

19. Herbstforum Altbau am 22.11.2017 in Stuttgart

# Sanierungsstrategie für städtische Gebäude in Frankfurt a.M.

Dipl.-Ing. Mathias Linder

Abteilungsleiter Energiemanagement

STADT  FRANKFURT AM MAIN  
AMT FÜR BAU UND IMMOBILIEN

# Klimaschutzziele der Stadt Frankfurt a.M.

- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen alle fünf Jahre um 10 %
- Reduktion des Energiebedarfs bis 2050 um 50 % gegenüber 1990
- Volle Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen bis 2050 (50 % Stadtgebiet, 50 % Region)



# Sanierungsstrategie für städtische Gebäude

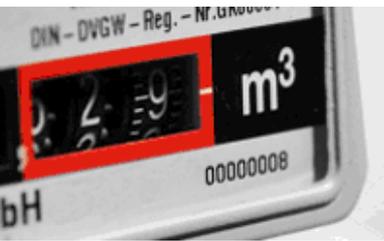
- Vorstellung des Energiewenderechners
- Analyse des Gebäudebestands
- Energiecontrolling und Betriebsoptimierung
- Gebäudesanierung auf EnEV-Standard oder auf optimierten Standard
- Lebenszykluskostenberechnung
- Photovoltaikanlagen und Kraft-Wärme-Kopplung
- Fazit

# Energiewenderechner

## Kosten und Einsparung der Energiewende im kommunalen Gebäudebestand

Mengengerüst mit stark gerundeten Werten

Gebäudebestand	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M.	Deutschland	
Einwohnerzahl		1 EW	730.000	82.200.000	EW
Anzahl der kommunalen Gebäude			2.500	280.000	Gebäude
Beheizte Nettonraumfläche der kommunalen Gebäude	1	3 m <sup>2</sup>	2,1	230	Mio. m <sup>2</sup>
Heizenergiekosten 2016	7	19 €/Jahr	14	1.600	Mio. €/Jahr
Stromkosten 2016	8	23 €/Jahr	17	1.900	Mio. €/Jahr
<b>Energiekosten 2016</b>	<b>15</b>	<b>42 €/Jahr</b>	<b>30</b>	<b>3.500</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>
Energiecontrolling und Betriebsoptimierung	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M.	Deutschland	
Personalbedarf (1 Mitarbeiter(in) für 2 Mio. € Energiekosten)			15	1.750	Mitarbeiter
Personalkosten (75.000 € / Mitarbeiter, Jahr)	0,6	1,6 €/Jahr	1	131	Mio. €/Jahr
Energiekosteneinsparung durch Energiemanagement (15 %)	2,2	6,2 €/Jahr	5	525	Mio. €/Jahr

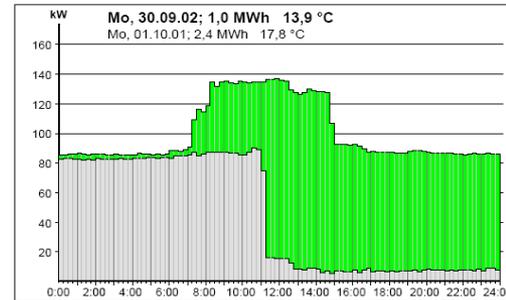


# Energiecontrolling und Betriebsoptimierung

- Energiecontrolling

Potential > 5 %

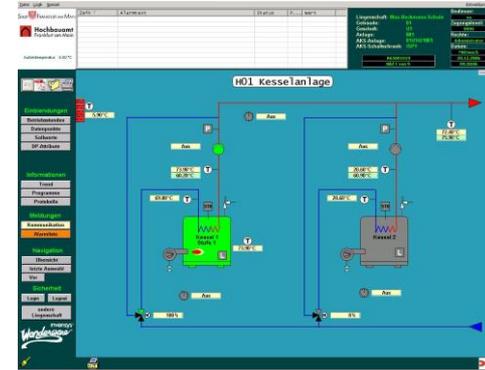
Kosten:Nutzen = 1:5 -1:10



- Betriebsoptimierung

Potential > 15 %

Kosten:Nutzen = 1:3 – 1:5



- Investive Maßnahmen

Potential > 30 %

Kosten:Nutzen = 1:1 – 1:2

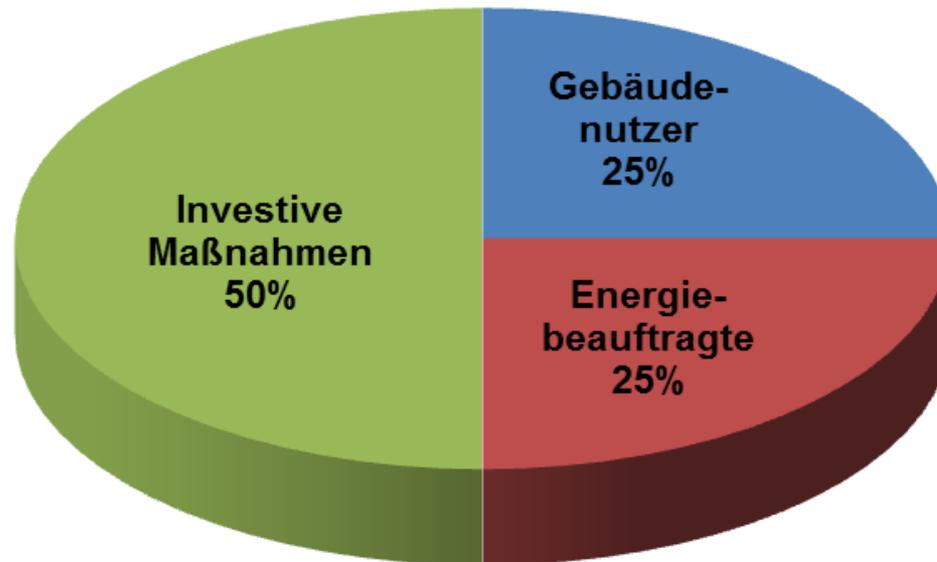


Foto: Hochbauamt

# Erfolgsbeteiligung für Nutzer

Nutzerbedingte Einsparungen werden wie folgt aufgeteilt:

- 25 % erhält der Nutzer der Liegenschaft
- 25 % erhält der/die Energiebeauftragte als persönliche Prämie
- 50 % stehen für investive Maßnahmen zur Verfügung



# Analyse des Gebäudebestandes

- Gebäudedatenbank oder CAFM-System
- Hauptgröße: Baujahr bzw. Jahr der letzten Gesamtsanierung
- Hilfsgrößen: Akuter Sanierungsbedarf, Einstufung im Energieausweis

LGS: 143 BHA: 40.4 Stadtschulamt  
 Liegenschaftsbez.: Carlo-Mierendorff-Schule  
 PLZ: 60435 Stadtbezirk: Preungesheim (470)  
 Straße Liegenschaft: Gravensteiner-Platz (3383)  
 HsNr von-bis: 2 Zusatz: BWZK-LGS: 4152  
 Bearbeiten

Objektbereich: OB2 Giuseppe Vitale Eigentümer: E eigenes Gebäude, von Stadt genutzt (aktiv)  
 Bezeichnung 2: ehem. Jaspertstraße 7300  auch EGT="X" zeigen  
 EMgmt-Infosystem: \\A65001007\65\65\_2\65\_25\Daten\Energiemanagement\L  
 Office GIS: <http://a620www01>  
 HBA-Infosystem: \\A65001007\Projekte\Carlo-Mierendorff-Schule  
 www.bing.com/maps: [www.bing.com](http://www.bing.com)  
 Homepage: <http://www.cms-fim.de/>  
 Bea Nam / Dat: Vi 16.12.2013  
 Bild-Dateiadresse:

Gebäude Proj. Liste Aufträge EVU-Rech. ZAE-Ablesung Änd.-Historie Infos zur LGS Kommentare Personen Einspeisungen Technik-Netzwerk Reports EVU-Rg-Adr

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Einheit
NRF (beh.)	5.158	5.294	5.761	6.255	6.866	6.866	6.866	m <sup>2</sup>

 Gebäude mit Flächen drucken

 Liste Gebäude drucken

 Gebäudeliste gesamt öffnen

Stadtbez. Gebäude	Straße Gebä	HsNr	HsNrZ	ONr	BZK-GEB	Gebäude	LNr	Baujahr	Gesamtsan	Bemerkung	Klassifizierung	Bea Datum
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		01	4110	Hauptgebäude (Bauteile A,B,C,D,E)	10	01.01.1964	30.08.2013	2013 Gesamtsaniert		09.01.14
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		02	8510	WC (Bedürfnisanstalt)	10	01.01.1964		Abriss 2010		09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		03	4110	Singsaal	10	01.01.1964				09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		04	9000	Fahrradständer	10	01.01.1964				
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		05	6100	Wohnhaus	10	01.01.1964				09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		06	5111	Sporthalle	10	01.01.1964				09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		07	4110	IPI-Bau (Schulgebäude Bauteil G)	10	01.01.1972				09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		08	4110	Pavillon Kubi (Abriss Ende 2013)	10	01.01.1968		Abriss 2013 Baracke		09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		09	8510	WC IPI-Bau (Bedürfnisanstalt)	10	01.01.1972		IPI - Bau		09.11.93
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		10	8300	Trafostation (fremd)	10					
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		11	4110	Schulanbau (Bauteil H-Planung 2011)	10	01.01.2013		Termin unklar		12.01.11
Preungesheim (470)	Gravensteiner-P	2		12	6531	Mensa mit Klassen (Bauteil F)	10	30.09.2011		Hinweis Mensa BWZK		21.01.13

# Energieausweis

## ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

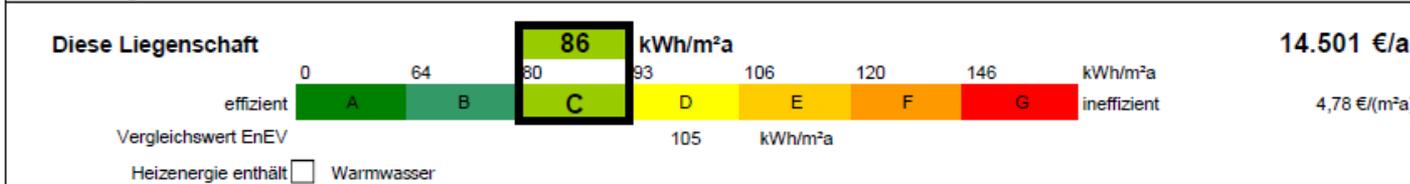
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 18.11.2013

Gültig bis: 16.03.2027      Registriernummer: HE-2017-001229577      **Aushang**

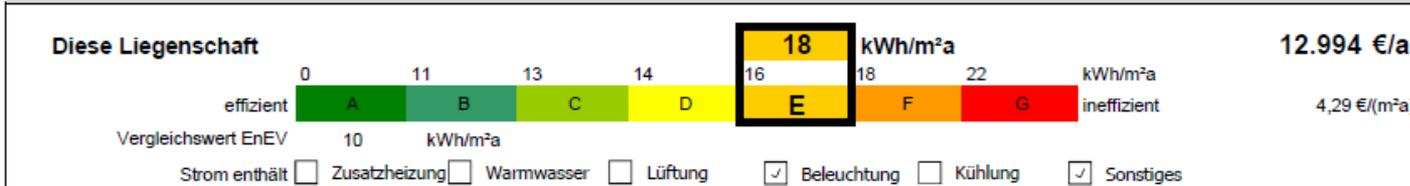
<b>Liegenschaft</b>	<b>Deutscherherrenscheule</b>	
Adresse	<b>Willemerstraße 24</b>	
Hauptnutzung	Realschulen	3.032 m <sup>2</sup>
Baujahr Gebäude	1904	Netto-Raumfläche (beheizt) <b>3.032 m<sup>2</sup></b>
Wesentliche Energieträger für Heizung & Warmwasser	Heizöl EL	
Erneuerbare Energien		



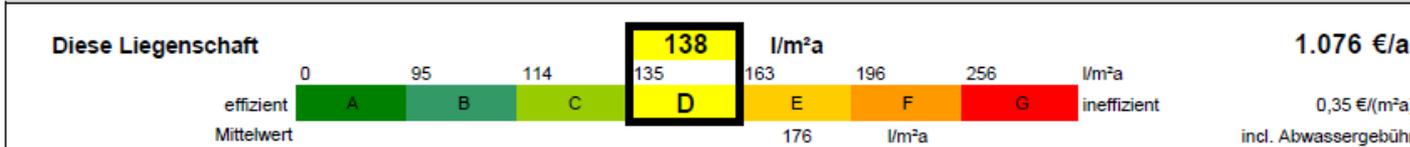
### Heizenergie Verbrauchskennwert 2013 - 2015 Kosten/Jahr



### Strom Verbrauchskennwert 2012 - 2015 Kosten/Jahr



### Wasser Verbrauchskennwert 2012 - 2015 Kosten/Jahr



**Primärenergieverbrauch** 127 kWh/m<sup>2</sup>a      **CO<sub>2</sub>-Emissionen** 116 t/a      **Energie und Wasserkosten** 28.570 €/a

# EnEV-Standard oder optimierter Standard

Gebäudesanierung auf EnEV-Standard	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M. Deutschland	
Sanierungszyklus (Zeitraum zwischen den Komplettsanierungen)	50	Jahre		
jährliche Sanierungsrate	2,0%	/Jahr		
jährlich zu sanierende Gebäude			50	5.600 Gebäude/Jahr
jährlich zu sanierende Nettoraumfläche			41.220	4.600.000 m <sup>2</sup> /Jahr
spez. Kosten für Sanierung auf EnEV-Standard (ohnein erforderlich!)	1.300	€/m <sup>2</sup>		
<b>jährliche Kosten für Sanierung nach EnEV (ohnein erforderlich!)</b>	<b>26</b>	<b>73</b> €/Jahr	<b>54</b>	<b>5.980</b> Mio. €/Jahr
<b>Personalkosten Bauverwaltung (20 % Honorar, davon 25 % Projektleit.)</b>	<b>1</b>	<b>4</b> €/Jahr	<b>3</b>	<b>299</b> Mio. €/Jahr
Personalbedarf Bauverwaltung (bei 75.000 €/P)			36	3.987 Mitarbeiter
Heizenergieeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard	40%			
Stromeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard	15%			
<b>Energiekosteneinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard</b>	<b>4</b>	<b>11</b> €/Jahr	<b>8</b>	<b>925</b> Mio. €/Jahr
Gebäudesanierung auf optimierten Standard	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M. Deutschland	
spez. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard	100	€/m <sup>2</sup>		
<b>jährl. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard</b>	<b>2,0</b>	<b>5,6</b> €/Jahr	<b>4</b>	<b>460</b> Mio. €/Jahr
<b>Personalmehrkosten Bauverwaltung</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b> €/Jahr	<b>0,2</b>	<b>23</b> Mio. €/Jahr
Personalmehrbedarf Bauverwaltung			3	307 Mitarbeiter
zus. Heizenergieeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard	30%			
zus. Stromeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard	10%			
<b>zus. Energiekosteneinsparung durch optimierten Sanierungsstandard</b>	<b>2,8</b>	<b>7,9</b> €/Jahr	<b>6</b>	<b>670</b> Mio. €/Jahr



# EnEV-Standard

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten  
bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max}$ <sup>1</sup>	
			Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19$ °C	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis $< 19$ °C
1	Außenwände	Nummer 1 Satz 1 und 2	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
2a	Fenster, Fenstertüren	Nummer 2 Buchstabe a und b	1,3 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>	1,9 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>
2b	Dachflächenfenster	Nummer 2 Buchstabe a und b	1,4 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>	1,9 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>
2c	Verglasungen	Nummer 2 Buchstabe c	1,1 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3</sup>	keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	Nummer 6 Satz 1	1,5 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4</sup>	1,9 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4</sup>
2e	Glasdächer	Nummer 2 Buchstabe a und c	2,0 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3</sup>	2,7 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3</sup>
2f	Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- oder Hebemechanismus	Nummer 2 Buchstabe a	1,6 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>	1,9 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2</sup>

# Optimierter Standard



## Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2017

### Impressum

#### Herausgeber

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main  
Dezernat V – Bau und Immobilien, Reformprojekte, Bürgerservice und IT  
Amt für Bau und Immobilien  
Stand: 11.10.2017

#### Redaktion

Mathias Linder

#### Druck

Alle Rechte vorbehalten  
© 2017 Stadt Frankfurt am Main  
Der Magistrat  
ISSN 2190-5177

#### Bezugsadresse

Amt für Bau und Immobilien  
Gerbermühlstraße 48  
60594 Frankfurt am Main  
069 212 33269

#### Informationen im Internet

[www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de)

#### Bildquellennachweis Titelseite

Grundschule Rebstock: Ralf Buscher  
Kinderzentrum 21: Atelier Altenkirch  
Kinderzentrum 137: Thomas Ott  
Kindertagesstätte Hedderheim: raum z  
Kindertagesstätte Rödelheim: Christian Richters  
Kindertagesstätte Ostend: Julia Schößler

# Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

## 3.2.2 Energieeffizienz

a) Neubauten und Sanierungen sind mit **Passivhaus-Komponenten** auszuführen ([www.passiv.de](http://www.passiv.de)) (sehr gute Wärmedämmung, Vermeidung von Wärmebrücken, Luftdichtigkeit, flächendeckende Lüftung mit Wärmerückgewinnung). Sollte dieser Standard nicht wirtschaftlich erreicht werden, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine **20 %** bessere Energieeffizienz, als die aktuelle EnEV ab 1.1.2016 verlangt. Es ist anzustreben, dies auch bei denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen.

Bei Neubauten und Sanierungen sind mindestens folgende **Bauteilqualitäten** einzuhalten:

Bauteil	max. U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	entspricht i.d.R. mindestens
Außenwand (Außendämmung)	0,15	20 cm bei WLG 035
Außenwand (Innendämmung*)	0,24	14 cm bei WLG 045
Dach	0,13	26 cm bei WLG 035
Oberste Geschossdecke	0,13	26 cm bei WLG 035
Boden/Kellerdecke	0,25	12 cm bei WLG 035
Fenster/Fenstertüren	0,80	3-Scheiben
Verglasungen**	0,60	3-Scheiben

# Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

## 4.2 Lüftungstechnik

### 4.2.1 Vorplanung

- 
- a) In allen Aufenthaltsräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den empfohlenen Grenzwerten zu halten. Die **mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration** während der Nutzung soll nach VDI 6040-1 **1.000 ppm** nicht überschreiten. Dies ist in der Regel nur mit einer kontrollierten Be- und Entlüftung möglich.
  - b) Es sind grundsätzlich **Passivhauskomponenten** einzusetzen (Lüftung mit Wärmerückgewinnung, effektiver ablufseitig ermittelter **Wärmebereitstellungsgrad** für trockene Luft > 75 %, StVVB §7502 vom 28.01.2010). Empfohlen wird ein Wärmebereitstellungsgrad > 80 %.
  - c) Die **Luftmenge** ist auf das für die Einhaltung der CO<sub>2</sub>-Anforderung notwendige Maß zu beschränken (Schulen 7 l/s,P (25 m<sup>3</sup>/h,P), sonstige Gebäude 5,5 l/s,P (20 m<sup>3</sup>/h,P)). Die Auslegung sollte auf die typische/ durchschnittliche Personenzahl erfolgen. Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC etc., bei denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte soweit hygienisch und vom Brandschutz möglich überströmende Abluft aus anderen Räumen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.



# Lebenszykluskostenberechnung

<b>D. Kapitalkosten</b>		EnEV 2016	EnEV2016-30	Passiv	Niedrigst	Netto-Null	
D1	Baukosten (DIN 276)	2.661.126	2.735.286	2.714.438	2.759.063	2.803.688	€
D2	- Zuschüsse/Erlöse						€
D3	= Eigenkapitaleinsatz	2.661.126	2.735.286	2.714.438	2.759.063	2.803.688	€
D4	Kapitalkosten	<b>56.685</b>	<b>58.264</b>	<b>57.820</b>	<b>58.771</b>	<b>59.721</b>	€/a
D5	<b>spez. Kapitalkosten</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	€/m²a
<b>E. mittl. Betriebskosten</b>		EnEV 2016	EnEV2016-30	Passiv	Niedrigst	Netto-Null	
E1	Heizkosten	3.433	1.672	1.797	1.797	1.797	€/a
E2	Stromkosten	5.581	5.561	5.561	2.642	110	€/a
E3	Wasser-/Abwasserkosten	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	€/a
E4	Reinigungskosten	9.256	9.256	9.256	9.256	9.256	€/a
E5	Betriebsführungskosten	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	€/a
E6	Instandhaltungskosten	23.285	24.117	24.015	26.487	29.019	€/a
E6	Verwaltung+Versicherung	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	€/a
E7	<b>heutige Betriebskosten</b>	<b>49.049</b>	<b>48.098</b>	<b>48.122</b>	<b>47.674</b>	<b>47.675</b>	€/a
E8	<b>mittl. Betriebskosten</b>	<b>88.626</b>	<b>84.525</b>	<b>84.743</b>	<b>83.978</b>	<b>83.979</b>	€/a
E9	<b>spez. Betriebskosten</b>	<b>89</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	€/m²a
<b>F. Umweltfolgekosten</b>		EnEV 2016	EnEV2016-30	Passiv	Niedrigst	Netto-Null	
F1	CO <sub>2</sub> -Emissionen (50 €/to)	1.713	1.314	1.343	620	-102	€/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	546	546	546	546	546	€/a
F3	<b>Umweltfolgekosten</b>	<b>2.260</b>	<b>1.861</b>	<b>1.889</b>	<b>1.167</b>	<b>444</b>	€/a
F4	<b>spez. Umweltfolgekost.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	€/m²a
<b>G. Gesamtkosten</b>		EnEV 2016	EnEV2016-30	Passiv	Niedrigst	Netto-Null	
G1	<b>Gesamtkosten</b>	<b>147.570</b>	<b>144.651</b>	<b>144.452</b>	<b>143.915</b>	<b>144.144</b>	€/a
G2	<b>spez. Gesamtkosten</b>	<b>148</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	€/m²a
G3	<b>Einsparung in 50 Jahren zu EnEV 2016</b>		<b>145.969</b>	<b>155.895</b>	<b>182.754</b>	<b>171.282</b>	€

# EnEV-Standard oder optimierter Standard

Gebäudesanierung auf EnEV-Standard		/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M Deutschland	
Mittlere Lebensdauer der energierelevanten Bauteile		50	Jahre		
jährliche Sanierungsrate		2,0%	/Jahr		
jährlich zu sanierende Gebäude				50	5.600 Gebäude/Jahr
jährlich zu sanierende Nettogrundfläche				41.220	4.600.000 m <sup>2</sup> /Jahr
spez. Kosten für Sanierung auf EnEV-Standard (ohnein erforderlich!)		1.300	€/m <sup>2</sup>		
<b>jährliche Kosten für Sanierung nach EnEV (ohnein erforderlich!)</b>		<b>26</b>	<b>73</b> €/Jahr	<b>54</b>	<b>5.980</b> Mio. €/Jahr
<b>Personalkosten Bauverwaltung (20 % Honorar, davon 25 % Projektleit.)</b>		<b>1</b>	<b>4</b> €/Jahr	<b>3</b>	<b>299</b> Mio. €/Jahr
Personalbedarf Bauverwaltung (bei 75.000 €/P)				36	3.987 Mitarbeiter
Heizenergieeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard		40%			
Stromeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard		15%			
<b>Energiekosteneinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard</b>		<b>4</b>	<b>11</b> €/Jahr	<b>8</b>	<b>925</b> Mio. €/Jahr
Gebäudesanierung auf optimierten Standard		/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M Deutschland	
spez. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard		100	€/m <sup>2</sup>		
<b>jährl. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard</b>		<b>2,0</b>	<b>5,6</b> €/Jahr	<b>4</b>	<b>460</b> Mio. €/Jahr
<b>Personalmehrkosten Bauverwaltung</b>		<b>0,1</b>	<b>0,3</b> €/Jahr	<b>0,2</b>	<b>23</b> Mio. €/Jahr
Personalmehrbedarf Bauverwaltung				3	307 Mitarbeiter
zus. Heizenergieeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard		30%			
zus. Stromeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard		10%			
<b>zus. Energiekosteneinsparung durch optimierten Sanierungsstandard</b>		<b>2,8</b>	<b>7,9</b> €/Jahr	<b>6</b>	<b>670</b> Mio. €/Jahr



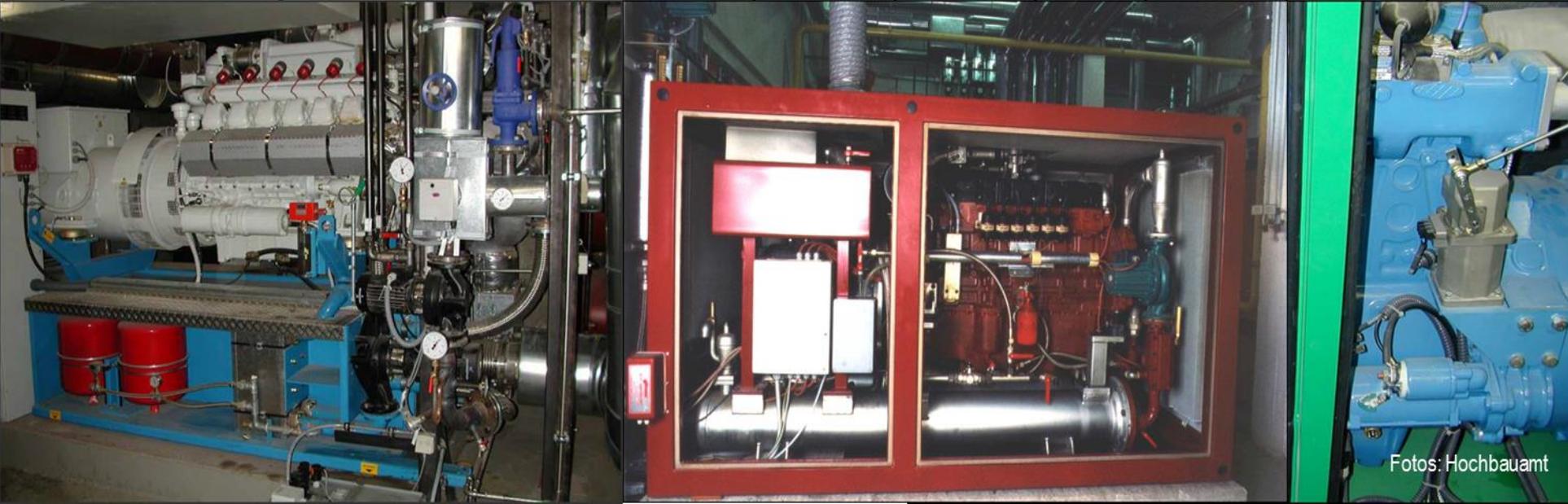
# Photovoltaikanlagen

Einbau von Photovoltaikanlagen	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M		Deutschland
Nutzbare Dachfläche (im Mittel 2,5 Geschosse, 50 % nutzbar)	0,2	m <sup>2</sup>	0,4	46	Mio. m <sup>2</sup>
Mittlere Lebensdauer der PV-Anlagen	25	Jahre			
jährliche Zubau-/Sanierungsrate	4%	/Jahr			
jährlich zu errichtende Photovoltaikanlagen (Fläche)			16.488	1.840.000	m <sup>2</sup> /Jahr
jährlich zu errichtende Photovoltaikanlagen (Leistung)			1.649	184.000	kW <sub>peak</sub> /Jahr
spez. Kosten für Photovoltaikanlagen	1.500	€/kW <sub>peak</sub>			
<b>jährliche Kosten für den Bau von Photovoltaikanlagen</b>	<b>1,2</b>	<b>3,4 €/Jahr</b>	<b>2</b>	<b>276</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>
<b>Personalkosten Bauverwaltung</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2 €/Jahr</b>	<b>0,1</b>	<b>14</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>
Personalbedarf Bauverwaltung			2	184	Mitarbeiter
Ertrag aus den Photovoltaikanlagen (850 h/a, 0,12 €/kWh)	102	€/kW <sub>peak</sub> , Jahr			
<b>Stromertrag aus den Photovoltaikanlagen im Endausbau</b>	<b>2,0</b>	<b>5,8 €/Jahr</b>	<b>4</b>	<b>469</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>



# Kraft-Wärme-Kopplung

Einbau von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M. Deutschland		
Anzahl von Heizzentralen			1.000	110.000	Stück
Wärmeverbrauch nach optimierter Sanierung			66	7.400	GWh
Mittlere Lebensdauer der KWK-Anlagen	10	Jahre			
jährliche Zubau-/Sanierungsrate	10%	/Jahr			
jährlich einzubauende KWK-Anlagen (Anzahl in 50 % der Heizzentralen)			50	5.500	Stück/Jahr
jährlich einzubauende KWK-Anlagen (Leistung für 50 % der Wärmeerzeugung)			330	37.000	kW <sub>el</sub> /Jahr
spez. Kosten für KWK-Anlagen	2.800	€/kW <sub>el</sub>			
<b>jährliche Kosten für den Bau von KWK-Anlagen</b>	<b>0,4</b>	<b>1,3</b> €/m <sup>2</sup> /Jahr	<b>1</b>	<b>104</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>
<b>Personalkosten Bauverwaltung</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b> €/Jahr	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>
Personalbedarf Bauverwaltung			1	69	Mitarbeiter
Ertrag aus den KWK-Anlagen (5.000 h/a, 0,07 €/kW <sub>el</sub> )	350	€/kW <sub>el</sub> ,Jahr			
<b>Ertrag aus den KWK-Anlagen im Endausbau</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b> €/m <sup>2</sup> ,Jahr	<b>1</b>	<b>130</b>	<b>Mio. €/Jahr</b>

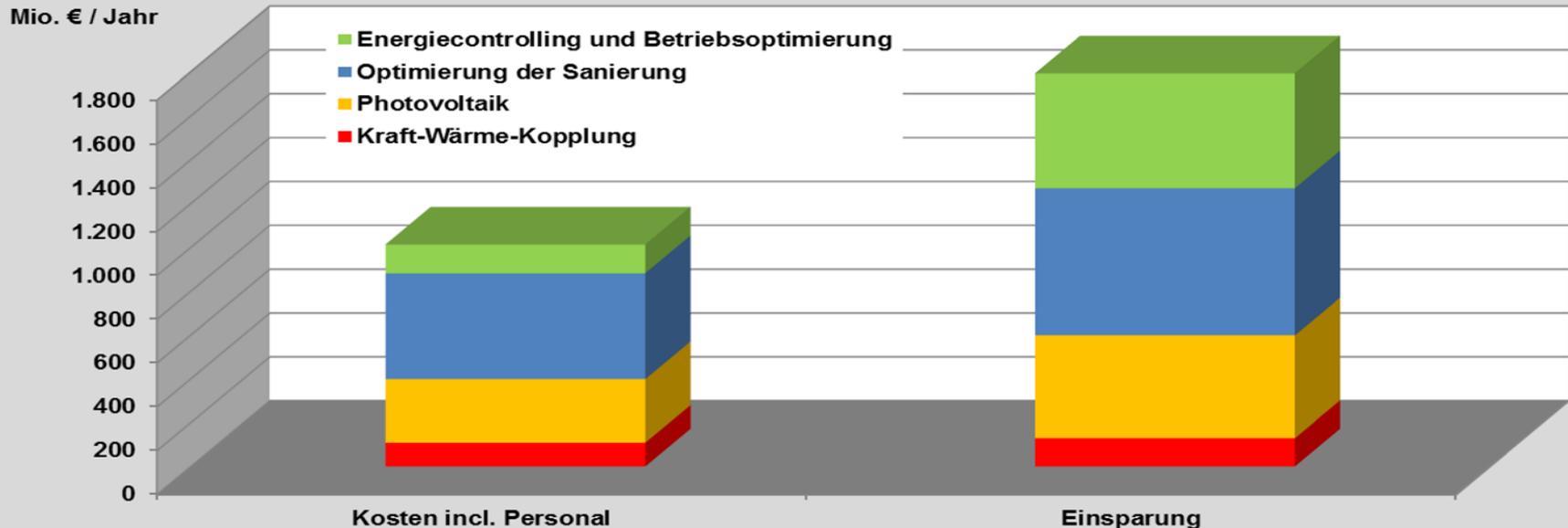


Fotos: Hochbauamt

# Zusammenfassung

Zusammenfassung	/m <sup>2</sup> NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M	Deutschland	
Energiekosten 2016	15	42	€/m <sup>2</sup> ,Jahr	30	3.500 Mio. €/Jahr
Energiekosten 2066 (zu Preisen von 2016)	3	9	€/m <sup>2</sup> ,Jahr	7	781 Mio. €/Jahr
jährliche Kosten für Sanierung nach EnEV (ohnein erforderlich!)	26	73	€/m <sup>2</sup> ,Jahr	54	5.980 Mio. €/Jahr
jährliche Mehrkosten für EM, optimierten Standard, PV und KWK	4	10	€/m <sup>2</sup> ,Jahr	8	840 Mio. €/Jahr
jährliche Einsparung für EM, optimierten Standard, PV und KWK	8	22	€/m <sup>2</sup> ,Jahr	16	1.794 Mio. €/Jahr
Personalbedarf für Sanierung nach EnEV (ohnein erforderlich)				36	3.987 Mitarbeiter
Personalmehrbedarf für EM, optimierten Standard und PV				20	2.310 Mitarbeiter

## Kosten und Einsparung der Energiewende im kommunalen Gebäudebestand in Deutschland



# Fazit

1. Der wesentliche Kostenfaktor ist nicht die Energiewende, sondern die ohnehin erforderliche Sanierung von 2 % der Gebäude pro Jahr.
2. Wenn diese Sanierungsrate nicht erreicht wird, findet ein ständiger Werteverzehr im Gebäudebestand statt.
3. Wenn die technische Lebensdauer systematisch überschritten wird, bleibt irgendwann nur noch Abriss und Neubau.
4. Energiecontrolling und Betriebsoptimierung hat das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis und ist daher flächendeckend einzuführen.
5. Die Mehrkosten für einen optimierten Sanierungsstandard incl. PV und KWK werden über die Einsparungen erwirtschaftet.
6. **Die Ziele der Energiewende sind daher mit wirtschaftlichen Mitteln erreichbar.**

# www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de



**STADT FRANKFURT AM MAIN Hochbauamt - Energiemanagement**

**Energiecontrolling**

- [EVU-Rechnungen](#)
- [Manuelle Zählerablesungen](#)
- [Automatische Verbrauchserfassung](#)
- [Energieausweise](#)

**Betriebsoptimierung**

- [Hinweise für Gebäudenutzer](#)
- [Anweisungen für Hausverwalter](#)
- [Energiespar-Toolbox](#)
- [Erfolgsbeteiligung für Nutzer](#)
- [Seminarprogramm](#)
- [Gebäudeautomation](#)

**Investive Maßnahmen**

- [Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen](#)
- [Gesamtkostenberechnung](#)
- [Bauprojekte](#)
- [Energiekonzepte](#)
- [Thermografieuntersuchungen](#)
- [Kraft-Wärme-Kopplung](#)
- [Regenerative Energiequellen](#)

**Service**

- [Aktuelles](#)
- [Berichte / Dokumente](#)
- [Rechenprogramme](#)
- [Verweise auf externe Seiten](#)
- [Verweise auf interne Seiten](#)
- [Information in English !\[\]\(18c12596206f13a251e19359dd33a965\_img.jpg\)](#)
- [Kontakte / Ansprechpartner](#)

**Hochbauamt - Energiemanagement**

Seit über 25 Jahren gibt es in der Stadt Frankfurt a.M. die Abteilung Energiemanagement. Diese hat die Aufgabe, die Strom-, Heizenergie- und Wasserkosten für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften zu minimieren. Dazu gehören so unterschiedliche Gebäudearten wie Schulen, Kindertagesstätten, Bäder, Sportanlagen, Verwaltungsgebäude, Museen, Feuerwachen, Städtische Bühnen, Zoo und Palmengarten.

- 25 Jahre Energiemanagement
- Meilensteine 25 Jahre Energiemanagement
- Flyer Energiemanagement

Im Jahr 2016 wurden für diese Liegenschaften Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 36,1 Mio. € aufgewendet. Davon entfielen ca. 16,6 Mio. € auf Strom, ca. 13,8 Mio. € auf Heizenergie und ca. 5,6 Mio. € auf Wasser und Kanaleinleitung. Seit dem Jahr 1990 konnte der spezifische Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 3 % gesenkt werden. Der spezifische Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 40 %, der spezifische Wasserverbrauch sogar um 51 % und die spezifische Kohlendioxid-Emissionen um 41 %. Um die Ziele des Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Stadt zu erreichen (Verringerung alle 5 Jahre um 10 %) sind künftig noch verstärkte Anstrengungen nötig.

Seit dem Jahr 1990 wurde durch das Energiemanagement ein Gewinn von 198 Mio. € erwirtschaftet. Eine Zusammenstellung der Zahlen finden Sie hier:

- Entwicklung der Kosten, Verbrauchswerte und Emissionen seit 1990

Diese Erfolge wurden mit den drei wesentlichen Instrumenten des kommunalen Energiemanagements erreicht:

Instrumente	Einsparpotential	Kosten : Nutzen
<a href="#">Energiecontrolling</a>	> 5 %	1:5 – 1:10
<a href="#">Betriebsoptimierung</a>	> 15 %	1:3 – 1:5
<a href="#">Investive Maßnahmen</a>	> 30 %	1:1 – 1:3

Weiterführende Dokumente:

- Organigramm der Abteilung Energiemanagement
- Ablaufschema der Abteilung Energiemanagement
- Aufgaben der Abteilung Energiemanagement
- Aktuelles

**25 Jahre Klimaschutz Frankfurt am Main**