

Anspruchsvolle energetischer Standards für kommunale Gebäude der Stadt Nürnberg - Projektbeispiele und Erfahrungen

Eva Anlauff
Stadt Nürnberg, Hochbauamt
Abteilung Zentrale Aufgaben



Anspruchsvolle energetischer Standards für kommunale Gebäude der Stadt Nürnberg - Projektbeispiele und Erfahrungen

1. Energetische Standards bei der Stadt Nürnberg
2. Beispiele Neubau
3. Beispiele Sanierung
4. Erfahrungen – Optimierungspotenziale
5. energetische Qualitätssicherung
6. Fazit

- Technisches Gebäudemanagement: Planen, Bauen, Erhalten, Sanieren, Energie, Denkmalpflege, Gebäudesicherheit, Schad-stoffvermeidung und Schadstoffentsorgung
- etwa 1.900 Gebäude (1%)
- etwa 1,5 Mio. m² beheizte NGF (5%)
- jährliches Bauvolumen ca. 150 Mio. EUR
- ca. 240 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in den Bereichen Bau, Technik und Verwaltung
- ca. 300 Liegenschaften mit > 30.000 EUR Energiekosten/Jahr
- Energiekosten gesamt etwa 38 Mio. EUR/Jahr, steigend,
- 20 Vollzeitstellen bei ZA, dar. 10 für Energiemanagement und Bauphysik



Beschluss Bau- und Vergabeausschuss

17.10.2007 + 17.11.2009 – einstimmig

- Neubauten:
= Passivhausstandard
- Sanierung:
 - bei Generalsanierungen:
= Neubaustandard nach EnEV 2009
 - Anbauten / Bauteilsanierungen:
= U-Werte für einzelne Bauteile als Obergrenzen (ca. 20% besser als EnEV 2009)

+ detaillierte Planungsanweisungen

TOP: 1 a.3

Beschluss

Bau- und Vergabeausschuss
Sitzungsdatum 17.11.2009
öffentlich

Betreff:
Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei städtischen Hochbaumaßnahmen

Abstimmungsergebnis:

einstimmig
 angenommen/beschlossen, mit Gegenstimmen
 abgelehnt, mit Stimmen

Beschlusstext:
Der Bau- und Vergabeausschuss nimmt die in der Sachverhaltsdarstellung dargelegte Beschreibung der Ausgangssituation, die Beschreibung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie den Städtevergleich zur Kenntnis und beschließt folgende Punkte:

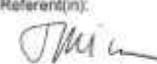
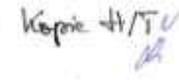
1. Für die Stadtverwaltung und die Eigenbetriebe gelten die in der Sachverhaltsdarstellung beschriebenen energetischen Ziele, der Geltungsbereich und die Zuständigkeiten hinsichtlich der rationalen Energieverwendung sowie die entsprechenden Verfahrensregelungen dazu.
2. Die beschriebenen energetischen Standards für Neubau- und Sanierungsprojekte, sowie die Planungsvorgaben für die Bereiche Hochbau, Heizungstechnik, Lüftungs- und Klimatechnik, Sanitärtechnik, Elektrotechnik, Maschinenanlagen, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, sowie die Maßnahmen zur Qualitätssicherung gelten für alle städtischen Baumaßnahmen und sind bei Vergaben von Planungs- und Bauüberwachungsleistungen den Architekten und Ingenieuren bei der Auftragsvergabe auszuhändigen. Diese sind zur Einhaltung dieser Regeln zu verpflichten.
3. Nach Inkrafttreten der nächsten Novellierung der Energieeinsparverordnung werden die städtischen energetischen Standards und Planungsvorgaben auf ihre Kompatibilität zu den neuen oder modifizierten Anforderungen hin überprüft und erforderlichenfalls überarbeitet bzw. fortgeschrieben und dem Bau- und Vergabeausschuss erneut zur Beschlussfassung vorgelegt.

II. **Ref. VIII**

III. **Abdruck an:**

Ref. I/OrgA
 Ref. II/Stk

Kennlinie genehmigt
am 02. DEZ. 2009
Hochbauamt / V

Vorsitzende(r):  Referent(in):  Schriftführer(in):  Kopie H/TU 

- Minimierung der Investitions- und Betriebskosten über die gesamten Lebensdauer der Gebäude und Anlagen
- Umsetzung der klimapolitischen Zielstellungen / Ressourcenschonung
- Qualitätssicherung und Konsequenz
- Kostensicherheit

- alle stadt eigenen Gebäude, Einrichtungen und betriebstechnische Anlagen der städtischen Ämter und Eigenbetriebe
- vertragliche Verpflichtung aller beauftragten Planungsbüros zur Anwendung

→ Wirtschaftlichkeit

Ausnahmen gelten, wenn die genannten Zielwerte mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht erreichbar sind.

→ Denkmalschutz

Bei denkmalgeschützten Gebäuden sind Ausnahmen von den vorgenannten Regelungen möglich. Zielstellung dabei ist, den Charakter und insbesondere die Fassadenwirkungen des Baudenkmals so weit als möglich zu erhalten und dabei einen zeitgemäßen winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz und erforderlichenfalls die Umsetzung aktueller bautechnischer Auflagen zu realisieren, sowie Bauschäden zu vermeiden.

Wirtschaftlichkeit

„Die Anwendung der vorstehenden energetischen Standards und Planungsvorgaben ist verpflichtend bei allen städtischen Baumaßnahmen, einschließlich bei Baumaßnahmen der Eigenbetriebe, einzuhalten. Ausnahmen gelten, wenn die genannten Zielwerte mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht erreichbar sind. Die optimale Variante ist mittels Gesamtkostenbetrachtung zu ermitteln.“

- Baumaßnahmen ab 500.000 EUR: Gesamtkostenbetrachtung für mind. 2 Investitionsvarianten
- Formblatt als Beilage zum Objektplan
Investitionskosten, Förderungen, Endenergiebedarfe Wärme und Strom, Betriebskosten, Kapitalkosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Umweltfolgekosten 50 EUR/t CO₂, Energiepreissteigerungen
→ Vergleich der jeweiligen Gesamtkosten der Varianten

Energetische Standards - Beispiel Neubau



Neubau südpunkt/Bildungs- und Kulturzentrum (2007- 2009)



NRF 4.000 m² (Neubau)

Passivhausstandard, Nutzung 8 bis 22 Uhr

Investitionskosten: ca. 15 Mio. EUR (Neubau)

sehr guter Wärmeschutz, RLT mit WRG, Erdsonden, Wärmepumpe, Fernwärme, energetisches Monitoring / Betriebsoptimierung 2009 bis 2012

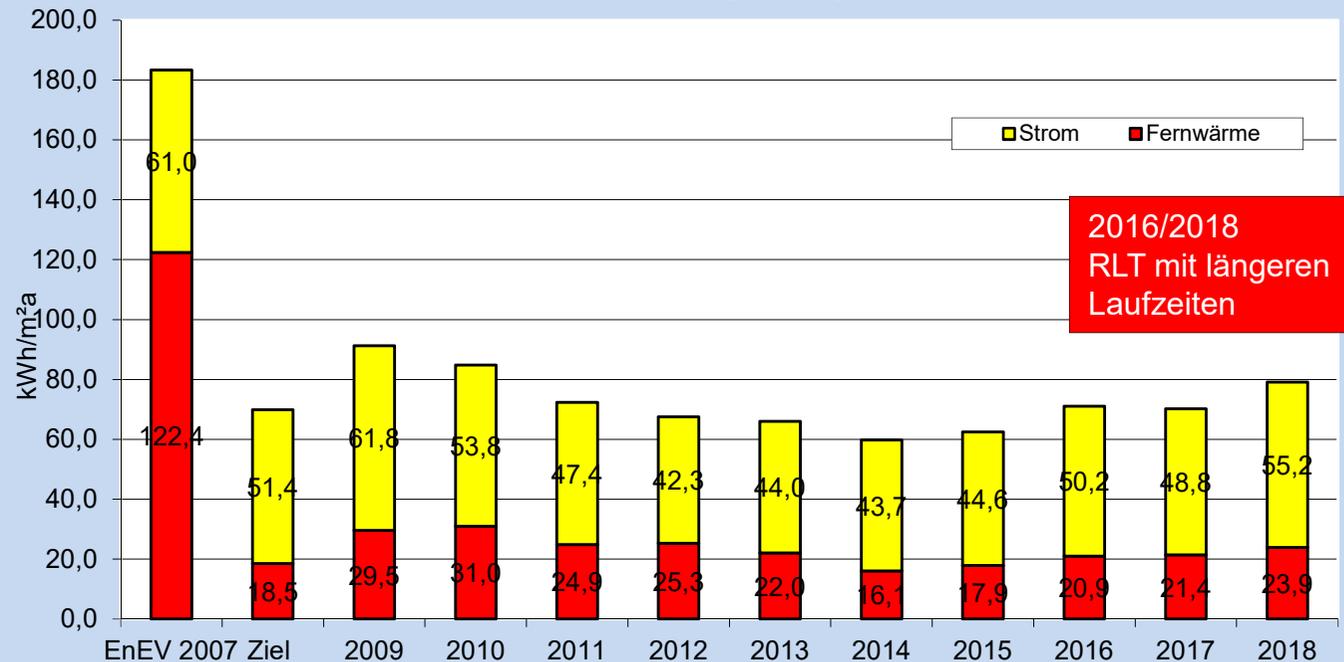
Mehrkosten energetischer Standard: ca. 890.000 EUR

Amortisation: Plan ca. 25, Ist ca. 20 – 28 Jahre

(Einsparungen: 20.000 EUR/a, Pers.kosten: 16.000 EUR/a)



Neubau Südpunkt: spezifische Energieverbräuche
(Wärme witterungsbereinigt)



2016/2018
RLT mit längeren
Laufzeiten

Neubau KiTas (2012 - 2015)

11 KiTas im Passivhausstandard

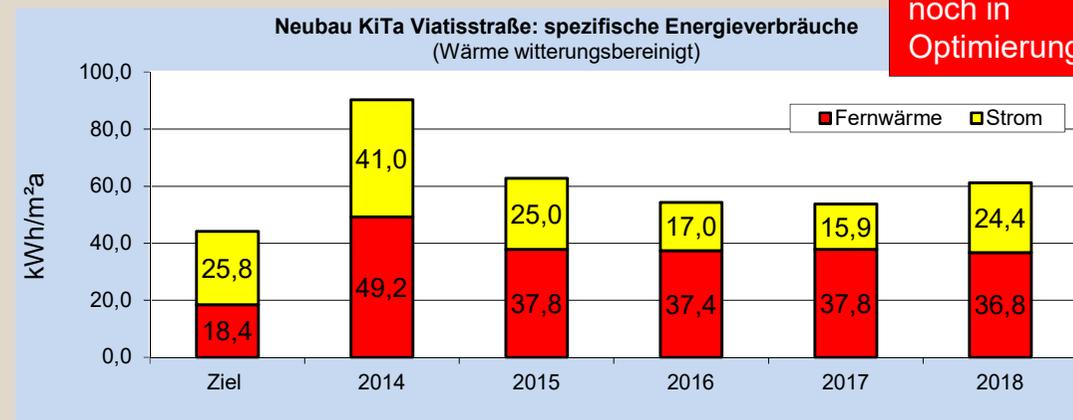
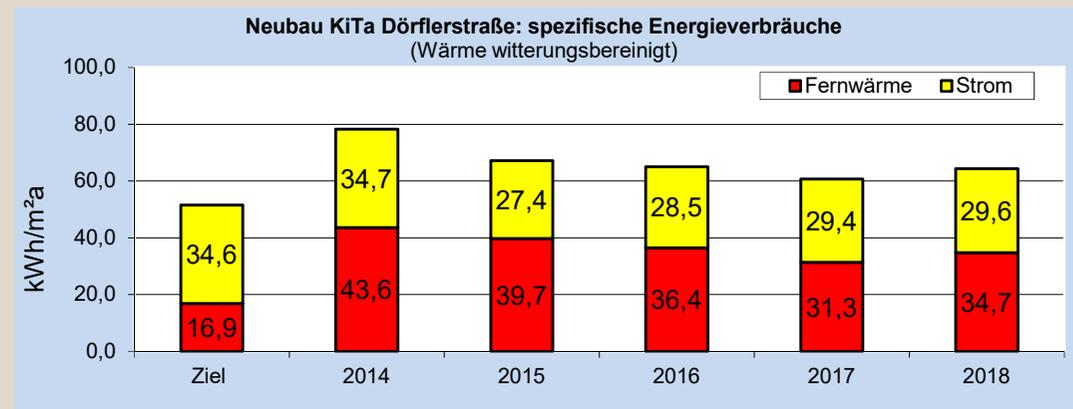
5 KiTas energetisches Monitoring / Betriebsoptimierung 2015/2016 (extern)

NRF: 500 bis 1.300 m²

sehr guter Wärmeschutz, RLT mit WRG (im Sommer aus), Fernwärme, Gas

Amortisation: Plan 0 bis ca. 38 Jahre, Ist: teilweise > 40 Jahre

prinzipielle Akzeptanz des PH-Standards, aber sehr viel Kommunikation und Begleitung erforderlich
angemessene Behaglichkeiten (T, rH, CO₂)



Neubau KiTas (2012 - 2015)

Tabelle 3: Bekannte Differenzen zum PHPP-Modell und Optimierungspotenziale, Beispiel Kita Dörflerstraße

Bedarf Wärme nach PHPP (Beispiel KiTa Dörflerstraße, NGF: 1.033 m ²)		16 kWh/m ² a	
Verbrauch Wärme 2015, bereinigt		37 kWh/m ² a	100 %
Bekannte Differenzen zum PHPP-Modell:	(in Summe)	(7 kWh/m ² a)	(19 %)
Generelle Ungenauigkeit des Passivhaus-Projektierungspaketes (PHPP)	- 0 kWh/m ² a	37 kWh/m ² a	
Höhere Raumtemperaturen in den KiTas (Ansatz PHPP = 20°C)	- 4 kWh/m ² a	33 kWh/m ² a	
Niedrigere interne Gewinne (Ansatz bezüglich Nutzung im PHPP höher)	- 3 kWh/m ² a	30 kWh/m ² a	
Optimierungspotenziale:	(in Summe)	(12 kWh/m ² a)	(32 %)
Heizgrenztemperatur (Ansatz im PHPP = 10°C, real höher eingestellt)	- 1 bis 3 kWh/m ² a	29 kWh/m ² a	
Heizbetrieb in Ferien (z. B. Weihnachtsferien)	- 2 bis 3 kWh/m ² a	27 kWh/m ² a	
Regelung: Heizung/Lüftung – Abschaltbetrieb außerhalb der Nutzungszeiten	- 2 bis 3 kWh/m ² a	25 kWh/m ² a	
Regelung: zu hohe Vorlauftemperatur	- 1 bis 2 kWh/m ² a	24 kWh/m ² a	
Regelung: Heizung/Lüftung – Verteilverluste	- 1 bis 2 kWh/m ² a	23 kWh/m ² a	
Mangelhafte hydraulische Einregulierung	0 kWh/m ² a	23 kWh/m ² a	
Heizkennlinie nicht optimal eingestellt	- 1 bis 2 kWh/m ² a	22 kWh/m ² a	
Regelung: höhere Luftmenge wegen niedrigerem CO ² -Sollwert	- 2 bis 4 kWh/m ² a	20 kWh/m ² a	
Spüllüftung wegen Schadstoffen	- 2 bis 3 kWh/m ² a	18 kWh/m ² a	
Verbrauch Wärme mit Ansatz bekannter Differenzen und umgesetzten Optimierungspotenzialen		18 kWh/m ² a	

Fazit:

- bei KiTas im PHPP mit höheren Ansätzen für Raumtemperaturen und niedrigeren Ansätzen für interne Gewinne rechnen
- bei Wärme (mit optimalen Regelungseinstellungen) sind 25 bis 30 kWh/m²a erreichbar
- bei Strom stark abhängig von RLT, ca. 15 bis 20 kWh/m²a
- + Nutzerverhalten

Energetische Standards - Beispiel Neubau

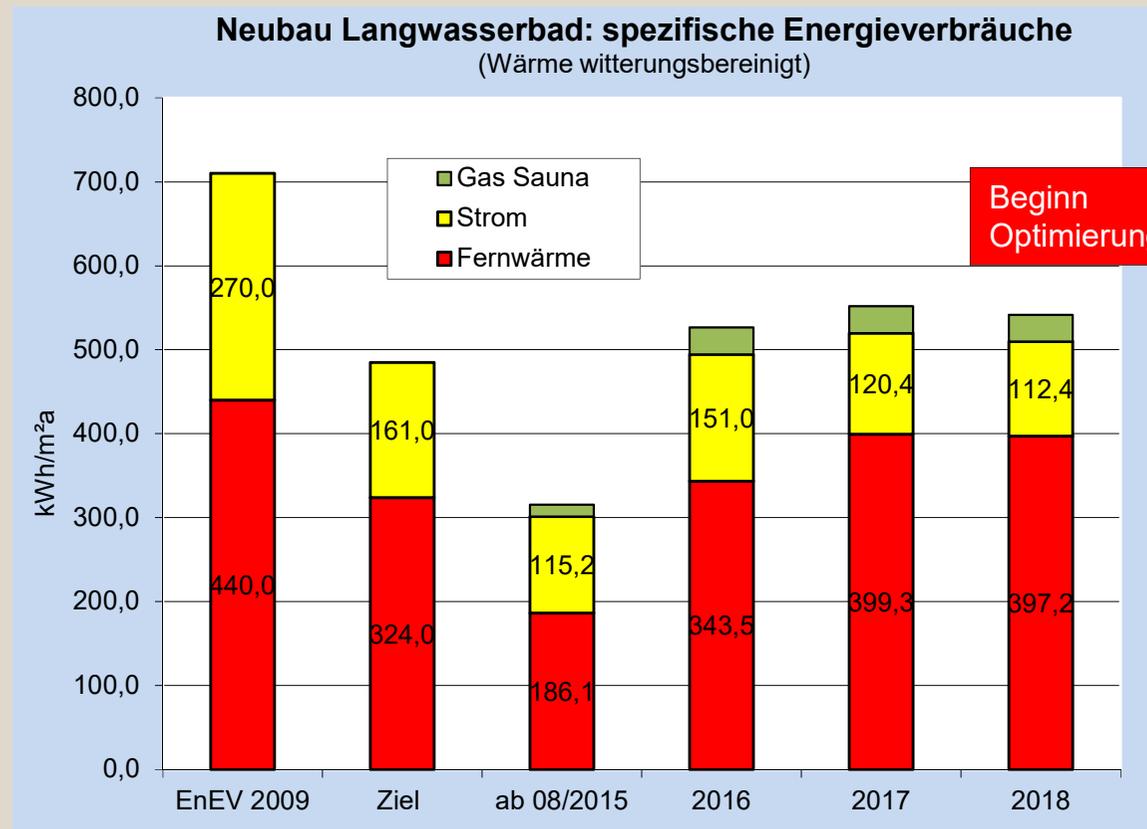


Neubau Langwasserbad (2013- 2015)



NRF 10.000 m², Wasserfläche: ca. 2.200 m²
 Passivhausstandard für Schwimmbäder
 Investitionskosten: ca. 32 Mio. EUR
 sehr guter Wärmeschutz, Fernwärme, 3 RLT mit WRG/WP, Solarabsorber 980 m², PV-Anlage 2.000 m²
 Spülwasser-WRG, Grundwassernutzung
 energ. Monitoring / Betriebsoptimierung 2018 bis 2020

Komponenten	Amortisation	Bemerkungen
Wärmeschutz	8 Jahre	dickere Dämmung, Drei-Scheiben-Verglasung
Lüftungsanlagen mit Wärmepumpen	9 Jahre	3 Stück in Schwimmhallen
Solarabsorber Photovoltaik	17 Jahre 12 Jahre	980 m ² 68 kWp
Wärmenutzung aus Spülwasser	3 Jahre	Wärmetauscher 80kW
Permanentmagnet-Pumpen	4 Jahre	> 4 kW, 26 Stück
Grundwassernutzung	2 Jahre	Brunnen
BHKW	5 Jahre	nicht umgesetzt
Wärmerückgewinnung aus Duschwasser	12 Jahre	nicht umgesetzt



Energetische Standards - Beispiel Sanierung



Sanierung/Umbau Schlachthof-Verwaltungsgebäude zu KiTa (2001 - 2004)



Baujahr: 1892, NGF 1.473 m², Einzeldenkmal

Klinker, Sandstein, Stahlbeton

Neubaustandard EnEV 2002

Investitionskosten: ca. 3,1 Mio. EUR

Gas-Brennwertheizung, Fußbodenheizung, Fenster, Dachdämmung,

Dämmung Kellerdecke, Innendämmung mineral. Dämmputz 6 cm

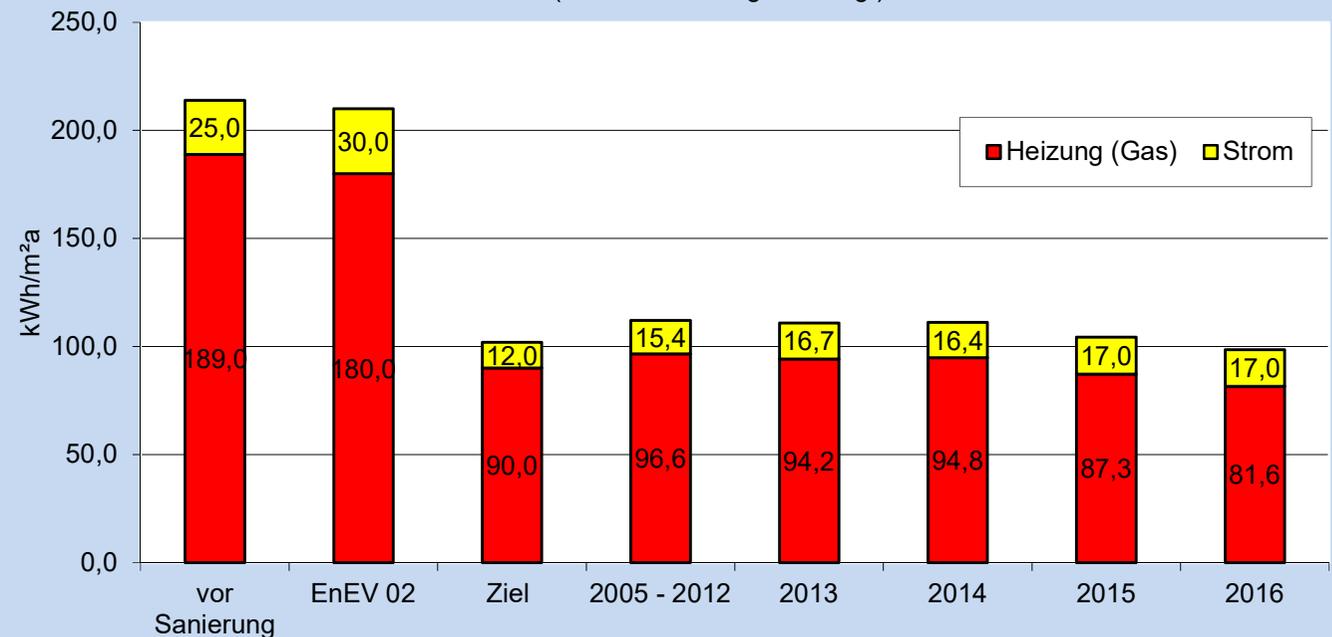
Mehrkosten energetischer Standard (Innendämmung): 25.000 EUR

Amortisation: ca. 6 Jahre



Sanierung KiTa Schlachthof: spezifische Energieverbräuche

(Wärme witterungsbereinigt)



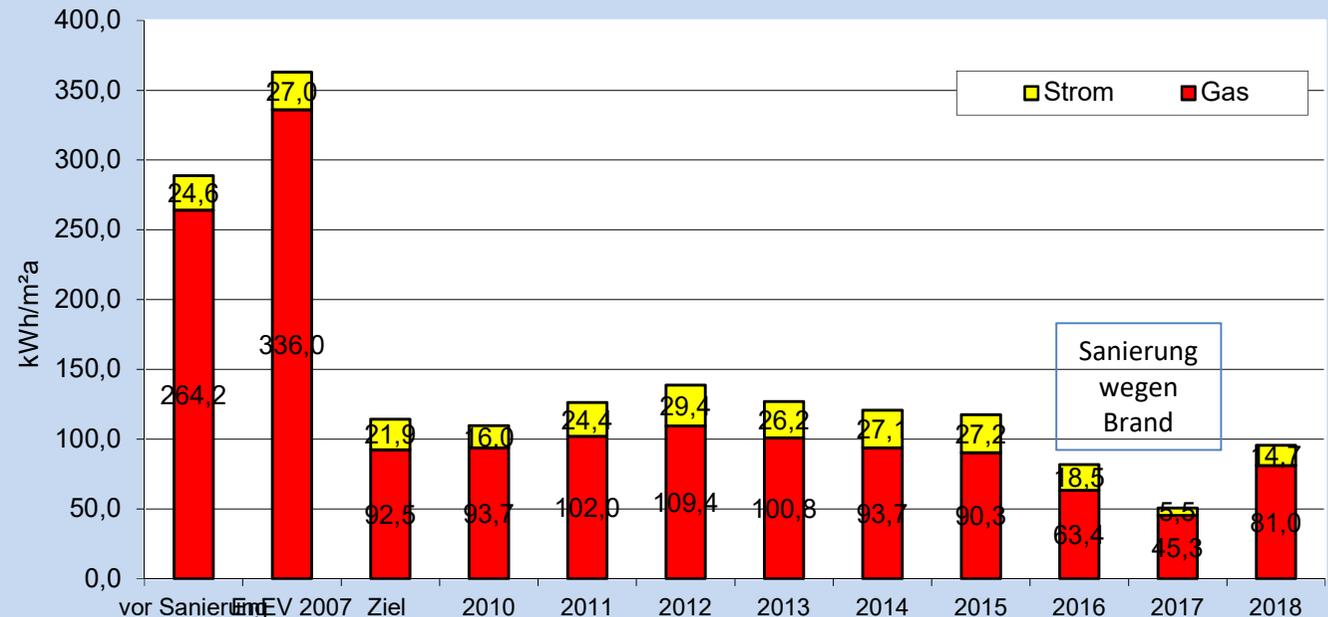
Sanierung KiTa Reutersbrunnenstraße (2008 - 2010)



Baujahr: 1975, NGF 1.295 m², Stahlbeton, Mauerwerk
 Neubaustandard EnEV 2007
 Investitionskosten: ca. 2,5 Mio. EUR
 Wärmedämmung außen, Fenster, Dach, Boden gegen Erdreich (VIP),
 thermische Solaranlage, PCM-TWW-Speicher, Gas-Brennwert,
 Beleuchtung, dez. RLT mit WRG f. innenlieg. Räume Mehrkosten
 energetischer Standard: ca. 115.000 EUR
 Amortisation: Plan 14 Jahre, Ist ca. 12 bis 16 Jahre



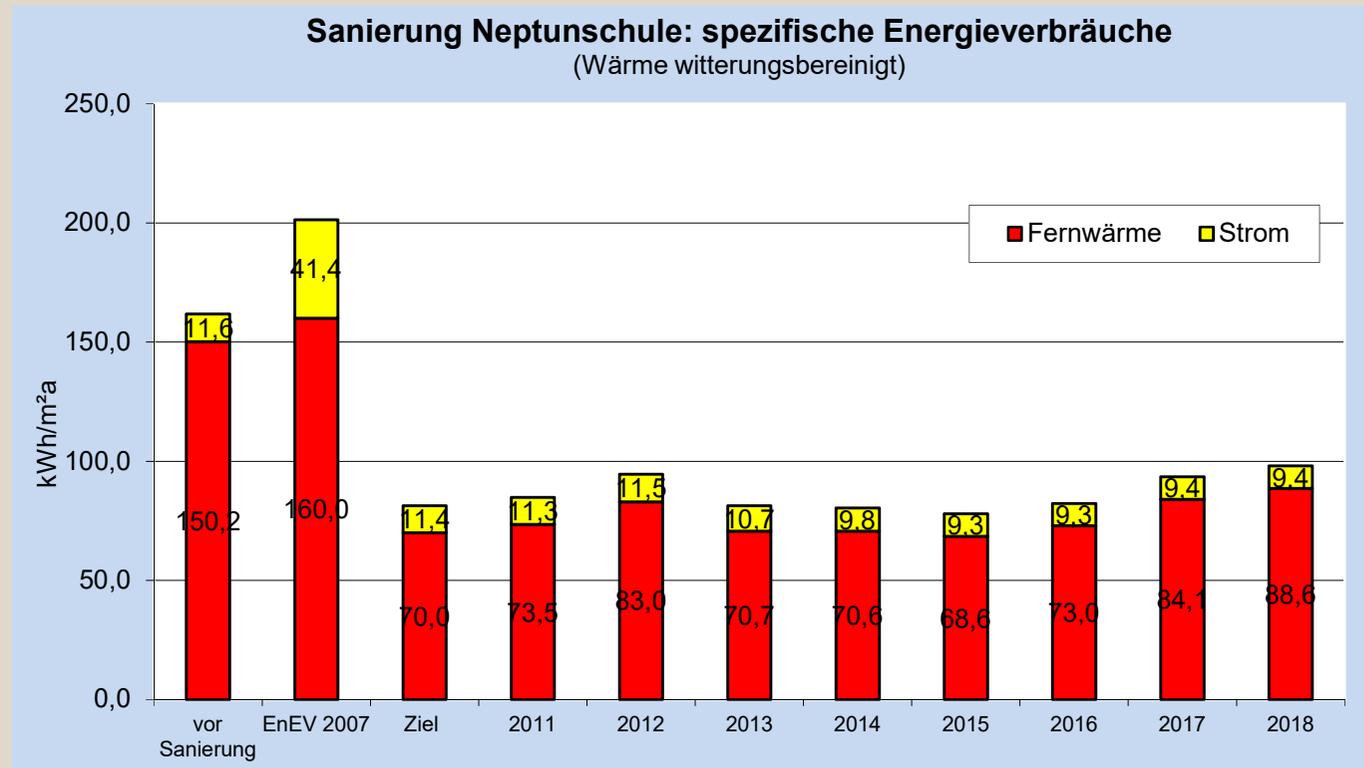
sanierung KiTa Reutersbrunnenstraße 40: spezifische
 Energieverbräuche
 (Wärme witterungsbereinigt)



Sanierung Neptunschule (2010 - 2011)



Baujahr: 1965, NGF 3.039 m², Ziegel, Stahlbeton
 Neubaustandard EnEV 2007
 Investitionskosten: 1,95 Mio. EUR
 Außendämmung: 14 cm WLF 035, Fenster: 3-Scheiben-Verglasung,
 Dach: 20 cm WLF 035, Fernwärme
 KP II



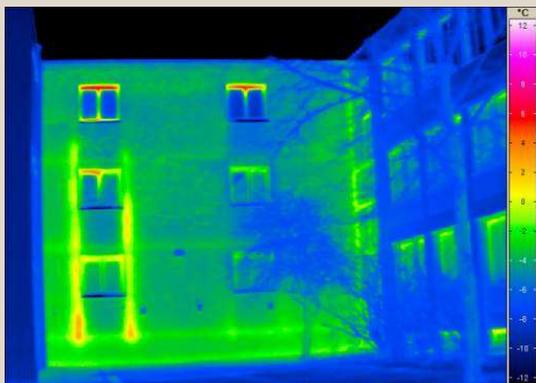
Energetische Standards - Beispiel Sanierung



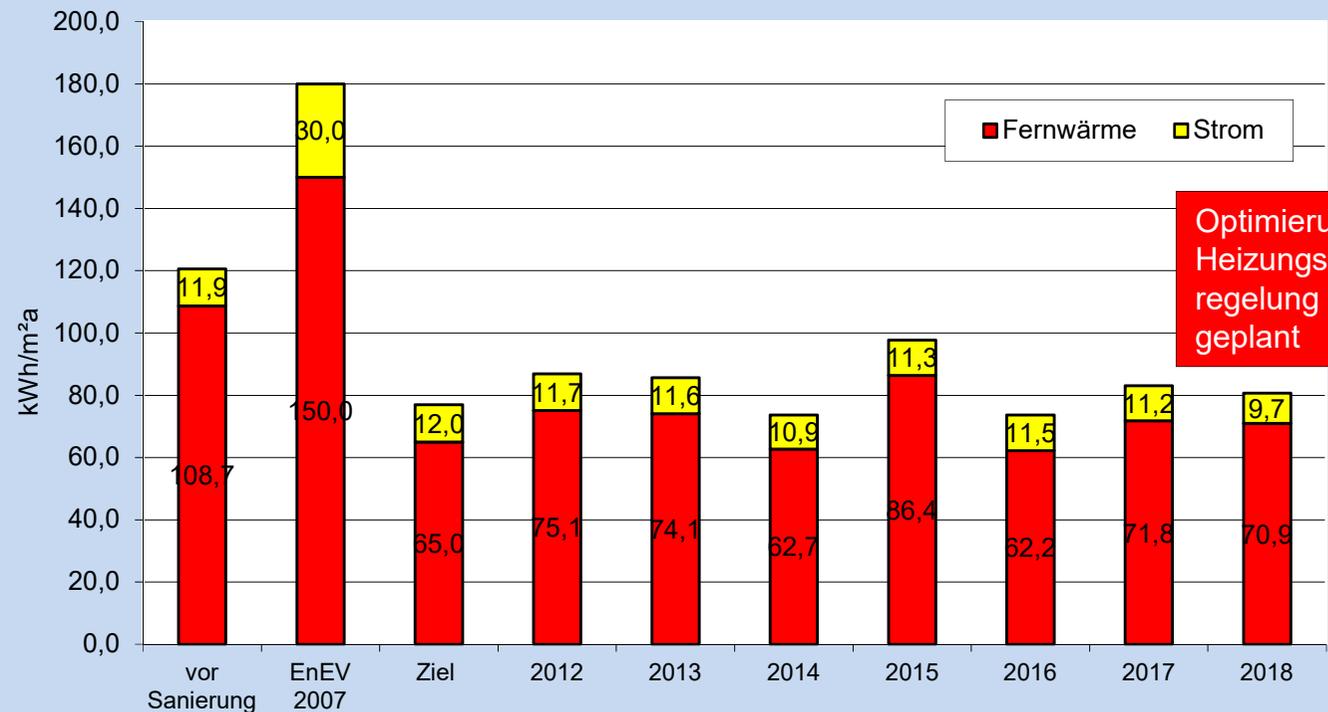
Sanierung Neues Gymnasium (2010 - 2011)



Baujahr: 1959/79, NGF 10.872 m², Einzeldenkmal
Klinker, Stahlbeton
Neubaustandard EnEV 2007
Investitionskosten: 6 Mio. EUR
Außen-/Innendämmung, Fenster, Dach, Fernwärme
teilweise dezentrale RLT Mit WRG/FRG
KP II



Sanierung NGN Altbau: spezifische Energieverbräuche
(Wärme witterungsbereinigt)



Optimierung
Heizungs-
regelung
geplant

Sanierung Raubtierhaus (2007- 2009)

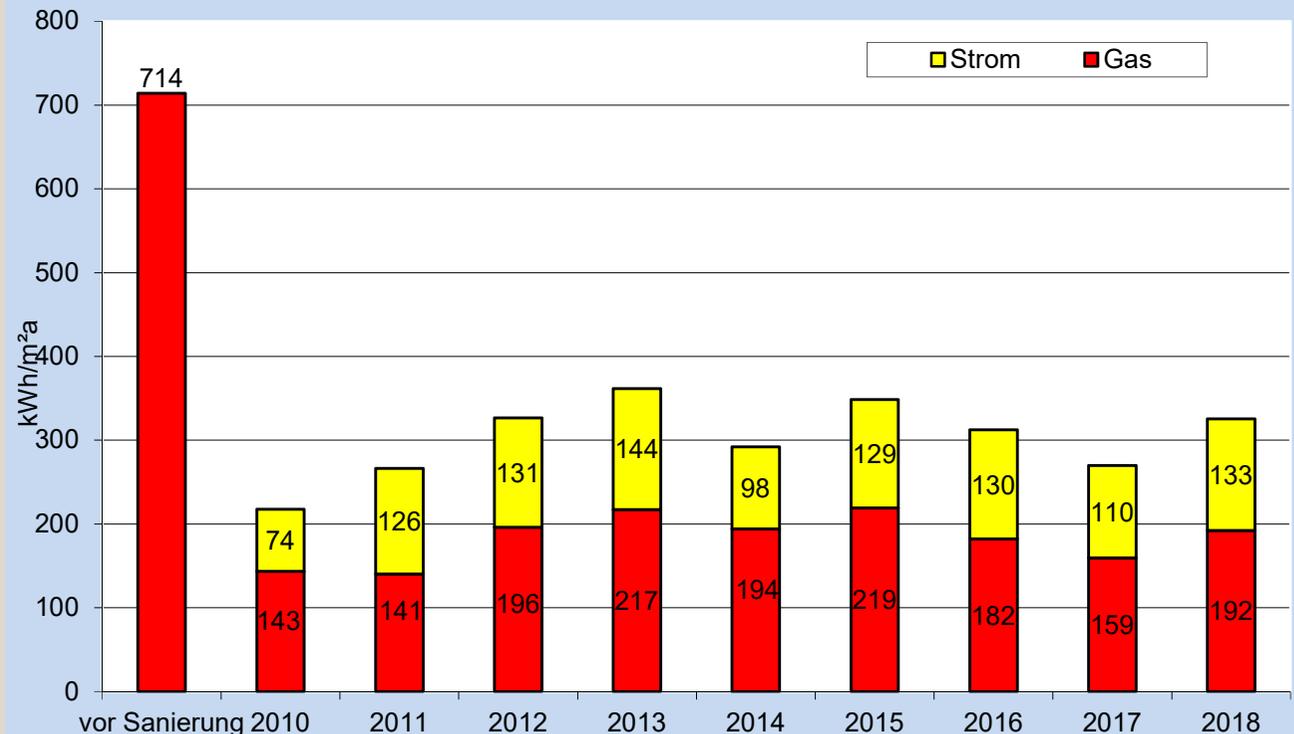


Baujahr: 1938/1949, Nutzfläche ca. 770 m², Einzeldenkmal
 Investitionskosten: ca. 4 Mio. EUR

Umbau Innenbereich, Erweiterung der Tierboxen, Sanierung der umlaufenden äußeren Sandsteinwand, Rundumverglasung im Besucherbereich, Erneuerung des gesamten Daches, Gasbrennwertheizung (ab 2016: Brennstoffzelle), RLT mit WRG, Beleuchtung



Generalsanierung Tg Raubtierhaus: spezifische Energieverbräuche
 (Wärme witterungsbereinigt)



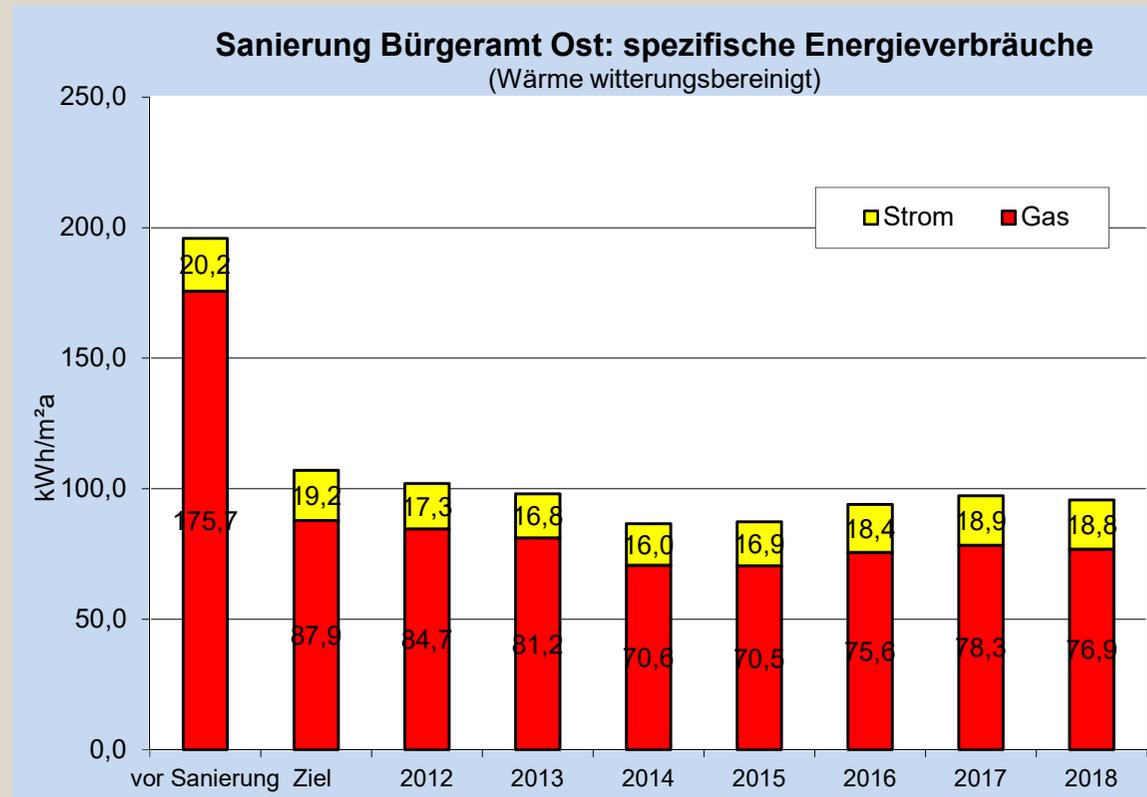
Energetische Standards - Beispiel Sanierung



Sanierung Bürgeramt Ost (2010 - 2011)



Baujahr: 1962, ca. NGF 989 m², Einzeldenkmal
 Neubaustandard EnEV 2007
 Investitionskosten: ca. 1 Mio. EUR
 Wärmedämmung außen, Fenster, Dach, Gas-Brennwert
 KP II



Energetische Standards - Beispiel Sanierung



Sanierung Luitpoldhaus/Stadtbibliothek (2008- 2012)



Baujahr: 1911/1956, NRF 7.000 m², Ensembleschutz

EnEV-Neubaustandard 2009

Investitionskosten: ca. 33 Mio. EUR

Umbau und Erweiterung, Außendämmung, Fenster, Dach, Heizung, Beleuchtung, RLT mit WRG/FRG, Grundwasserkühlung, wertvolle Altbestände, energ. Monitoring/Betriebsoptimierung 2012 bis 2016

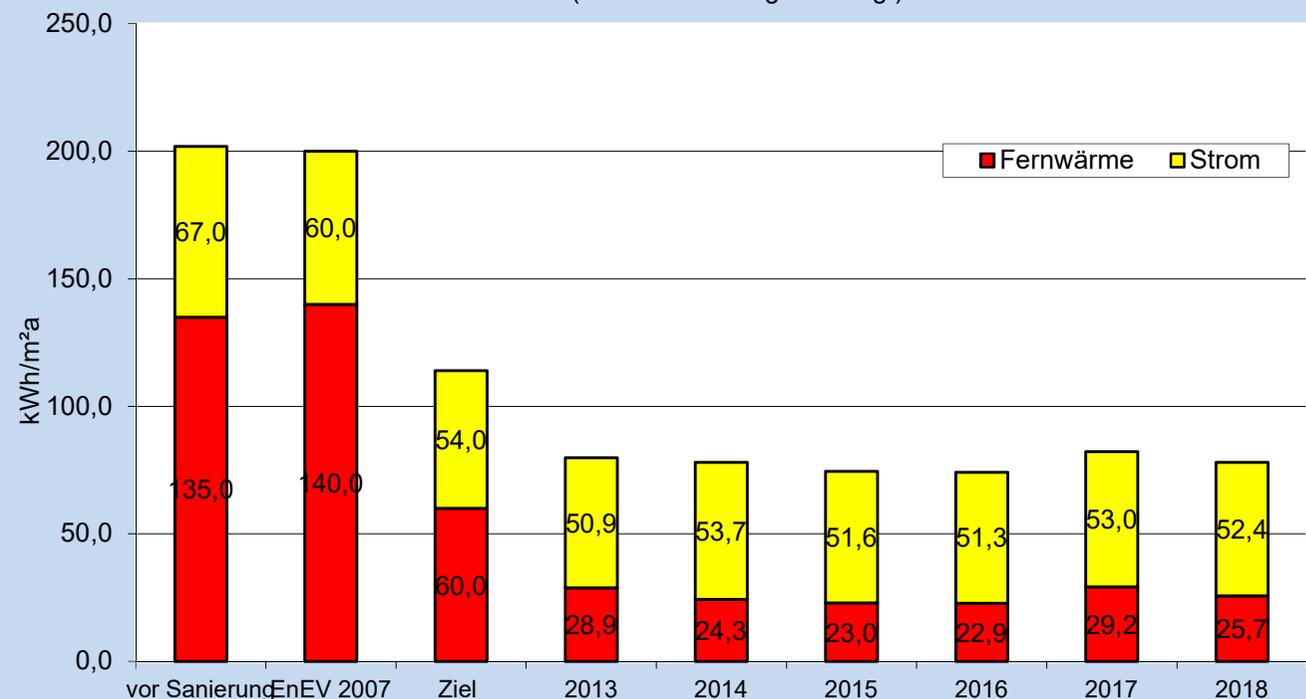
Mehrkosten energ. Standard: ca. 980.000 EUR

Amortisation: Plan ca. 17, Ist ca. 14 Jahre



Sanierung Luitpoldhaus: spezifische Energieverbräuche

(Wärme witterungsbereinigt)



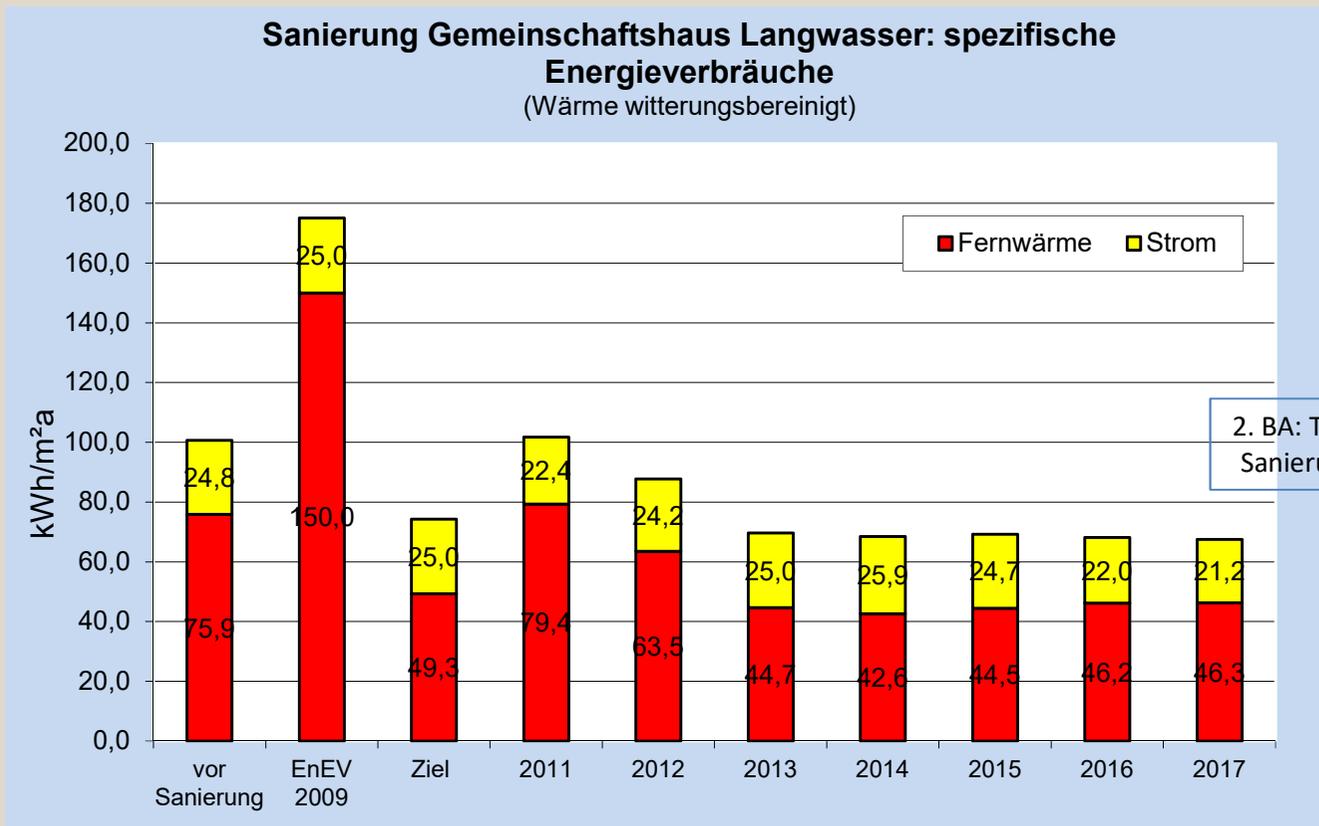
Energetische Standards - Beispiel Sanierung



Sanierung Gemeinschaftshaus Langwasser (2011 - 2012)



Baujahr: 1968, NGF 5.222 m², Stahlbeton, Ziegel
 Investitionskosten: ca. 3,4 Mio. EUR im 1. BA
 Neubaustandard EnEV 2009
 Fernwärme, Außendämmung, Fenster, Dachdämmung, (TGA im 2. BA)
 Mehrkosten energetischer Standard: ca. 131.000 EUR
 Amortisation: Plan ca. 20 Jahre, Ist ca. 15 Jahre



Energetische Standards - Beispiel Sanierung



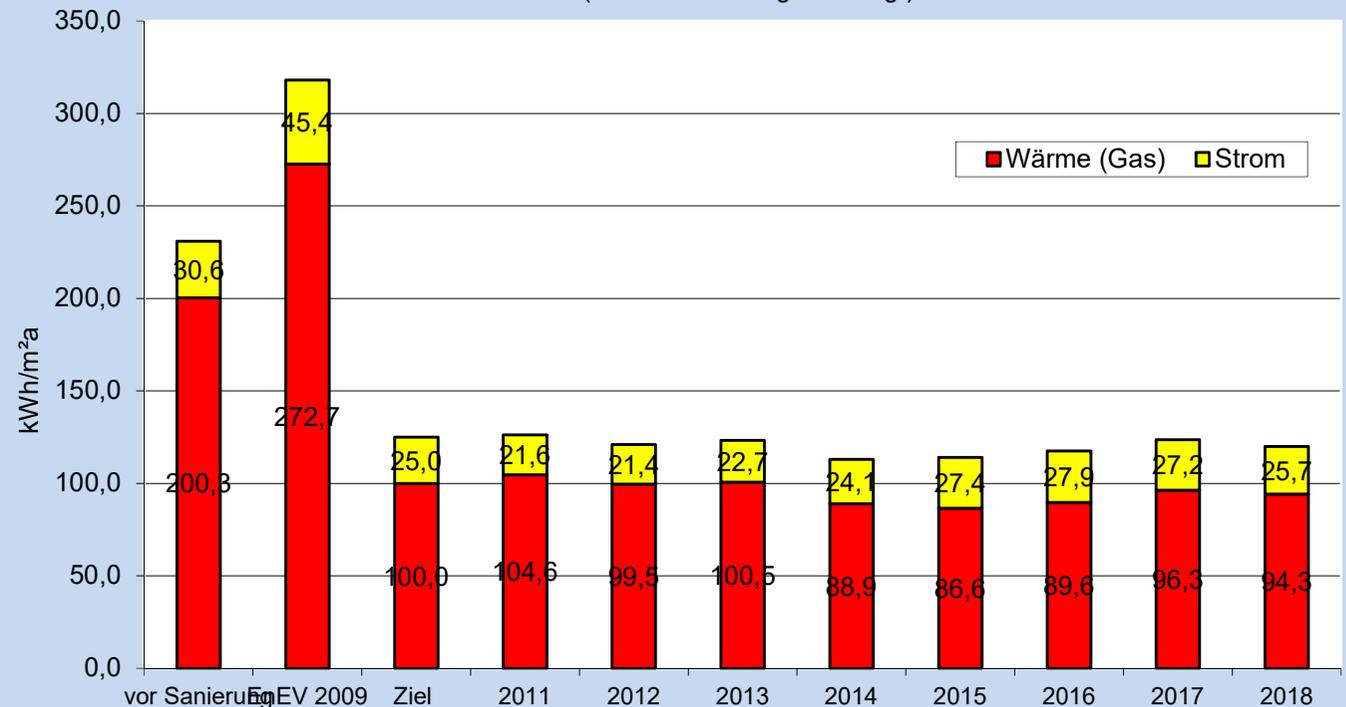
Sanierung Herrenschießhaus/Bildungszentrum (2001 - 2012)



Baujahr: 1583, NRF 938 m², Einzeldenkmal
 EnEV-Altbaustandard 2009
 Investitionskosten: ca. 1,2 Mio. EUR
 Innendämmung, Fenster, oberste Geschosdecke, Gas-Brennwert, Beleuchtung
 Mehrkosten Innendämmung: ca. 100.000 EUR
 Amortisation: ca. 25 Jahre



Sanierung BZ Herrenschießhaus: spezifische Energieverbräuche
 (Wärme witterungsbereinigt)



- sommerlicher Wärmeschutz
 - Sonnenschutz einsparen
 - fehlende Funktionsbeschreibung
 - fehlerhafte Regelungen
 - nicht funktionierende Nachtlüftung
- Planung und Ausführung TGA
 - Konzept und Planung der Lüftungsanlagen RLT
 - fehlende Funktionsbeschreibungen
 - fehlerhafte Regelungen RLT und Heizung
 - mangelhafte Funktionsprüfungen
 - mangelhafte Inbetriebnahmen, Abnahmen
- Nutzerunsicherheiten / -ängste (Technik, Einflussmöglichkeiten)

- Architekt: Identifikation mit Ziel, Koordination, technisches Verständnis
 - TGA-Planer: RLT-Kompetenz, Regelstrategien, Funktionsbeschreibungen
 - sommerlicher Wärmeschutz ernst nehmen
 - Mängelbeseitigung ernst nehmen / LP 9 konsequent einfordern
- Kritikpunkte am energetischen Konzept sind zum Großteil nicht beseitigte „Mängel“
- Ziele gemeinsam festlegen: Funktionen, Komfort, Energie
 - Nutzerschulung: ggf. im Vorfeld, Zusammenhänge, Nutzerverhalten
 - Nutzereinweisung nach Inbetriebnahme + Wiederholungen
 - Nutzerhandbuch und kompakte Kurzübersicht der wichtigsten Funktionen
 - fixe Ansprechpartner bei Problemen
 - Technik so einfach, wie möglich: Regelungen, Nachtlüftung, RLT, Bedienung
- den Nutzern die Angst nehmen und Einflussmöglichkeiten geben**

- ein besserer energetischer Standard (gegenüber EnEV/EEWärmeG) lohnt sich: vor allem bei Sanierungen (i.d.R. Halbierung der Wärmeverbräuche)
- im Neubau ist Passivhausstandard o.ä. ist i.d.R. der wirtschaftliche Standard (Ausnahme kleine Gebäude ca. 600 m² und fernwärmeversorgt)
- kein Selbstläufer: man muss sich um das Thema „Energie“ kümmern - Standards formulieren und Umsetzung kontrollieren sowie Prozess in Planung – Bau – Inbetriebnahme optimieren, energetische Betriebsoptimierung i.d.R. erforderlich

- intensive Begleitung in Planung - Bau - Inbetriebnahme nötig
→ energetische Qualitätssicherung (EPS oder LP10) durchführen:
 - beginnt bei LP 0 Ziele, Grundlagen, Planung, Bau (bis LP 8)
 - Meilensteine prüfen (Funktionsbeschreibung, Regelkonzept, Zählerkonzept, Abnahmen)
 - Inbetriebnahmen, Monitoring und energetische Betriebsoptimierung (Überschneidung mit Mängelbeseitigung LP 9, min. 2 bis 3 Jahre)
- Aufwand für (intensives) Monitoring und energetische Betriebsoptimierung:
ist wirtschaftlich bei größeren Projekten (ca. > 2.500 m²): Personalaufwand ca. 20%
- (laufendes) Energiecontrolling: ist Pflichtaufgabe
(automatisierte Zählerdatenerfassung: ab ca. 30.000 EUR Energie-/Wasserkosten pro Jahr ist empfehlenswert für zeitnahe und detaillierte Verbrauchsdaten, mit Alarmfunktion überwachbar)

Leistungsphasen nach HOAI

LP 1 Grundlagenerm.	LP 2 Vorplanung	LP 3 Entwurfspl.	LP 4 Genehmigungspl.	LP 5 Ausführungspl.	LP 6 Vorb. Vergabe	LP 7 Mitwirkung Verg.	LP 8 Bauüberwachung	LP 9 Obj.betr./Dokum.	LP 10 Mon./Betr.optim.
Ziele festlegen, Strukturierung, Aufgabenstellung	Prüfen Energiekonzept, Einbindung Fachplaner	Prüfen Energiekonzept/MSRM-Konzept/relevante Daten/Berechnungsergebnisse, Klären Zielkonflikte	Prüfen relevante Daten/Berechnungsergebnisse/Funktionsbeschreibungen/MSRM-Konzept, Einfordern Nachweise, Klären Zielkonflikte	Einfordern Ausführungs-details/Leistungsdaten TGA, Klären Zielkonflikte	Plausibilitätsprüfungen	ggf. Mitwirkung bei energetisch relevanten Vergabeentscheidungen	Meilensteine Bauablauf, Einfordern Abnahmeprotokolle, Kontrolle Umsetzung MSRM-Konzept, Klärung Zielkonflikte	Einfordern aller Nachweise/Dokumentationen TGA	Erfassen, Bewerten der Energieverbräuche, Nutzer einbeziehen, Kontrolle Betriebsoptimierung
	grobes Energiekonzept, PHVPP, Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtungen	Energiekonzept mit Qualitäten/Kennwerten, PHPP, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, erstes MSRM-Konzept allgemeine Funktionsbeschreibung, ggf. Simulationen	Energiekonzept mit Details/Dimensionierungen, PHPP-Nachweis, EnEV-Nachweis, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, MSRM-Konzept, Funktionsbeschreibungen, ggf. Simulationen	Detaillierung Planungen, MSRM-Konzept, Funktionsbeschreibungen	Prüfen energetisch relevanter Ausschreibungs-details, Funktionsbeschreibung muss Teil des MSR-LV sein	Bewerten energetisch relevanter Angebote, Bewerten von Alternativangeboten	Erfassung energetisch relevanter Probleme u. Einfordern und Mitwirken bei Lösungsvorschlägen, Baustellenbegehungen, Abnahmen und Inbetriebnahmen, Einfordern aller Protokolle, Einweisung Betriebspersonal/HM in TGA, Bower-Door Thermografie	Überwachen energierelevante Mängelbeseitigung, Endfassung Energiekonzept/Wirtschaftlichkeit/PHPP Nachweis/Energieausweis/Aushang, Einfordern alle Dokumentationen/Unterlagen, Einweisung Nutzer	Energetische Betriebsoptimierung mit GLT, Überprüfen Funktionen/Betriebsarten/Parameter, Anpassung Regelungsparameter/Nutzungszeiten, Plausibilitätsprüfungen

Teilnahme an Planungs- und Baubesprechungen

Energiecontrolling →

- Ziel: Gebäude mit möglichst niedrigem Energieverbrauch und hohem Komfort, bei möglichst einfacher, ausfallsicherer, wartungsarmer Technik
- sinnvoll im Sinne der Wirtschaftlichkeit und Klimaschutzziele + Vorbildrolle
- zukunftsfähig im Sinne, was ist technisch sinnvoll bei unseren Klimabedingungen
- Beschränkung auf wesentliche Ziele – mehr Gestaltungsfreiheit, Flexibilität
- Schwerpunkt im Bestand: 88% der Fläche, 94% des Wärmeverbrauchs
- möglichst einfache technische Lösung mit Einbeziehung Nutzer
- Schwerpunkt erneuerbare Energien: Strom und vor allem Wärme



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.
Fragen?

[www – Suche: „KEM Nürnberg“](http://www.kem-nuernberg.de)