



# NutzerInnen in energieautonomen Gebäuden und Quartieren: Komfort und Anwendungsfreundlichkeit für alle?

## Veranstalter

Smart City Demo Projekt Way2smart, Energieautonome Stadtgemeinde mit Schwerpunkt Sanierung Gemeindebau  
Stadt Wien Stiftungsprofessur Energieeffiziente und NutzerInnenfreundliche Gebäude und Quartiere (MA23)

## Beteiligte Partner des Forschungsprojekts way2smart



wohnbund:consult



IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (Konsortialführer) \* Stadtgemeinde Korneuburg \* Fachhochschule Technikum Wien \* EVN AG \* wohnbund:consult Dr. Raimund Gutmann \* X-Net Services GmbH \* Österreichische Akademie der Wissenschaften Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) \* Traffix Verkehrsplanung GmbH \* New Energy Consulting, Ingenieurbüro für Neue Energie und Gebäudetechnik, Ing. Jürgen Obermayer GmbH \* ATB-Becker e.U. \* Stadtentwicklungsfonds Korneuburg \* pos architekten ZT gmbh

- Stieß: CO2-arme Lebensstile durch ganzheitliche Sanierung, Flächensuffizienz und gemeinschaftliche Mobilitätskonzepte
- Zelger: Energieautonome Praktiken zwischen flexiblen NutzerInnen, „Usability“ und mündigen BürgerInnen
- Ornetzeder: Planung und Praxis in Vorzeige-Demonstrationsprojekten zwischen energietechnischen Lösungen und den NutzerInnen: Lernen aus Erfahrungen am Beispiel der Projekte Match, way2smart
- Haselsteiner: NutzerInnengerecht planen für gender- und diversitätsgerechte energieeffiziente Gebäude: Differenzierung nach Gender und Diversity Aspekten für passgenauere Lösungen in der Planung, Produktentwicklung und Kommunikation.
- Fechner: Smart Readiness Indicator (SRI) EU Gebäuderichtlinie 2018: Was bringt der SRI für die NutzerInnenintegration und der Klimaschutz?
- Käferhaus, Binting: Schnittstelle Mensch/Maschine in energieautonomen Gebäuden und Quartieren: Regelung Gebäude und Userinterfaces zwischen low und high Tech
- Kerschbaum: NutzerInneneinbindung im Gemeindebau. Energieautonome Praxen Wohnen und Mobilität: Möglichkeiten und Hemmnisse aus Sicht der Stadtpolitik
- Gruber: Kann „energieautonomes Verhalten“ gefördert werden: Motive und Methoden im Projekt way2smart

# Energieautonome Praktiken zwischen flexiblen NutzerInnen, „Usability“ und dem „mündigen Bürger“

Stadt Wien Stiftungsprofessor  
energieeffiziente und nutzerinnenfreundliche  
Gebäude und Quartiere  
Renewable Energy Systems  
FH Technikum Wien

# Energieautonomie aus Sicht der Energietechnik

- Energieautonomie?
- Energiebedarf, Energieverbrauch, Verantwortlichkeiten
- Erneuerbares Energiesystem und dessen Volatilität
- Energiedienstleistungen am Beispiel Wohnen
- Flexible Gebäude und NutzerInnenelastizität
- Zusammenschau

# Energieautonomie: der Begriff aus Sicht eines Pioniers

„Der Leitbegriff der **Energieautonomie** bedeutet, dass eine selbst- statt fremdbestimmte Verfügbarkeit über Energie das Ziel sein muss – frei und unabhängig von äußeren Zwängen, Erpressungs- und Interventionsmöglichkeiten, nach eigenen Entscheidungskriterien. ... Die autonome Aneignung erneuerbarer Energien durch eine Vielzahl von Akteuren ist die einzig Erfolg versprechende Methode, den Energiewechsel rechtzeitig und unumkehrbar gegen die Funktionslogik des überkommenen Energiesystems durchzusetzen. ...

Energieautonomie ist nicht dogmatisch verengt zu verstehen, sondern beschreibt vielfältige und vielschichtige Konzepte, viele individuelle und gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche, lokale und staatliche. Es geht darum, einen Prozess der **stetigen Erhöhung des Autonomiegrades** in der Verfügung über Energie in Gang zu setzen, der von partieller bis zu vollständiger Autonomie führt, je nach den jeweiligen Möglichkeiten und Bedürfnissen. ...

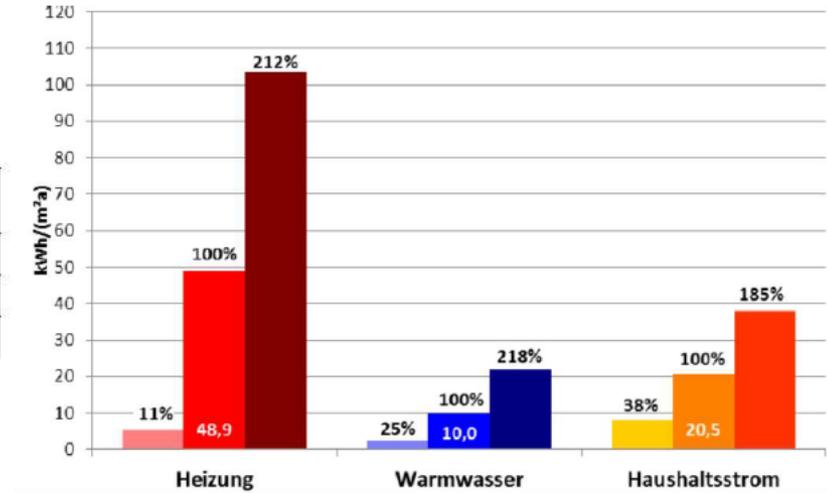
Vor allem dient Energieautonomie mehr als alles andere dem Ziel der Aufrechterhaltung und Wiedergewinnung **selbstbestimmter Existenzsicherung** sowohl des Einzelnen als auch der ganzen Gesellschaften.“

[Hermann Scheer 2005 in „Energieautonomie“, S. 235 ff]

# Energiebedarf - Energieverbrauch

Nutzungsfaktor	Nutzerbezogenes Einsparpotenzial
Raumklima	20%–25%
Warmwasser	18%–30%
Beleuchtung und Betriebseinrichtungen	20%–50%

Sparpotenziale durch geändertes NutzerInnenverhalten  
(Stockinger, 2018)



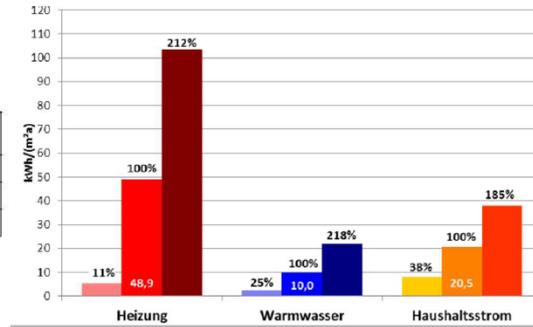
Aussage in Präsentationen, die diese und ähnliche Ergebnisse kommentieren:

- Viele NutzerInnen verhalten sich nicht „richtig“, daher können die geplanten Energiekennwerte nicht erreicht werden
- Die Gebäude sind nicht benutzbar, man braucht 200 Seiten Bedienungsanleitung, um ein energieeffizientes Haus nutzen zu können
- Die Techniker denken nicht an die NutzerInnen, man darf nicht mal das Fenster aufmachen, es gibt keinen Heizkörper für die nassen Sachen der Kinder im Passivhaus
- Die Heizung wird nicht warm (bei 22°C Raumtemperatur, Fußbodenheizung, NEH)

# Energiebedarf - Energieverbrauch

Nutzungsfaktor	Nutzerbezogenes Einsparpotenzial
Raumklima	20%–25%
Warmwasser	18%–30%
Beleuchtung und Betriebseinrichtungen	20%–50%

Sparpotenziale durch geändertes NutzerInnenverhalten  
(Stockinger, 2018)



Viele Gründe für unterschiedliche Verbräuche durch

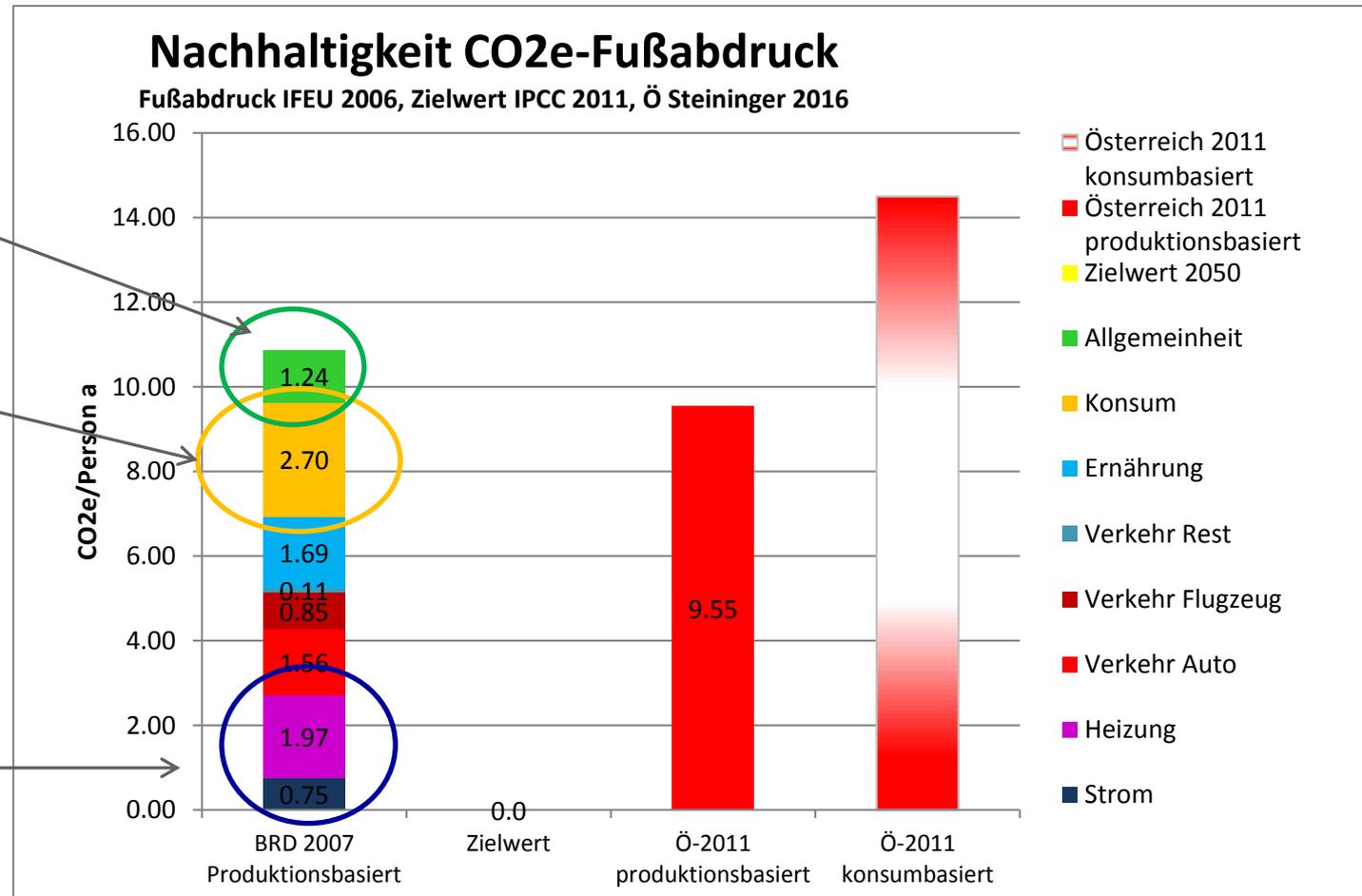
- NutzerInnenverhalten wie Anwesenheiten, Personenanzahl, Raumtemperaturen, Lüftungsverhalten, Effizienz der elektrischen Geräte und deren Betriebsdauer, Pflanzen
- Exposition der Wohnung
- Verschattung durch andere Gebäude etc.

Bei Interpretation an Wärmebilanz (QT, QV, QS, QI) und Qualität der Energiedienstleistung (empfundene Temperaturen, Feuchte, Raumluftqualität) denken!!!

**Weder NutzerInnen-Bashing noch PlanerInnen/TechnikerInnen Bashing bringt weiter!**

# Gebäudeeffizienz - Carbon-Footprint

## Zusammenhang persönlicher Fußabdruck und Energieeffizienz Gebäude anhand CO<sub>2</sub>e



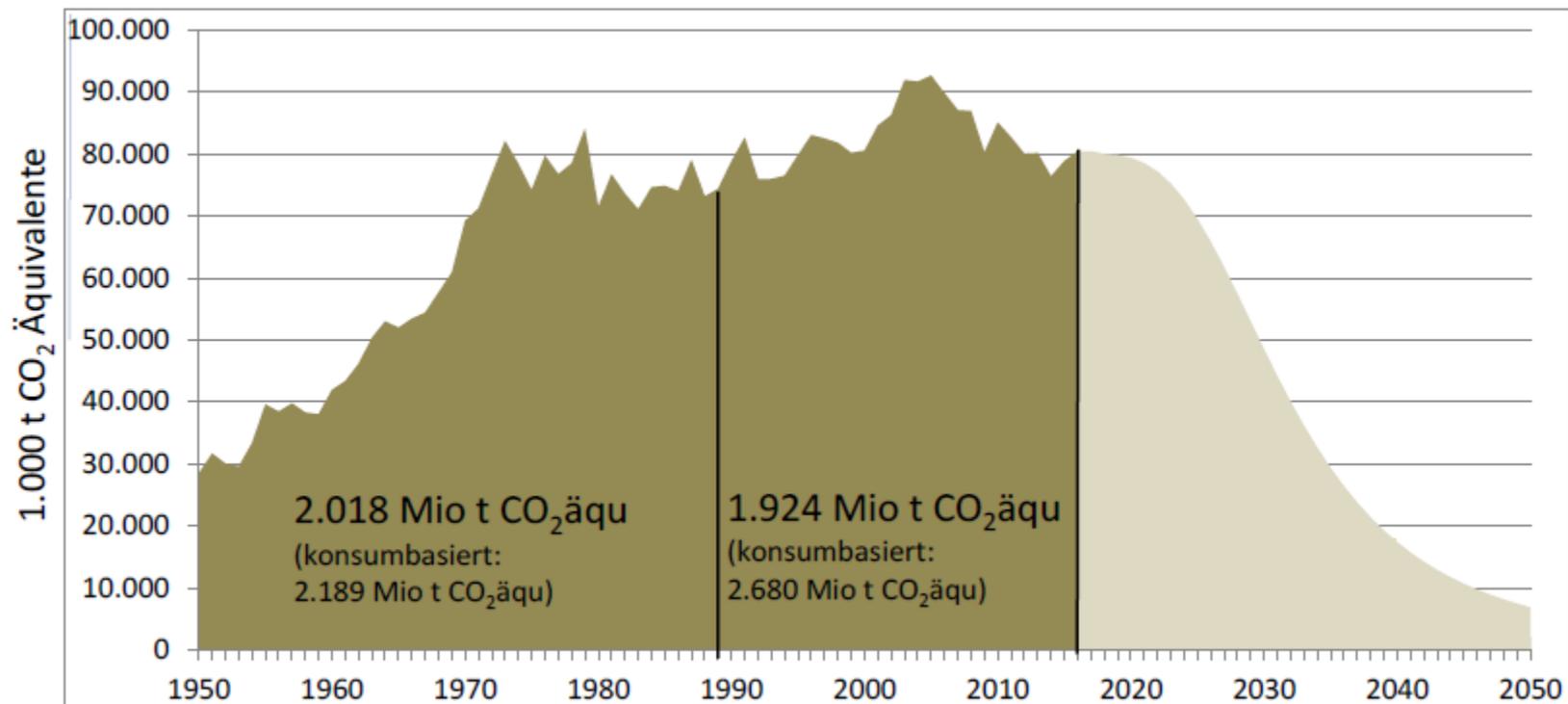
Öffentliche Dienstleistungen (Bund/Länder/Gemeinde)

Industrie, Handel, Gewerbe

Haushalte

# Ziel – und Grenzwerte

- Völkerrechtlicher Vertrag: Globale Erwärmung laut Klimakonferenz Paris 2015 auf 1,5, maximal jedoch 2 K im Vergleich zu vorindustrieller Zeit begrenzt werden, d.h. **bis 2050 muss global in etwa CO<sub>2</sub>-Neutralität** erreicht werden. Bis 2050 kann jede Person noch ca. 110 t CO<sub>2</sub>equiv ausstoßen („Selbstverbrennung“, [Schellnhuber 2015]), siehe auch Treibhausbudget Österreich [Meyer, Steininger 2017].



# Österreich kompatibel mit Pariszielen?

Sektoren	Bilanzjahr	Szenario erneuerbare Energie	
	2010	2030	2050
	in PJ		
Verkehr	391	276	147
Industrie	315	320	273
Haushalte	287	202	140
Dienstleistungen	131	102	66
Landwirtschaft	14	12	11
<b>energetischer Endverbrauch</b>	<b>1.138</b>	<b>912</b>	<b>637</b>

Tabelle 3: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren im Szenario erneuerbare Energie (auf ganze Zahlen gerundet). Der Off-road-Bereich wurde dem Sektor Verkehr zugeordnet (Quellen: Statistik Austria 2013, Umweltbundesamt).

Tabelle B: Bruttoinlandsverbrauch gesamt und nach Energieträgern für die Szenarien WEM, WAM plus, erneuerbare Energie und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre (auf ganze Zahlen gerundet).  
Quellen: STATISTIK AUSTRIA (2013), Umweltbundesamt

[2015]

Energieträger	Bilanzjahr	Szenario WEM		Szenario WAM plus		Szenario erneuerbare Energie	
	2010	2030	2050	2030	2050	2030	2050
	in PJ						
Kohle	143	108	106	76	48	46	1
Öl	549	542	517	384	219	308	82
Gas	344	318	350	263	128	217	135
Abfälle	28	36	37	32	25	28	24
Biomasse	287	268	221	246	195	319	202
Umgebungswärme etc.	13	28	36	28	51	41	54
Elektrische Energie	8	34	56	-33	-60	-51	-71
Wasserkraft	138	154	154	154	154	154	163
Wind	7	27	48	38	66	63	76
Photovoltaik	0	40	64	40	71	53	85
Wasserstoff	0	0	0	0	9	1	21
<b>energetischer Endverbrauch</b>	<b>1.467</b>	<b>1.554</b>	<b>1.590</b>	<b>1.229</b>	<b>907</b>	<b>1.179</b>	<b>853</b>

[Szenario transition]

[45]

[78]

[169]

[102]

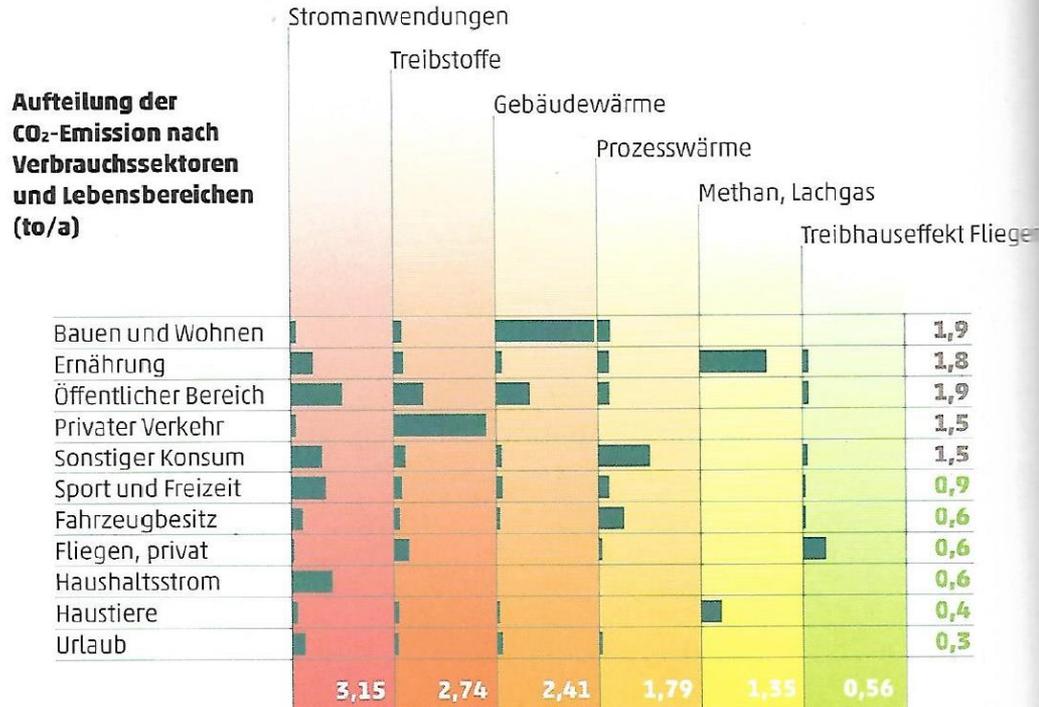
[95]

UBA 2016, [UBA 2017]

[17]

[3]

# Ansatz von C. Drexel für 1t/pers a



Quelle: C. Drexel: „2 Grad, 1 Tonne“. Wolfurt 2018

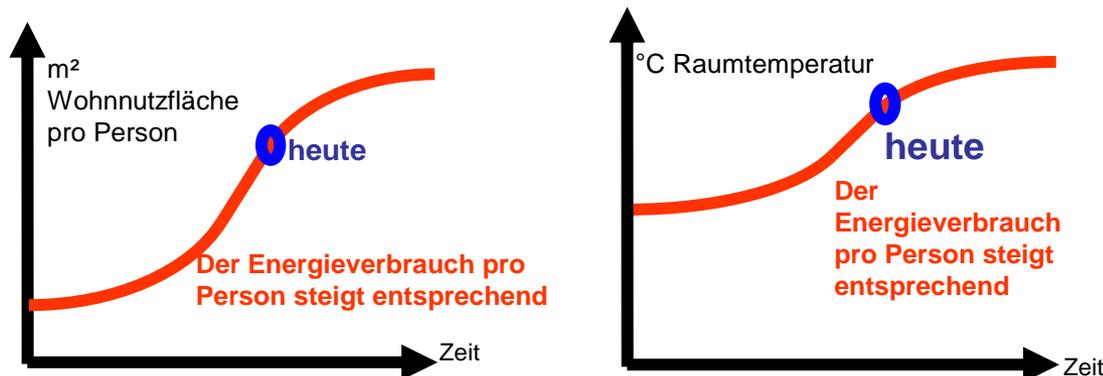
Klimaverträglichkeit ist nur bei Umsetzung der 3 Säulen erreichbar:

- Lebensstilanpassung 12 auf 5,4 t CO<sub>2</sub> equiv/Person a (Annahme 8,5 als realistisch möglich)
- Energieeffizienz von 8,5 auf 4,16 t CO<sub>2</sub> equiv/Person a
- Forcierung Ersatz fossile und atomare Energieversorgung durch erneuerbare Energieträger von 4,16 auf 1 t CO<sub>2</sub> equiv/Person a

# Strategie Nachhaltigkeit – 3 Säulen



- Energieeffizienz: hocheffiziente Umwandlung, Passivhaus
- Konsistenz: Nutzung lokaler Erneuerbarer, Netzdienlichkeit
- Suffizienz: Beschränkung Komfort/Flächen/Dynamischer Deckung



[Grafik Krapmeier]



# Netzdienlichkeit von Gebäuden

## Flexible Gebäude (und NutzerInnen?)

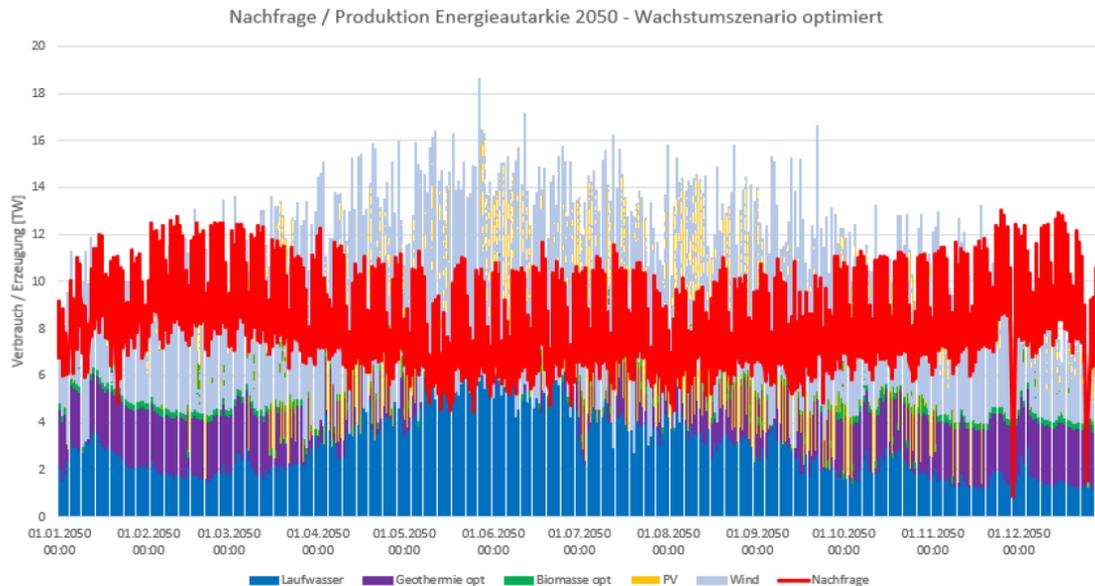


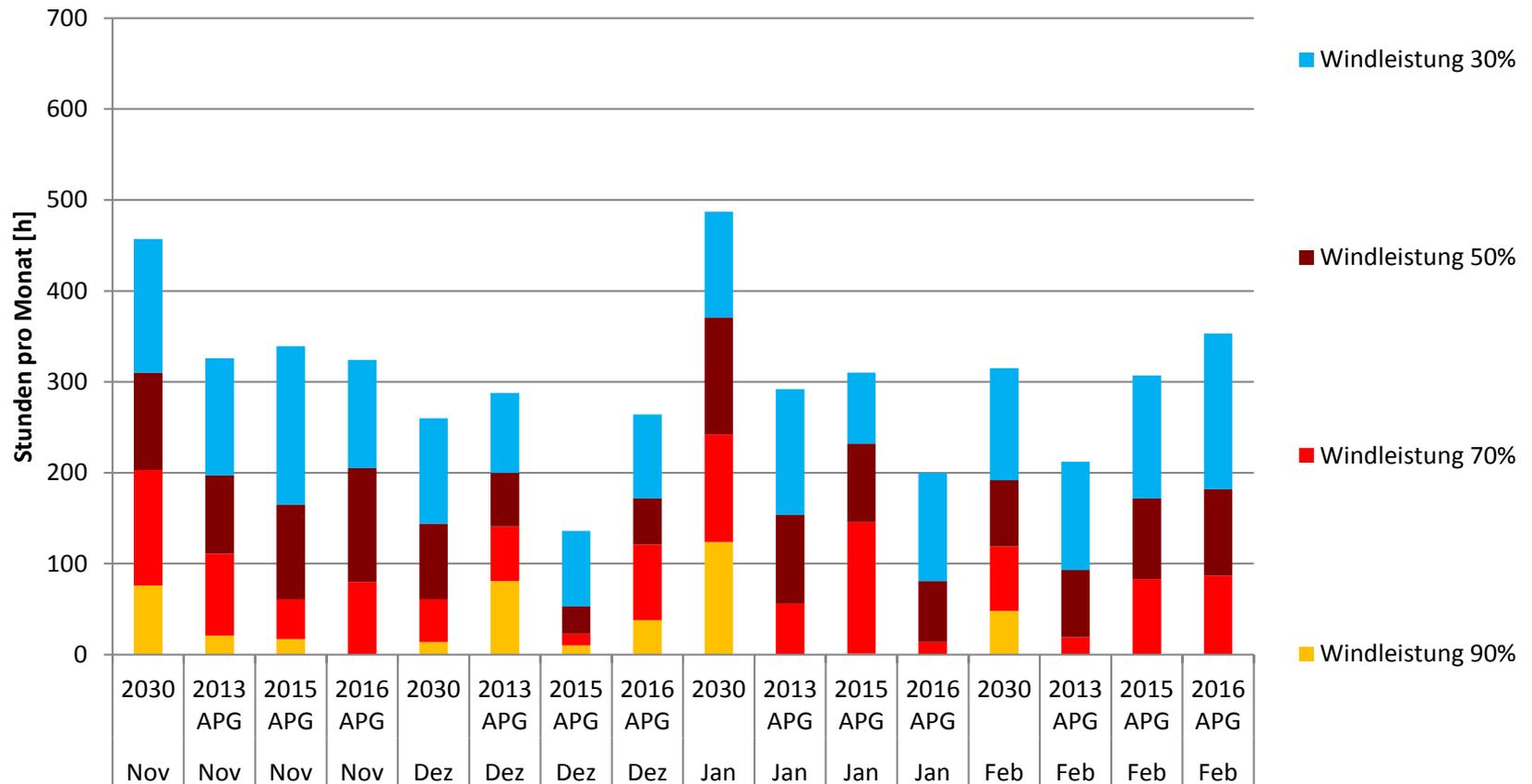
Abbildung 8: Verbrauch und Erzeugung 2050 optimiert (Eigenerstellung)

Quelle: Witzeneder 2018, FH Technikum

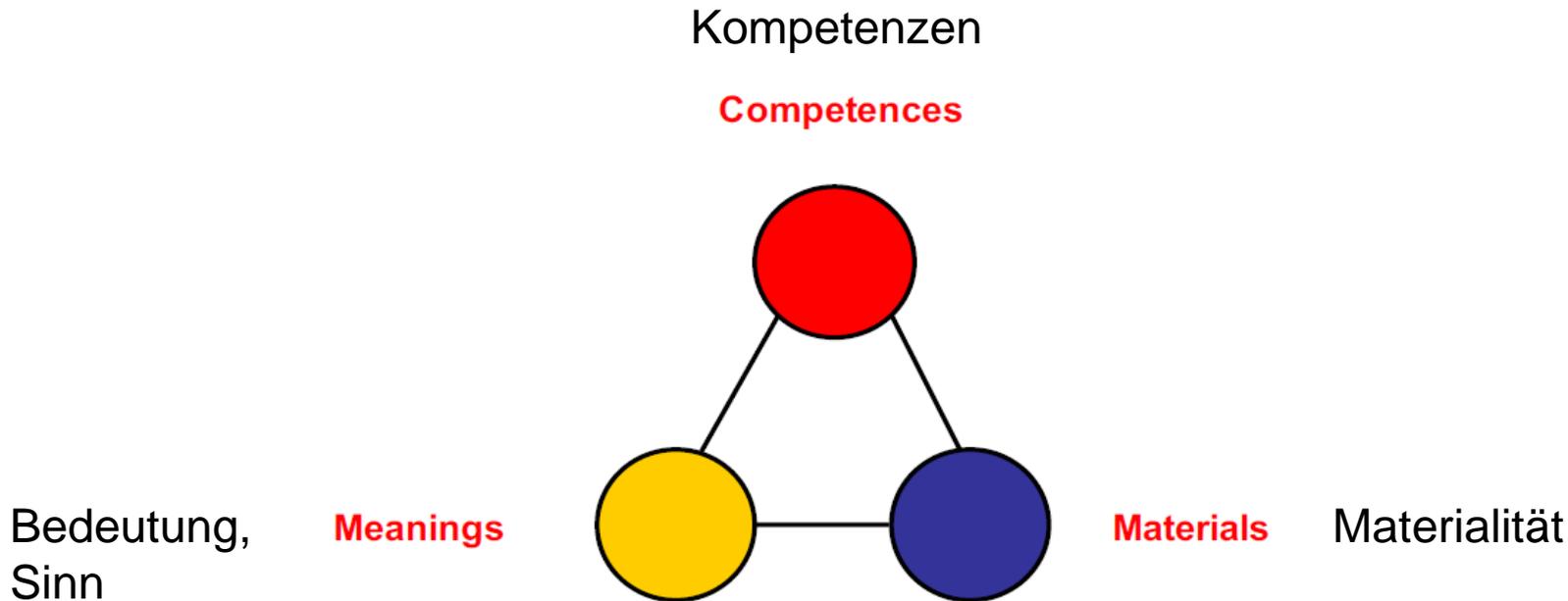
- Aufnahme von Überschussstrom vor allem aus Wind- und Solarkraft (lokal und überregional)
- Niedertemperaturabgabesysteme (Betonkernaktivierung, Fußbodenheizung/kühlung, PCM-Heiz/Kühldecken)
- Wirksame Speichermasse in Gebäuden wichtig, gut zugänglich
- Speicher thermisch und elektrisch lokal

# Windkraft Winterhalbjahr

**Windleistung Österreich**  
**APG-Werte, bzw. 2030 TU-EEG [Lettner et al 2017]**



# Alltägliche Praktiken



Quelle: Strengers 2016, nach Shove 2013

Im Bereich Energieautonomie, bzw. klimaverträglichem A können damit technische Einzellösungen (Komfortlüftung) oder auch Systeme (Plusenergiegebäude) mit Orientierungswissen und (möglicherweise) fehlenden Kompetenzen in Verbindung gebracht werden.

Gefragt wird, ob bestimmte energieautonome Techniken in das Alltagsleben leicht oder schwer integriert werden können, bzw. wie die Alltagspraxen eventuell an die klimaverträgliche Materialitäten angepasst werden können

# Fazit Energieautonomie und Erneuerbare Energie

- Lokal vorhandene erneuerbare Energieressourcen möglichst lokal nutzen: Solarstrom, Solarwärme, Umweltwärme in Erdreich, Grundwasser, Außenluft, eventuell auch Wind- und Wasserkraft, Biomasse (vom „consumer“ zum „prosumer“)
- Überregional auftretende stark volatile erneuerbare Überschüsse (vor allem Windkraft auch im Winterhalbjahr) verstärkt nutzen

durch

- Klassische Speichersysteme wie Pufferspeicher, Batteriesysteme
- Gebäudemasse
- Zeitliche Flexibilität in der Nutzung

Minimierung fossiler Energieverbrauch durch

- Suffizienz bei aktuellem Mangel an erneuerbaren Energieressourcen

# Verschiebungspotential („Flexibilität“)

Verschiebungspotential Wohnen	Anwendung	Bedarf hocheffizient	Verschiebungsdauer maximal
			h
<b>Konditionierter Raum</b>			
Heizen	2.6 kWh/m <sup>2</sup>	15 kWh/m <sup>2</sup> a	200
Kühlen	2.6 kWh/m <sup>2</sup>	15 kWh/m <sup>2</sup> a	150
Befeuchten	0.2 kWh/m <sup>2</sup>	5 kWh/m <sup>2</sup> a	12
Entfeuchten	0.2 kWh/m <sup>2</sup>	5 kWh/m <sup>2</sup> a	12
Raumluftqualität	0.0015 kWh/m <sup>2</sup>	5 kWh/m <sup>2</sup> a	1
<b>Warmwasser</b>			
Händewaschen	0.05 kWh/AW	100 kWh/a	1
Duschen	1.3 kWh/AW	700 kWh/a	12
Baden	5 kWh/AW	800 kWh/a	48
Gebäude reinigen	0.3 kWh/AW	160 kWh/a	48
Geschirr waschen	0.12 kWh/AW	250 kWh/a	12
<b>Haushaltsgeräte</b>			
Wäsche waschen	0.9 kWh/AW	140 kWh/a	24
Geschirr spülen	1.2 kWh/AW	220 kWh/a	24
Wäsche trocknen	4 kWh/AW	500 kWh/a	24
Kühlen	1.2 kWh/d	85 kWh/a	8
Gefrieren	0.9 kWh/d	220 kWh/a	8
Kühlen/Gefrieren	1 kWh/d	200 kWh/a	8
Kochen	0.3 kWh/d	500 kWh/a	0
Notebook	0.1 kWh/AW	40 kWh/a	6

- Aufnahme von Überschussstrom vor allem aus Wind- und Solarkraft (lokal und überregional)
- Niedertemperaturabgabesysteme (Betonkernaktivierung, Fußbodenheizung/kühlung, PCM-Heiz/Kühldecken)
- Wirksame Speichermasse in Gebäuden wichtig, gut zugänglich
- Speicher thermisch und elektrisch lokal

# NutzerInnenelastizität

## Versuch einer Definition

- NutzerInnenelastizität bezieht neben der rein **zeitlichen Flexibilität** auch **Suffizienz** mit ein, wobei diese Option nur relevant wird, wenn keine oder geringe erneuerbare Energie zur Verfügung steht.
- Wesentliche Erkenntnis aus der adaptiven Komfortforschung ist die Abhängigkeit der Komforttoleranz von den **Erwartungen** und den Möglichkeiten der NutzerInnen. In diese gehen auch stark kulturelle Einflüsse ein. Gilt wahrscheinlich auch für Akzeptanz NutzerInnenelastizität.
- NutzerInnenelastizität kann im **Verhalten der Personen oder/und automatisch durch technische Geräte** inkl. Regelung erfolgen (z.B. sommerlich nächtliches fensteröffnen für natürliche Kühlung versus automatische Klappen, die öffnen, um das natürliche Kühlpotential zu nutzen).
- Operationalität der NutzerInnenelastizität für die Toleranz bezüglich zeitlich verschiebbarer und komfortbezogener Ansprüche, **Einstufung in elastisches oder starres Verhalten**.

# NutzerInnenelastizität Konditionierter Raum

NutzerInnenelastizität Wohnen				
	Parameter	Einheit	hohe Elastizität	starr
<b>Konditionierter Raum</b>				
Warmer Raum				
	Mindestkomforttemperatur	°C	20	22
	Maximale Temperaturdifferenz	°C	8	2
	Veränderungsgeschwindigkeit max	K/h	2,2	1
Kühler Raum				
	Maximalkomforttemperatur	°C	27	25
	Maximale Temperaturdifferenz	°C	5	2
	Veränderungsgeschwindigkeit max	K/h	2,2	1
	Fensterlüftung nachts (wenn sinnvoll)		1	0
	Intelligente Sonnenschutzsteuerung		1	0
Mindestfeuchter Raum				
	Mindestfeuchte relativ	%	0,2	0,4
	Mindestfeuchte absolut	g/kg		
	Veränderungsgeschwindigkeit max	%/h		
Kein schwüler Raum				
	Maximalfeuchte relativ	%	0,8	0,6
	Maximalfeuchte absolut	g/kg	14	11
	Veränderungsgeschwindigkeit max	%/(g/kg)		
Raumluftqualität				
	Maximalkonzentration CO2	ppm	1500	1000
	Maximalkonzentration CO2 Tagesmittel	ppm	1000	600

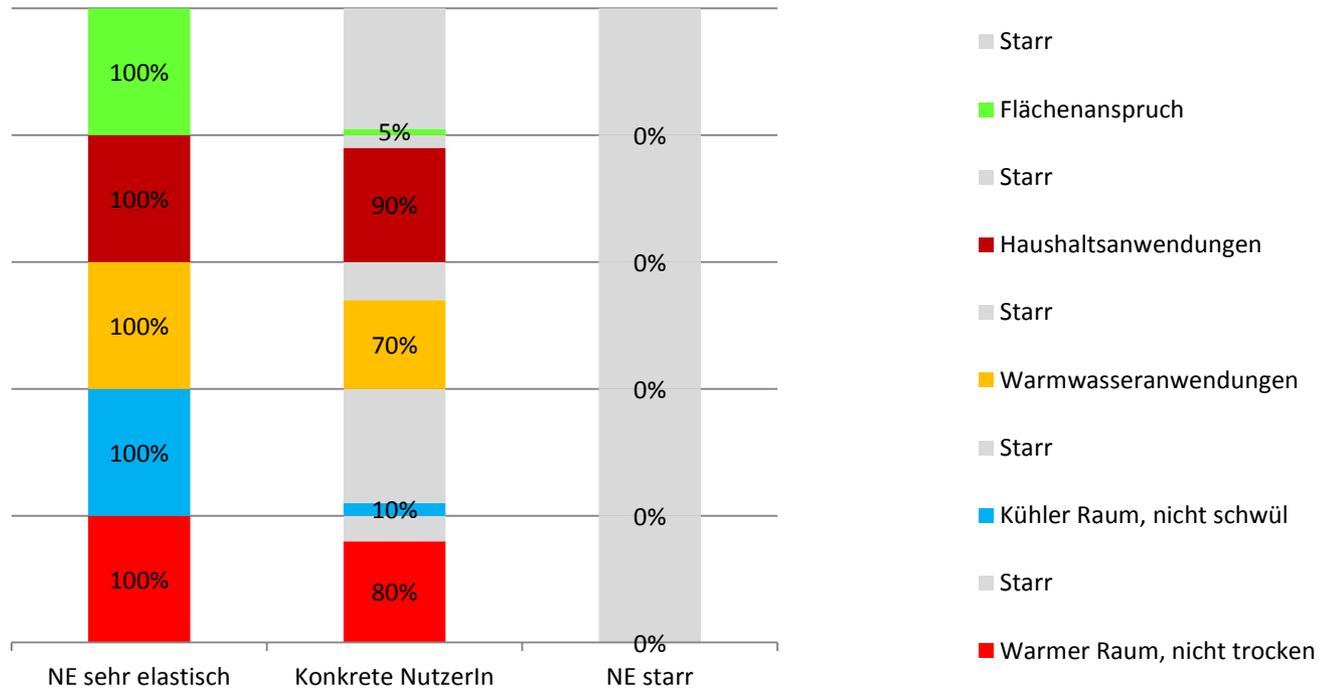
# NutzerInnenelastizität

## Haushaltsdienstleistungen, Fläche

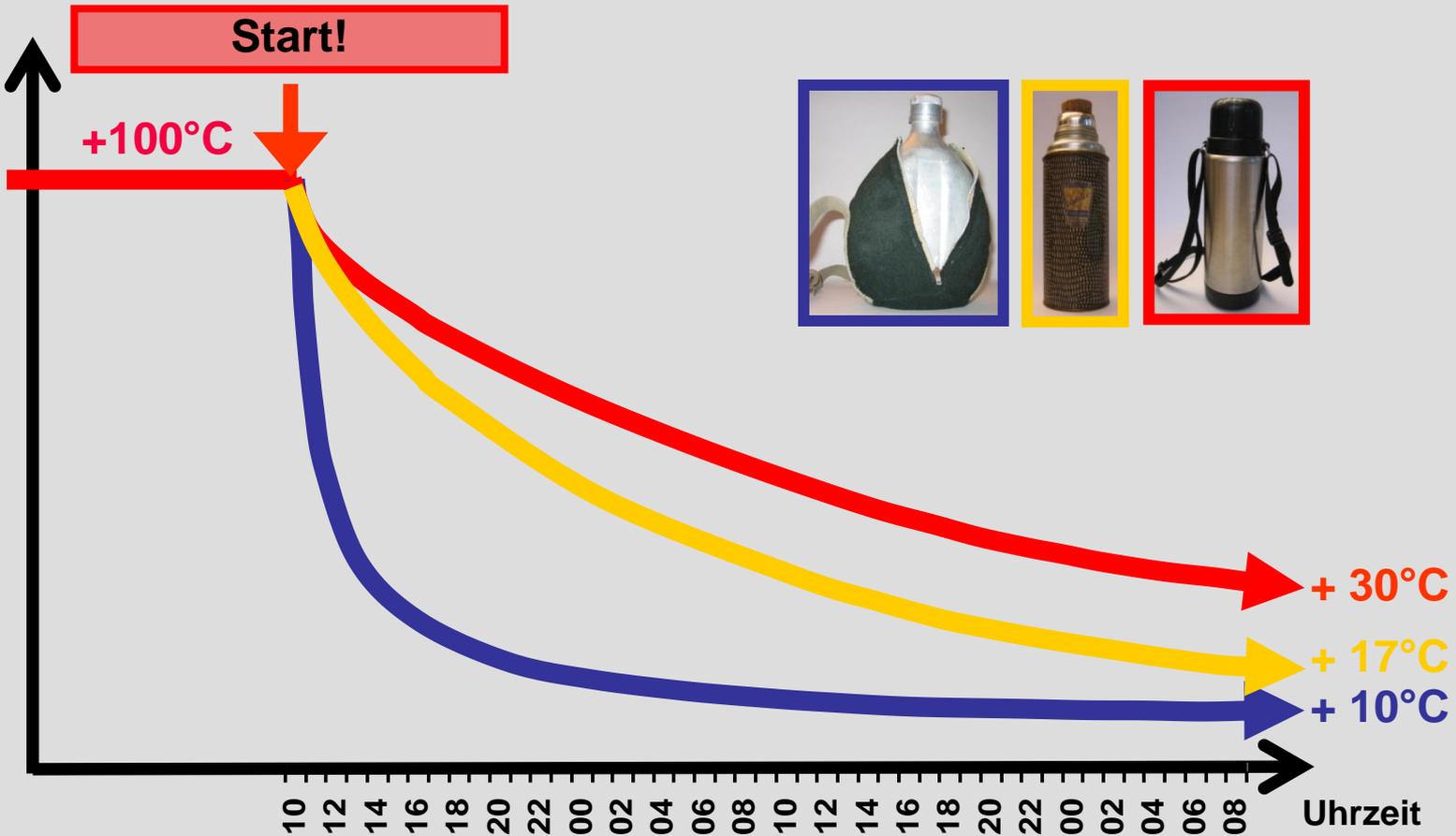
<b>NutzerInnenelastizität Wohnen</b>					
		Parameter	Einheit	hohe Elastizität	starr
<b>Haushaltsgeräte</b>					
	Wäsche waschen	SolarWW vorhanden		1	0
	Geschirr spülen	SolarWW vorhanden		1	0
	Wäsche trocknen	Solarstrom vorhanden		1	0
	Kühlen	Solarstrom vorhanden		1	0
	Gefrieren	Solarstrom vorhanden		1	0
	Kühlen/Gefrieren	Solarstrom vorhanden		1	0
	Kochen	Solarstrom vorhanden		1	0
	Notebook	Solarstrom vorhanden		1	0
<b>Flächeninanspruchnahme</b>					
	Wohnfläche/Person		m <sup>2</sup> /Pers	20	60
	Grundstücksfläche/Person		m <sup>2</sup> /Pers	10	500
	BebauteFläche/Person		m <sup>2</sup> /Pers	5	100

# NutzerInnenelastizität Operationalisierung

Elastizitätsgrad NutzerInnen Wohnen, Standort Wien



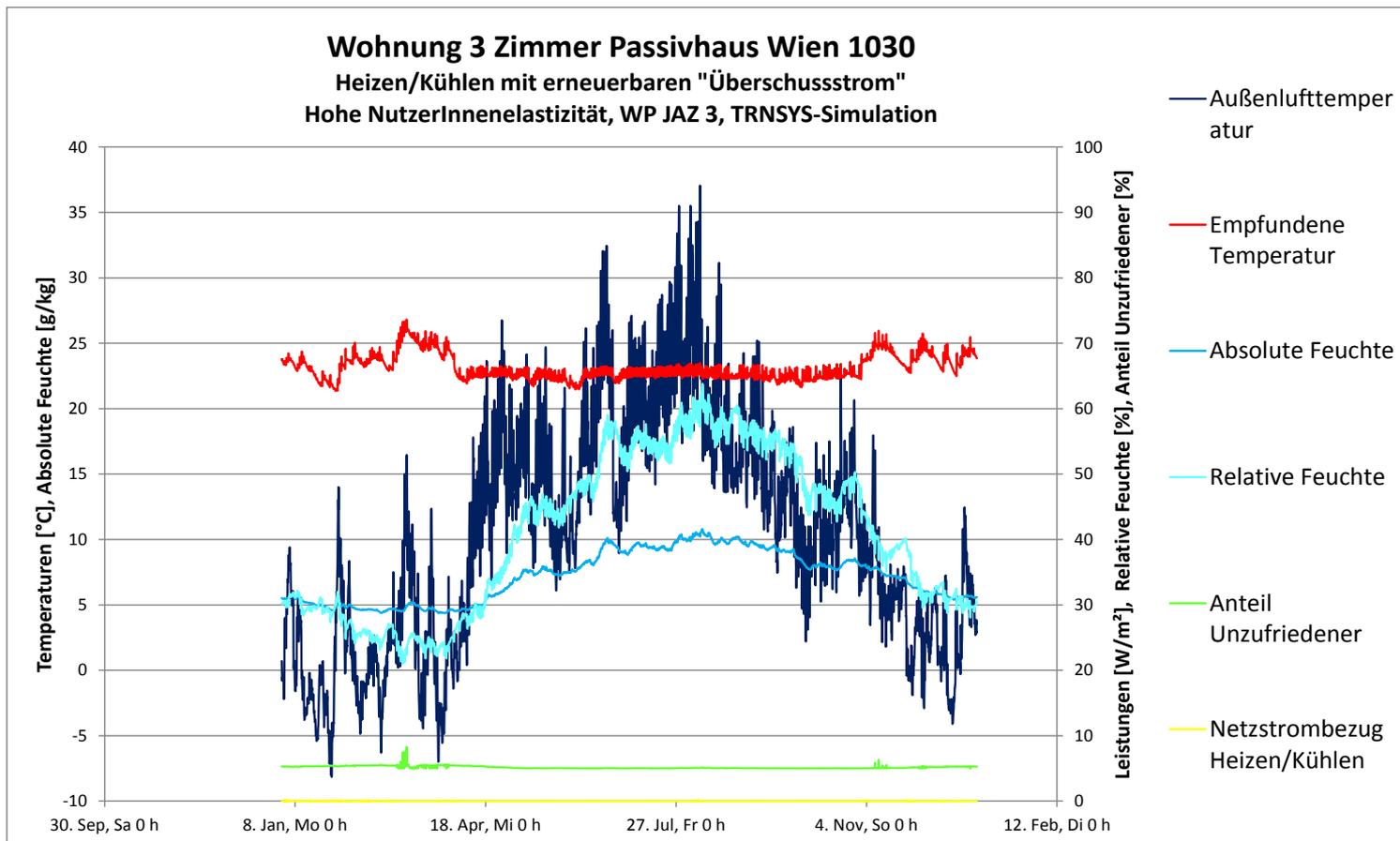
# Beispiel Gebäude als Speicher



Quelle: Energieinstitut Vorarlberg, Messung: D. Scholl

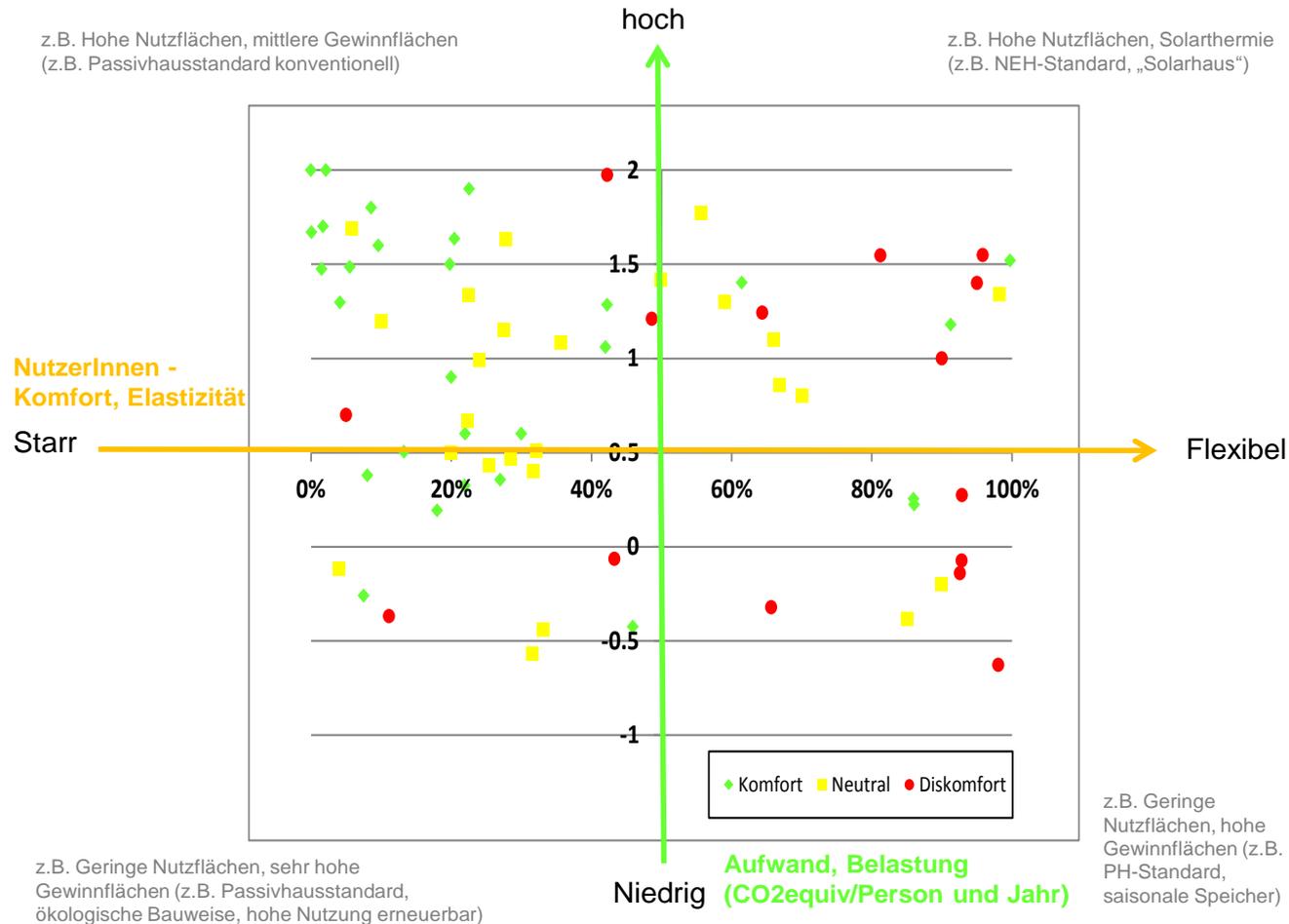
# Eigendeckung von Gebäuden

## Flexible Gebäude (und NutzerInnen?)



- Wohnung Passiv, schwer, Mitte
- PV-Belegung 0,3125 m<sup>2</sup> PV / m<sup>2</sup> WNF
- Deckung Haushaltsstrom prioritär, dann Heizen/Kühlen, dann WW

# Zusammenschau CO<sub>2</sub> equiv



- Jeder Punkt stellt eine Kombination von Gebäudequalitäten und NutzerInnenverhalten dar.
- Belastung über den gesamten Lebenszyklus, d.h. inkl. Errichtung, Instandsetzung und Wartung

# Fragen

- Wie Ziele COP 21 Paris umsetzen? Was ist die Rolle von „consumer“ und „flexible consumer“?
- Kann Wissenschaft die Energiewende - „Transition“ – befördern? Oder doch besser Marketing 2.0?
- Auf welche Weise können die Konzepte und die Praktiken der „Energieautonomie“ zur Energiewende beitragen?
- Welche Kombinationen aus Technologien, Verhaltensweisen und Kontextbedingungen wirken sich positiv auf die Entwicklung autonomer Praktiken aus?
- Wie könnten Alltagspraxen ausgeformt sein und wie könnten diese im Projekt way2smart auf den Weg gebracht werden?
- Welche Anforderungen und mögliche Nachteile sind mit dem Trend zu mehr Autonomie verbunden?
- Was muss die Industrie und die Politik machen?