

Case Study Berlin

Zusammenfassung

WP 4 Energieeffizienz und Minderung CO₂-Emission



Inhaltsverzeichnis

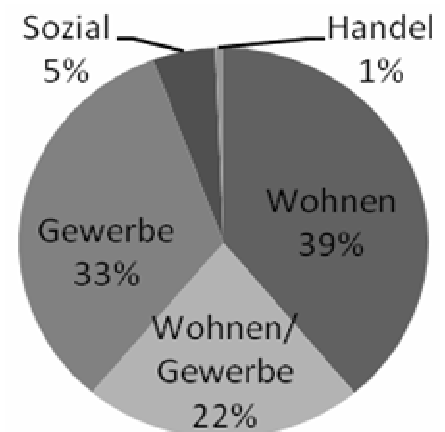
Situation 1991/1992 - Kaskelkiez (KAS).....	2
Situation 1991/1992 - Frankfurter Allee-Süd (FAS).....	3
Bewertungs- und Berechnungssystematik	4
Gebäudetypen und mittlerer Energiebedarf 1991/92	5
Energetische Sanierungsmaßnahmen Kaskelkiez	6
Energetische Sanierungsmaßnahmen Frankfurter-Allee-Süd.....	7
Integrierte Energiekonzepte 1991/92 bis 2010.....	8
Energieeffizienz Kaskelkiez 2010	9
Energieeffizienz Frankfurter-Allee-Süd 2010	10
Zusammenfassung Ergebnisse	11
Potenziale für Energieeinsparung / Energieeffizienz.....	12
Schlussfolgerungen	12

Situation 1991/1992 - Kaskelkiez (KAS)

- Gesamte Wohn-/Nutzfläche: 187.450 m²
- Industrie/Gewerbe im Westen des Gebietes (Fa. Knorr)
- Gebäude hauptsächlich Mauerwerksbauten
Bauzeit 1875 - 1920
- Blockbebauung mit Kriegslücken
- Zustand der Gebäude:
12 % schlecht/desolat, 59 % mittlere Schäden, 29 % normal nutzbar
- hoher individueller Sanierungsaufwand
- vorwiegend dezentrale Wärmeversorgung
76 % Ofenheizung
14 % Gas-Einzelraumheizer (GAMAT)
2 % Gas-Etagenheizung
8 % Zentralheizung (Kohle)
- Trinkwarmwasser (TWW): (geschätzt ¹, keine Angaben)
45 % Kohleöfen
30 % Elektrospeicher
25 % Gas-Durchlauferhitzer
- Erdgasnetz in gutem Zustand, kein Fernwärmeanschluss



Kaskelkiez, Türschmidtstraße
(Quelle: Archive BA Lichtenberg, Fachbereich Stadtplanung)



Aufteilung der Nutzflächen KAS

spezieller Heizenergiebedarf	203 kWh/m ² a
spezieller Endenergiebedarf	319 kWh/m ² a
spezieller Primärenergiebedarf	383 kWh/m ² a
CO ₂ - Emission	108 kg/m ² a

	Nutzenergiebedarf		Aufwandzahl e _p gemittelt	Endenergiebedarf		Primärenergiebedarf		CO ₂ -Emissionen	
	kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a		kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a	PE-Faktor gemittelt	MWh/a	E-Faktor gemittelt	t/a
Wohngebäude, MW-GZ, ca. 115.100 m ²									
Heizung	205	23.536	1,55	318	36.588	1,18	43.338	0,328	12.017
TWW	15	1.726	1,32	20	2.274	1,52	3.455	0,405	920
Gewerbe und Handel, ca. 63.500 m ²									
Heizung	192	12.226	1,36	262	16.644	1,20	19.949	0,348	5.792
TWW	9	573	1,30	12	747	1,26	938	0,360	268
Sozialgebäude, Schulen, ca. 9.300 m ²									
Heizung	251	2.329	1,39	348	3.229	1,20	3.859	0,343	1.108
TWW	30	279	1,31	39	364	1,33	483	0,372	135
Gesamtes Gebiet, ca. 187.900 m²									
H _z g./TWW	216	40.670	1,47	319	59.846	1,20	72.021	0,338	20.241

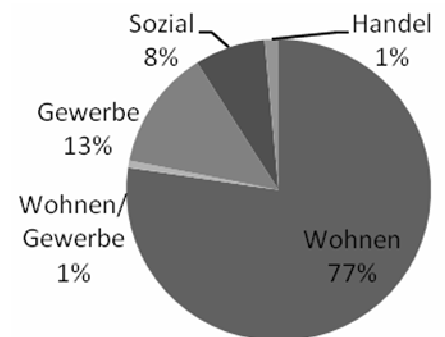
¹ vom Autor geschätzt, nach Abstimmung mit STERN Gesellschaft der behutsamen Stadterneuerung GmbH

Situation 1991/1992 - Frankfurter Allee-Süd (FAS)

- Gesamte Wohn-/Nutzfläche: 418.500 m²
- Industrie/Gewerbe im Osten des Gebietes
- Gute Versorgung mit Schulen, Kitas, Handel
- Gebäude vorrangig in industrieller Bauweise
Bauzeit zwischen 1970 und 1985
56 % P2/10; P2/11 ; 17 % WHH GT 18/21 ; 4 % WBS 70
- 11 % Mauerwerksbau (einschl. Gewerbe / Handel)
- 12 % übrige Gebäude (Schulen, Kitas, Gewerbe etc.)
- Zustand der Gebäude:
Fassaden sanierungsbedürftig, Betonschäden
Heizung und zentrale TWW-Bereitung ineffizient
- zentrale Fernwärmeversorgung für Heizung und TWW
- hauptsächlich Einrohrheizanlagen



Frankfurter Allee Süd (FAS), P2/11



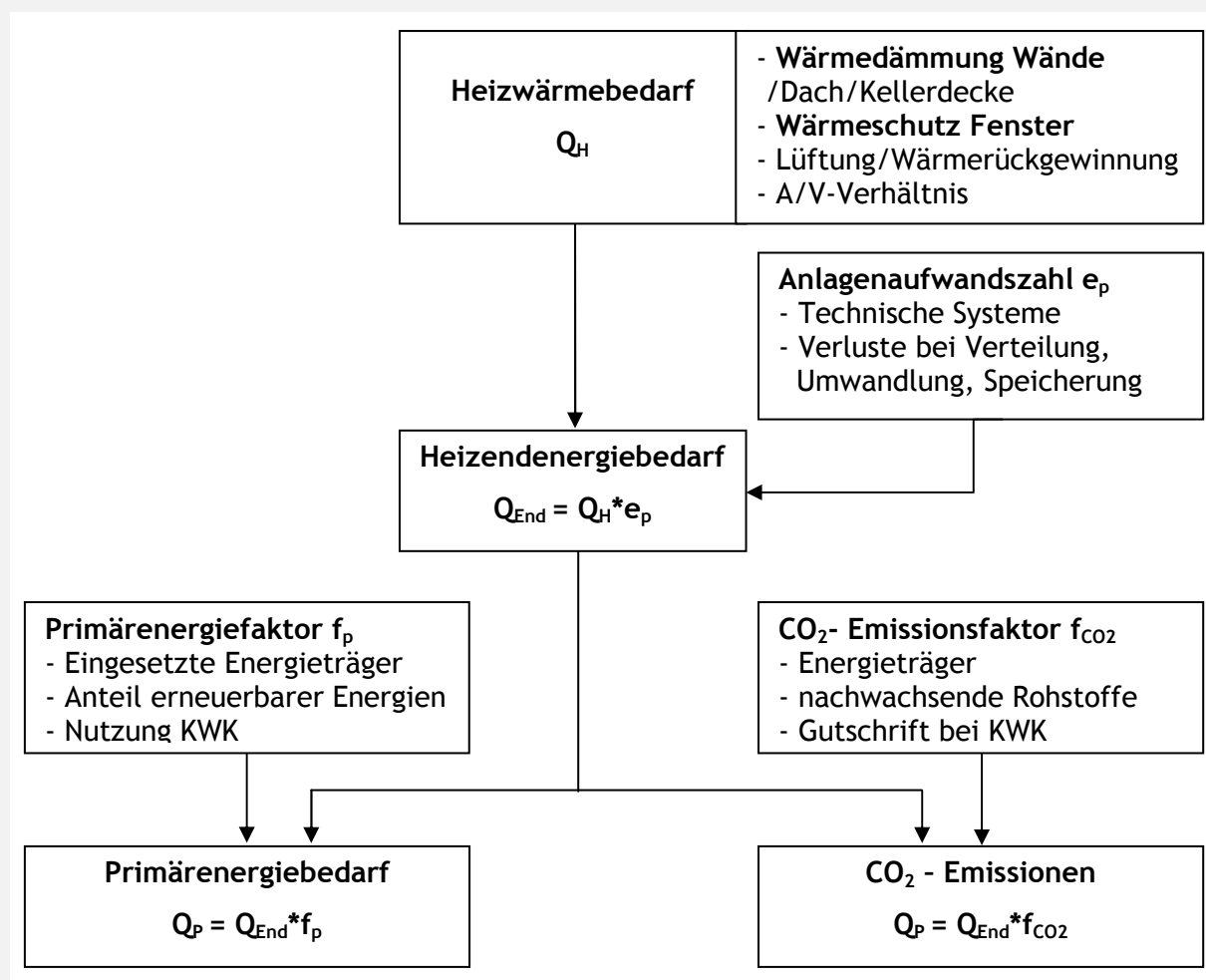
Aufteilung Nutzflächen FAS

	131 kWh/m²a
spez. Heizenergiebedarf	
	175 kWh/m²a
spez. Endenergiebedarf	
	125 kWh/m²a
spez. Primärenergiebedarf	
	53 kg/m²a
CO₂ - Emission	

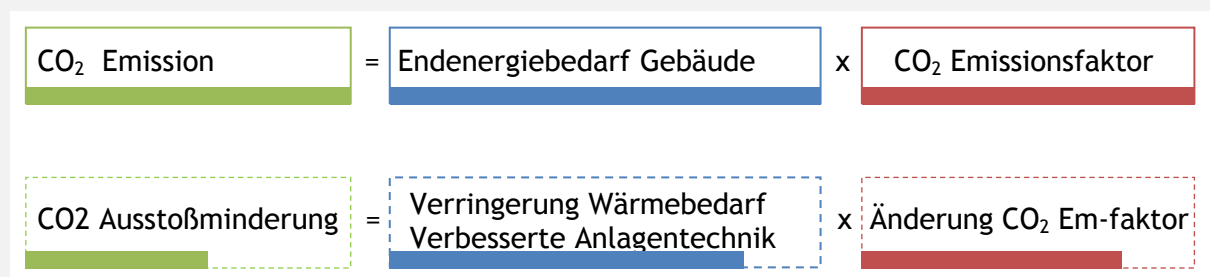
	Nutzenergiebedarf		Aufwandzahl ep gemittelt	Endenergiebedarf		Primärenergiebedarf		CO ₂ -Emissionen	
	kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a		kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a	PE-Faktor gemittelt	MWh/a	E-Faktor gemittelt	t/a
Wohngebäude, MW-GZ, ca. 4.600 m ²									
Heizung	248	1.145	1,33	329	1.520	1,02	1.552	0,317	481
TWW	15,0	69	1,11	17	77	1,38	106	0,388	30
Wohngebäude, WHH-GT 18/21, ca. 71.600 m ²									
Heizung	137	9.800	1,02	140	9.996	0,70	6.997	0,300	2.999
TWW	47	3.353	1,14	53	3.822	0,70	2.675	0,300	1.147
Wohngebäude, P2/11, ca. 234.300 m ²									
Heizung	114	26.712	1,02	116	27.246	0,70	19.072	0,300	8.174
TWW	39	9.138	1,14	44	10.418	0,70	7.292	0,300	3.125
Wohngebäude, WBS 70, ca. 16.400 m ²									
Heizung	118	1.929	1,02	120	1.968	0,70	1.377	0,300	590
TWW	40	659	1,14	46	752	0,70	526	0,300	226
Gewerbe, Handel, ca. 60.100 m ²									
Heizung	157	9.460	1,02	161	9.650	0,70	6.755	0,300	2.895
TWW	8	455	1,14	9	518	0,70	363	0,300	156
Sozialgebäude, Schulen, Kitas, Turnhallen, Kirche ca. 31.500 m ²									
Heizung	187	5.877	1,07	200	6.309	0,77	4.853	0,304	1.915
TWW	29	920	1,14	33	1.047	0,75	784	0,306	321
Gesamtes Gebiet, ca. 418.500 m²									
Hgz./TWW	166	69.519	1,05	175,2	73.323	0,71	52.354	0,301	22.058

Bewertungs- und Berechnungssystematik

- Bezug auf Wohn-/Nutzfläche A_{NGF} , nicht auf Gebäudenutzfläche A_N nach EnEV
- Damit spez. Kennwerte (Energiebedarf / -verbrauch) um ca. 20 % höher ($A_N \approx 1,2 * A_{NGF}$)
- Flächenermittlung aus bebauter Grundfläche und Geschossanzahl (BGF) sowie Umrechnungsfaktor zur Ermittlung A_{NGF} aus BGF
- Energetische Kennwerte ermittelt auf Basis von Bedarfsberechnungen nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10, einschl. Näherungsansätze zur Vereinfachung; Vergleich mit tatsächlichen Verbrauchswerten



Möglichkeiten der CO₂ Einsparung



Gebäudetypen und mittlerer Energiebedarf 1991/92

Die im Untersuchungsraum existierenden unterschiedlichen Gebäude wurden zu folgenden Gebäudetypen zusammengefasst:
(Heizung und Trinkwarmwasser, bezogen auf die beheizte Gebäudenutzfläche)

Gebäudetyp	Gebäudeeigenschaften	End-energie (kWh/m ² a)	Primär-energie (kWh/m ² a)	CO ₂ Emission (kg/m ² a)	
MW-GZ	Mauerwerksbau, 3-5 Geschosse, Blockbebauung, dezentrale Wärmeversorgung Bauj. 1870 -1920	314	378	108	
P2/11	Plattenbau Industrielle Fertigung Zentrale Wärmeversorgung Bauj. 1970 - 1985	Wohnbau 11 Geschosse	161	113	48
WHH-GT		Wohnbau 18/21 Geschosse	193	135	58
WBS 70		Wohnbau 5/6 Geschosse	166	116	50
Kita		1-2 Geschosse	197	138	59
Schulen		5 Geschosse	187	131	56
Kaufhalle		1 Geschoss	261	182	78
Fertigungs- hallen		1-2 Geschosse	128	90	38

Energienetze

Kaskelkiez

- Komplette mit Erdgas erschlossen
- Netz wurde weitestgehend in den 80ern erneuert und Stahlrohre verlegt, einzelne Sanierungen
- Dimensionierung war zur Versorgung des Gebietes ausreichend
- Keine Versorgung mit Fernwärme, obwohl Trasse angrenzend vorhanden

FAS

- Fernwärmenetz komplett ausgebaut
- Erdgasversorgung vorhanden, nur teilweise zur Beheizung genutzt



Fernwärmeversorgung (gelb):
Kaskelkiez 0 %, FAS komplett

Energetische Sanierungsmaßnahmen Kaskelkiez

Ausgangslage

- teilweise desolater Bauzustand sowie schlechter energetischer Zustand erfordert zwingend Sanierung
- ungeklärte Eigentumsverhältnisse erschweren Sanierung (Restitution)
- kleinteilige Eigentümerstruktur, ca. 20 % selbst nutzende Eigentümer
- Denkmalschutz bzw. Sanierungs- und Erhaltungssatzung schränken energetische Sanierung ein

Maßnahmen Kaskelkiez

- Austausch der dezentralen Wärmeerzeuger (Ofenheizung / Gasaußenwandheizer), Installation von zentralen Heizanlagen mit modernen Niedertemperatur- / Brennwertkesseln, nahezu komplett auf Erdgasbasis
- Vereinzelt Einbau von Gasetagenheizung pro Wohneinheit (MieterMod-Programm)
- Einbau zentraler Trinkwarmwasseranlagen bei komplexer Sanierung
- Sanierung der undichten Dächer, z.T. mit Wärmedämmung der obersten Geschossdecke
- Wärmedämmung des Daches bei Dachgeschossausbau zur Erweiterung der Wohnnutzung
- Dämmung unterste Geschossdecke / Kellerdecke
- Austausch/Aufarbeitung der alten Holzfenster
- Sanierung der Fassaden (Stuckfassaden) ohne Wärmedämmung bei Anforderungen des Denkmalschutzes
- Wärmedämmung rückwärtiger Fassadenflächen (Hof oder Seitenflügel) bei Gebäuden ohne Denkmalschutz
- Nutzung regenerativer Energien an Einzelobjekten:
4 Objekte mit Solarthermie
1 Objekte mit Photovoltaik
1 Objekt mit Biomasse-Feuerung (Pellets)



Gebäude vor Sanierung
(Quelle: Archive BA Lichtenberg,
Fachbereich Stadtplanung)



Gebäude nach Sanierung

Energetische Sanierungsmaßnahmen Frankfurter-Allee-Süd

Ausgangslage

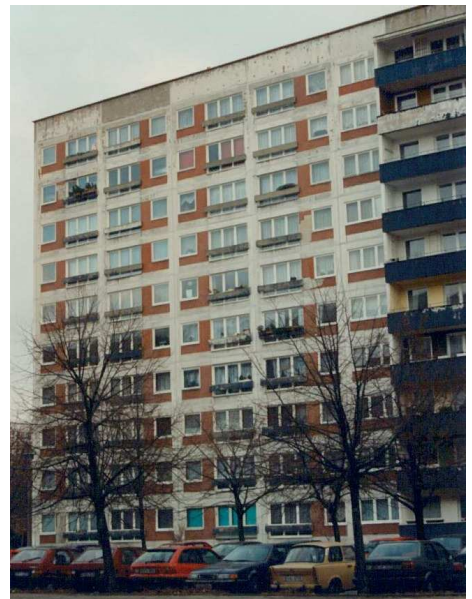
- Gebäude in industrieller Bauweise weisen Mängel bei Fassade (Außenwände / Fenster) sowie an technischen Anlagen (mangelhafter Zustand / Dimensionierung / Regelung) auf
- Energetischer Ausgangszustand deutlich besser als im Kaskelkiez
- Eigentumsverhältnisse weitgehend geklärt (Einigungsvertrag)
- Gebäude befinden sich im Besitz weniger großer Eigentümer (Wohnungsgesellschaften / Genossenschaften), dadurch hauptsächlich Komplexsanierungen umgesetzt

Energetische Maßnahmen Frankfurter Allee Süd

- Sanierung der Fernwärme-Hausanschlussstationen einschl. Trinkwarmwasserbereitung
- Einbau von Thermostatventilen sowie verbrauchsabhängige Abrechnung
- Austausch der Einrohr-Heizanlage gegen Zweirohranlagen im Rahmen von Komplexsanierungen
- Sanierung der haustechnischen Anlagen (Lüftung, Kalt-/Warmwasserverteilung, Elektroverteilung) im Rahmen von komplexen Sanierungsvorhaben
- Wärmedämmung der TWW- / Zirkulationsleitungen zur Minderung der Verteilverluste
- Komplexe Sanierung der Gebäudetypen:
P2/11 (hauptsächlich 1995-98)
WBS 70
WHH GT (1998-2000 sowie 2005/2006)
mit
 - Wärmedämmung der Fassaden
 - Wärmedämmung der untersten/obersten Geschossdecke
 - Erneuerung der Fenster
 - Sanierung der haustechnischen Anlagen
- Beibehaltung der Fernwärmenutzung
- Teilsanierung einer Schule und einer Kita
- Sanierung einer Sporthalle 2010 im Rahmen Konjunkturprogramm
- Nutzung regenerativer / alternativer Energien
dezentrale KWK durch BHKW im Niedrigenergiehaus WHH GT 18/21



Hausanschlussstation (HAST) alt, mit liegendem Wärmetauscher
(Quelle: calitect Ingenieurbüro)

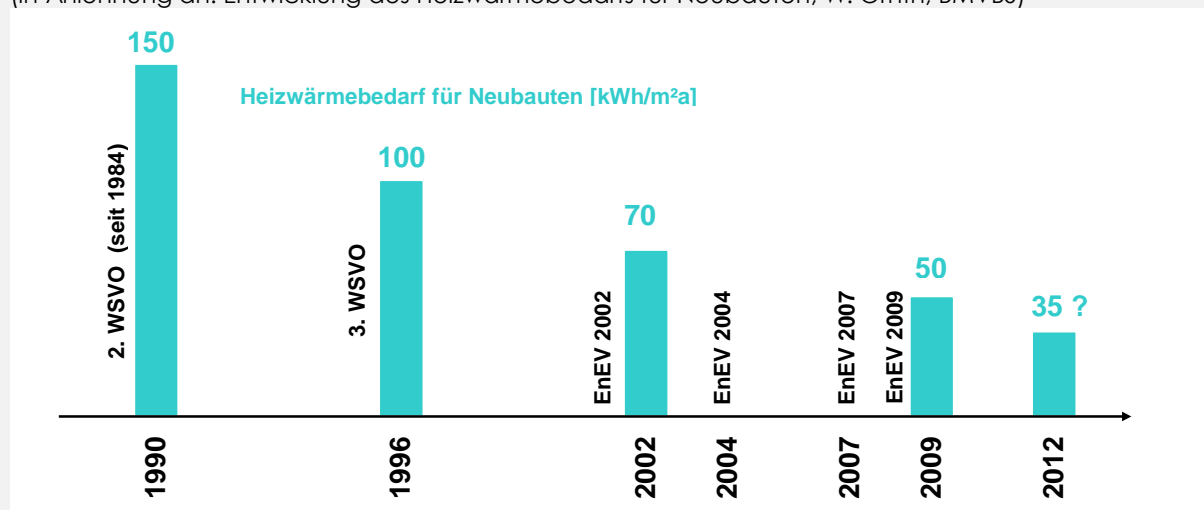


Gebäude vor Sanierung

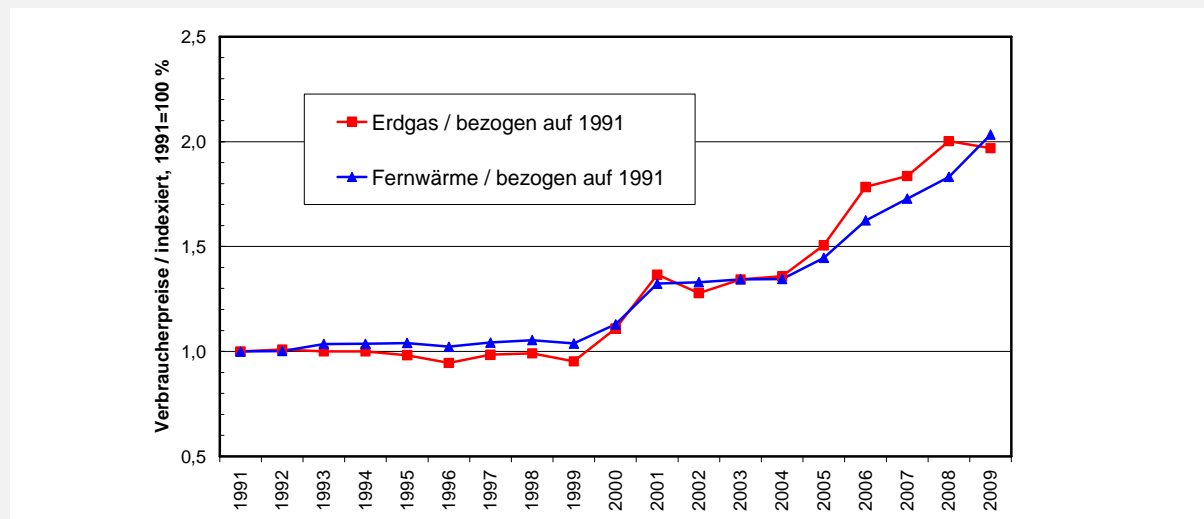
Integrierte Energiekonzepte 1991/92 bis 2010

- In beiden Gebieten existiert kein gebietliches Einsparkonzept speziell zur Energieversorgung / -einsparung / Energieeffizienz
- Maßnahmen zur Energieeinsparung orientieren sich hauptsächlich an gesetzlichen Mindestforderungen, z.B. nach Energieeinsparverordnung
- Reduzierung der warmen Betriebskosten notwendig

Inkrafttreten Wärmeschutzverordnung (WSVO) bzw. Energieeinsparverordnungen (EnEV)
(in Anlehnung an: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Neubauten, W. Ornth, BMVBS)



- Die Entwicklung der Energiepreise ab 2000 gibt Impulse zur Einsparung (Quelle BMWI)

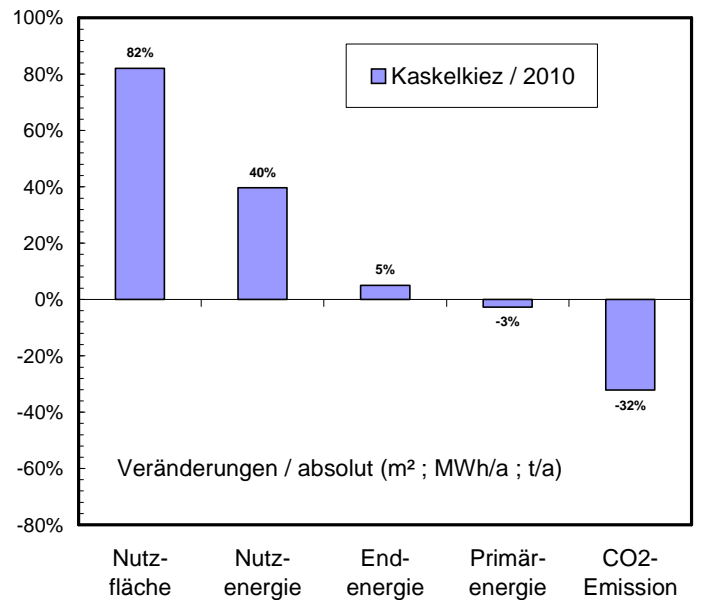


- Sanierungsanreize ergeben sich durch Förderprogramme, z.B. der KfW mit Zinsverbilligung bzw. Tilgungszuschuss
- Einzelne herausragende Beispiele für Energieeffizienz:
 - Niedrigenergiehaus im Bestand, Hochhaus WHH GT 18/21, Sanierung 2005/06
 - Sanierung auf Neubauniveau mit Solarthermie: Kaskelstraße 49 (2005/06)
 - Niedrigenergie-Neubau mit Solarthermie: Spittastr. 36 (2009/10)
- Spezielle Anforderungen durch Denkmalschutz bzw. der Sanierungs-/Gestaltungssatzung erhöhen Aufwand / Kosten

Energieeffizienz Kaskelkiez 2010

Erreichter Stand der energetischen Sanierung

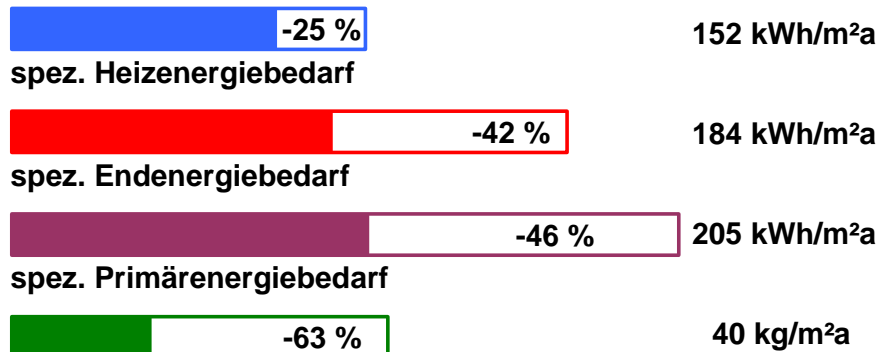
- Großteil der Wohngebäude saniert
ca. 65 % komplex saniert,
ca. 15 % einfach saniert
- Neubau bei Wohngebäuden, Gewerbe (Büro) und Handel
- Flächenzuwachs ca. 82 % durch Neubau, Verdichtung, Aufstockung
- Minderung CO₂-Emission absolut um ca. 6.500 t/a



Energiebedarf und CO₂ Emissionen

- Wohngebäude:
80 % Zentralheizung / Erdgas
15 % Gasetagenheizung
5 % Ofenheizung / übrige
- Gewerbe:
100 % Zentralheizung Erdgas
- Trinkwarmwasser:
85 % zentral / Erdgas; 15 % dezentral (Elektro)

flächenbezogene Energiekennwerte 2010:



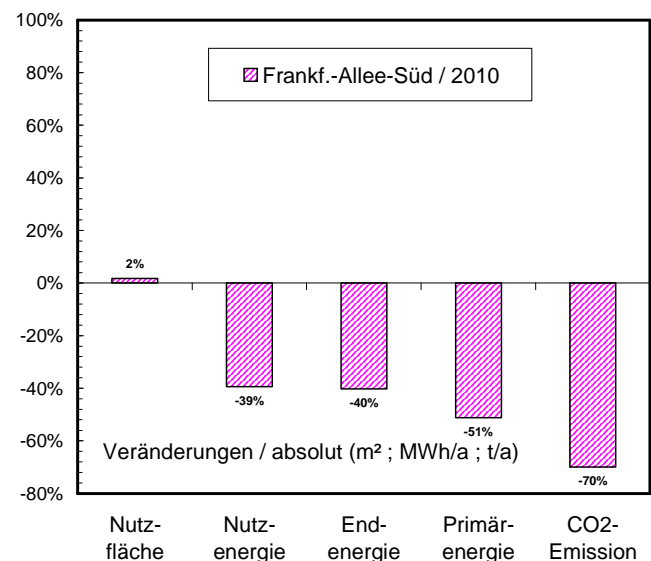
CO₂ - Emission

	Nutzenergiebedarf		Aufwandzahl ep gemittelt	Endenergiebedarf		Primärenergiebedarf		CO ₂ -Emissionen	
	kWh/m ² a gemittelt	MWh/a		kWh/m ² a gemittelt	MWh/a	PE-Faktor gemittelt	MWh/a	E-Faktor gemittelt	t/a
Wohngebäude, MW-GZ + Neubau + DG-Ausbau, ca. 162.900 m ²									
Heizung	163	26.599	1,12	182	29.663	1,11	32.815	0,220	6.516
TWW	19	3.054	1,11	21	3.377	1,26	4.262	0,250	845
Gewerbe, Handel, incl. Neubau, ca. 168.300 m ²									
Heizung	136	22.957	1,10	149	25.150	1,10	27.671	0,211	5.315
TWW	9	1.494	1,11	10	1.664	1,17	1.944	0,227	379
Sozialgebäude, Schulen, ca. 11.000 m ²									
Heizung	225	2.465	1,12	250	2.749	1,11	3.043	0,221	607
TWW	23	247	1,10	25	272	1,29	351	0,257	70
Gesamtes Gebiet, ca. 342.100 m² (Zunahme um 154.200 m²)									
Hzg./TWW	166	56.817	1,11	184	62.877	1,11	70.086	0,218	13.732
Δ zu 1991/92	-23%	40%		-42%	5%		-3%		-32%

Energieeffizienz Frankfurter-Allee-Süd 2010

Stand der energetischen Sanierung

- nahezu 100% Sanierung Wohngebäude
- Schulen und Kitas bisher nur zu geringen Teilen, aktuell Sanierung Kitas und Turnhallen
- keine energetische Sanierung der Gewerbehallen
- Teilweise energetische Sanierung der Bürogebäude
- Dezentrales BHKW im Niedrig-Energiehaus der Howoge
175 MWh Wärme, 85 MWh Elektro p.a.
- Deutliche Verringerung der CO₂ Emission der Fernwärme
(Senkung des Emissionsfaktors von 300 auf 149 kg/MWh)



-40 %

spez. Heizenergiebedarf

78 kWh/m²a

-41 %

spez. Endenergiebedarf

103 kWh/m²a

-52 %

spez. Primärenergiebedarf

60 kWh/m²a

-70 %

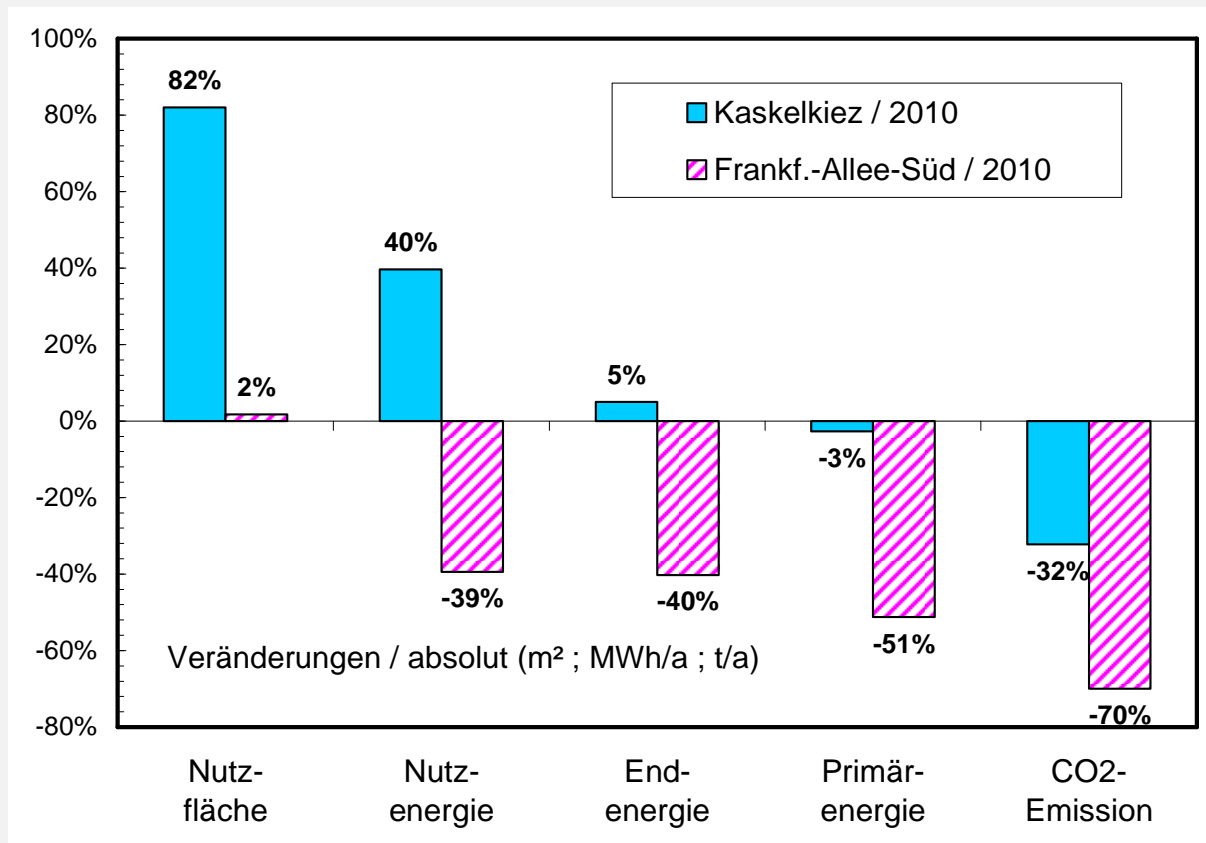
CO₂ - Emission

16 kg/m²a

	Nutzenergiebedarf		Aufwandzahl ep gemittelt	Endenergiebedarf		Primärenergiebedarf		CO ₂ -Emissionen	
	kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a		kWh/m ² *a gemittelt	MWh/a	PE-Faktor gemittelt	MWh/a	E-Faktor gemittelt	t/a
Wohngebäude, MW-GZ + DG-Ausbau, ca. 5.000 m ² (Zunahme um 400 m ²)									
Heizung	188	946	1,06	200	1.002	0,88	885	0,191	192
TWW	19	94	1,13	21	106	0,90	95	0,187	20
Wohngebäude, WHH-GT 18/21, ca. 72.300 m ²									
Heizung	61	4.427	1,01	62	4.471	0,57	2.535	0,149	666
TWW	23	1.684	1,14	27	1.920	0,57	1.088	0,149	286
Wohngebäude, P2/11, ca. 234.400 m ²									
Heizung	56	13.221	1,01	57	13.353	0,57	7.571	0,149	1.990
TWW	24	5.598	1,14	27	6.382	0,57	3.618	0,149	951
Wohngebäude, WBS 70, ca. 16.400 m ²									
Heizung	72	1.181	1,01	73	1.193	0,57	676	0,149	178
TWW	24	388	1,14	27	442	0,57	251	0,149	66
Gewerbe, Handel, incl. Aus- und Neubau, ca. 67.900 m ²									
Heizung	130	8.844	1,01	132	8.933	0,57	5.065	0,149	1.331
TWW	8	517	1,14	9	589	0,57	334	0,149	88
Sozialgebäude, Schulen, Kitas, Turnhallen, Kirche + Neu- und Ausbau ca. 29.900 m ²									
Heizung	153	4.566	1,02	156	4.661	0,64	2.980	0,159	740
TWW	22	661	1,14	25	753	0,59	446	0,152	114
Gesamtes Gebiet, ca. 426.000 m² (Zunahme um 7.500 m²)									
Hzg./TWW	99	42.127	1,04	103	43.805	0,58	25.546	0,151	6.621
Δ zu 1991/92	-40%	-39%		-41%	-40%		-51%		-70%

Zusammenfassung Ergebnisse

Veränderungen in den Gebieten (absolut)



Energiebedarf, CO₂ Emission und CO₂ Einsparung 2010 nach Gebäudetyp und -nutzung

		Kaskelkiez		Frankfurter Allee Süd				
		MW-GZ	Gewerbe	P2/11	WBS 70	WHH GT 18	Kita-Geb.	Schul-Geb.
Spez. Wärmebedarf	kWh/m ² a	175	138	56	72	61	125	127
Endenergiebedarf		207	160	84	100	88	145	145
Primärenergiebedarf		231	177	48	57	50	82	82
CO₂ Emission	(kg/m ² a)	45,3	33,9	12,5	14,9	13,2	21,4	21,6
CO₂ Einsparung gesamt		62,7	60,6	35,7	34,9	44,7	37,9	34,6
		(-58 %)	(-64 %)	(-74 %)	(-70 %)	(-77 %)	(-63 %)	(-61 %)
durch Wärmeschutz		9,4	18,5	17,3	13,7	22,7	10,5	7,0
durch Anlagentechnik		27,3	19,9	5,7	6,2	8,7	5,7	5,7
durch Energieträger	25,9	22,2	12,7	15,1	13,3	21,6	21,9	

Potenziale für Energieeinsparung / Energieeffizienz

Kaskelkiez

- Kleinteilige Eigentümerstruktur führt zu differenzierten Planungs- und Sanierungsansätzen
- Teilweise Sanierung in Teilschritten nach Dringlichkeit und finanziellen Möglichkeiten
- Energetische Sanierung der Gebäudehülle hat noch maßgebliches Potenzial (bisher -25%)
- Sanierung / Modernisierung der Anlagen für Heizung / Warmwasser vielfach umgesetzt
- Geringer Einsatz von Erneuerbare Energien - Anreiz über staatl. Förderung
- Fernwärmeerschließung des Gebietes wurde erst 2006 untersucht - Mehrzahl der Sanierungs-/Neubaumaßnahmen bereits abgeschlossen und z.B. mit Erdgas versorgt, Fernwärmeversorgung zu diesem Zeitpunkt als unwirtschaftlich eingeschätzt

Frankfurter-Allee-Süd

- 5 Eigentümer (Wohnungsgesellschaften/-genossenschaften) besitzen 99% der Wohnungen → Realisierung großer Sanierungsprojekte, professionelle Durchführung
- Alle Wohngebäude wurden nach jeweiligen Stand der Technik unter Berücksichtigung gesetzlicher Energiebedarfsvorgaben saniert
- Sanierung unter Nutzung von Förderprogrammen (ModInst-Richtlinie, Stadtumbau- oder KfW-Programmen)
- Maßgebliche Effekte durch Energieträgerwechsel und Effizienzverbesserung bei der Fernwärmeerzeugung (Netzbetreiber), ohne eigene Investitionen der Gebäudebesitzer

Schlussfolgerungen

- 1 Große Eigentümer bzw. organisierte Eigentümerstrukturen sind erfolgreicher bei der energetischen Sanierung.
- 2 Planungen / Entscheidungen zu Energieträgern / Versorgungsnetzen müssen an den Anfang gestellt werden.
- 3 Schrittweise Sanierung ist möglich, erfordert aber ein abgestimmtes Gesamtkonzept. Andernfalls besteht die Gefahr von Bauschäden bzw. Unwirtschaftlichkeit.
- 4 Entwicklung von allgemeinen Sanierungskonzepten mit Angaben zur Vorgehensweise, Sanierungsreihenfolge bzw. Angabe von Einsparmöglichkeiten ist zu empfehlen.
- 5 Energetische Sanierung der Gebäudehülle sollte auf möglichst hohem Niveau umgesetzt werden, da langfristige Sanierungszyklen (20 - 40 Jahre) bestehen. Energetische Verbesserung bereits sanierter Bauteile ist derzeit unwirtschaftlich.
- 6 Zielvorgaben für energetische Gebietsentwicklung sollten individuell definiert werden, danach die Sanierungsschritte entsprechend planen.
- 7 Einbeziehung der Mieter / Nutzer in den Prozess sehr wichtig, da das Nutzerverhalten maßgeblichen Einfluss auf den tatsächlichen Energieverbrauch hat.

Disclaimer: This leaflet has been produced with the assistance of the European Union. The content of this publication is the sole responsibility of Planergemeinschaft Hannes Dubach, Urs Kohlbrenner, contractor of Center of Competence for Major Housing Estates e.V., and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.