

Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050

23. Januar 2050



Effizienz



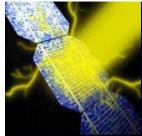


Erstellt durch:
ENERGIEAGENTUR nordbayern GmbH
Erich Maurer
Peter Heymann



In Kooperation mit





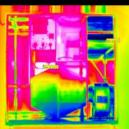


23. Januar 2050



Effizienz

Auftraggeber: Stadt Nürnberg, Umweltreferat Nürnberg



Erstellt durch:
ENERGIEAGENTUR nordbayern GmbH
Erich Maurer
Peter Heymann

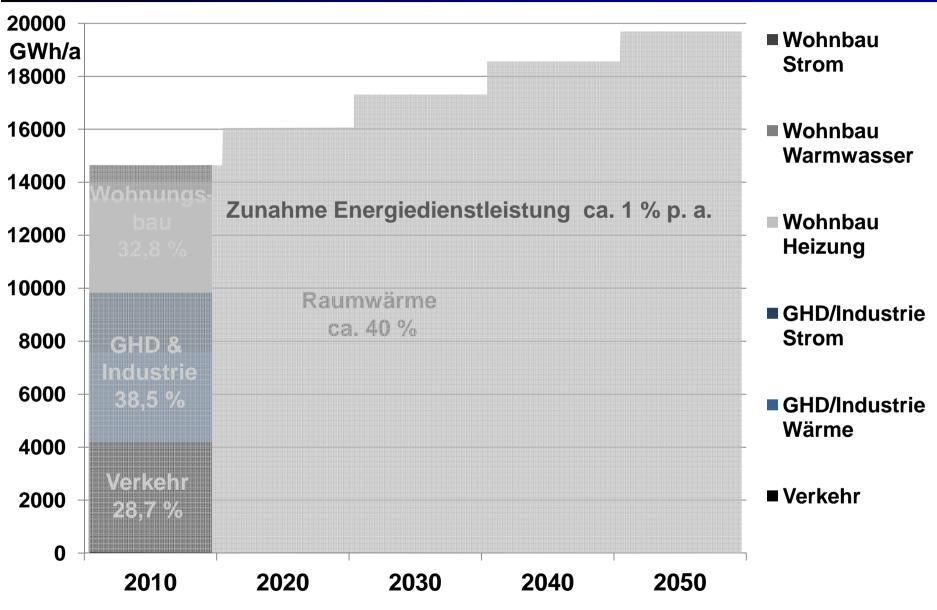


In Kooperation mit



Schulze Darup & Partner Dr. Burkhard Schulze Darup

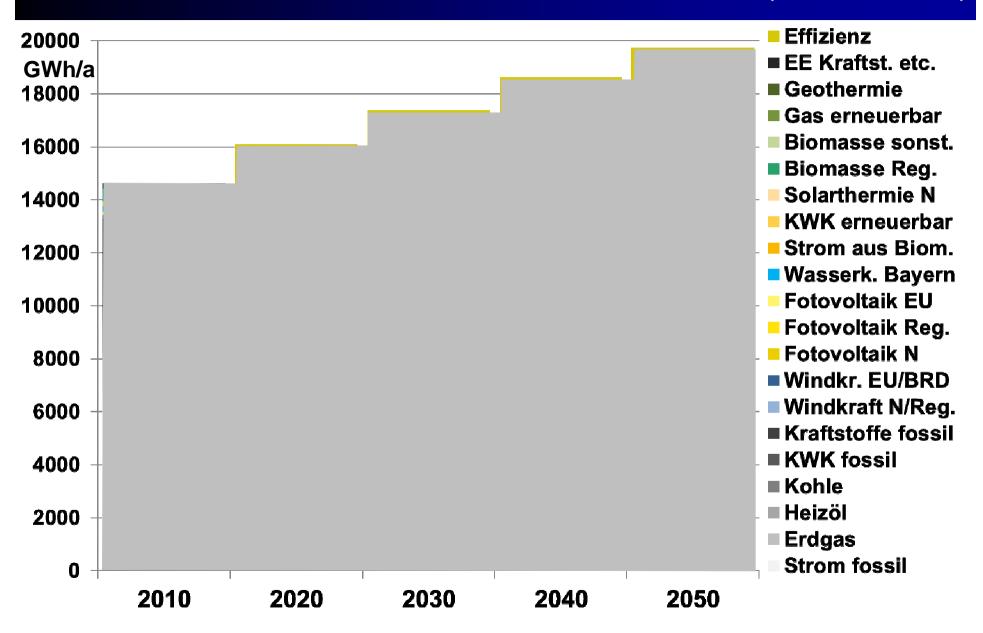
Entwicklung der Endenergie in Nürnberg 2010 bis 2050



Quelle: EnergieAgentur Nordbayern, Nürnberg 2012 / FfE München 2012

Entwicklung der Endenergie in Nürnberg 2010 bis 2050

(Klimaschutzszenario)





Klimaschutzziele der Bundesregierung

Bereich /Reduktion	Bezugsjahr	Bis 2020	Bis 2030	Bis 2040	Bis 2050
Treibhausgas- Emissionen	1990	- 40 %	- 55 %	- 70 %	Mind. 80%
Primärenergieverbrauch	2008	- 20 %	-	-	- 50 %
Stromverbrauch	2008	- 10 %	-	-	- 25 %
Verkehrssektor Endenergieverbrauch	2005	- 10 %	-	-	- 40 %

Energiekonzept (28.09.2010) und Eckpunktepapier (06.06.2011) der Bundesregierung:

Sukzessive Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in der BRD bis zum Jahr 2050



Klimaschutzziele der Bundesregierung

Erneuerbare Energien

Anteile Erneuerbarer Energien	Bis 2020	Bis 2030	Bis 2040	Bis 2050
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil der Stromerzeugung aus Emeuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch	35 %	50 %	65 %	80 %

Energiekonzept (28.09.2010) und Eckpunktepapier (06.06.2011) der Bundesregierung:

Kontinuierlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien

Aktuell (2011): 20,0% bei der Stromerzeugung

12,2% am Endenergieverbrauch

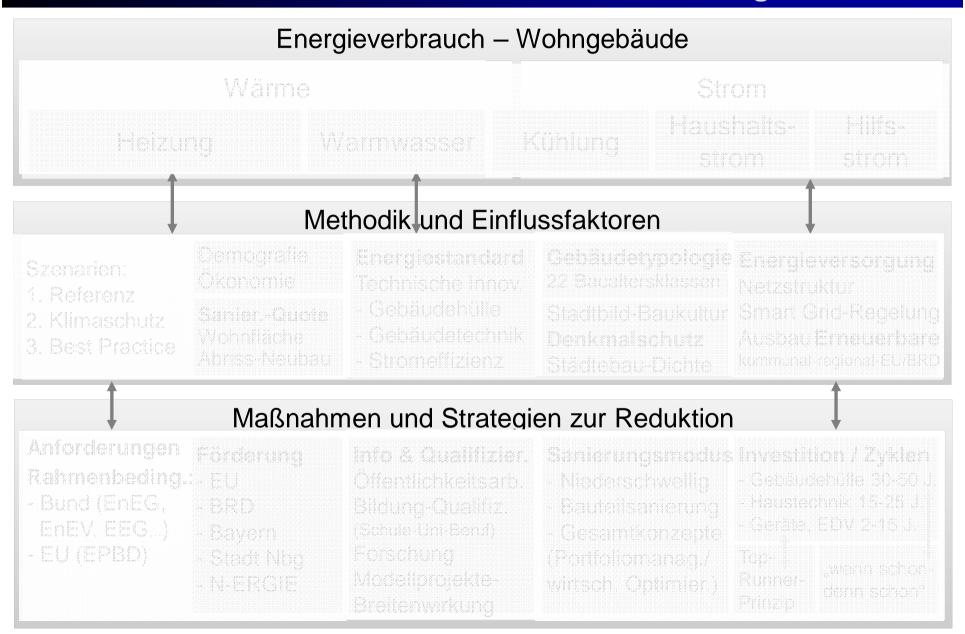


Energienutzungsplan Energieeffizienzstrategie

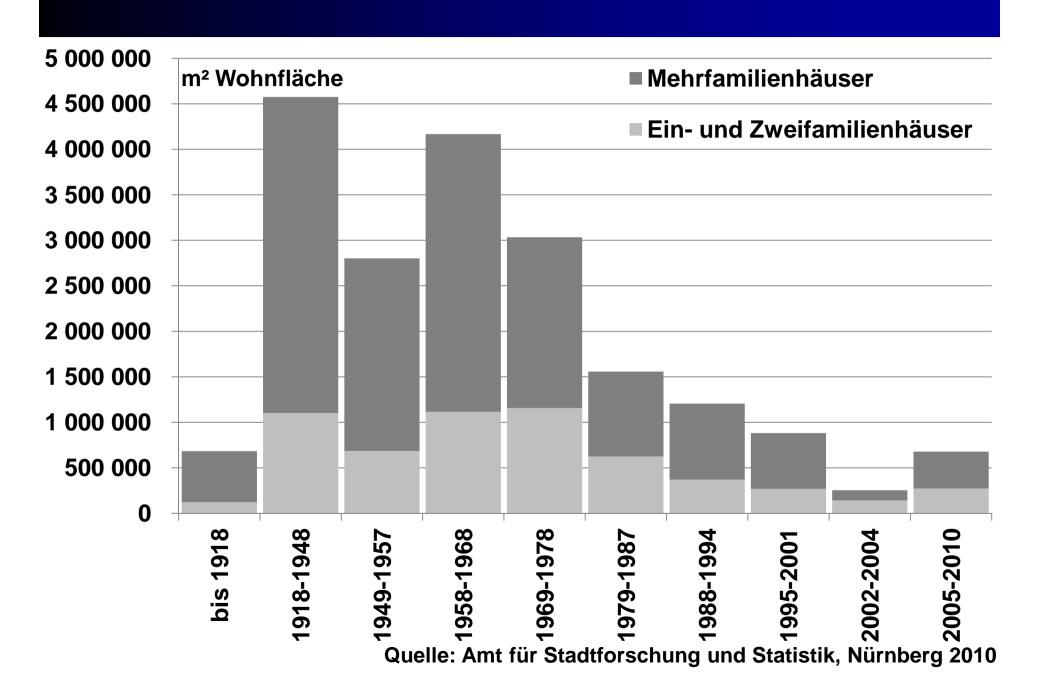
Basisdaten / Ausgangslage Endenergieverbrauch

EEV je Sektor / TWh	Energieeffizienz- strategie 2050 (EA-NB/SD)	Energienutzungsplan (FfE)
GHD	3,27	3,40
Industrie	2,36	2,44
Priv. Haushalte	4,80	4,21
Summe/TWh	10,43	10,05

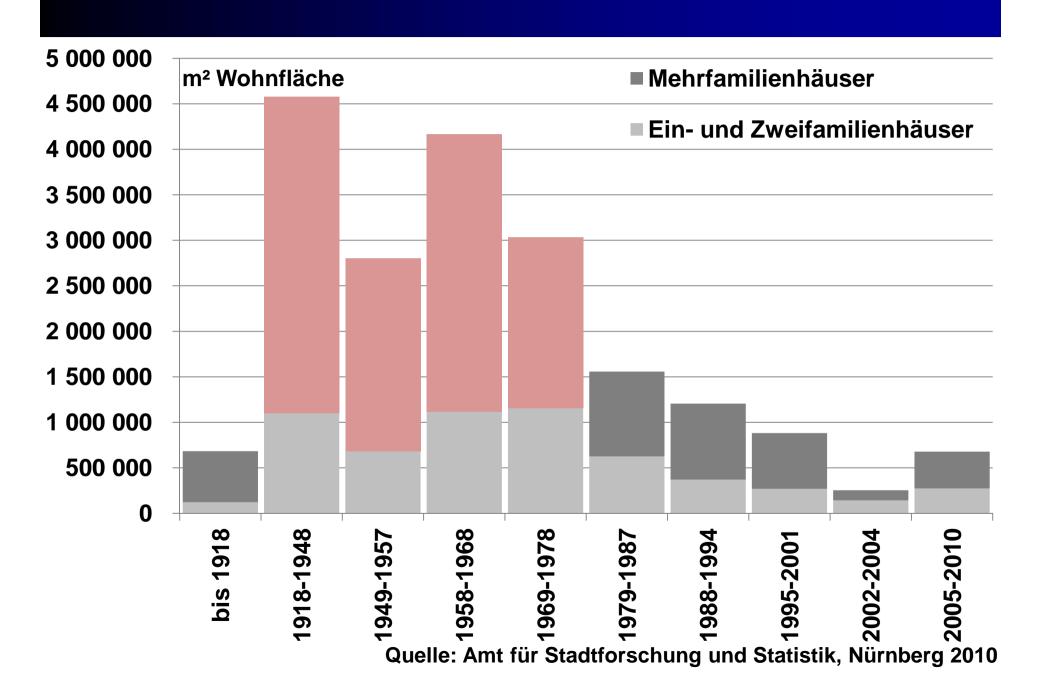
Wohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren zur Reduktion des Energieverbrauchs



Gebäudetypologie – Baualtersklassen nach Wohnfläche in m²



Gebäudetypologie – Baualtersklassen nach Wohnfläche in m²

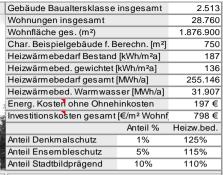


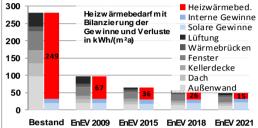
Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1969 - 1978 II	Gebäude Baualtersklass
	Wohnungen insgesamt
	Wohnfläche ges. (m²)
	Char. Beispielgebäude f
	Heizwärmebedarf Besta
	Heizwärmebed. gewichte
	Heizwärmebedarf gesan
	Heizwärmebed. Warmwa
NAME OF THE PARTY	Energ. Kosten ohne Ohr
	Investitionskosten gesar
探	i i
	Anteil Denkmalschutz
	Anteil Ensembleschutz
	Anteil Stadtbildprägend

Gebäude Baualtersklasse	insgesamt	8.674	
Wohnungen insgesamt	9.510		
Wohnfläche ges. (m²)	1.156.503		
Char. Beispielgebäude f. B	erechn. [m²]	130	
Heizwärmebedarf Bestand	[kWh/m²a]	249	
Heizwärmebed. gewichtet	[kWh/m²a]	180	
Heizwärmebedarf gesamt	208.457		
Heizwärmebed. Warmwas	19.661		
Energ. Kosten ohne Ohnel	ninkosten	256 €	
Investitionskosten gesamt	949 €		
	Anteil %	Heizw.bed.	
Anteil Denkmalschutz	1,2%	130%	
Anteil Ensembleschutz	2,0%	120%	
	Wohnungen insgesamt Wohnfläche ges. (m²) Char. Beispielgebäude f. B Heizwärmebedarf Bestand Heizwärmebed. gewichtel Heizwärmebed. Warmwas Energ. Kosten ohne Ohnel Investitionskosten gesamt Anteil Denkmalschutz	Wohnfläche ges. (m²) Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²] Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a] Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a] Heizwärmebed. dewichtet [kWh/m²a] Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a] Energ. Koster ohne Ohnehinkosten Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf Anteil % Anteil Denkmalschutz 1,2%	



Mehrfamilienhäuser Baujahr 1969-1978 IV

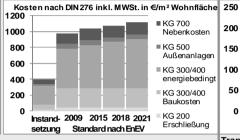




Konstrukt.-

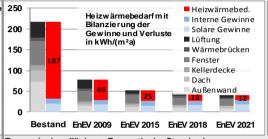
€/m²

Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)



12.0%

110%



Kos 1000	ten nach DIN 276 inkl. MWSt. in €	m² Wohnfläche
	_	■KG 700
800		Nebenkosten
		■KG 500
600		Außenanlagen
400		■KG 300/400
400		energiebedingt
200		■KG 300/400
		Baukosten
0		
-	Instand- 2009 2015 2018 2021	KG 200
	setzung Standard nach EnEV	Erschließung

	Fläche KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	146,6	1,02	0,20	0,16 0,14		0,12
Oberste Decke zum Dachboden	84,4	0,65	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	84,4	0,82	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,95	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	1,26	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	35,1	2,30	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,10	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n ₅₀ [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	156	43	20	14	10
H´ _T	W/(m²K)	0,86	0,29	0,23	0,20	0,17
A _N	m²	170				
Kennwerte PHPP / gewichteter m	ittlerer Heizwä	irmebedarf de	s Bestandes	_	-	-
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	249	67	36	26	15
Gewichtungs-Faktoren für den tats	ächlichen Verb	rauch im Best	and			
Luftwechsel	0,35	232	kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert	
Teilbeheizung	80%	209	kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert	
Anteil sanierter Gebäude	%	30%				
Sanierungs effizienz i.M.	Reduktion %	-46%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	180,2				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6
Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschliel	€/m²	12 €	40 €	40 €	40 €	40 €
KG 300/400	€/m²	295 €	722 €	770€	807€	842 €
davon energetisch bedingt	€/m²	231 €	487 €	535€	572€	607€
KG 500 Außenanlagen	€/m²	20 €	55 €	55€	55€	55 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	54 €	132 €	140€	147 €	152€

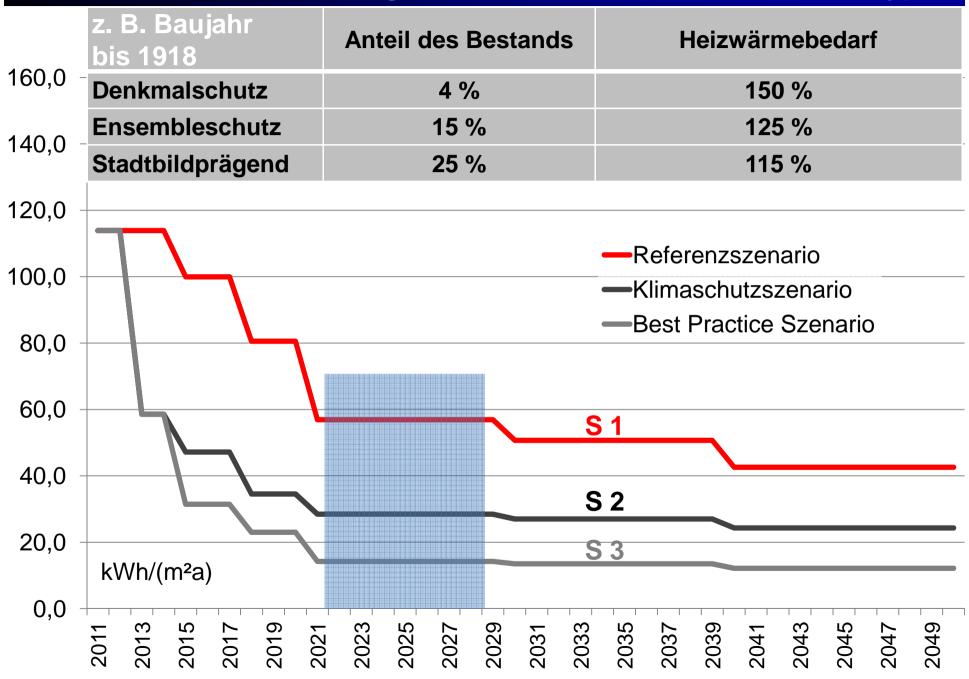
381 €

Bestand

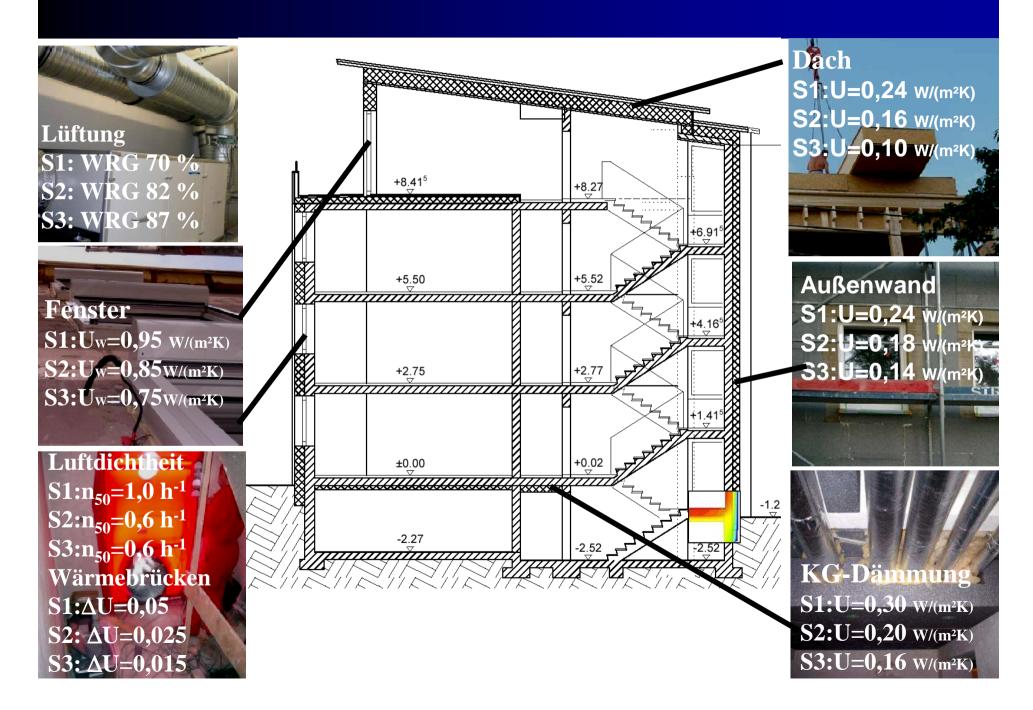
ransmissionsflächen -	Energetische Standards
-----------------------	------------------------

				Transmissionsflachen - Energetische Standards						
EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021		Konstrukt	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert		Fläche KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)		m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
0,20	0,16	0,14	0,12	Außenwand	634,8	1,02	0,20	0,16	0,14	0,12
0,20	0,16	0,13	0,10	Oberste Decke zum Dachboden	246,7	0,77	0,20	0,16	0,14	0,12
0,25	0,20	0,16	0,14	KG-Decke	246,7	0,66	0,25	0,20	0,16	0,14
0,24	0,18	0,15	0,12	Erdberührte Bauteile	6,5	1,06	0,24	0,18	0,16	0,14
0,24	0,18	0,15	0,12	Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	1,26	0,24	0,20	0,16	0,14
1,10	0,85	0,75	0,65	Fenster	202,5	2,50	1,10	0,85	0,75	0,65
1,25	1,00	0,80	0,75	Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
0,03	0,025	0,02	0,015	Wärmebrücken	ΔU _{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
1,5	0,6	0,5	0,4	Luftdichtheit	n ₅₀ [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG
				Kennwerte EnEV						
43	20	14	10	Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	131	34	13	9	6
0,29	0,23	0,20	0,17	H′ _T	W/(m²K)	1,10	0,34	0,28	0,24	0,20
				A _N	m²	932				
s Bestandes				Kennwerte PHPP / gewichteter m	värmebedarf des Bestandes					
67	36	26	15	PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	187	49	25	19	12
and				Gewichtungs-Faktoren für den tats	ächlichen Verb	rauch im Besta	and			
kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert		Luftwechsel	0,35	170	kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert	
kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert		Teilbeheizung	85%	157	kWh/(m²a) - H	eizwärmebed	darf reduziert	
				Anteil sanierter Gebäude	%	30%				
				Sanierungs effizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
				Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	135,9				
17,0	15,3	14,5	13,6	Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6
EnEV 2009		EnEV 2018		Sanierungskosten € pro m² Woh		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009		EnEV 2018	
40 €	40 €	40 €		KG 100/200 Grundstück / Erschlie		12€	40 €	40 €	40 €	40 €
722 €	770€	807 €	-	KG 300/400	€/m²	248 €	590 €	624 €	659€	688 €
487 €	535 €	572 €		davon energetisch bedingt	€/m²	182 €	379 €	413 €	448 €	477 €
55 €	55 €	55€		KG 500 Außenanlagen	€/m²	20 €	58 €	58 €	58€	58 €
132 €	140€	147 €		KG 700 Nebenkosten	€/m²	46 €	110€	116€	122 €	127 €
949 €	1.005 €	1.049 €	1.089 €	Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	326 €	798 €	838 €	879 €	913 €

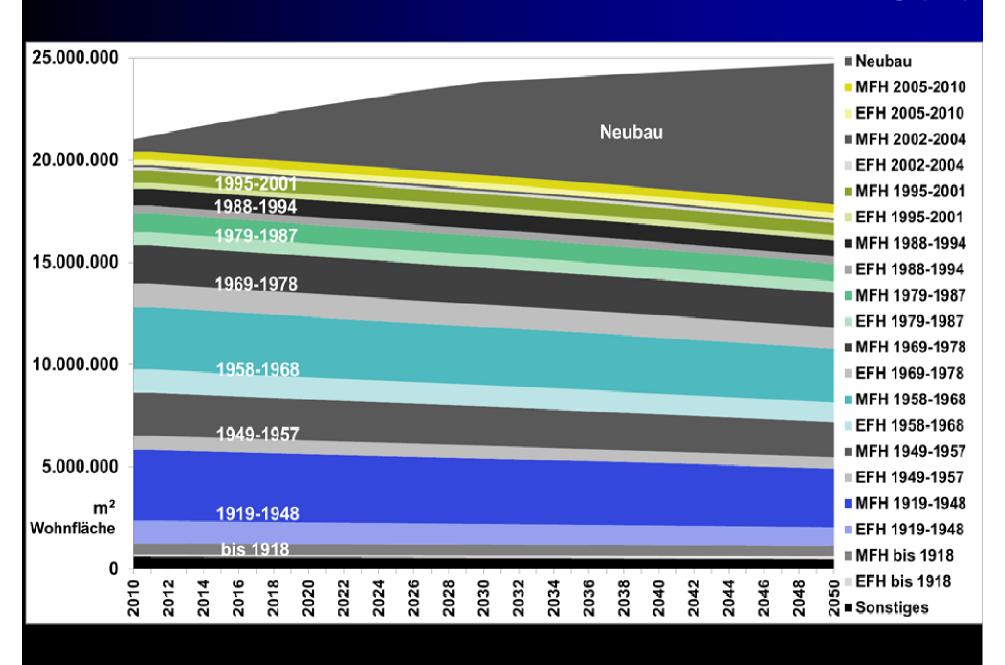
Heizwärmebedarf Wohngebäude – Mittelwert aller Gebäudetypen



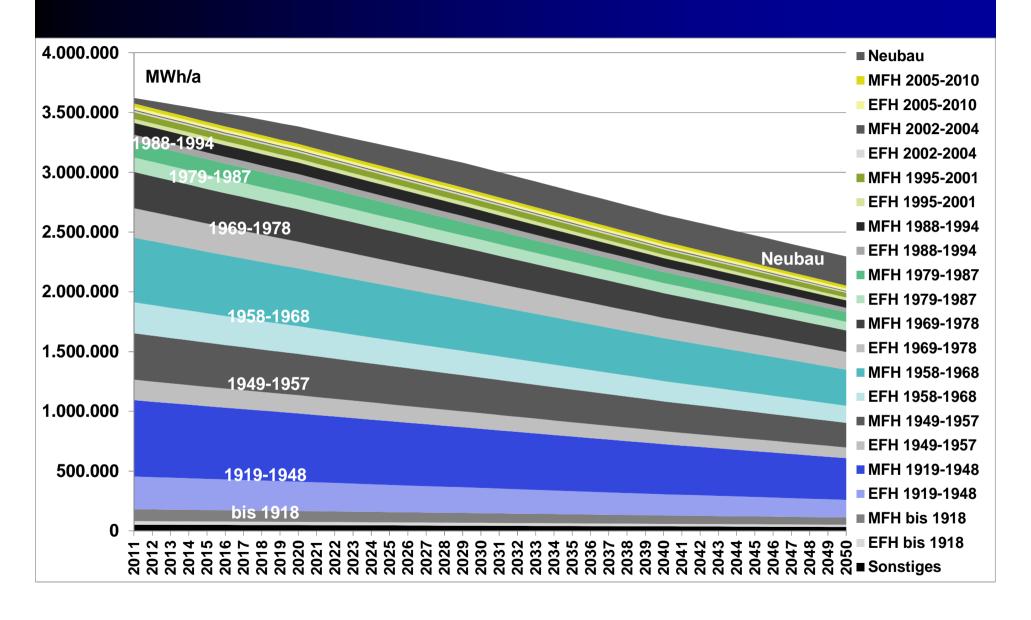
Standards Referenz- (S1), Klimaschutz- (S2) und Best Practice Szenario (S3)



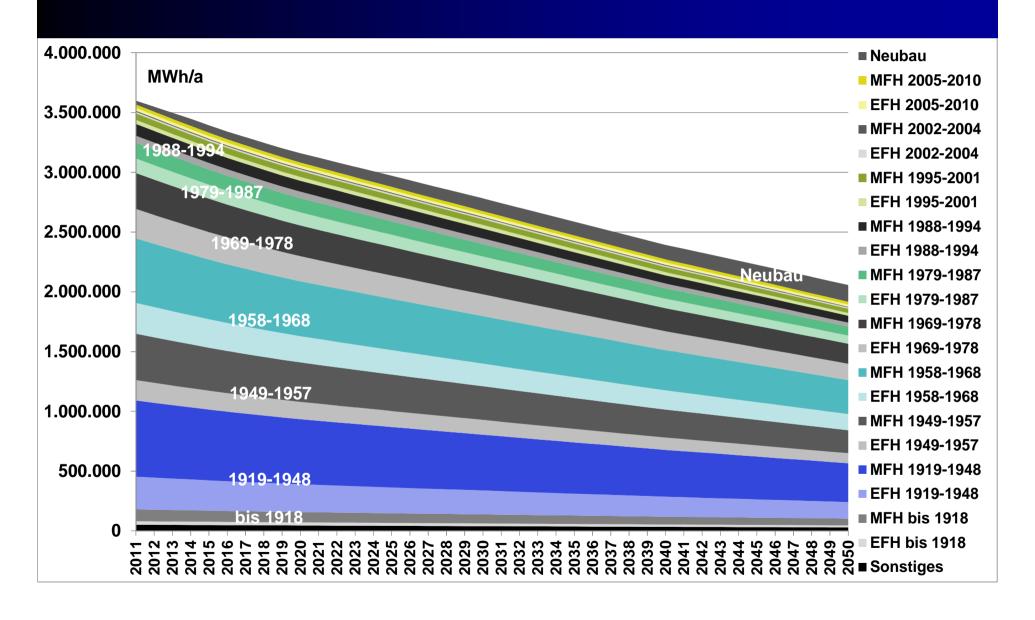
Wohnflächenentwicklung (m²)



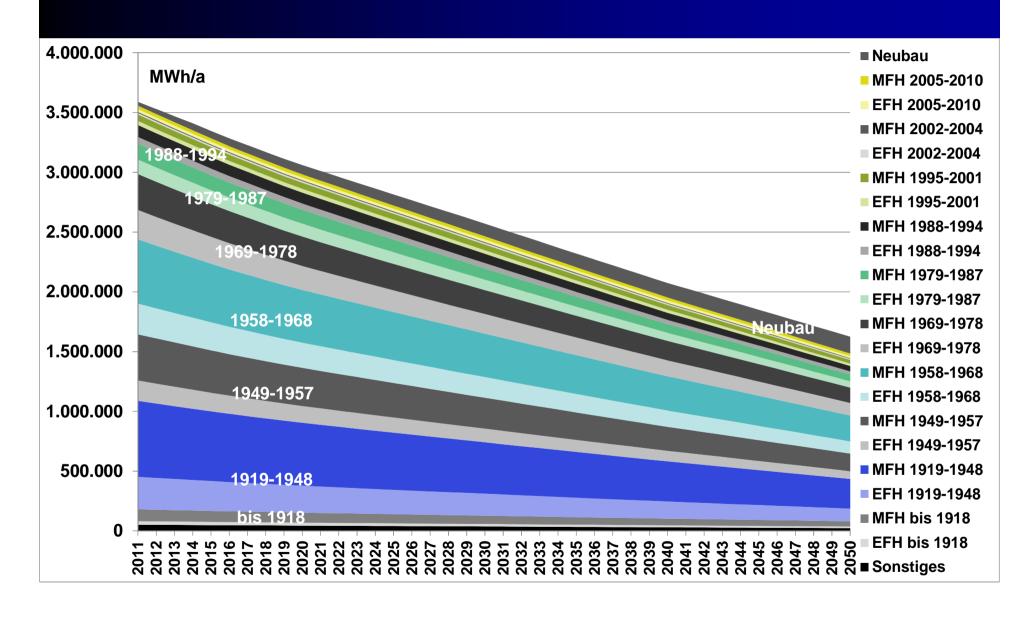
Heizenergiebedarf (MWh/a) - Referenzszenario /1,2 % San.-Quote



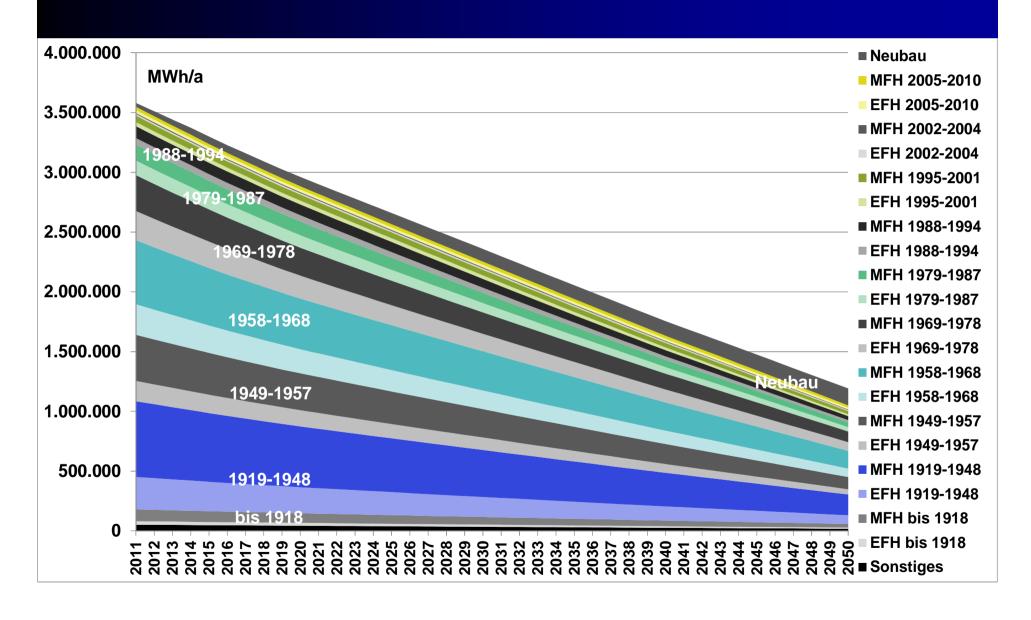
Heizenergiebedarf (MWh/a) – Klimaschutzszenario /1,0 % San.-Quote



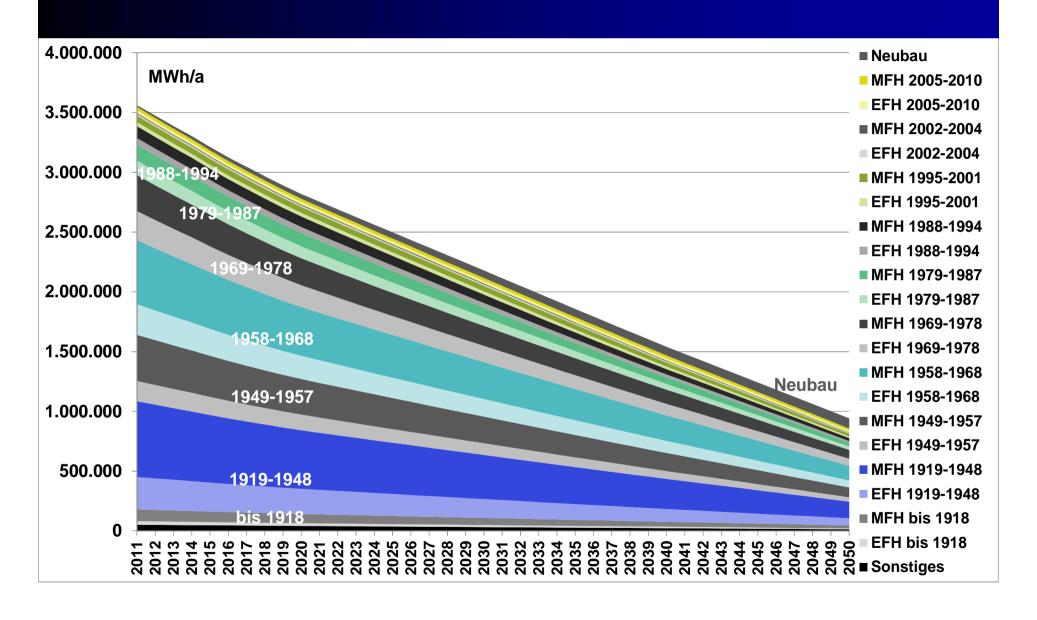
Heizenergiebedarf (MWh/a) – Klimaschutzszenario /1,5 % San.-Quote



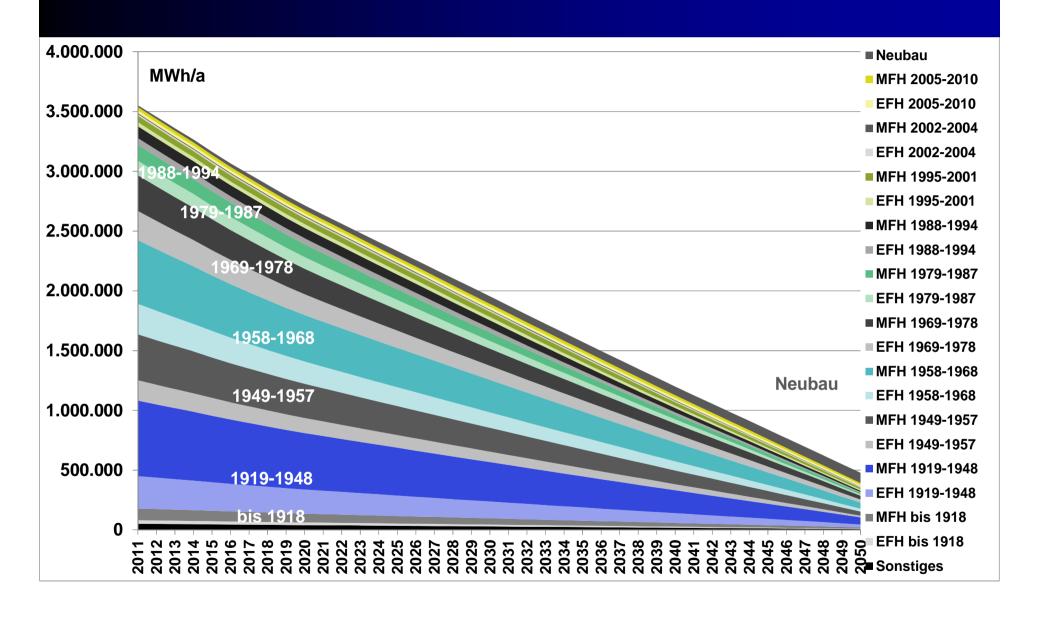
Heizenergiebedarf (MWh/a) - Klimaschutzszenario /2,0 % San.-Quote



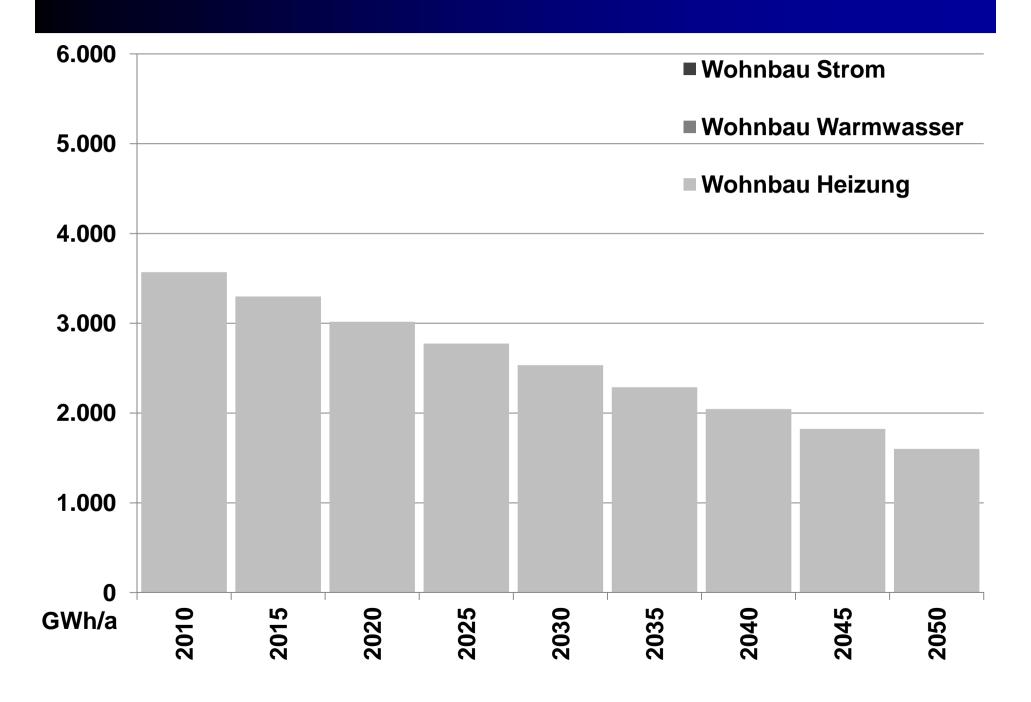
Heizenergiebed. (MWh/a) – Best Practice Szenario /2,0% San.-Quote



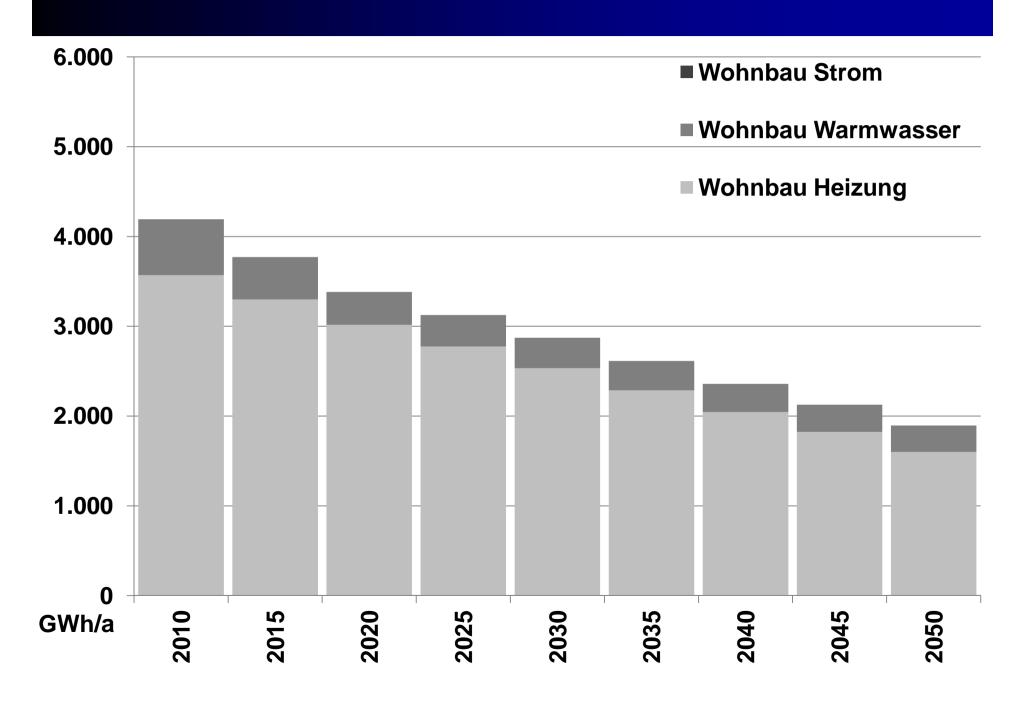
Heizenergiebed. (MWh/a) - Best Practice Szenario /2,5% San.-Quote



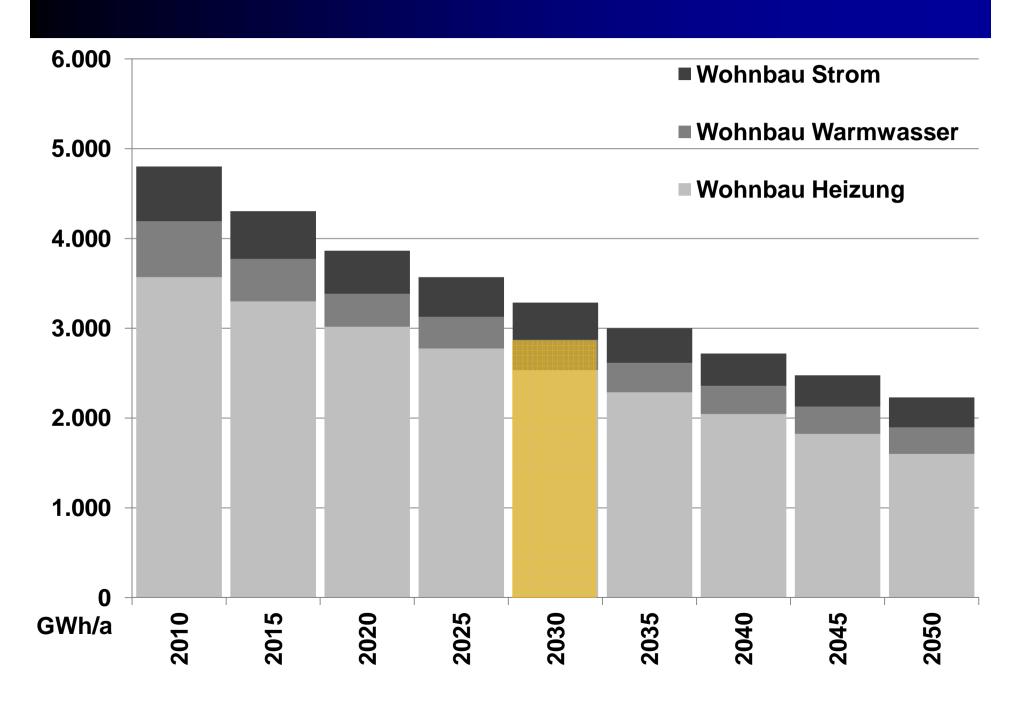
Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 % des Bestandes p. a.



Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 % des Bestandes p. a.



Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 % des Bestandes p. a.

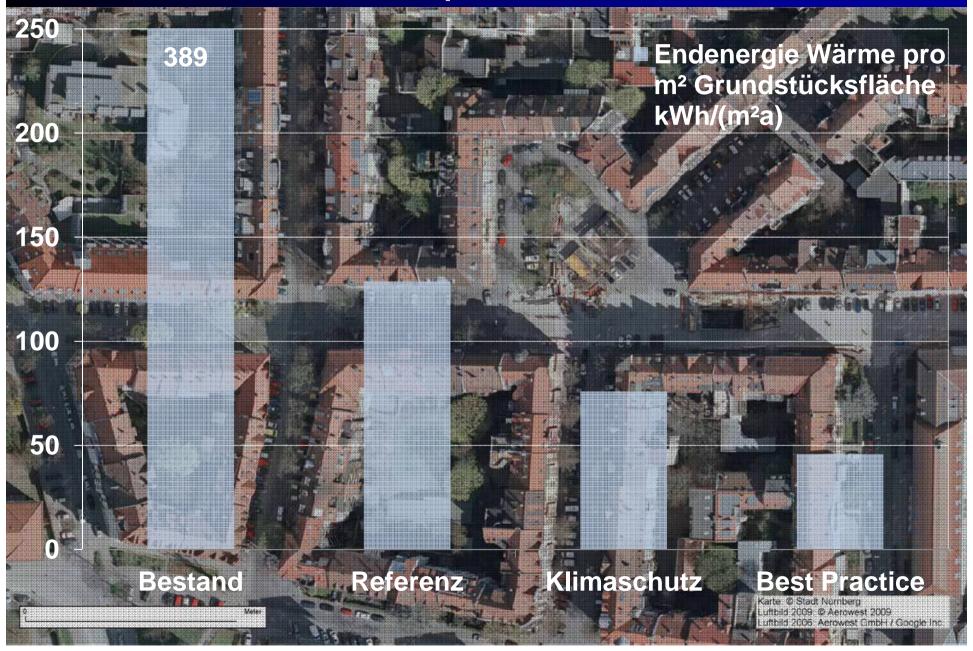


Gründerzeitgebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 2,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 1,8 m²/m² Koberg 57/12 57/14 57/13 57/30 57/21 57/29 Uhlandstraße 57/19 52/12 Tiefgarage 53/5 53/12 66/59 53/2 Kaulbachplatz 66/58 52/8 53/7 -0-Schweppermannstraße Schweppermannstraße 80/50 80/51 80/49 80/38 80/54 80/35 51/12 80/58 80/40 80/55 80/56 80/33 80/30 80/16 80/14 80/32 80/29 Karte: @ Stadt Nürnberg Luftbild 2009: @ Aerowest 2009 Luftbild 2006: Aerowest GmbH / Google Inc. Meuschelstraße

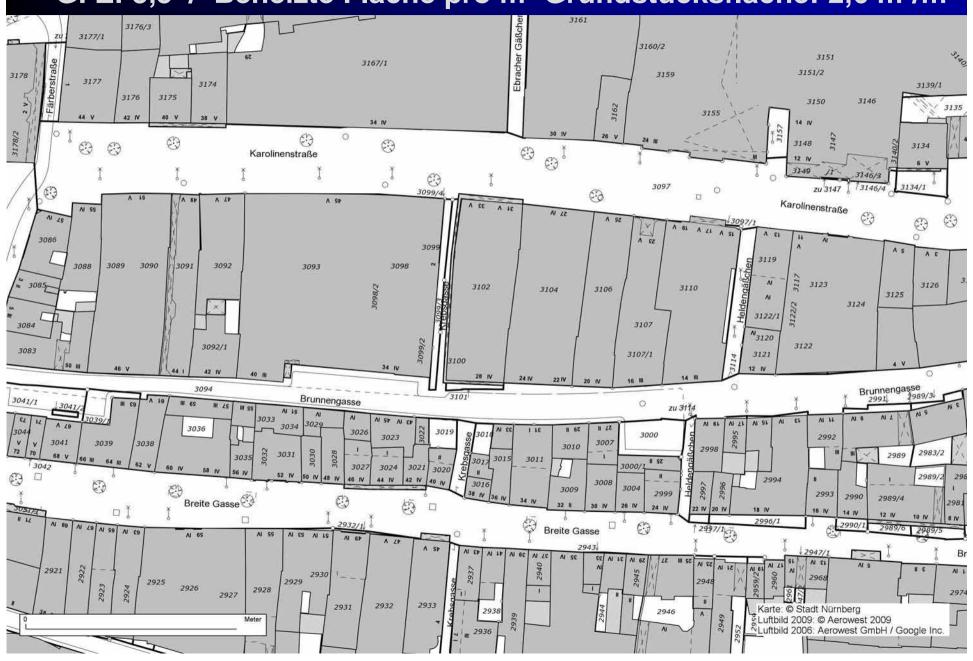
Gründerzeitgebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 2,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 1,8 m²/m²



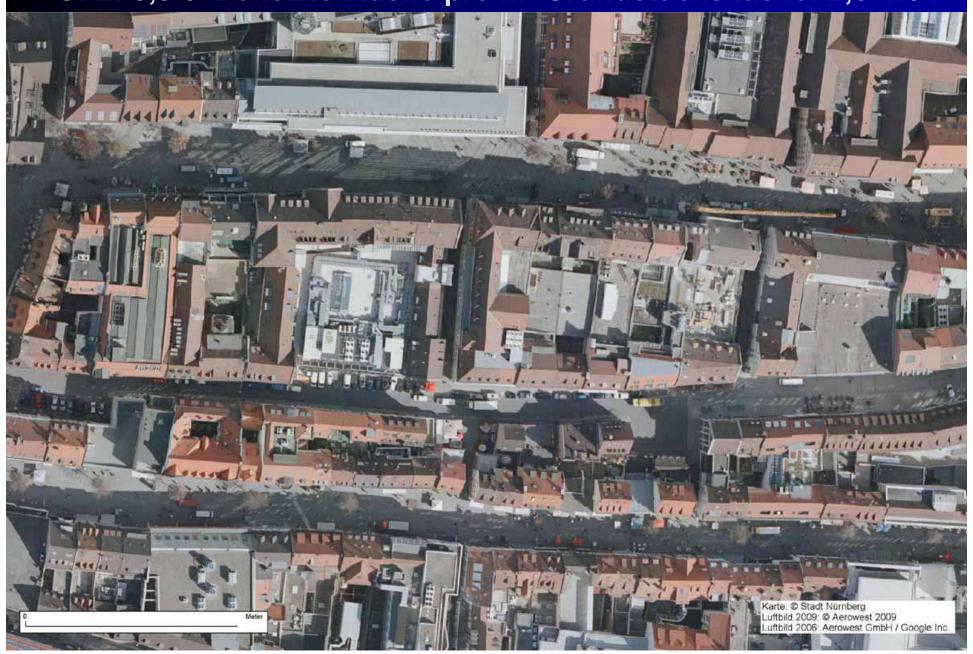
Gründerzeitgebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 2,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 1,8 m²/m²



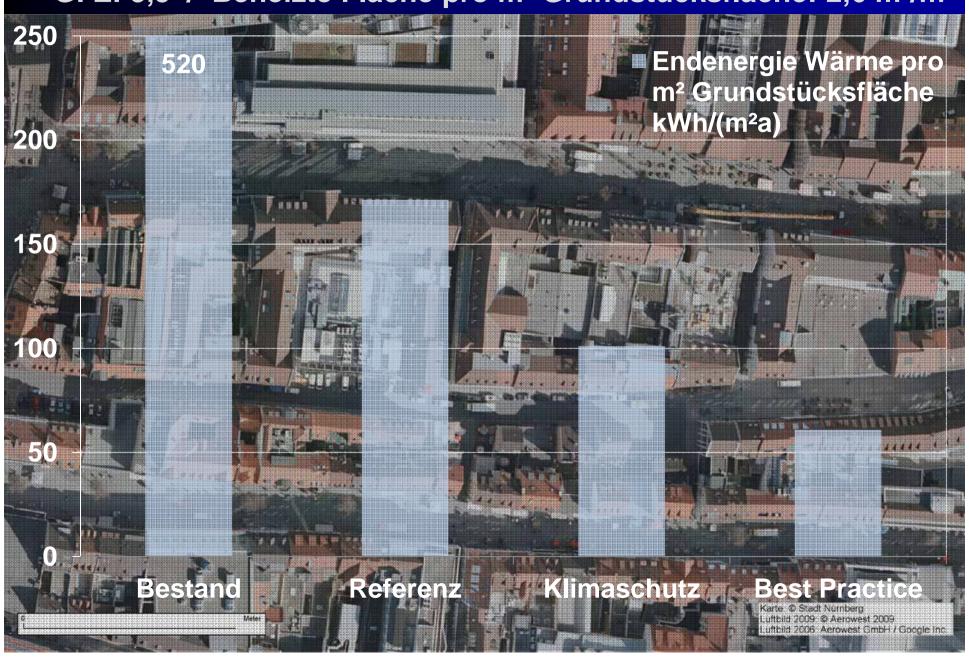
Kerngebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 3,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 2,6 m²/m²

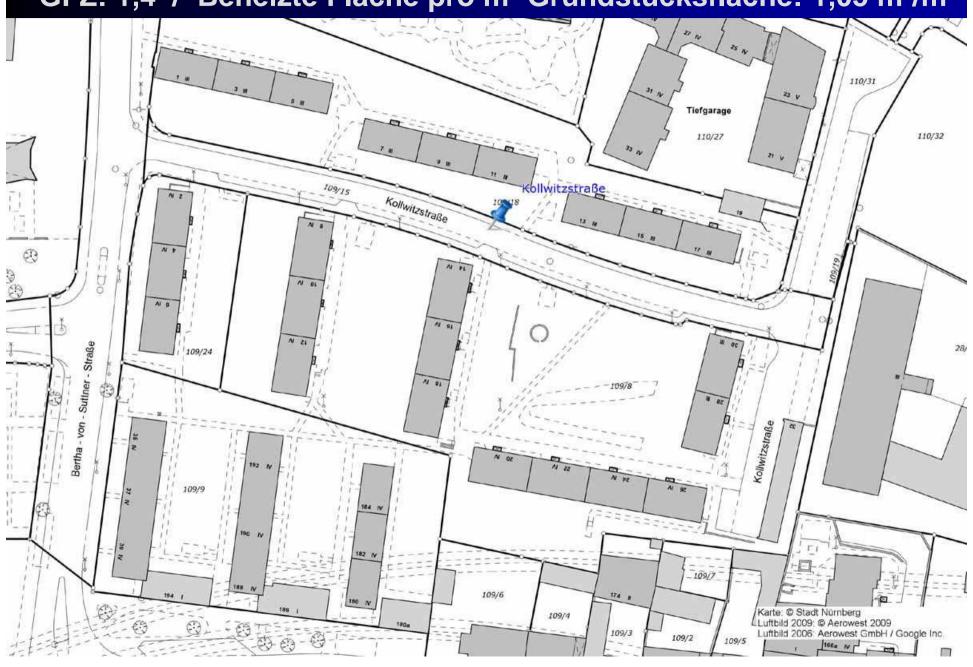


Kerngebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 3,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 2,6 m²/m²

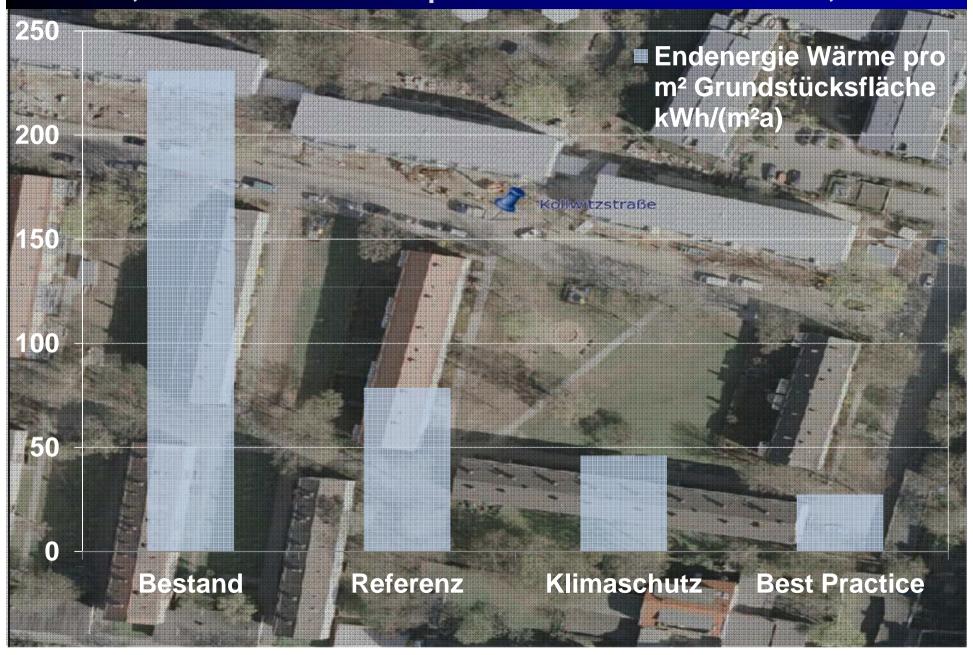


Kerngebiet – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 3,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 2,6 m²/m²



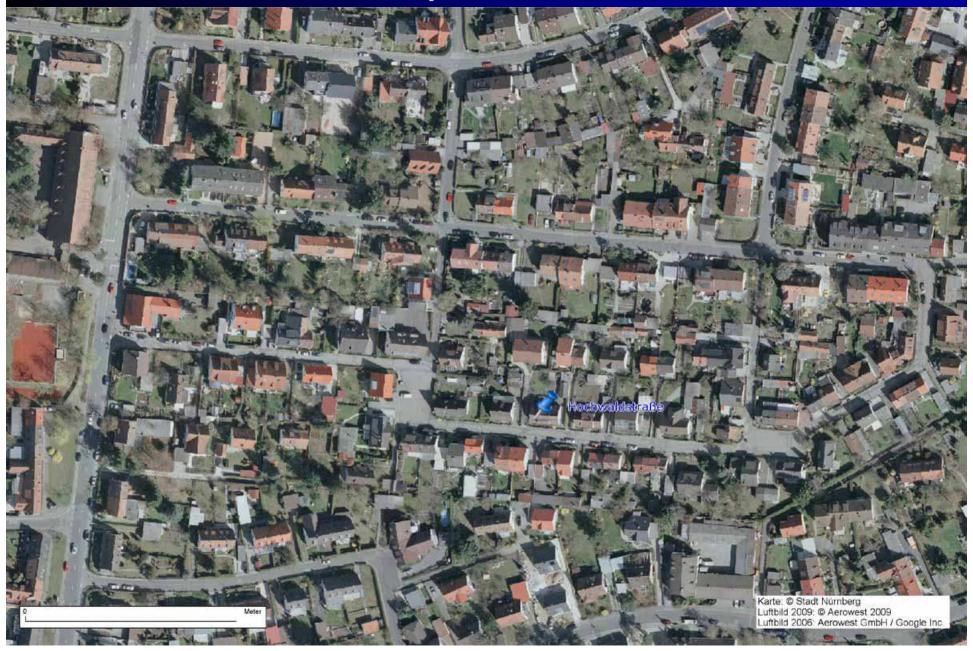


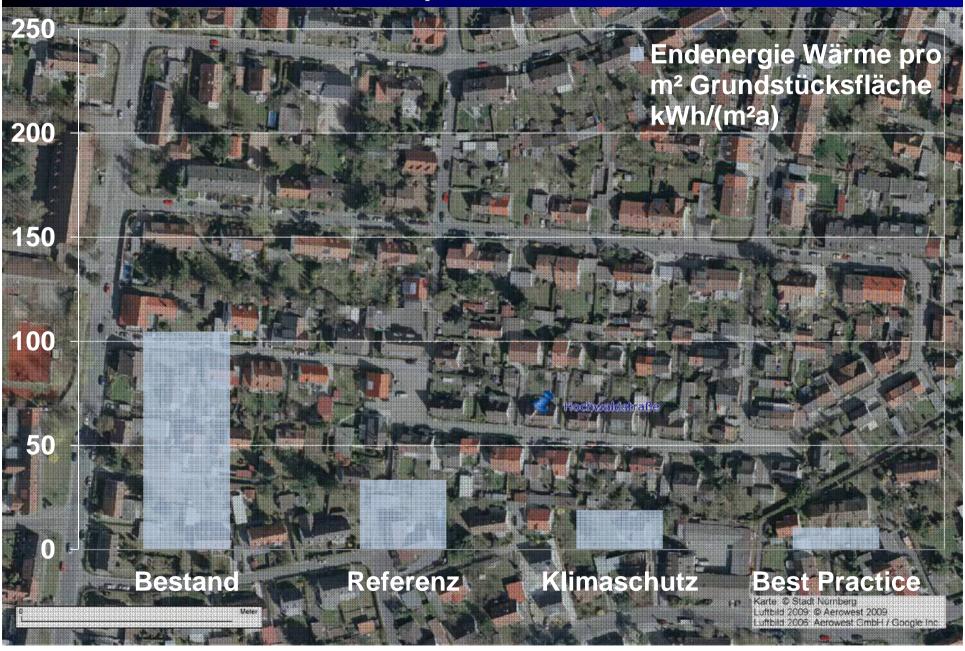






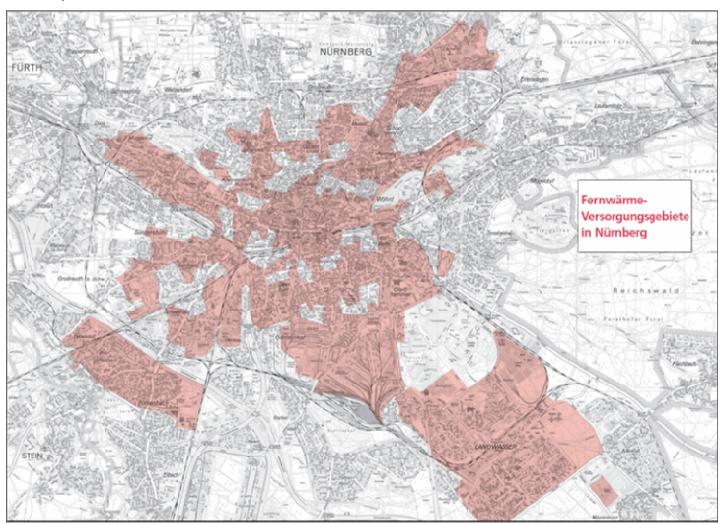
EFH 1919 bis1948 – Energiedichte pro m² Grundstücksfläche GFZ: 0,5 / Beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche: 0,38 m²/m² Luftbild 2009: @ Aerowest 2009 Luftbild 2006: Aerowest GmbH / Google Inc.







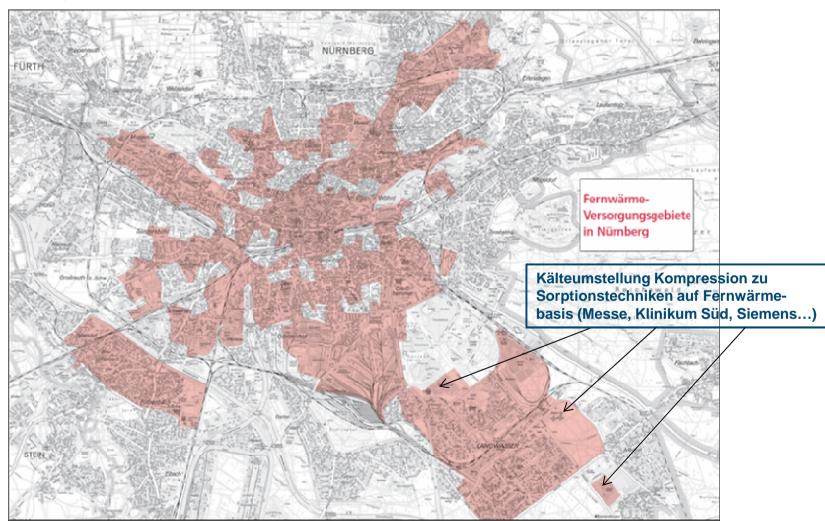
Fernwärmenetz in Nürnberg



Quelle: N-ERGIE Aktiengesellschaft



Fernwärmenetz in Nürnberg



Quelle: N-ERGIE Aktiengesellschaft



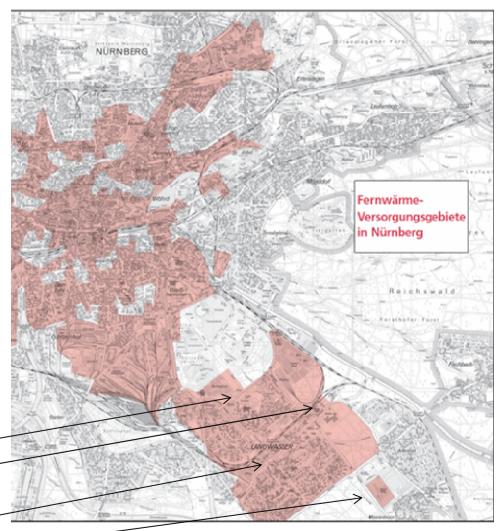
Fernwärme in Nürnberg

Kälte aus Fernwärme als Ausgleich für sinkenden Wärmebedarf im Wohnbereich infolge energ. Gebäudesanierung:

Kälteumstellung Kompression zu Sorptionstechniken auf Fernwärmebasis

z.B. Südöstl. Bereich: Einbeziehung von Kälte-Großverbauchern:

- Messezentrum
- Klinikum Süd
- Frankeneinkaufszentrum
- Siemens-Moorenbrunn



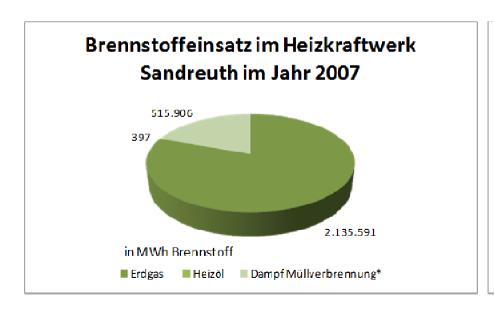
Quelle: N-ERGIE Aktiengesellschaft

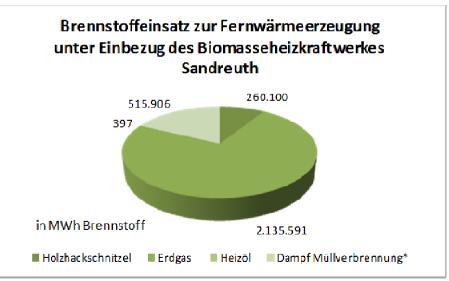


Fernwärme in Nürnberg Heizkraftwerk N-Sandreuth

Heizkraftwerk der N-ERGIE Aktiengesellschaft in Nürnberg-Sandreuth:

Nutzung von Biomasse zur Fernwärmeerzeugung in naher Zukunft



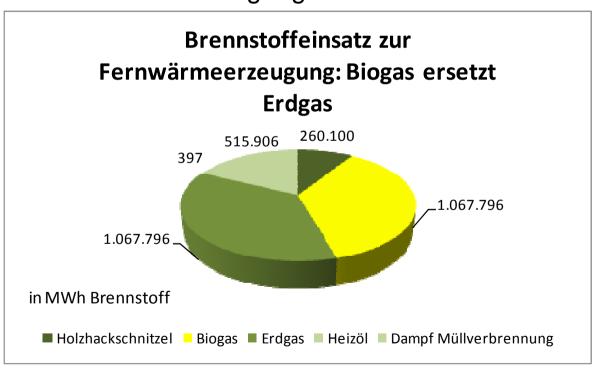




Fernwärme in Nürnberg Heizkraftwerk N-Sandreuth

Heizkraftwerk der N-ERGIE Aktiengesellschaft in Nürnberg-Sandreuth in 2050:

Nutzung von Biomasse und regionales Biogas (50% des Erdgaseinsatzes) zur Fernwärmeerzeugung



Stadt-Land-Kooperation

- z. B. Bio-Energie-Zentrum (BEZ) der infra fürth gmbh Erzeugung von Biogas, ca. 50.000 MWh p.a.:
- Biogas-Einspeisung ins infra-Erdgasnetz
- Fernwärmeerzeugung in KWK im HKW
 Fronmüllerstraße



Fernwärme in Nürnberg Siedlungstypen / Sanierung

Fernwärmenutzung in energetisch sanierten Gebieten: Mehrfamilienhaus-Bebauung 1959 - 1968

Wirtschaftlichkeitsgrenze (Mindestwert nach KfW-Förderprogramm "Erneuerbare Energien Premium Nr 271/281): 500 kWh/m



Mehrfamilienhaus-Bebauung Zeitraum 1959 - 1968 Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Endenergiebedarf je Gebäude	Wärme-	Fernwärmeleitung bei mind. 500 kWh/m	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 1500 kWh/m Wärmebelegungsdichte
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh	kWh /m	m	m
Bestand	83.304	3.787	166,6	55,5
Referenzszenario	26.598	1.209	53,2	17,7
Klimaschutzszenario	15.756	716	31,5	10,5
Best-Practice Klimaschutzszenario	9.555	434	19,1	6,4



Fernwärme in Nürnberg Siedlungstypen / Sanierung

Fernwärmenutzung in energetisch sanierten Gebieten: Reihenhaus-Bebauung 1959 - 1978



Reihenhaus-Bebauung Zeitraum 1959 - 1978 Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Endenergiebedarf je Gebäude	Wärme-	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 500 kWh/m Wärmebelegungsdichte	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 1500 kWh/m Wärmebelegungsdichte
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh	kWh /m	m	m
Bestand	26.640	1.903	53,3	17,8
Referenzszenario	8.700	621	17,4	5,8
Klimaschutzszenario	4.992	357	10,0	3,3
Best-Practice Klimaschutzszenario	2.724	195	5,4	1,8

Nichtwohngebäude

Standards Referenz- (S1), Klimaschutz- (S2) und Best Practice Szenario (S3)

Dachdammung | Luftdichtheit | Wärmebrück. |

S1:U=0,2 W/(m²K) S1:n₅₀=1,0 h⁻¹ S1:∆U=0,05

S2:U=0,15 W/(m²K) S2: n_{50} =0,6 h^{-1} S2: Δ U=0,025

S3:U=0,12 W/(m²K) S3: n_{50} =0,6 h⁻¹ S3: Δ U=0,015

Luftung

S1: WRG 75 %

S2: WRG 80 %

S3: WRG 85 %



Fassade

S1:U=0,22 W/(m²K)

S2:U=0,16 W/(m²K)

S3:U=0,12 W/(m²K)

Fenster

S1:Uw=0,9 W/(m²K)

S2:Uw=0,85W/(m2K)

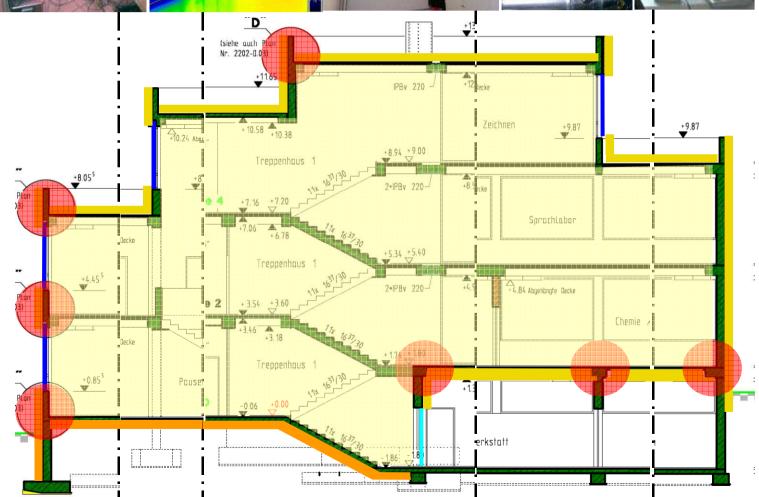
\$3:Uw=0,8W/(m²K)

KG-Dämmung

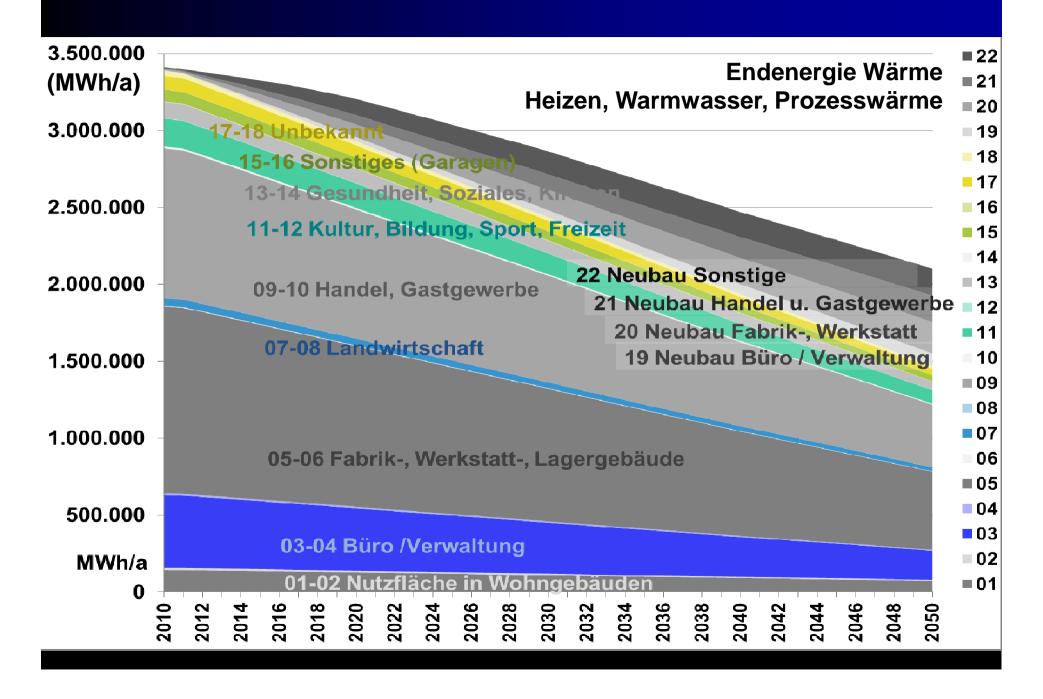
S1:U=0,25 W/(m²K)

S2:U=0,18 W/(m²K)

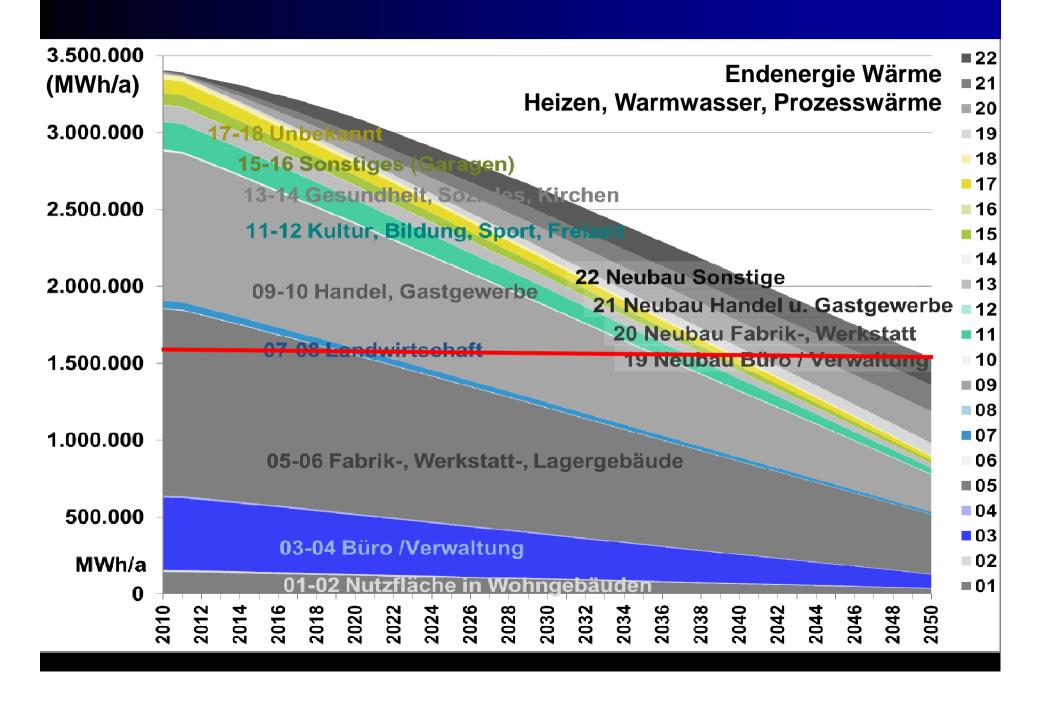
S3:U=0,16 W/(m²K)



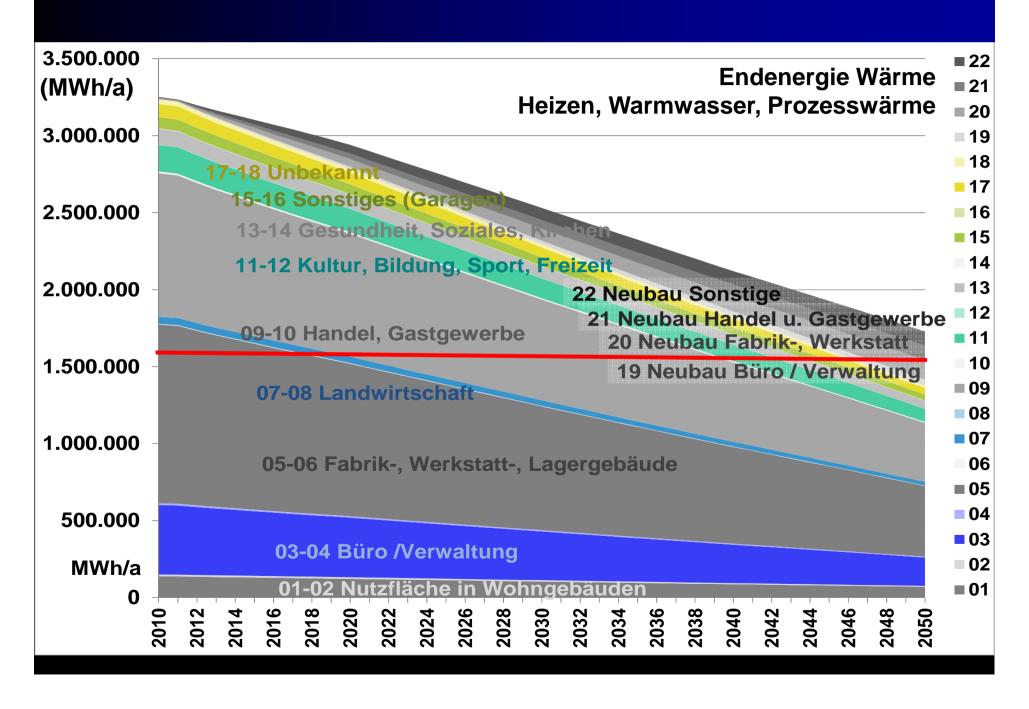
Nichtwohnbauten – Referenzszenario 1,2 % San.-Quote



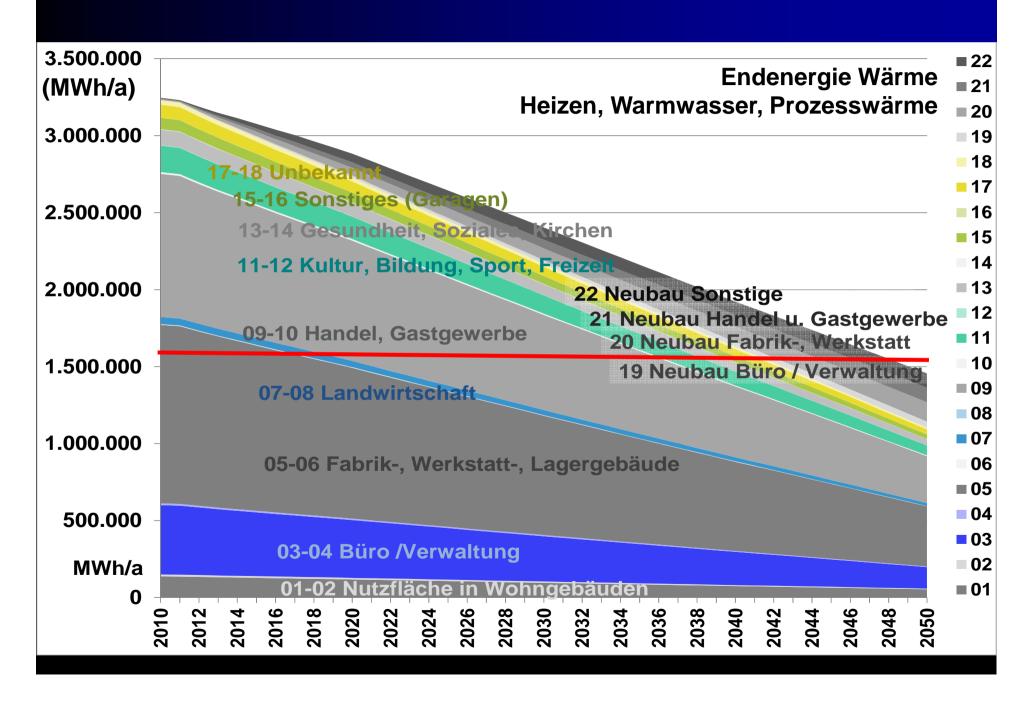
Nichtwohnbauten – Referenzszenario 2,5 % San.-Quote



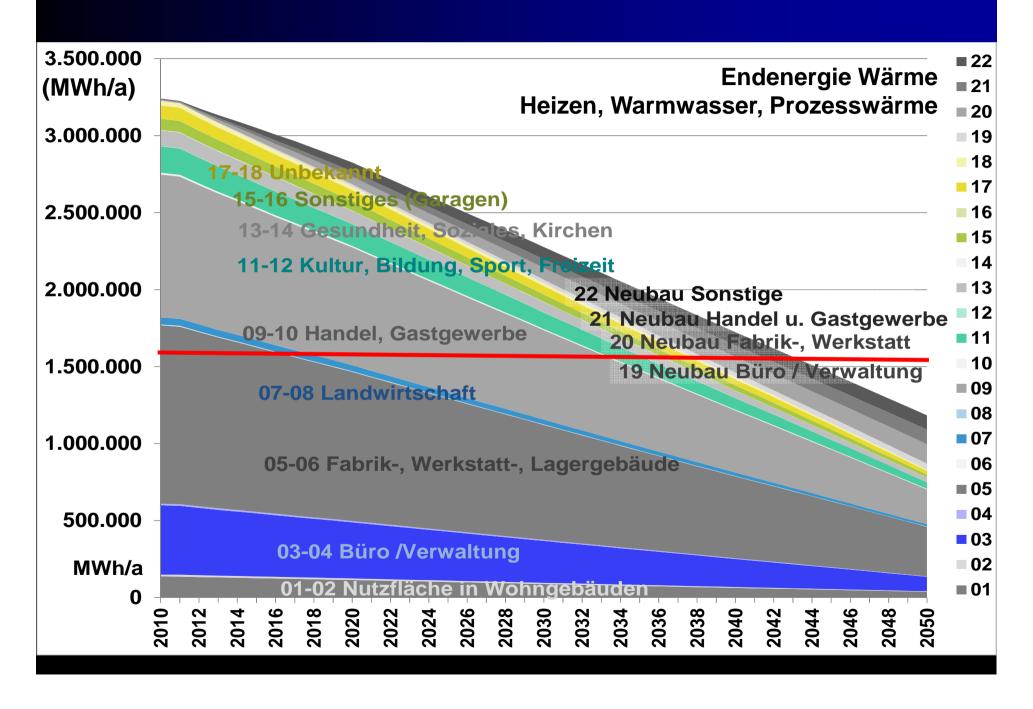
Nichtwohnbauten – Kimaschutzszenario 1,0 % San.-Quote



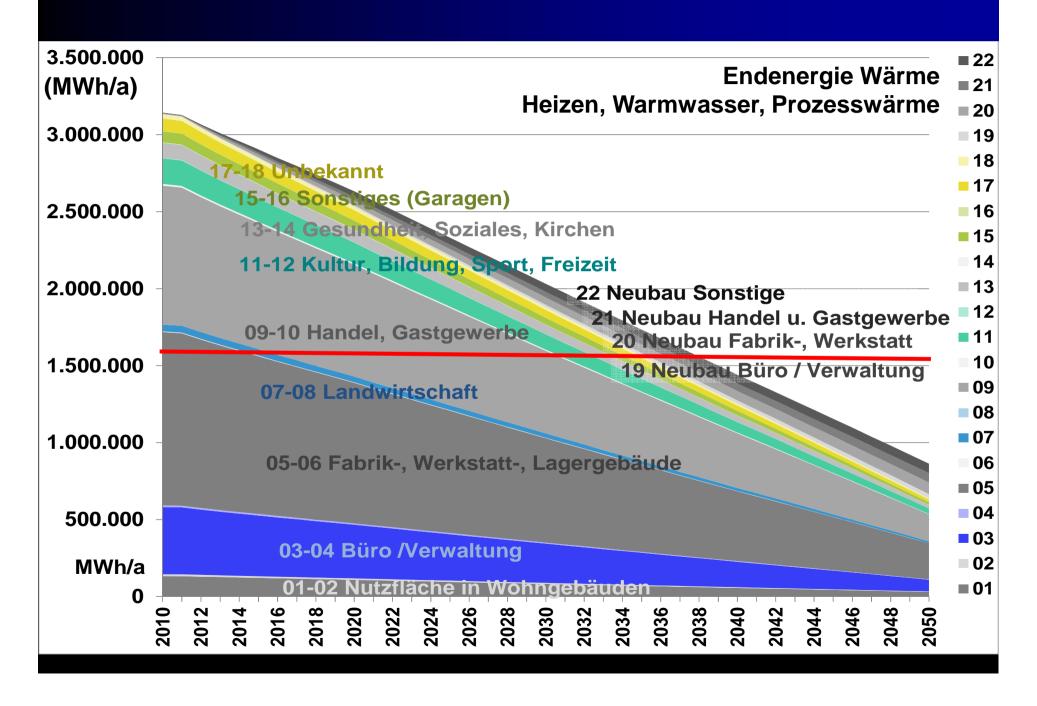
Nichtwohnbauten – Kimaschutzszenario 1,5 % San.-Quote



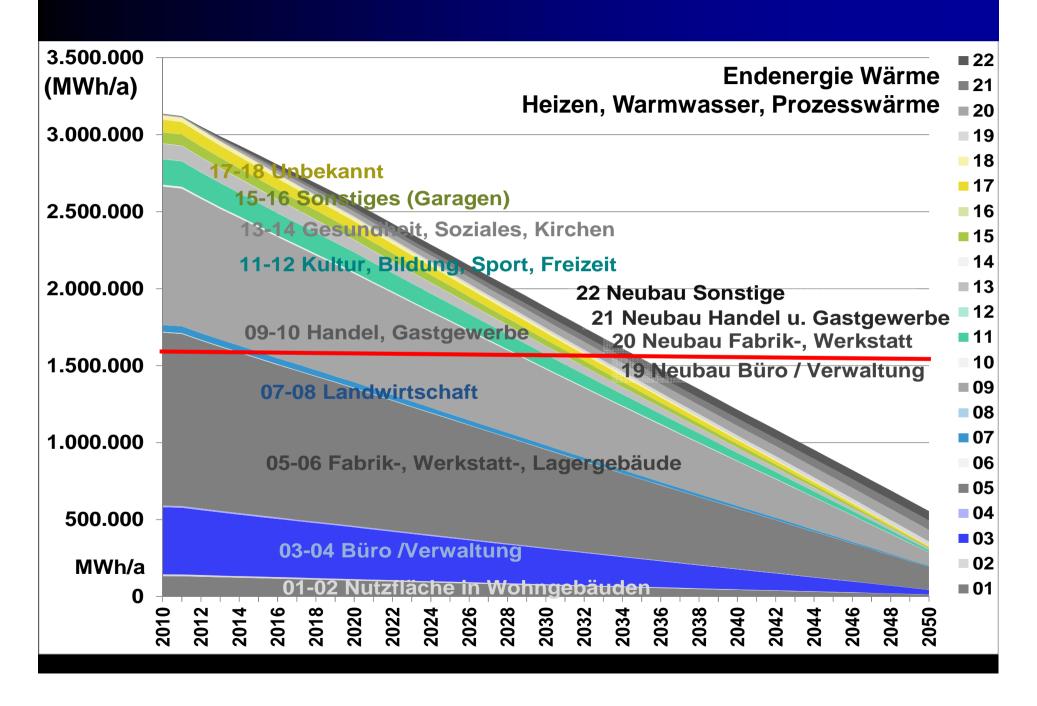
Nichtwohnbauten – Kimaschutzszenario 2,0 % San.-Quote



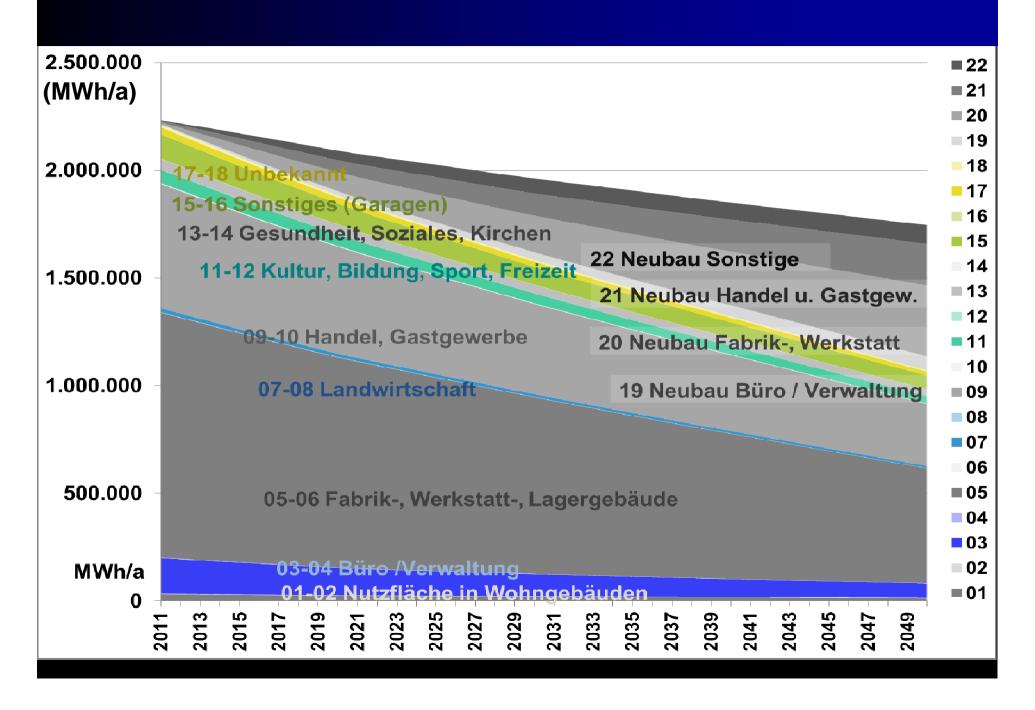
Nichtwohnbauten – Best Practice Szenario 2,0 % San.-Quote



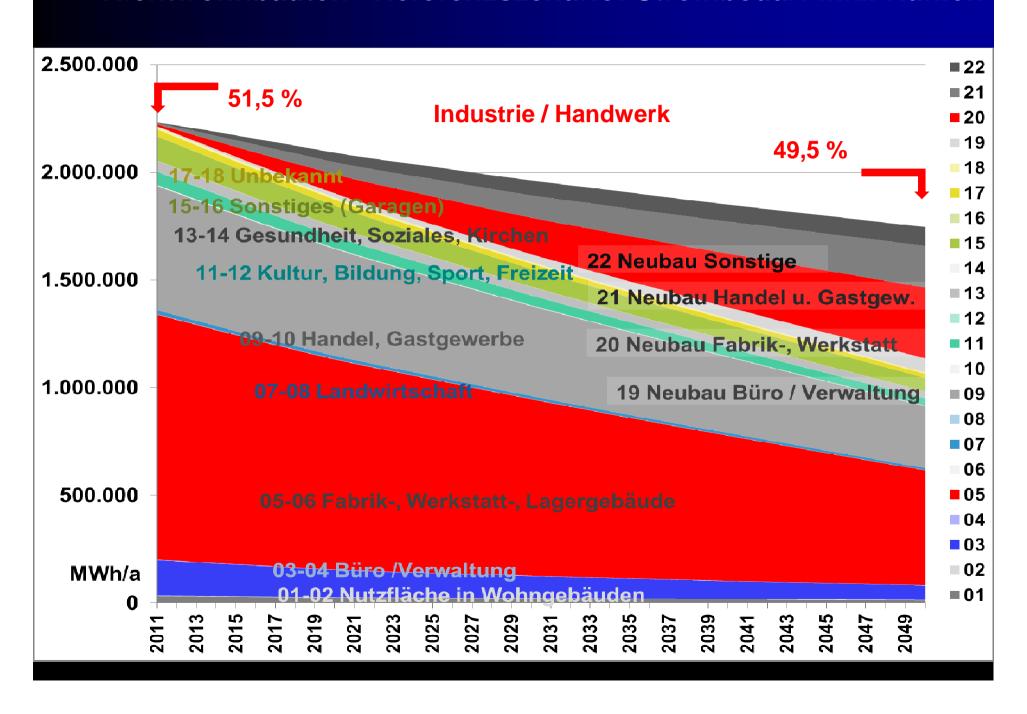
Nichtwohnbauten – Best Practice Szenario 2,5 % San.-Quote



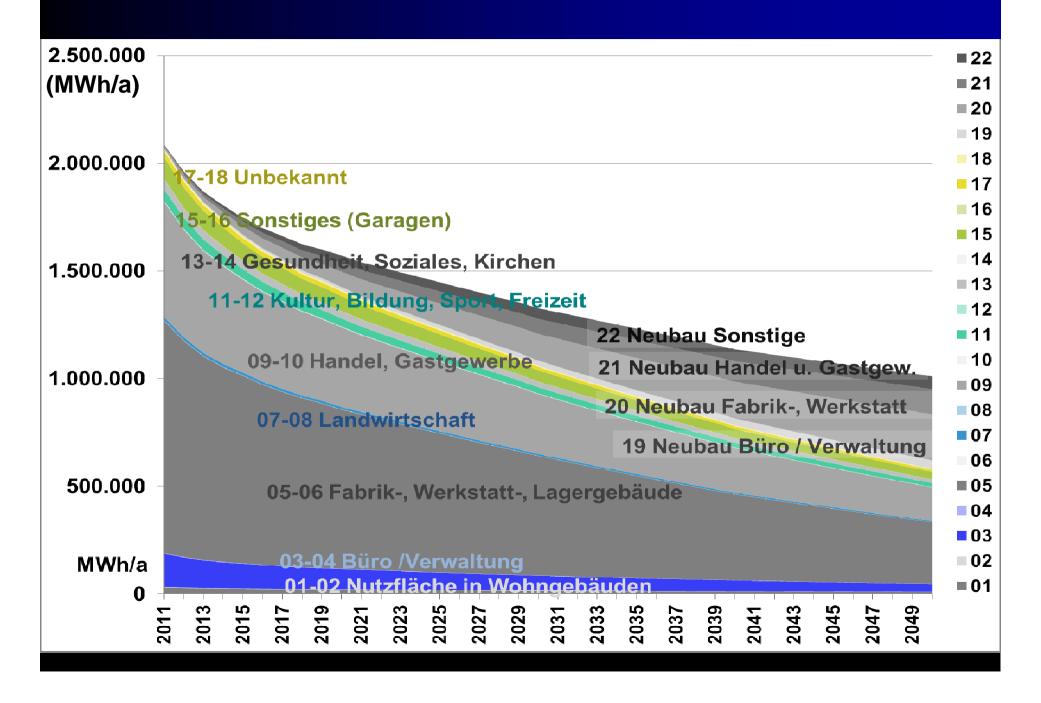
Nichtwohnbauten –Referenzszenario: Strombedarf inkl. Kühlen



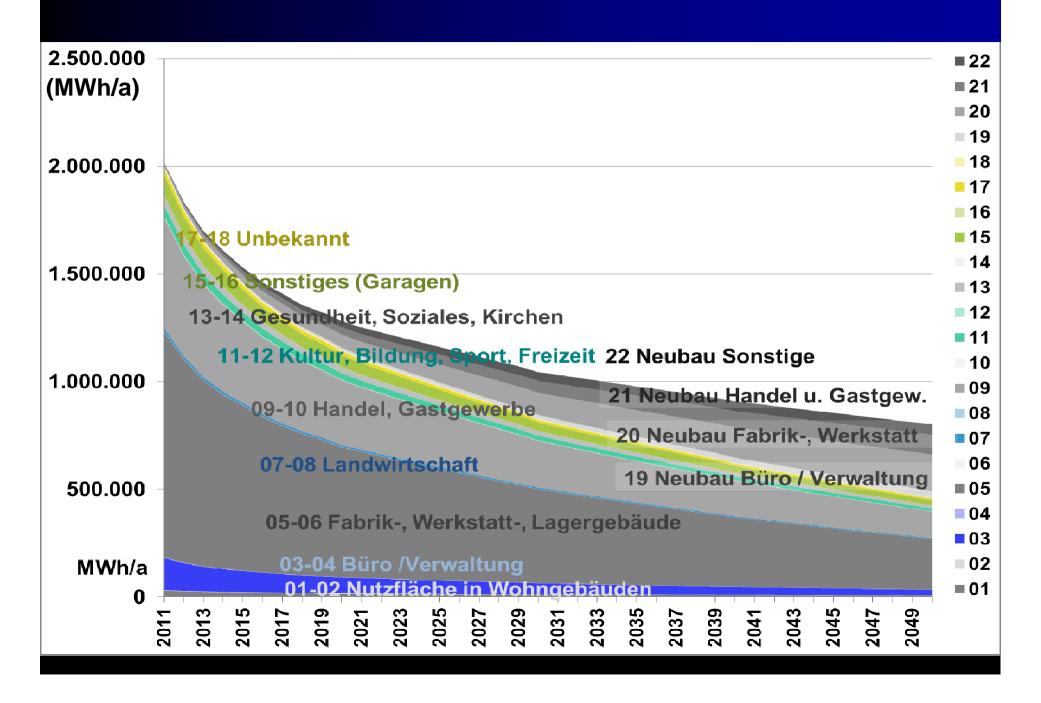
Nichtwohnbauten –Referenzszenario: Strombedarf inkl. Kühlen



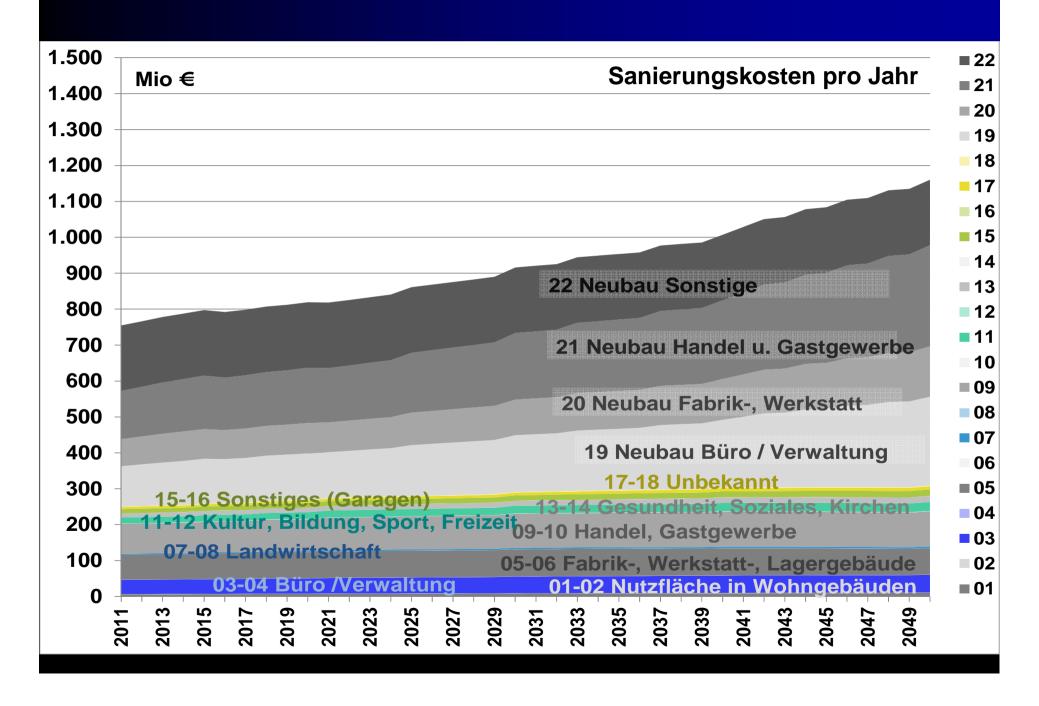
Nichtwohnbauten – Klimaschutzszenario: Strombedarf inkl. Kühlen



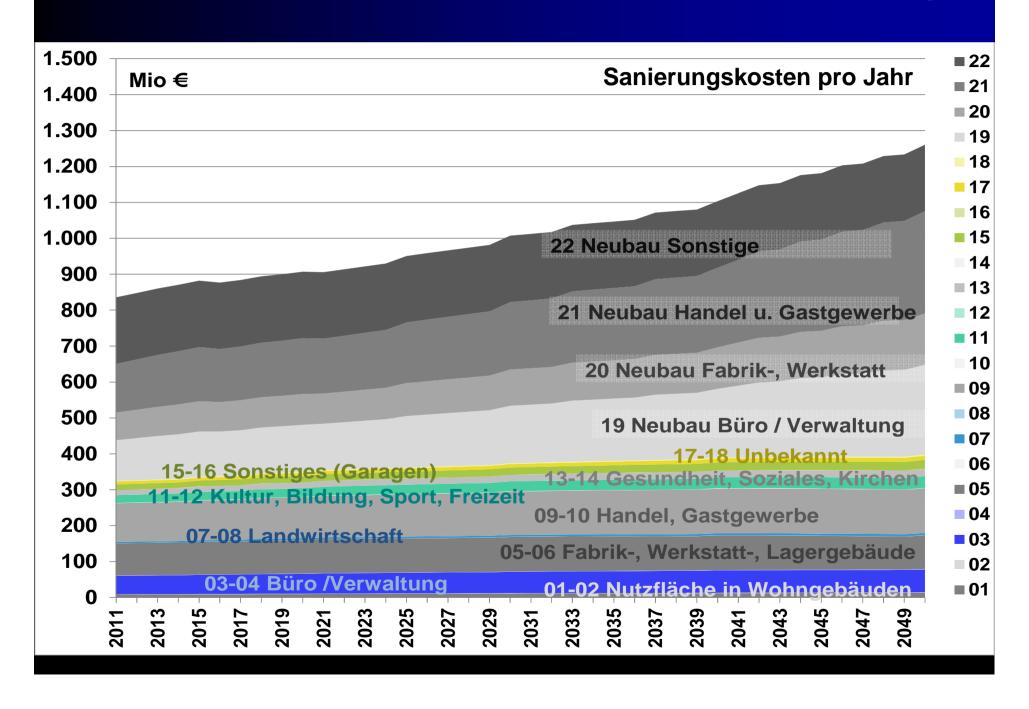
Nichtwohnbauten – Best Practice Szenario: Strombed. inkl. Kühlen



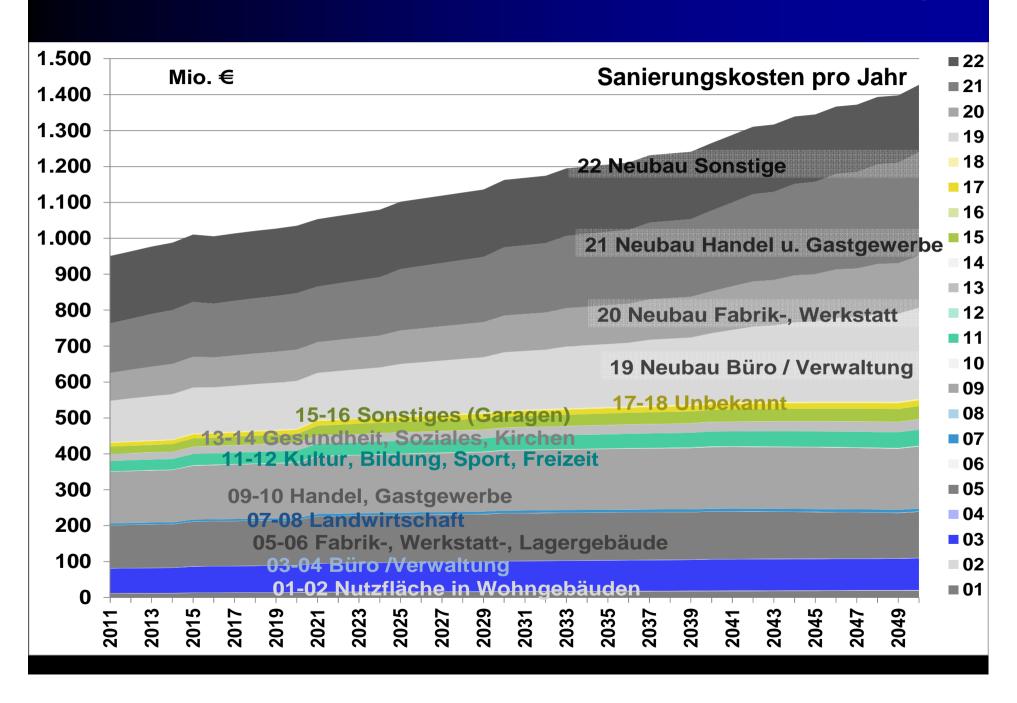
Nichtwohnbauten – Referenzszenario San-Quote 1,2 % p. a.



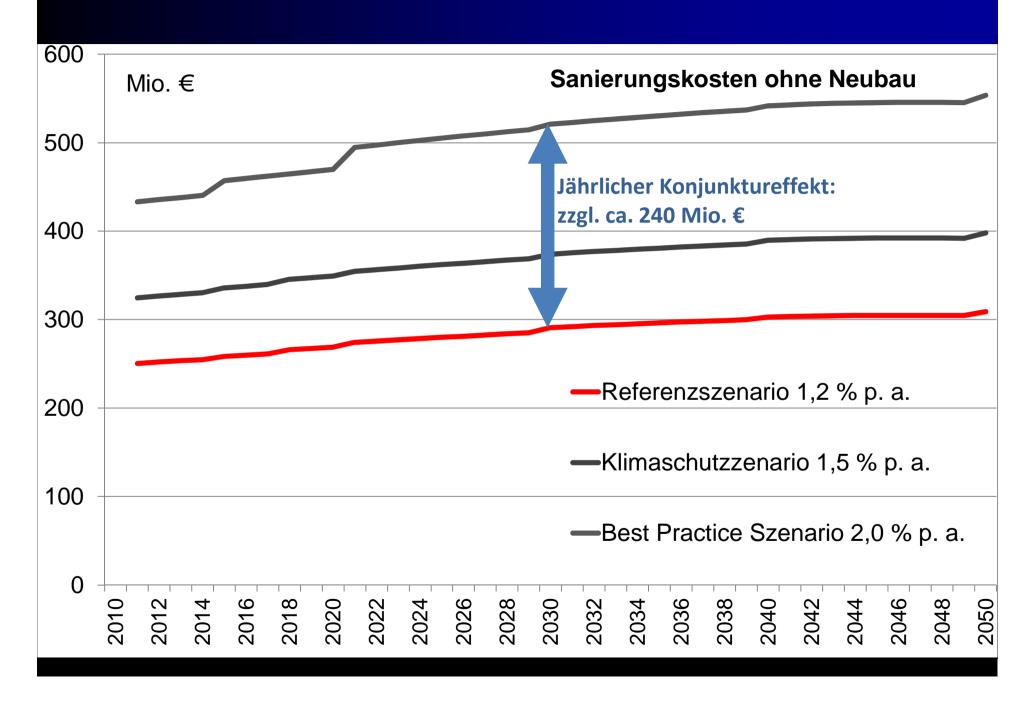
Nichtwohnbauten – Klimaschutzszenario San-Quote 1,5 % p. a.



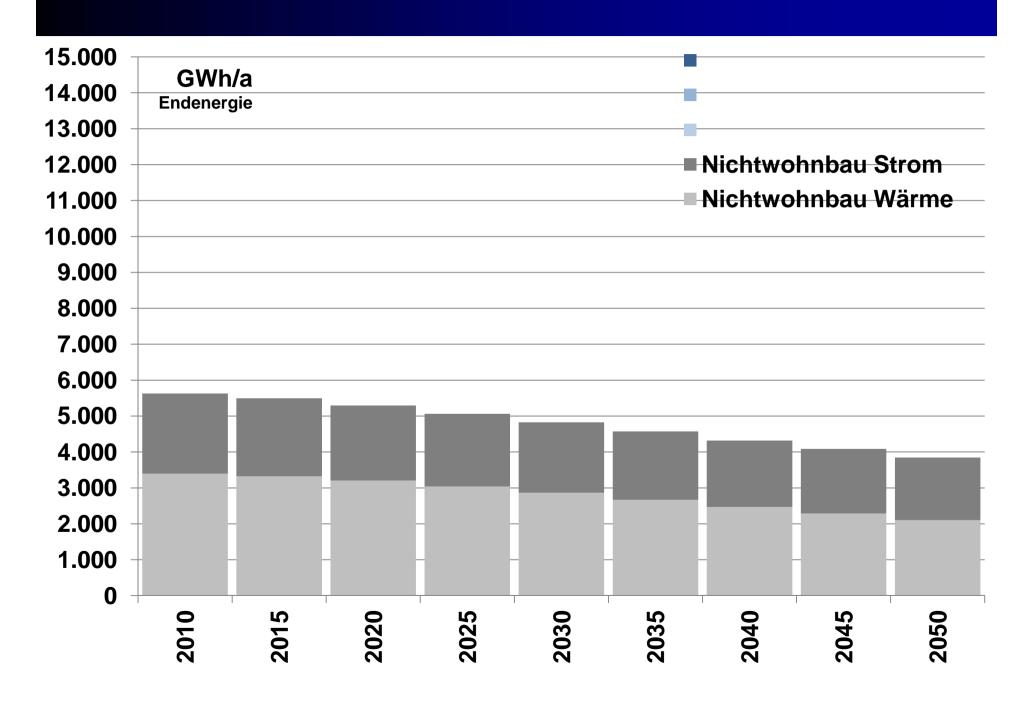
Nichtwohnbauten – Best Practice Szenario San-Quote 2,0 % p. a.



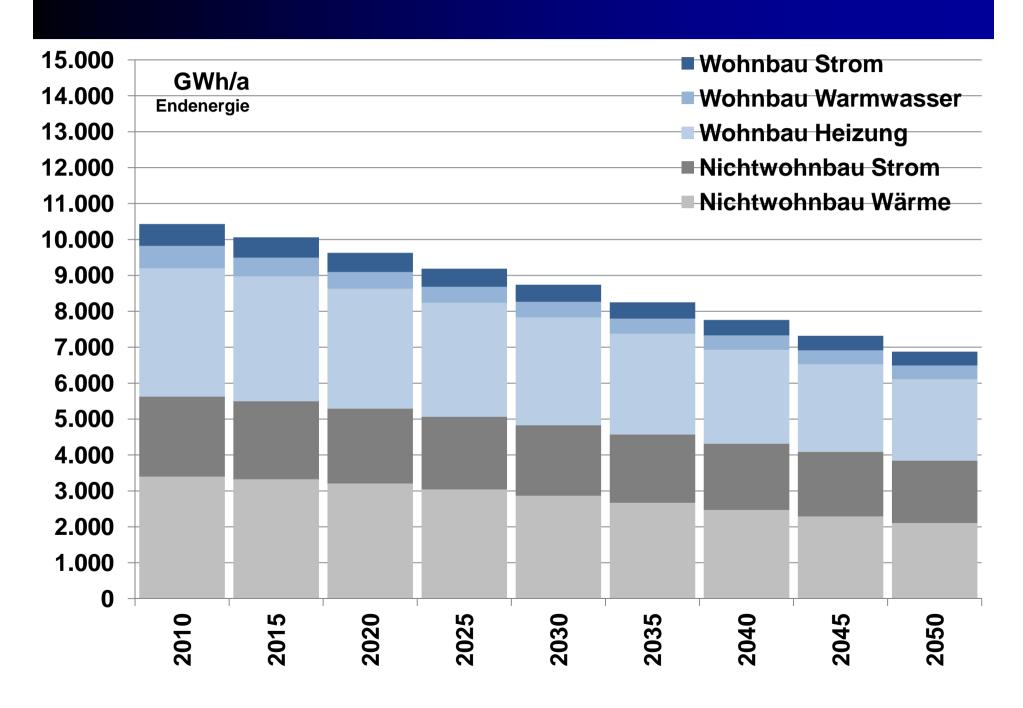
Nichtwohnbauten – Konjunkturimpuls: San-Quote 2,0 statt 1,2 % p. a.



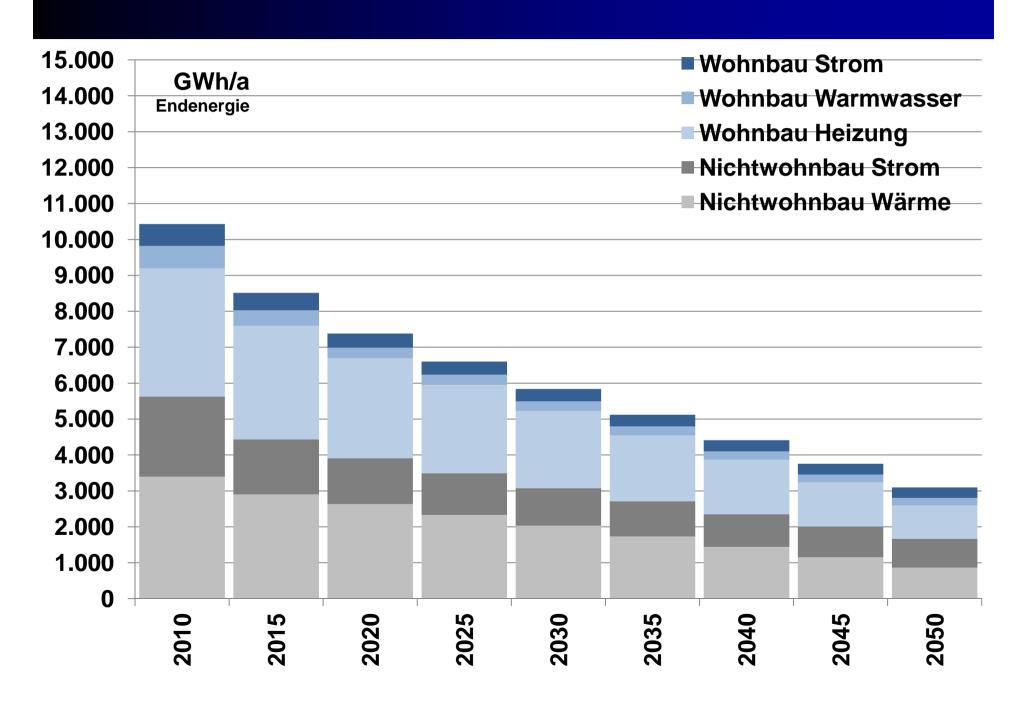
Referenzszenario – Sanierungsquote 1,2 % des Bestandes p. a.



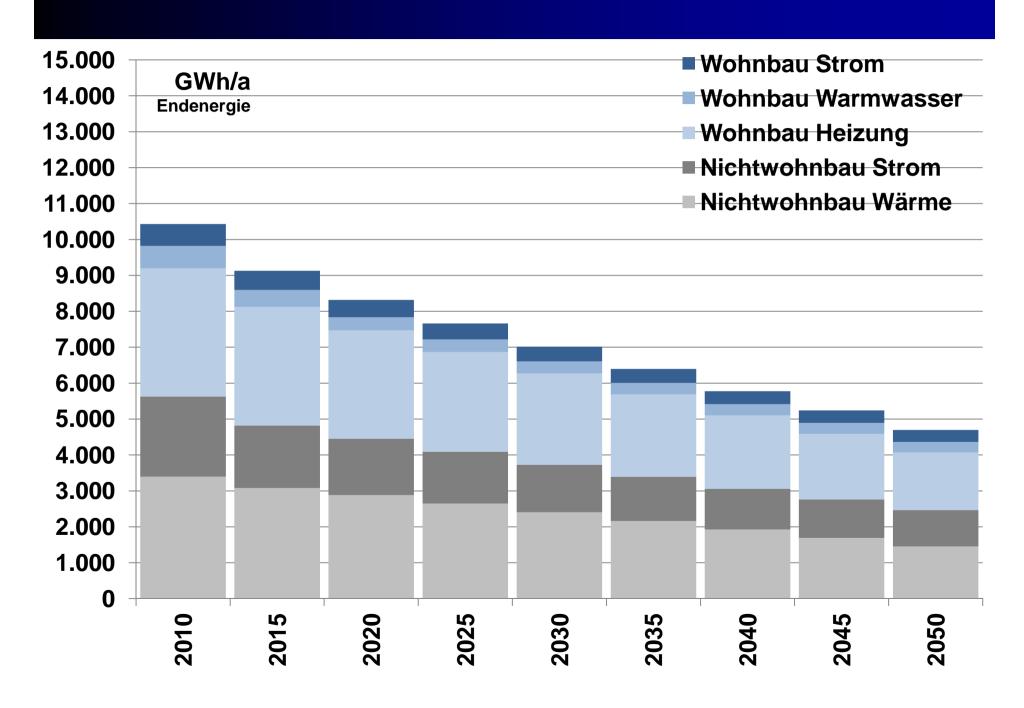
Referenzszenario – Sanierungsquote 1,2 % des Bestandes p. a.



Best Practice Szenario – Sanierungsquote 2,0 % des Bestandes p.a.

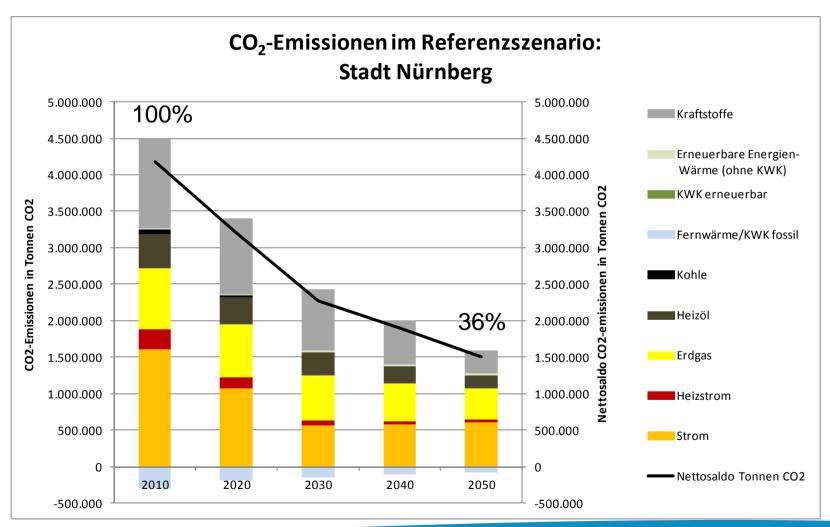


Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 % des Bestandes p. a.



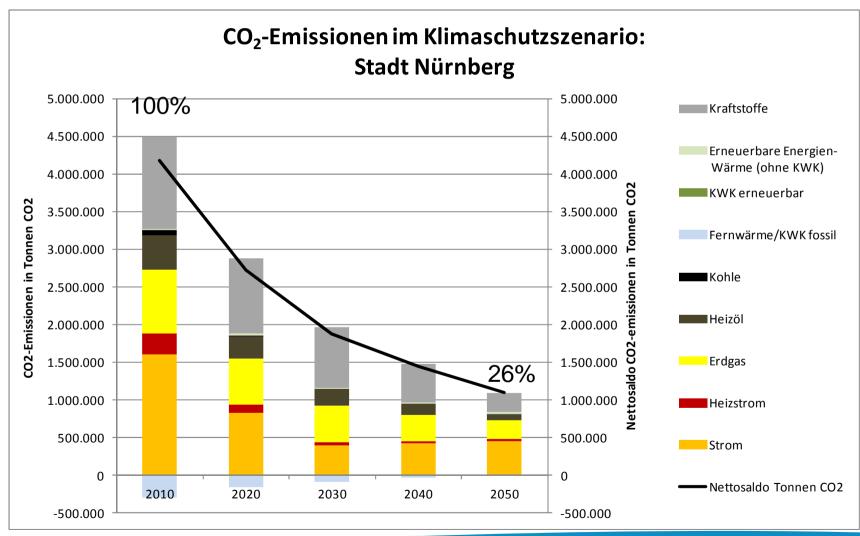


CO₂ Entwicklung bis 2050 Referenzszenario



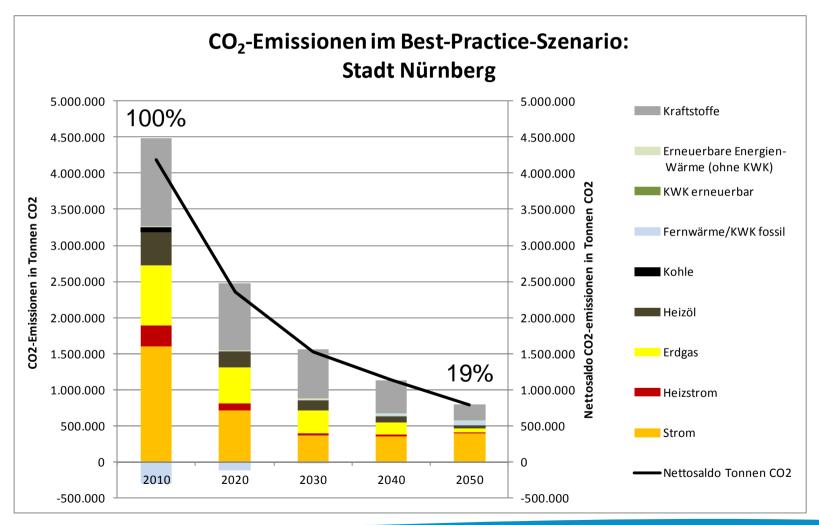


CO₂ Entwicklung bis 2050 Klimaschutzszenario





CO₂ Entwicklung bis 2050 Best-Practice-Klimaschutzszenario



Gesamtzusammenstellung Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 %

