

## Energieeffizienz: Lohnende Potentiale in Gebäuden und Arealen

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

**Prof. Adrian Altenburger**

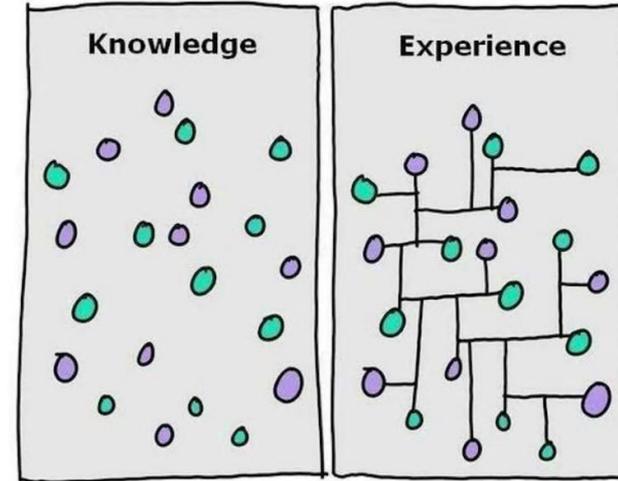
Instituts- und Studiengangleitung

T direkt +41 41 349 33 03

adrian.altenburger@hslu.ch

Oberburg, 11. Juni 2022

2. Energie-Wende-Kongress



**“I’m easily satisfied with  
the very best.”**

Winston Churchill

## Agenda

- HSLU, IGE und Energieeffizienz@HSLU
- Ausgangslage «Netto Null» - Dekarbonisierung & Elektrifizierung
- Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Facts & Figures
- Prävention



## HSLU – Kontext Fachhochschulen in der Schweiz

CH: ca. 85'000 Studierende

HSLU: ca. 6'000 Studierende

BM-Quote Technische Berufslehren: 13%

BM-Quoten in der Gebäudetechnik:

- Elektroberufe: 8% BM
- HLKS-Berufe: 4% BM

Absolventen BSc Gebäudetechnik:»  
50-60 pro Jahr für die ganze Schweiz!



«Das Wissen muss ein Können werden.» Carl von Clausewitz (1780-1831)

# Hochschule Luzern – Technik & Architektur

1900 Studierende

200 Forschungsprojekte

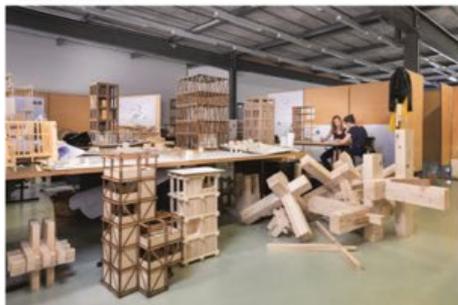
530 Mitarbeitende

12 Bachelor Studiengänge

2 Master Studiengänge



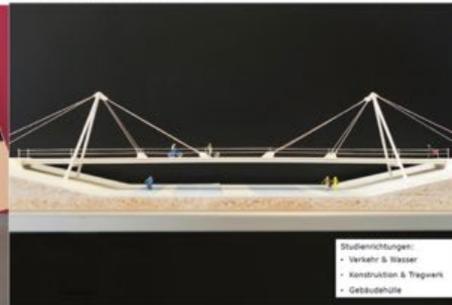
## Architektur



## Innenarchitektur



## Bauingenieurwesen



- Studienrichtungen:
- Verkehr & Wasser
  - Konstruktion & Tragwerk
  - Gebäudehülle

## Gebäudetechnik|Energie



- Studienrichtungen:
- Heizung-Lüftung-Klima-Sanitär
  - Gebäude-Electro-Engineering

## Elektrotechnik und Informationstechnologie



- Vertiefungsrichtungen:
- Energie- und Antriebssysteme
  - Nachrichtentechnik/Signal Processing
  - Technische Informatik
  - Mechatronik/Automation/Robotik

## Maschinentechnik



- Vertiefungsrichtungen:
- Energien, Fluide & Prozesse
  - Produktentwicklung & Mechatronik

## Medizintechnik



## Wirtschaftsingenieur|Innovation



- Vertiefungsrichtungen:
- Product Management & New Business Development
  - Operations Management
  - Sales and Marketing Management

## Energy and Environmental Systems Engineering (in English)



- Specifications:
- Energy Systems
  - Environmental Systems

## Digital Construction



- BA Digital Construction:
- Architecture

- BSc Digital Construction:
- Building Technology
  - Structural Engineering

Neu ab HS2020

## Digital Engineering



- Vertiefungsrichtungen:
- Digitale Produktentwicklung
  - Digitale Produktion
  - Digitale Transformation

Neu ab HS2020

## Mobility, Data Science and Economics



Neu ab HS2020

T.B.A. W und I

[hslu.ch/mobility](https://hslu.ch/mobility)

**Institut für  
Gebäudetechnik und  
Energie (IGE)**



**Prof. Adrian Altenburger**  
Instituts- und  
Studiengangleitung



**Prof. Urs-Peter Menti**  
Instituts- und  
Forschungsleitung



**120** Mitarbeitende betreuen

**200** Bachelor- und Masterstudierende

**120** Studierende in  
Weiterbildungsprogrammen

**150** Forschungsprojekte

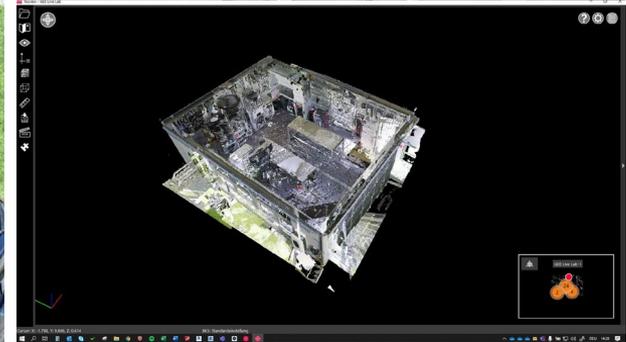
und ein Gesamtvolumen von rund

**12 Mio. CHF/a**

## Energieeffizienz@HSLU – HLKS-Infrastruktur & Forschung



# Energieeffizienz@HSLU – Gebäudeelektroinfrastruktur & Forschung



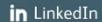
## Energieeffizienz@HSLU - Lichtinfrastruktur & Forschung



# Energieeffizienz@HSLU Weiterbildung (CAS eBO im Herbst 2022)

## CAS energetische Betriebsoptimierung Gebäude klimafreundlicher betreiben

Im Betrieb von Gebäuden liegt ein enormes Energiesparpotential brach, das ohne die geringste Einbusse beim Komfort ausgeschöpft werden kann. Spezialisten der Gebäudetechnik zeigen in diesem Kurs, wo diese liegen.



### In der Übersicht

Über 40 % des Endenergieverbrauchs in der Schweiz geht zu Lasten der Gebäude. Eine Reduktion von bis zu 20 % ist mit einfachen Mitteln möglich. Mehr noch: durch die Reduktion des Energiebezugs werden die Betriebskosten merklich gesenkt.

Mehr Informationen ▾

Folie 11, 6. Juni 2022



STUDIENLEITER

Prof. Matthias Balmer

Dozent

+41 41 349 33 06

E-Mail anzeigen



Bettina Lüthold

Programmorganisatorin

+41 41 349 30 25

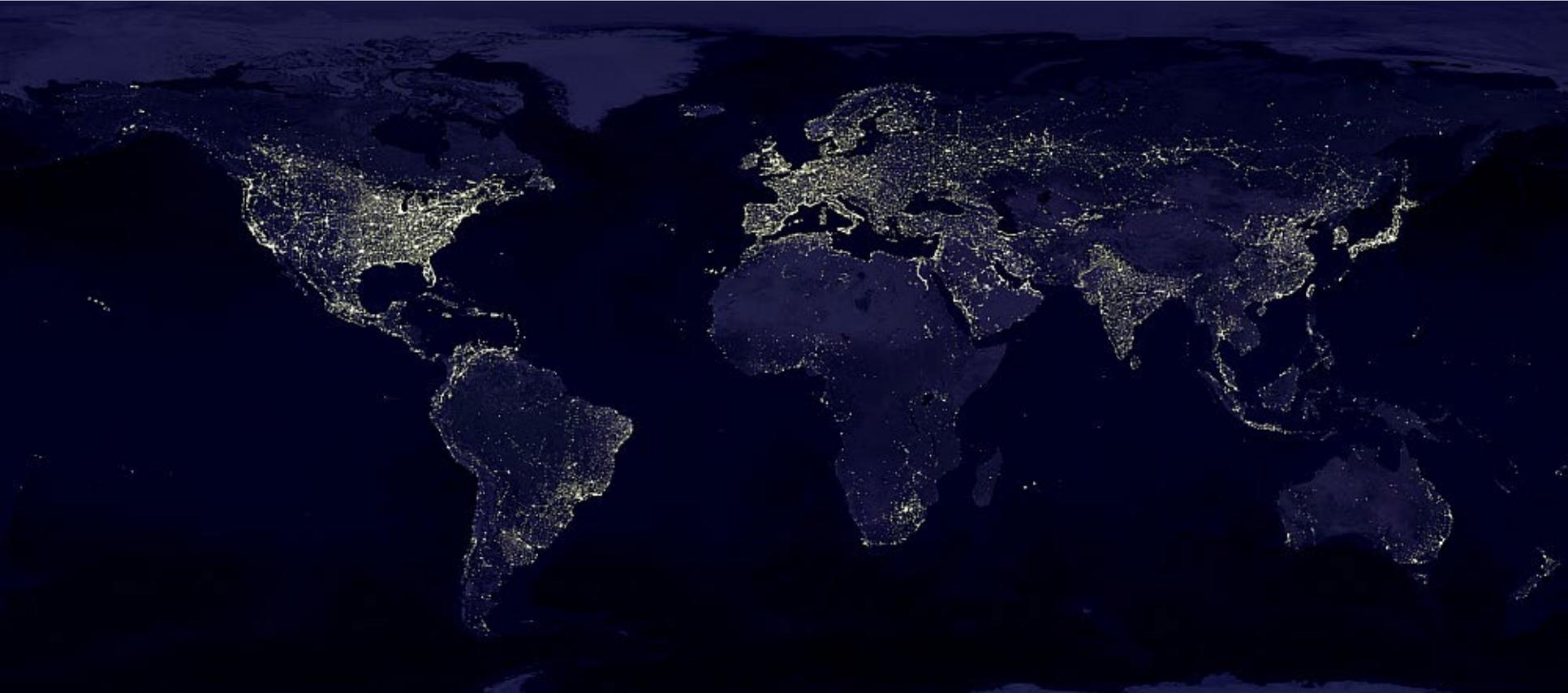
E-Mail anzeigen

### INFO-VERANSTALTUNGEN

Dienstag, 30. August 2022, online

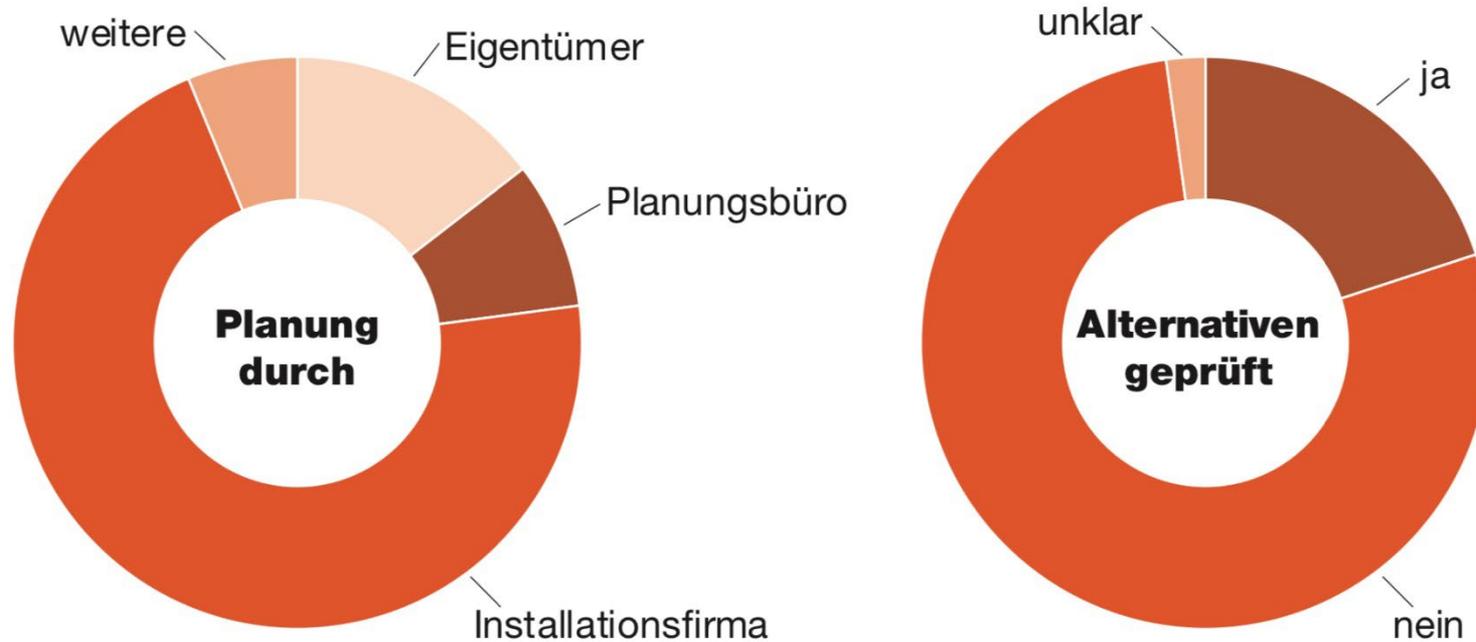


# Ausgangslage «Netto Null» – Dekarbonisierung und Elektrifizierung

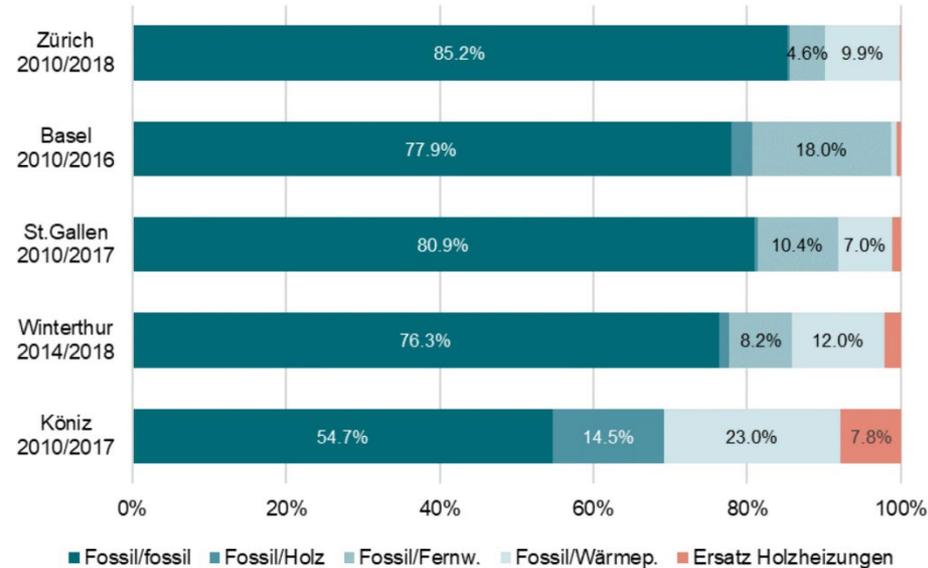


## Dekarbonisierung – Problem Gebäudebestand und Eigenverantwortung

### Vorgehen beim Heizkesselersatz



## Dekarbonisierung – Problem Gebäudebestand und Eigenverantwortung



Figur 1: Vergleich der Energieträgerwechsel auf Gebäudeebene von Zürich, Basel, St.Gallen, Winterthur und Köniz.

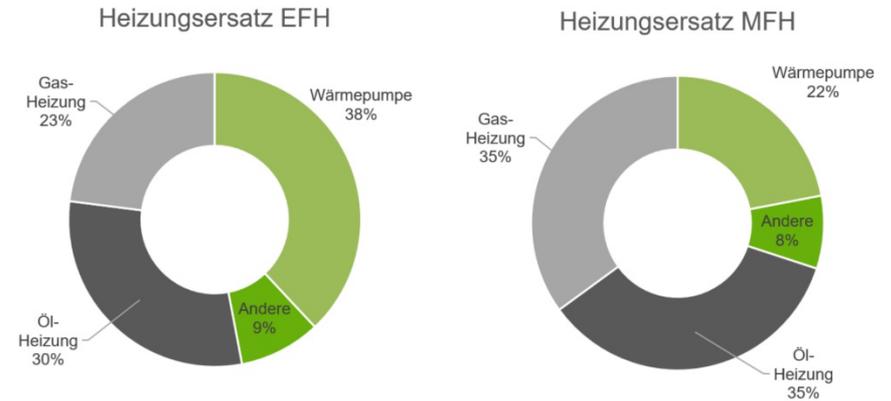
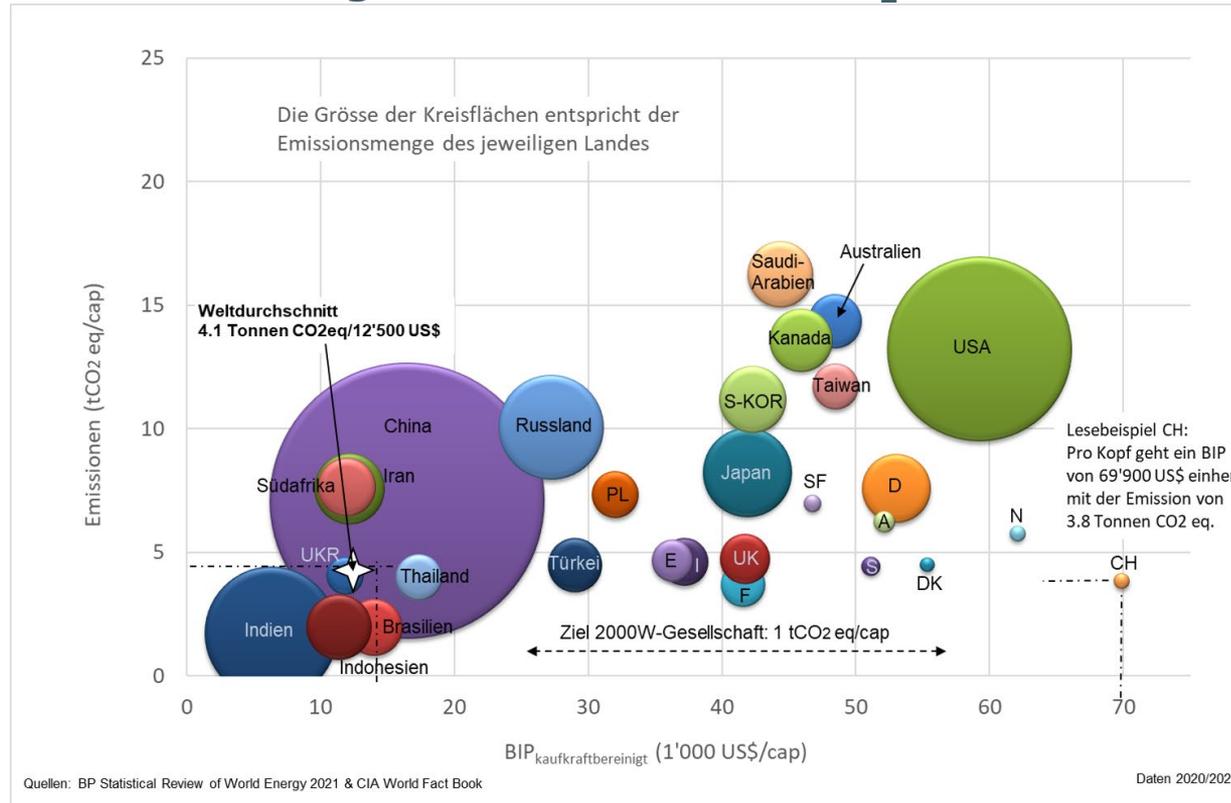


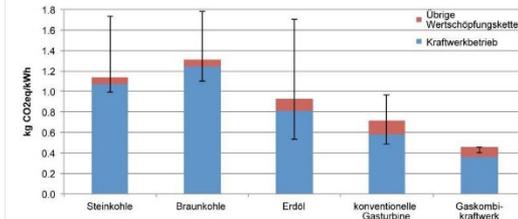
Abbildung 1: Marktanteile in der ersten Hälfte von 2021 von fossilen und nicht-fossilen Energieträgern beim Wärmeerzeugerersatz bei Ein- (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH) im Kanton Zürich (1:1 Ersatz ohne energetische Sanierung). Bei MFH werden immer noch zu rund 70% fossile Heizungen eingebaut. Quelle: wüestpartner, Juli 2021

<sup>1</sup> Energieforschung Stadt Zürich, [Forschungsbericht FP-2.8 \(www.energieforschung-zuerich.ch\)](https://www.energieforschung-zuerich.ch)

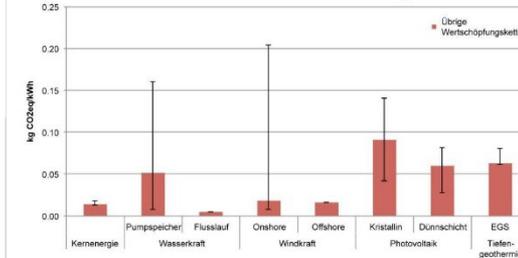
# Elektrifizierung – Kontext BIP und CO<sub>2</sub>-Emissionen Global



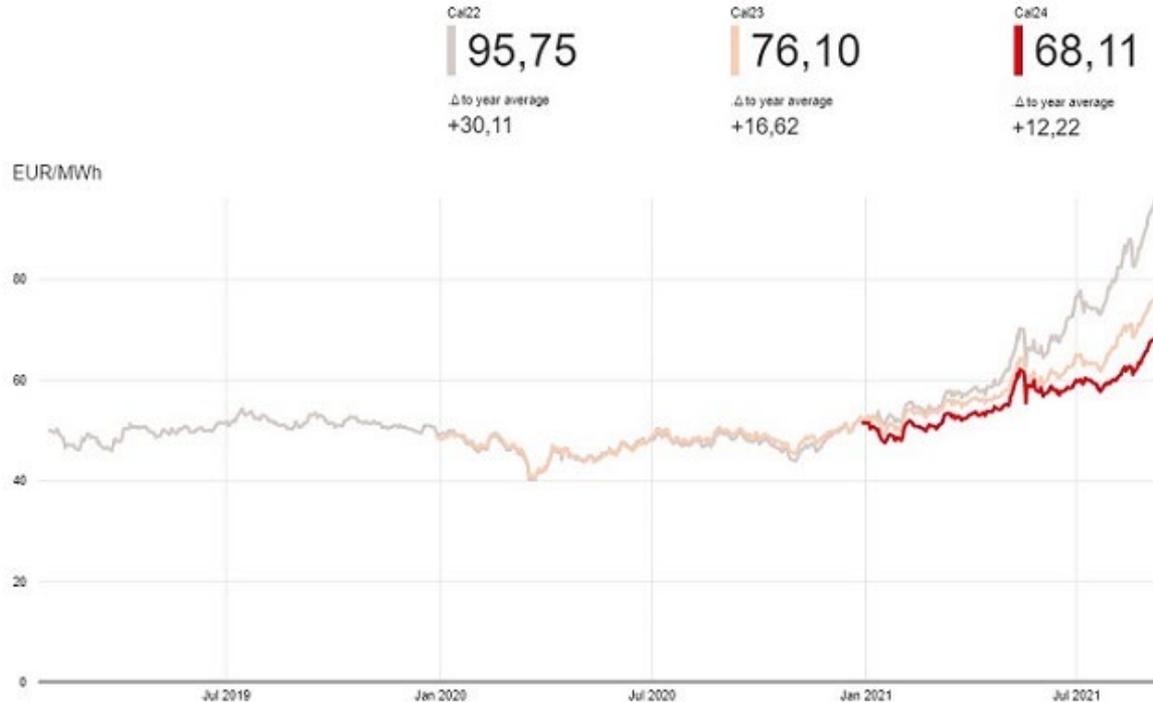
Treibhausgas-Emissionen aus der Stromproduktion mit fossilen Brennstoffen



Treibhausgas-Emissionen aus der Stromproduktion mit Erneuerbaren bzw. Kernenergie



## Elektrifizierung – Stromkostenentwicklung (Cal 22-24)



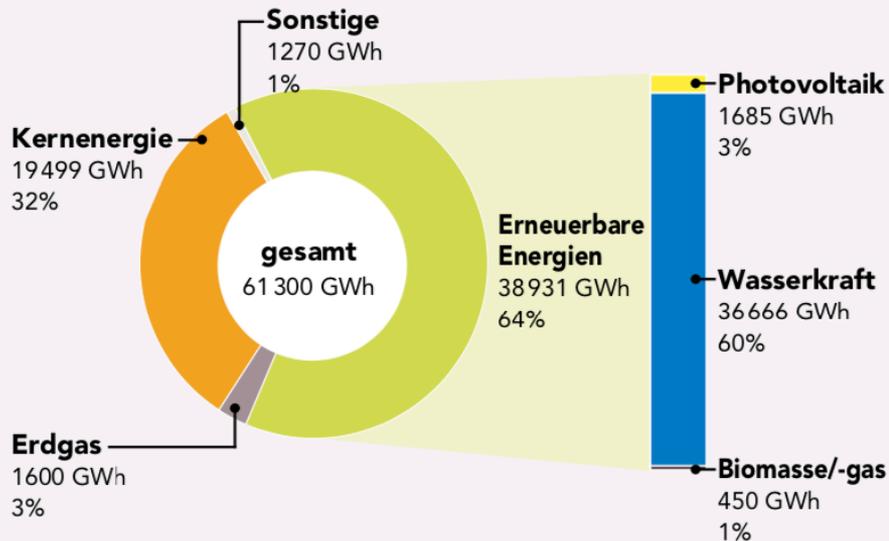
Quelle: Axpo 2022

Steigen die Kohle-, Gas- oder CO<sub>2</sub>-Preise, dann haben die preissetzenden Kraftwerke höhere variable Produktionskosten, womit auch die Strompreise steigen.

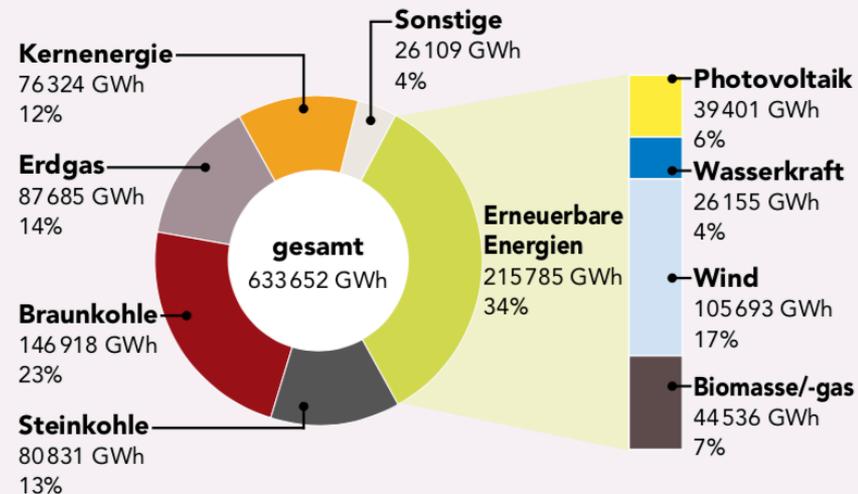
Im Vergleich dazu haben Wind-, PV- und Wasserkraftwerke kaum und Kernkraftwerke sehr tiefe variable Kosten, was sie zu Preisnehmern macht.

## Preissensitivität – Kontext Strommix CH vs Deutschland (Produktion)

### Schweiz



### Deutschland



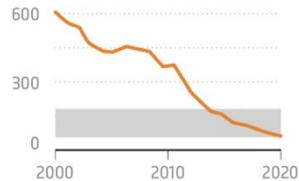
# Elektrifizierung – Investitionskostenentwicklung Erneuerbare (CapEx)

## Die Kosten für erneuerbare Energie sinken, der Marktanteil steigt

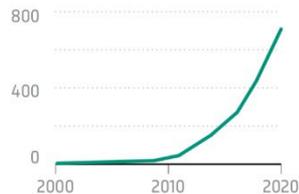
Die Kosten in Dollar pro installierter Megawattstunde bzw. Kilowattstunde (Batterien);  
grauer Bereich: für fossile Brennstoffe; die Menge vorhandener Anlagen in Gigawatt bzw. Stückzahl

### Photovoltaik

Kosten (\$/MWh)



Installation (GW)

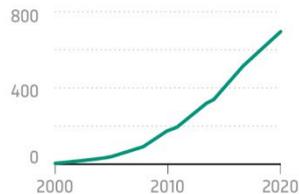


### Windkraft auf Festland

Kosten (\$/MWh)

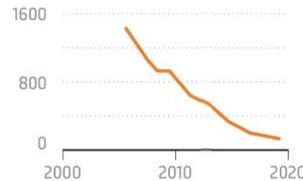


Installation (GW)

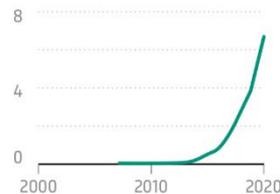


### Elektrofahrzeuge

Kosten Batterien (\$/KWh)



Stückzahl (Mio)



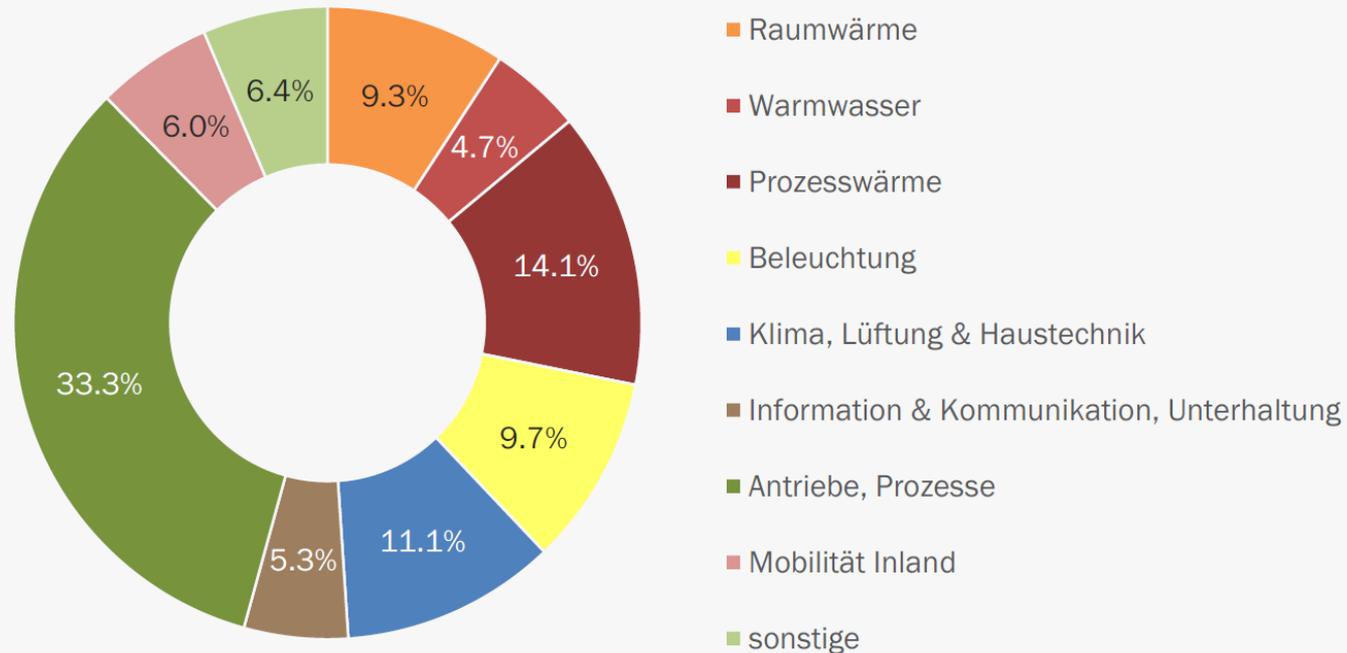
Quelle: IPCC, AR6, WG3, summary for policymakers, fig. SPM.3

Fallen die CapEx werden die OpEx umso relevanter.

Steigen zudem die OpEx sind Effizienzmassnahmen ein betriebliches Asset bzw. ein Marktvorteil.

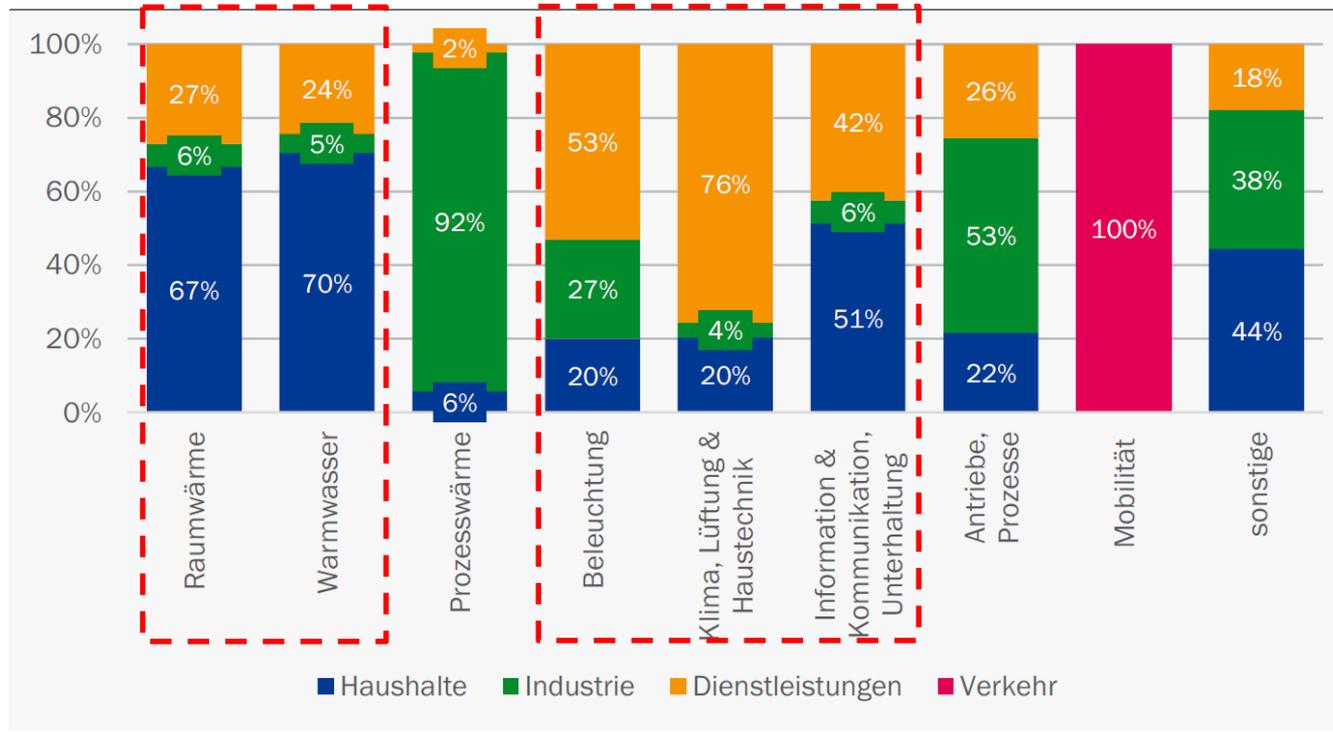
Beispiel Rechenzentrum (1'000 m<sup>2</sup>):  
1 MW<sub>IT</sub> = ca. 8'760 MWh<sub>e</sub>/a  
Energiekosten gestern = ca. 44 kCHF/a  
Energiekosten morgen = ca. 70 kCHF/a  
Differenz entspricht bei 1% Kapitalzins und 20a Nutzungsdauer einem verfügbaren Kapital von 470'000 CHF falls das Stromeffizienzpotential von 45% realisiert wird (Studie BFE 2021).

## Elektrifizierung – Verbrauch nach Verwendungszweck (2019)



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2020

## Elektrifizierung – Anteile pro Verwendungszweck (2019)



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2020

# Elektrifizierung – Verbrauchsentwicklung in absoluten Zahlen

## Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken

Entwicklung von 2000 bis 2019, in TWh

Verwendungszweck	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ '00-'19
Raumwärme	4.1	4.5	4.3	4.7	4.7	5.0	5.0	4.5	5.1	5.1	5.8	4.7	5.3	5.9	4.6	5.2	5.6	5.4	5.1	5.2	+27.5%
Warmwasser	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	+7.0%
Prozesswärme	8.2	7.8	8.1	8.2	8.1	8.3	8.1	9.0	8.7	7.8	8.3	8.3	8.1	8.1	8.2	8.0	7.9	7.9	8.0	8.0	-2.6%
Beleuchtung	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.3	7.4	7.5	7.6	7.5	7.6	7.5	7.4	7.2	7.1	6.8	6.6	6.1	5.7	5.5	-20.4%
Klima, Lüftung & HT	5.1	5.3	5.1	5.7	5.3	5.5	5.6	5.2	5.5	5.6	5.8	5.5	5.8	6.0	5.3	6.1	6.1	6.2	6.2	6.3	+23.1%
I&K, Unterhaltung	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	+20.7%
Antriebe, Prozesse	18.3	18.8	18.5	18.3	18.7	18.8	19.4	19.3	19.8	19.4	19.8	19.7	19.5	19.4	19.3	19.0	18.7	18.9	18.7	18.9	+3.3%
Mobilität Inland	2.9	2.9	3.0	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.4	3.4	3.4	+17.9%
Sonstige	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	+60.6%
<b>Total Elektrizität</b>	<b>52.8</b>	<b>53.8</b>	<b>53.7</b>	<b>55.0</b>	<b>55.2</b>	<b>56.2</b>	<b>57.1</b>	<b>57.3</b>	<b>58.8</b>	<b>57.5</b>	<b>59.7</b>	<b>58.0</b>	<b>58.4</b>	<b>59.2</b>	<b>57.1</b>	<b>57.7</b>	<b>57.6</b>	<b>57.3</b>	<b>56.5</b>	<b>56.7</b>	<b>+7.3%</b>
Beleuchtung	13.1%	13.1%	13.2%	13.0%	13.1%	13.0%	12.9%	13.1%	12.9%	13.1%	12.8%	13.0%	12.7%	12.2%	12.5%	11.9%	11.4%	10.7%	10.1%	9.7%	-1.02%

I&K: Information und Kommunikation, HT: Haustechnik

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2020

## Elektrifizierung – 33.4% Effizienzsteigerung (Beleuchtung Best in Class)

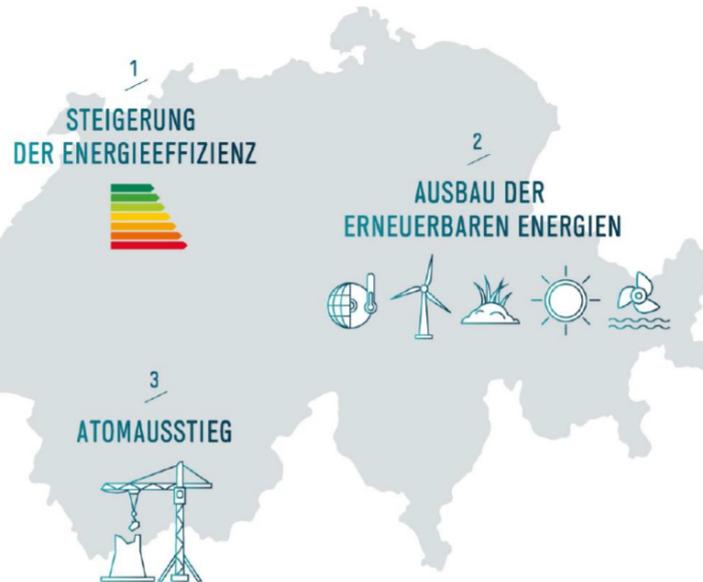
### Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken (pro Kopf)

Entwicklung von 2000 bis 2019, in MWh/Person

Verwendungszweck	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ '00-'19
Raumwärme	0.57	0.62	0.58	0.63	0.64	0.67	0.66	0.60	0.67	0.66	0.73	0.58	0.66	0.72	0.56	0.62	0.66	0.64	0.59	0.61	+6.7%
Warmwasser	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	-10.4%
Prozesswärme	1.14	1.07	1.10	1.11	1.10	1.11	1.08	1.18	1.13	1.01	1.05	1.05	1.01	1.00	1.00	0.96	0.94	0.94	0.93	0.93	-18.5%
<b>Beleuchtung</b>	<b>0.96</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>	<b>0.98</b>	<b>0.98</b>	<b>0.98</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>	<b>0.95</b>	<b>0.92</b>	<b>0.89</b>	<b>0.87</b>	<b>0.82</b>	<b>0.78</b>	<b>0.72</b>	<b>0.67</b>	<b>0.64</b>	<b>-33.4%</b>
Klima, Lüftung & HT	0.71	0.73	0.70	0.78	0.72	0.74	0.75	0.69	0.71	0.72	0.74	0.69	0.72	0.74	0.65	0.73	0.72	0.73	0.73	0.73	+3.1%
I&K, Unterhaltung	0.35	0.36	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38	0.40	0.41	0.41	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	+1.0%
Antriebe, Prozesse	2.53	2.59	2.52	2.48	2.52	2.52	2.58	2.54	2.58	2.49	2.52	2.48	2.42	2.38	2.34	2.28	2.22	2.23	2.19	2.19	-13.5%
Mobilität Inland	0.40	0.40	0.41	0.44	0.43	0.43	0.44	0.43	0.44	0.42	0.43	0.41	0.42	0.42	0.40	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	-1.3%
Sonstige	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	+34.4%
<b>Total Elektrizität</b>	<b>7.33</b>	<b>7.41</b>	<b>7.34</b>	<b>7.48</b>	<b>7.45</b>	<b>7.54</b>	<b>7.60</b>	<b>7.54</b>	<b>7.64</b>	<b>7.39</b>	<b>7.59</b>	<b>7.30</b>	<b>7.27</b>	<b>7.28</b>	<b>6.93</b>	<b>6.93</b>	<b>6.84</b>	<b>6.76</b>	<b>6.61</b>	<b>6.58</b>	<b>-10.1%</b>
<b>Bevölkerungszahl Tsd</b>	<b>7'204</b>	<b>7'256</b>	<b>7'314</b>	<b>7'364</b>	<b>7'415</b>	<b>7'459</b>	<b>7'509</b>	<b>7'593</b>	<b>7'702</b>	<b>7'786</b>	<b>7'870</b>	<b>7'955</b>	<b>8'039</b>	<b>8'140</b>	<b>8'238</b>	<b>8'327</b>	<b>8'420</b>	<b>8'484</b>	<b>8'545</b>	<b>8'606</b>	<b>70.10</b>

Quelle: BFS 2020, HSLU 2022

## Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Kontext «ES2050»



### Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

- Gebäude
- Mobilität
- Industrie
- Geräte

### Massnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien

- Förderung
- Verbesserung rechtlicher Rahmenbedingungen

### Atomausstieg

- Keine neuen Rahmenbewilligungen
- Schrittweiser Ausstieg – Sicherheit als einziges Kriterium

Quelle: BFE

# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Kontext «Vision BFE»

## REDUKTION (ergänzend zur Vision Substitution)

- **Bis 2050 beträgt der Endenergieverbrauch (Wärme und Elektrizität) des schweizerischen Gebäudeparks 65 TWh anstelle 90 TWh.**
- **Der mittlere Verbrauch je m<sup>2</sup> ist 2050 im Vergleich zu 2010 um ca. 55% tiefer.**  
→ Wird das Wachstum der Gebäudeflächen berücksichtigt, ist je m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche eine noch grössere Anstrengung nötig. So muss der Durchschnitt der Energiekennzahl über alle Energieträger auf 72 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr gesenkt werden (im Vergleich zu 156 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr in 2010)<sup>6</sup>.
- **Die Graue Energie und die grauen Emissionen bei Neubauten und Sanierungen werden reduziert.**  
→ Bei der Gesamtbetrachtung eines Gebäudes soll nicht nur die Betriebsenergie reduziert werden, sondern auch die graue Energie und die grauen Emissionen. Besonders bei Neubauten werden diese Grössen im Verhältnis zur Betriebsenergie immer wichtiger. Die Kreislaufwirtschaft soll verstärkt berücksichtigt werden.

## OPTIMIERUNG

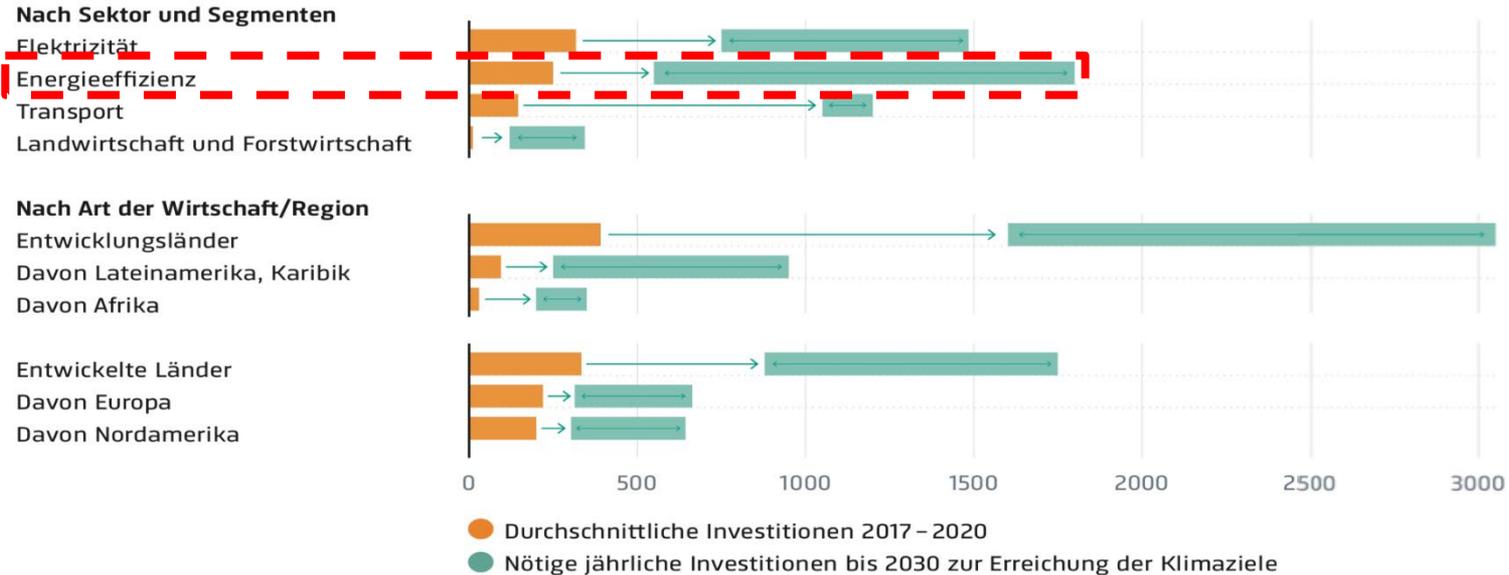
- **Bis 2050 ist die Gesamtenergieeffizienz jedes Gebäudes in der Schweiz bekannt.**  
→ Der energetische Zustand eines Gebäudes muss bekannt sein, um sich des Bedarfs einer Sanierung bewusst zu werden. Er ist auch die Bedingung für die Entwicklung einer angemessenen Sanierungsstrategie. Überdies ist die Transparenz über den energetischen Zustand eines Gebäudes erforderlich, um dieses Kriterium beim Verkauf/Vermietung berücksichtigen zu können.
- **Bis 2030 ist die energetische Betriebsoptimierung für alle Gebäude obligatorisch.**  
→ Die energetische Betriebsoptimierung wird für alle Gebäudetypen in der Schweiz obligatorisch erklärt. Für die einzelnen Gebäudetypen werden unterschiedliche Bestimmungen gelten. Die Entwicklung neuer Dienstleistungen, wie das Energiespar-Contracting, wird diesen strategischen Schwerpunkt unterstützen.

Reduktion  
Optimierung  
Substitution  
Erneuerbare Energien  
Nachhaltigkeit

Quelle: BFE, 1. März 2022

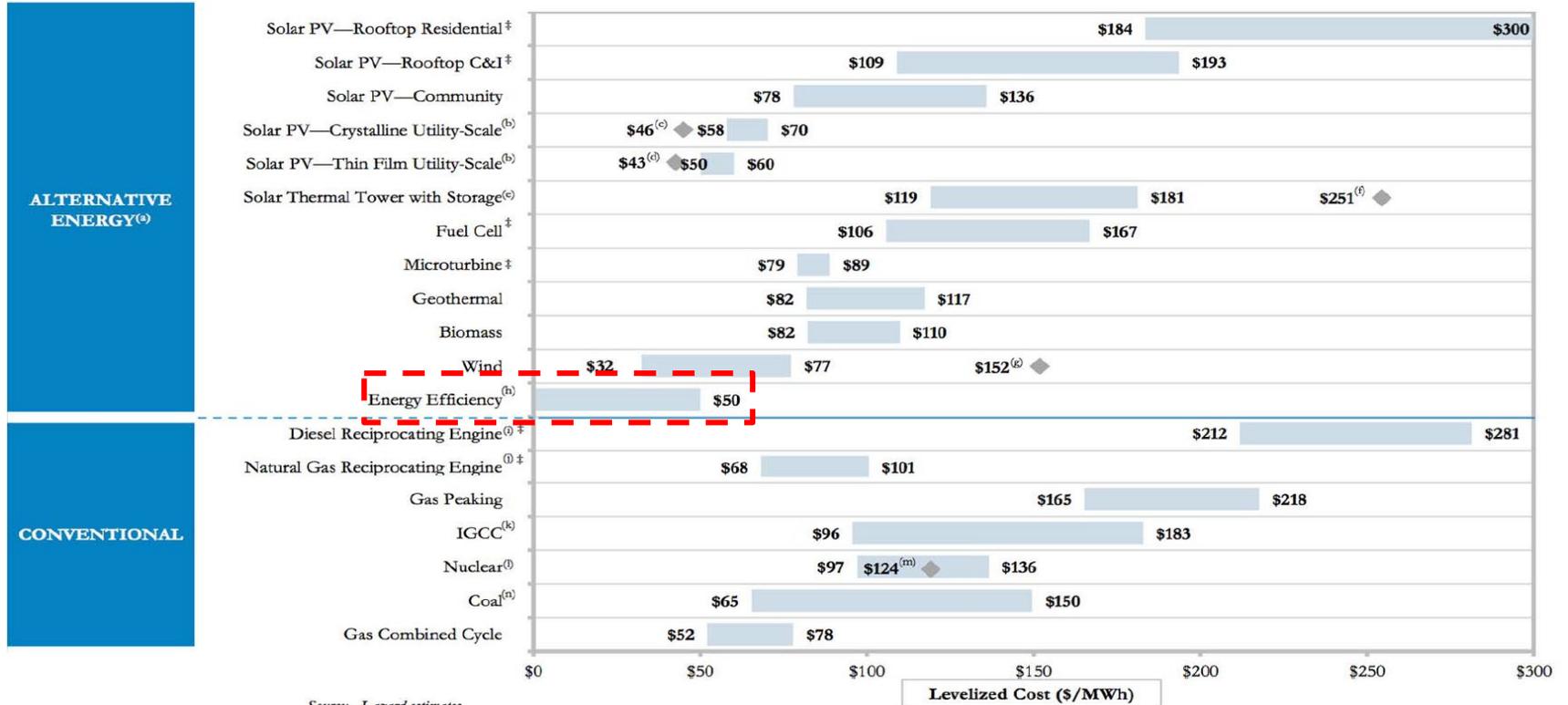
# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Kontext Klimaziele

**Die jährlichen Investitionen in den Klimaschutz müssen weltweit stark erhöht werden**  
Jährliche Investitionen zur Senkung des Treibhausgas-Ausstosses in Milliarden US-Dollar



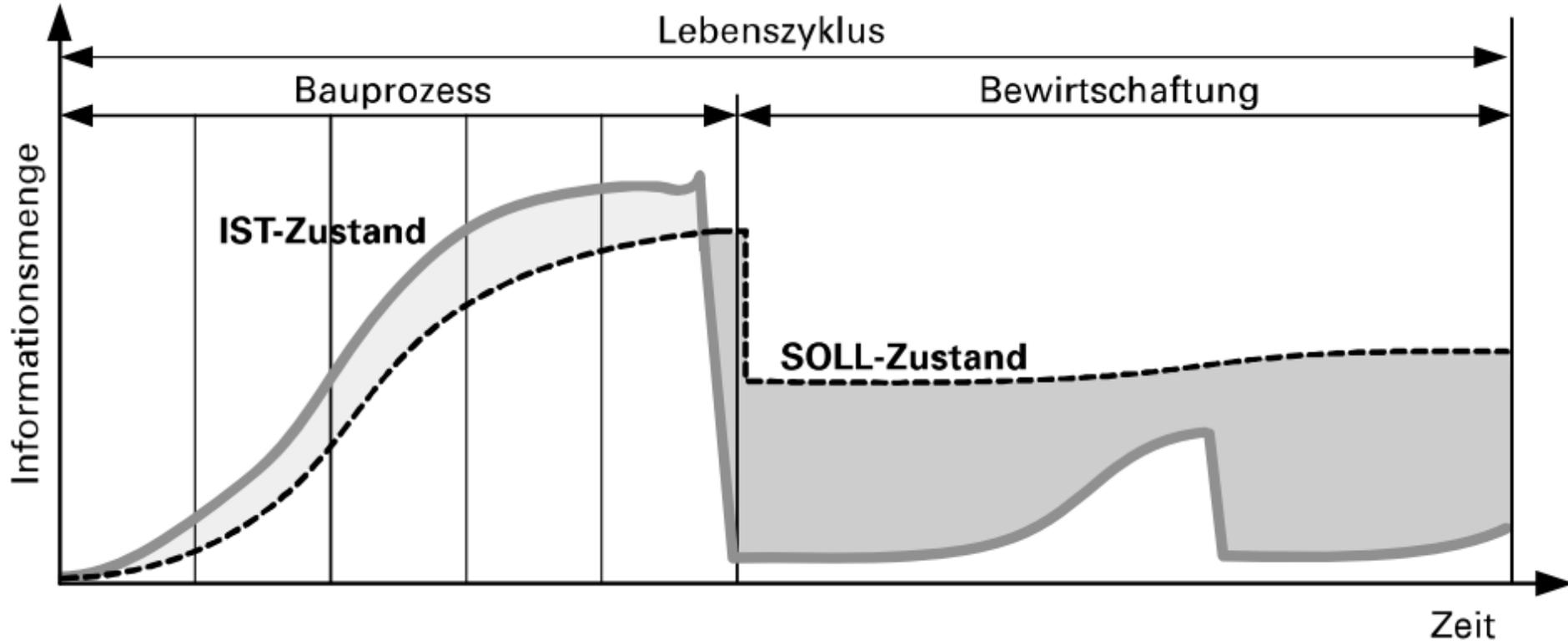
Quelle: IPCC, AR6, WG3, full report, technical summary, chapter 6.4 Investment and finance, fig. TS.25

# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Kontext Ökonomie



Source: I. Azard estimates.

## Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Strukturelle Ineffizienz



# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Grundlagen vorhanden

Empfehlung SIA 112/1  
2004

sia

Nachhaltiges Bauen –  
Hochbau  
Ergänzungen  
zum Leistungsmodell SIA 112

schweizerischer  
Ingenieur- und  
Architektenverein  
società suisse  
des ingénieurs  
et des architectes  
società svizzera  
degli ingegneri  
e degli architetti  
swiss society  
of engineers  
and architects

schulhausstrasse 16  
ch-3000 luzern  
www.sia.ch

112/1

Empfehlung SIA 113  
2010

sia

FH-gerechte Bauplanung und Realisierung

fischer  
pro- und  
verein  
societa  
isizzera  
istecchi  
rissera  
egneri  
tetti  
society  
isizzera  
itects

113

113

Norm | License by SIA Hochschule Luzern Technik & Architektur | Berner Anstalt | 02.11.2010

2010

sia

SIA 2046:2015 Bauwesen

SNR Schweizer Regel  
Régie Suisse  
Regole Svizzera  
592046

Tests Intégraux des systèmes des installations du bâtiment  
Verifiche integrali di sistemi dell'impiantistica degli edifici  
Integral tests of technical building systems

Integrale Tests  
von Gebäudetechniksystemen

Referenznummer  
SNR 592048:2015 de  
Gültig ab: 2015-04-01

Anzahl Seiten: 32

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Posfach, CH-8027 Zürich

Copyright © 2015 by SIA Zurich

2046

Norm | License by SIA Hochschule Luzern Technik & Architektur | Bern | 16.04.2015

2015

sia

SIA 2048:2015 Bauwesen

SNR Schweizer Regel  
Régie Suisse  
Regole Svizzera  
592048

Optimisation énergétique de l'exploitation  
Dinimizzazione energetica dell'esercizio

Energetische Betriebsoptimierung

Referenznummer  
SNR 592048:2015 de  
Gültig ab: 2015-07-01

Anzahl Seiten: 35

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Posfach, CH-8027 Zürich

Copyright © 2015 by SIA Zurich

2048

Norm | License by SIA Hochschule Luzern Technik & Architektur | Bern | 16.04.2015

2015

2001/2004  
Folie 28, 6. Juni 2022

# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Kantone zögern

## MUKEN 2014 – STAND UMSETZUNG PER ENDE MÄRZ 2021

In der Tabelle 1 ist die Umsetzung ausgesuchter Massnahmen aus den MuKEn 2014 aufgeführt.<sup>2</sup>

Regelung aus MuKEn 2014	In folgenden Kantonen per Ende März 2021 eingeführt	% der Bevölkerung
Anforderungen und Nachweis winterlicher Wärmeschutz gemäss Artikel 1.7	ZH, BE, LU, UR*, SZ*, OW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL*, SH, AR, AI, SG*, GR, AG, TG*, TI*, VD*, VS, NE, GE*, JU	99
Anforderungen und Nachweis sommerlicher Wärmeschutz gemäss Artikel 1.8	ZH, BE, LU, UR, OW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL*, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG, TI*, VD*, VS, NE, GE*, JU	98
Anforderungen an die Deckung des Wärmebedarfes von Neubauten gemäss Artikel 1.22–1.25	BE, LU, OW, GL, FR*, BS, SH, AI, SG*, GR, TG, GE*, JU	43
Eigenstromerzeugung bei Neubauten gemäss Artikel 1.26–1.28	LU, OW, FR, BS*, AI, GR*, TG*, VD*, GE*, JU	33
Erneuerbare Wärme beim Wärmeeintragungsersatz gemäss Artikel 1.29–1.31	LU, OW, FR*, BS*, BL*, AI, GR, TG*, GE*, JU	27
Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) gemäss Artikel 1.48	ZH, BE, LU, SZ, OW, NW, GL*, ZG, FR, BS, BL, SH*, AR, AI, SG, GR, AG, TG, TI, VD, NE, GE*, JU	92
GEAK-Anordnung für bestimmte Bauten gemäss Modul 9	ZH, LU, FR, BS, VD*, NE, JU	41
Ortsfeste elektrische Widerstandsheizungen gemäss Artikel 1.13/1.14	ZH, BE, LU, UR*, OW, NW, GL*, ZG, FR, SO, BS*, BL, SH*, AR, AI, SG*, GR, AG*, TG, TI, VD*, VS, NE, GE, JU	98
Sanierungspflicht Elektroheizungen mit Wasser-verteilsystem gemäss Artikel 1.35/1.36	BE*, LU, OW, FR*, SO, BS, BL, SH, AI*, TG, NE, GE	42
Sanierungspflicht zentrale Elektro-Wassererwärmer gemäss Artikel 1.37	LU, OW, FR*, SO, BS, AI*, TG, GE	24
Sanierungspflicht dezentrale Elektroheizungen gemäss Modul 6	BE*, FR*, SO*, BS, BL, AI*, TG*, NE, GE	36
Anforderungen für Grossverbraucher gemäss Artikel 1.44–1.46	ZH, BE, LU, UR*, SZ, OW, NW, GL, FR, SO*, BS*, BL, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG*, TI, VD*, NE, GE, JU*	95
Ausrüstungspflicht Gebäudeautomation bei Neubauten gemäss Modul 5	BE, GL, BS, GR, VD*	26
Betriebsoptimierung gemäss Modul 8	BE, BS, TG*	18
Kantonale Energieplanung gemäss Modul 10 Artikel 10.1–10.3	ZH, BE*, LU*, GL*, FR, SO, BS, BL, SH*, AR*, SG*, AG, TG*, TI, VD*, NE*, GE*, JU*	89

\* mit inhaltlicher Abweichung gegenüber MuKEn 2014

## Modul 8: Betriebsoptimierung

### «Worum geht es?»

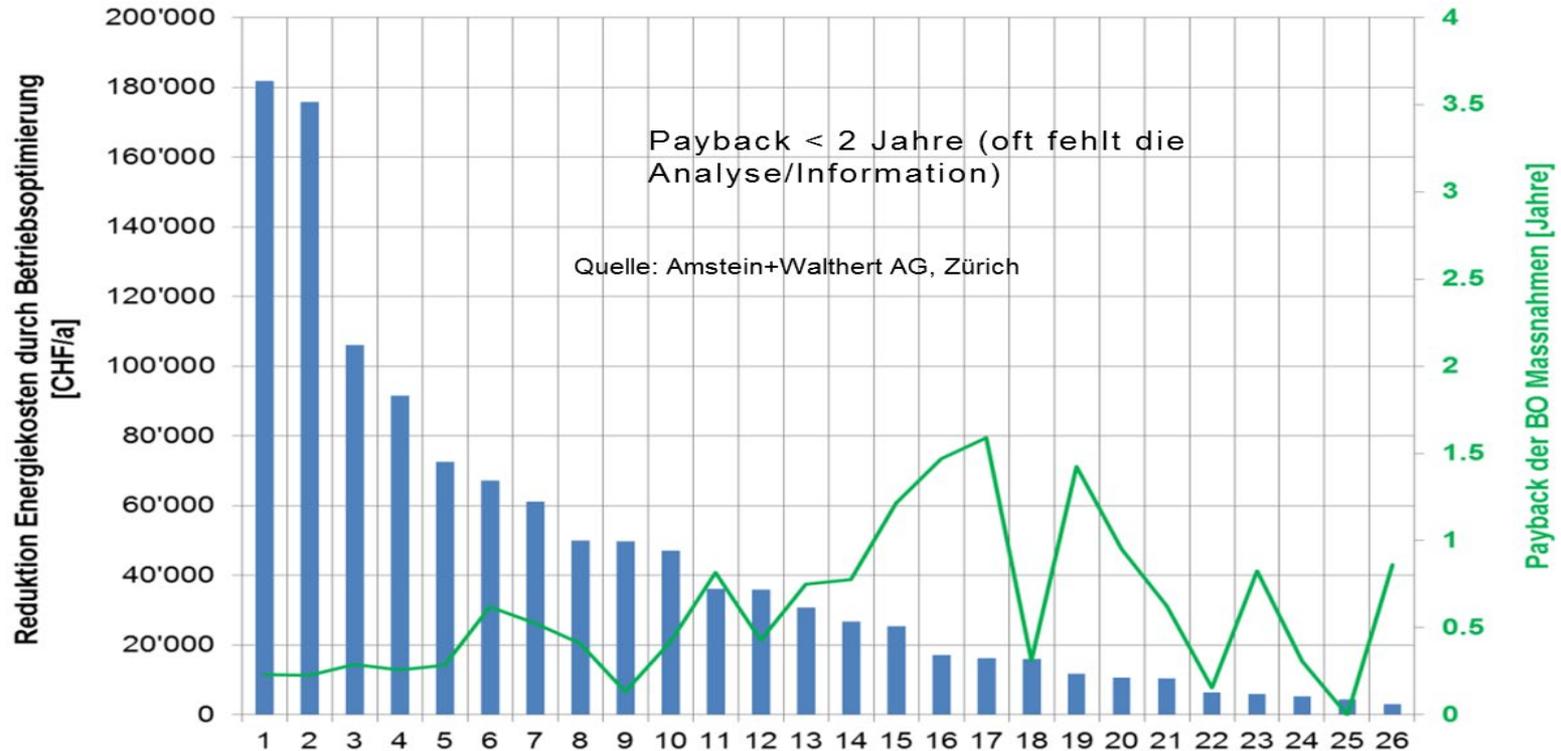
Durch die Vorschriften zur Betriebsoptimierung sollen die Gebäudetechnikanlagen in bestehenden Gebäuden - ausgenommen sind Wohnbauten - auf dem jeweils aktuellsten Stand der höchsten Energieeffizienz betrieben werden.

Die Betriebsoptimierung umfasst die Gewerke Heizung, Lüftung, Klima, Kälte, Sanitär, Elektro und Gebäudeautomation (HLKKSE + GA). Die Gebäudehülle ist nicht Teil der Betrachtung. Damit werden die Verbräuche von Elektrizität und Wärme optimiert.

Gebäude bzw. Eigentümer, die als Grossverbraucher eine Zielvereinbarung abgeschlossen haben, im KMU-Modell integriert sind oder nachweisen können, dass sie bereits eine mehrjährige systematische Betriebsoptimierung durchführen, sollen von diesen Vorschriften befreit sein.

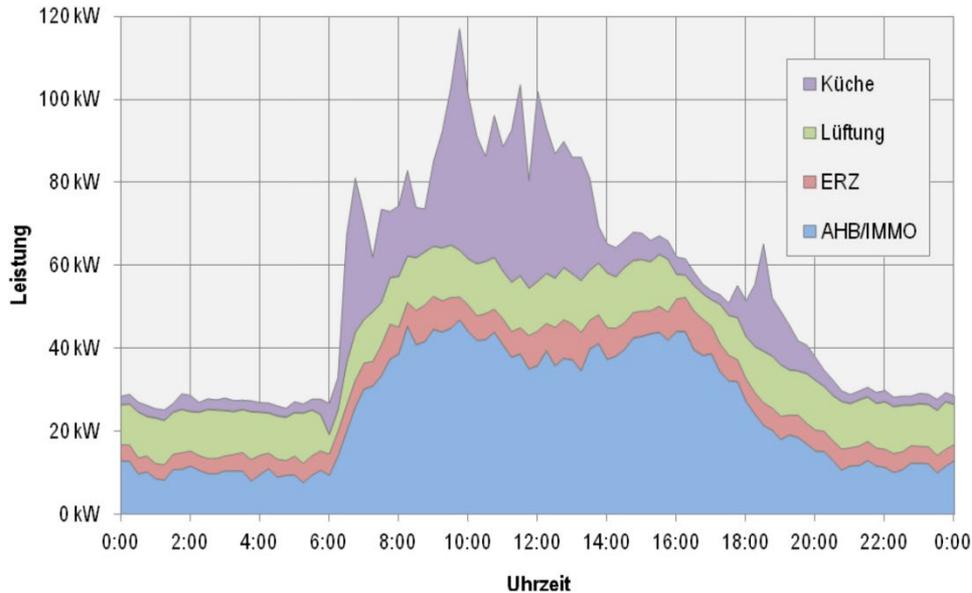
Betroffen sind Betriebsstätten mit einem Elektrizitätsverbrauch von mindestens 200'000 kWh. Die Betriebsoptimierung adaptiert kontinuierlich die Gebäudetechnik an die Nutzerbedürfnisse.

## Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Facts & Figures (26 Objekte)

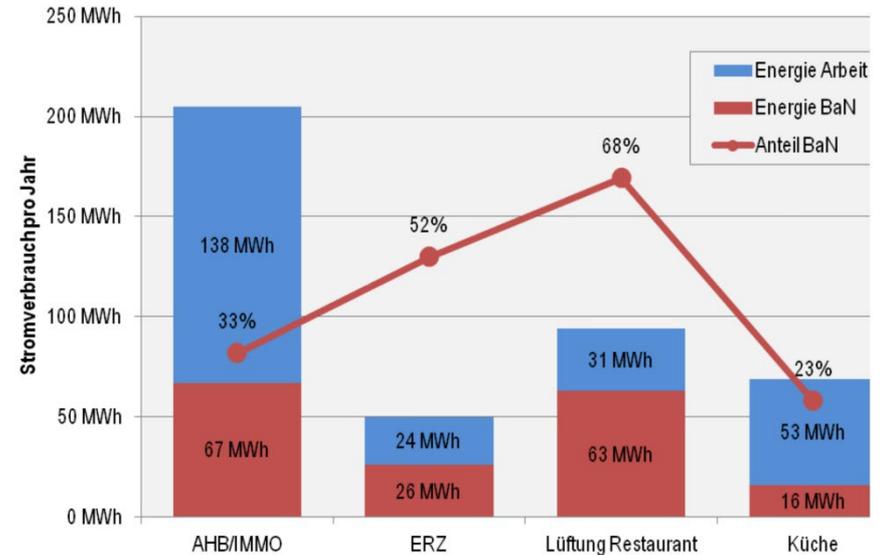


# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Facts & Figures (AHB Zürich)

Figur 11: Lastgänge AHB/IMMO und Fremdbezüger (Werktag Juni)

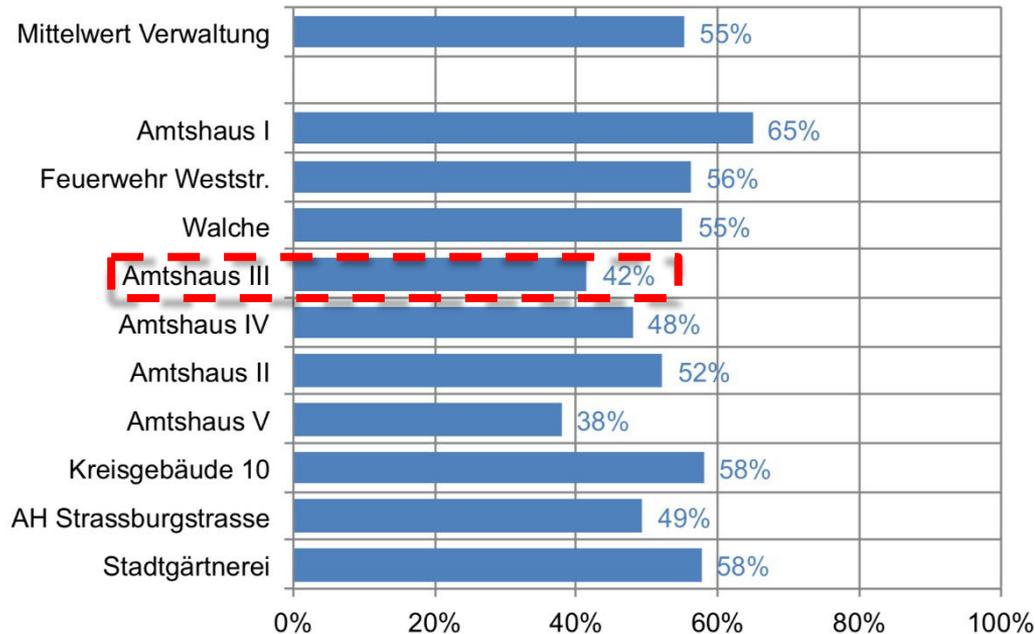


Figur 14: Hochgerechneter jährlicher Elektrizitätsverbrauch im Amtshaus 3 mit BaN-Anteilen



# Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Facts & Figures (AHB Zürich)

## 5.2.2 Anteil des Stromverbrauchs ausserhalb der Nutzungszeit



## 6 Massnahmen zur Senkung des BaNs

Massnahme	Typ	Einsparung	
		Leistung	Energie
<b>PC, Bildschirm</b> Geeignete Informationen an die Benutzenden, dass PC heruntergefahren und Bildschirm zusätzlich ausgestellt werden müssen.	S	1117 W	6'700 kWh/a
<b>PC, Bildschirm</b> Notwendigkeit der ständigen Fernwartung durch OIZ überprüfen.	L		
<b>Drucker, Kopierer</b> Mit Schaltuhren vom Netz trennen. Ein Gerät im Gebäude mit tiefem BaN könnte für Nacht- und Wochenendarbeitende in Betrieb gelassen werden.	S	1195 W	7'200 kWh/a
<b>IKT</b> Korrekt dimensionierte USV-Anlage einsetzen (1,5 kVA statt 10 kVA).	M	500 W	3'000 kWh/a
<b>IKT</b> Konzept mit Internettelefonie überprüfen: Gibt es effizientere Lösungen?	L		
<b>Diverse Geräte</b> Wasserspender und Kaffeemaschinen während der Nacht und an Wochenenden mit Schaltuhren vom Netz trennen.	S	694 W	4'200 kWh/a
<b>Beleuchtung</b> Leuchten mit Dauerbetrieb (Treppenhäuser, Keller) durch Minuterien steuern.	S	1672 W	10'000 kWh/a
<b>Sicherheit</b> <del>Keine Massnahmen</del>			
<b>Gebäudetechnik</b> Lüftungsanlage zu Personalrestaurant nachts und an Wochenenden abschalten. Die gewerbliche Kälte am selben Stromabgang kann nicht abgeschaltet werden.	S	ca. 8'000 W	48'000 kWh/a
<b>Messkonzept</b> Für Neubauten und Erneuerungen die Einführung von Vorgaben bzgl. Elektrostruktur und eines aussagekräftigen Messsystems mit Monitoring prüfen; die IMMO-Box erfüllt diese Aufgabe bezüglich Elektrizität nicht.	M		

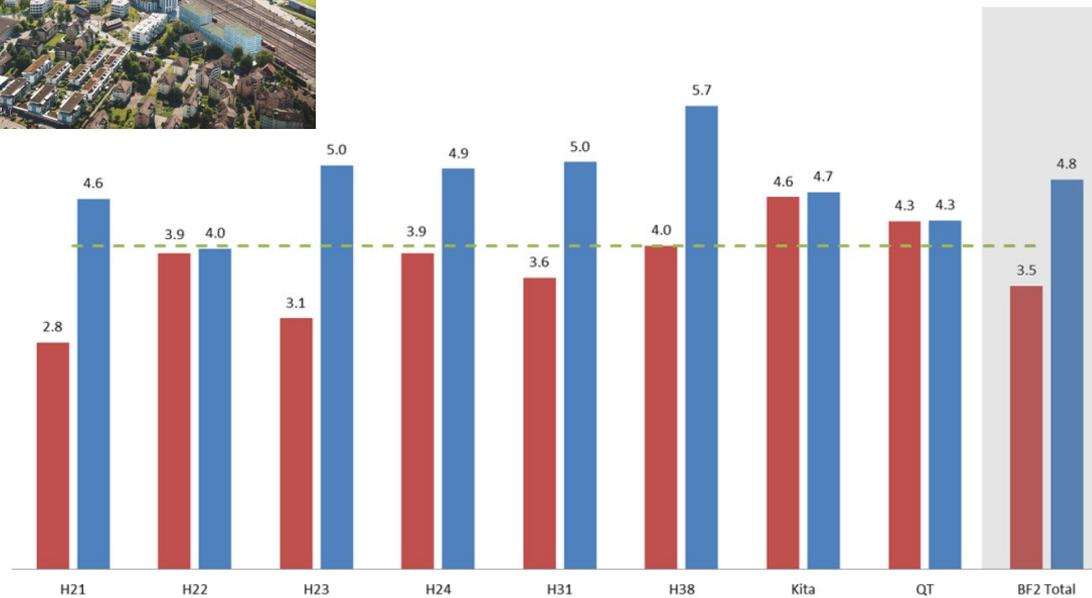
Massnahmentypen: S = Sofort, M = Mittelfristig, L = Langfristig

Im Verwaltungsteil AHB/IMMO könnten durch Umsetzung der Sofortmassnahmen 42% der heutigen BaN-Leistung von 4'700 W bzw. 28'000 kWh elektrische Energie eingespart werden; das entspricht 13.5% des heutigen Elektrizitätsverbrauchs von AHB/IMMO. Im Personalrestaurant könnten zusätzlich 48'000 kWh/a eingespart werden bzw. 29% des heutigen Stromverbrauchs für Restaurant und Küche zusammen.

## Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Facts & Figures (Saurstoffi)



■ JAZ gem. Messungen WWZ/Leitsystem (1. Okt. 2013 - 30. Sep. 2014)  
■ JAZ gem. Messungen Leitsystem (1. Okt. 2014 - 30. Sep. 2015)  
- - - JAZ der Wärmepumpe gem. Berechnung Hans Abicht AG (1. Jahr) = 4.0



Geplante JAZ: 4.0  
Performance vor BO: 3.5  
Performance nach BO: 4.8

Ohne Monitoring und BO wäre ein dauerhafter «Performance Gap» von ca. 14% entstanden.

Mit Monitoring und BO wird der (konservative) Planungswert um ca. 17% übertroffen.

Bei gleicher Investition ist mit Monitoring und BO eine um ca. 30% bessere Performance erreicht worden.

Quelle: HSLU 2016

## Effizienzpotenziale für Gebäude und Areale – Fazit

- **Energieeffizienz** ist eine tragende Säule zur Erreichung der Ziele für einen energetisch nachhaltigen Gebäudepark und ist eine **ökonomische «Low Hanging Fruit»**
- Der **Performance Gap** ist unnötig und hat seine **Ursache** primär im **strukturellen und technologischen Bereich** (Fokus Betriebsphase)



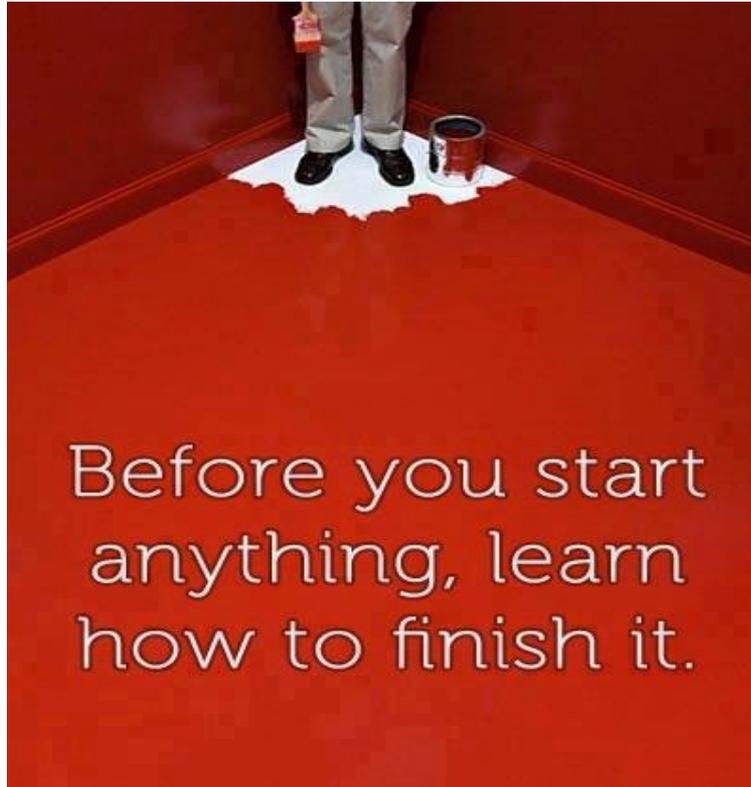
“The electric light did not come from the continuous improvement of candles”

(Oren Harari)

## Prävention I – Less is More



## Prävention II – eBO als Standard (in Ausschreibung) und Quality first



**Besten Dank**

für Ihr Engagement

[www.hslu.ch/ige](http://www.hslu.ch/ige)

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

