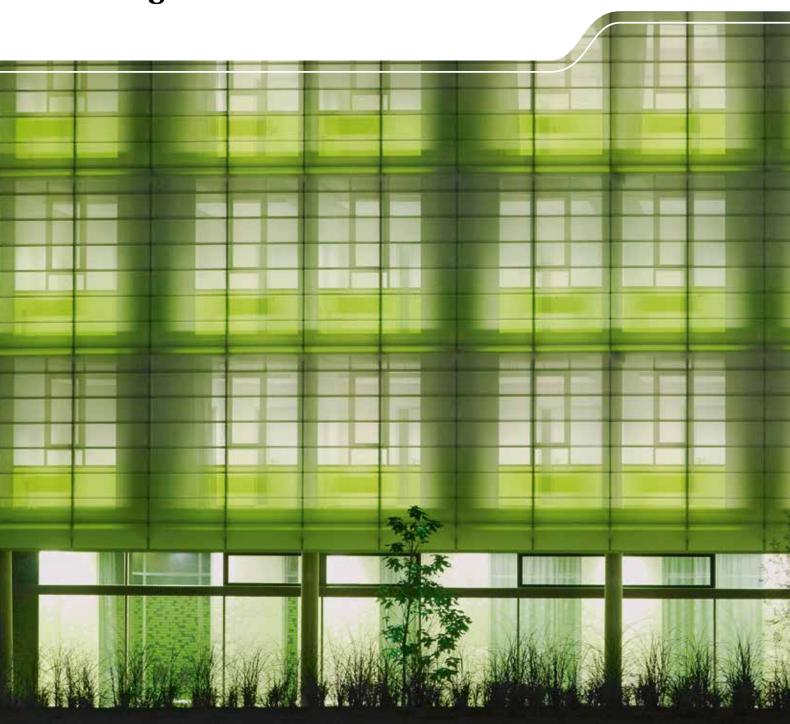
# Energieeffizienzbericht 2013



# Inhaltsverzeichnis

Gr	Grußwort des Sächsischen Staatsministers der Finanzen					
	ußwort des Geschäftsführers des Staatsbetriebes Sächsisches Immobilien- und umanagement					
1	Einführung5					
2	Entwicklung des Energieverbrauchs					
2.2	Elektroenergie					
3	Energetische Optimierung des Gebäudebestandes					
3.2	Herangehensweise und Instrumente im SIB					
4	Von der Energieeffizienz zur ganzheitlichen Betrachtung der Nachhaltigkeit 27					
5	Ausblick					
An	lagen: Erfahrungsberichte					
1	Der 4. Erweiterungsbau der Deutschen Nationalbibliothek in Leipzig: Optimierung der Planung					
2	Landwirtschafts- und Umweltzentrum Nossen: Neubau Laborgebäude im Passivhaus-Standard					
3	Bibliothek an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden: Forschungsprojekt über die natürliche Klimatisierung durch Steuerung der freien Lüftung					
4 5	Hauptstaatsarchiv Dresden: Monitoring Energie- und Raumklima					

# Grußwort des Sächsischen Staatsministers der Finanzen

Der Staatsbetrieb Sächsisches Immobilienund Baumanagement (SIB) ist strategisch als Dienstleister ausgerichtet, der alle Aspekte im Zusammenhang mit dem Lebenszyklus einer Immobilie betrachtet. Sehr viel stärker als bei einer "klassischen" Hochbauverwaltung sind hier die einzelnen Unternehmensbereiche mit ihren unterschiedlichen Aufgaben miteinander verzahnt, so dass eine effektive Arbeit von Planung, Bau und Facility Management geleistet werden kann.

Bei stetig steigenden Energiekosten ist es für den Freistaat Sachsen als Betreiber von rund 2.800 Gebäuden eine besondere Verantwortung und ein zentrales Anliegen, den eigenen Immobilienbestand effizient zu bewirtschaften und kontinuierlich zu optimieren. Bauliche und technische Lösungen, ein intensives Monitoring und Benchmarking sowie ein ausgewogener Energiemix sind dabei einige Instrumente, die der SIB effektiv nutzt und kontinuierlich ausbaut.

Das Gebäudeportfolio des Freistaates Sachsen ist sehr heterogen in seinen Nutzungen, die von Museen in historischen Gebäuden bis hin zu hochmodernen Wissenschaftsgebäuden und Forschungslaboren reichen. Denkmalschutz, städtebauliche Belange und modernste Nutzungsanforderungen müssen bei der Erreichung der energetischen Ziele in Einklang gebracht werden. Die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel werden dabei mit großer

Sorgfalt bestmöglich eingesetzt, um einen auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Gebäudebestand zu erhalten. Der unabweisliche Energiebedarf, der gerade für hochtechnisierte Universitäts- und Klinikumsbauten entsteht, muss so gedeckt werden, dass in Summe ein verlässlicher Betrieb gewährleistet ist. Der SIB kann dazu neben konventionellen und regenerativen Energieträgen auf ein gut ausgebautes Fernwärmenetz in Sachsen zurückgreifen.

Um alle Aspekte der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zu bündeln, hat der SIB ein Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit in seiner Zentrale gebildet, um Ansprechpartner für seine Niederlassungen und Multiplikator in die Verwaltung des Freistaates Sachsen zu sein. Die kontinuierlichen Maßnahmen und positiven Ergebnisse der letzten Jahre sind in der nachfolgenden Broschüre dargestellt. Das Ziel ist es aber natürlich, den eingeschlagenen Weg zu einem energetisch optimierten Gebäudebestand durch den SIB konsequent weiter zu verfolgen.

flon /

**Prof. Dr. Georg Unland**Sächsischer Staatsminister der Finanzen

# Geschäftsführer des Staatsbetriebes Sächsisches Immobilien- und Baumanagement

Der Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB) entlastet die Ressorts und nachgeordneten Behörden des Freistaates Sachsen bei fachfremden Aufgaben wie Bauen, Bewirtschaften und Betreiben. Aktuell liegen rund 2.800 Gebäude in der Verwaltung des SIB. Hieraus ergibt sich auch eine besondere Vorbildfunktion im Bereich der Energieeffizienz und im weiteren Sinne des Klimaschutzes.

Die Landesregierung unterstreicht in dem Energie- und Klimaprogramm 2012, dass sie von ihrer Bauverwaltung ein besonderes Engagement beim energiesparenden Bauen und dem Einsatz erneuerbarer Energien erwartet. Von hohem öffentlichen Interesse sind dabei die vom SIB begleiteten Pilotprojekte. Zu diesen gehören beispielsweise die Erprobung einer Brennstoffzellenanlage für das Polizeirevier Pirna zur Erzeugung von Wärme und Strom oder die Vakuumeisspeicheranlage an der Westsächsischen Hochschule Zwickau zur Abdeckung von Lastspitzen des Kältebedarfs. Für das Landwirtschafts- und Umweltzentrum in Nossen konnte unter der Federführung des SIB das deutschlandweit erste Laborgebäude als "zertifiziertes Passivhaus-Pilotprojekt" errichtet werden. Ebenfalls zukunftsweisend ist die Sanierung eines Stahlbeton-Plattenbaus aus den 1980er Jahren an der Brüderstraße 14-24, der für die Universität Leipzig als Passivhaus hergerichtet wurde.

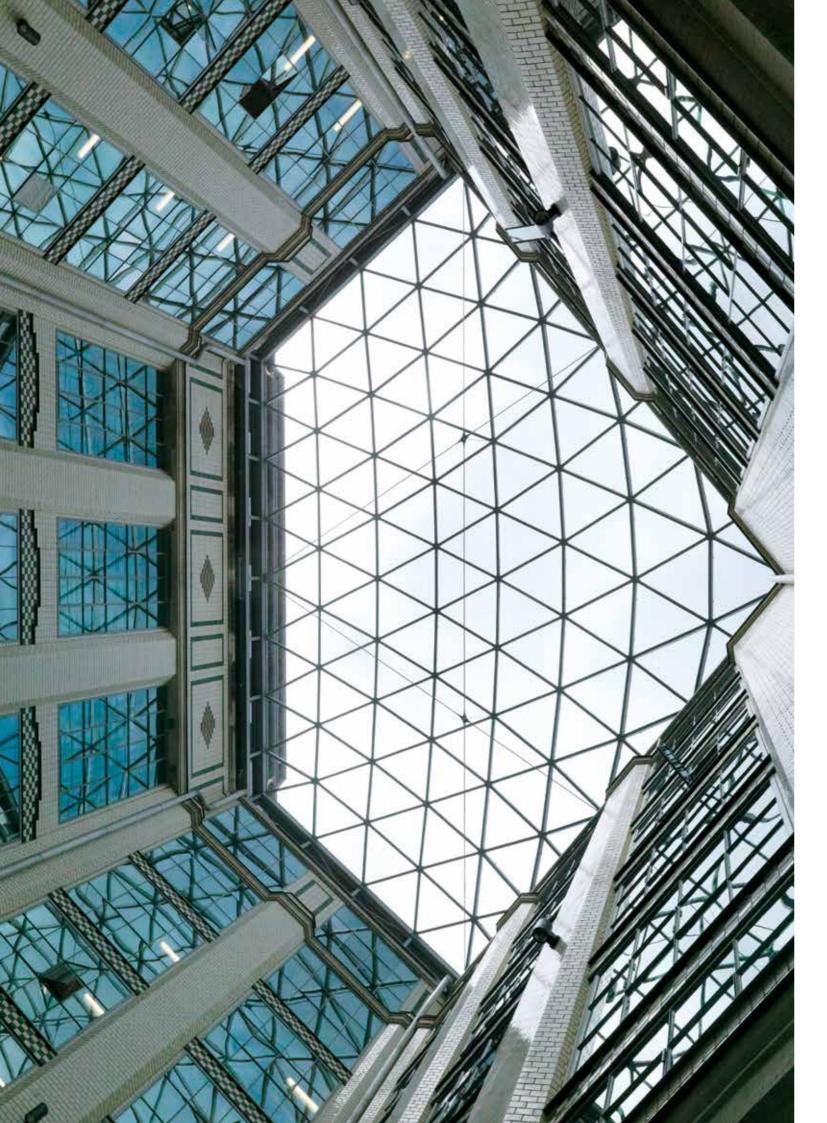
Aber nicht nur ökologisches Verantwortungsbewusstsein sondern auch wirtschaftliche

Aspekte veranlassen uns, der Energieeffizienz eine große Bedeutung beizumessen. Die auch künftig weiter steigenden Energie- und Medienkosten haben mit weit über 50 Prozent bereits den größten Anteil an den Betriebskosten. Mit dem vorliegenden Energieeffizienzbericht 2013 wird die Bandbreite unserer Arbeit über die Energieoptimierung im Bestand bis hin zu energetischen Sanierungsmaßnahmen dargestellt. Es zeigt sich, dass die Vielzahl realisierter Maßnahmen zu einer Stabilisierung des Wärmeverbrauchs führen. Eine Herausforderung der kommenden Jahre wird sein, eine gemeinsame Strategie mit den Ressorts für den nach wie vor drastisch steigenden Stromverbrauch zu finden.

Auch künftig stehen komplexe Sanierungssowie Neubaumaßnahmen, insbesondere im Hochschulbau und im Rahmen der Staatsmodernisierung, an. Die Aufgabe wird es sein, neben der energetischen Optimierung des Gebäudebestandes die Grundsätze des nachhaltigen Bauens und Bewirtschaftens weiter zu integrieren.

Mmnm

Prof. Dieter Janosch Geschäftsführer des Staatsbetriebes Sächsisches Immobilien- und Baumanagement



# 1 Einführung

Der Energieeffizienzbericht 2013 erfasst die Jahre 2008 bis 2013 und knüpft an den ausführlichen Bericht von 2008 an. Er dokumentiert neben der Verbrauchs- und Kostenentwicklung vor allem die strategische Herangehensweise im Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB) und zeigt das Ergebnis realisierter Projekte. Die Vielzahl der aufgeführten Lösungsansätze verdeutlicht die Komplexität des Themas energieeffizientes Bauen und Betreiben.

#### Nachhaltigkeitsstrategie Freistaat Sachsen

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Staatsregierung wurde Anfang 2013 dem Landtag vorgestellt. Im Handlungsfeld "Klima schützen, Energie effizient nutzen, Versorgung sichern" liegt der Schwerpunkt in der langfristigen Energieversorgungssicherheit und Bezahlbarkeit.

#### Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2012

Das Energie- und Klimaprogramm von März 2013 fasst die konzeptionellen Grundlagen der sächsischen Energie- und Klimapolitik zusammen und entwickelt diese weiter. Die Maßnahmen zur Umsetzung dieses Energie- und Klimaprogramms sind in einem Maßnahmenplan enthalten. Es wird die Bedeutung der staatlichen Vorbildwirkung unterstrichen. Für den SIB ergeben sich daraus Aufgaben wie die Umsetzung des Investitionsprogramms "Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz" für staatliche Liegenschaften und die energetische Optimierung des landeseigenen Gebäudebestands. Im Rahmen von Baumaßnahmen bedeutet dies die Prüfung von energetischen Standards über die gesetzlichen Vorgaben hinaus und die Nutzung erneuerbarer Energien sowie innovativer Energietechnologien. Ziel ist die Reduzierung des spezifischen Heizwärmeverbrauchs (Bezugsjahr 2010) um 18 Prozent in den kommenden zehn Jahren.

#### Verwaltungsvorschrift "Energieeffizienz" des Sächsischen Staatsministeriums der Finanzen

Über die Verwaltungsvorschrift "Förderung von Vorhaben zur Erhöhung der Energieeffizienz einschließlich Nutzung erneuerbarer Energien im staatlichen Hochbau des Freistaates Sachsen" kann der SIB seit 2006 die Nutzung erneuerbarer Energien und energieeffizienter Technologien sowie energiesparende Bauweisen verstärkt realisieren. Im Rahmen der wirtschaftlichen Beurteilung solcher Maßnahmen werden die verringerten CO<sub>3</sub>-Emissionen mit einem Bonus von 0,07 Euro pro kg eingespartes CO<sub>2</sub> berücksichtigt. Des Weiteren können die Investitionskosten unter definierten Voraussetzungen zwischen 20 und 40 Prozent reduziert werden. Pilotprojekte, bei denen innovative technische und/oder bauliche Lösungen erprobt werden, sind von einem Wirtschaftlichkeitsnachweis

#### Der Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB)

Seit der Gründung der Vermögens- und Hochbauverwaltung im Jahre 1999, aus der 2003 der SIB hervorgegangen ist, liegen im Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums der Finanzen der Staatliche Hochbau und die Liegenschaftsbewirtschaftung in einer Hand. Das bildet eine gute Basis für ein nachhaltiges, energieoptimiertes Handeln im Planungs- und Bauprozess, indem Erkenntnisse aus der Bewirtschaftung unmittelbar wieder in den Prozess einfließen können.

Unterstützt wird diese Herangehensweise seit 2011 durch die Bildung eines Kompetenzzentrums Nachhaltigkeit im SIB, dessen Aufgaben es sind, innerhalb der eigenen Verwaltung die erforderlichen Kompetenzen aufzubauen und die Prinzipien der Nachhaltigkeit in die Bau- und Bewirtschaftungsprozesse zu integrieren.

Der SIB erfüllt seine Vorbildfunktion auf vielfältige Weise und stellt sein Fachwissen auch durch Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen des Freistaates der Öffentlichkeit zur Verfügung. In Kooperation mit der Denkmalpflege entstand so eine "Handlungsanleitung zur energetischen Sanierung von Baudenkmälern" (Sächsisches Staatsministerium des Innern, Februar 2011). Im Rahmen des EU-Projektes RIEEB, in dem die tatsächliche Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen zur Energieeffizienz im Gebäudebereich überprüft wurde, hat der SIB sich mit Evaluierung von 4 repräsentativen Baumaßnahmen beteiligt. Die Ergebnisse liegen in einer Publikation der Sächsische Energieagentur (SAENA) vor.



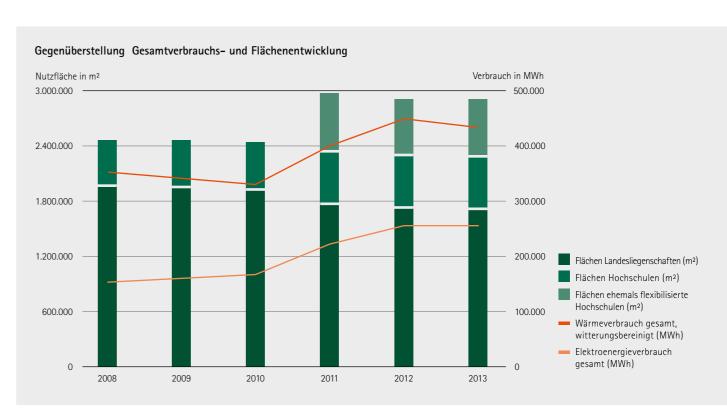
# 2 Entwicklung des Energieverbrauchs

Von den 2.800 im Jahr 2013 durch den SIB bewirtschafteten Gebäuden waren zirka 2.150 Gebäude im Eigentum des Freistaates Sachsen. Diese wurden vollumfänglich mit Strom und Wärme versorgt. Zu Beginn des Betrachtungszeitraumes 2008, betrug die Nutzfläche noch 2,5 Millionen Quadratmeter. Davon entfielen zirka 0,5 Millionen Quadratmeter und somit 20 Prozent der Gesamtnutzfläche auf die Hochschulen, zu denen beispielsweise die Technischen Universitäten Chemnitz und Freiberg sowie die Fachhochschulen in Dresden (HTW) und Leipzig (HTWK) gehören. Der mit 80 Prozent weitaus größere Teil war 2008 den Landesbehörden zuzuschreiben.

2011 erfolgte die schrittweise Rückführung der ehemals flexibilisierten (eigenbewirtschafteten) Universitäten und Hochschulen (Technische Universität Dresden, Universität Leipzig, Hochschulen Mittweida und Zittau/Görlitz) in die zentrale Bewirtschaftung des SIB. Dadurch stieg die mit Energie zu versorgende Gesamtnutzfläche um 18 Prozent an. Die Fläche im Bereich der Hochschulen erweiterte sich um 155 Prozent.

Damit verbunden war ein sprunghafter Anstieg der Energieverbräuche. Insbesondere im Bereich der Elektroenergie stiegen diese im Verhältnis zur Fläche überproportional an. Dies lässt sich darauf zurückzuführen, dass insbesondere Forschungs- und Hörsaalgebäude aufgrund ihrer Nutzung einen höheren flächenbezogenen Verbrauch als Verwaltungsgebäude haben. In den technisch geprägten Hochschulen wie der Technischen Universität Dresden gibt es viele energieintensive Forschungsprozesse. Dazu gehören Prüfstände für Motoren und Pumpen, ein Lehr- und Versuchskraftwerk oder auch ein Windkanal. Der Anteil an Prozessenergie am Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaften ist dadurch sehr hoch, aber für Analysen nur bedingt quantifizierbar.

Für die Bewertung wird die Verbrauchs- und Kostenentwicklung in den nachfolgenden Übersichten daher differenziert nach Landesliegenschaften und Hochschulen dargestellt.



\*mit 2,9 Millionen m² Nutzfläche

#### 2.1 Elektroenergie

Im Bereich der Elektroenergieversorgung stieg im Betrachtungszeitraum 2008 bis 2013 der Verbrauch stetig an. Dies begründet sich in dem fortschreitenden Technisierungsgrad der Gebäude, insbesondere durch den zunehmenden Einsatz von EDV-Technik und deren zum Betrieb notwendigen peripheren Anlagen, zu denen insbesondere die Kühlung gehört. Aber auch die zunehmende Nutzung von Gebäudeautomationssystemen, Gefahrenmeldeund elektronischen Schließanlagen sowie der Hilfsenergiebedarf zum Heizen und Kühlen von Gebäuden tragen zum Anstieg des Stromverbrauches bei.

Im Jahr 2013 war für die Landesliegenschaften im Vergleich zu dem Vorjahr lediglich ein moderater Verbrauchsanstieg zu verzeichnen. Im Hochschulbereich ist dieser sogar leicht zurückgegangen. Das ist im Wesentlichen auf den zentralen Kälteverbund in der TU Dresden zurückzuführen, durch den eine Vielzahl von

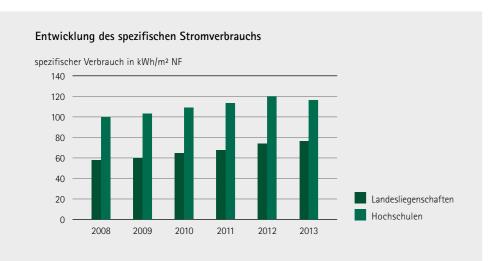
dezentralen Klima-Split-Geräten durch eine effiziente zentrale Kälteversorgung ersetzt werden konnten. Es ist jedoch anzunehmen, dass diese Verbrauchsreduzierung nur temporär ist, da in den nächsten Jahren sukzessive im Hochschulbereich Großverbraucher wie der Hochleistungsrechner der TU Dresden, das Technikum der HTW Dresden, der Chemieneubau der TU Bergakademie Freiberg und die Erweiterung des Technologiecampus der TU Chemnitz hinzukommen.

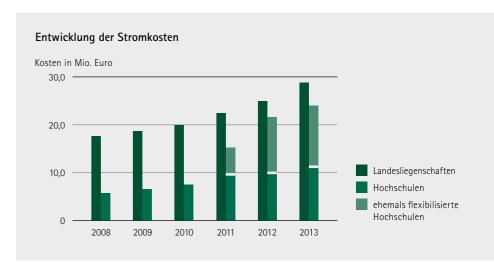
Der spezifische, also der flächenbezogenen Verbrauch, weist im Betrachtungszeitraum ebenfalls einen weitestgehend kontinuierlichen Anstieg auf. Im Bereich der Landesliegenschaften stieg der auf die Nutzfläche bezogene spezifische Verbrauch von zirka 58 kWh/m² im Jahr 2008 um zirka 33 Prozent auf über 77 kWh/m² im Jahr 2013. Der spezifische Stromverbrauch der Hochschulliegenschaften

liegt deutlich über dem der Landesbehörden. Wie beschrieben ist dies auf den hohen Technisierungsgrad sowie die energieintensiven nutzungsspezifischen Prozesse zurückzuführen. Der spezifische Elektroenergieverbrauch der Hochschulen betrug im Jahr 2008 zirka 100 kWh/m² und stieg bis zum Jahr 2013 um 17 Prozent auf zirka 117 kWh/m².

Neben den Verbräuchen sind auch die Energiebezugspreise im Betrachtungszeitraum erheblich gestiegen, sodass sich die Verbrauchserhöhung gravierend auf die Kostenentwicklung auswirkt. Eine MWh Strom kostete im Jahr 2003 noch 120 Euro, im Jahr 2008 bereits 148 Euro und im Jahr 2013 198 Euro. Im Bereich der Landesliegenschaften stiegen die Stromkosten von zirka 17 Millionen Euro im Jahr 2008 auf über 29 Millionen Euro im Jahr 2013. Durch die neu hinzu gekommenen Liegenschaften bei den Hochschulen stieg in diesem Bereich der





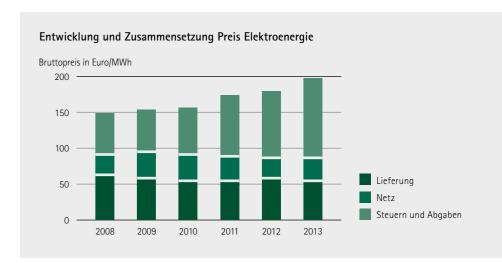


Verbrauch sogar von zirka 7 Millionen Euro auf zirka 24 Millionen Euro an. Somit hat die Bedeutung der Hochschulen für den Gesamtstromverbrauch stark zugenommen.

Neben dem reinen Preis für die Stromlieferung setzt sich der Strompreis aus den staatlich regulierten Netznutzungsentgelten sowie Steuern und Abgaben zusammen. Diese beiden Preisbestandteile sind durch den SIB nicht beeinflussbar. Die Netznutzungsentgelte haben sich in den letzten Jahren uneinheitlich entwickelt und der bisherige sowie weitere Netzausbau lässt keine generelle Reduzierung der Netzkosten erwarten. Die Steuern und Abgaben sind im Betrachtungszeitraum kontinuierlich gestiegen, wobei insbesondere die EEG-Umlage für diesen Anstieg entscheidend war. Es ist anzunehmen, dass der Einfluss der Steuern und Abgaben auf den Strompreis auch weiterhin zunehmen wird.

Der SIB versucht den steigenden Energiekosten mit einem zentralen Stromeinkauf entgegen zu wirken. Die Energieversorgungsunternehmen werden vertraglich gebunden, den Stromeinkauf an der Strombörse EEX vorzunehmen. Durch diese Einkaufsstrategie lässt sich die Volatilität des Börsenpreises glätten und der reine Preis für die Lieferung und Beschaffung der elektrischen Energie konnte in den letzten Jahren konstant gehalten werden.

Den Verbrauchssteigerungen und den damit verbundenen Kostensteigerungen entgegen zu wirken, wird eine große Herausforderung für den SIB.



#### 2.2 Wärmeenergie

Der absolute (nicht witterungsbereinigte) Wärmeenergieverbrauch der Landesliegenschaften bewegt sich im Betrachtungszeitraum auf einem relativ konstanten Niveau bei zirka 250.000 MWh. Der Wärmeverbrauch der durch den SIB bewirtschaften Hochschulen betrug im Jahr 2008 zirka 75.000 MWh.

Dies entspricht zirka 23 Prozent des Gesamtverbrauches. Durch den schrittweisen Zuwachs an Liegenschaften ab dem Jahr 2011 ist der Anteil der Hochschulen am Gesamtwärmeverbrauch deutlich angestiegen und betrug im Jahr 2013 zirka 42 Prozent.

Der witterungsbereinigte Verbrauch der Landesals auch der Hochschulliegenschaften ist tendenziell rückläufig. Für die Landesliegenschaften betrug der Verbrauch im Jahr 2005 noch 352.000 MWh. Dieser konnte bis zum Jahr 2013 auf 253.000 MWh reduziert werden. Das entspricht einem Rückgang von 28 Prozent.

Die spezifischen Wärmeenergieverbräuche der Landesbehörden im Betrachtungszeitraum sind ebenfalls leicht rückläufig. Bis zum Jahr 2010 war auch bei den Hochschulen ein rückläufiger Trend des spezifischen Verbrauchs zu verzeichnen. Mit der Rückführung der vier ehemals flexibilisierten Hochschulen und Universitäten ist es jedoch zu einem signifikanten Anstieg gekommen. Wie auch im Bereich Elektroenergie liegt dieser deutlich über dem der Landesbehörden. Ursachen dafür sind unter anderem die erweiterten Nutzungszeiten der Hochschulen, der erhöhte Heizenergiebedarf für Hörsäle und Unterrichtsräume sowie der Einsatz von Wärme für Forschungszwecke.

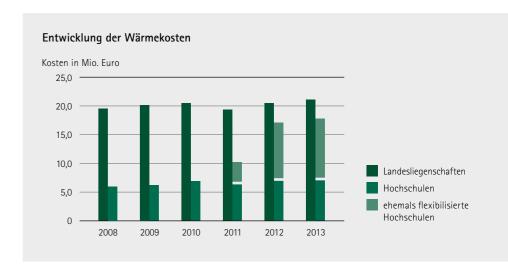
Der aufgezeigte Trend des rückläufigen Wärmeenergiebedarfs ist das Ergebnis zahlreicher Energieeffizienzmaßnahmen, die in den vergangenen Jahren bei Komplexsanierungen und Einzelmaßnahmen im Rahmen des Energieeffizienzprogrammes bei den Landesliegenschaften realisiert wurden. Dadurch konnten die Kosten trotz steigender Wärmebezugspreise relativ konstant auf einem Niveau von 20 Millionen Euro gehalten werden. Die Kostenschwankungen zwischen den Jahren sind auf die witterungsbedingten Gegebenheiten der jeweiligen Jahre zurück zu führen.







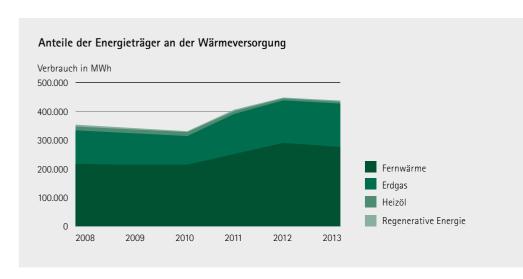
\*Anders als der Elektroenergieverbrauch ist der Wärmeverbrauch witterungsabhängig. Die Aussagekraft der absoluten nicht witterungsbereinigten Verbräuche ist daher begrenzt und eine Vergleichbarkeit der Verbräuche für die einzelnen Jahre ist nur bedingt möglich. Um diese Vergleichbarkeit herzustellen, erfolgte eine Witterungsbereinigung der Verbräuche. Mithilfe des entsprechenden Berechnungsverfahrens (Gradtagszahlenverfahren) werden dazu die Einflüsse auf die Verbräuche, die sich z.B. aus der geografischen Lage von Liegenschaften und aus besonders kalten oder besonders milden Wintern ergeben bereinigt.

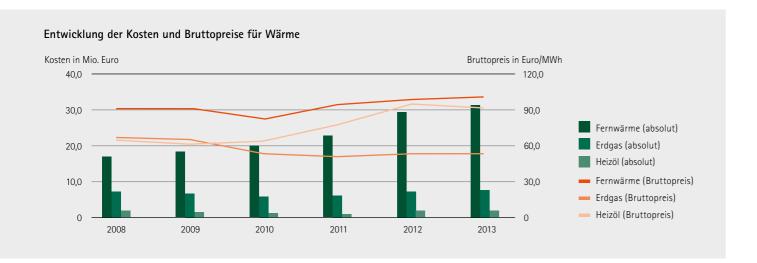


# Zusammensetzung der Energieträger Wärmeversorgung

Die Fernwärme hält seit jeher einen hohen Anteil am Gesamtwärmeenergieeinsatz der landeseigenen Liegenschaften des Freistaates. Mit der Übertragung der ehemals flexibilisierten Hochschulen erhöhte sich der Anteil der Fernwärme an der Wärmeversorgung weiter, sodass im Jahr 2013 zirka zwei Drittel des Wärmebedarfs mit Fernwärme abgedeckt wurde. In Großstädten ist die Nutzung von Fernwärme, insbesondere für mittlere und große Liegenschaften, häufig eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative der Wärmeversorgung. Die Fernwärme wird oftmals

auf der Basis guter Primärenergiefaktoren erzeugt und aufgrund der großen Abnahmemengen können die Energieversorgungsunternehmen gute vertragliche Konditionen anbieten. Mit zirka 29 Prozent hat Erdgas den zweitgrößten Anteil an der Energieversorgung. Im Betrachtungszeitraum (Bezugsjahr 2012) wurden nur noch 87 Liegenschaften mit Heizöl versorgt. Dies entspricht den Bestrebungen des SIB, das Medium Heizöl nach Möglichkeit durch Gas oder regenerative Energieträger zu ersetzen, die hauptsächlich in kleinen Liegenschaften oder zur Heizungsunterstützung zum Einsatz kommen.





#### Kosten- und Preisentwicklung Fernwärme

Die spezifischen Kosten bzw. der Bruttopreis für den Fernwärmebezug sind im Betrachtungszeitraum kontinuierlich von 92,5 Euro je MWh in 2008 auf 105 Euro im Jahr 2013 gestiegen. Um dem entgegen zu wirken, wurden in den letzten Jahren zum Beispiel die preisrelevanten Spitzenleistungswerte gesenkt und somit der leistungsgebundene Anteil des Fernwärmebezugspreises reduziert. In den kommenden Jahren besteht nur noch ein begrenztes Potenzial zu einer weitergehenden Absenkung. Mit der Bündelung aller fernwärmeversorgten Liegenschaften in Dresden in einem Rahmenvertrag wurde jedoch ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil für den Freistaat erzielt.

#### Kosten- und Preisentwicklung Erdgas

Ein rückläufiger Trend der Kosten ist für den Energieträger Erdgas zu verzeichnen. Die absoluten Kosten betrugen im Jahr 2008 zirka 7,5 Millionen Euro und im Jahr 2013 zirka 7,2 Millionen Euro. Der Bruttopreis für eine MWh Erdgas konnte in der ersten Hälfte des Betrachtungszeitraums abgesenkt und in der zweiten Hälfte relativ konstant gehalten werden. Eine Ursache dafür ist, dass ab dem Jahr 2010 erstmalig Versorgungsverträge mit Festpreisbindung abgeschlossen wurden, die nicht an die Entwicklung des Ölpreises gekoppelt sind. Weiterhin wurde im Zuge des Vertragsmanagements das Vertragsende eines großen Teils der bestehenden Erdgasverträge auf Ende 2012 terminiert, um die Erdgasbeschaffung für die versorgten Liegenschaften zu bündeln und europaweit auszuschreiben.

#### Kosten- und Preisentwicklung Heizöl

Die Heizölbeschaffung erfolgt ebenfalls gebündelt über zwei Rahmenverträge. Trotz des seit dem Jahr 2008 gesunkenen Ölverbrauchs sind die Kosten für Heizöl bis zum Jahr 2012 kontinuierlich gestiegen. Dies ist auf den Ölpreis zurück zu führen, der von zirka 69 Euro im Jahr 2008 auf 93 Euro im Jahr 2013 angestiegen ist. Der generelle Anstieg des Ölpreises verstärkt die Bestrebungen des SIB, den Energieträger Öl durch andere Energieträger zu substituieren.

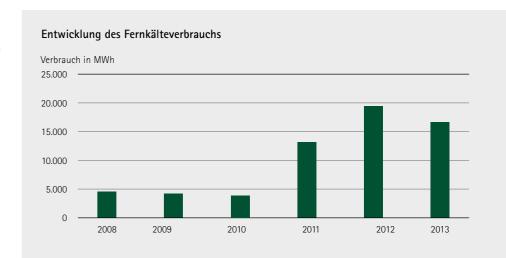
#### 2.3 Fernkälte

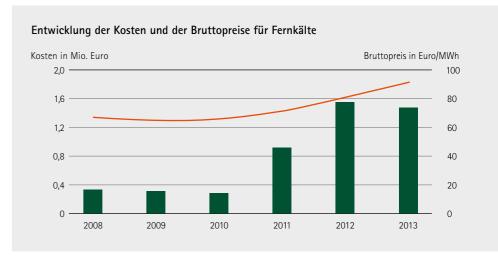
In den drei großen Städten Leipzig, Chemnitz und Dresden wird von den örtlichen Energieversorgungsunternehmen Fernkälte bezogen, die einerseits über ein zentrales Kältenetz und andererseits über dezentrale Kälteinseln bereitgestellt wird. Die Kälte kommt überwiegend in den drei Universitäten Chemnitz, Leipzig und Dresden sowie im Behördenkomplex in Chemnitz zum Einsatz und wird vorwiegend zur Kühlung von Rechenzentren, Serverräumen und Laboren genutzt.

Der in den Jahren 2008 bis 2010 relativ konstante Fernkälteverbrauch ist durch die schrittweise Rückführung der flexibilisierten Hochschulen 2011 sprungartig um zwei Drittel gegenüber 2010 und 2012 nochmals um ein Drittel angestiegen. Im Jahr 2013 war eine Reduzierung des Fernkälteverbrauchs gegenüber dem Jahr 2012 zu verzeichnen.

Der Anstieg der spezifischen Kosten von 69 Euro/MWh in 2008 auf 89 Euro/MWh in 2013 entspricht im Wesentlichen der Entwicklung des Fernkälteverbrauchs.

Die Entwicklung des Fernkälteverbrauchs spiegelt den generell zunehmenden Bedarf an Kälte für technologische Prozesse und für den Betrieb von Servertechnik wieder.





# 2.4 Einsatz erneuerbarer Energien

Zusammensetzung erneuerbare Energien

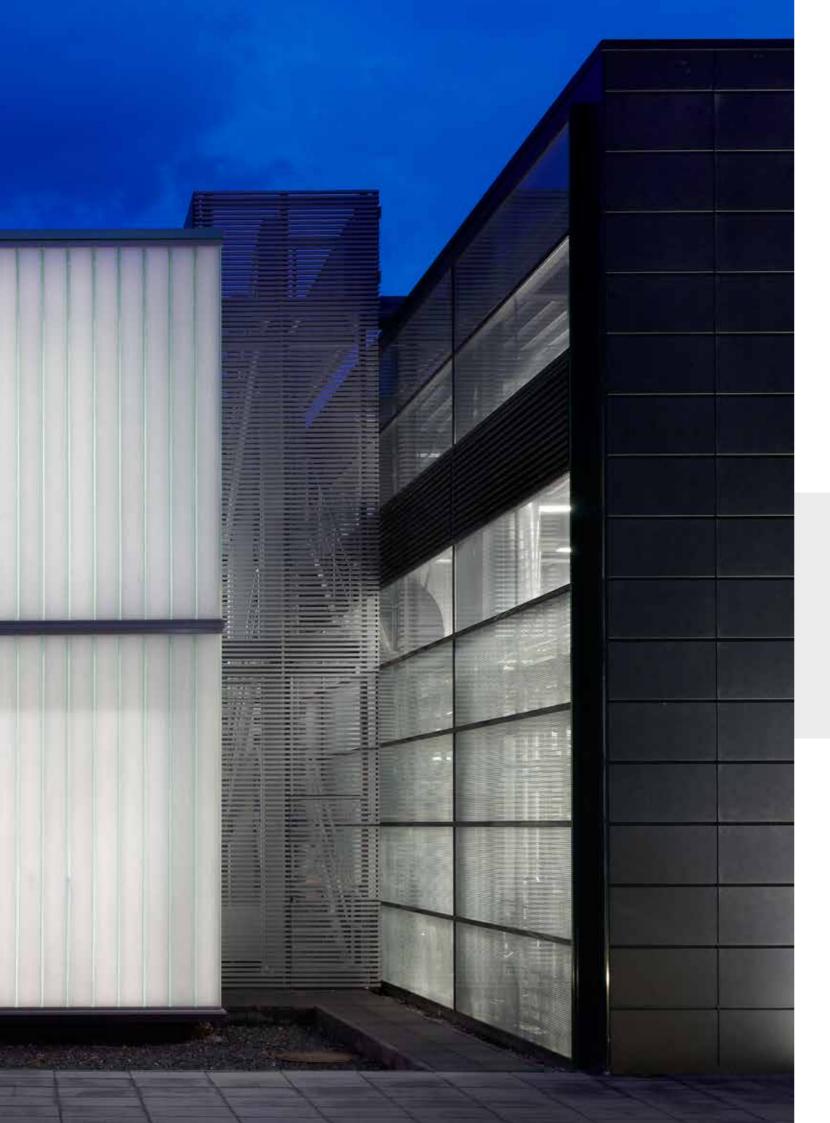
4 % 2 %

46 %

Biomasse
Wärmepumpen
Biogas-BHKW
Solarthermie

Der Anteil der erneuerbaren Energien erhöht sich kontinuierlich, auch in Folge der gesetzlichen Vorgaben wie zum Beispiel dem Erneuerbare Energien Wärmegesetz (EEWärmeG), ist aber im Vergleich zu konventionellen Energieträgern gering. Die Wärmeversorgung ist durch die Fernwärme dominiert, die in der Regel mittels moderner Kraft-Wärme-Anlagen erzeugt wird und damit einen sehr guten Primärenergiefaktor aufweist. Im Bereich der erneuerbaren Energien überwiegen die Biomasse- und Wärmepumpenanlagen (Geothermie und Luft) mit einem Gesamtanteil von zirka 90 Prozent gegenüber den Photovoltaik- und Solarthermieanlagen.

Der SIB prüft bei allen staatlichen Baumaßnahmen den wirtschaftlichen Einsatz von Erneuerbaren Energien. Unter Anwendung der Verwaltungsvorschrift "Energieeffizienz" können über die Verpflichtungen des (EE-WärmeG) hinaus Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien realisiert werden.



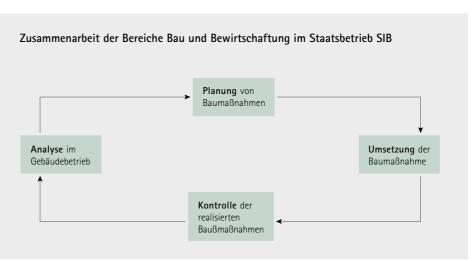
# 3 Energetische Optimierung des Gebäudebestandes

Im SIB liegen Bauen und Betreiben der Gebäude in einer Hand. Somit ist eine Betrachtung von Immobilien über den gesamten Lebenszyklus gesichert. Die Zusammenarbeit dieser beiden Bereiche ist in den Prozessen des SIB verankert:

Im Planungsprozess werden die Fachbereiche, die mit der Gebäudebewirtschaftung befasst sind, frühzeitig eingebunden und bringen ihre Erfahrungen ein. Die Planungsergebnisse müssen bereits unter Darstellung der künftigen Betreibung, beispielsweise mit Angabe der zu erwartenden Betriebskosten oder mit Nachweis der Reinigungsund Instandhaltungsfreundlichkeit, vorgelegt werden. Die Erfolgskontrolle in Form eines Monitorings im Anschluss an eine Baumaßnahme nimmt aufgrund des steigenden Technikanteils in Gebäuden immer mehr an Bedeutung zu.

Bei Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen an Gebäuden ist die energetische Verbesserung der Bausubstanz und der technischen Gebäudeausrüstung wesentlicher Bestandteil des Vorhabens.

lm genutzten Gebäudebestand erfolgt wiederum die systematische Prüfung von Energieeinsparpotentialen mit dem Ziel, die Bewirtschaftungskosten zu optimieren. Dem geht die Analyse von Gebäuden mit hohem Energieverbrauch voraus, die auf einer umfassenden Datengrundlage und einer Auswertung der Verbräuche basiert. Eine Vielzahl an Energieeffizienzmaßnahmen wurden in Folge dieser Untersuchungen realisiert.



#### 3.1 Herangehensweise und Instrumente im SIB

#### Energie- und Medien-Informations-System EMIS

Der SIB nutzt die Software für die Durchführung von Energieverbrauchsanalysen und Energiebenchmarking in den bewirtschafteten Liegenschaften. Das System dient der Energiedatenerfassung. Es enthält ergänzende Module zum Einlesen von Verbrauchs- und Kostendaten der Energieversorgungsunternehmen und ermöglicht die Erstellung von umfangreichen Objektkosten-Berichten.

Neben der Kenntnis über Verbrauchsdaten müssen die Potentiale zur energetischen Optimierung identifiziert und anschließend auf ihre Umsetzbarkeit überprüft werden. Dazu bedient sich der SIB verschiedener Hilfsmittel, die im Folgenden näher erläutert werden.

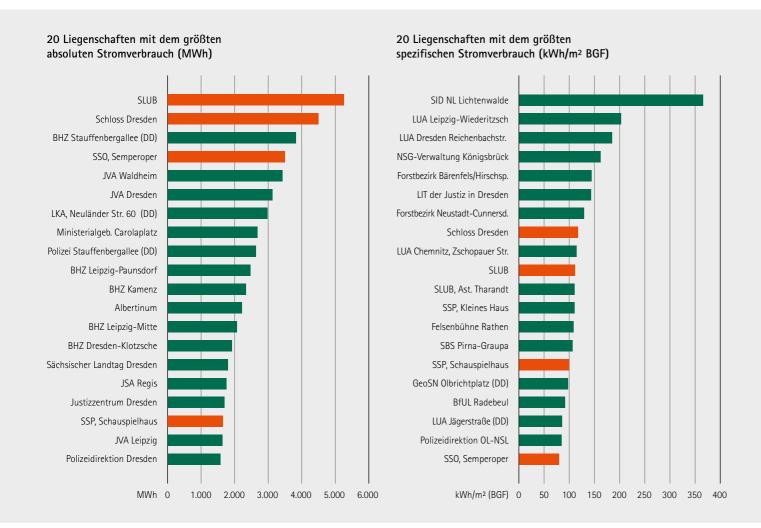
#### Bildung von Kennwerten – Benchmarking

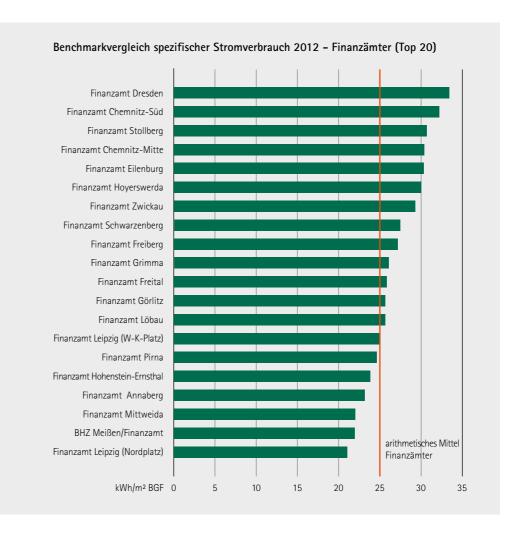
Um eine Grobübersicht zu erhalten, in welchen Liegenschaften Einsparpotenziale vorhanden sind, werden beispielsweise flächenbezogene Kennwerte gebildet und somit eine Vergleichbarkeit der Liegenschaften über mehrere Jahre hergestellt. Die Liegenschaften, die zusätzlich einen hohen absoluten Verbrauch haben und folglich hohe Kosten verursachen, verfügen vermutlich über eine hohes Einsparpotential. Die Abbildungen auf dieser Seite veranschaulichen die Herangehensweise am Beispiel der Stromverbräuche für die Landesliegenschaften ohne Hochschulen im Jahr 2012. Bereits diese 20 Liegenschaften verursachen zirka 40 Prozent des Gesamtverbrauchs. Insbesondere bei den in den Abbildungen orange gekennzeichneten Liegenschaften, die sowohl einen hohen

absoluten als auch spezifischen Verbrauch haben, bieten sich grundsätzliche weitergehende Untersuchungen an.

Bei Gebäuden mit gleicher Nutzung ist ein Benchmarkvergleich der Gebäude untereinander oder mit externen Kennwerten sinnvoll. Die Abbildung auf der nächsten Seite veranschaulicht dieses Vorgehen am Beispiel der sächsischen Finanzämter. Es sind jedoch Spezifika der Einzelgebäude (Mischnutzungen, Bauweise und -zustand) nicht berücksichtigt. Dies muss in weitergehenden Betrachtungen erfolgen.

Ausgehend von der beschriebenen energetischen Gesamtbetrachtung führt der SIB für Liegenschaften, in denen Energieeinsparpotenziale vermutet werden, detaillierte Untersuchungen durch. Dies erfolgt einerseits durch die Beauftragung von freiberuflich Tätigen und andererseits mittels eigenem Personal und entsprechender Messtechnik.





#### Energieeinsparanalysen

Im Rahmen von Energieeinsparanalysen erfolgt eine ganzheitliche Betrachtung des energetischen Zustandes von Liegenschaften mit der Zielstellung, Einsparpotenziale aufzudecken, Emissionen zu senken und Kosten während des Gebäudebetriebs einzusparen. Nach der Bestandserfassung der thermischen Gebäudehülle, der Anlagentechnik sowie des energetischen Bedarfs werden die Prozesse zum Betrieb des Gebäudes untersucht. Über Variantenvergleiche mit Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen wird eine Vorzugsvariante erarbeitet und ein Maßnahmenkatalog mit Prioritäten für die Umsetzung erstellt.

#### Gebäudeautomation

Ein wichtiges Instrument zur Überwachung von Energieverbräuchen und der bedarfsgerechten Regelung haustechnischer Anlagen ist der Einsatz einer Gebäudeautomation. Dies ermöglicht es unter anderem für die Raumtemperierung Sollwerte zu hinterlegen und auf Basis eines Soll-/Ist-Vergleiches mit der tatsächlichen Raumtemperatur die Heizungsoder Kälteanlage zu steuern. Des Weiteren kann eine automatisierte Steuerung der Beleuchtung entsprechend der Gebäudenutzung erfolgen. Durch diese bedarfsangepasste intelligente Regelung lassen sich die Energieverbräuche des Gebäudes reduzieren. Zudem ist es über eine Funktionsüberwachung der Anlagen oftmals möglich, Störungen bereits vom Gebäudeleittechnikrechner aus zu beheben oder aber Fernwartungen von technischen Anlagen mithilfe einer Internetverbindung durchzuführen.

Viele Liegenschaften des Freistaates Sachsen sind mit Gebäudeautomationstechnik ausgestattet. Art und Umfang der Systeme richten sich in erster Linie nach der Komplexität der Anlagen sowie dem Vorhandensein von technischem Personal. Große Anforderungen an die Gebäudeautomation werden beispielsweise

im Schloss Dresden gestellt, da die Ausstellungstücke im Schloss nur enge Korridore für die Raumtemperierung und –feuchte zulassen. Weiterhin ist die Gebäudeautomation in großen Campus-Arealen von Hochschulen, Universitäten und Behördenzentren von starker Bedeutung, um die vielen Gebäude und Anlagen überwachen, steuern und optimieren zu können. In der TU Chemnitz bildet die Gebäudeautomation zum Beispiel eine Grundlage für das Zählermanagement.



Visualisierung der vernetzen Gebäudeautomationssysteme im Regierungsviertel Dresden

#### Messgeräte

Zu den eingesetzten Messgeräten gehören Infrarot-Wärmebildkameras, Ultraschallvolumenstrommessgeräte sowie Netz- und Energieanalysatoren.

- I Infrarot-Wärmebildkameras ermöglichen beispielsweise das Aufdecken energetischer Schwachstellen in der thermischen Gebäudehülle und fehlerhafter Bauteile oder Anschlüsse bei elektrotechnischen Anlagen. Auch ist es möglich, die Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen oder Leckagen in wasserführenden Leitungen festzustellen.
- Energieanalysatoren sind mobile Messgeräte, um eine Energie- und Leistungsanalyse an Stromversorgungsnetzen vorzunehmen. Besonders bei Bestandsgebäuden, in denen der Aufwand für den Einbau fest installierter

- Zähler unverhältnismäßig ist, kann mithilfe temporärer Messungen eine verursachergerechte Zuordnung des Stromverbrauchs durchgeführt und somit Energieeinsparpotenziale ermittelt werden.
- I Ultraschallvolumenstrommessgeräte dienen dazu, im Bereich der Wärmeenergieversorgung Wärmeströme in Heißwasserleitungen zu bestimmen. Im Ergebnis kann gegebenenfalls die installierte Fernwärme-Anschlussleistung reduziert werden. Wie der Energieanalysator ist auch das Ultraschallvolumenstrommessgerät flexibel einsetzbar.
- I Ein Energiemonitor ermöglicht die detaillierte Erfassung des Betriebsverhaltens von Heizungsanlagen während der Nutzung und die Bestimmung der Energieeffizienz einzelner Anlagenkomponenten sowie der kompletten Anlage.



 $Thermografie aufnahme \ des \ Dresdner \ Schlosses: Identifizierung \ von \ W\"{a}rmebr\"{u}cken \ unterhalb \ der \ Fenster \ im \ dritten \ Obergeschoss$ 

# Verbrauch SIB-Zentrale im Zeitraum 21.05.2010 bis 15.06.2010 Leistung in kW 100 40 Wilhelm-Buck-Str. 4 (komplett) IT-Hardware & Klimatechnik IT-Hardware IT-Klimatechnik

Anwendungsbeispiel für den Einsatz von Energieanalysatoren: Die Abbildung zeigt eine Auswertung der elektrischen Leistung für das Objekt Wilhelm-Buck-Straße 4 in Dresden von 2010. Die Kurve der elektrischen Leistung, unterteilt nach Verursachern, verdeutlicht, dass das Objekt eine relativ hohe konstante Grundlast hat, die auf den Serverraum des Objektes sowie dessen periphere Anlagentechnik zurückzuführen ist. Diese Erkenntnisse sind unter anderem in die Überlegungen zur weiteren Zentralisierung von IT-Technik im Freistaat Sachsen eingeflossen.

#### Contracting

Eine weitere Möglichkeit, Einsparpotenziale zu generieren, stellt das Contracting dar.

- I Energieliefer-Contracting bedeutet, dass der Auftragnehmer dem Auftraggeber eine vertraglich vereinbarte Energiemenge liefert. Der Vorteil des Auftraggebers liegt darin, dass der Aufwand für die Energiebereitstellung, wie die Errichtung und Instandhaltung der Heizungsanlage, beim Auftragnehmer liegt und dieser somit auch das Anlagenausfallrisiko trägt. Dafür zahlt der Auftraggeber einen entsprechend höheren Lieferpreis. Das Energieliefercontracting kommt für die Wärmeversorgung von Schloss Pillnitz zum Einsatz. Für die JVA Görlitz laufen zurzeit die Vorbereitungen, um zukünftig ebenfalls die Wärmeversorgung mittels eines Contractings sicherzustellen.
- I Energieeinspar-Contractingverträge beinhalten die Vereinbarung fester Einspargrößen, die im Rahmen der Vertragslaufzeit durch den Auftragnehmer zu erzielen sind. Um diese zu erreichen, führt der Auftrag-

- nehmer investive Maßnahmen oder Optimierungen im Gebäudebetrieb durch. Einen Teil der Einsparung erhält der Auftragnehmer als Vergütung und refinanziert so auch seine getätigten Investitionen. Derzeit besteht ein Energieeinsparcontracting-Vertrag für die Liegenschaft des Präsidiums der Bereitschaftspolizei in Leipzig.
- I Technisches Anlagenmanagement bedeutet, dass der komplette Betrieb der technischen Anlage durch den Auftragnehmer übernommen wird. Bei dieser Form des Contractings werden durch den Contractor keine investiven Maßnahmen getätigt. Die Contractingvariante kommt beispielsweise im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Nossen und in der Zentralwerkstatt zur Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut (ZErAB) auf Schloss Hubertusburg zum Einsatz.

Die Auswahl für eines der Modelle und der Erfolg hängen stark von den Randbedingungen (beispielsweise konstante Nutzung oder energetischer Zustand der Gebäude usw.) ab.



Justizvollzugsanstalt Görlitz





Wärmeversorgung von Schloss Pillnitz, Beispiel Palmenhaus

### 3.2 Das Energieeffizienzprogramm

Energiesparmaßnahmen im Staatlichen Hochbau erfolgten bis 2006 im Rahmen des Bauunterhaltes. In 2007 wurde das Programm "Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Bestandsgebäuden des Freistaates" aufgelegt. Mit den bereitgestellten Haushaltsmitteln können bauliche und anlagentechnische Maßnahmen zur Anwendung erneuerbarer Energien, Senkung der Betriebskosten und CO<sub>2</sub>–Emission zusätzlich zu Kleinen und Großen Baumaßnahmen des Freistaates finanziert werden.

Seit 2003 bis einschließlich 2013 wurden zirka 63,5 Millionen Euro für Energieeffizienzmaßnahmen verausgabt.

Die Haushaltsmittel wurden eingesetzt für:

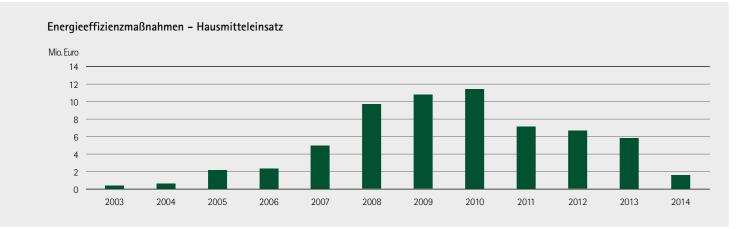
- I Energetische Analysen zur Ermittlung möglicher Einsparpotentiale
- I Maßnahmen im baulichen Bereich, insbesondere zur Verbesserung der thermischen Hülle, wie zum Beispiel für Wärmedämmmaßnahmen sowie Austausch oder Ertüchtigung von Fenstern und Türen

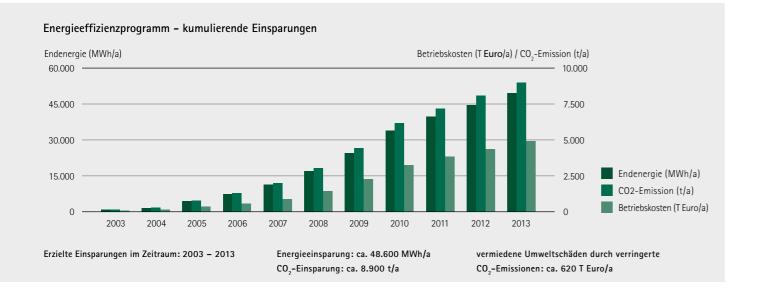
- I Maßnahmen im technischen Bereich durch Errichtung energieeffizienter Anlagen oder Optimierung vorhandener Anlagen
- Heizkesseltausch
- Umstellung Energieträger
- l hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen
- I Optimierung von Heizungs-, Trinkwarmwasser-, Kälte- und Lüftungsanlagen
- l Wärmerückgewinnung
- Blockheizkraftwerke
- Last- und Zählermanagement
- I Gebäudeleittechnik
- Einsatz energieeffizienter Küchentechnik
- Wärmedämmarbeiten an technischen Anlagen
- Pilotprojekte zur Realisierung neuartiger Technologien und alternative Anlagen, zum Teil unter Beteiligung von Forschungseinrichtungen und Hochschulen
- Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energien, beispielsweise Biogasanlagen, Solarthermieanlagen, Geothermische Anlagen für Heizung und Kühlung mit Wärmepumpen, Grundwassernutzung

Mit den umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen konnten die Auswirkungen der erheblichen Energiepreiserhöhungen maßgeblich abgemindert werden. Jeder investierte Euro erzielt im Durchschnitt jährliche Einsparungen an Verbrauchskosten von rund acht Cent und über sieben Kilogramm CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Auch zukünftig besteht großer Handlungsbedarf für Energieeffizienzmaßnahmen. Neben den noch erforderlichen Komplexsanierungen im Rahmen von Großen und Kleinen Baumaßnahmen steht zunehmend die Ersatzbeschaffung technischer Anlagen aus den 1990er Jahren an. Das bietet die Möglichkeit, die technischen Gebäudekonzepte energetisch nochmals zu optimieren.

Ab 2014 werden für Maßnahmen, die zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, insbesondere Gelder der Europäischen Union über den Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) zur Verfügung stehen.





#### Übersicht von realisierten Energieeffizienzmaßnahmen einschließlich von Pilotprojekten.

Liegenschaft	Maßnahme	GBK in TEuro	Fertigstellung
Behördenareal Dresden Neuländerstraße	Errichtung von zwei Blockheizkraftwerken und Gasbrennwertkesseln mit Adsorptionskältemaschine und Eisspeicher	1.710	2011
Bereitschaftspolizei Chemnitz	Energetische Sanierung der Gebäudehülle mit integrierter Solaranlage	710	2011
JVA Bautzen	Errichtung eines Blockheizkraftwerkes	990	2011
JVA Zeithain	Erneuerung Heizkesselanlage und Errichtung eines Blockheizkraftwerkes	660	2011
JVA Waldheim, Haus 12	Energetische Sanierung der Gebäudehülle	410	2011
Landesrechenzentrum Steuer Dresden	Optimierung der RLT-Anlagen	410	2011
Landwirtschaftliches Versuchsgut Köllitsch	Pilotprojekt: Errichtung einer Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk	1.590	2011
Technische Universität Bergakademie Freiberg, Tagebaukunde	Energetische Sanierung der Gebäudehülle	650	2011
Universität Leipzig, Augustusplatz	Errichtung von PV-Anlagen	330	2011
Schauspielhaus Dresden	Optimierung der RLT-Anlagen und Kälteversorgung	250	2012
Universität Leipzig, Campus Jahnallee	Errichtung mehrere Wärmepumpen und Optimierung der RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung und energieeffizienter Antriebe	960	2012
Universität Leipzig, Medizinische Fakultät	Optimierung der RLT-Anlagen und Kälteversorgung	600	2012
Behördenkomplex Polizeirevier und Finanzamt Mittweida	Erneuerung der Wärmeerzeugung und Energieträgerwechsel mit Gasbrennwertkesseln in Kombination mit einem BHKW zur Strom- und Wärmewandlung	150	2013
Polizeirevier Pirna	Pilotprojekt: Polizeirevier Pirna, Erneuerung der Wärmeerzeugung einschl. Einsatz einer Brennstoffzelle zur Wärme- und Stromwandlung mit Adsorptions- maschine zur Kälteerzeugung	300	2013
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Pilotprojekt: Geothermische Anlage zur Nutzung der Grubenfließwasser des Rothschönberger Stollns für die Kältebereitstellung und Wärmeerzeugung	1.350	2013
Westsächsische Hochschule Zwickau, Technikum 1	Energetische Sanierung der Gebäudehülle	820	2013
Dresdner Schloss	LED-Beleuchtung für Ausstellungsräume	140	2014
Technische Universität Bergakademie Freiberg, Kälteinsel 2	Errichtung eines Nahkälteverbund (1.000 m³) mit Kaltwasserspeicher zur Deckung des steigenden Kältebedarfs	2.920	2014
Westsächsische Hochschule Zwickau	Pilotprojekt: In Zusammenarbeit mit dem Institut für Luft- und Kältetechnik, Dresden wurde die weltweit erste kommerzielle Vakuumeispeicheranlage mit Wasserdampfturboverdichter errichtet	975	2014
Westsächsische Hochschule Zwickau	Pilotprojekt: Geothermische Nutzung von Flutungswässern aus den Abbau- hohlräumen des Zwickauer Steinkohlereviers mit Unterstützung des BMWi, Stadt Zwickau und WHZ	3.150	2014
Amtsgericht Löbau	1. und 2. Bauabschnitt, Austausch der Fenster an denkmalgeschütztem Gebäude	450	2015
Technische Universität Dresden, Gesamtareal	Pilotprojekt: 1. Bauabschnitt, Errichtung eines Nahkälteverbund mit 14 Kält- einseln zur Ablösung unwirtschaftlicher dezentraler Kälteerzeuger für die Deckung des steigenden Kälteverbrauchs	10.600	2015
Altstadtbereich Dresdner Schloss, Semperoper, Sempergalerie	Zentraler Kälteverbund mit Austausch der Kältemaschinen	1.200	2016
Landgericht Görlitz	1. und 2. Bauabschnitt, Austausch der Fenster an denkmalgeschütztem Gebäude	645	2016

#### Übersicht von realisierten Maßnahmen zum Einsatz von erneuerbaren Energien

		Leistung
Landwirtschaftliches Versuchsgut Köllitzsch	Biogasanlage mit nachgeschaltetem BHKW	$104 \text{ kW}_{elt} / 137 \text{ kW}_{therm}$
Staatsbetrieb Sachsenforst, Waldschulheim Conradswiese	Holzhackschnitzelheizkessel	190 kW
Finanzamt Dresden Nord und Süd	Photovoltaikanlage	44 kW <sub>peak</sub>
Hochschule Zittau/Görlitz, Lehrgebäude Z VII in Zittau	Photovoltaikanlage	74 kW <sub>peak</sub>
Sächsisches Staatsministerium für Soziales in Dresden	Photovoltaikanlage	34 kW <sub>PEAK</sub>
Justizvollzugsanstalt Görlitz	Solarthermische Anlage	150 m <sup>2</sup>
TU Dresden, Sporthallen, Nöthnitzer Straße in Dresden	Solarthermische Anlage	92 m²
Schloss Moritzburg, Fasanenschlösschen, ehemaliges Hofküchengebäude	Geothermische Wärmepumpenanlage	30 kW

 $\sim$  20

## 3.3 Realisierte Energieeffizienzmaßnahmen

#### Energieeinsparanalyse und maßnahmen in der Staatlichen Studienakademie Leipzig

Die Liegenschaft der Staatlichen Studienakademie (SSA) in Leipzig besteht aus einem Altbau mit Unterrichts- und Verwaltungsräumen sowie einem Neubau, in dem neben Seminarund Laborräumen auch die Mensa untergebracht ist. In 2014 erfolgt die Fertigstellung eines weiteren Neubaus für die Bibliothek.

In einer Studie zum energiewirtschaftlichen Betrieb der SSA Leipzig wurden Maßnahmen zur Optimierung der Wärme- und Trinkwasserversorgung sowie der Elektroenergienutzung untersucht. Der Fokus lag auf der Nutzung alternativer Energien.

Aufbauend auf der Verbrauchsanalyse erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für eine Regenwasserzisterne zur Wasserversorgung der WC-Spülungen. Aufgrund des hohen Stromverbrauchs der Studienakademie ist auf gleiche Weise im Bereich Elektroenergie die Errichtung einer Photovoltaik-Anlage auf dem Satteldach

des Altbaus geprüft worden. Um die Wärmeerzeugung einschließlich der Warmwasserbereitung zu optimieren, erfolgte ein Variantenvergleich: In diesem wurde sowohl die Wärmedämmung der Gebäudehülle als auch die Anlagentechnik zur Wärmeversorgung unter Berücksichtigung alternativer Energien betrachtet. Untersucht wurde beispielsweise der Einsatz einer Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren zur Grundlastversorgung und eines Blockheizkraftwerkes zur gleichzeitigen Wärme- und Stromversorgung. Darüber hinaus gab es eine Betrachtung der Rege-

Auf Basis der durchgeführten Energieeinsparanalyse wurde entschieden, eine regelungstechnische Optimierung der Wärmeversorgung vorzunehmen. Ebenfalls erfolgte die Dämmung der obersten Geschossdecke des Altbaus. Die Studienakademie ist an das Fernwärmenetz der Stadt Leipzig angeschlossen. Es wurde deshalb letztlich die Kombination aus Fernwärme und einer Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung umgesetzt. Ausschlaggebend dafür waren die guten Vertragskonditionen, die mit

dem Versorgungsunternehmen ausgehandelt wurden sowie der sehr gute Primärenergiefaktor in Verbindung mit hoher Versorgungs-

Im Zuge der Erfolgskontrolle lässt sich eine Reduzierung der Wärmeenergie von vier Prozent nachweisen.



#### **Energetische Verbesserung** Universität Leipzig, Campus Jahnallee

Der Gebäudekomplex Campus Jahnallee, bestehend aus Sporthallen, Hörsälen sowie Büro- und Seminarbereichen für die sportwissenschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig, ist ein beeindruckendes Architekturdenkmal der 1950er Jahre. Seit den 1990er Jahren erfolgten umfangreiche Sanierungen oder Teilsanierungen an den Gebäuden.

Aufgrund der hohen Energieverbräuche (Fernwärme mit 8.500 MWh/a und Strom mit 3.700 MWh/a) erstellte der SIB ein Konzept zur energetischen Verbesserung

Wesentlicher Inhalt eines ersten Bauabschnittes in 2011 war die Versorgung der Sanitärbereiche in den Sporthallen mit Duschwarmwasser auf Grundlage dezentraler Wärmepumpen. So kann die Universität im Sommer das gesamte Heizwärmenetz außer Betrieb nehmen und mittels der autarken Warmwasserversorgung unnötige Leitungsverluste vermeiden.

Innerhalb eines zweiten Bauabschnittes 2012 konnte die Anlagentechnik zur Wärmerückgewinnung aus der Hallenabluft in den Lüftungsanlagen von vier Sporthallen nachgerüstet werden. Weiterhin wurden die Raumluftanlagen der Schwimmhalle der sportwissenschaftlichen Fakultät mit Hocheffizienzventilatoren und -antrieben ausgerüstet. Die installierten

freilaufenden Ventilatoren werden dem unterschiedlichen Bedarf stetig mittels Drehzahlregelung angepasst, so dass jeweils nur die minimale Energie zur Schwimmhallenbelüftung benötigt wird.

Mit den durchgeführten Maßnahmen werden eine jährliche Reduzierung von rund 200 Tonnen CO, und Kosteneinsparungen in Höhe von 125.000 Euro erwartet. In einem geplanten dritten Bauabschnitt soll die Rückgewinnung der Wärme aus dem Dusch- und Beckenabwasser der Schwimmhalle und zusätzliche Umweltwärme aus Erd- und Luftkollektoren über eine Wärmepumpe zur Erwärmung des Schwimmbadwassers realisiert werden





Eingangsbereich der Finanzämter Dresden

#### Energieeinsparanalyse und maßnahmen im Rahmen der Sanierung der Dresdner Finanzämter

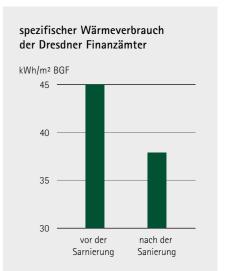
Aufgrund struktureller Veränderungen wurden die Dresdner Finanzämter an dem Standort Rabener Straße zusammengeführt. Bei den auf dem Grundstück vorhandenen Gebäuden handelte es sich um unsanierte oder teilsanierte Plattenbauten.

In Vorbereitung einer Großen Baumaßnahme (Gesamtinvestitionssumme zirka 23 Millionen Euro) erfolgten zunächst Verbrauchsanalysen. Darauf aufbauend untersuchte ein externes Ingenieurbüro mittels thermischer Gebäudesimulation verschiedene Varianten der Sanierung und der Versorgung des Gebäudes mit Wärmeenergie. Grundlage der Überlegungen war die Verbesserung der Gebäudehülle im Zuge der Sanierung. Ein anlagentechnischer Schwerpunkt der Analyse war, eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Lösung zur Klimatisierung der Servertechnik zu entwickeln. Neben einer dezentralen und einer zentralen Kälteerzeugung mittels Kompressions- und Absorptionskältemaschine wurde dabei auch der Einsatz regenerativer Energien betrachtet. Zum einen kamen die Nutzung von kühlem

Brunnenwasser und zum anderen die Nutzung von "Erdkälte" über Erdsonden in Frage. Eine weitere Alternative war der Abschluss eines Kältecontractingvertrages. Letztlich erfolgte die Umsetzung der Brunnenanlage, um das Grundwasser zur Klimatisierung der Servertechnik nutzen zu können.

Wie für die Kälteversorgung erfolgte auch für die Wärmeversorgung einschließlich der Warmwasserbereitstellung ein Variantenvergleich mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Unter anderem wurde eine Simulationsrechnung für die Installation einer solarthermischen Anlage durchgeführt. Im Ergebnis war jedoch eine dezentrale Warmwasserbereitung in Kombination mit der Nutzung von Fernwärme für die Raumheizung am Wirtschaftlichsten. Dafür erfolgte die Installation einer Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 44,03 kWp auf dem Dach, welche den erzeugten Strom in das Versorgungsnetz der Stadt Dresden einspeist.

Mit den realisierten Energieeinsparmaßnahmen konnte ein signifikantes Absinken des spezifischen Wärmeverbrauchs der Gebäude erzielt





#### Energiemanagement im Center for Regenerative Therapies (CRTD), Technische Universität Dresden

Das Büro- und Laborgebäude CRTD wurde 2011 baulich fertig gestellt und ist mit komplexer Gebäudetechnik ausgestattet. Aufgrund der schrittweisen Inbetriebnahme von 2010 bis 2014 war in diesem Zeitraum ein Monitoring der Medienverbräuche nur schwierig möglich. Daher wurde ein webbasiertes Energie Management System (EMS) installiert. Über dieses System werden die energierelevanten Daten ständig erfasst, in Zusammenarbeit mit dem Nutzer ausgewertet und mit ähnlichen Objekten verglichen. Durch den Eingriff in die Steuerung der Gebäudeautomation ist es letztendlich möglich bei Sicherstellung des Energiebedarfs die Betriebskosten zu senken.

Im Grundkonzept wurde ein normiertes Messkonzept mit 14 Medienzählern installiert, über die Gebäudeleittechnik ausgelesen und im EMS aufbereitet. Als Energie-Monitoring werden in der ersten Ausbaustufe Fernwärme, Elektroleistung, erzeugte Kälteleistung sowie der Warm- und Kaltwasserkonsum, die Nutzung des Kühlturms sowie die Außentemperatur aufgenommen. Die jährliche Auswertung der Daten mit dem Gebäudenutzer und der

Errichterfirma zeigen mögliche Verbesserungen auf und sind teilweise wie folgt umgesetzt worden:

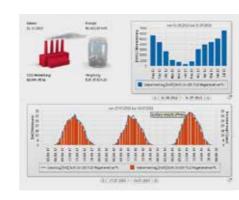
- Reduzierung der Fernwärmegrundlast von 1600 KW auf 1350 KW
- Reduzierung der Fassadentemperatur von 15°C auf 8°C
- Freigabe der freien Kühlung über Kühlturm ab 6° C (vorher 2° C)
- Anpassen der Einschaltzeiten der Außenbeleuchtung
- I Funktionsherstellung der thermischen Rampenheizung

Im Jahr 2013 wurde das EMS um Medienzähler in einem Laborbereich erweitert, um nach deren Auswertung Parallelen zu ähnlichen Bereichen zu ziehen und zu optimieren. Für die Elektroenergieversorgung wurde ein aus drei Teilen bestehendes "cost-saving Modell" entwickelt:

- Versorgung über 20 KV Mittelspannungsnetz des Energieversorgungsunternehmens
- zentraler optimierter Energieeinkauf durch die Leitstelle Energie des SIB
- Errichtung einer Photovoltaik Anlage mit einer Leistung von zirka 42 kWp, welche dem Eigenverbrauch dient.

Für die Photovoltaik-Anlage wird ein Monitoring System genutzt, um neben der Ertrags-Visualisierung auch eine Überwachung der Funktion einzelner monokristalliner Solar-Panelgruppen zu ermöglichen sowie Abweichungen vom Ertrags-Durchschnitt elektronisch zu erfassen und weiter zu melden. Diebstahl, Verunreinigung und Verschattungen sind somit erkennbar und schnell abstellbar. Unterstützend dienen die Roh-Daten der Überprüfung der Medien-Rechnungen.

Das Energiemanagement beginnt bei der Gebäudeplanung und setzt sich im Betrieb einer Immobilie fort. Die Anwendung des EMS im CRTD zeigt, dass Verbrauchssenkung und Effizienzerhöhung im Betrieb ohne weitere bauliche Veränderungen möglich sind.



Visualisierung der Einspareffekte und des Ertrags der PV-Anlage auf dem Dach des CRTD im Energiemanagementsystem

#### Energieeinsparcontracting – Präsidium der Bereitschaftspolizei in Leipzig

Der SIB hat mit der Firma Siemens für die Liegenschaft des Präsidiums der Bereitschaftspolizei in Leipzig einen Energie-einspar-Contracting-Vertrag abgeschlossen. Die Liegenschaft besteht aus mehreren Objekten unterschiedlicher Nutzung, ist 24 Stunden am Tag besetzt und wird durch Fernwärme beheizt.

Die ersten beiden Vertragsjahre dienten der Vorbereitung und Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen. Dem vorausgegangen waren Machbarkeitsanalysen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen über die angedachten Maßnahmen. Gegenwärtig befindet sich der Contractingvertrag im vierten Jahr der Hauptleistungsphase. Die Effekte der durchgeführten Maßnahmen werden durch ein DV-gestütztes Kontroll- und Berichtssystem und durch regelmäßige Audits zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber dokumentiert. Darüber hinaus hat der SIB eigene Kontrollmöglichkeiten über die Betriebsführung durch einen Fernzugriff auf die Gebäudeleittechnik (GLT) der Liegenschaft. Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, dass neben dem Betrieb der GLT inklusive deren Wartung, Instandsetzung und Aktualisierungen auch die Wartung und Instandsetzung aller im Zusammenhang mit

den Effizienzmaßnahmen errichteten Anlagen durch den Auftragnehmer innerhalb der vereinbarten Vergütung erfolgt.

Die vereinbarten Einsparziele im Bereich Wärme wurden bisher erreicht. Darüber hinaus konnten weitergehende Einsparpotenziale generiert werden. Das Haupteinsparpotential lag im Bereich der Wärmeversorgung. Aufgrund der durchgeführten Maßnahmen konnte der Fernwärmeanschlusswert um zirka 20 Prozent reduziert werden, wodurch sich die Grundkosten für die Wärmebereitstellung um ein Fünftel reduzierten. Dies entspricht einer jährlichen Kosteneinsparung von zirka 21.000 Euro. In Bezug auf den Elektroenergieverbrauch sind die Einsparziele nur bedingt erreicht worden. Dies lag zum einen an der Nicht-Umsetzbarkeit von einigen geplanten Maßnahmen, zum anderen auch am ständig steigenden Elektroenergiebedarf durch die fortschreitende Technisierung der Liegenschaft, insbesondere im IT-Bereich.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass in der Vorbereitungs- und in der Hauptleistungsphase ein nicht zu unterschätzenden Abstimmungsbedarf mit dem Vertragspartner, hausintern und dem Nutzer einer 24-Stunden besetzten Liegenschaft entsteht. Der Erfolg von Energieeinspar-Contracting-Verträgen hängt in hohem Maße von einer im Vorfeld erforderlichen Analyse aller Randbedingungen ab.



#### Geothermische Grubenwassernutzung aus dem ehemaligen Steinkohleabbauhohlräumen des Zwickauer Steinkohlereviers

Aufbauend auf einer Studie "EU-Projekt INTERREG-IIIB-Projekt READY" der Stadt Zwickau wurde ein Forschungsvorhaben der Westsächsischen Hochschule Zwickau (WHZ) und Stadt Zwickau unter Projektleitung des SIB initiiert, dass der Erkundung und eventuellen Nutzung geothermischer Grubenwässer aus dem ehemaligen Zwickauer Steinkohlerevier dient.

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte Projekt trägt Pilotcharakter und verfolgt das Ziel, neue Konzepte für eine Wärmeversorgung aufzuzeigen, die ebenso an anderen Altbergbaustandorten Anwendung finden könnten. Durch die WHZ wird der Einsatz von Kunststoff-Wärmetauschern überprüft, ob sie für die erwartete chemische Beschaffenheit der Grubenwässer geeignet sind.

Die Maßnahme umfasst das Abteufen einer 625 Meter tiefen Bohrung und hydrologische Tests. Bei ausreichend nutzbarem Wasser erfolgt die Errichtung eines Wärmetauschers für salinares Wasser, einer Wasseraufbereitung sowie einer "kalten Fernwärmeleitung" zur Beheizung und auch Kühlung mittels lokaler Wärmepumpen. Im Endausbau wird bei einer angenommenen Wassertemperatur von zirka 27 °C mit einer erzielbaren Wärmeleistung von rund 1.000 kW gerechnet.

Nach den nunmehr erfolgreich abgeschlossenen Bohrungen, schließen sich die hydrologischen Tests sowie die Untersuchungen zur Wassermenge und –temperatur für die weitere Planung an.





# 4 Von der Energieeffizienz zur ganzheitlichen Betrachtung der Nachhaltigkeit

Neben der energieeffizienten Errichtung und Betreibung von Gebäuden gibt es weitere Aspekte zu betrachten, die mit dem Begriff "Nachhaltiges Bauen" zusammengefasst werden. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat im Jahr 2011 mit der Einführung des überarbeiteten Leitfadens Nachhaltiges Bauen sowie des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) einen neuen Qualitätsmaßstab im Bauen gesetzt. Über die energetische Betrachtung hinaus werden gemäß der drei Säulen der Nachhaltigkeit ökologische, wirtschaftliche und soziokulturelle Aspekte betrachtet. Ergänzt werden sie um die Bewertung der technischen Qualitäten, der Prozessqualität sowie der Standortmerkmale.

In Reaktion auf die bundesweite Entwicklung gründete der SIB das Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit, um die Prinzipien der Nachhaltigkeit in die eigenen Prozesse zu integrieren. In einem ersten Schritt wurden in jeder Niederlassung Sachverständige für Energieeffizienz und Nachhaltiges Bauen ausgebildet, die in den Bauprojekten beraten und die Planungsergebnisse überprüfen. Ein fundiertes Fachwissen in diesen beiden Themenbereichen wird für die Bediensteten des Bau- und Bewirtschaftungsbereiches im SIB über eine Schulungsinitiative vermittelt.

In Pilotprojekten soll zunächst das BNB im Landesbau erprobt werden.

Im SIB-internen Leitfaden "Erstellung, Prüfung und Genehmigung von Bauunterlagen" ist bereits festgelegt, wie die Planungsunterlagen im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung vorzulegen sind. Ziel ist, Planungsentscheidungen strukturiert unter Berücksichtigung des Gebäudelebenszyklus herbeizuführen und sie transparent darzustellen.

#### Nachhaltigkeitsbewertung: Projekthaus "Mensch Technik Organisation" der Technischen Universität Chemnitz

Erste Erfahrungen mit Bewertungssystemen zum nachhaltigen Bauen sollten durch die nachträgliche Zertifizierung einer Baumaßnahme gesammelt werden. Eine wesentliche Motivation war die Frage: Wie "nachhaltig" baut der SIB gemäß der Definition des Bewertungssystems der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)oder dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes (BNB)? Ebenfalls war der zusätzliche Aufwand von Interesse.

Das Projekthaus "Mensch Technik Organisation" (MeTeOr), welches der Erforschung innovativer Arbeitswelten dient, bot sich durch die für die Forschung benötigte umfangreiche technische

Ausstattung als Pilotprojekt an. Da zum Zeitpunkt der Entscheidung im Sommer 2010 das BNB erst vor der Einführung stand, erfolgte die Bewertung nach dem System der DGNB. Im Ergebnis kann für Baumaßnahmen des SIB allgemein abgeleitet werden, dass in den bisherigen Standardprozessen die Nachhaltigkeitsaspekte nur teilweise eingebunden sind. Die Nachweise hierfür liegen nicht durchgängig in der benötigten Qualität vor.

Insbesondere für das Hauptkriterium "Prozessqualität" zeigt sich Handlungsbedarf in der konzeptionellen Herangehensweise im Planungsprozess sowie in der Kontrolle während der Bauausführung. In der Praxis ist es eine Herausforderung, die Nachweise der bauausführenden Firmen – vor allem über die eingebauten Produkte – vollständig übergeben und dokumentiert zu bekommen. Die über das Bewertungssystem vorgesehenen Qualitätssicherungsinstrumente wie thermische

Simulationen, Luftdichtigkeitstests oder Raumluftmessungen werden als sehr zielführend gesehen. Größerer Bedeutung muss noch dem Übergang von der Bauphase in die Bewirtschaftung mit der Einregulierung der technischen Anlagen und der Übergabe von den Unterlagen für das Facility Management beigemessen werden. Darüber wird eine wesentliche Grundlage für die wirtschaftliche und energieeffiziente Gebäudebetreibung geschaffen.

Es ist absehbar, dass die Qualitätsstufe Silber für die Baumaßnahme MeTeOr und damit regelmäßig auch bei anderen Baumaßnahmen erreicht werden kann. Anfang 2014 wurde die Baumaßnahme beim DGNB zur Zertifizierung eingereicht.



#### Sustainable Campus Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTW)

Durch das Zusammenspiel von Forschung, Lehre und Technologietransfer eignen sich Hochschulen besonders gut als "Labore" für die Anwendung von Nachhaltigkeitsprinzipien. Vor diesem Hintergrund startete die HTW Dresden 2011 das Projekt "Sustainable Campus". Ziel ist die Entwicklung eines beispielhaften Hochschulcampus in Sachsen, der alle Aspekte der Nachhaltigkeit in sich vereint. Dabei handelt es sich um ein interdisziplinäres Forschungsprojekt mit stark handlungsorientierter Ausrichtung, in dem neben Forschung und Lehre auch Hochschulverwaltung, Gebäudemanagement, Infrastruktur sowie Öffentlichkeitsarbeit wichtige Handlungsfelder bilden. Der SIB steht dem Projekt als enger Kooperationspartner zur Seite.

In der ersten Projektperiode 2011/2012 erfolgte mit Unterstützung der Niederlassung Dresden II des SIB für das Teilprojekt "Digitale Erfassung von primären Campus-Infrastrukturdaten" eine Bestandsaufnahme und Bewertung aller Gebäude, Außenanlagen, der technischen Infrastruktur sowie der auf dem Campus ablaufenden Prozesse. Darauf aufbauend ist in

dem Teilprojekt "Masterplanung und Gebäudeplanung" eine nachhaltige Entwicklungskonzeption erarbeitet worden. Die Ergebnisse von zwei Entwurfsprojekten des Studienganges Architektur aus 2011 und 2012, die das Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit begleitet hat, sind sichtbar in das vom SIB beauftragte "Bauliche Entwicklungskonzept 2020" eingeflossen.

In einem Verbundprojekt mit der Hochschule Zittau/Görlitz und dem SIB als Kooperationspartner sollen integrale Entwurfs-, Planungsund Bewertungsmethoden für "Nachhaltige Hochschulgebäude" als auch Empfehlungen für den nachhaltigen Betrieb von Hochschulgebäuden mit dem Ziel der Kostenoptimierung erarbeitet werden. Begonnen wurde mit der nachträglichen BNB-Bewertung von je einem Laborgebäude der HTW (Baujahr 2003) und der Hochschule Zittau/Görlitz (Baujahr 2006). Im Anschluss erfolgten Nutzerbefragungen, die Bewertung der technischen Gebäudeausrüstung sowie Messungen (wie beispielsweise Temperaturen und Luftfeuchtigkeit) und Simulationen zur Auslotung von Optimierungspotenzialen. Auf Grundlage der Erkenntnisse werden derzeit allgemeine Anforderungen für die nachhaltige Planung von Hochschulgebäuden mit Laboren, Seminarräumen und Verwaltungsbereichen erarbeitet.

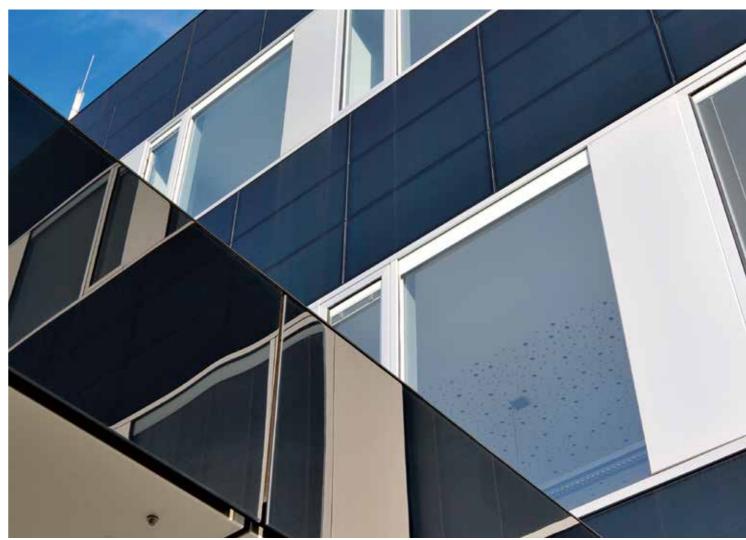
# 5 Ausblick

Energieeffizientes Bauen ist mit Blick auf die Folgen des Klimawandels ein gesellschaftliches Thema. Der SIB leistet dafür seinen fachlichen Beitrag im Freistaat Sachsen. Die strategische energetische Gebäudesanierung bleibt ein wichtiges Ziel.

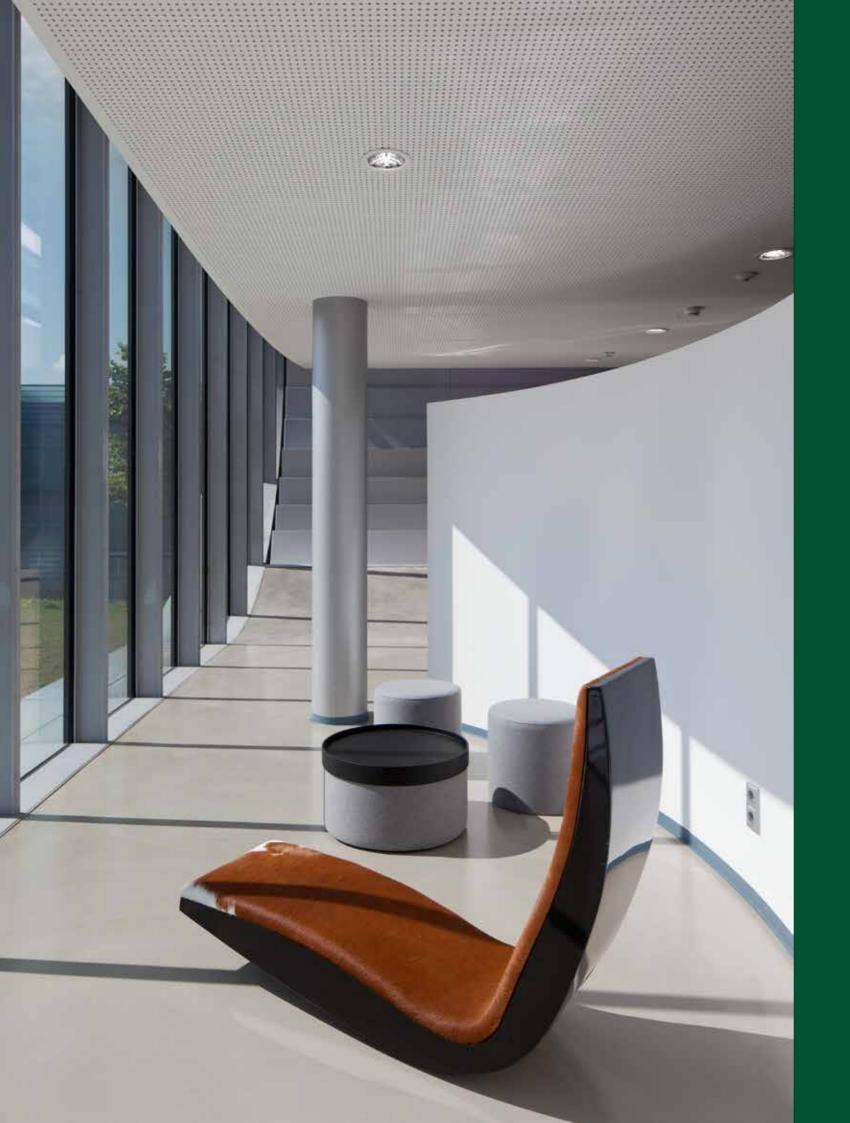
Der SIB wird weitere Möglichkeiten zur Steuerung des Energie- und insbesondere des Stromverbrauchs, beispielsweise durch die Zentralisierung der Rechentechnik ausloten. Die Optimierung des Energieverbrauchs zum Zeitpunkt der Nutzungsaufnahme (Monitoring) sowie kontinuierlich im Betrieb von Gebäuden kann in den kommenden Jahren ein neuer Schwerpunkt sein, der im Ergebnis die lange Funktionstüchtigkeit und Bezahlbarkeit der Immobilen sichert. Die Mitwirkung der nutzenden Behörden ist für das Gelingen eine Grundvoraussetzung. Dafür müssen sie beständig sensibilisiert werden.

Neben dem energieeffizienten Bauen wird die ganzheitliche Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie, also das nachhaltige Bauen und Betreiben, weiter vorangetrieben. Dafür soll das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes an ausgewählten Landesbaumaßnahmen erprobt werden.

Die von der Europäischen Union beschlossene Einführung des Niedrigstenergiestandards ab 2018 für die öffentliche Hand ist eine weitere Herausforderung. Der SIB als Fachbehörde mit Ingenieuren verschiedener Fachrichtungen, Spezialisten im Immobilienmanagement sowie Sachverständigen in den Bereichen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit ist auf die bevorstehenden Aufgaben vorbereitet.



Walther-Hempel-Bau der TU Dresden



Anlage: Erfahrungsberichte



# 1 Der 4. Erweiterungsbau der Deutschen Nationalbibliothek in Leipzig: Optimierung der Planung

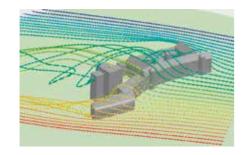
Die Deutsche Nationalbibliothek mit ihren Standorten in Leipzig und Frankfurt hat die Aufgabe, alle deutschen und deutschsprachigen Publikationen, im Ausland erscheinende Germanica sowie Übersetzungen deutschsprachiger Werke zu sammeln und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Ein 4. Erweiterungsbau am Standort Leipzig wurde nötig, um auch für die kommenden 20 Jahre Schriftgut aufnehmen zu können. Die Gebäudeübergabe erfolgte 2011. Neben großen Magazinflächen wurden eindrucksvolle Räume für das Deutsche Buch- und Schriftmuseum sowie das Deutsche Musikarchiv geschaffen. Der SIB hat die Baumaßnahme im Auftrag des Bundes realisiert.

Die klimatischen Anforderungen sind auf Grund der Nutzung sehr hoch:

- Lesesäle und Ausstellung: 20–24°C jahreszeitlich gleitend ± 2 Kelvin; 50 Prozent ±5 Prozent relative Feuchte
- Ausstellung: 20-24°C jahreszeitlich gleitend ± 2 Kelvin; 50 Prozent ± 5 Prozent relative Feuchte
- Magazine: 18°C jahreszeitlich gleitend2 Kelvin; 50 Prozent
- ± 5 Prozent relative Feuchte

Ausgehend von langen Betriebszeiten der technischen Anlagen ist ein ganzheitliches, den Gebäudeanforderungen angepasstes und optimiertes Energiekonzept erforderlich. Es gilt zu berücksichtigen, dass die Klimaparameter, insbesondere die Raumluftfeuchte, durch die Infiltration und an der Gebäudehülle stattfindende Diffusionsprozesse massiv beeinflusst werden.

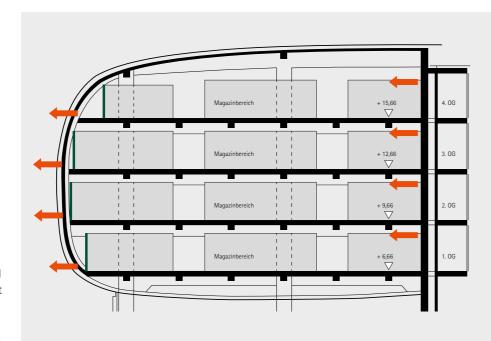
Um sichere Aussagen für die Gestaltung des Gebäudes, Auslegung der technischen Anlagen sowie für die Lastermittlung erhalten zu können, ist die Infiltration mit Um- und



Durchströmungsberechnungen untersucht worden

Dabei zeigt sich, dass durch entsprechende Pufferzonen eine deutliche Reduzierung der äußeren Einflüsse erreicht werden kann. Zudem müssen die beim Öffnen und Schließen von Türen (außen/innen bzw. zwischen Klimazonen) entstehenden Lasteinträge kompensiert werden. Die Kompensation wird bei den Magazinen durch Schleusen und mit Überdruck erreicht.

Gebäudeumströmung (dargestellt mit Pfadlinien und die daraus resultierende Druckverteilung



Luftführung in den Magazinen

Ebenfalls müssen die thermischen Einflüsse auf das Raumklima berücksichtigt werden. Auf Basis thermischer Simulationsberechnungen konnte eine Verringerung der insgesamt vorhandenen Lasten durch einen entsprechenden Fassadenaufbau (20 cm Wärmedämmung, hinterlüfteter Fassadenaußenraum), die Schleusenausbildung, die Druckkaskadierung und eine entsprechende Luftführung im Raum erreicht werden.

Neben den vorgenannten Maßnahmen kommt auch der Luftführung im Raum für die Errichtung eines wirtschaftlichen Gesamtsystems Bedeutung zu. Um in den Magazinen den anlagentechnischen Aufwand zu begrenzen und gleichzeitig eine gute Raumdurchspülung zu erreichen, ist im Ergebnis von Strömungssimulationen die in der Abbildung auf Seite 32 dargestellte Luftführung gewählt worden. Die Zuluft wird dabei über gut mischende Zuluftelemente an der Innenwand zum Flur deckennah in den Raum eingebracht. Die Erfassung der Abluft erfolgt an der Außenwand über eine Vorsatzschale. Durch die Vorsatzschale können die auf den Raum wirkenden äußeren Einflüsse weitestgehend eliminiert werden. In der Praxis zeigt sich dadurch eine sehr homogene Verteilung von Temperatur und relativer Feuchte im Raum.

#### Die Magazine – Anlagenkonzept

Um Feuchte- und Temperaturschwankungen innerhalb vollklimatisierter Räume zu reduzieren, ist ein relativ einfaches aber effektives Anlagenschema für die Magazine konzipiert worden. Zentrales Element ist ein Umluftsystem, welches auf eine maximale Spreizung von zwei Kelvin ausgelegt ist. Um einen Überdruck gegenüber den davor liegenden Räumen sicherzustellen, wird der aus dem Magazin strömende Abluftvolumenstrom von 9.000 m³/h mit einem Außenluftanteil von 200 m³/h gemischt. Diese Luftmenge stellt den hygienisch erforderlichen Frischluftanteil dar. Der Gesamtvolumenstrom von nunmehr 9.200 m³/h wird dann im Weiteren gekühlt oder geheizt und gefiltert und dem Raum wieder zugeführt. Der Luftüberschuss strömt über Undichtigkeiten und die geöffneten Türen der Schleusen in angrenzende Gebäudeteile ab und stellt somit das Druckgefälle sicher. Der Vorteil des für jedes Magazin dezentral ausgeführten Anlagensystems besteht darin, dass lange Transportwege der Luft entfallen und für jedes Magazin eine eigene Regelgruppe aufgebaut werden kann. Das Umluftsystem regelt die Temperatur des Raumes, mit dem Außenluftanteil wird die Feuchte beeinflusst

Analoge Lösungsansätze sind auch für die anderen zu klimatisierenden Bereiche erarbeitet worden. Damit werden eine einheitliche Betriebsführung sowie eine hohe Sicherheit beim Betrieb der Anlagen erreicht.

# Energetische Versorgung des 4. Erweiterungsbaus

Die energetische Versorgung des Gebäudes erfolgt im Ergebnis von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vorrangig über ein Geothermiefeld auf dem "Deutschen Platz". Die Erdwärme übernimmt die Bereitstellung der Heizenergie im Winter und die Kühlung im Sommer.

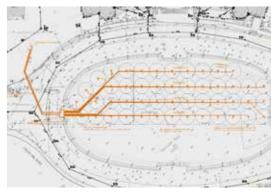
Zentrales Element des technischen Gesamtsystems sind die Wärmepumpen, die je nach Anforderung Heiz- oder Kühlenergie zur Verfügung stellen. Wird Energie sowohl für das Heizen als auch das Kühlen benötigt, dann ist die Energieart mit der höheren Leistungsanforderung die Führungsgröße. Die jeweils andere Energieart ist dann ein "Abfallprodukt" der primär benötigten Energie. Insbesondere in den Übergangszeiten, wo häufig Heiz- und Kühlenergie gleichzeitig benötigt werden, wird über Pufferspeicher eine Mehrfachnutzung der eingesetzten Primärenergie erreicht. Für den Fall, dass Heiz- und Kühlenergie langfristig keine ausgeglichene Bilanz ergeben, steht Fernwärme zur Überbrückung zur Verfügung.

Die im Winter und Sommer überschüssige Sekundärenergie wird ins Erdreich eingeleitet und dient damit als saisonaler Speicher.

Im Vorfeld sind mit Hilfe von Simulationsberechnungen Standortvarianten untersucht worden. Im Ergebnis wurde das Geothermiefeld auf dem Deutschen Platz mit folgenden Parametern errichtet:

- 48 Sonden mit einer Gesamtlänge von 5.952 Metern
- Thermische Leistung: 310 kW für die Kühlung, 400 kW für die Heizung

Die Auswertung der Betriebsparamater und Verbrauchsdaten der letzten 3 Jahre bestätigt weitestgehend die planerischen Ansätze. Die Beheizung des Neubaus erfolgt ausschließlich über Erdwärme. Durch eine Optimierung des Anlagenbetriebes soll im nächsten Jahr die vollständige Abdeckung der Kühllast über die Erdsonden erreicht werden.



Realisiertes Sondenfeld auf dem Deutschen Platz

#### Zusammenfassung

Durch kooperative und zugleich innovative Planungsansätze können unter Berücksichtigung der vorhande-nen Randbedingungen optimale Konzepte für die Gebäudekonstruktionen und die technischen Anlagen entwickelt werden. Insbesondere über Berechnungs- und Analyseverfahren besteht die Möglichkeit der globalen und lokalen Betrachtungsweise zu einem frühen Zeitpunkt im Planungsprozess. Die damit erarbeiteten Lösungen besitzen das Potential, die Einsparungs- und Optimierungsmöglichkeiten bei der Planung eines Gebäudes weitgehend auszuschöpfen.

GBK 59,1 Millionen Euro

Bauzeit 07/2007–05/2011

Die Realisierung der Baumaßnahme durch den SIB erfolgte im Auftrag des Bundes.



# 2 Landwirtschafts- und Umweltzentrum Nossen: Neubau Laborgebäude im Passivhaus-Standard

Der Passivhaus-Standard hat sich im Bereich der Wohngebäude sehr gut bewährt. Der hohe Komfort und die Behaglichkeit sowohl in den Winter- als auch in den Sommermonaten sowie die gute Luftqualität sind neben der Energieeffizienz zu einem wichtigen Entscheidungskriterium bei Bauherren geworden. In den letzten Jahren wurden die Prinzipien des Passivhauses auch auf Nichtwohngebäude wie Bürogebäude und Schulen sowie Turnhallen, Einkaufszentren und Fabrikgebäude übertragen.

Für das Bauvorhaben der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft und des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie am Standort Nossen bestand von Anfang an die Idee, die Gebäude mit Büro- und Labornutzung nach Gesichtspunkten des Passivhaus-Standards als Pilotprojekt zu errichten. In einer im Vorfeld durchgeführten Studie des Passivhausinstitutes Darmstadt (PHI) wurde abgeschätzt, dass die Laborgebäude durchaus das Potenzial für diesen hohen Energiestandard aufweisen. Die Studie enthielt Hinweise für die weiteren Planungsschritte.

Die Grundkonzeption entwickelte das Planungsteam unter Führung des SIB. Mit Beginn der Ausführungsplanung wurde das PHI beauftragt, die Baumaßnahme direkt zu begleiten. Dafür sind die aktuellen Berechnungen nach Passivhaus-Projektierungspaket und die Planungsdetails dem Institut zur Beurteilung übergeben worden. Das PHI erarbeitete für jedes Gewerk Hinweise zur Planungsoptimierung. Inzwischen

sind neben dem Bürogebäude auch die Laborgebäude als "Zertifiziertes Passivhaus – Pilotproiekt" erfolgreich anerkannt worden.

Die Gebäudehülle der Neubauten in Nossen stellte dank der kompakten Kubatur keine neuartige Herausforderung dar. Anders sah es im haustechnischen Konzept aus. Hier mussten über alle Planungsphasen hinweg immer wieder Möglichkeiten der Energieeinsparung überdacht werden.

In Labor führen naturgemäß die technologisch notwendigen hohen Luftwechsel, die aus der Geräte-Ausstattung und der Gefährdungsanalyse der Nutzung resultieren, zu hohen Lüftungswärmeverlusten. Betrachtet man die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste näher, so stellt sich heraus, dass alle Maßnahmen zur Laufzeit- und Volumenstromverringerung auf das für die bestimmungsgemäße Nutzung erforderliche Maß sowie die Nutzung der verbleibenden Abluft über die Wärmerückgewinnung großen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz eines Laborgebäudes haben.

Der Primärenergieverbrauch ist in Laborgebäuden insgesamt sehr hoch, der sich hauptsächlich aus dem elektrischen Verbrauch während der Labornutzung ergibt. Eine Reduzierung ist nur durch konsequente Anschaffung von energieoptimierten Geräten bis hin zur energieoptimierten Beleuchtung möglich. In einem zeitaufwendigen Prozess wurden deshalb mit dem Nutzer Vorgaben für die Neubeschaffung von Geräten getroffen. Bei einigen Geräten

waren Kompromisse erforderlich, weil keine energieeffizienteren Alternativen zur Verfügung standen. Neben dem Effekt der unmittelbaren Energieeinsparung reduziert sich auch deutlich der Wärmeeintrag im Sommer, wodurch die Kühllasten minimiert werden.

Die Betonkernaktivierung, welche die Speicherfähigkeit der 30 Zentimeter starken Betondecken nutzt, unterstützt im Sommer die Abfuhr der im Laborbetrieb entstehenden hohen inneren Wärmelasten. Zur Vermeidung des Eintrags von zusätzlichen äußeren Wärmelasten ist eine automatische Raffstoreanlage installiert und es erfolgt eine nahezu antriebslose Befeuchtung der Fortluft (adiabate Kühlung).

Um mögliche Abwärmeverluste zu minimieren, wurde die Druckluftzentrale so in das Lüftungssystem eingebunden, dass über die raumlufttechnischen Geräte eine Rückgewinnung der Abwärme erfolgt. Die Abwärme aus der Kälteerzeugung für die Kühlzellen, aus dem Blockheizkraftwerk und von weiteren technologischen Abnehmern, versorgt das Gebäude bei Bedarf (unter anderem über die Betonkernaktivierung) mit Wärme. Die Kälte für alle erforderlichen Umluftkühler wird mit einer Absorptionskältemaschine, die von dem Blockheizkraftwerk versorgt wird, betrieben. Im Rahmen des Monitorings hat sich herausgestellt, dass das Wärmepotential aus der Absorptionskühlung im Winter höher ist, als vorher angenommen. Diese relativ hohe Abwärmemenge könnte bei entsprechender Anlagenkonfiguration über die Einbindung in

die lüftungstechnischen Nacherhitzer künftig noch besser nutzbar gemacht werden.

All diese zuvor genannten Maßnahmen zeigen das Ringen um Einsparpotentiale in allen denkbaren Bereichen. Gleichzeitig wird deutlich, dass es keine einheitliche Festlegung zu Kennzahlen für Laborgebäude geben kann – im Gegensatz zu Wohn- und Bürogebäuden mit ihrer definierten Nutzung. Ziel wird es deshalb sein, relevante Kenngrößen für die spezielle Nutzung zu optimieren. Voraussetzung dafür ist, dass die Planung der Gebäudetechnik und die nutzerseitigen Anlagen optimal aufeinander ausgerichtet sind.

Für die Laborgebäude ist ein rechnerischer Heizwärmebedarf von 348 MWh ermittelt worden. Tatsächlich belief sich der witterungsbereinigt Verbrauch für das Jahr 2013 auf 450 MWh und liegt somit um 29 Prozent höher als der rechnerische Wert. Gegenüber den Anforderungen der seinerzeit einschlägigen ENEV 2007 ist der Heizwärmeverbrauch jedoch mehr als halbiert worden.

Die Ursachen für die Überschreitung gegenüber den Berechnungen sind vorwiegend in den deutlich höheren Luftleistungen gegenüber den getroffenen Annahmen zu finden; vor allem in den Nebenzeiten ist die erforderliche Luftleistung höher. Weiterhin muss festgestellt werden, dass im Laborgebäude die inneren Wärmelasten (welche in der Berechnung vollständig als Nutzwärme berücksichtigt sind) örtlich und zeitlich sehr ungleichmäßig auftreten und damit nicht vollständig für die Wärmerückgewinnung genutzt werden können. In der Planungsphase wurde den ungleichmäßig verteilten inneren Wärmelasten schon durch überwiegend raumweise in der Zuluft angeordnete Nacherhitzer Rechnung getragen. Es stellte sich jedoch heraus, dass diesbezüglich noch aufwändigere technische Lösungen für bessere Ergebnisse erforderlich gewesen wären. In Teilbereichen hat sich gezeigt, dass sich kostengünstige technische Lösungen wie textile Luftauslässe nicht durchgehend bewährt haben und im Einzelfall mittelfristig umgestellt werden sollten.

Die aus dem nutzungsbedingten hohen Luftwechsel resultierende extrem niedrige Luftfeuchtigkeit in den Wintermonaten stellt ein weiteres Problem dar. Eine Herstellung von relativen Luftfeuchten größer gleich 30 Prozent ist bei Räumen mit den labortypischen Luftwechseln generell nur mit aktiver Befeuchtung realisierbar. Der erforderliche Energieaufwand ist mit den angestrebten Werten des Passivhauses nicht vereinbar. Um die Werte zu verbessern, soll in einer vom SIB beauftragten detaillierten Gefährdungsanalyse die Möglichkeiten der Reduzierung der Luftmengen auf das notwendige Maß ermittelt werden.

Eine wichtige Erkenntnis aus dem Pilotvorhaben ist, dass eine intensive Einbindung des Nutzers und nicht nur der Entscheidungsträger auf Nutzerseite in Form von Informationsveranstaltungen oder Informationsblättern erforderlich ist. Gleichzeitig ist der Grundlagenermittlung durch Gefährdungsanalysen steigender Bedeutung beizumessen, um die nutzerseitigen Bedürfnisse in Einklang mit dem Ziel des kosten- und energieeffizienten Bauens zu bringen.

Mit dem Pilotproiekt konnte gezeigt werden. dass eine erhebliche Effizienzsteigerung auch für spezielle Nutzungen möglich ist. Durch hohe Ausgangswerte ist das absolute Einsparpotential besonders hoch. Auch wenn die Werte aus der Passivhausberechnung durch höhere Lüftungsraten vorerst nicht erreicht werden konnten, kann von mehr als einer Halbierung des Wärmeverbrauches gegenüber den Anforderungen der ENEV 2007 ausgegangen werden. Die größten Einsparpotentiale liegen in der Effizienz der Lüftungstechnik und in der Nutzung von Abwärme aus Kühlprozessen. Die Anlagentechnik sollte so gewählt werden, dass die in den einzelnen Räumen auftretenden, in Ort und Zeit extrem unterschiedlichen Wärmequellen raumklimatisch ausgeglichen und das Wärmepotential für andere Räume oder Bereiche wiederverwendet werden kann.

GBK 41 Millionen Euro

Bauzeit 03/2009-2012

Haus 4/Haus 5
Wärmedurchgangskoeffizient
Außenwand U=0,120 W/m²K.
Fenster U=0,86 W/m²K
rechnerischer Heizwämebedarf:
28,1 kWh/(m²a)/41 kWh/(m²a)
Effektiver Wärmebereitstellungsgrad der RLT-Anlagen
hWRG,eff= 75 Prozent

233 to/a CO₂-Einsparung aus Heizenergieeinsparung
gegenüber Standard ENEV 2007 (überschläglich ermittelt)



# 3 Bibliothek an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden: Forschungsprojekt über die natürliche Klimatisierung durch Steuerung der freien Lüftung

Die Gestalt der neuen Bibliothek für die HTW Dresden basiert auf einer Wettbewerbsentscheidung aus dem Jahr 2002. Bereits zu diesem Zeitpunkt bestand die Idee, die öffentlichen Bereiche natürlich und nicht über eine Lüftungsanlage mit Frischluft zu versorgen. Die Kaminwirkung des zentralen Atriums sollte die natürliche Querlüftung auf allen Ebenen unterstützen. Das entwickelte Klimakonzept integriert motorisch gesteuerte Fenster, bewegliche Sonnenschutz-Lamellen über dem Atrium, eine massive Bauweise mit hohen Speichermassen und eine Bauteilaktivierung. Damit kann insbesondere in den Sommermonaten die gezielte Nachtlüftung eine Klimatisierung ersetzen. Die Bibliothek ist seit 2006 erfolgreich im Betrieb.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes kooperiert der SIB mit dem "Zentrum für angewandte Forschung und Technologie" (ZAFT e.V.) an der HTW Dresden. Unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunter Lauckner wird eine – bisher auf dem Markt in der Form nicht verfügbare -Steuerung der technischen Anlagen im Gebäude entwickelt, um ein Eingreifen von Hand auf ein Minimum zu reduzieren. Zielstellung des Projektes ist eine Steuerstrategie für den Raumluftzustand im Lesesaal zur Erfüllung der Forderungen an die Behaglichkeit und die Raumluftqualität. Fußbodenheizung, -kühlung und Fensterlüftung sollen unter Ausnutzung der Umweltenergiegewinne optimal koordiniert werden.

Dafür wurde zunächst ein Simulationsmodell für die bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes und das dynamische Verhalten der technischen Einrichtungen aufgebaut. Ein Vergleich der Simulationsergebnisse mit Messwerten aus der Gebäudeleittechnik wie Temperaturen, relative Feuchten, CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Wetterdaten lieferte eine hohe Modellqualität. Darauf aufbauend entwickelte das ZAFT eine Steuerstrategie, baute einen Mess- und Steuerrechner im Gebäude auf und begleitete die Anwendung messtechnisch über ein Winterund ein Sommerhalbjahr.

Zu Beginn sind verschiedene Rahmenbedingungen und Strategien formuliert worden:

- Die Fensteröffnung dient primär der Luftqualitätssicherung, übergeordnete Schließkriterien sind lediglich Regen oder starker Wind. Es erfolgt ein Lüftungsvorgang
- bei Überschreitung der Luftqualitätsgrenze, wenn die Raumlufttemperatur außerhalb eines Toleranzbereiches liegt und gleichzeitig die Möglichkeit besteht, mithilfe des Außenluftzustandes den Raumluftzustand wieder in den Toleranzbereich zu steuern.
- Die bedarfsgerechte Lüftung erfolgt unter Beachtung des Außenluftzustandes. Dabei werden berücksichtigt:
- I zur bedarfsgerechten Lüftung gibt es zwei verschiedene Öffnungsweiten für jede der vier Fenstergruppen,
- I für die Behaglichkeit kommen bei niedrigen Außenlufttemperaturen nur die oberen

- Fensterbänder zur Vermeidung von Zugerscheinungen zum Einsatz,
- die Geräuschbelästigung durch die Fensterantriebe soll möglichst gering gehalten und die Fensterantriebe nicht übermäßig beansprucht werden.
- I Im Fall der Nachtkühlung in den Sommermonaten wird eine vorausschauende Komponente benötigt. Nach einem hochsommerlichen Tag würde normaler Weise eine Lüftung in den Morgenstunden erfolgen. Wenn sich aber der Lesesaal im Tagesverlauf durch die Wetterentwicklung anders als erwartet nicht erwärmt, wäre die Lüftung nicht erforderlich. Es werden also Informationen über den weiteren Verlauf der Außenlufttemperatur gebraucht, um die Entscheidung über einen Lüftungsvorgang oder die Ansteuerung der Fußbodenkühlung zu treffen. Analog gilt dies für das Heizen mit dem Außenluftzustand. Dafür werden Wetterprognosen eingesetzt, die aus dem Internet abgerufen werden.

Der entwickelte Steueralgorithmus nutzt die Außentemperatur zur Steuerung der Raumtemperatur maximal aus und berücksichtigt gleichzeitig die bedarfsgerechte Lüftung mittels der Fenster. Die wesentlichen Funktionen für "Heizen", "Kühlen" und "Lüften" sind inzwischen gut aufeinander abgestimmt. Durch die permanente Arbeit am System konnten die Verfahren ständig verbessert werden. Die getroffenen Fallentscheidungen sind weniger

das Ergebnis theoretischer Herleitungen, sondern sie sind das Resultat der ständigen Überprüfung, der kontinuierlichen Überwachung der Messungen und damit der Erfahrung der Entwickler mit dem Raumklima im Lesesaal. Beispielsweise wurden Beschwerden der Bibliotheksnutzer im Hinblick auf Zugerscheinungen an die Systementwickler sofort weiter gegeben, so dass zur Verbesserung der Steuerung rasch reagiert werden konnte.

Die Forderungen an die Steuerung des Raumluftzustandes sind umfangreich und können
gerade bei natürlich unterstützter Klimatisierung
oftmals nur in einem Kompromiss zwischen
sich teilweise widersprechenden Bedingungen
erfüllt werden. Da der Außenluftzustand stark
schwankt, ist der gewünschte Behaglichkeitsbereich, vor allem im Sommer, nicht in jedem
Fall erreichbar. Gerade in den Übergangszeiten
können jedoch solare Gewinne stärker genutzt
und Energieverluste konsequent reduziert werden.
Eine Berücksichtigung der Wetterprognose
erleichtert gerade für den Sommerfall die
Entscheidungsfindung.

Die Nutzerbefragung während der Erprobungsphase (ohne Informationen zum Projekt) ergab bereits insgesamt gute Noten. In diesem Fall hat sich die bisher angewandte Praxis bewährt, vor Beginn der morgendlichen Öffnung der Bibliothek eine Luftauffrischung einzuleiten.

Mit der maximalen Ausnutzung des Außenluftzustandes ist auch eine Senkung des Wärmeenergieverbrauches zu erwarten. Eine Auswertung ist bisher nicht möglich, da der Verbrauch für die einzelnen Heizkreise nicht messbar ist. Wärmemengenzähler sind nur auf der Sekundärseite der Fernwärme vorhanden. Die Ergebnisse des prototypischen Betriebs über 1½ Jahre demonstrieren die Leistungsfähigkeit des Verfahrens, den Klimazustand im Lesesaal über den Zeitraum des Jahres robust zu steuern. Die entwickelten Verfahren sollen im nächsten Schritt auf den Freihandbereich unter Einbeziehung der gegenüberliegenden Fenster und der Lamellensteuerung des Atriums übertragen bzw. angepasst werden. Es schließt sich eine kontinuierliche, teilweise automatisierte Betreuung des Systems an.

Eine Übertragung auf die Gebäudeleittechnik anderer Gebäude mit ähnlicher technischer Ausstattung ist möglich. Somit liegt auch ein Beispiel dafür vor, dass man in vergleichbaren Anwendungen ohne Lüftungsanlagen auskommen kann. Die Planung einer solchen Strategie ist nur mit einer praktischen Erprobung und messtechnischen Begleitung zu empfehlen.

GBK	7,9 Millionen Euro					
Bauzeit	09/2004-12/2006					
Phase des Forschungsprojektes (Lesesaal)     01/2011–06/2012     Phase des Forschungsprojektes (Freihandbereich)						
03/2014-06/2015						



# 4 Hauptstaatsarchiv Dresden: Monitoring Energie und Raumklima

Das sächsische Hauptstaatsarchiv im Regierungsviertel von Dresden besteht aus einem Archivneubau (Bauteil C) mit Werkstätten, einem sanierten Archiv-Bestandsgebäude (Bauteil A), einem sanierten Verwaltungsgebäude (Bauteil B) sowie einem Technikgebäude (Bauteil D).

Das Neubauvorhaben (Bauteil C) wurde im Juni 2008 als bundesweit erstes Archiv im Passivhausstandard zur Nutzung übergeben. Die Fertigstellung des energetisch sanierten historischen Archivgebäude (Bauteil A) mit einer Fläche von 9.500 m² folgte im August 2011. Der Altbau erreicht jedoch wegen seiner als Denkmal eingeschränkten Möglichkeit baulicher Veränderungen bei weitem nicht den Passivhausstandard.

Bei beiden Gebäuden sind die hohen Raumklimaanforderungen der ISO 11799 an Archivgebäude sicher zu stellen. Hiernach dürfen die Temperaturen im Sommer nicht über 22 °C ansteigen und die Luftfeuchtigkeit muss sich ganzjährig in einem Klimakorridor zwischen mindestens 40 Prozent und maximal 55 Prozent bewegen. Diese Anforderungen konnten nur mit entsprechend aufwändigen technischen Anlagen (Be- und Entlüftung, Be- und Entfeuchtung, Kühlung und Heizung) baulich umgesetzt werden.

Nach Fertigstellung des letzten Bauabschnittes im Jahre 2011 folgte im Rahmen einer Monitoringphase die Überprüfung, inwieweit die geforderten Klimakennwerte sowie der geplante Passivhausstandard eingehalten werden. Weiterhin galt es Vorschläge zur Optimierung des Anlagenbetriebs zu erarbeiten und darüber die Funktion und Energieeffizienz weiter zu erhöhen.

Die Kennwerte der beiden Gebäude sind nachfolgend zusammengefasst.

Produkt	Messwert (kWh/m²a)	Witterungsbereinigt (kWh/m²a)	Planung" (kWh/m²a)
BAUTEIL C:			
Heizperiode: 09/10 Heizperiode: 10/11 Heizperiode: 11/12 Heizperiode: 12/13	8,8 14,4 14,3 19,8	9,2 12,5 15,9 18,9	18,8 18,8 18,8 18,8
BAUTEIL A:			
Heizperiode: 12/13	74,1	70,6	75,0

Wärmebedarf: Sächsisches Hauptstaatsarchiv Bauteil A + C

Die Messwerte wurden jeweils witterungsbereinigt, so dass die einzelnen Jahren untereinander vergleichbar sind. Zu beachten ist, dass es sich bei den dargestellten Messwerten um den gesamten Wärmebedarf handelt. So sind beispielsweise bei Bauteil C neben dem Heizenergiebedarf von 13 kWh/m²a auch der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung, der Wärmebedarf für die adiabate Befeuchtung sowie die gesamten Wärmeverteilverluste enthalten. Da diese Verbraucher nicht separat erfasst wurden, konnte deren Anteil nur abgeschätzt werden

Für Bauteil C, welches bereits in den Jahren 2009 bis 2011 in einer ersten Monitoringphase überprüft worden war, bestätigten sich die damals sehr positiven Ergebnisse erneut. Die langjährigen Messwerte für Bauteil C zeigen, dass die geplanten Kennwerte sehr gut eingehalten werden. Bei Bauteil A ist anzumerken, dass es sich im Rahmen des Monitorings herausgestellt hat, dass die adiabate Zuluftbefeuchtung nicht vollständig funktioniert. Deshalb liegt der Messwert vermutlich unter dem Zielkennwert.

Das Gesamtergebnis verdeutlicht, dass im Zuge der Inbetriebnahme die technischen Anlagen eine sehr gute Einregulierung erfolgte und dass es einer weiteren energetischen Optimierung des Anlagenbetriebs zur Einhaltung der Zielkennwerte derzeit nicht bedarf.

Hinsichtlich des elektrischen Energiebedarfs bildet die in Bauteil A eingebaute elektrische Wandbegleitheizung einen Untersuchungsschwerpunkt. Diese ist Bestandteil des Gebäudekonzeptes, da die historische Außenwand weder von außen noch von innen gedämmt werden konnte. Bei den gegebenen hohen Anforderungen an die Innenraumfeuchte (Archivklima) bestand das Problem, dass die ungedämmte und damit im Winter relativ

kalte Außenwand durchfeuchten und Schimmelpilzwachstum erfolgen kann. Die Auswertung der Heizperiode 2012/2013 ergibt einen unerwartet niedrigen Kennwert von <1 kWh/m²a. Gründe hierfür sind zunächst eine Fehlfunktion des Elektrounterzählers sowie der Ausfall der Befeuchtung in Bauteil A, was letztlich vermutlich dazu führte, dass die Wandheizung nicht aktiviert werden musste. Die Wandheizung wird in der Heizperiode 2013/2014 deshalb intensiv beobachtet.

Insgesamt liegt in der Heizperiode 12/13 der elektrische Energiebedarf im Bauteil C bei 11 kWh/m²a und im Bauteil A bei 20 kWh/m²a. Angesichts dieser niedrigen Kennwerte ist keine weitere Optimierung derzeit erforderlich.

Die Auswertung der Klimadaten in der Heizperiode 2012/2013 verdeutlichte, dass die eingebauten Systeme die erwarteten Kennwerte sicherstellen können und eine entsprechend intensive Betreuung und Wartung erfordern. Im Rahmen des Monitorings konnten immer wieder Fehlfunktionen erkannt werden, was in herkömmlich betreuten Liegenschaften nur erschwert und in der Regel zeitverzögert möglich ist.

Beispielweise wurden folgende Fehlfunktionen sichthar:

- Luft in der Heizungs- und Kühlanlage im ersten Betriebsjahr,
- I falsch angeschlossene oder angesteuerte Regelventile,
- Fehlfunktion der Regelungstechnik bei Lüftungszentralgeräten,
- defekter Außenfeuchtefühler,
- Defekt bei der Wasseraufbereitung und Befeuchtung in Folge verspäteter Wartung.
- Fehlfunktion der Entfeuchtung bei Bauteil C,
- I insbesondere die Luftbefeuchtungsanlagen erwiesen sich sowohl im Bauteil A als auch im Bauteil C als sehr störungsanfällig.

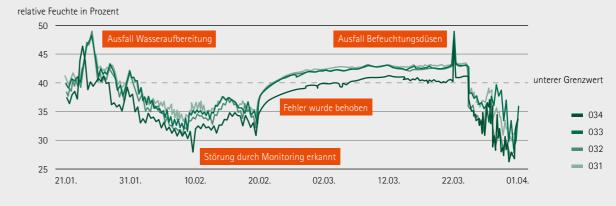
Abbildung auf dieser Seite zeigt beispielhaft die Entwicklung der Raumklimakennwerte.

Nach etwas mehr als einem Jahr Monitoring lassen sich Empfehlungen für weitere Bauvorhaben ableiten.

- I Während der ersten beiden Betriebsjahre müssen Gebäude mit hoher technischer Ausstattung intensiv begleitet werden, um auch versteckte Mängel identifizieren zu können. Ein Teil der "Mängel" tritt nur unter extremen Klimabedingungen (extreme Sommer- oder Wintertage) auf.
- Hoch installierte Gebäude bedingen qualifiziertes und vor Ort verfügbares Betriebspersonal, das Fehler- und Störmeldungen zeitnah bearbeiten kann. Störungen haben unmittelbaren Einfluss auf die Einhaltung der geforderten Klimaparameter!
- I Das Betriebspersonal erhält Gelegenheit, sich über den das Monitoring betreuende Fachplaner mit den technischen Anlagen vertraut zu machen, allerding muss dafür ein ausreichendes Zeitbudget zur Verfügung stehen und über Wartungsverträge unmittelbarer Zugriff auf die zuständigen Fachunternehmen bestehen.
- Durch eine Optimierung des Anlagenbetriebes kann über lange Sicht in erheblichem Umfang Energie eingespart werden.

GBK	41 Millionen Euro
Bauzeit	10/2006-05/2008 (Bauteil C) 11/2008-07/2011 (Bauteil A)
Monitoring	2009–2013 (Bauteil C) 2012–2014 (Bauteil A)

Bauteil C: relative Luftfeucht im 3. Obergeschoss während des Zeitraumes 21.01.2013 bis 01.04.2013



<sup>\*\*</sup> Der Wärmebedarf beinhaltet neben dem Heizenergiebedarf auch den Energiebedarf für Warmwasserbereitung, adiabate Befeuchtung und Wärmeverteilung.

## 5 Zusammenfassung Energieverbräuche Kosten 2008–2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Erdgas						
Verbrauch absolut (MWh)	106.879	104.576	109.639	115.326	126.348	131.061
Verbrauch witterungsbereinigt (MWh)	114.691	107.853	96.873	125.125	128.812	126.801
Kosten (in Euro)	7.488.420	6.841.347	6.045.835	6.184.964	6.933.758	7.163.325
spez. Kosten (in Euro)	70,06	65,42	55,14	53,63	54,88	54,66
Fernwärme Verbrauch absolut (MWh)	189.153	206.230	229.118	225.778	283.038	291.668
Verbrauch witterungsbereinigt (MWh)	214.068	208.476	207.772	250.908	296.818	287.352
Kosten (in Euro)	17.492.346	18.977.181	19.875.371	22.034.020	29.333.789	30.689.417
spez. Kosten (in Euro)	92,48	92,02	86,75	97,59	103,64	105,22
·						
Kälteversorgung 	4.540	4.373	4.214	12.985	19.098	16.660
Kosten	307.209	289.499	281.244	922.100	1.531.253	1.477.401
spez. Kosten (in Euro/MWh)	68	66	67	71	80	89
	30		o,	,		
Heizöl						
absoluter Verbrauch (Liter)	1.953.740	1.685.647	1.644.529	1.346.910	1.579.636	1.709.049
/erbrauch absolut (MWh)	19.696	16.995	17.015	13.583	15.924	17.229
Verbrauch witterungsbereinigt (MWh)	20.504	17.546	15.372	14.670	15.722	16.136
Kosten (in Euro)	1.207.086	936.160	1.030.932	986.088	1.348.015	1.426.444
spez. Kosten (in Euro/MWh)	68,86	61,89	68,08	81,57	95,11	93,03
Regenerative Energie						
Holz, Pellets, Hackschnitzel (MWh)	2.926	3.485	2.658	2.658	3.111	3.111
Wärmepumpe, Geothermie (MWh)	690	500	898	898	2.692	2.692
Solar (MWh)	204	346	359	359	486	515
Verbrauch absolut (MWh)	3.820	4.331	3.915	3.915	6.289	6.318
Verbrauch witterungsbereinigt (MWh)	3.977	4.324	3.386	4.113	6.209	5.917
Photovoltaik (erzeugte Energie in MWh)	0	90	79	79	270	270
Strom			,	,		,
Verbrauch absolut	162.884	169.453	180.033	225.018	265.699	267.261
Kosten	24.132.001	25.872.744	28.184.039	38.680.861	47.120.433	52.939.377
spez. Kosten (in Euro/MWh)	148,15	152,68	156,55	171,90	177.35	198,08
Gesamtenergieverbrauch						
Verbrauch absolut (MWh)	482.432	501.586	539.721	583.620	697.298	713.538
Verbrauch witterungsbereinigt (MWh)	512.147	503.328	503.437	619.834	713.260	703.468
davon Wärme (absolut) (MWh)	319.548	332.133	359.688	358.602	431.599	446.276
davon Wärme (witterungsbereinigt) (MWh)	349.263	333.874	323.404	394.816	447.561	436.207
Kosten (in Euro)	50.319.852	52.627.432	55.136.176	67.885.933	84.735.995	92.218.563
spez. Kosten	104,30	104,92	102,16	116,32	121,52	129,24
Wärmekosten (absolut) Euro	26.340.652,59	26.998.586,64	27.198.778,68	29.451.713,00	37.615.561,73	39.279.186,2

Wärmekosten (absolut) Euro	26.340.652,59	26.998.586,64	27.198.778,68	29.451.713,00	37.615.561,73	39.279.186,29
Durchschnittspreis Wärme Euro/MWh	82,43	81,29	75,62	82,13	87,15	88,02

40

#### Abbildungsverzeichnis

- Lothar Sprenger, Dresden (Titel und Rückseite Fakultätsneubau Informatik TU Dresden)
- Klaus D. Sonntag, Leipzig (S. 6, 32)
- Dietmar Träupmann, Augustusburg (S. 14)
- David Brandt, Dresden (S. 18 (Dresdner Schloss))
- Karin Röser Diplomarbeit 2010, HS Zittau/ Görlitz (S. 18 unten)
- Dr. Andreas Bednarek, Bernstadt (S. 19)
- Auspurg Borchowitz + Partner, Leipzig (S. 22)
- Architekturfotografie Krumnow, Bannewitz (S. 24 oben)
- ARCHITEKTURBÜRO Dr. Crimmann Leipzig (S. 25 oben)
- Werner Huthmacher, Berlin (S. 26, 30)
- Luc Saalfeld, Dresden (S. 29)
- I INNIUS GTD GmbH, Dresden (Grafiken S. 32, 33)
- Mirko Hertel, Stollberg (S. 34)
- I SIB (S. 18 (Thermografieaufnahme), S. 25 unten, 28, 36)
- Prof. Jörg Schöner, Dresden (S. 4, 23, 38)
- Screenshot Gebäudeleittechnikrechner Wilhelm-Buck-Str. 2, Dresden – Fabrikat Kieback&Peter (S. 17)
- Screenshot Sunny Portal Solar Technology AG (S. 24 unten)

#### Architektenverzeichnis

- ArGE Zimmermann + CODE UNIQUE Architekten, Dresden - Neubau Fakultät Informatik - TU Dresden
- ArGe Rohdecan Architekten, Dresden; Obermeyer Albis Bauplan, München – Finanzämter Dresden
- Architekten 3.P, Stuttgart Vakuum Eisspeicher Westsächsische Hochschule Zwickau
- Architekturbüro Bauer, Dresden Walter-Hempel-Bau – TU Dresden
- ArGe MTO ABK Architekten GmbH, Chemnitz; iproplan Planungsgesellschaft mbH, Chemnitz – Projekthaus Mensch Technik Organisation – TU Chemnitz
- ArGe Hartmann + Helm Planungsgesellschaft mbH, Weimar; Junk & Reich Architekten BDAPlanungsgesellschaft mbH, Weimar – Landwirtschafts- und Umweltzentrum Nossen
- I Schweger Associated Architects GmbH Hamburg – Haupstaatsarchiv Dresden (Erweiterung Sanierung)

- I SCHWEGER ASSOZIIERTE Gesamtplanung GmbH, Berlin – Hauptstaatsarchiv Dresden (Erweiterungsneubau)
- Henn Architekten, Berlin; Assmann Beraten+Planen, Dortmund - CRTD -Center for Regenerative Therapies Dresden Laborgebäude - TU Dresden
- ReimarHerbst.Architekten, Berlin Bibliothek – HTW Dresden
- Gabriele Glöckler BDA, Stuttgart –
   Deutsche Nationalbibliothek Leipzig
   4. Erweiterungsbau

# Autoren Berichtsteil Energieeffizienzbericht 2008–2013

SIB-Autoren: Jens Schoeley, Kristina Wettermann; Christine Behrens, Martin Leverenz, Stefan Pehl, Ina Kroh, Frank Köstner

# Autoren – Anlage Energieeffizienzbericht 2008–2013

1 Der 4. Erweiterungsbau der Deutschen Nationalbibliothek in Leipzig: Optimierung der Planung Autoren: Dr.- Ing. Peter Vogel, INNIUS GTD GmbH; Babette Scheibner (SIB)

2 Landwirtschafts- und Umweltzentrum Nossen: Neubau Laborgebäude im Passivhaus-Standard Autoren: Bernd Zschippang (SIB), Christine Behrens (SIB) Literaturangaben: vgl. Feist, Wolfgang (Hrsg.): 14. Internationale Passivhaustagung 2012, [Passivhaus-Institut] Darmstadt 2010

[Tagungsband zur Passivhaustagung. 28.-29.

Mai 2010 in Dresden].

den 2012.

3 HTW Dresden - Bibliothek Autoren: Prof. Dr.-Ing. Gunter Lauckner, Dipl.-Ing. (FH) Florian Kunze, Christine Behrens (SIB) Literaturangaben: Vgl. Lauckner, G.; Kunze, F.: Entwicklung und Erprobung einer Strategie für die bedarfsgerechte Steuerung des Raumluftzustandes im Lesesaal der HTW – Bibliothek.

4 Hauptstaatsarchiv Dresden: Monitoring Energie und Raumklima Autor: Dipl.-Ing. (FH) M. Ufheil, solaresbauen GmbH Freiburg

Forschungsbericht im Auftrag des SIB, Dres-



#### Herausgeber:

Staatsbetrieb
Sächsisches Immobilien- und Baumanagement
Wilhelm-Buck-Straße 4
01097 Dresden
www.sib.sachsen.de
im Auftrag des Freistaates Sachsen,
Sächsisches Staatsministerium der Finanzen
www.smf.sachsen.de

#### Redaktion:

Christine Behrens (SIB) Martin Leverenz (SIB) Eileen Salzmann (SMF) Tobias Lorenz (SIB)

#### Gestaltung und Satz:

Agentur Grafikladen, Dresden

#### Druck:

Stoba-Druck GmbH, Lampertswalde

#### Redaktionsschluss:

April 2014

#### Auflage:

2.000 Stück

#### Bezug:

Diese Druckschrift kann kostenfrei bezogen werden bei: Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung

Hammerweg 30, 01127 Dresden

Telefon: +49 351 2103671 oder +49 351 2103672

Telefax: +49 351 2103681

E-Mail: publikationen@sachsen.de

#### Verteilerhinweis:

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herstellers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zu-gegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

#### Copyright

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.