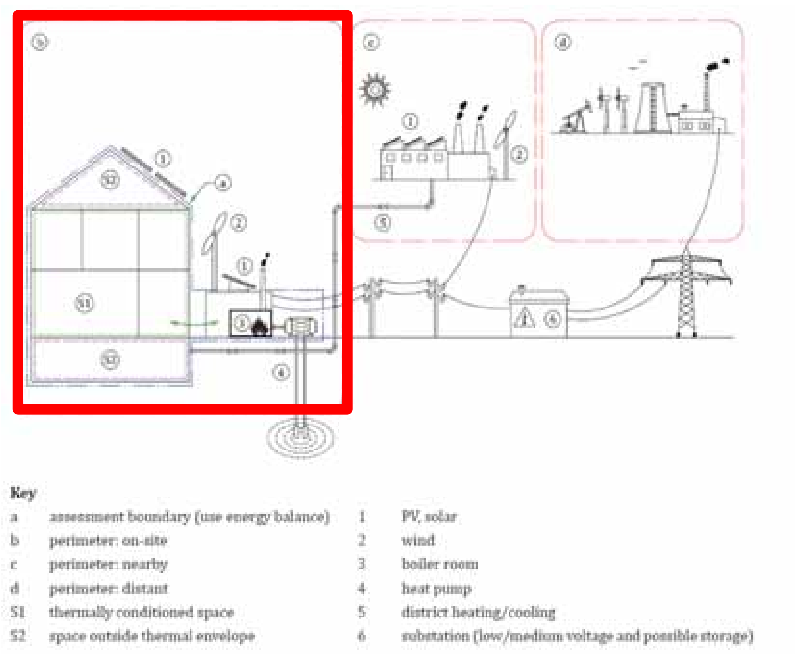

2023
2028
2033
2038
2043
2048
2052
Neuer EA
Neue regionalisierte Klimaprognosen
IB
23
OIB
2028
100% (Gebäude) Quartiere klimaneutral
Neubau Zero-Emission
Schlechteste Gebäude sind renoviert
oder es ist so viel umgestellt als wären alle schlechtesten...

Erfasster Energieverbrauch	Reales Wetter	Reale Nutzung
Gemessener Energieverbrauch	Typisches Wetter	Typische Nutzung
Differenz klein		
Berechneter Energieverbrauch	Typisches Wetter	Typische Nutzung

=> Berechnung/Simulation mit einem Zeitschritt unter einer Stunde

=> Automation, Taktverhalten von Anlagen, Luftbehandlung
Speichervorgänge, Flexibilität, Nutzverhalten, ….

Niedrigstenergiegebäude



Nullemissionsgebäude

Nullemissionsgebäude

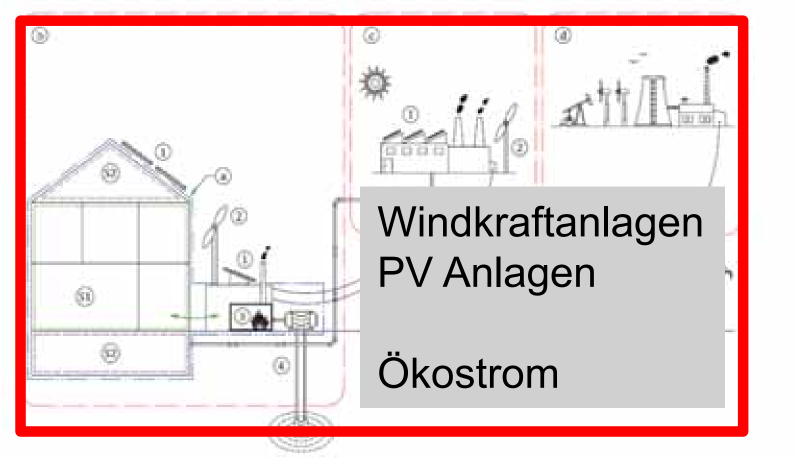
Keine Emissionen für

Lüftung
Beleuchtung
Heizen
Kühlen
Warmwasser
Transport

Export- kann Import kompensieren

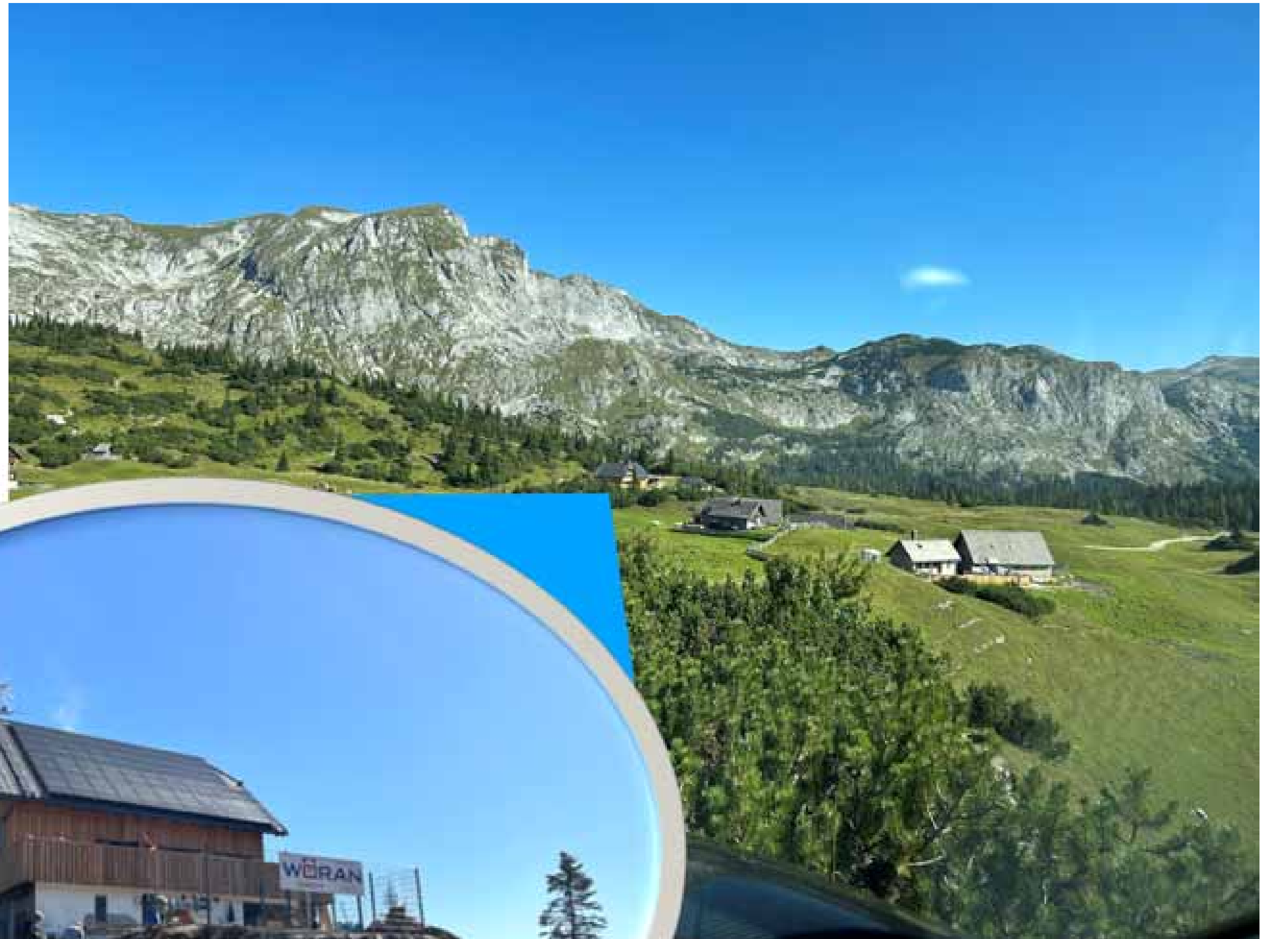
Haushalts- und Betriebstrom nicht betrachtet

Nullemissionsgebäude



Key

a	assessment boundary (use energy balance)	1	PV, solar
b	perimeter: on-site	2	wind
c	perimeter: nearby	3	boiler room
d	perimeter: distant	4	heat pump
S1	thermally conditioned space	5	district heating/cooling
S2	space outside thermal envelope	6	substation (low/medium voltage and possible storage)

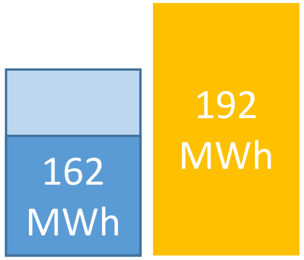



WÖRAN

Tabelle 3. Übersicht über die Energieverbräuche und die Energieversorgung im Plus-Energie-Bürohochhaus – Gegenüberstellung des technologischen Potenzials gemäß Planung und den Ergebnissen aus dem Energiemonitoring der Jahre 2015 bis 2018

Energieform	Verbraucherkategorie/Energiequelle		Endenergie [MWh]					geschätzter Fehler
			Planung	2015	2016	2017	2018	
Strom	Verbrauch	Sozialräume & Teeküchen	8,95	8,72 [1]	8,72	9,04	8,90	±15,0 %
		weitere Geräte (Kopierer, Beamer…)	4,28	10,98 [2]	9,82	7,09	5,70	± 3,4 %
		EDV-Arbeitsplätze	13,27	69,83 [2]	62,40	54,25	48,11	±10,3 %
		Kommunikation (Telefone, Switches)	10,54	23,57 [1]	23,57	23,65	23,81	
		Server & USV	40,30	41,70 [1]	41,70	42,23	41,40	
		restliche elektrische Komponenten	1,35	0,94 [1]	0,94	1,05	1,03	±13,2 %
		MSRT	14,32	18,19 [1]	18,19	21,41	19,50	
		Aufzug	9,69	5,04 [1]	5,04	4,31	4,37	
		Beleuchtung	33,40	39,84 [1]	39,84	38,00	35,89	±15,0 %
		Lüftung	9,00	30,96 [1]	30,96	30,51	30,80	
		Warmwasser & Trinkwasser	8,57	7,11 [1]	7,11	7,11	7,14	
		Kühlung & Serverkühlung	13,68	34,74 [1]	34,74	31,31	39,48	
		Heizung	2,09	1,94 [1]	1,94	1,98	1,72	
	Versorgung	Photovoltaik	196,04	163,32 [2]	189,88	196,50	192,10	
		Bezug aus dem elektrischen Netz	–26,62	130,23 [1]	95,08	75,44	75,74	
Wärme	Verbrauch	Heizwärmeverbrauch	48,62	117,40 [1]	117,40	114,68	105,45	
	Versorgung	Energierückgewinnung Serverabwärme	29,33	3,92 [1]	3,92	2,78	4,58	
		Bezug aus dem Fernwärmenetz	19,29	113,48 [1]	113,48	111,90	100,87	

1) Wert von 2016 übernommen
2) Wert aus vorhandenen Monitoringdaten hochgerechnet

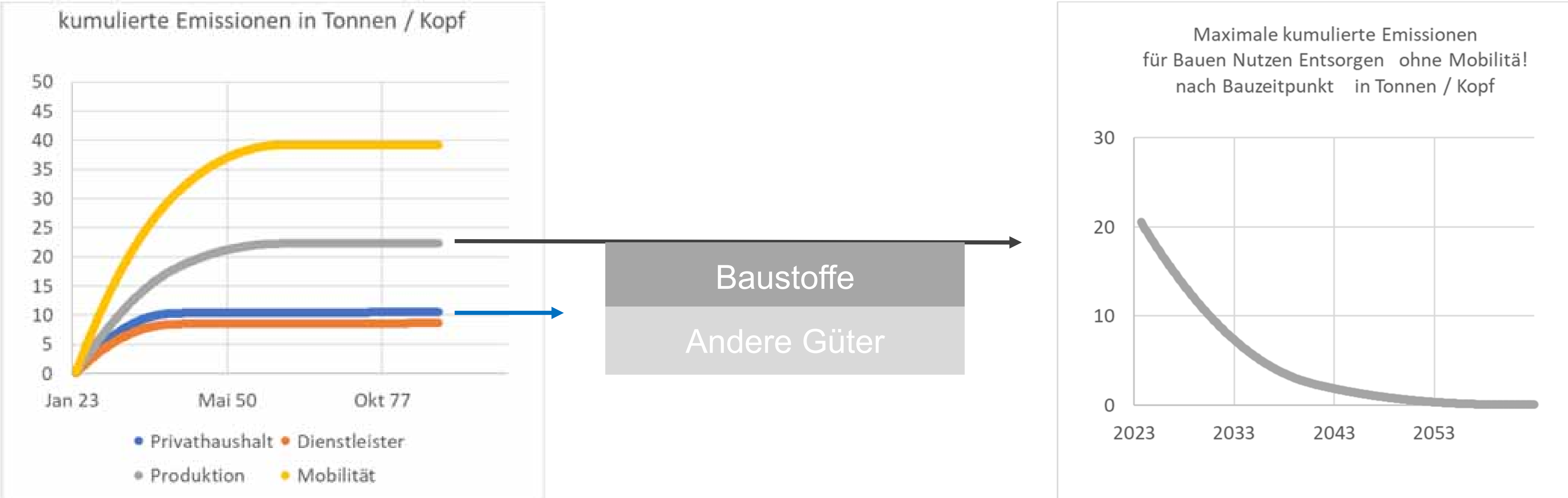


https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9783433611289.ch16

Planung, Ausführung und Betriebserfahrung eines Plus-Energie-Bürohochhauses
Alexander David, Thomas Bednar, Markus Leeb und Helmut Schöberl

Lebenszyklus Treibhausgasemissionen

Anforderung oder nur Ausgeben?



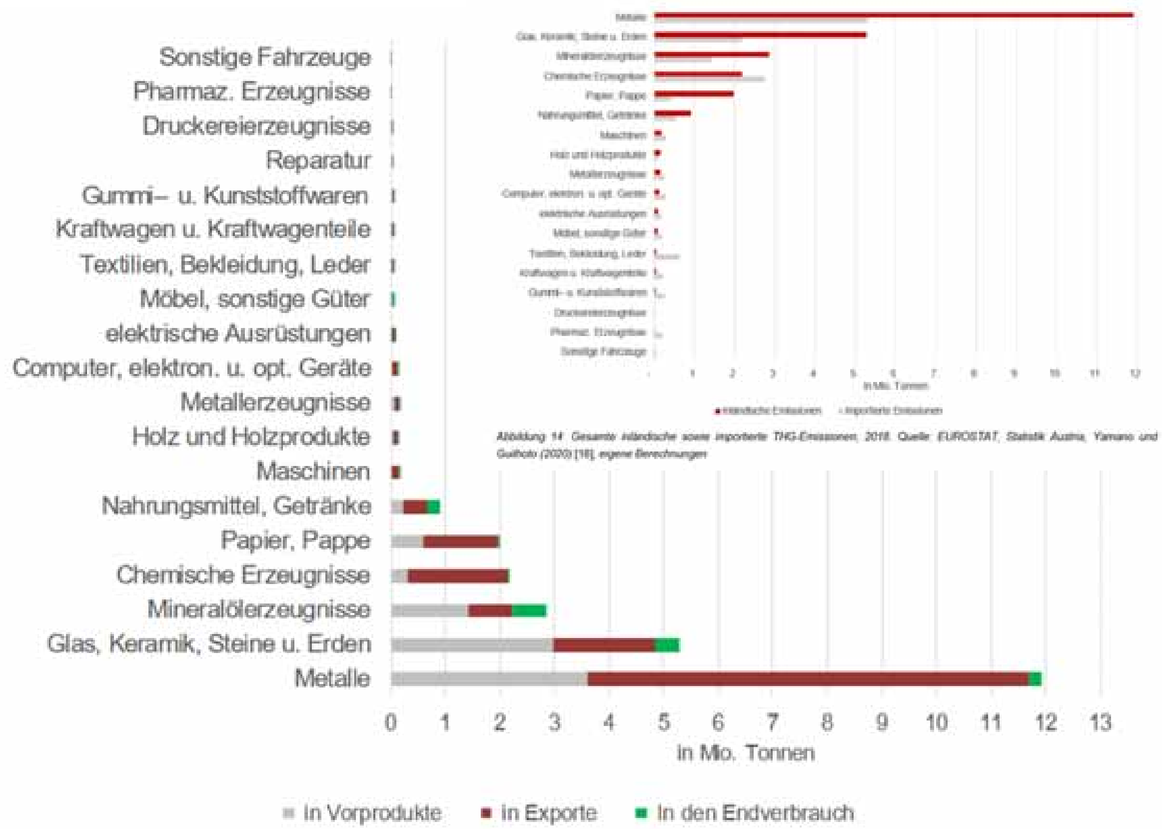


Abbildung 8: THG-Emissionen nach Verwendungszweck der Güter pro Sektor, 2018. Eigene Darstellung nach [3], [16], sowie eigenen Berechnungen

26 Mio Tonnen / Jahr

	OK	Fläche in m²	Anzahl an Jahren nach Bau
Bauen/ThermRen	01.01.2024		
Umstellung WP	01.01.2024		0
PV	01.01.2024	-	
Instandhaltung TGA	01.01.2049		25
Abbruch	01.01.2074		50

		Grenze entsprechend Baubeginn					
		19,9	Tonnen/Kopf		21,1		
					Tonnen/Kopf	Grenze	kgCO2/m²
1	Ziegel	0,8	Tonnen/Kopf		14,1	13,0	12,3
1	Beton	8,3	Tonnen/Kopf				
1	Haustechnik	4,4	Tonnen/Kopf				
	Dicke	0,30	m				
1	EPS	0,6	Tonnen/Kopf				
	Erdgas	-	Tonnen/Kopf		6,9		11,3
	Strom	6,9	Tonnen/Kopf				
	davon Haushaltsstror	3,45	Tonnen/Kopf				
	Gebäude	17,60	Tonnen/Kopf				
	Gesamt	21,05	Tonnen/Kopf				
	SummeBetriebDämm	7,5	Tonnen/Kopf				

Grobe Abschätzung – zahlreiche Komponenten fehlen

						Grenze entsprechend Baubeginn				
						6,4	Tonnen/Kopf	15,9		
								Tonnen/Kopf	Grenze	kgCO2/m²
				1	Ziegel	0,8	Tonnen/Kopf	14,1	4,6	12,3
				1	Beton	8,3	Tonnen/Kopf			
				1	Haustechnik	4,4	Tonnen/Kopf			
		Fläche in m²	Anzahl an Jahren nach Bau		Dicke	0,30	m			
	OK			1	EPS	0,6	Tonnen/Kopf			
					Erdgas	-	Tonnen/Kopf	1,8		4,0
Bauen/ThermRen	01.01.2034				Strom	1,8	Tonnen/Kopf			
Umstellung WP	01.01.2034		0		davon Haushaltsstror	0,90	Tonnen/Kopf			
PV	01.01.2034	-								
Instandhaltung TGA	01.01.2059		25							
Abbruch	01.01.2084		50		Gebäude	15,02	Tonnen/Kopf			
					Gesamt	15,92	Tonnen/Kopf			
					SummeBetriebDämm	2,4	Tonnen/Kopf			

Grobe Abschätzung – zahlreiche Komponenten fehlen

Serienfehler vermeiden

Ein großes Problem entsteht

wenn der Schaden länger braucht bis er sichtbar wird

und die Behebung sehr teuer wird.

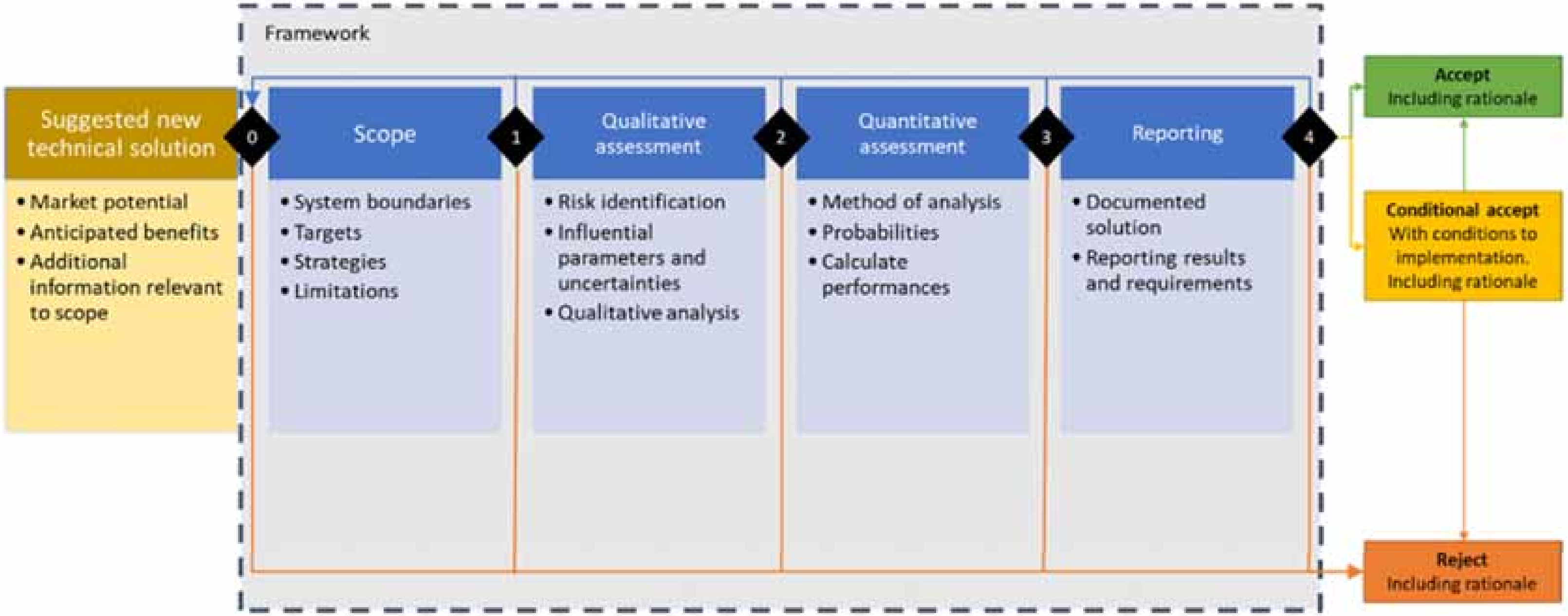
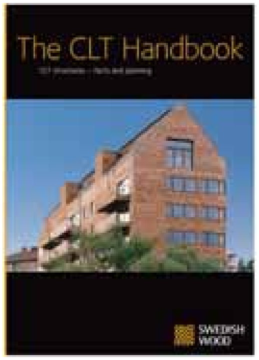


Figure 1. Workflow, adapted from IEA Annex 55 [21]. Steps in framework can be iterated as work proceeds. Suggested toll gates are 0: decision to initiate assessment; 1: decision to accept scope; 2: decision to proceed with assessment; 3: decision to proceed with assessment, and 4: decision to proceed to implementation. Each tollgate corresponds to a steering group decision to proceed, revise, or to not proceed.

Svensson Tengberg, C., Hagentoft, C. (2021).
Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a clt structure resilient to climate.
Buildings, 11(6). http://dx.doi.org/10.3390/buildings11060247



2019

10.3 Protecting the structure during construction

10.3.1 Weather protection during construction

10.3.2 Controls and monitoring

Svensson Tengberg, C., Hagentoft, C. (2021).
Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a clt structure resilient to climate.
Buildings, 11(6). http://dx.doi.org/10.3390/buildings11060247

E3S Web of Conferences 172, 10001 (2020)
NSB 2020
http://doi.org/10.1051/e3sconf/202017210001

Moisture safety in CLT construction without weather protection – Case studies, literature review and interviews

Lars Olsson[1]

[1]RISE Research Institutes of Sweden, Division Build Environment, Building Technology, Sweden

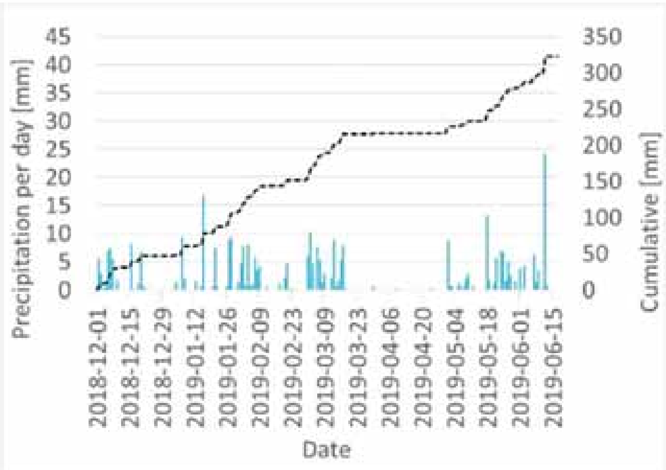
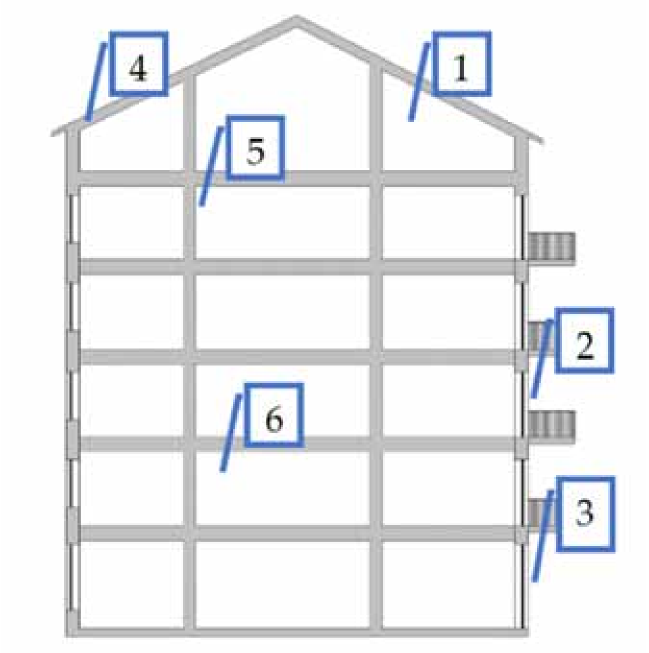
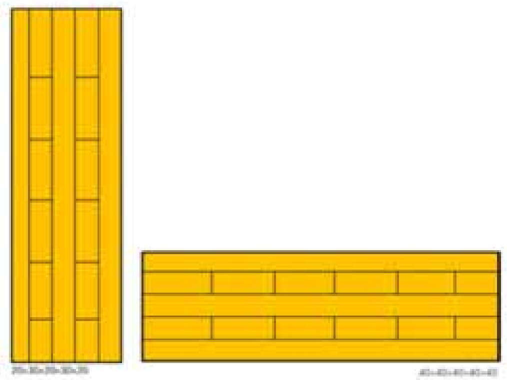


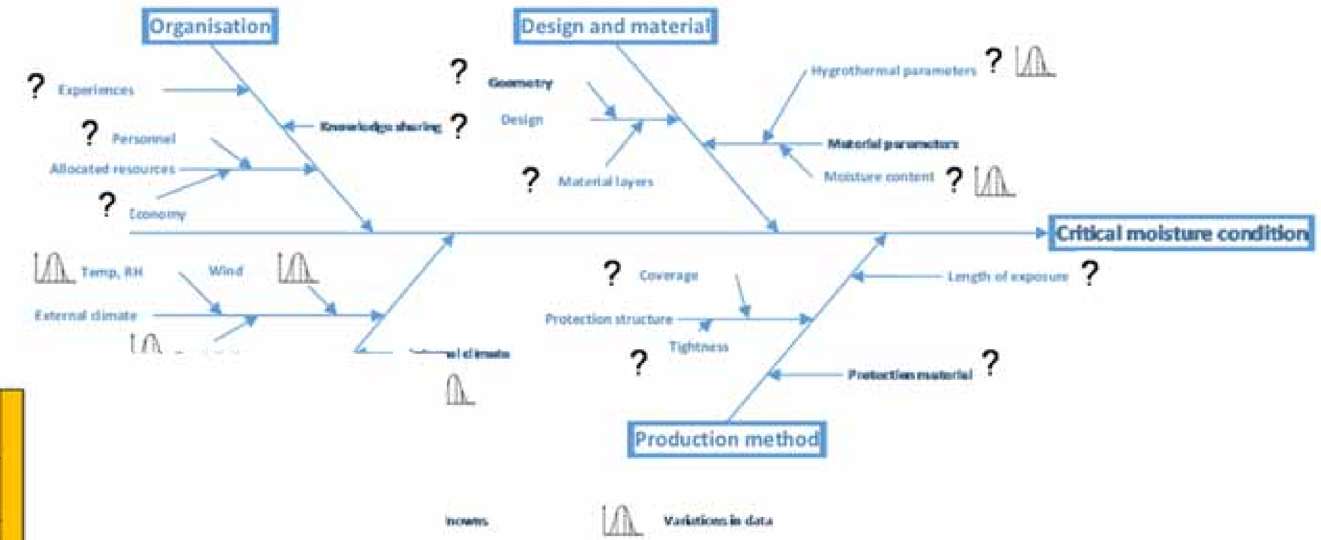
Fig. 7. Precipitation in mm rain per day and cumulative in mm rain during construction stage in central Sweden.

Fig. 5. On several occasions, water pooled on the floor structure. Precipitation ran down primarily from the above floor structures.

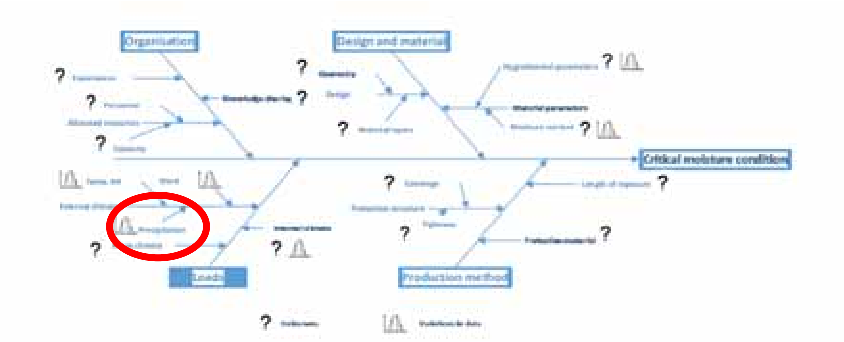
Fig. 8. Sample taken from the top side of the floor structure (CLT) under the sound and vibration pads and inner walls (CLT). The surfaces have been stained primarily by discoloured water.

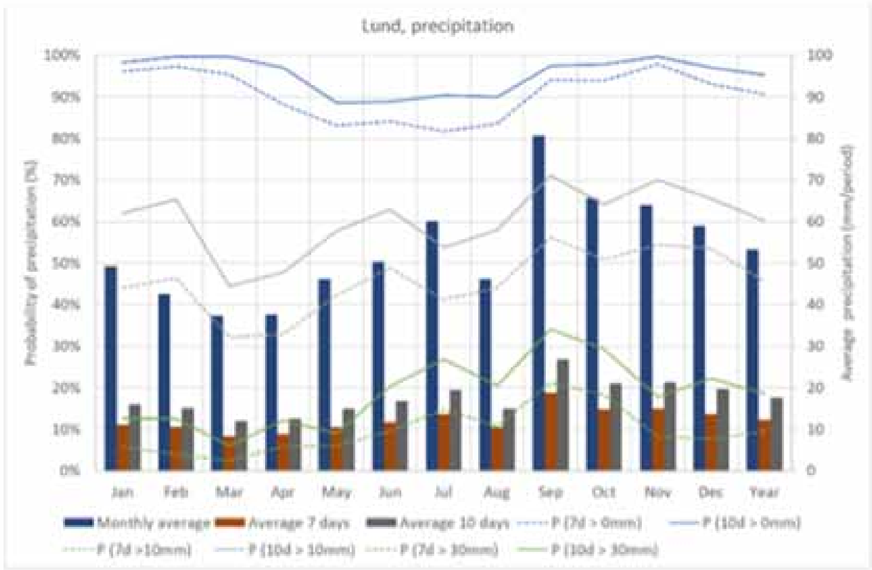


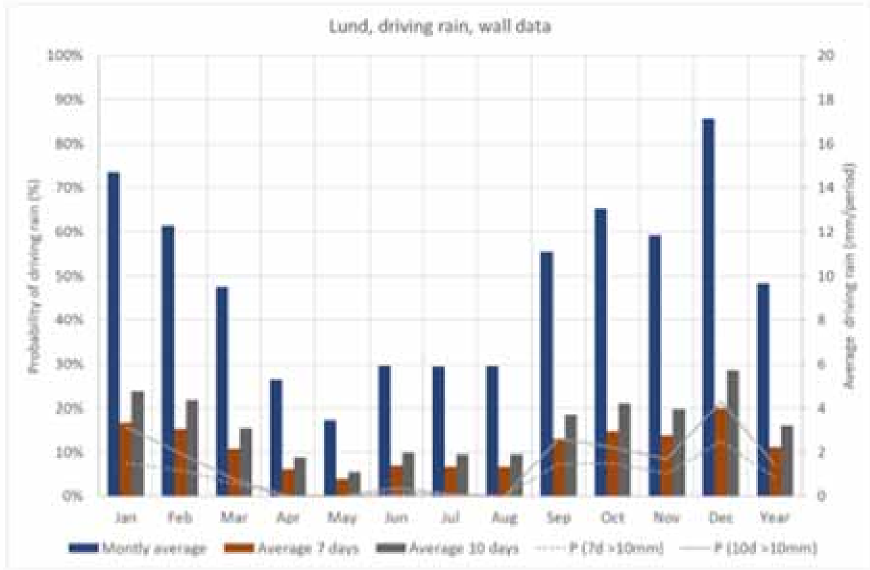




Svensson Tengberg, C., Hagentoft, C. (2021).
Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a clt structure resilient to climate.
Buildings, 11(6). http://dx.doi.org/10.3390/buildings11060247







Svensson Tengberg, C., Hagentoft, C. (2021).
Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a clt structure resilient to climate.
Buildings, 11(6). http://dx.doi.org/10.3390/buildings11060247

Table 4. Summary of assessment concerning moisture target for structure exposed respectively protected by weather protection. Color assessment of risk related to moisture target, as defined in Section 3.1. Scope (green = low, yellow = medium, orange = high, red = very high).

	Normal Construction Time				Short Construction Time			
Start	Jan	April	July	Oct	Jan	April	July	Oct
Exposed summary	red	red	red	red	red	red	red	red
Exterior wall	green	yellow	red	red	red	green	yellow	red
Intermediate floor	green	yellow	red	red	red	green	yellow	red
Shafts / leakages	green	yellow	red	red	red	green	yellow	red
Water trapping	red	red	red	red	red	red	red	red
Protected summary	green	green	orange	green	green	green	green	orange
Exterior wall	green	green	orange	green	green	green	green	orange
Intermediate floor	green	green	orange	green	green	green	green	orange

Table 5. Summary of assessment concerning mold target for structure exposed respectively protected by weather protection. Colors: assessment risk related to mold target defined in Section 3.1. Scope (green = low, yellow = medium, orange = high, red = very high).

	Normal Construction Time				Short Construction Time			
Start	Jan	April	July	Oct	Jan	April	July	Oct
Exposed summary	red	red	red	red	red	red	red	red
Exterior wall *	yellow	red	red	red	yellow	yellow	red	red
Intermediate floor	green	yellow	yellow	yellow	green	green	yellow	yellow
Shafts / leakages	yellow	red	red	red	yellow	red	red	red
Water trapping	red	red	red	red	red	red	red	red
Protected summary	green	yellow	yellow	yellow	green	green	yellow	orange
Exterior wall	green	yellow	yellow	yellow	green	green	yellow	yellow
Intermediate floor	green	green	green	green	green	green	green	orange

* Values estimated as VTT model are not applicable to exposed conditions.

Svensson Tengberg, C., Hagentoft, C. (2021).
Risk assessment framework to avoid serial failure for new technical solutions applied to the construction of a clt structure resilient to climate.
Buildings, 11(6). http://dx.doi.org/10.3390/buildings11060247