



## 6 | Energiebericht der Bayerischen Staatlichen Hochbauverwaltung



Mit der uns anvertrauten Umwelt müssen wir verantwortungsvoll und zukunftsorientiert umgehen. Es ist unsere Aufgabe, den nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Zukunft zu ermöglichen und den vorhandenen Gestaltungsspielraum der Gesellschaft zu erhalten.

Seit den tragischen Ereignissen in Fukushima hat das Thema der künftigen Energieversorgung weiter an Bedeutung gewonnen. Neben die Ziele zum Klimaschutz tritt nun die Vorgabe, im Energiesektor konsequent auf den Einsatz von Kernkraft zu verzichten. Das bedeutet den weiteren Ausbau der Versorgung mit erneuerbaren Energien sowie eine nochmalige Verstärkung der Aktivitäten im Bereich der Energieeinsparung.

Der Freistaat Bayern als flächenmäßig größtes Bundesland ist sich seiner Verantwortung und seiner Vorbildfunktion absolut bewusst. Die Bayerische Staatsregierung hat am 24. Mai 2011 das Bayerische Energiekonzept „Energie innovativ“ beschlossen. Auch das Bayerische Klimaprogramm Bayern 2020 wird für die nächsten Jahre fortgeschrieben.

Mit gutem Beispiel geht auch der Freistaat als Bauherr voran. Die Staatliche Hochbauverwaltung arbeitet schon seit Jahren an der kontinuierlichen Verbesserung der energetischen Qualität der staatseigenen Gebäude sowie an der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien bei der Energieversorgung staatlicher Liegenschaften.

Bereits im Jahr 2008 wurde zusätzlich ein Sonderprogramm zur energetischen Sanierung staatlicher Gebäude mit Mitteln von insgesamt 150 Mio. € begonnen, welches bis Ende 2011 läuft. Im Zuge des Energiekonzeptes ist vorgesehen, dieses Programm in den nächsten Jahren fortzuführen.

Der Staatliche Hochbau nimmt den Klimaschutz und die Energiefrage ernst. Neue Verwaltungsgebäude des Freistaats entstehen künftig regelmäßig auf der Grundlage des Passivhausstandards. Bei allen anderen staatlichen Baumaßnahmen – sowohl im Neubau als auch im Bestand – sollen die durchschnittlichen Anforderungen der gültigen Energieeinsparverordnung 2009 bezüglich der Gebäudehülle generell um mindestens 30 Prozent unterschritten werden. Zusätzlich läuft eine Pilotphase, um auch einzelne ausgewählte Sonderbauten – wie etwa Institutsgebäude – in dem anspruchsvollen Passivhausstandard zu errichten. Außerdem hat die Bayerische Staatsregierung für die künftigen Stromlieferungen festgelegt, dass die gesamte gelieferte elektrische Energie aus erneuerbaren Energien stammt.

Der 6. Energiebericht der Staatlichen Hochbauverwaltung hat zum Ziel, die Entwicklungen der letzten Jahre zu dokumentieren und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Neben einer Zusammenstellung der Verbrauchsdaten und -kosten werden dabei wichtige Themen und herausragende Projekte dargestellt.

Über die gemeinsam mit unseren Partnern erzielten Erfolge freuen wir uns. Dieses Heft soll nicht nur informieren, sondern wir wollen damit auch positive Beispiele aufzeigen und Impulse geben. Denn der Aufbruch in ein neues Energiezeitalter ist eine Gemeinschaftsaufgabe, die wir alle zusammen angehen müssen.

München, Dezember 2011

Joachim Herrmann, MdL  
Bayerischer Staatsminister des Innern

Gerhard Eck, MdL  
Staatssekretär

## Inhalt

4	1.	Aktuelle Rahmenbedingungen
6	2.	Entwicklung des Energieverbrauchs
6	2.1	Wärmeverbrauch und -kosten
7	2.2	Aufteilung der Energieträger
7	2.3	Stromverbrauch und -kosten
8	2.4	Einsatz erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
9	2.5	Reduzierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen
11	3.	Optimierung des Energiebezugs und -verbrauchs
11	3.1	Zentrale Gasausschreibung
11	3.2	Zentrale Stromausschreibung
12	3.3	Überprüfung der Anschlusswerte für Fernwärme und Erdgas
13	3.4	Heizungsoptimierung und Intracting
15	4.	Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude“
16	4.1	Staatliches Landschulheim Marquartstein
17	4.2	Regierung von Mittelfranken
18	5.	Energetische Sanierung im Denkmalschutz
18	5.1	Landesamt für Finanzen in Augsburg
19	5.2	Staatliches Bauamt Augsburg
20	6.	Passivhausstandard
22	6.1	Bayerischer Landtag – Erweiterungsbau im Nordhof
24	6.2	Polizeiinspektion Nürnberg-Süd
25	6.3	Polizeiinspektion Grafenau
26	6.4	Fachhochschule für öffentliche Verwaltung und Rechtspflege in Herrsching
27	7.	Energieeffizienz als Nachhaltigkeitskriterium
28	8.	„Contracting-Initiative Bayern“
32	9.	Energieversorgung – Beispielprojekte
32	9.1	Dampf- und Wärmeversorgung am Uni-Klinikum in München-Großhadern
33	9.2	Erweiterungsbau Finanzamt Fürth
34	9.3	Energieeffiziente Beleuchtung im Landesamt für Finanzen in Landshut
35	9.4	Solar-Luftkollektoren bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising
36		Impressum

## 1. Aktuelle Rahmenbedingungen

Seit dem Bericht der Vereinten Nationen zu Ursachen und möglichen Folgen des Klimawandels im Jahr 2007 besteht ein öffentlicher Konsens über die Notwendigkeit, kurzfristig Maßnahmen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zum Schutz des Klimas zu ergreifen. Die Havarie des Atomreaktors in Fukushima im März 2011 hat dieser Entwicklung eine zusätzliche Dramatik verliehen.

In diesem Zusammenhang steht eine Fülle von neuen Regelungen, Vorschriften und Programmen auf Ebene der EU, des Bundes und auch des Freistaats, mit umfangreichen Konsequenzen für den Baubereich. Alle diese Regelungen haben eine Begrenzung des Energieverbrauchs und die verstärkte Nutzung regenerativer Energien zum Ziel, um so eine zukunftsfähige und nachhaltige Energieversorgung sicherzustellen.

Die gemeinsame Perspektive dieser Vorgaben zielt auf eine weltweite Halbierung der klimaschädlichen Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts. Das bedeutet für die Länder der industrialisierten Welt eine Reduzierung der Emissionen um 85 bis 90%. Bereits bis Ende dieses Jahrzehnts sind hierzu konkrete Zwischenziele zu erreichen, d. h. eine Reduzierung des Energiebedarfes um 20% sowie ein Ausbau der erneuerbaren Energien um 20% bis zum Jahr 2020 – bis hin zu einem annähernd klimaneutralen Gebäudebestand bis Mitte des Jahrhunderts.

### EU-Gebäuderichtlinie

Mit der Neufassung der „Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“, die im Juli 2010 in Kraft getreten ist, hat die EU eine Vorschrift von maßgeblicher Bedeutung für den Gebäudebereich formuliert. Neben grundsätzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz bei Neubau- und Sanierungsmaßnahmen fordert die EU ab Ende 2020 die Errichtung sogenannter „Nearly-Zero-Energy-Buildings“ bzw. „Niedrigstenergiegebäude“. Dieser Standard hat die weitestgehende Minimierung des Energiebedarfs neuer Gebäude durch eine optimierte Gebäudehülle und hocheffiziente Technik zum Ziel. Der verbleibende Energiebedarf des Gebäudes soll weitest möglich aus regenerativen Energiequellen gedeckt bzw. durch zusätzliche Energieerzeugung wie Fotovoltaik kompensiert werden. Öffentlichen Bauherren soll eine Vorreiterrolle zukommen. Für sie gilt die Verpflichtung bereits ab Ende 2018. Die öffentliche Hand soll in Wahrnehmung ihrer Vorbildfunktion den Standard dann auch bei der umfassenden Sanierung von Bestandsgebäuden realisieren.

### Novelle

#### Energieeinsparverordnung 2012

Nicht zuletzt zur Umsetzung der neuen EU-Richtlinie, die bis Mitte 2012 in nationales Recht zu fassen ist, wird der Bund voraussichtlich die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 zur EnEV 2012 novellieren. Derzeit liegen noch keine

konkreten Informationen zu den Anforderungen der künftigen EnEV 2012 vor. Es ist aber davon auszugehen, dass der Bund mit der Novellierung die energetischen Anforderungen gegenüber der aktuellen EnEV 2009 weiter erhöhen will. Auch diese erhöhten Anforderungen sind gemäß dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG) grundsätzlich unter der Maßgabe der Wirtschaftlichkeit zu definieren.

### EU-Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen

Die Energiedienstleistungsrichtlinie nimmt – wie auch die Gebäuderichtlinie – die öffentliche Hand hinsichtlich ihrer Vorbildfunktion in die Pflicht und fordert diese auf, bei ihren Baumaßnahmen – unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit – nicht unwesentlich über die Anforderungen der Energieeinsparverordnung in der jeweils geltenden Fassung hinauszugehen. Das „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ (EDL-G) ist am 12. November 2010 in Kraft getreten.

### Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Im Rahmen des Europarechtsanpassungsgesetzes Erneuerbare Energien (EAG-EE) wurde das EEWärmeG novelliert (in Kraft seit 1. Mai 2011). Das Gesetz verfolgt das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte zu erhö-

hen. Mit dem neu aufgenommenen § 1a betont der Gesetzgeber ebenfalls die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand und schreibt für diese auch bei Maßnahmen an bestehenden Gebäuden den anteiligen Einsatz erneuerbarer Energien vor.

#### **„Eckpunkte Energieeffizienz“ des Bundes (Juni 2011)**

Der Bund verfolgt im Rahmen der Energiewende das Ziel einer Reduzierung des Primärenergieverbrauches (gegenüber 2008) bis 2020 um 20% bzw. bis 2050 um 50%. Bis 2050 soll der gesamte Gebäudebestand nahezu klimaneutral sein – unter Deckung des verbleibenden Energiebedarfes aus erneuerbaren Energien. Hierzu hat der Bund ein Eckpunktepapier erarbeitet, das im Gebäudebereich umfassende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz fordert. Die Effizienzstandards von Gebäuden sollen demzufolge ambitioniert erhöht werden und mit der EnEV 2012 bei Neubauten in einem ersten Schritt an den Niedrigstenergiestandard der EU-Gebäuderichtlinie herangeführt werden. Der Bund beabsichtigt, bereits ab 2012 alle eigenen Neubaumaßnahmen nach einem Niedrigstenergiestandard zu errichten. Eine konkrete Definition für diesen Standard ist noch festzulegen.

#### **Energiekonzept der bayerischen Staatsregierung**

Das Energiekonzept der Staatsregierung „Energie innovativ“ vom Mai 2011 the-

matisiert den erforderlichen Umbau der Energieversorgung mit dem Ziel, auch bei einem Verzicht auf Kernkraftwerke die bayerischen Klimaschutzziele zu erreichen. Dies erfordert eine Erhöhung des Anteils regenerativer Energieträger und Schaffung der notwendigen Infrastrukturen für eine stärker dezentrale Stromversorgung. Voraussetzung für eine Energieversorgung auf langfristige Basis ist die entschiedene Erhöhung der Energieeffizienz. Im Hinblick auf die Vorreiterrolle des Staates schlägt das Energiekonzept hier Maßnahmen zur Erhöhung des Energiestandards bzw. die Fortführung des Sonderprogramms zur energetischen Sanierung bei staatlichen Gebäuden vor.

#### **Neuer Energiestandard bei staatlichen Gebäuden**

Angesichts der anstehenden Vorgabe zur Einführung von Niedrigstenergiegebäuden ab Ende 2018 hat der Ministerrat im Juli 2011 beschlossen, bereits jetzt Verwaltungsneubauten des Freistaats auf der Grundlage des Passivhausstandards zu errichten. Damit realisiert er die bauliche Grundlage für eine Bauweise, die in Verbindung mit einer weitestgehend regenerativen Energieversorgung den geforderten „Nearly-Zero-Energy-Standard“ erfüllt. Für einzelne Sonderbaumaßnahmen mit komplexeren Nutzungsanforderungen soll der Passivhausstandard in Pilotprojekten angewandt werden. Bei allen anderen Gebäuden werden künftig die geltenden Anforderungen der

EnEV 2009 an den durchschnittlichen Wärmedurchgang der Außenbauteile um 30% reduziert.

#### **Aktuelle Entwicklung**

Momentan ist wieder eine neue „EU-Richtlinie zur Energieeffizienz“ in Vorbereitung. Um die gesetzten CO<sub>2</sub>-Einsparziele zu erreichen, müssen die EU-Länder ihre Anstrengungen verstärken. Aus diesem Grunde soll künftig u. a. die Vorgabe erfolgen, die jährliche Sanierungsquote bei öffentlichen Gebäuden von derzeit ca. 1 bis 1,5% des Gebäudebestandes auf 3% zu verdoppeln. Zu erreichen ist ein Standard, der die Mindestanforderungen aufgrund der aktuellen Gebäuderichtlinie erfüllt. Die Umsetzung solch umfangreicher Anforderungen ist mit einem immensen Kostenaufwand verbunden, der in den öffentlichen Haushalten eine deutlich veränderte Prioritätensetzung erforderlich machen dürfte.

Die Summe all dieser aktuellen Vorgaben und Richtlinien erhöht die Anforderungen an das Bauen erheblich – gerade auch für den öffentlichen Bauherrn. Unstrittig ist jedoch das Ziel, mit der Energieeffizienz von Gebäuden einen wichtigen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und Klima zu leisten.

## 2. Entwicklung des Energieverbrauchs

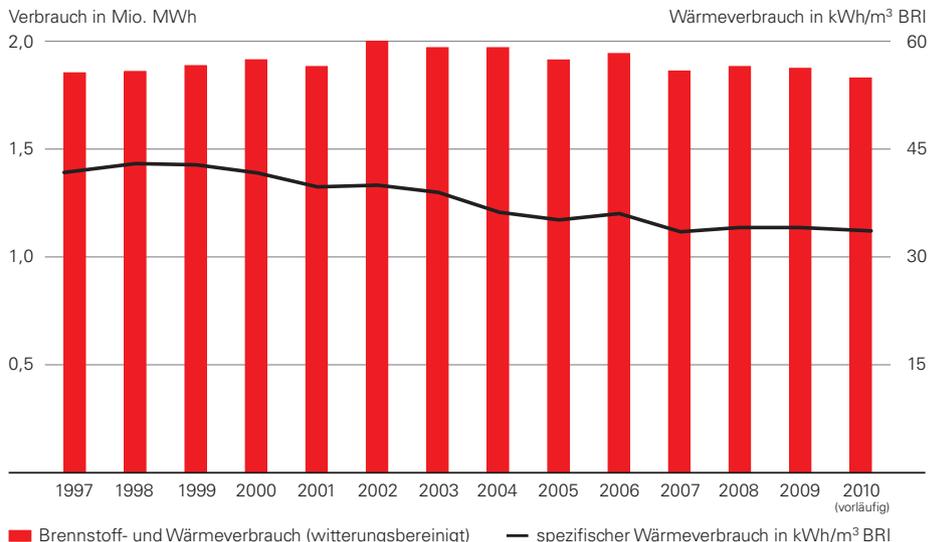
Die Staatsbauverwaltung erhebt regelmäßig die Energieverbrauchsdaten der staatlichen Liegenschaften mit dem Informationssystem EMIS. Für diesen Energiebericht wird die Entwicklung des Energieverbrauchs für die Jahre 2007 bis 2010 fortgeschrieben. Die Energieverbrauchsdaten dienen insbesondere als Ausgangsbasis für energetische Gebäudesanierungen und die Energiebeschaffung, wie z. B. die Gasausschreibung.

### 2.1 Wärmeverbrauch und -kosten

#### Brennstoff- und Wärmeverbrauch

Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs der staatlichen Liegenschaften bewegt sich trotz beträchtlicher baulicher Zuwächse mit zum Teil sehr energieintensiven Nutzungen auf konstantem Niveau. Der spezifische Wärmeverbrauch pro m<sup>3</sup> bezogen auf den Bruttorauminhalt (BRI) sinkt stetig.

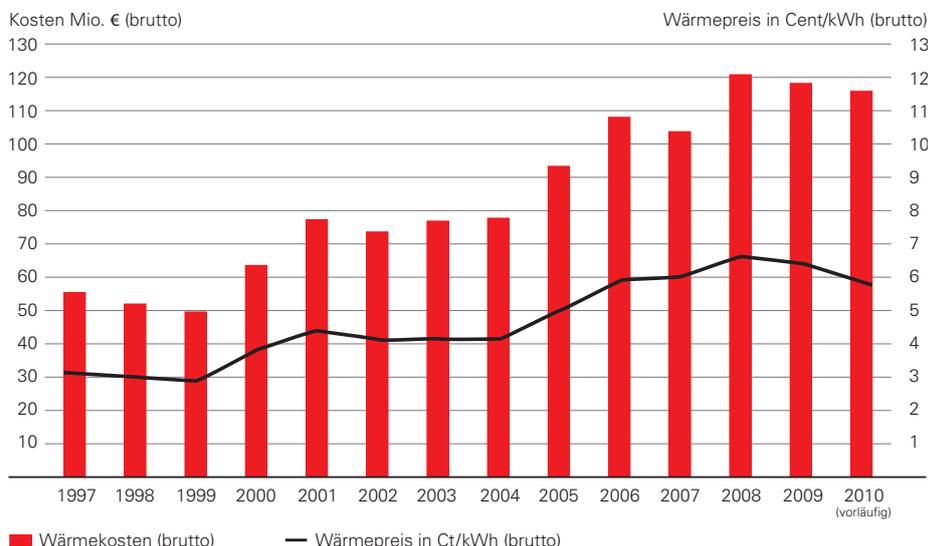
Entwicklung des jährlichen Brennstoff- und Wärmeverbrauchs staatlicher Liegenschaften



#### Brennstoff- und Wärmekosten

Die absoluten Wärmekosten hatten nach einem leichten Rückgang 2007 im Jahre 2008 einen deutlichen Anstieg zu verzeichnen. Grund waren hier bauliche Zuwächse sowie Energiepreissteigerungen. Die Tendenz ist wieder leicht rückläufig und wird sich durch die günstigen Ergebnisse der Gasausschreibung weiter fortsetzen.

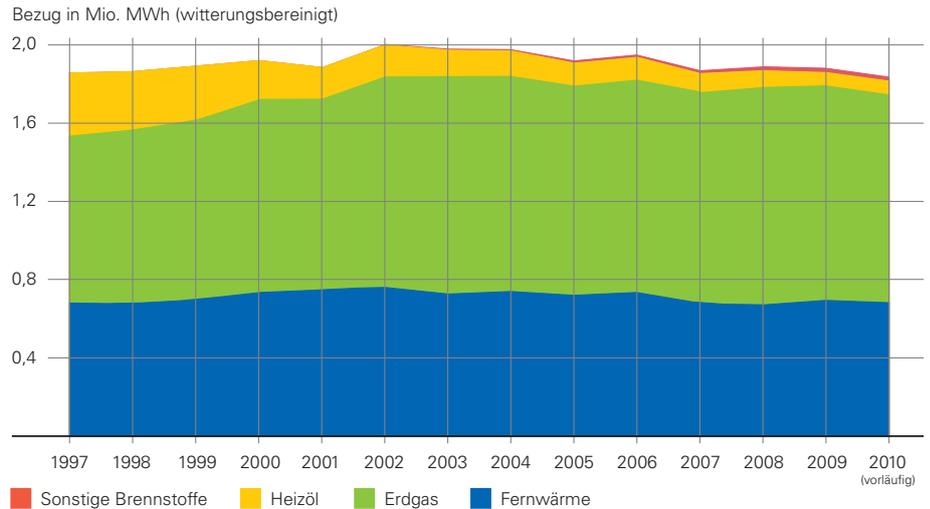
Entwicklung der absoluten Kosten und Preise für Wärme



## 2.2 Aufteilung der Energieträger

Der Anteil von Heizöl an der Wärmeversorgung der staatlichen Liegenschaften hat sich weiter verringert. Dafür werden zunehmend regenerative Energieformen und Fernwärme, überwiegend aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, eingesetzt. Eine Zunahme des Erdgasverbrauchs Ende der 90er-Jahre ist auf den Ersatz von Heizöl zurückzuführen.

### Brennstoff- und Wärmebezug – Anteil der Energieträger



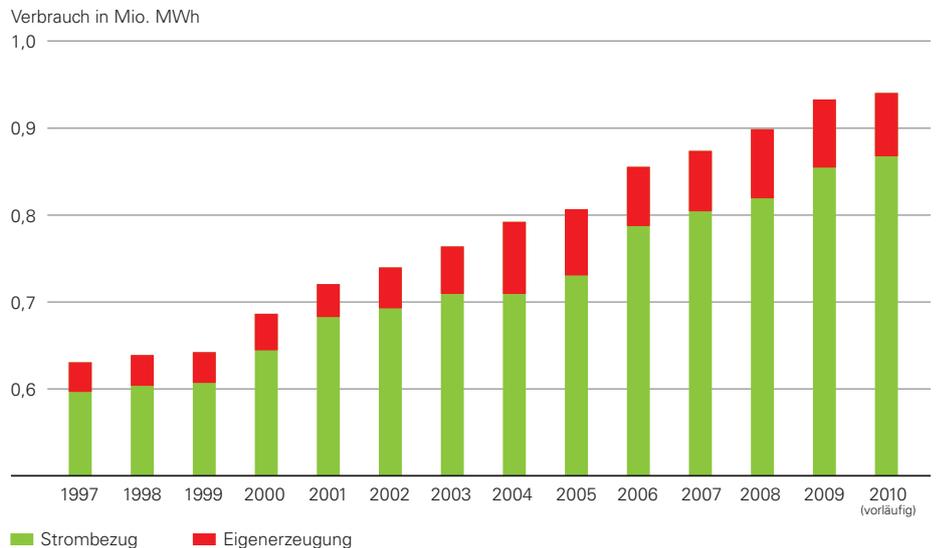
## 2.3 Stromverbrauch und -kosten

### Stromverbrauch

Die weiterhin steigende Tendenz des Stromverbrauchs lässt sich einerseits durch die Erhöhung der Kubatur staatlicher Gebäude (Neubauten) und andererseits durch die höhere technische Ausstattung dieser Gebäude erklären. Besonders hervorzuheben sind dabei Kliniken und Universitäten, aber auch andere Sondernutzungen. Der Verbrauch im Bereich der stromintensiven Büro- und Kommunikationstechnik stabilisiert sich durch den Einsatz energieeffizienter Geräte.

Der Strombezug ist seit 2006 von 0,787 auf 0,875 Mio. MWh im Jahre 2010 gestiegen. Dabei hat die Eigenerzeugung im gleichen Zeitraum von 0,069 auf 0,074 Mio. MWh zugenommen.

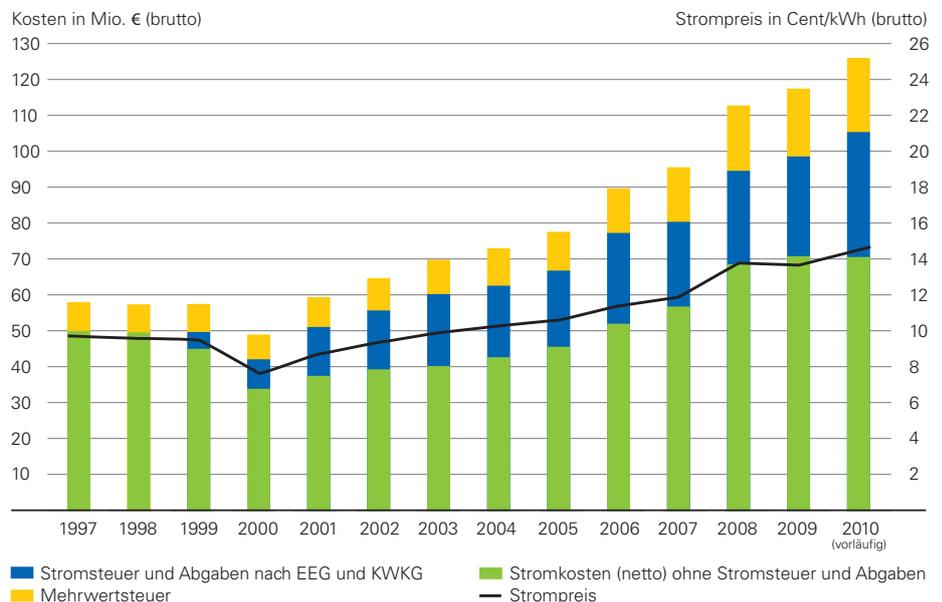
### Entwicklung des Stromverbrauchs



### Stromkosten

Durch die Liberalisierung des Strommarktes wurde der Strombezug der staatlichen Liegenschaften europaweit öffentlich ausgeschrieben. Trotzdem konnten hier keine Einsparungen erzielt werden, da sowohl die börsengehandelten Nettopreise anzogen, als auch die Abgaben nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) stiegen. Bei der Erhöhung der Kosten muss auch die Erhöhung des Stromverbrauchs mitberücksichtigt werden.

### Entwicklung der absoluten Stromkosten

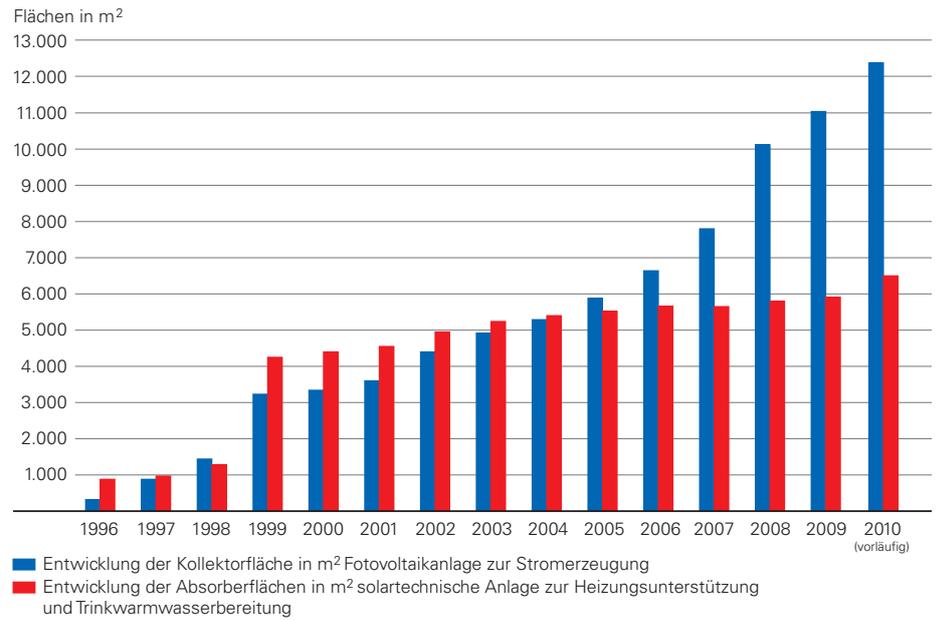


### 2.4 Einsatz erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

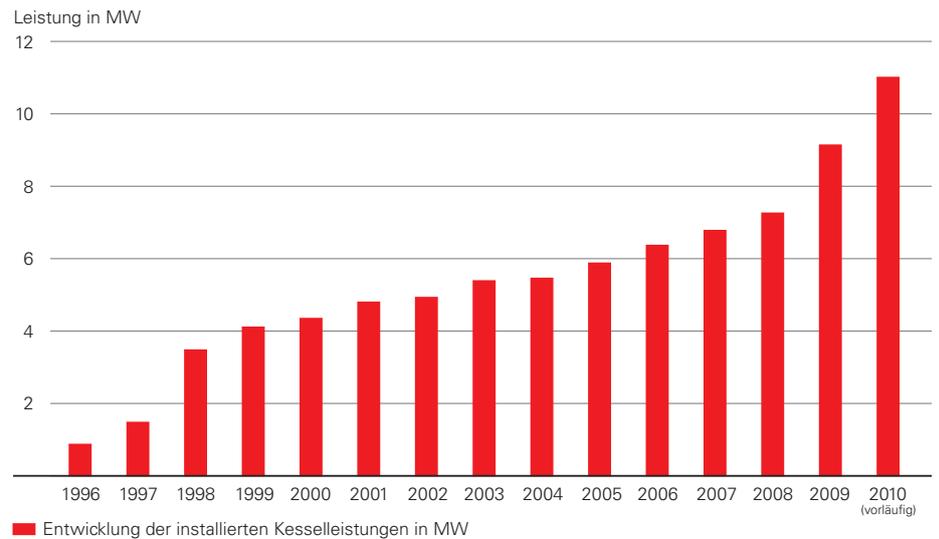
Gemäß den Beschlüssen des Bayerischen Landtags zum Einsatz erneuerbarer Energien wurden verstärkt Fotovoltaikanlagen, Solarthermie, sowie Holz-hackschnitzel- und Pelletheizungen eingesetzt. Bei jeder staatlichen Baumaßnahme wird der Einsatz solcher Anlagen sowie auch von Kraft-Wärme-Kopplung geprüft. Dabei werden stets standortspezifische Gegebenheiten und technische Rahmenbedingungen berücksichtigt.

Darüber hinaus werden gemäß einem Landtagsbeschluss die Dächer staatlicher Gebäude auch Dritten für die Installation von Fotovoltaikanlagen zur Verfügung gestellt.

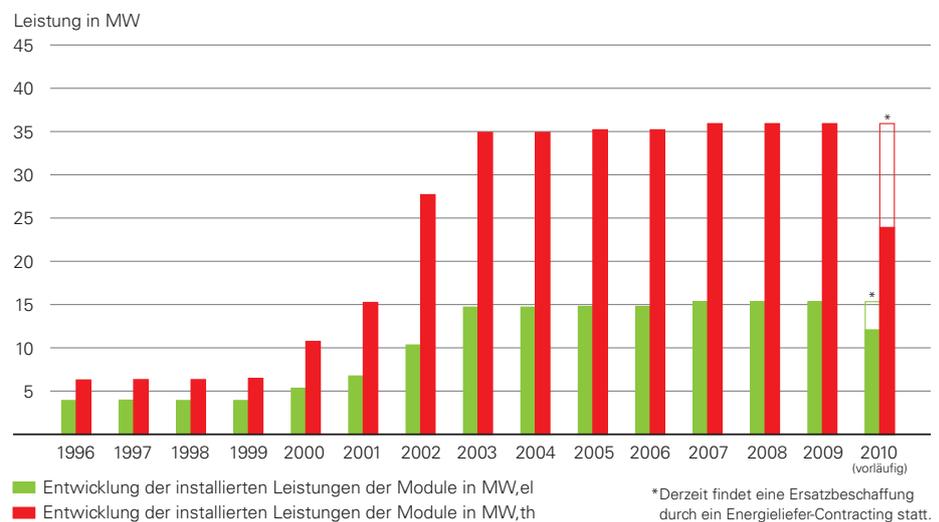
Installierte Absorberflächen solarthermischer Anlagen bzw. Kollektorflächen staatseigener Fotovoltaikanlagen



Installierte Kesselleistung von Biomasseheizanlagen



Installierte elektrische und thermische Leistung staatseigener KWK-Anlagen



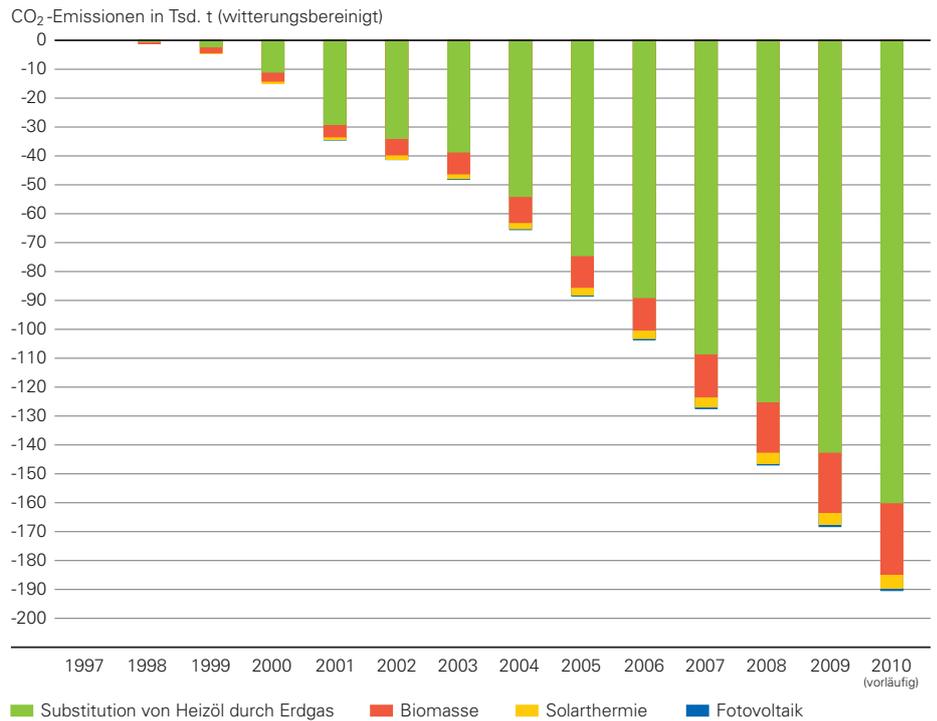
## 2.5 Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Substitution von Energieträgern/Einsatz regenerativer Energien

Durch Umstellung des Energieträgers von Heizöl auf Erdgas werden wegen des günstigeren Emissionsfaktors von Erdgas die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert. Ein Ziel ist jedoch, vermehrt regenerative Energiequellen einzusetzen. Durch Installation von Biomasseheizanlagen, solarthermischen Anlagen und Fotovoltaik ergeben sich weitere Reduktionen.

Einmal erzielte CO<sub>2</sub>-Reduzierungen bleiben zunächst über die Folgejahre weiter wirksam. Somit ergeben sich seit dem Bezugsjahr 1997 etwa 190 Tausend Tonnen CO<sub>2</sub> aggregierte Emissionsminderungen.

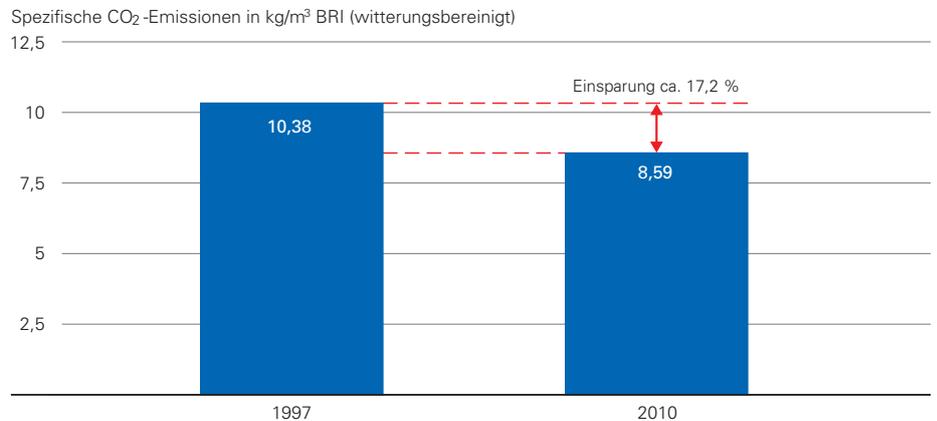
### Minderung an CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Umstellung der Energieträger Bezugsjahr 1997, aggregierte Werte

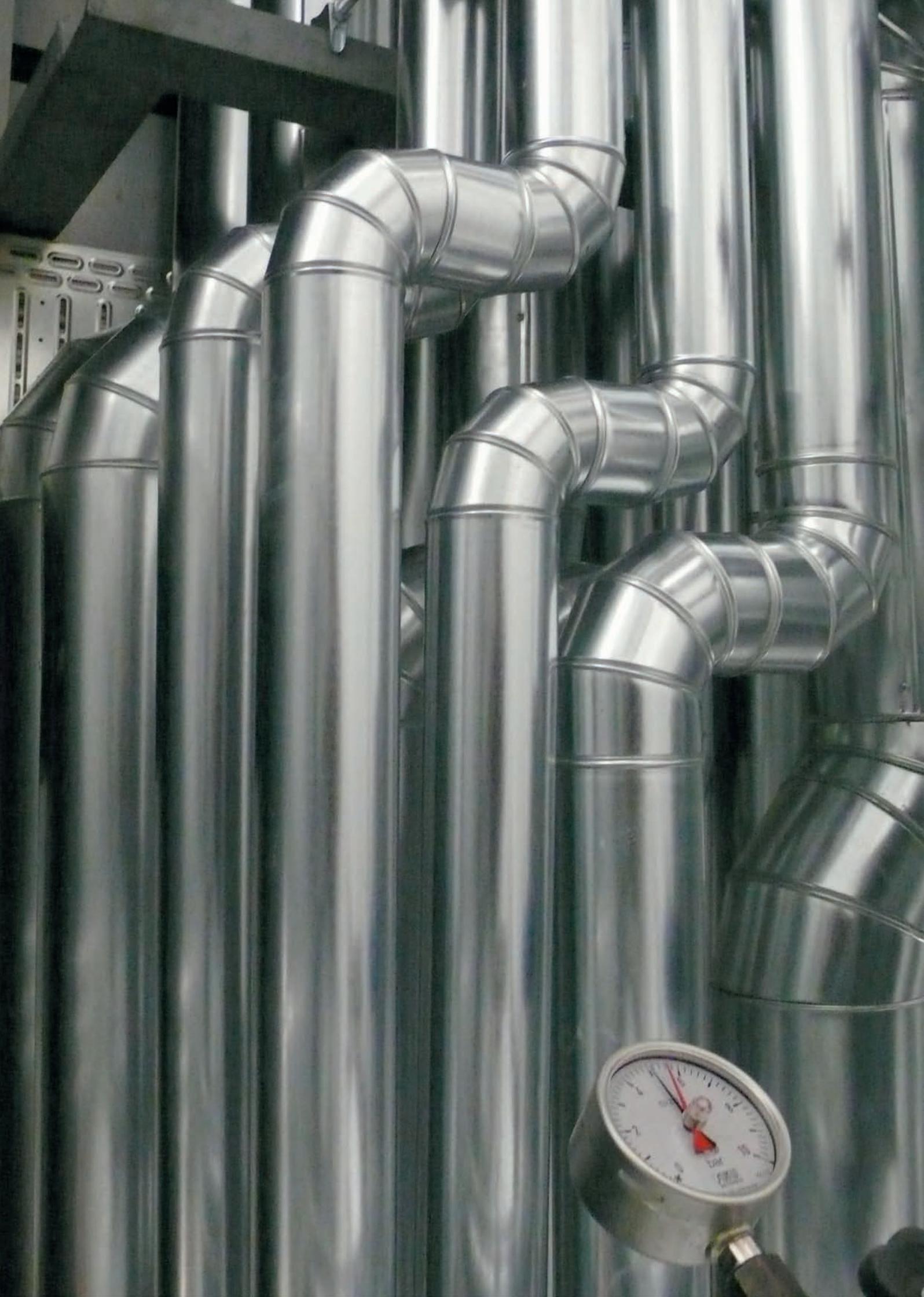


### Energieeinsparung

Zusätzlich zur Umstellung auf umwelt-schonende Energieträger wird im Bereich der Wärmeversorgung eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Energieeinsparung erreicht. Im Vergleich zum Jahr 1997 konnten die Emissionen hierdurch kubaturspezifisch um ca. 17,2 % verringert werden.

### Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Energieeinsparung





### 3. Optimierung des Energiebezugs und -verbrauchs

#### 3.1 Zentrale Gasausschreibung

Die Bauverwaltung hat im Jahr 2010 für fast 400 Dienststellen erstmals eine europaweite Ausschreibung zur Gasbeschaffung durchgeführt; sie hat in diesem Umfang bundesweiten Pilotcharakter und war in vielfältiger Weise mit neuen Herausforderungen verbunden.

Bei der Wahl der Ausschreibungsstrategie wurde eine Aufteilung in Lose gewählt. Dabei waren verschiedene Aspekte sorgfältig abzuwägen. So musste bei der Festlegung der Losgrößen ein Kompromiss aus Mittelstandsfreundlichkeit und Wettbewerbsintensität gefunden werden. Die Berücksichtigung des Mittelstands (Stadtwerke) wurde durch eine Begrenzung der Losgrößen und deren regionalen Zuschnitt gewährleistet. Intensiverer Wettbewerb wurde durch die Bündelung spezieller Großabnehmer wie Universitäten, Hochschulen und Kliniken, sowie durch eine Trennung in Lose für Großabnehmer und Abnehmer, deren Abrechnung ähnlich wie bei Haushaltskunden erfolgt, erreicht. Unter Abwägung dieser Gesichtspunkte ergab sich eine Aufteilung in fünf Ausschreibungspakete mit insgesamt 20 Regionallosen.

Die gesteckten Ziele Mittelstandsfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit konnten durchwegs erreicht werden. Die Aufträge gingen an fünf Stadtwerke und drei Regionalversorger bei signifikanter Verbesserung der Bezugskonditionen für die staatlichen Liegenschaften. So können in der Bezugsperiode 2011/2012 insgesamt rund 20 Mio. € an Energiekosten für den Freistaat eingespart werden; dies entspricht einer Reduzierung von über 26% im Verhältnis zu den bisherigen Gasbezugskosten.

Gerade in der aktuellen Situation, in der die Konsolidierung des Bayerischen Haushaltes eine hohe Priorität genießt, leisten diese Einsparungen bei den konsumtiven Gebäudebetriebskosten einen wichtigen Beitrag, da diese Gelder nun für wertschöpfende, nachhaltige Investitionen zur Verfügung stehen.

#### 3.2 Zentrale Stromausschreibung

Aufgrund eines Ministerratsbeschlusses vom 18.03.2003 hat die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB) allen zur Ausschreibung verpflichteten Dienststellen und Hochschulen des Freistaats Bayern angeboten, eine zentrale Ausschreibung des Strombezugs durchzuführen. So wurde heuer schon zum vierten Mal eine Ausschreibung durchgeführt, diesmal nur für den Bereich München.

Bereits für die Ausschreibung im Jahr 2009 wurden von einer interministeriellen Arbeitsgruppe „Ökologischer Strom“ folgende Anforderungen festgelegt, die in die Ausschreibungsunterlagen aufgenommen wurden: Maximale Emission von 100g CO<sub>2</sub> pro erzeugter kWh Strom und maximal 65% des erzeugten Stroms dürfen in Kernkraftwerken erzeugt werden. Aufgrund der Reaktorkatastrophe in Japan, die zu einem Umdenken in energiepolitischen Fragen bei Politik und Bevölkerung geführt hat, hielt die OBB diese Definition von umweltfreundlichem Strom nicht mehr für zeitgemäß und hat deshalb einen geänderten Vorschlag dem Ministerrat zur Entscheidung vorgelegt. Der Bayerische Ministerrat hat am 8. Juni 2011 beschlossen:

„... bei allen künftigen zentralen Ausschreibungen der Stromlieferung für die staatlichen Behörden zu fordern, dass die gesamte gelieferte elektrische Energie aus erneuerbaren Energien erzeugt werden muss“.

Damit wird der Freistaat Bayern seiner Vorbildfunktion gerecht.

Trotz dieser Forderung hat die aktuelle Ausschreibung für die Belieferung der Münchener Behörden mit Strom ab 2012 zu keiner Preissteigerung geführt.

### 3.3 Überprüfung der Anschlusswerte für Fernwärme und Erdgas

Bei der Versorgung größerer Liegenschaften mit Fernwärme wird im Energieliefervertrag nur ein fester Anschlusswert mit Festlegung der im Winter benötigten Maximalleistung definiert. Diese Leistung muss dann unabhängig von der gelieferten Energiemenge bezahlt werden. Daher kommt es hier besonders darauf an, den passenden Anschlusswert entsprechend dem tatsächlichen Bedarf festzustellen. Eine ständige, detaillierte Anschlusswertprüfung bei der Fernwärmeversorgung ist somit auch künftig unverzichtbar.

Die zyklischen Anschlusswertüberprüfungen, welche von der Bauverwaltung im Bereich der Fernwärme- und Erdgasversorgung in Zusammenarbeit mit den Grundbesitz bewirtschaftenden Dienststellen schon seit vielen Jahren durchgeführt werden, wurden erfolgreich durchgesetzt.

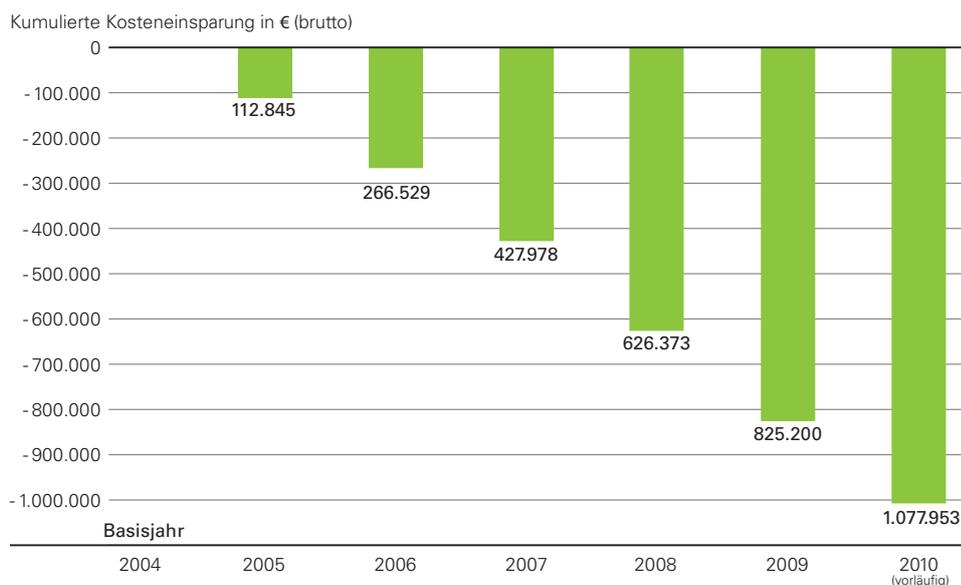
Allein im Zeitraum zwischen den Jahren 2004 und 2010 kann nun bei fast 80 wärmeverbrauchsrelevanten Abnahmestellen eine Reduzierung der Anschlussleistung um über 14.000 kW bilanziert werden. Betroffen sind zum Teil sehr große Liegenschaften wie Universitätsgelände mit einer Vielzahl großer Institutsgebäude, Sportgelände oder auch große Polizeiunterkünfte. Dies bedeutet jährlich eine zusätzliche Kosteneinsparung von aktuell über 250.000 € mit steigender Tendenz.

Wegen der erstmaligen Ausschreibung des Erdgasbezugs für staatliche Liegenschaften im Jahr 2010 für die Lieferperiode 2011/2012 wurde hier nochmals eine intensivierete Anschlusswertprüfung erforderlich, um die später vertraglich vereinbarte Maximalabweichung von 15 % der Bestelleistung gewährleisten zu können.

Darüber hinaus war nur so eine richtige Zuordnung der Liegenschaften in die jeweilige Kundengruppe möglich. Die Abrechnung erfolgt bis 500 kW Heizwärmeleistung nach Standardlastprofil SLP, ab 500 kW Heizwärmeleistung hingegen wird gemäß registrierender Leistungsmessung RLM abgerechnet.

Die neue Vertragsgestaltung bei der Erdgasversorgung größerer Abnahmestellen beinhaltet nunmehr die Regelung, dass nur noch die gemessene Jahreshöchstleistung in Rechnung gestellt wird. Bei kleineren Abnahmestellen wird dagegen kein Leistungspreis, sondern nur noch der Arbeitspreis verrechnet. Dennoch wird auch bei der Erdgasversorgung, allein wegen der Vorbereitung künftiger Ausschreibungen, weiterhin eine Plausibilitätskontrolle der Anschlusswerte erfolgen.

#### Anschlusswertprüfung (Fernwärme- und Erdgasabnahmestellen)



### 3.4 Heizungsoptimierung und Intracting

Heizungsoptimierungen sind ein sehr effektives Mittel zur Senkung des Brennstoff- oder Wärmeverbrauchs und damit auch zur Einsparung von Heizkosten. Im Schnitt kann eine jährliche Energieeinsparung von über 10% erzielt werden. Die Optimierung erfordert geringen finanziellen Aufwand, wirkt sofort und amortisiert sich oft innerhalb eines Jahres.

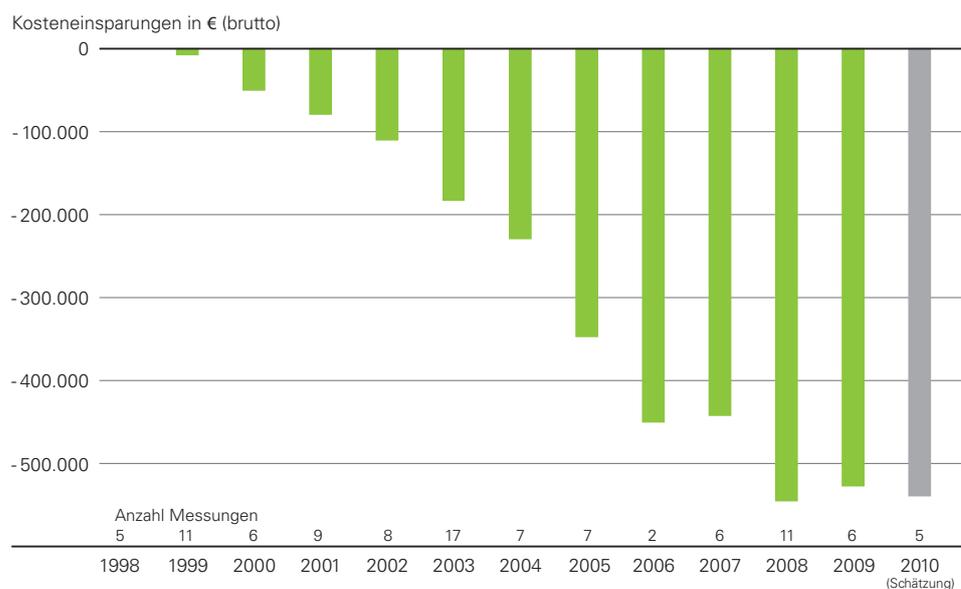
Durch Messung von wichtigen Heizungsparametern, wie z. B. der Vor- und Rücklauftemperaturen in den einzelnen Heizkreisen sowie der Außentemperaturen, lässt sich das Regelverhalten einer Heizungsanlage beurteilen und die Wirksamkeit von Nacht- und Wochenendabsenkungen sowie das Temperaturniveau im Heiznetz überprüfen. Sind die Regelparameter nicht optimal eingestellt, können sie während der Messung verbessert und anschließend nochmals überprüft werden.

Meist ist für die Messung nur das Honorar des Ingenieurs oder Technikers anzusetzen. Sollten kleinere Reparaturen an der Anlage erforderlich sein, werden diese im Rahmen der Bauunterhaltung schnell beseitigt. Die Optimierung der Anlage kann ggf. im Anschluss an eine Reparatur auch in Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich nachgeholt werden. Seit Beginn der Heizungsoptimierungen im Jahr 1998 sind so über 100 Anlagen verbessert worden. Die Gesamteinsparung an Brennstoff- bzw. Wärmekosten beträgt rund 3.500.000 €.

Seit dem Jahr 2005 ist es haushaltstechnisch möglich, den Ansatz der Bauverwaltung für benötigte Ingenieurhonorare durch die eingesparten Mittel ressortübergreifend zu verstärken (sog. Intracting).

Für die Berechnung der Einsparung müssen zwei Betriebsjahre nach der Messoptimierung abgewartet werden. Hierzu wird eine sog. „Baseline“ definiert. Diese wird aus den witterungsbereinigten Verbrauchswerten dreier Jahre vor der Messung durch Mittelwertbildung errechnet. Der Vergleich erfolgt dann mit den ebenfalls witterungsbereinigten Verbrauchswerten der beiden Jahre nach der Optimierung. Mit dieser Einsparung kann anhand der aktuellen Wärmekosten die tatsächliche Kostenreduzierung ermittelt werden. Für zwei Haushaltsjahre kann die Einsparung abgeschöpft und erneut für das Honorar weiterer Messungen eingesetzt werden. Die Grundbesitz bewirtschaftende Dienststelle trägt dabei keinerlei Risiko, ein nachgewiesener Erfolg kommt ihr direkt zugute.

#### Heizkostenoptimierung durch Messung





#### 4. Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude“

Dem Freistaat Bayern gehört eine Vielzahl staatlicher Gebäude mit sehr unterschiedlichen Nutzungen. Das Land ist somit in nicht unerheblichem Maße gefordert, seiner Vorbildfunktion bezüglich des Klimaschutzes auch als Bauherr, Gebäudeeigentümer und Betreiber nachzukommen.

Hieraus ergibt sich für die staatliche Bauverwaltung der klare Auftrag, den Liegenschaftsbestand energetisch immer weiter zu ertüchtigen. Die Bayerische Staatsregierung hat dies in den letzten Jahren durch die Einrichtung des Sonderprogramms zur energetischen Sanierung staatlicher Gebäude noch verstärkt vorangetrieben.

Im Rahmen dieses Programms, welches einen wesentlichen Bestandteil des Klimaprogramms Bayern 2020 bildet, wurden in den Jahren 2008 bis 2011 zusätzlich 150 Mio. € für die energetische Verbesserung des staatlichen Gebäudebestandes bereit gestellt.

Die Bewirtschaftung dieser Gelder erfolgt durch die Staatliche Bauverwaltung. Die Auswahl der Maßnahmen konnte so zentral nach fachlichen Kriterien gesteuert werden. Oberstes Ziel war dabei, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln eine möglichst große Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission zu erreichen. Zielgruppe waren insbesondere die Gebäude, die anderenfalls mittelfristig keine energetische Aufwertung erfahren hätten, da entsprechende Maßnahmen seitens des zuständigen Ressorts nicht vorgesehen waren.

Die Staatlichen Bauämter haben eine Vielzahl von Maßnahmen zur energetischen Verbesserung der von ihnen betreuten Gebäude vorgeschlagen. Dabei wurden sowohl die Qualität der Gebäudehülle hinterfragt, als auch Optimierungen der Gebäudetechnik angedacht. Im Weiteren wurde jeweils überschlägig die zu erwartende CO<sub>2</sub>-Einsparung ermittelt. So konnten die verschiedenen Verbesserungsvorschläge hinsichtlich ihrer Effizienz verglichen werden – d. h. im Sinne des Programms: erforderliche Investition pro eingespartes Kilogramm CO<sub>2</sub>.

Diese Effizienz diente als Grundlage, um in Abstimmung mit den Ressortministerien und unter Einbeziehung der Grundbesitz bewirtschaftenden Dienststellen die konkreten Maßnahmen festzulegen und den Bauämtern zur Planung bzw. Umsetzung freizugeben.

Insgesamt werden im Zuge des Programms Verbesserungen an über 450 Gebäuden durchgeführt. Dabei ist eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von mehr als 30.000 t pro Jahr prognostiziert, auf die Lebensdauer der neuen Bauteile bezogen sind das bis zu 900.000 t. Dabei wurde beim Strom bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen mit dem Durchschnittswert der staatlichen Liegenschaften von 2006 gerechnet. Zusätzlich wird aufgrund der Energieeinsparungen auf der Basis heutiger Preise eine Minderung der jährlichen Kosten von bis zu 8 Mio. € erwartet.

Durch das aktuelle Sonderprogramm zur energetischen Sanierung staatlicher Gebäude kann die energetische Qualität des staatlichen Gebäudebestandes einen deutlichen Schritt vorwärts gebracht werden. Zur Fortführung des Sonderprogramms wurden in 2012 weitere 20 Mio. € zur Verfügung gestellt.

### 4.1 Staatliches Landschulheim Marquartstein

Das Staatliche Landschulheim Marquartstein, eine Liegenschaft des Freistaats Bayern, besteht aus derzeit 13 Einzelgebäuden unterschiedlicher Baujahre.

In einer Studie wurde die Gesamtanlage im Vorfeld energetisch untersucht und ein zukunftsweisendes Gesamtkonzept erarbeitet.

Es zeigte sich, dass alleine zwei in den 1950er Jahren errichtete Unterkunftsgebäude zusammen mit dem Wirtschaftsgebäude fast die Hälfte der benötigten Heizenergie verbrauchen.

Im Rahmen des Sonderprogramms wurde somit zunächst die dringliche Sanierung der o.g. Unterkunftsgebäude durchgeführt.

Aus Gründen des Klima- und Ressourcenschutzes, zur Reduzierung laufend steigender Energiekosten, zur Sicherstellung eines zukunftsfähigen Gebäudewertes und nicht zuletzt zur Verbesserung der Behaglichkeit kamen für die Sanierung weitestgehend Passivhauskomponenten mit überwiegend ökologischen Materialien zum Einsatz.

Im Zuge der Sanierung wurden die Heizverteiflächen der beiden Unterkunftsgebäude erneuert und auf den neuen Heizwärmebedarf angepasst. Ein Unterkunftsgebäude wurde zusätzlich mit einer Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung ausgestattet.

Eine geplante Umstellung auf ein Nahwärmenetz mit Biomasse-Heizwerk für alle Gebäude des Landschulheims ermöglicht eine weitere Senkung des Primärenergiefaktors um 90 % und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 72 %.

Prognose	
CO <sub>2</sub> -Effizienz:	0,32 €/kg CO <sub>2</sub>
Einsparungen	
CO <sub>2</sub> pro Jahr:	140 Tonnen
CO <sub>2</sub> absolut:	4.700 Tonnen
Energiekosten:	25.900 €/Jahr
Mittel aus dem Sonderprogramm:	1.738.000 €

Unterkunftsgebäude des staatlichen Landschulheims Marquartstein



## 4.2 Regierung von Mittelfranken

Das denkmalgeschützte Schlossgebäude in Ansbach wurde um 1700 erbaut und beherbergt die Verwaltungsräume der Regierung von Mittelfranken. Im Rahmen des Sonderprogramms wurde ein Blockheizkraftwerk (BHKW) eingebaut. Als ergänzende Maßnahmen zum Wärmeschutz wurden Dämmarbeiten im Dachbereich durchgeführt.

Das BHKW zur gleichzeitigen Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme hat eine thermische Leistung von 80 kW und eine elektrische Leistung von 50 kW. Durch die Auslegung in der Gebäudegrundlast konnten im ersten Betriebsjahr 6.350 Vollastbetriebsstunden im sogenannten wärmegeführten Betrieb erzielt werden. Außerhalb der Heizperiode ist das BHKW abgeschaltet.



Blockheizkraftwerk

### Prognose

CO <sub>2</sub> -Effizienz:	0,09 €/kg CO <sub>2</sub>
Einsparungen	
CO <sub>2</sub> pro Jahr:	125 Tonnen
CO <sub>2</sub> absolut:	4.000 Tonnen
Energiekosten:	50.000 €/Jahr
Mittel aus dem Sonderprogramm:	415.000 €

Regierung von Mittelfranken – Schlossgebäude in Ansbach



## 5. Energetische Sanierung im Denkmalschutz

### 5.1 Landesamt für Finanzen in Augsburg

Das fürstbischöfliche Kastenamt in der Peutingenstraße 25 in Augsburg wurde im Jahr 1492 errichtet und ist als Einzeldenkmal in die Denkmalliste des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege eingetragen.

Geänderte Funktionsabläufe und massive Baumängel machten eine Instandsetzung in den Jahren 2007 bis 2009 dringend erforderlich. Neben einer Grundsanierung wurden vor allem Feuchteschäden im Bereich des Kellers behoben, der historische Dachstuhl statisch ertüchtigt und eine energetische Sanierung durchgeführt. Die Gesamtkosten der Maßnahme beliefen sich auf 5,8 Mio. €.

Um dem Denkmal gerecht zu werden, erfolgte die Dämmung innenseitig, die Fenster wurden erneuert. Als Pilotprojekt wurden im Gebäude drei verschiedene Arten von Innendämmungen getestet: ein Dämmputz, Calciumsilikat-Dämmplatten und eine Zellulosefaserdämmung.

Die bauphysikalischen Verhältnisse wurden in den Folgejahren mittels Feuchte- und Temperaturfühler zwischen Außenwand und Dämmung messtechnisch verfolgt. Die Außenwandtemperatur und somit der Latentwärmeverlust konnten deutlich gemindert werden. Die besten Erfolge hinsichtlich der Temperatur wies in diesem Falle die Wand mit der Zellulosedämmung auf, allerdings war hier die Austrocknungszeit am längsten.

Zusätzlich wurden auch im Dach- bzw. Deckenbereich Dämm-Maßnahmen durchgeführt, eine energiesparende Beleuchtung eingebaut und die Heizungsanlage erneuert (Fernwärmeanschluss).

Für die Phase vor der energetischen Sanierung wurde ein Jahresprimärenergiebedarf von ca. 160 kWh/(m<sup>2</sup>a) errechnet, der sich durch die Maßnahmen rechnerisch auf ca. 97 kWh/ (m<sup>2</sup>a) reduzierte.



Blick auf die Ostfassade



Eingangshalle

#### EG: Dämmputz 50 mm

- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu=6$
- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda=0,077$  W/mK

#### 1. OG:

##### Calciumsilikat-Dämmplatte 80 mm

- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu=6$
- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda=0,065$  W/mK
- A1 – nicht brennbar
- homogen, formstabil, druckfest, schallneutral
- biologisch unbedenklich, vollständig recycelbar
- auf diffusionsoffenem Untergrund (Abfräsen der alten Farbschichten) vollflächig verklebt

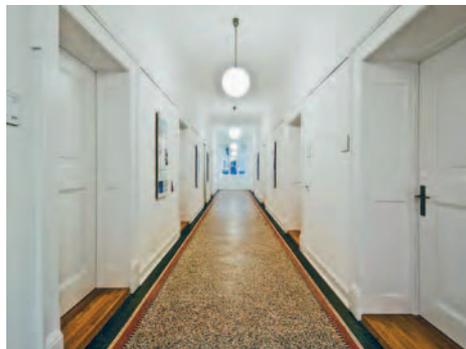
#### 2. OG:

##### Zellulosefaserdämmung 80 mm

- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu=2,4$
- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda=0,052$  W/mK
- B2 – normal entflammbar
- nicht formstabil, schallneutral
- biologisch unbedenklich, vollständig recycelbar
- Sprühauftrag, auf diffusionsoffenem Untergrund



Fassade zur Burgkmaierstraße



Fensterdetail und Flursituation

## 5.2 Staatliches Bauamt Augsburg

Das im Jahr 1905 erbaute ehemalige königliche Land- und Straßenbauamt in der Burgkmaierstraße 12 ist als Einzeldenkmal in die Denkmalliste des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege aufgenommen.

Die Sanierung mit Baukosten in Höhe von 3,4 Mio. € konnte im Oktober 2009 abgeschlossen werden. In enger Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege konnte ein Sanierungskonzept für das Gebäude erarbeitet werden, bei welchem neben der allgemeinen Grundsanierung besonderes Augenmerk auf die energetische Ertüchtigung des Denkmals gerichtet wurde. Aus denkmalpflegerischen Gründen erhielt das Gebäude zusätzlich zur Dämmung der obersten Geschossdecke eine Innendämmung.

Nach dem probeweisen Einbau eines neuen Musterfensters entschloss man sich dazu, die historischen Kastenfenster aus Eichenholz aufgrund ihres guten Zustandes zu erhalten.

Für die Phase vor der energetischen Sanierung wurde ein Jahresprimärenergiebedarf von ca. 145 kWh/(m<sup>2</sup>a) errechnet, welcher sich nach den Maßnahmen rechnerisch auf ca. 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) reduzieren ließ.

### EG: Dämmputz 50 mm

- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu=6$
- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda=0,077$  W/mK

### 1. - 3. OG:

#### Calciumsilikat-Dämmplatte 60 mm

- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu=3$
- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda=0,045$  W/mK
- A1 – nicht brennbar
- homogen, formstabil, druckfest, schallneutral
- biologisch unbedenklich, vollständig recycelbar
- auf diffusionsoffenem Untergrund (Abfräsen der Farbschichten) vollflächig verklebt

### Fenster:

- Einbau einer Dichtung am inneren Fensterflügel
- Einkitten einer Isolierglasscheibe 14 mm
- Dämmung des Rollladenkastens

### Haustechnik:

- Einbau einer energiesparenden Beleuchtung
- Erneuerung der Heizungsanlage (Fernwärmeanschluss)

## 6. Passivhausstandard

Nach heutigem Stand der Technik bildet der so genannte „Passivhausstandard“ eine bauliche und technische Grundlage für die Errichtung von „Nearly-Zero-Energy-Buildings“ oder „Niedrigstenergiegebäuden“.

Die „Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ der EU schreibt ab Ende 2020 bei Neubaumaßnahmen die Errichtung von „Nearly-Zero-Energy-Buildings“ oder „Niedrigstenergiegebäuden“ vor. Für die Bauten der öffentlichen Hand ist dieser Standard ab Ende 2018 verbindlich. Der „Niedrigstenergiestandard“ hat die größtmögliche Minimierung des Energiebedarfs von Gebäuden zum Ziel. Der dann noch verbleibende Energiebedarf soll weitestgehend aus regenerativen Energiequellen gedeckt bzw. durch zusätzliche Energieerzeugung (z. B. Fotovoltaik) kompensiert werden.

Der Passivhausstandard wurde durch das Passivhausinstitut in Darmstadt entwickelt und bereits vor zwanzig Jahren erstmals realisiert. Anfangs vor allem im Wohnungsbau angewandt etabliert sich der Passivhausstandard mittlerweile auch im Bereich von Nichtwohngebäuden, bislang insbesondere bei Schulbauten, Sporthallen oder Verwaltungsgebäuden. Er wird inzwischen europaweit – und auch über Europa hinaus – umgesetzt.

Ein „Passivhaus“ weist aufgrund seiner optimierten Gebäudehülle einen minimierten Energiebedarf auf und benötigt weder eine herkömmliche Heizung noch eine konventionelle Kühlung. Der Wärmebedarf wird dabei zum überwiegenden Teil aus „passiven“ Quellen gedeckt wie solaren Gewinnen über Fenster und internen Wärmegewinnen durch Personen oder technische Geräte. Der verbleibende geringe Energiebedarf kann effizient durch eine Versorgung auf niedrigem Temperaturniveau abgedeckt werden – im Hinblick auf künftige Anforderungen an „Niedrigstenergiegebäude“ vorzugsweise auf der Basis regenerativer Energien.

Ein Passivhaus muss definierte energetische Kennwerte einhalten:

### Passivhaus-Kriterien

Heizwärmebedarf	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Nutzkältebedarf	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primärenergiebedarf	≤ 120 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gebäudeluftdichtheit	≤ 0,6 / h
Gebäudeheizlast	≤ 10 W / m <sup>2</sup>

Die Begrenzung des Primärenergiebedarfs auf 120 kWh/(m<sup>2</sup>a) umfasst dabei alle im Haus vorhandenen Verbraucher wie Beleuchtung, technische Geräte etc.. Ziel des Passivhausstandards ist die Minimierung des Energieverbrauches bei den Transmissions- wie auch bei den Lüftungswärmeverlusten.

Wärmeverluste durch Transmission im Bereich der Gebäudehülle werden reduziert durch

- hochwärmegedämmte opake Bauteile, U-Wert ≤ 0,15 W/m<sup>2</sup>K
- hochisolierende dreifachverglaste Fenster, U-Wert ≤ 0,8 W/m<sup>2</sup>K
- zuverlässig luftdichte Konstruktion und
- Minimierung von Wärmebrücken.

Gleichzeitig minimiert eine Lüftungsanlage über eine hocheffiziente Wärmehückgewinnung den Lüftungswärmeverlust. Gebäude nach heutigem Standard verfügen entsprechend den Anforderungen der Energieeinsparverordnung über eine dichte Hülle. Eine kontrollierte Lüftung stellt im Passivhaus – neben der Rückgewinnung von Wärme – den hygienisch erforderlichen Luftwechsel und eine hohe Raumluftqualität sicher.

Passivhauskonstruktionen haben insgesamt einen hohen Nutzungskomfort zum Ziel. Gleichmäßig warme Oberflächen von Wänden, Decken und Böden führen zu einem konstant ausgeglichenen und behaglichen Temperaturniveau. Die hochgedämmte warme Außenwand verhindert zuverlässig Schimmelbildung an den Innenoberflächen.

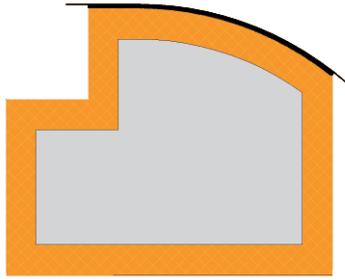
Gleichzeitig trägt die hohe Wärmedämmung von Dach und Wänden zu angenehmen Innentemperaturen auch im Sommer bei.

Unbedingt erforderlich ist im Passivhaus ein gut funktionierender Sonnenschutz, um die Sonneneinträge durch die Fenster gezielt steuern und begrenzen zu können. Die mechanische Lüftung kann im Sommer die nächtliche Luftspülung unterstützen.

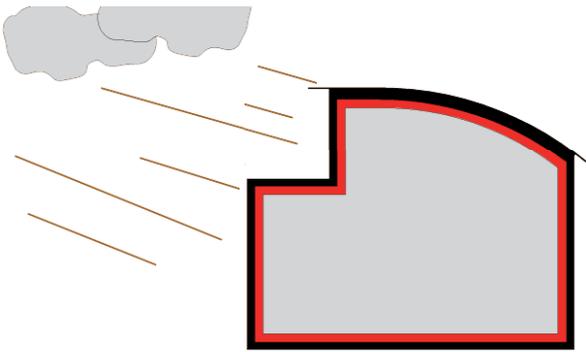
Nach heutigen Erkenntnissen erzielen Passivhäuser eine hohe Gesamtwirtschaftlichkeit. Die hochwertige Gebäudehülle und Bauausführung führen in der Regel zu erhöhten Investitionskosten, die in einer Größenordnung von rund 4 bis 12% liegen können. Gleichzeitig reduzieren sie den Energiebedarf und die Energiekosten, so dass in der Regel über eine bestimmte Laufzeit die Einsparungen im Betrieb die investiven Mehrkosten kompensieren.

Aufgrund eines Beschlusses des Ministerrates vom 19. Juli 2011 hat die Bayerische Staatsbauverwaltung für den Neubau von Verwaltungsbauten grundsätzlich den Passivhausstandard eingeführt. In einer Pilotphase wurden hierzu bereits mehrere Maßnahmen initiiert, die auf den folgenden Seiten vorgestellt werden.

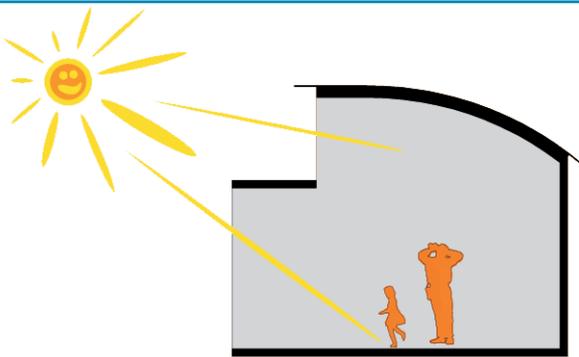
Funktionsprinzipien  
eines Passivhauses



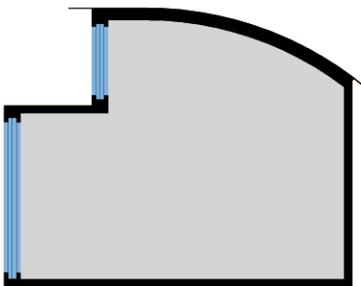
Gebäudehülle mit  
umlaufender, hocheffizienter  
Wärmedämmung und Minimierung  
von Wärmebrücken



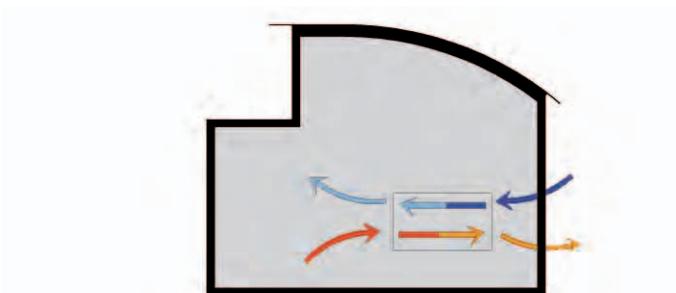
Gebäudehülle  
dauerhaft luftdicht



Kompakter Baukörper  
mit Südorientierung



Passivhausfenster  
mit 3-facher Wärmeschutzverglasung  
und wärmegeprägten Rahmen



Versorgungs- bzw. Lüftungstechnik  
mit hoher Wärmerückgewinnungsrate  
– ggf. unter Verzicht auf ein  
herkömmliches Heizsystem

## 6.1 Bayerischer Landtag – Erweiterungsbau im Nordhof

Wegen der dezentralen Unterbringung des Bayerischen Landtags im Hauptgebäude und in fünf Außengebäuden, sowie der anhaltenden Raumknappheit im Maximilianeum, war Abhilfe dringend geboten. Unter dem Vorsitz der Landtagspräsidentin Barbara Stamm beschloss das Präsidium einen Erweiterungsbau auf dem Grundstück des Maximilianeums.

In der Folge wurde ein Realisierungswettbewerb durchgeführt, bei dem bereits als Planungsziel der Passivhausstandard verankert wurde.

Der prämierte Beitrag von Léon Wohlhage Wernik Architekten bot durch das

sehr kompakte Verhältnis von Außenflächen zum Volumen, einen moderaten Verglasungsanteil der Fassaden und ein schlüssiges haustechnisches Konzept eine gute Ausgangslage für die spätere Umsetzung der ehrgeizigen Ziele. Zusätzlich wurden die Vorgaben des Passivhaus-Instituts Darmstadt implementiert und in der Ausführungsplanung konsequent fortgeführt.

Die Fassaden aus vorgehängten, reliefierten Terrakottaelementen, tief in den Leibungen sitzenden Holzfenstern mit Dreifachverglasung und fassadenbündig vorgesetzten Prallscheiben werden die Ansprüche an eine hochwertige Gestaltung sowie die Anforderungen

des Passivhausstandards erfüllen: Wärmebrückenfreie Konstruktionen, besonders niedrige U-Werte für opake Flächen (max.  $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) und Fensterkonstruktionen (max.  $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) sowie eine hohe Luftdichtheit (gemessener Luftwechsel  $n_{50}$  von  $0,13/\text{h}$ ).

Der Anschluss an die Fernwärmeversorgung bietet eine günstige Primärenergiequelle; die Warmwasserbereitung erfolgt durch Solarthermie. Raumheiz- und Kühlflächen der zentral gesteuerten Betonkerntemperierung und eine raumweise gesteuerte Randzonentemperierung decken Wärme- und Kühlbedarf des Gebäudes. Ausgeführt wird auch eine sorptionsgestützte Klimatisierung,

Fotomontage mit Erweiterungsbau im Nordhof



die Kühlung kann daher mit der vorhandenen Fernwärme erfolgen. Zum Einsatz kommen ferner elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen und Hybridrückkühler, da die örtliche Grundwassernutzung nicht zulässig ist. Die mechanische Be- und Entlüftung erfolgt nur für den hygienisch erforderlichen Luftwechsel; bei einer Zuluftführung über Fassadenkanäle und Überströmelemente sowie einer Fortluftführung über den Gebäudekern liegt der Wärmerückgewinnungsgrad bei mindestens 75 %. Auf dem Dach ist eine Fotovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 25 kWp geplant; im Gebäude kommen Tageslichtsteuerung und energiesparende Beleuchtung zum Einsatz.

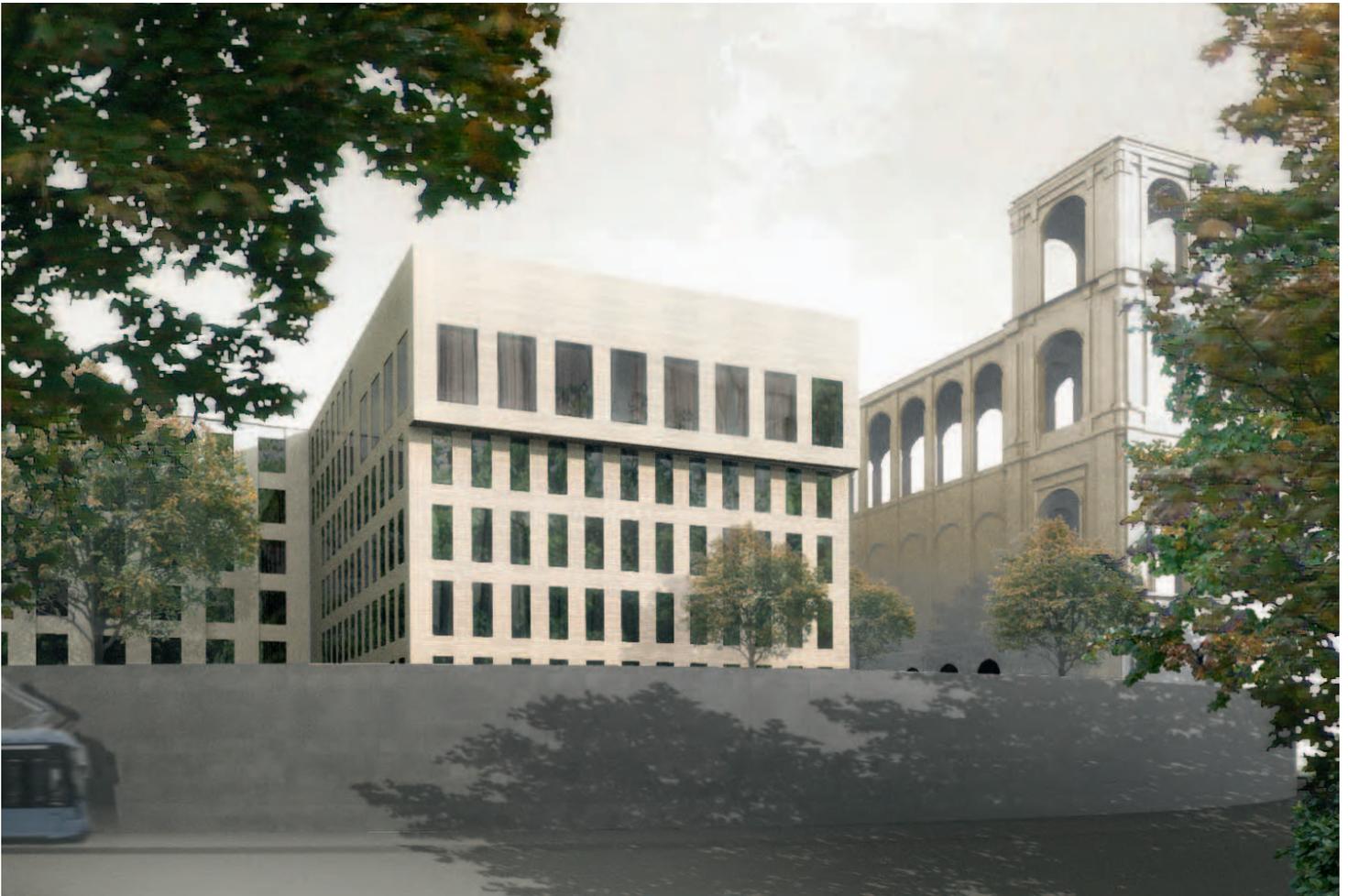
Folgende energetische Kenngrößen werden für den Neubau prognostiziert:

- Heizwärmebedarf 11 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Primärenergiebedarf 108 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- und Primärenergiekennwert 29 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Der Jahresheizwärmebedarf wird somit gegenüber einem vergleichbaren Gebäude aktuellen Standards etwa fünfmal geringer ausfallen.

Derzeit läuft die Ausbauphase. Die Fertigstellung ist für Frühjahr 2012 geplant.

Außenperspektive des Erweiterungsbaus



## 6.2 Polizeiinspektion Nürnberg-Süd

Die Polizeiinspektion Nürnberg-Süd befindet sich zur Zeit in räumlich beengten Verhältnissen im eher ruhig gelegenen Stadtteil Gartenstadt im Nürnberger Süden. Der zu errichtende Neubau soll im Stadtteil Langwasser auf einem staatseigenen Grundstück verwirklicht werden. Dort befinden sich Fußball- und Eisstadion, Zeppelinfeld und Messezentrum, die mit ihren Großveranstaltungen ein Schwerpunkt der Polizeiarbeit sind.

Im Jahr 2009 wurde ein Architektenwettbewerb ausgelobt, bei dem die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit des Gebäudekonzeptes ein wesentliches Beurteilungskriterium darstellte. Der Entwurf von Geier Maass Architekten aus Berlin wurde mit dem 1. Preis ausgezeichnet. Neben seiner Qualität im Bereich des Städtebaus und der inneren Funktionserfüllung besteht der 3-geschossige Baukörper durch ein differenziert gestaltetes, gebäudehohes Atrium. Die kompakte Bauweise bietet eine ideale Voraussetzung für die Verwirklichung des Passivhausstandards. Der Baubeginn soll im Frühjahr 2012 erfolgen.

Das Gebäude in Massivbauweise mit hoher Speicherkapazität erhält einen rundum wirksamen und hochwertigen Wärmeschutz. Der U-Wert der opaken Bauteile beträgt max.  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , der der Fenster max.  $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Dabei kommen ein Wärmedämmverbundsystem mit Dämmstärken bis 250 mm und Holz-Aluminium-Fenster mit wärmedämmten Rahmen sowie einer 3-fach-Verglasung zum Einsatz. Der Einbau der Fenster erfolgt entlang der thermischen Gebäudehülle wärmebrückenfrei. Der solare Wärmeeintrag reduziert den Heizwärmebedarf. An die Luftdichtheit des Gebäudes werden hohe Anforderungen gestellt. Ein funktionaler Sonnenschutz in Form von Lamellen bietet zugleich einen Sichtschutz und verhindert die sommerliche Aufheizung. Ein Oberlicht aus Aluminium mit Sonnenschutzverglasung bildet den Abschluss des Atriums, umlaufend anschließend befindet sich das den Baukörper begrenzende Flachdach, welches auch der Aufnahme solarwirksamer Bauteile dient.



Außenperspektive

Alle Räume innerhalb der thermischen Hülle werden in der Heizperiode über eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung be- und entlüftet, deren Anlagenteile unterschiedliche Funktionsbereiche versorgen.

Auf diesem Wege wird auch die Grundlast der Heizung gedeckt. Thermisch wirksam sind zudem eingeputzte Kapillarrohmatten an den Deckenuntersichten. Zur Nutzung der solaren Gewinne ist eine hocheffiziente Röhrenkollektor-Anlage auf dem Flachdach installiert, mit Anbindung an die Heizungsanlage und die Absorptionskältemaschine. Letztere sichert die Raumkühlung im Sommerfall. Diese ist aufgrund der nutzungsbedingt hohen inneren Wärmelasten unabdingbar.

Heizwärme- und Nutzkältebedarf sind jeweils auf  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  zu begrenzen. Für den Primärenergiebedarf (Heizung, Lüftung, Warmwasser, Strom) beträgt der einzuhaltende Maximalwert  $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

Eine Fotovoltaikanlage, ebenfalls auf dem Flachdach des Dienstgebäudes untergebracht, vervollständigt das energetische Konzept. Unerlässlich ist der Einsatz energiesparender Geräte, die zugleich der Reduzierung der inneren Wärmelasten dienen.



Modellfoto und Innenraumeindruck

### 6.3 Polizeiinspektion Grafenau

Derzeit ist die Polizeiinspektion Grafenau in einem Gebäude am Stadtplatz von Grafenau untergebracht, welches aus organisatorischen und wirtschaftlichen Gründen nicht mehr erweiterbar ist. Aufgrund von fehlenden Dienst- und Funktionsräumen wird ab dem Frühjahr 2012 nach dem Entwurf der SSP Planungsgesellschaft ein neues Gebäude errichtet, in dem die erforderlichen Nutzflächen zur Verfügung gestellt werden können.

Bei dem Hauptgebäude handelt es sich um einen kompakten Baukörper mit leicht nach Süden geneigtem Pultdach und einem zurückspringenden, teilweise im Erdreich eingebetteten Untergeschoss. Die innere Struktur stellt sich als dreibündige Anlage dar: in den Außenzonen befinden sich die Wache, Diensträume, Büros und Unterrichtsräume, in der Mittelzone sind die vertikale Erschließung sowie zentrale Ver- und Entsorgungseinrichtungen angeordnet.

Die Gebäudehülle setzt sich aus 25 cm Stahlbeton-Wand, 20 cm Wärmedämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) von  $0,035\text{W}/(\text{mK})$  und einer hinterlüfteten Fassade aus Faserzementplatten zusammen. Für die Verglasung der transparenten Fassadenbereiche ist eine Dreifach-Wärmeschutz-Isolierverglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von  $\leq 0,8\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  mit wärmetechnisch verbesserten Abstandshaltern für den Glasrandverbund und einem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung von  $0,5 \leq g \leq 0,6$  geplant. Für die Fensterflächen ist ein außenliegender, beweglicher Sonnenschutz in Form von Lamellen-Raffstores vorgesehen. Der Regelaufbau des Pultdaches besteht aus 25 cm Stahlbeton-Decke, einer Dampfsperre, 25 cm Wärmedämmung ( $\lambda=0,035\text{W}/(\text{mK})$ ), der Abdichtung und einer Blechdachbekleidung.

Das nicht unterkellerte Nebengebäude beherbergt die Garagen und Nebenräume sowie den Kfz-Wasch- und Pflegebereich. Die temperierten Bereiche sind räumlich zusammengelegt und werden aus Stahlbeton mit Wärmedämmverbundsystem ausgeführt.



Außenperspektive

Durch eine hohe Luftdichtheit und einen guten Gebäudedämmstandard in Verbindung mit einer effizienten Gebäudetechnik werden die Anforderungen an den Jahresprimärenergiebedarf  $Q_p$  von maximal  $120\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  und einen Jahresheizwärmebedarf  $Q_h$  von maximal  $15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  erreicht. Das Dienstgebäude ist in einer kompakten Bauweise mit einem „A/V-Verhältnis“ von  $0,41\text{m}^{-1}$  geplant.

Beheizung und Warmwassererzeugung erfolgen durch einen Holz-Pelletkessel in Kombination mit einer solarthermischen Anlage. Die Abwärme aus der Klima-Kaltwassererzeugung wird ebenfalls genutzt. Der Restwärmebedarf wird wegen der unterschiedlichen Belegung der einzelnen Räume raumweise kostengünstig über einlagige Heizkörper mit sehr hohem Strahlungsanteil gedeckt.

Die Nutzräume im Erdgeschoss und Obergeschoss werden mit einer Gesamtluftmenge von ca.  $1.800\text{m}^3/\text{h}$  mechanisch be- und entlüftet. Die Luft wird in die Büroräume eingebracht und in den innenliegenden Fluren abgesaugt. Nebenräume und einige Räume im Untergeschoss erhalten eine getrennte Lüftungsanlage mit einem Gesamtvolumenstrom von ca.  $1.300\text{m}^3/\text{h}$ .

Der Neubau wird überwiegend durch eine direkte künstliche Beleuchtung mittels stabförmiger Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten, Präsenzerfassung und tageslichtabhängigem Kontrollsystem versorgt.



Südfassade des neuen Unterkunftsgebäudes

#### 6.4 Fachhochschule für öffentliche Verwaltung und Rechtspflege in Herrsching

Mit dem 1. Spatenstich am 16. März 2011 begann die Realisierung der Erweiterung der FHVR Herrsching, mit der Bogevischs Büro Architekten und Stadtplaner GmbH in München auf Basis der städtebaulichen Planung des Staatlichen Bauamts Weilheim beauftragt wurde. Der wachsenden Zahl von Studenten auf dem von der denkmalgeschützten ehemaligen Reichssteuerschule und wertvollem Baumbestand geprägten Gelände sollen zeitgemäße Studienbedingungen geboten werden. Daher entstehen auf einer Bruttogrundfläche von 4.600 m<sup>2</sup> für 8,2 Mio. € neue Unterkünfte im Süden der Liegenschaft. Außerdem wird das Lehrsaalgebäude im Nordosten für 2,5 Mio. € aufgestockt und so die Bruttogrundfläche um weitere 1.600 m<sup>2</sup> erhöht.

Das Unterkunftsgebäude ist ein L-förmiger Baukörper mit 120 Einzelzimmern mit Nasszelle und schließt den Bestand zum Parkplatz nach Süden ab. Aufgrund der Hanglage erhält das Gebäude ein Sockelgeschoss, in dem Räume für Haustechnik und dienende Nutzungen liegen. Die massive tragende Konstruktion in Verbindung mit einer hochgedämmten Fassade aus Holz bietet hohe Speicherkapazität bei minimierten Energieverlusten. Die Gebäudehülle, der Kennwert für die Heizwärme (14,82 kWh/m<sup>2</sup>a) und der Primärenergiekennwert (95 kWh/m<sup>2</sup>a) erfüllen den Passivhausstandard.

Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und bedarfsabhängig geregelter Luftmenge versorgt die Zimmer mit Frischluft, die Nasszellen werden als

Abluftzonen entlüftet. Heizung und Kühlung erfolgen über thermisch aktivierte Wandflächen. 40 m<sup>2</sup> Solarluftkollektoren zur Vorwärmung der Außenluft und Warmwasserbereitung sowie Tiefensonden zur passiven Erdkältenutzung der Kälteverbraucher stellen erneuerbare Energiequellen dar.

Gegenüber einem Referenzgebäude nach EnEV 2009 bringt die Ausführung als Passivhaus eine Verminderung des Heizenergiebedarfs um ca. 40 % und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um ca. 22 t/a.

Das bestehende Lehrsaalgebäude erhält eine Aufstockung als Leichtbaukonstruktion mit drei durch Faltwände getrennten Unterrichtsräumen. Die barrierefreie Erschließung und Nebenräume liegen in einem Anbau aus Stahlbeton.

Um trotz der dichten Gebäudehülle niedrige CO<sub>2</sub>-Konzentrationswerte zu gewährleisten, erhalten alle Lehrsäle eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die auf 20 m<sup>3</sup>/h pro Person und eine ergänzende natürliche Lüftung in den Unterrichtspausen ausgelegt ist. In den Lehrsälen sind Deckensegel zur Heizung und zur Verbesserung der sommerlichen Behaglichkeit vorgesehen. Die Kälte wird über ein System mit passiver geothermischer Kühlung über Erdsonden gewonnen.

Die Dachabdichtung wird mit einer integrierten Fotovoltaikanlage mit Dünnschicht-Zellen und einer Leistung von 14 kWp bei 300 m<sup>2</sup> Fläche ausgeführt.

Gegenüber dem Bestand reduzieren die Erweiterung und energetische Sanierung des Lehrsaalgebäudes den Heizenergiebedarf um ca. 60 % und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um ca. 21 t/a bei gleichzeitiger Vergrößerung der Nutzfläche um rund 50 %.

Durch die Installation eines gasbetriebenen BHKW im Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude“ mit 150 kW thermischer und 100 kW elektrischer Leistung wird eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von ca. 44 t/a für die Liegenschaft erreicht.



Neubau des Finanzamts Garmisch-Partenkirchen

## 7. Energieeffizienz als Nachhaltigkeitskriterium

### Nachhaltigkeitsbewertung

In den letzten Jahren haben sich auch in Deutschland Systeme etabliert, um die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu bewerten. Bei öffentlichen Bauten bietet sich die Anwendung des „Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB)“ an, das vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung veröffentlicht wurde und im Bundesbau angewandt wird. In einer Pilotphase auditiert die Staatliche Bauverwaltung derzeit zwei Landesbauten nach „BNB“.

Dabei werden die drei Säulen der Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie und Sozio-kulturelle Aspekte behandelt. Ergänzt werden sie um die Bewertung der technischen Qualitäten, der Prozessqualität sowie der Standortmerkmale.

Die Energieeffizienz von Gebäuden spielt für das Ergebnis der Auditierung eine große Rolle, da sich der Energiebedarf für den Betrieb des Gebäudes auch in der Ökobilanz und in den Lebenszykluskosten deutlich niederschlägt. Für die Ökobilanz wird der Energiebedarf noch um die Komponente „Konstruktion“ erweitert – der Bedarf für die Herstellung, die Instandhaltung und die spätere Entsorgung des Gebäudes werden mit betrachtet. Dabei kann die an den Abriss anschließende Verwertung je nach Material auch zu einem Energiegewinn führen.

Genauere Informationen über das System hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im

Internet über das Portal „Nachhaltiges Bauen“ bereitgestellt.

Eines der Pilotprojekte des Landes ist das Finanzamt Garmisch-Partenkirchen. Als mit der Auditierung begonnen wurde, war das Gebäude bereits im Bau.

### Pilotmaßnahme Finanzamt Garmisch-Partenkirchen

Ziel des Neubaus des Finanzamtes im Norden von Garmisch-Partenkirchen ist, die Dienststelle unter einem Dach zu vereinen und durch die Einrichtung eines zentralen Servicecenters heutigen Anforderungen als Dienstleistungsanbieter gerecht zu werden.

Der Entwurf des Architekturbüros Reinhard Bauer aus München ist das Ergebnis eines im November 2007 durchgeführten Architektenwettbewerbs. Der rechteckige Baukörper besteht aus zwei parallel zueinander angeordneten, zwei-bündigen Bürogebäuden, die über drei Treppenhäuser verbunden sind. Der zweigeschossige Holzbau beherbergt künftig rund 170 Mitarbeiter auf einer Hauptnutzfläche von 3.392 m<sup>2</sup> in modernen, klimatisch optimierten Büroräumen.

Der Neubau unterschreitet bereits die Anforderung an den Primärenergiebedarf gemäß ENEC 2009 um 38 %.

Zentraler Baustein des Versorgungskonzeptes ist die Ausnutzung natürlicher Ressourcen. Die Wärmeerzeugung der Heizungsanlage erfolgt über eine Wärmepumpenanlage mit hohem Wirkungs-

grad. Das im Zuge einer erforderlichen Grundwassersanierung geförderte Grundwasser wird im Winter zur Wärmege-winnung und im Sommer für eine Bau-teilkühlung eingesetzt. Die raumluftech-nischen Anlagen erhalten eine Wärmere-gewinnung in Form eines Platten-wärmetauschers.

Außenliegender Sonnenschutz und die großen Dachüberstände sorgen für eine natürliche Verschattung. Die hochwertige 3-Scheibenverglasung stellt einen hohen thermischen Komfort sicher. Eine Foto-voltaikanlage mit einer Leistung von rund 30 kWp rundet das Konzept ab.

Der Neubau wurde im Oktober 2011 fertiggestellt. Erste Ergebnisse für die Nachhaltigkeitsauditierung werden Anfang 2012 erwartet.

## 8. „Contracting-Initiative Bayern“

Für den Bereich staatlicher Liegenschaften in Bayern sind besonders zwei Arten von Contracting bedeutsam: das Energiespar-Contracting (ESC) und das Energieliefer-Contracting (ELC).

Beide Modelle stellen eine Form öffentlich-privater Partnerschaften (Public Private Partnership, PPP) dar und sind innovative Varianten, um Energie im Gebäudebestand zu sparen und technische Anlagen ohne den Einsatz von Haushaltsmitteln zu erneuern. Der Freistaat hat die Vorteile solcher Modelle frühzeitig erkannt und durch konsequente Anwendung wertvolle Erfahrungen gesammelt. Als Fortsetzung der bisherigen Maßnahmen hat die Oberste Baubehörde die Contracting-Initiative-Bayern (CIB) gestartet. Ziel dieser Initiative ist es, die Durchführung von Contracting Maßnahmen zu erleichtern und diese verstärkt zur Anwendung zu bringen. Hierfür wurde für Fachanwender ein von der Bauverwaltung erarbeiteter Leitfaden zur Verfügung gestellt.

### Energiespar-Contracting

Beim Energiespar-Contracting investiert ein privatwirtschaftlicher Partner (Contractor) vorwiegend in die technischen Anlagen eines Gebäudes mit dem Ziel, Energie zu sparen. Zwischen dem öffentlichen Auftraggeber und dem Contractor wird ein Einspar-Garantievertrag mit einer maximalen Laufzeit von 12 Jahren abgeschlossen. Durch die zugesicherte Einspargarantie geht der Auftraggeber keinerlei Risiko ein. Für die Finanzierung und Umsetzung der Energiesparmaßnahmen ist der Contractor selbst verantwortlich. Seine Vergütung sowie die Refinanzierung der Investitionen erfolgt aus den Energiekosteneinsparungen.

Neben der Einsparbeteiligung profitiert der Auftraggeber durch die mitunter erheblichen Investitionen in die Modernisierung technischer Infrastruktur. Die Gebäude erfahren dadurch eine deutliche Aufwertung. Die vom Contractor eingebauten Anlagen gehen dabei bereits zu Beginn der Garantiephase in den Besitz des Auftraggebers über. Nach Beendigung der Vertragslaufzeit fließen die Einsparungen schließlich vollumfänglich dem Auftraggeber zu.



Faltblatt zur CIB

### Energieliefer-Contracting

Im Gegensatz zum Energiespar-Contracting steht beim ELC die Lieferung von Nutzenergie im Vordergrund. Anstelle des öffentlichen Auftraggebers plant, errichtet, finanziert und betreibt der Contractor eine Energieversorgungsanlage und liefert Energie an die Liegenschaft. Der Preis für die gelieferte Nutzenergie – in der Regel Wärme – enthält die zur Refinanzierung des Unternehmens notwendigen Kapitalkostenanteile sowie die Kosten für alle Serviceleistungen wie Wartung und Instandhaltung. Durch den Austausch veralteter und häufig nicht mehr bedarfsgerechter Energieversorgungsanlagen durch effiziente Neuanlagen lassen sich auch beim ELC Energieeinspareffekte erzielen. In den Ausschreibungen wird zudem ein Mindestanteil erneuerbarer Energien gefordert, wodurch ein weiterer Beitrag zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes geleistet wird.

### Leitfaden Contracting

In der Durchführungspraxis der beschriebenen Verfahren zeigte sich bei beiden Contracting-Varianten die Notwendigkeit einer weiteren Optimierung.

Daher wurde auf Initiative der Obersten Baubehörde eine Arbeitsgruppe Contracting ins Leben gerufen mit dem Ziel, die Contracting-Verfahren diesbezüglich noch schneller, praktikabler und universeller zu gestalten. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe sind in einem neuen „Bayerischen Contracting Leitfaden“ zusammengestellt. Darin enthalten sind unter anderem Arbeitshilfen mit entsprechenden Verfahrensdarstellungen, Bearbeitungshinweisen und Musterausschreibungen. Bei der Anpassung der Vertragsmuster sind die Erfahrungen durchgeführter Projekte konsequent mit eingeflossen.

Der neue Leitfaden soll die Staatlichen Bauämter bei der Durchführung von Contracting-Ausschreibungen unterstützen und insgesamt die Akzeptanz und den Erfolg des Instrumentariums Contracting erhöhen. Daher ist er auch als künftige Arbeitshilfe für die Kommunen konzipiert. Der Leitfaden sowie alle weiteren Informationen zur Contracting-Initiative Bayern sind über das Internet unter der Adresse [www.cib.bayern.de](http://www.cib.bayern.de) erhältlich.

Mit den neu erstellten Vertragsunterlagen des Leitfadens wurden beim Freistaat Bayern bereits erste Contracting-Ausschreibungen gestartet. Die Erfahrungen hieraus werden in einen kontinuierlichen Optimierungsprozess des Verfahrens einmünden.

## Praxisbeispiele

Bereits seit Ende der 90er Jahre werden von der Bauverwaltung Contracting-Maßnahmen initiiert. Neben mehreren Justizvollzugsanstalten werden z.B. auch die Bayerische Staatsbibliothek sowie die Pinakothek der Moderne in München durch Contracting energetisch optimiert.

Bei beiden Liegenschaften ist der theoretische Teil, d.h. die Angebotserstellung (Grobanalyse) sowie die Angebotsüberprüfung auf tatsächliche Realisierbarkeit (Feinanalyse), abgeschlossen. Derzeit erfolgt die Umsetzung der Maßnahmen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Maßnahmen sowie Besonderheiten vorgestellt.

## Bayerische Staatsbibliothek in München

Folgende Maßnahmen sind vom Contractor geplant:

- Lüftungsanlagen:
  - Nachrüstung von Luftqualitätsfühlern
  - Regelung des Außenluftanteils variabel nach Temperatur und Luftqualität
- Heizung:
  - Optimierung der Anlagenhydraulik
  - Einbau neuer Heizungsverteiler
  - Austausch bestehender Pumpen durch Hocheffizienz-Pumpen
  - Komplette Erneuerung der Heizungsregelung
- Warmwasserbereitung:
  - Umbau auf dezentrale Versorgung
- Beleuchtung:
  - Austausch gegen Halogenleuchtmittel (Fürstensaal), LED (Eingangshalle) bzw. T5-Leuchten in Büros und Lesesälen
  - In den Magazinen Schaltung mittels Bewegungsmeldern, dabei Einrichtung einer neuen Dauer-Durchgangsbeleuchtung

- Bereiche mit unzureichender Beleuchtung werden optimiert

- Einrichtung einer Gebäudeleittechnik sowie eines Energiemanagementsystems.

Baujahr:	1839 (Altbau)/ 1966 (Neubau)
BGF:	ca. 84.000 m <sup>2</sup>
Energiekosten bisher (Baseline):	970 Tsd €/a
Garantierte Energie- kosteneinsparung:	280 Tsd €/a
Beteiligung des Nutzers an den Einsparungen:	3 Tsd €/a
Vertragslaufzeit:	8 Jahre

Bayerische Staatsbibliothek in München



### Pinakothek der Moderne

Hier sind seitens des Contractors folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Nutzung der Kältemaschinenabwärme: Durch das damit verbundene niedrigere Temperaturniveau werden Anpassungen in verschiedenen Anlagenbereichen erforderlich.
- Umstellung der Regelungsstrategie: Bei verschiedenen Lüftungsanlagen wird auf eine Enthalpie-Regelung umgestellt. Hierzu werden Zonnennachkühler nachgerüstet. Zur Nutzung weiterer Einsparpotenziale werden die Lüftungsanlagen mit Frequenzumformer ausgestattet.
- Beleuchtungsoptimierung: An den Leuchten im Sheddach über den Ausstellungsräumen werden zur Erhöhung des Beleuchtungsgrades Reflektoren montiert. Hierzu wurden im Vorfeld Untersuchungen durchgeführt, um zu klären, ob es durch den

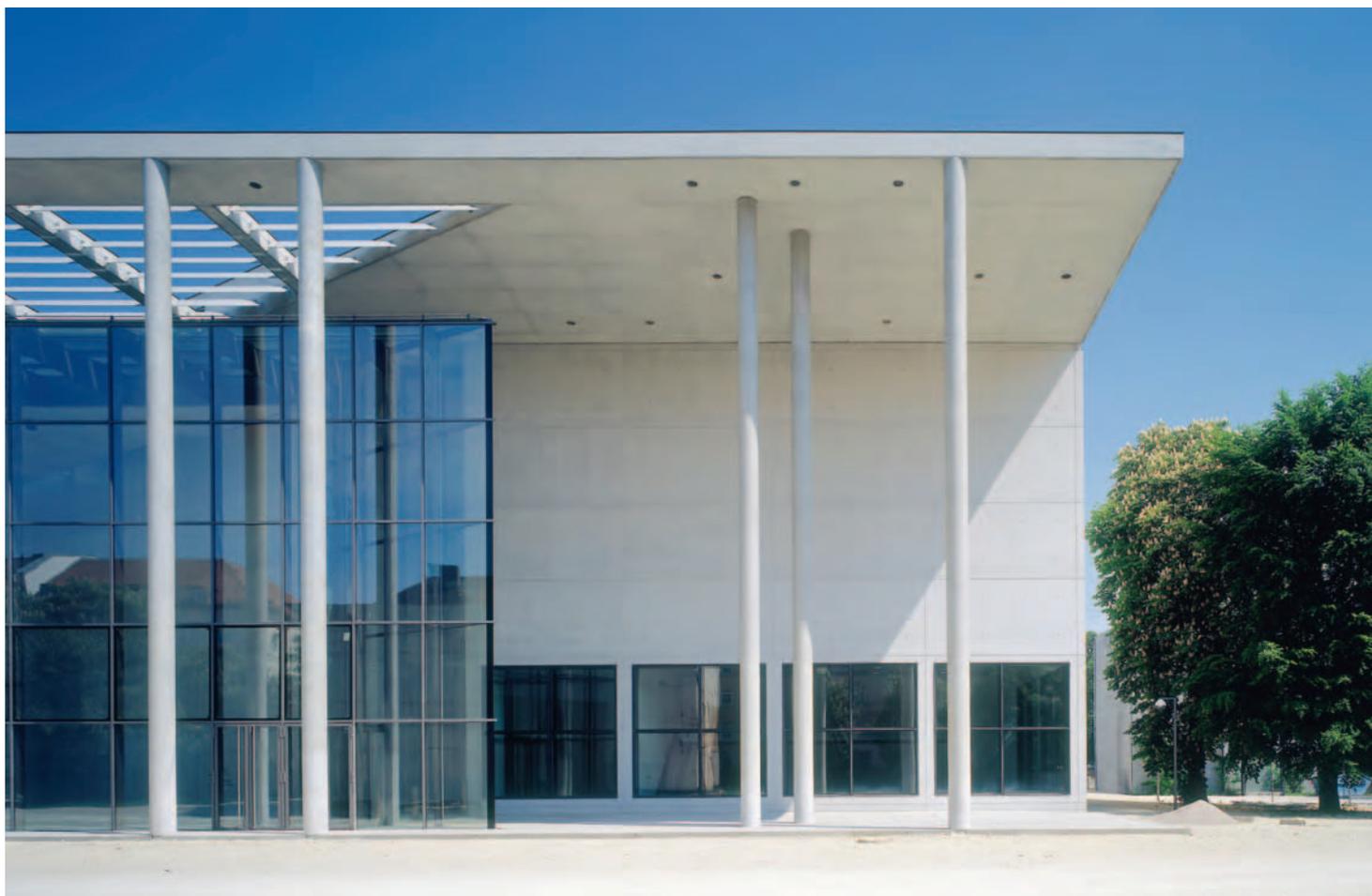
Einsatz von Reflektoren zu unerwünschten Änderungen im Lichtspektrum kommt. Es zeigte sich, dass die Maßnahmen wie vorgeschlagen umgesetzt werden können.

- Energiemanagementsystem: Zur optimalen Überwachung des Gesamtsystems Einrichtung eines Energiemanagement-Systems.

Aufgrund der hohen Anforderungen an das Raumklima wurden die Maßnahmen vor Beginn der Umsetzung genauestens mit den Nutzern abgestimmt. Hierzu entwarf der Contractor einen detaillierten Plan, der die Reihenfolge des Anlagenumbaus festschreibt. Zudem stellte der Contractor einen Notfallplan auf, der regelt, wie bei größeren Sollwert-Abweichungen im Zuge von Inbetriebnahmen neuer Anlagenteile bzw. der Integration eines neuen Regelschemas vorgegangen wird. So kann jederzeit auf frühere und funktionierende Regelstrategien zurückgegriffen werden.

Baujahr:	2000
BGF:	ca. 33.000 m <sup>2</sup>
Energiekosten bisher (Baseline):	1,1 Mio. €/a
Garantierte Energiekosteneinsparung:	450 Tsd €/a
Beteiligung des Nutzers an den Einsparungen:	110 Tsd €/a
Vertragslaufzeit:	7Jahre

Pinakothek der Moderne





Eingangshalle  
der Pinakothek  
der Moderne

## 9. Energieversorgung – Beispielprojekte

### 9.1 Dampf- und Wärmeversorgung am Uni-Klinikum in München-Großhadern

Das 1977 in Betrieb genommene Klinikum der Universität München, Standort Großhadern, ist der größte Baukomplex seiner Art in München. Es verfügt über eine Nutzfläche von ca. 146.600 m<sup>2</sup>. Für die Patienten werden etwa 1.400 Betten bereit gestellt; rd. 3.000 Bedienstete kümmern sich um das Wohl der Patienten.

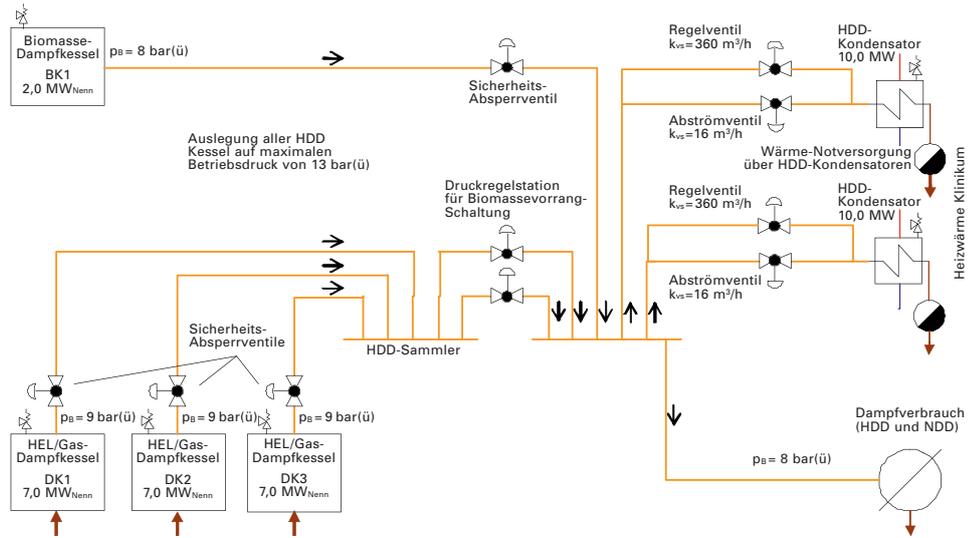
Die Heizwärme- und Dampfversorgung des Klinikums ist zum großen Teil seit über 30 Jahren in Betrieb. Die Anlagentechnik in der Energiezentrale erfordert u. a. aus technischen Gründen dringend eine umfassende Erneuerung.

Ziel der dazu notwendigen Planung war es, ein für das Klinikum wirtschaftlich und ökologisch sinnvolles Anlagenkonzept bei hoher Versorgungssicherheit zu erstellen. Eine besondere Herausforderung stellt dabei der Umbau im laufenden Betrieb unter Aufrechterhaltung der Dampf- und Wärmeversorgung dar.

Die Planung sieht zur Deckung des Dampfbedarfes eine ressourcensparende Hackschnitzel-Dampfkesselanlage mit einer Wärmeleistung von 2,0 MW im Grundlastbetrieb vor. Der erzeugte Dampf mit max. 13,0 bar(ü) Betriebsdruck wird für Sterilisation, Befeuchtung, für das Wäscheverteilzentrum und für die Küche, sowie zur Notbesicherung der Heizwärme benötigt. Durch die Neuanlagen wird künftig ein jährlicher Dampfbedarf von ca. 19.000 MWh gedeckt. Das entspricht ca. 80 % des Gesamtbedarfs.

Die prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparung beträgt ca. 3.450 t pro Jahr. Die Mittel- und Spitzenlastdeckung erfolgt über drei Stück fossil befeuerte Hochdruck-Dampferzeuger mit einer Wärmeleistung von je 6,9 MW.

Für die priorisierte Nutzung der regenerativ befeuerten Hackschnitzel-Dampfkesselanlage wurde eine Dampf-Vorrangschaltung entwickelt, welche eine optimale Ausnutzung des regenerativen Energieträgers Hackschnitzel unter Berücksichtigung des typischen Lastverlaufs des Universitätsklinikums erlaubt.



Dampf-Vorrangschaltung für die Hackschnitzel-Dampfkesselanlage

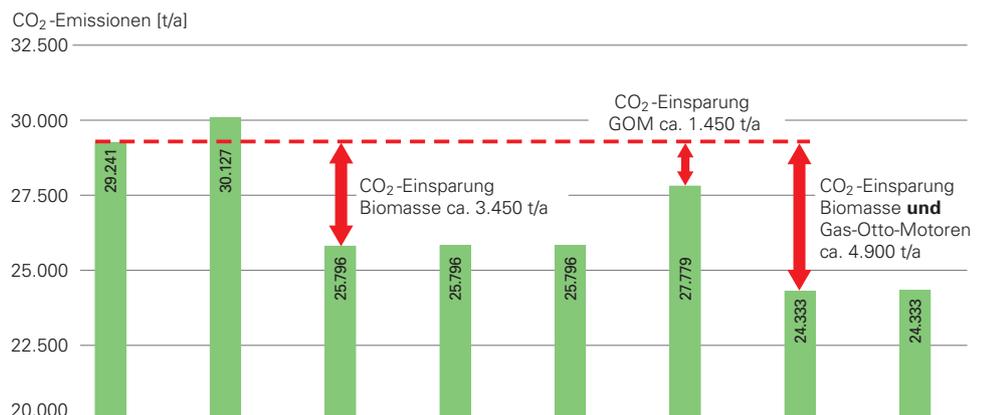
Die Inbetriebnahme der Hackschnitzel-Dampfkesselanlage ist für Herbst 2011 vorgesehen.

Der Heizwärmebedarf für die statische Gebäudeheizung und Trinkwarmwasserbereitung des Klinikums und der versorgten Institutsgebäude im Nordwesten des Klinikum-Geländes wird über Fernwärme aus dem Versorgungsnetz der Stadtwerke München gedeckt. Ergänzend hierzu soll die Grundlastwärmeversorgung über ein Blockheizkraftwerk (BHKW), bestehend aus drei Gas-Otto-Motoren (GOM), mit einer Gesamt-Wärmeleistung von ca. 1,7 MW erfolgen.

Die maximale Fernwärme-Anschlussleistung beträgt 27 MW, und der Jahreswärmeverbrauch wird künftig auf ca. 51.800 MWh prognostiziert.

Durch das im Zuge der Planung entwickelte ökologische Gesamtkonzept werden nach Abschluss der Maßnahmen CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber einer konventionellen Dampf- und Wärmeversorgung in Höhe von gesamt ca. 4.900 Tonnen pro Jahr prognostiziert.

### Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Variantenuntersuchung



## 9.2 Erweiterungsbau Finanzamt Fürth

In den letzten Jahren führte der Aufgaben- und Personalzuwachs des Finanzamts Fürth zu einer Zunahme des Raumbedarfs und daher zu einer Auslagerung auf Außenstellen. Mit dem Erweiterungsbau wird nun die wirtschaftliche Unterbringung der Behörde an nur einem Standort möglich. Die Fertigstellung des Gebäudes ist für Herbst 2012 geplant.

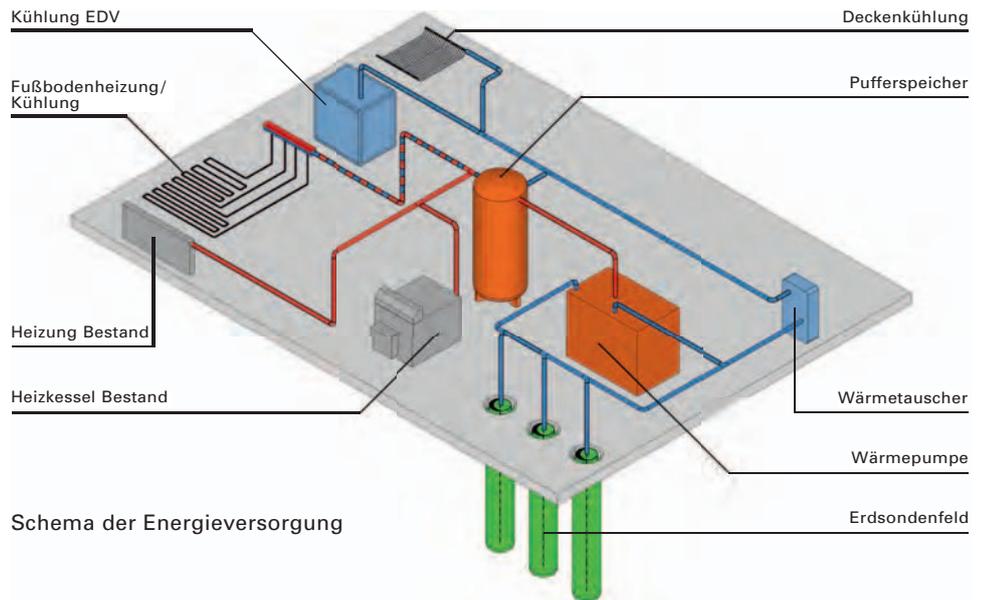
Im Vordergrund der Planung des Erweiterungsbaus mit einer Hauptnutzfläche von 2.415 m<sup>2</sup> stand der Einsatz einer wirtschaftlichen, ressourcen- und energiesparenden Anlagentechnik unter Einbeziehung der Nutzung von erneuerbaren Energien. Hierzu wurde ein innovatives Energiekonzept zur Beheizung und Kühlung des Gebäudes entwickelt.

Die zur Beheizung benötigte Grundlast wird durch eine elektrisch betriebene Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer Leistung von 90 kW gedeckt. In Spitzenlastzeiten wird die bestehende Heizungsanlage (2 Gas-Brennwert-Kessel) zur Deckung der fehlenden Leistung zugeschaltet. Die Erschließung eines knapp 100 m tiefen und aus 27 Einzelsonden bestehenden Erdsondenfeldes ermöglicht aufgrund des hier vorherrschenden Temperaturniveaus einen besonders wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpe.

In der Übergangszeit beheizt die Wärmepumpe zusätzlich den Gebäudebestand mit. Dadurch wird eine gewünschte hohe und konstante Laufleistung der Wärmepumpe erzielt und so auch der Altbau temporär mit erneuerbarer Energie beheizt.

Durch den Einsatz einer Fußbodenheizung mit entsprechend niedrigem Temperaturniveau wird das Wärmepumpenkonzept optimal genutzt.

Zudem dient die Fußbodenheizung in den Sommermonaten durch weitere Nutzung des Erdsondenfeldes der Kühlung der Büro- und EDV-Räume. Auf eine mechanische Lüftungsanlage zur Nachtauskühlung kann daher verzichtet werden. Die Wärmepumpe kann im Notbetrieb auch direkt als Kältemaschine genutzt werden.



Durch die ganzjährige Nutzung des Erdsondenfeldes ist dessen Energiebilanz ausgeglichen, und es dient somit als saisonaler Speicher.

Das geplante Energiekonzept führt zu einer Unterschreitung des Jahresprimärenergiebedarfs von 15 % gegenüber dem Grenzwert eines gemäß EnEV 2009 ausgeführten Referenzgebäudes. Im Vergleich zu einer konventionellen Heizung und Kühlung können durch das gewählte Energiekonzept ca. 28 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden.

Wettbewerbsentwurf Köppen Rumetsch Architekten GmbH



### 9.3 Energieeffiziente Beleuchtung im Landesamt für Finanzen in Landshut

Im Neubau des Landesamtes für Finanzen, der auf dem ehemaligen Wochenmarkt errichtet wurde, sind etwa 420 Beschäftigte auf fünf Etagen untergebracht, wobei das erste bis dritte Obergeschoss einen nahezu identischen Grundriss besitzt. Diese Geometrie führte zur Idee die Wirtschaftlichkeit von tageslichtabhängiger Beleuchtungssteuerung, durch unterschiedliche Ausstattung der Etagen, zu untersuchen.

Im dritten Obergeschoss wurde eine tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung eingebaut. Leuchtenvorschaltgeräte mit DALI-Schnittstellen (Digital Addressable Light Interface) sowie Präsenzmelder und Lichtfühler an den Zimmerdecken kommunizieren über

einen Elektro-Installations-Bus (EIB) und sorgen automatisch für die jeweils erforderliche Beleuchtungsstärke. Die restlichen Geschosse wurden konventionell mit Lichtschaltern ausgerüstet, alle Unterverteiler enthalten je Etage einen elektronischen Zwischenzähler für den Stromverbrauch.

Spannend wird es nach dem ersten Betriebsjahr im Juni 2012, wenn die Zählerstände erstmals abgelesen und verglichen werden. Auf diese Weise erhält man Verbrauchswerte, die nicht rechnerisch ermittelt auf Annahmen basieren, sondern im realen Bürobetrieb gemessen wurden.

In weiteren Schritten soll untersucht werden, wie sich der Stromverbrauch der Beleuchtungsanlagen verändert, wenn Teile der selbsttätigen Beleuchtungssteuerung außer Betrieb genommen

und wieder dem Menschen überlassen werden. Hier kommen die Vorteile eines Installationsbusses zum tragen. Über die Software können z. B. die Präsenzmelder funktionslos geschaltet werden, dafür kann der Büroraumnutzer wieder über seinen Schalter das Licht ein- und ausschalten, während weiterhin über das Tageslicht die Lichtmenge gesteuert wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Beleuchtung nur über die Präsenzmelder zu schalten und die Signale der Helligkeitsmelder zu ignorieren.

Auf diese Weise sollen die unterschiedlichen Anlagenkonfigurationen auf ihren Stromverbrauch hin untersucht werden. Neben den rein technischen Fragen ist geplant, über eine Fragebogenaktion in der Auswertung auch die Zufriedenheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit der elektronischen Lichtsteuerung zu berücksichtigen.

Landesamt für Finanzen in Landshut



#### 9.4 Solar-Luftkollektoren bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising

Bei der Groblagerhalle der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising wurde für die dort anfallenden Forschungsaufgaben in enger Kooperation mit dem Nutzer eine besonders effektive, energieschonende und nachhaltige Anlagentechnik konzipiert. Die Kraft der Sonne spielt hierbei die entscheidende Rolle.

So sorgt ergänzend zur vorhandenen Technik eine solarthermische Anlage für den gewünschten Feuchtigkeitsentzug bei pflanzlichen Zuchtprodukten wie Getreide, Raps, Mais und verschiedenen Gräsern. Besonders vorteilhaft wirkt sich dabei die starke Sonneneinstrahlung während der arbeitsintensiven Sommermonate aus.

Wegen der günstigen Prozesstemperaturen von nur 30 - 60 °C und der Notwendigkeit eines raschen Temperaturaufbaus fiel die Entscheidung auf Solar-Luftkollektoren. Bei dieser einfachen und stabilen Kollektorart befindet sich unter einer hagelfesten Sicherheitsglasscheibe ein Aluminium-Rippenabsorber, der die Sonnenwärme aufnimmt und verlustarm an die vorbeiströmende Luft abgibt. Damit erreichen Solar-Luft-Systeme Wirkungsgrade von 80 % und erbringen pro Quadratmeter Kollektorfläche jährliche Solarerträge von bis zu 700 kWh.

Konkret wurden bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft drei Luftkollektoranlagen mit je 100 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und einer thermischen Gesamtnennleistung von 200 kW eingebaut. Diese versorgen bei entsprechendem Solarangebot die drei bestehenden Luftheizgeräte bzw. die Trocknungs-

kammern mit jeweils 6.000 m<sup>3</sup>/h vorgewärmter Luft.

Solare Trocknung zahlt sich aus: Die Kosten für die Maßnahme belaufen sich auf rund 122.000 €. Durch die solare Trocknung wird im Jahresdurchschnitt ein Heizenergiebedarf von ca. 210 MWh abgedeckt. Dies entspricht bei heutigen Energiepreisen einer jährlichen Einsparung von 28.000 €. Bei einer rechnerischen Lebensdauer der technischen Anlagen von 15 Jahren ergibt sich eine statische Amortisation von rund 7 Jahren. Die CO<sub>2</sub>-Reduzierung beträgt ca. 1.550 t. Um 1 kg CO<sub>2</sub> einzusparen, müssen somit nur rund 0,13 € investiert werden.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Solare Trocknungsanlage



## Impressum

### Herausgeber

Oberste Baubehörde im  
Bayerischen Staatsministerium des Innern  
Franz-Josef-Strauß-Ring 4  
80539 München

[www.innenministerium.bayern.de/bauen/hochbau/veroeffentlichungen/](http://www.innenministerium.bayern.de/bauen/hochbau/veroeffentlichungen/)  
Stand Dezember 2011

### Redaktion für Text und Grafik

Dieter Finke, Marlene Keipl, Oliver Kistenmacher, Jürgen Krajak, Andreas Kronthaler,  
Johannes Liewehr, Johann Oel, Karin Reich, Theresia Rosenbusch, Peter Scherer,  
Elfriede Schob, Josef Spanner, Barbara Thiel-Lintner

### Ebenfalls am Bericht mitgewirkt haben

Christian Födisch, Sabrina Hehl, Peter Kalmer, Doris Lackerbauer, Alfons Lenz,  
Andreas Miersch, Wolfgang Mrazek, Karin Rankl, Alfred Schaper, Peter Spießl, Harry  
Sternberg, Thomas Spitzer, Manfred Ulbert, Sandra Wammetsberger, Dominik Weber,  
Franz Weeger, Ernst Weindorfer, Björn Zink

### Für den Beitrag zur Energieeffizienz der Projekte danken wir

ABAKUS – Ingenieurbüro für Simulation und Optimierung, Egg / Airoprema,  
Kaufbeuren / Arup GmbH, Berlin / Architekturbüro Becker + Becker, München /  
Ingenieurbüro Bautz, Ansbach / BIP GmbH, München / BM.C Baumanagement  
GmbH, München / Bummer Hof PlanungsGmbH, Mühlhausen / CDM Consult GmbH,  
Nürnberg / Coplan AG, Weiden / Planungsbüro Ecoplan, Freyung / eza! Energie- &  
Umweltzentrum Allgäu gemeinnützige GmbH, Kempten / Geier Maass Architekten  
GmbH, Berlin / Martin Gerschlauser, München / Güttinger Ingenieure, Kempten /  
Ingenieurbüro Jetter, Gersthofen / Köppen Rumetsch Architekten GmbH, Nürnberg /  
Koscheinz & Partner Ingenieurges. mbH, Ruhstorf a.d. Rott / Ingenieurbüro  
Lackenbauer, Traunstein / Ingenieurbüro Leiser, Würzburg / Architekturbüro  
Leitenbacher & Spiegelberger, Traunstein / Léon Wohlhage Wernik Architekten  
GmbH, Berlin / Ingenieurbüro Meier, Schulz und Partner GmbH, Neubrandenburg /  
Messinger + Schwarz Bauphysik-Ing. GmbH, Röthenbach / Joachim Puchta,  
Nürnberg / Rögelein+Partner Ingenieure GbR, Ingenieurbüro für Versorgungstechnik,  
München / Rücker + Schindele GbR, München / Fassadentechnik Scharl, Ehingen /  
Ingenieurbüro Silberhorn, Augsburg / Ingenieurbüro IFB Sorge, Nürnberg /  
Architekturbüro SSP Planungs GmbH, Waldkirchen / Zentrum für Angewandte  
Energieforschung e.V., Garching und den Staatlichen Bauämtern

### Grafikdesign

Marion und Rudolf Schwarzbeck, Gauting

### Druck

J. Gotteswinter GmbH, München



## Fotos / Abbildungen

Titelfoto	Oskar-von-Miller-Turm, TU München
Seite 6-9	Staatliches Bauamt München 1
Seite 10	Oberste Baubehörde
Seite 12-13	Staatliches Bauamt München 1
Seite 14	Staatliche Bauämter
Seite 16	Architekturbüro Leitenbacher & Spiegelberger, Traunstein
Seite 17	Staatliches Bauamt Ansbach
Seite 18-19	Eckhart Matthäus, Augsburg
Seite 21	Adolf-W. Sommer, Passivhäuser, 2. Auflage, Köln; Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2011 (nach: <a href="http://www.bund-bauen-energie.de/passivhs.htm">www.bund-bauen-energie.de/passivhs.htm</a> )
Seite 22-23	Léon Wohlhage Wernik Architekten GmbH, Berlin
Seite 24	Visualisierungen: Geier Maass Architekten, Berlin Modellfoto: Staatliches Bauamt Erlangen-Nürnberg
Seite 25	Architekturbüro SSP Planungs GmbH, Waldkirchen
Seite 26	Bogevischs Büro, Architekten und Stadtplaner GmbH, München
Seite 27	Jens Weber, München
Seite 28	Oberste Baubehörde
Seite 29	Staatliches Bauamt München 1
Seite 30-31	Jens Weber, München
Seite 32	Rögelein+Partner Ingenieure GbR, Ingenieurbüro für Versorgungstechnik, München
Seite 33	Schema: Meier, Schulz und Partner GmbH, Neubrandenburg Visualisierung: Köppen Rumetsch Architekten GmbH, Nürnberg
Seite 34	ARCHIGRAPHIE Steffen Vogt, Stuttgart
Seite 35	Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

## Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von 5 Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung wissen?

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung.

Unter Telefon 089 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskünfte zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

[www.bayern.de](http://www.bayern.de)