

25.11.2021
Workshop 5 Session 2
16.15 h bis 17.45 h

Potenziale digitaler Technologien für CO₂-Einsparungen in Bestands- Wohngebäuden des Landes Berlin

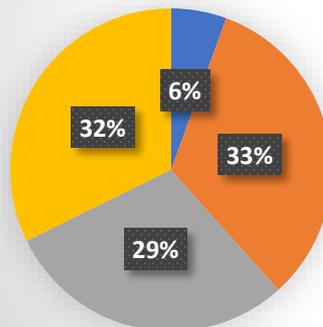
Jörg Lorenz
green with IT e. V.
Charlottenstr. 16
10117 Berlin
kommunikation@green-with-it.de
www.green-with-it.de

- TOP 1 IST Zustand – Bilanz der CO₂ – Emissionen in Berlin
- TOP 2 Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale
- TOP 3 Eignung von Methoden zur Abschätzung möglicher Senkungen von CO₂-Emissionen in Bezug auf Digitalisierungstechnologien
- TOP 4 Daten Hebel zur CO₂-Senkung: Verfügbare Datenquellen und Optimierungsbedarfe
- TOP 5 CO₂-Benchmarking
- TOP 6 Gemessene Ergebnisse aus einzelnen digitalen Einspartechnologien
- TOP 7 Berechnungsansätze für Potenziale digitaler Technologien
- TOP 8 Empfehlungen

TOP 1 IST Zustand – Bilanz der CO₂ – Emissionen in Berlin

CO ₂ -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch	in Millionen Tonnen CO ₂
(Verursacherbilanz) in Berlin 2019	
Gewerbe Steine u. Erden, Bergbau, verarb. Gewerbe insg.	961
Verkehr insgesamt	5642
Haushalte	5.061
Gewerbe, Handel, Dienstl. u. übrige Verbraucher	5.553
Emissionen insgesamt	17.217

CO₂-Emissionen in Berlin 2019 nach Verursacherbilanz (vorläufig)



- Gew. Steine u. Erden, Bergbau, verarb. Gewerbe insg.
- Verkehr insgesamt
- Haushalte
- Gewerbe, Handel, Dienstl. u. übrige Verbraucher

TOP 2 Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale



Gebäude	Wohnungen	Tonnen CO ₂	Tonnen je Wohnung i.M.	Tonnen je Wohnung von	Tonnen je Wohnung bis	kg CO ₂ /m ² Wohnfläche von	kg CO ₂ /m ² Wohnfläche bis	in Prozent		
Emissionen gem. Energie + Klimabilanz 2019		5.061.000	2,6					100%		
Haushaltsstrom (bei 30 Prozent Ökostromanteil)		1.982.825	1.169.700	0,6	0,59	0,59	6	8	23%	
Raumheizung und Warmwasser										
Alle Wohngebäude (2020)		330.641	1.982.825							
davon:										
EFH und 2 FH		188.796	188.796	1.321.572	7	5	9	40	55	26%
Mehrfamilienhäuser		141.845	1.743.100	2.569.728	1,47	0,8	2,5	12	33	51%
davon:										
im Bestand der kom/geno-- Unternehmen		k. A.	720.000	979.200	1,36	0,8	2,2	12	33	19%
im Bestand weiterer privater Unternehmen		k. A.	1.023.100	1.700.000	1,66	1	2,5	13	40	32%

TOP 2 Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale



	2010	2012	2014	2016	2018
Fernwärme	123 kWh/qm Anteil in Prozent: 66 %	117 kWh/qm Anteil wie 2010	115 kWh/qm Anteil wie 2010	117 kWh/qm Anteil wie 2010	115 kWh/qm Anteil in Prozent: 60 %
Gas	171 kWh/qm Anteil in Prozent: 25 %	175 kWh/qm Anteil wie 2010	172 kWh/qm Anteil wie 2010	166 kWh/qm Anteil wie 2010	165 kWh/qm Anteil in Prozent: 23 %
Öl	165 kWh/qm Anteil in Prozent 4 %	158 kWh/qm Anteil wie 2010	155 kWh/qm Anteil wie 2010	138 kWh/qm Anteil wie 2010	150 kWh/qm Anteil in Prozent 2 %
Insgesamt	144 kWh/qm	137 kWh/qm	131 kWh/qm	133 kWh/qm	129 kWh/qm

Energieverbrauch nach Energieträgern in den Jahren 2010 bis 2018 in den Wohnungen kommunal-genossenschaftlicher Unternehmen

	Erdgas	Heizöl	Fern-/Nahwärme	Sonstige fossile Energieträger	Erneuerbare Energieträger
Emissionfaktoren für Berlin in kg CO₂ je kWh:	0,211	0,266	0,05- 0,216 i. M. 0,120	0,211-0,35	0,00-0,100

Potenzialgrundlagen nach [Anlage 9 GEG](#)

TOP 3 Eignung von Methoden zur Abschätzung möglicher Senkungen von CO₂-Emissionen in Bezug auf Digitalisierungstechnologien



Tab. 4: Wohnflächen und Häufigkeiten im deutschen Wohngebäudebestand / Basis-Typen / Baujahr bis 2009, Stand: Mai 2011 [Diefenbach 2013]

Auswertung der Gebäude- und Wohnungszählung 2011 Stichtag: 9.5.2011		Baualtersklassen										Summe	Anteil
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Deutscher Wohngebäudebestand Baujahre bis 2009	EFH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	330	966	1.131	859	1.509	1.507	704	1.160	1.035	775	9.976	55%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	399	1.213	1.389	1.060	1.948	1.915	881	1.397	1.204	858	12.263	31%
	Wohnfläche in Mio. m ²	46	135	150	116	218	233	110	178	158	119	1.463	41%
	RH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	148	492	710	447	633	611	335	652	619	384	5.030	28%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	181	617	840	546	749	685	374	722	674	409	5.796	15%
	Wohnfläche in Mio. m ²	19	62	82	52	76	79	45	85	80	52	633	18%
	MFH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	54	442	388	356	586	412	146	309	244	85	3.023	17%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	214	2.177	1.911	2.003	3.348	2.313	852	1.826	1.390	461	16.495	42%
	Wohnfläche in Mio. m ²	16	163	129	125	225	169	64	133	104	39	1.168	33%
GMH													
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	0,6	28,7	7,4	17,3	34,0	50,1	15,0	28,7	20,9	7,6	210	1%	
Anzahl Wohnungen in Tsd.	11	526	126	308	818	1.366	356	605	408	151	4.674	12%	
Wohnfläche in Mio. m ²	0,7	35,8	7,9	17,0	47,1	86,7	21,9	34,8	25,5	10,4	288	8%	
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	533	1.929	2.236	1.679	2.762	2.580	1.200	2.150	1.919	1.251	18.239		
Anteil	3%	11%	12%	9%	15%	14%	7%	12%	11%	7%			
Anzahl Wohnungen in Tsd.	806	4.533	4.265	3.915	6.863	6.279	2.463	4.550	3.675	1.880	39.228		
Anteil	2%	12%	11%	10%	17%	16%	6%	12%	9%	5%			
Wohnfläche in Mio. m²	82	396	370	309	567	569	240	431	368	220	3.552		
Anteil	2%	11%	10%	9%	16%	16%	7%	12%	10%	6%			

Gewählte Zuordnung: EFH: freistehende Ein-/Zweifamilienhäuser; RH: Ein-/Zweifamilienhäuser als Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder sonstiger Gebäudetyp
 MFH: Mehrfamilienhäuser mit 3-12 Wohnungen, GMH: Mehrfamilienhäuser ab 13 Wohnungen
 Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Wohngebäude (ohne Wohnheime, ohne "sonstige Gebäude mit Wohnraum", ohne "bewohnte Unterkünfte")



Fehlende Berücksichtigung Nutzerverhalten, große Abweichungen von DIN-Berechnungen

TOP 3 Eignung von Methoden zur Abschätzung möglicher Senkungen von CO₂-Emissionen in Bezug auf Digitalisierungstechnologien



1949-1978						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST CO ₂ -Emissionen IST Geschätztes Einsparpotenzial	150 -200	150 -220	90 -150	130 -180	0 -50	kWh/m ² * a
						kg/ m ² * a
						Prozent

Denkbare Grundlage für eine einfache Potenzialeinschätzung

Empfohlene Maßnahmen (65 Objekte)

Maßnahme	Anzahl	Einsparpotential	Investitionskosten
Nachtabsenkung programmieren	53	1 – 2%	50 – 100 €
Wärmedämmung (Anlagentechnik und Verteilung) nach EnEV vervollständigen	49	0,5 – 2%	300 – 800 €
hydraulischen Abgleich durchführen	42	3 - 6%	1 - 6 €/m ² Wfl
Heizkurve einstellen	35	1%	75 – 100 €
Pumpenleistung einregulieren	21	1%	50 – 100 €
Anschlusswert (Fernwärme) ermitteln und ggf. reduzieren	18	20% ¹	400 €
Speicherfühler prüfen (WW)	17	k.A.	k.A.
Änderung der Kesselfolgeschaltung	17	1 – 4%	k.A.
Speichertemperatur auf 60° einstellen (WW)	13	0,5%	50 €
Einstellen der Kesselleistung	12	2 – 6%	70 - 800 €

¹ Nur Kostenreduzierung, keine Energieeinsparung

BaltBest Überschuss runter, Effizienz rauf



Berechnung des Endenergieverbrauches:

$$\text{Spezifischer Gasverbrauch (kWh/m}^2\text{a)} = \frac{\text{Gasverbrauch je Jahr (kWh/a)}}{\text{Beheizte Fläche (m}^2\text{)}}$$

Die Optimierung der Betriebsführung führt mit wenig Aufwand zu erheblichen Einsparungen des Endenergieverbrauchs!

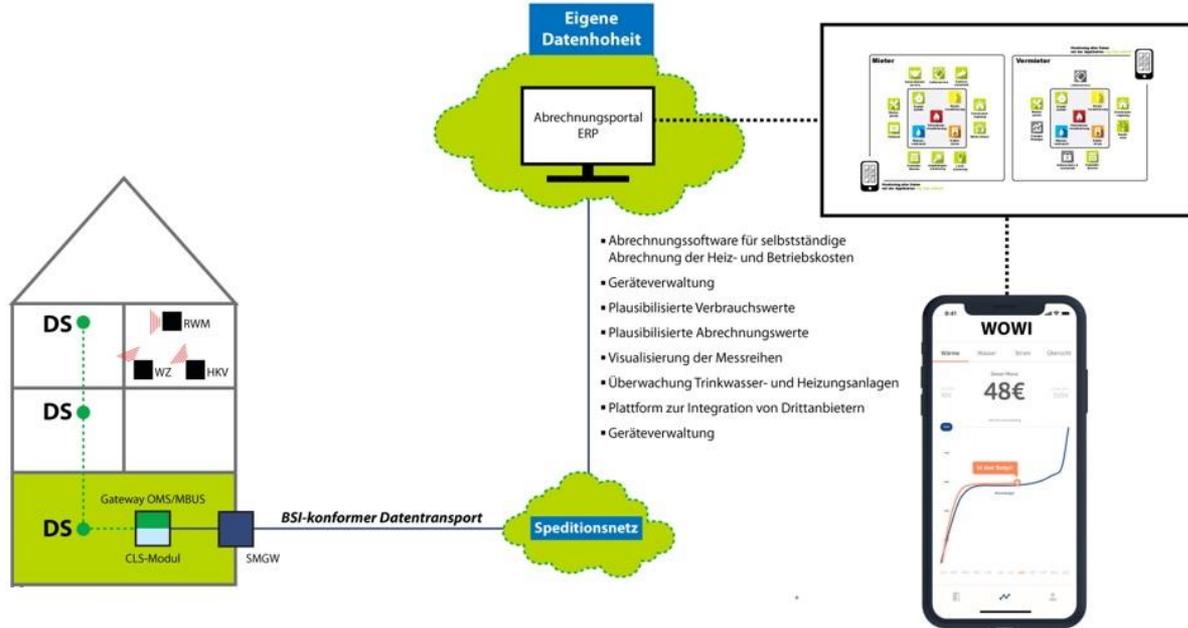
Es besteht ein großes Potential mit wenig Aufwand den Endenergiebedarf von Liegenschaften zu senken!

TOP 5 CO₂-Benchmarking Potenziale eines Beispiel-Unternehmens



ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	Gebäudebestand		Endenergieverbrauch		CO ₂ -Emissionsfaktor	CO ₂ -Ausstoß		
	EIGENVERSORGTER BESTAND	Anzahl	Wohnfläche					
	Einheiten	m ²	kWh/a	kWh/m ² a	g/kWh	t/a	kg/m ² a	t/WE
Fernwärme	2.000	130.000	15.990.000	123	164	2.622	20	1,3
Gaskessel	1.000	65.000	9.880.000	152	201,6	1.992	31	2,0
BHKW	100	6.500	1.046.500	161	201,6	211	32	2,1
Wärmepumpen	35	2.800	78.400	28	466	37	13	1,0
Holzpellettheizungen	35	2.800	532.000	190	0	0	0	0,0
Summe bzw. Mittelwert	3.170	207.100	27.526.900	133	179	4.855	23	1,5

Kontextdarstellung
aller **Gateways**
inkl. sicherem
Speditionsnetz
nach BSI



TOP 6 Stufen der Erfolgsleiter auf Grundlage gateway-geführter Maßnahmen der Gebäude-Energieeffizienz Heizwärme

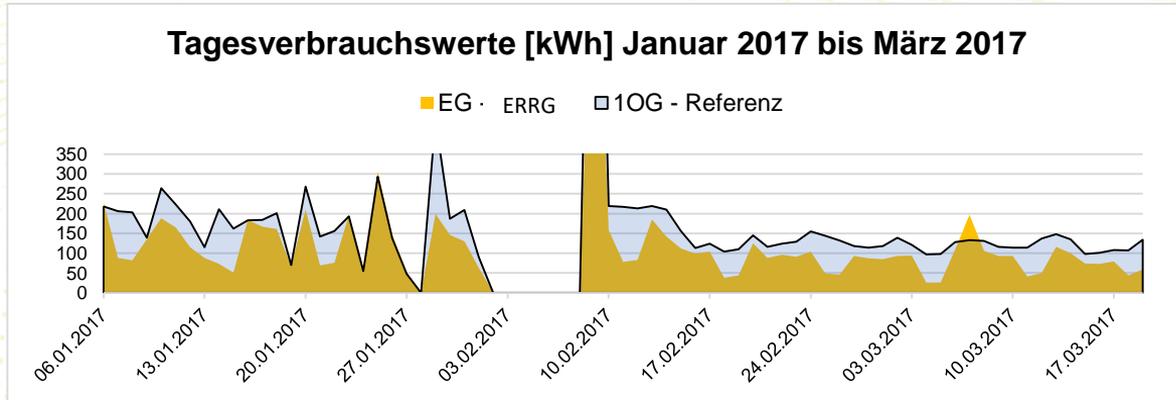
	Einsparquote Heizwärme %	Nutzenbeschreibung	Sicherheit	Komfort
5 Sammel-App	0 %	<ul style="list-style-type: none"> - Sichere Alternative zu Google & Co. - integrierte App aus ERP- und freien Prozessen - Komfort-, Sicherheits- und Lieferdienste nehmen Mieter mit 	<p>BSI-konform Common criteria</p>	<p>volle digitale Mieterkommunikation</p>
4 SMGW	5 %	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz hoch sichere CLS-Schnittstellen - Quartierprozesse für Vermieter und Mieter nach common criteria - telemetrische Speditionsnetze 	<p>BSI-konform Common criteria</p>	<p>100 % safety & security</p>
3 Digitale Früchte	5-15 %	<ul style="list-style-type: none"> - Absenkung Wärmeverträge oder Dimensionen Heizerzeuger - Monitoring/Smart Meter - Energie-Management-Systeme (EMS) - prädiktives Lastmanagement - bidirektionale Steuerung 	<p>nicht-BSI-konform</p>	<p>abteilungsübergreifend</p>
2 Autarke Gateways	10-12 %	<ul style="list-style-type: none"> - Einstieg in die erweiterte digitale Welt null-investiv - Eigenmanagement warme BeKo - Wärme-App für alle Mieter - Handwerkerlenkung 	<p>nicht-BSI-konform</p>	<p>ready for EMS</p>
1 Künstliche Intelligenz	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> - Funktioniert auch ohne Komplexsysteme - sofortige Einsparung - Mieter sind begeistert - BSI-konform - gering investiv nach ALFA © 	<p>BSI-konform ULD-Zertifikat</p>	<p>plug and play</p>



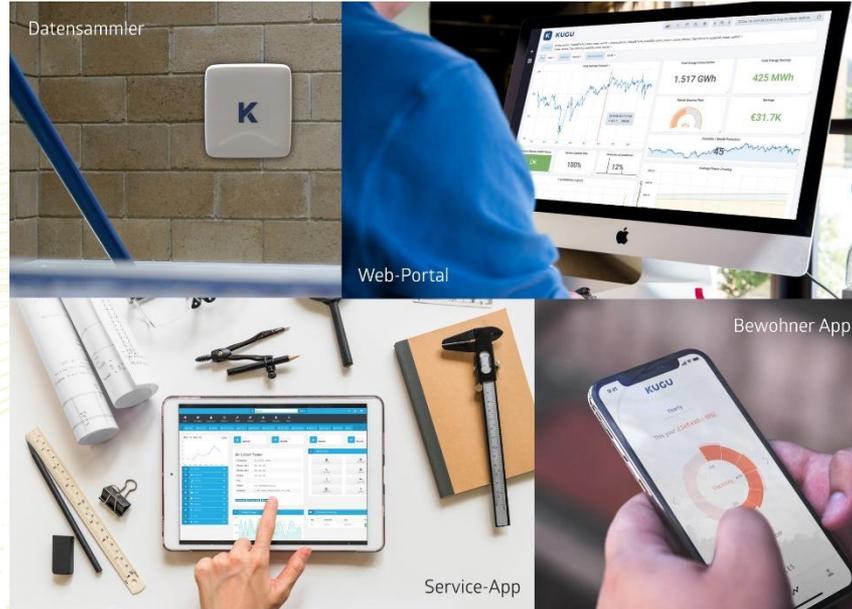
TOP 6 Gemessene Ergebnisse aus einzelnen digitalen Einspartechnologien



Das Mieter-
Integrativ zur
gemeinsamen
Klimawandel-
Aktion:
Maßnahme 7.1.1
(20-30%)



Maßnahme 7.1.2 Autarke Gateways (8-15%)



Maßnahme 7.1.2
Feedback Werte
aus Wohnungs-
unternehmen

Zusammenfassung Erfahrungs-und Abschätzung-Aussagen WoWi Einsparquotien			
WoWi/Experten	Gateways Anzahl	Einsparung gem. 7.1.1.2	Bautypen
GBG Mannheim	500	10-15 %	Großquartiere Bj ab 70 Mannheim
HOWOGE	k. A.	8-12 %	Großquartiere Berlin div. Bautypen
metr.	1000	10-15%	Großquartiere Bj ab 70 GHG Köln, WBM, Akelius
BGW Bielefeld	k. A.	8-15 %	kommunale Nachkriegs-Bautypen
WBG Werdohl	k. A.	10-12 %	diverse Bautypen ab Bj. 60
KUGU	550	10-15 %	5 untersch. Unternehmen, Einheiten 5 bis 150 WE
Erste Suhler Bew-Geno	k. A.	10-12 %	genossenschaftliche Bestände
Mülheimer Whgsbau eG	k. A.	10-12 %	genossenschaftliche Bestände

Maßnahme 7.1.3
Weitere
Anwendungen
Gateways
(10-15%)

- Bidirektionale Steuerung Erzeuger in Echtzeit mit automatisierter Fehlermeldung
- Einrichtung prädiktiver Lastkurven und sonstiger prädiktiver Maßnahmen
- Ausbau Gateway-Dienste zum Energiemanagement-System (EMS)
- Generierung belastbarer Reduktions-Volumina für Fernwärme-Verträge

Maßnahme 7.1.4 Nun kommt das Smart Meter Gateway mit dem CLS-Rückkanal zunächst für das Submetering

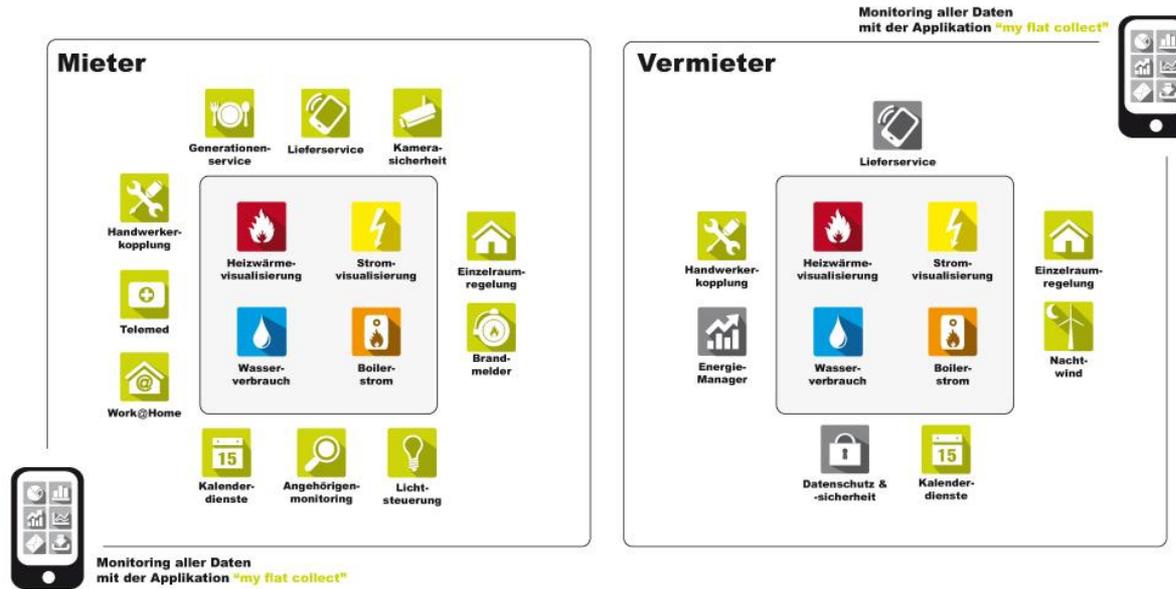


Bewertung und nächste Schritte Roadmap-Team

- Untermessungen (Warmwasser, Wärme) zur Kostenverteilung werden, wie in SAF-1.4 beschrieben, mindestens über den CLS-Proxy des SMGW übertragen (LMN optional), da es sich hierbei im Hinblick auf Datenschutz und Abrechnungsrelevanz um schützenswerte Daten handelt.
- Mehrspartenmetering (am Hauptanschluss) mit Erfassung über die LMN-Schnittstelle des SMGW wird in der nächsten Version des Stufenmodellldokuments in SAF-1.5 beschrieben.



Maßnahme 7.1.5 Mieter-App's (0%)



Wohnungswirtschaft: Differenzierung Praxiswerte digitaler und nicht-digitaler Potenziale zur Senkung von CO₂-Aktiva in % gemäß Berichtswerten					
Bezeichnung	Einsparung % digital	Einsparung % nicht digital	verbleibt % kumuliert	Erläuterung	
7.1.1. Künstliche Intelligenz Einzelraumregelung	20-30		80	B2C Bürger-Einbezug.Prozess, siehe auch 7.2.7	
7.1.2. Autarke Gateways	10-15		72	Wichtiger Schlüsselprozess, Anlagenwächter, Verbundregler, Legionellenschutz	
7.1.3. Monitoring, Energie- Managementsysteme (EMS)	10-15		65	Autarkes Submetering, Prädiktive Lastkurven, Schlüssel für Mieter-Prozesse, Handwerkerkopplung, Alarm- und Fehlermanagement	
7.1.4. Smart Meter Gateway	5		62	CLS-Rückkanal-, BSI-Sicherheit, Hier Schlüsselprozess Heizwärme	
7.1.5. Sammel-App	0		62 ^{a)}	B2C-Prozess, Heizwärmetransparenz noch nicht validiert	
Erreichbares Einspar-Maximum kumuliert aus einzelnen			38 ^{b)}		

Gewerbebauten zum Vergleich					
Bezeichnung	Einsparung % digital	Einsparung % nicht digital	verbleibt % kumuliert	Erläuterung	
7.2.1		5	95	In der Wohnungswirtschaft zwiespältig weil Mehrkosten bei notwendiger Wiederholung	
7.2.2	-				
7.2.3	-				
7.2.4	-			7.2.2 bis 7.2.4 häufig bereits Standard	
7.2.5	10-15		85	Schneller umlagefähiger Gateway-Erfolg, siehe 7.1.3	
7.2.6	3-5		82	Add-on zu 7.2.5	
7.2.7	20-30		74 ^{a)}	B2C ,siehe auch 7.1.1, vergleichbar mit Wohnbauten	
7.2.8 ^{c)}		3		geringere Betriebsdrücke möglich Strom-Einsparung	
7.2.9	10			vorgewärmte Luft substituiert DIN-berchnete Heizwärme	
7.2.10		80	22	drastische Dekarbonisierung ^{d)} möglich unterstützt durch Energie-Managementsystem (EMS)	
Erreichbares Einspar-Maximum kumuliert aus einzelnen			26 ^{b)}		

a) insgesamt verbleibender Wert von Hundert

b) insgesamte Summe Einsparungen von Hundert

c) ab 7.2.8 keine Kummulation mehr, nicht Studiengegenstand

d) bei Tiefen-Geothermie bis gegen 0

Handlungsempfehlungen Klimastrategie

Oberster Punkt:
**Wärme, die nicht
gebraucht wird, nicht
erzeugen**



Energie- / CO₂-Bilanzierung

- Energetische IST-Bilanz erstellen und Zielcontrolling aufbauen
- an Anlage 9 GEG anpassen
- CO₂-Budget ermitteln
- CO₂-Zielpfad entwickeln



Technik / Gebäudebestand

- Quantitativer Hebel
 - Modernisierungsquote
 - zeitliche Priorisierung des Portfolios
- Qualitativer Hebel
 - Hülle
 - Wärmeversorgung
 - Energieproduktion
 - Einrichtung autarke Cloud / Monitoring



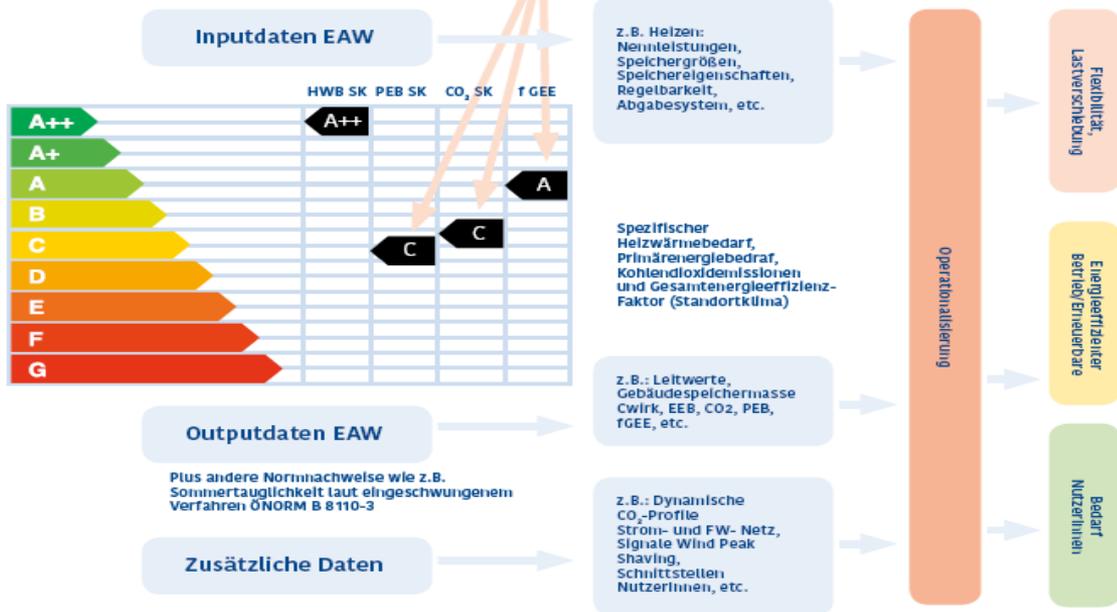
Finanzierung

- Kosten der Umsetzung ermitteln
- Rahmenbedingungen für langfristige stabile Vermögens-, Finanz-, und Ertragslage ermitteln
- Abgleich mit Portfolio- und Mietenmanagement
- Lösungen zur Finanzierung des Deltas erarbeiten

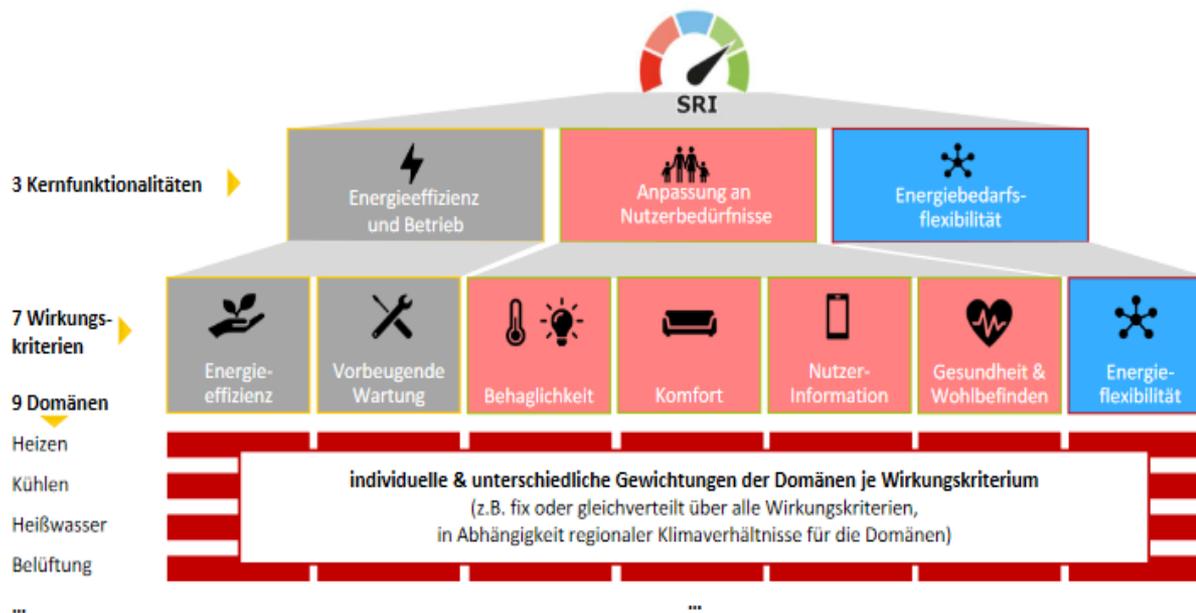
TOP 8 Empfehlungen

An Smart Readiness Indicator denken: kommt schneller als gedacht (wie die DSGVO und die HKVo)

Anbindbarkeit des SRI an den Energieausweis (EAW)



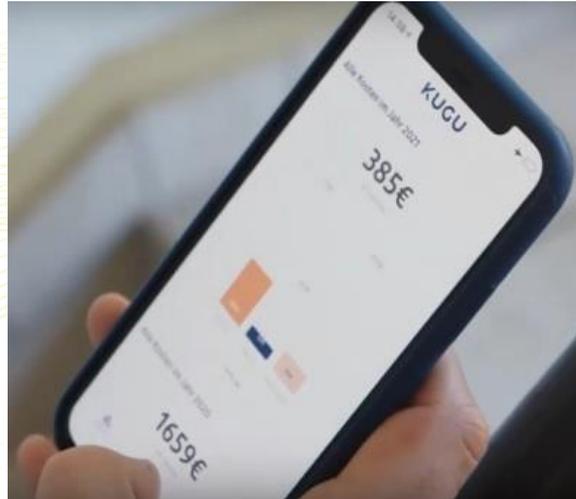
Smart Readiness Indicator



TOP 8 Empfehlungen



Zwölffache
Heizwärme
Info p.a. ab
2026 sicher
nicht mehr in
Papierform



Entwicklung eines dreifachen Helix-Modells zur Darstellung der Einspar-Tonnagen durch

- Energievermeidung: Gebäude benötigen weniger Heizenergie als zuvor (etwa 7.1.2) Einmaleffekt!
- Energieeffizienz allgemein: Gebäude werden digital besser bewirtschaftet
- Dekarbonisierung: Einsatz von 0-Energien nach [Anlage 9 GEG](#)

Quellenangaben und Literaturverzeichnis im [Bericht](#)

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**