



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen

Begleitforschung und Evaluation
von Modellvorhaben



Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen

Begleitforschung und Evaluation von Modellvorhaben

Ein Projekt des Forschungsprogramms „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).



**Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Ute Birk
ute.birk@bbr.bund.de
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Iris Gründemann
iris.gruendemann@bmwi.bund.de

Bearbeitung

Weeber+Partner
Institut für Stadtplanung und Sozialforschung, Stuttgart/Berlin
Simone Bosch-Lewandowski
Prof. Dr. Rotraut Weeber
Dr.-Ing. Hannes Weeber

G.A.S. planen bauen forschen, Stuttgart
Prof. Georg Sahner

Bezugsquelle

forschung.wohnen@bbr.bund.de
Stichwort: Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden
kommunaler und sozialer Einrichtungen

Stand

April 2015

Druck

LASERLINE, Berlin

Gestaltung

Weeber+Partner, Stuttgart

Bildnachweis

Maik Buttler, buttler architekten: Titel
EuPD Research: S. 19
Kottermair & Rebholz: S. 68
Landratsamt Reutlingen: S. 21
Ries + Ries: S. 141
Peter Schneider: S. 125
SPS Architekten: S. 145
Stadt Erlangen: S. 130
TSV Spandau: S. 139
Weeber+Partner: S. 14, 17, 18, 19, 21, 29, 68, 78, 125, 130, 131, 132,
133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146
woerner traxler richter: S. 144

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

ISBN 978-3-87994-160-5

Die von den Bearbeitern vertretene Auffassung ist
nicht unbedingt mit der des Herausgebers identisch.



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die im Energiekonzept 2010 festgelegten Ziele zur Verringerung des Energieverbrauchs sind weiterhin Grundlage für die Politik der Bundesregierung. Ziel ist es, den Primärenergieverbrauch um 20 Prozent bis 2020 und um 50 Prozent bis 2050 gegenüber dem Referenzjahr 2008 zu verringern. Weniger Energie verbrauchen, die vorhandene Energie besser nutzen und die fossilen Energieträger weitgehend durch Erneuerbare ersetzen – darauf kommt es bei der Umsetzung der Energiewende an. Mit dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) hat die Bundesregierung 2014 dafür ein umfassendes Maßnahmenkonzept vorgelegt.

Auch das Forschungsprojekt „Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen“ ist mit den im Jahr 2011 ausgewählten Modellvorhaben Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung. In dem Vorhaben wurden über drei Jahre Neubauprojekte energieeffizienter öffentlicher Einrichtungen wissenschaftlich begleitet und evaluiert. Mit den als Modellvorhaben ausgewählten Kindertagesstätten, Schulen, Sporthallen, Schulmensen, Verwaltungs- und Ausstellungsgebäuden sowie Kliniken wurde der Niedrigstenergiegebäude-Standard erprobt, der – vorgegeben von der EU-Gebäuderichtlinie – ab 2019 für alle Neubauten öffentlicher Gebäude gilt. Dieser Standard ist bis dahin noch im Einzelnen zu definieren, die Modellvorhaben geben erste Hinweise, welche Ansätze dabei berücksichtigt werden sollten.

Das Spektrum der Modellvorhaben macht deutlich, dass in den Kommunen bei ganz unterschiedlichen Bauaufgaben sehr ehrgeizige Zielsetzungen in Bezug auf die Energieeffizienz verfolgt werden. Die evaluierten Modellvorhaben waren für die kommunalen Bauherren selbst auch Vorreiter, auf deren Basis die energetischen Standards für die nächsten Bauvorhaben abgeleitet werden. Eine wichtige Erfahrung dazu ist, dass das Erreichen hoher energetischer Standards nicht einseitig als Ziel verfolgt werden sollte, sondern dass es um das Ziel einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit geht, die vor allem auch die Nutzerqualitäten einbezieht.

Der vorliegende Abschlussbericht des Forschungsprojekts zeigt, wie es gelingt, den Niedrigstenergiegebäude-Standard bei verschiedenen Gebäudetypologien zu realisieren. Es wird auch deutlich, in welchen Bereichen es noch Handlungsbedarf gibt, um die Umsetzung dieses Standards zu erleichtern, so dass er in der Breite bei öffentlichen Neubauten erfolgreich Anwendung findet.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Direktor und Professor Harald Herrmann

Inhalt

Kurzfassung	1
Abstract	6
Modellvorhaben zum energieeffizienten Neubau kommunaler und sozialer Einrichtungen – Ansätze und Ziele des Forschungsfeldes	10
1 Ablauf und Methodik der Begleitforschung	14
1.1 Ablauf des Forschungsprojekts	15
Das Bewerbungs- und Auswahlverfahren für die Modellvorhaben	15
Begleitung der Modellvorhaben 2012 bis 2014	17
Workshop 2012	18
Werkstattgespräch 2014	19
1.2 Prozess- und Ergebnisevaluation der Modellvorhaben	20
2 Die Projekte im Prozess	21
2.1 Vorbereitungsphase	22
Die Zielsetzung, ambitioniert energieeffizient zu bauen – wer sind die treibenden Kräfte?	22
Angestrebte Energieeffizienzstandards – Unterschreitung der Anforderungen der ENEC 2009 und Passivhausstandard	24
Ganzheitliche Ressourceneffizienz – wie wird sie umgesetzt?	28
Aufbauorganisation und Ablaufplanung – welche Lösungen sind günstig?	30
Kostenermittlung – wie geht man vor?	32
Wirtschaftlichkeit und Lebenszykluskosten	34
Planungssicherheit und Risiken – was ist geklärt und was bleibt offen?	40
2.2 Planungsphase	42
Bauliche technische Lösungen – was sind besondere Herausforderungen?	42
Genehmigungsplanung – wie verläuft der Abstimmungsprozess?	49
Ausschreibung und Vergabe – wie bekommt man gute Partner und gute Preise?	50
2.3 Bauphase	53
Kontrolle der Ausführungsqualität – was bewährt sich?	53
Krisenmanagement – welche besonderen Aufgaben stellen sich?	54
Änderungsmanagement – wird gebaut wie geplant?	55
Abnahme – welche besonderen Fragen stellen sich?	56

2.4 Inbetriebnahme und Nachsorge	56
Informationen und Einbeziehung der Nutzer – wie wird die Kommunikation im Prozess gestaltet?	57
Übergabe und Eingewöhnung – welche besonderen Aktivitäten sind erforderlich und geeignet?	60
Monitoring und Evaluation in der Nutzungsphase – was ist wichtig?	64
3 Die Projekte im Ergebnis	68
3.1 Planungskonzepte	69
Klimaschutz und Klimaanpassung – welche Konzepte gibt es?	69
Potenziale der Standorte – welche wurden untersucht und berücksichtigt?	80
Netze unterschiedlicher Verbrauchsstrukturen – welche Synergieeffekte ergeben sich?	82
Gebäudeplanung – welche Lösungen bewähren sich?	85
3.2 Nutzungen und Gebäudetypologien	86
Energieeffizienz unterschiedlicher Nutzungs- und Gebäudetypologien – was beeinflusst sie?	86
Reduzierungen von Treibhausgasen – welche lassen sich realisieren?	89
3.3 Nutzungsqualität und Nutzerverhalten	91
Betrieb energieeffizienter Gebäude – welche Rolle spielen die Nutzer?	91
Nutzerbedürfnisse und Technikkomponenten – was wird gelobt, wo gibt es Konflikte?	94
3.4 Wirtschaftlichkeit und Gebäudemanagement	97
Mehraufwand zur Erreichung des erhöhten Energiestandards – was war erforderlich?	97
Berechnete und tatsächliche Verbräuche – wie unterscheiden sie sich?	103
Energieüberschüsse – wie wird damit umgegangen?	113
Energiemanagement-Konzepte – wie tragen sie zum Einsparen von Energie bei?	117
3.5 Öffentlichkeitswirksamkeit	124
Kommunikation der Themen – was fördert eine positive Wirkung der Konzepte?	124
Anschluss- und Nachahmerprojekte – wie wird zukünftig gebaut?	126

4 Die Modellvorhaben	129
Kindertagesstätten:	
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	130
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg	131
Urbach: Kinderhaus am Drosselweg	132
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	133
Schulen, Sporthallen, Schulmensen:	
Bad Urach: Kaufmännische Schule	134
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	135
Nürnberg: Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium	136
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude	137
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	138
Berlin-Spandau: Sportzentrum (Anwärter)	139
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude:	
Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke	140
Mainz: Umweltbildungszentrum (Anwärter)	141
Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt	142
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	143
Kliniken:	
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst	144
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching (1. BA)	145
5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	146
5.1 Modifikatoren für den Bau von Niedrigstenergiegebäuden	147
5.2 Erkenntnisse für Entwicklung, Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden	149
5.3 Empfehlungen zur Weiterentwicklung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der Förderpolitik	153
5.4 Nachhaltigkeit von Niedrigstenergiegebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur – Zusammenfassung	154
Literatur	157

Abbildungen

Abbildung 1:	
Verteilung der Bewerbungen und Vorauswahl nach Nutzungsarten	16
Abbildung 2:	
Verteilung der Bewerbungen und Vorauswahl nach Bundesländern	16
Abbildung 3:	
Unterschreitung der EnEV 2009 durch die 41 Bewerberprojekte	16
Abbildung 4:	
Bauherren der 41 Bewerberprojekte	16
Abbildung 5:	
Geplanter Energiebedarf	24
Abbildung 6:	
Schritte vom Kostenrahmen zum Kostendeckel	33
Abbildung 7:	
Methodik 1: Das Prinzip der Mehrkostenbetrachtung am Beispiel einer Außenwanddämmung	36
Abbildung 8:	
Methodik 2: Entscheidend sind die Jahreskosten aus Beschaffungskosten und Folgekosten	36
Abbildung 9:	
Kosten Energie und Finanzierung (Stand 2009)	37
Abbildung 10:	
Kosten Energie und Finanzierung (Stand 2012)	37
Abbildung 11:	
Mehrkosten für Passivhausstandard und Holzpellettheizung bei Fertigstellung	37
Abbildung 12:	
Dynamische Amortisation	39
Abbildung 13:	
Drei Nutzungen: Rathaus, Kindertagesstätte, Bewegungsraum	45
Abbildung 14:	
Differenzierte Lösungen für die Heizung	45
Abbildung 15:	
Differenzierte Lösungen für die Lüftung	46
Abbildung 16:	
Sporthalle Winterwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur	47
Abbildung 17:	
Sporthalle Sommerwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur	47
Abbildung 18:	
Klassenzimmer Winterwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur	48
Abbildung 19:	
Klassenzimmer Sommerwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur	48
Abbildung 20:	
Lüftungsanlage auf dem Dach	49
Abbildung 21:	
Funktionsweise der Lüftungsanlage – Sommernacht	49
Abbildung 22:	
Funktionsweise der Lüftungsanlage – Winternacht	49
Abbildung 23:	
Grundsätze für den Bau von Passivhäusern	69
Abbildung 24:	
Im Überblick: Kennwerte der Gebäudehüllen (U-Werte in W/m²K)	70
Abbildung 25:	
Energie- und Klimakzept Sommer	73
Abbildung 26:	
Energie- und Klimakzept Winter	73
Abbildung 27:	
Komponenten des Plus-Energiekonzepts	74
Abbildung 28:	
Sankey Diagramm (mengenproportionale Verteilung)	74

Abbildung 29:	Anlagenschema	75
Abbildung 30:	Energiepfähle	75
Abbildung 31:	Systeme passiver und aktiver Nachtkühlung	78
Abbildung 32:	Optimierung der Gebäudeausrichtung im Planungsprozess	82
Abbildung 33:	Berechnete CO ₂ -Einsparungen bei den Modellvorhaben	90
Abbildung 34:	Unterschiedliche Informationsketten bei den Modellvorhaben bei Schwierigkeiten im Gebäudebetrieb	92
Abbildung 35:	Gesamtkosten der Modellvorhaben	98
Abbildung 36:	Bauwerkskosten der Modellvorhaben	98
Abbildung 37:	Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	105
Abbildung 38:	Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg	106
Abbildung 39:	Urbach: Kinderhaus am Drosselweg	107
Abbildung 40:	Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	107
Abbildung 41:	Bad Urach: Kaufmännische Schule	108
Abbildung 42:	Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	109
Abbildung 43:	Nürnberg: Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium	109
Abbildung 44:	Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg – Schule	110
Abbildung 45:	Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg – Mensa	110
Abbildung 46:	Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	111
Abbildung 47:	Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke	112
Abbildung 48:	Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt	112
Abbildung 49:	Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	112
Abbildung 50:	Konzepte zur Organisation des Energiemanagements in Kommunen	121
Abbildung 51:	Stromverbrauch von Kindertagesstätten	123
Abbildung 52:	Wärmeverbrauch von Kindertagesstätten (Endenergie)	123
Abbildung 53:	Vergleich von zwei Kindertagesstätten im Passivhaus-Standard	123
Abbildung 54:	Sensitivitätsanalyse der Modellvorhaben – Kriterien des energieeffizienten Bauens	147
Abbildung 55:	Ganzheitliche Nachhaltigkeit	154
Abbildung 56:	Verflechtung der Handlungsfelder der Nachhaltigkeit	156

Tabellen

Tabelle 1:	Die Modellvorhaben und ihr geplanter Energiebedarf	2
Table 2:	The pilot initiatives and their planned energy demand	7
Tabelle 3:	Ablauf des Forschungsprojekts	15
Tabelle 4:	Übersicht zu den geplanten Energieeffizienz-Standards	26
Tabelle 5:	Überblick über die Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276 (2006)	32
Tabelle 6:	Mehrkosten gegenüber Referenzgebäude nach EnEV	38
Tabelle 7:	Baukosten und Baunutzungskosten	39
Tabelle 8:	Auszug aus dem Regelungskonzept für die Sporthalle	47
Tabelle 9:	Im Überblick: Nutzung erneuerbarer Energien	72
Tabelle 10:	Im Überblick: Konzepte für die Nachtkühlung	79
Tabelle 11:	Im Überblick: Wärme- und Stromversorgung vernetzt und autark	84
Tabelle 12:	Im Überblick: Zonierungen und Nutzungsprofile der Modellvorhaben	87
Tabelle 13:	Vergleichsdaten zu den Kosten der Modellvorhaben	99
Tabelle 14:	Mehrkosten des Passivhaus-Standards im Vergleich zum EnEV-Standard	99
Tabelle 15:	Im Überblick: Durch den erhöhten Energiestandard bedingte Mehrkosten	100
Tabelle 16:	Im Überblick: Teuerungen bei den Modellvorhaben im Projektverlauf	102
Tabelle 17:	Im Überblick: Vergleich von berechnetem Bedarf und tatsächlichem Verbrauch	104
Tabelle 18:	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Einspeisevergütung	113
Tabelle 19:	Beispiel Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow: Stromerzeugung – Einspeisung – Selbstverbrauch – Strombezug	115
Tabelle 20:	Beispiel Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr: Stromerzeugung – Einspeisung – Selbstverbrauch – Strombezug	116
Tabelle 21:	Im Überblick: Zuständigkeiten für Ablesung und Monitoring	117
Tabelle 22:	Beispiel einer Plus-Energie-Sporthalle: Entwicklung der Energieverbräuche in der dreijährigen Optimierungsphase	120

Kurzfassung

Der demografische und gesellschaftliche Wandel wird bei der kommunalen und sozialen Infrastruktur zu Bedarfsänderungen führen. Einerseits werden in Regionen mit abnehmender Bevölkerung eine Bündelung an zentraleren Orten und die Entwicklung neuer Strukturen erforderlich, andererseits wird in prosperierenden Städten und ihren Randgebieten ein weiterer Ausbau notwendig. Auch wird der Bedarf an Ersatz bestehender Einrichtungen, für die eine Sanierung auf hohem Energieeffizienzniveau aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht in Frage kommt, in den kommenden Jahren steigen.

Die anspruchsvollen Klimaschutzziele der EU und des Bundes fordern effiziente und zugleich kostengünstige Lösungen für eine verbesserte CO₂-Bilanz. Ein besonderes Ziel des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms ist es, die Energieeinsparpotenziale kommunaler und sozialer Infrastruktur im Bestand wie auch im Neubau stärker auszuschöpfen. Folgerichtig ist auch und erst recht von neu gebauten Infrastruktureinrichtungen hohe Energieeffizienz zu erwarten. Mit Modellvorhaben zum energieeffizienten Neubau kommunaler und sozialer Einrichtungen hat die Bundesregierung innovative Lösungsansätze und übertragbare Konzepte gefördert. Die Modelle wurden im Jahr 2011 ausgewählt. Sie umfassen ein breites Spektrum: Kindertagesstätten, Schulen, Sporthallen, Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude, Kliniken.

Die Begleitforschung dient der wissenschaftlichen Vorbereitung der Anwendung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EU-Gebäuderichtlinie), die für Neubauten öffentlicher Gebäude ab 2019 einen Niedrigstenergiegebäude-Standard vorgibt. Angestrebt ist, bis 2020 die landesweiten CO₂-Emissionen um 40 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent zu reduzieren (jeweils gegenüber dem Basisjahr 1990). Das Energiekonzept setzt dabei auf die Verringerung des Energieverbrauchs, die Steigerung der Energieeffizienz und einen weitgehenden Ersatz der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien.

Methodik der Untersuchung

In einem zweistufigen Verfahren wurden aus 41 Projektbewerbungen 14 Modellvorhaben und zwei Projekte als Anwärter ausgewählt, die beim Primärenergiebedarf die EnEV 2009 um 60 Prozent, mindestens jedoch um 45 Prozent unterschreiten. Für die Auswahl waren eine Modellhaftigkeit der Projekte mit hohem Energieeffizienzstandard, ein breites Spektrum der Nutzungsarten sowie eine etwa ausgewogene räumliche Verteilung in Deutschland besonders wichtige Aspekte; berücksichtigt wurden auch der Stand und die Größe des Projekts.

Die wissenschaftliche Begleitung der ausgewählten Projekte erstreckte sich über drei Jahre, so dass – bei den meisten Projekten – Planung, Umsetzung und Nutzung der Gebäude Gegenstand der Untersuchung waren. Dazu gehörten jährliche Besichtigungen und dokumentierte Besprechungen mit den Projektakteuren sowie die Analyse von (Planungs-)Unterlagen und Verbrauchsdaten. In zwei Workshops tauschten Bauherren, Planer und weitere Experten ihre Erfahrungen aus.

Untersucht wurden sowohl die Entstehungsprozesse als auch die Ergebnisse der Modellvorhaben. Bei der Prozessevaluation wurden neben den allgemeinen Rahmenbedingungen der Projekte insbesondere die für das Erreichen der gesetzten Ziele erfolgreichen Vorgehensweisen und Abläufe sowie auch Hemmnisse in Planung und Umsetzung analysiert. Inwieweit die berechnete Zielsetzung erreicht wurde, welche Lösungen sich im Betrieb bewähren und wie die Nutzungsqualität beurteilt wird, zeigt die Ergebnisevaluation.

Tabelle 1:
Die Modellvorhaben und ihr geplanter Energiebedarf

Modellvorhaben	Berechneter Endenergie- bedarf kWh/(m ² a)	Berechneter Primärener- giebedarf kWh/(m ² a)	Berechnete Unter- schreitung EnEV 2009
Kindertagesstätten			
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	16	41	67 %
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg	47	51	73 %
Urbach: Kinderhaus am Drosselweg	44	83	49 %
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	37	26	81 %
Schulen, Sporthallen, Schulmensen			
Bad Urach: Kaufmännische Schule	44	37	60 %
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	39 / 38	56 / 79	49 / 46 %
Nürnberg: Sporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium	89	59	65 %
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schule und Mensa	44 / 72	45 / 81	65 / 61 %
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	82	121	49 %
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	188	187	63 %
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude			
Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke	17	45	71 %
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	35	89	55 %
Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt	76	83	45 %
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	23	61	56 %
Kliniken			
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst (nach PHPP)	ca. 90	ca. 155	ca. 50 %
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching (1. BA)	225	180	50 %

Ergebnisse

Das Forschungsvorhaben sollte Erkenntnisse darüber liefern, wie es gelingt, Neubauten der kommunalen und sozialen Infrastruktur auf Niedrigstenergiegebäude-Standard zu bringen. Dabei sollten die Ergebnisse in einem ganzheitlichen Sinne nachhaltig sein, nämlich:

- zur Einsparung von Energie und Treibhausgasen führen
- zur Wirtschaftlichkeit von Bau und Betrieb des Gebäudes beitragen
- eine hohe Nutzungsqualität ermöglichen
- und die Akzeptanz energieeffizienten Bauens in der Öffentlichkeit stärken.

Es sind Gebäude entstanden, die unter diesen Aspekten und in ihrer architektonischen Gestaltung insgesamt beachtliche Qualitäten haben. Die sehr unterschiedlichen Zweckbestimmungen, auch die vielen variierenden Rahmenbedingungen aus

Grundstückssituation, städtebaulichem Zusammenhang, architektonischem Konzept und finanziellen Ressourcen führen zu einem breiten Spektrum an Lösungen, auch im technischen Bereich. Die tatsächlichen Energieverbräuche der Modellvorhaben (Strom und Wärme) liegen alle unter 100 kWh/m² a Endenergie bzw. 120 kWh/m² a Primärenergie, dies entspricht einem Niedrigstenergiegebäude-Standard. Die noch darüber hinausgehenden sehr ehrgeizigen Ziele, die sich Modellvorhaben am Anfang gestellt hatten, wurden allerdings noch nicht alle erreicht. Auch waren im Einzelfall viele Schwierigkeiten zu meistern sowie Kompromisse und Mehraufwand hinzunehmen – dies auch im Betrieb der Gebäude.

- In allen Arbeitsphasen – Planung, Bau und Betrieb – ist der Planungs- und Abstimmungsbedarf bei den zahlreichen Beteiligten sehr hoch und höher als von den Beteiligten erwartet.

- Die Kostenanteile der technischen Anlagen – Kostengruppe 400 – schlagen mit durchschnittlich 30 Prozent der Baukosten zu Buche und belasten die Budgets. Auch die oft erwünschte Zertifizierung kann zu unangemessenen Mehrkosten führen.
- Der Zeit- und Personalbedarf für die Inbetriebnahme und das Monitoring zur Einregulierung und Sicherung der Einspareffekte werden vielfach unterschätzt, die Energieeinsparungen werden damit nicht immer gesichert.
- Es bleibt schwierig, das Nutzerinteresse über den langen Planungsprozess und die Fluktuation der beteiligten Personen aufrechtzuerhalten.
- Es besteht weiterhin ein erheblicher Qualifizierungs- und Entwicklungsbedarf, insbesondere im Baugewerbe, bei Industrie und Handwerk und im Gebäudemanagement sowie auch noch bei Planern, um den besonderen Anforderungen beim Bau und Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden gerecht zu werden. Es ist für die Entwicklung des Bauens im Niedrigstenergiegebäude-Standard eine strategische Notwendigkeit, einen stabilen und breiten Markt zu gewinnen.

Erkenntnisse für die Entwicklung und Planung von Niedrigstenergiegebäuden

Die Planungsphase war bei den Modellvorhaben von hoher Motivation und Fachlichkeit geprägt. Um für ihre Projekte die außergewöhnlichen Standards umzusetzen, zeigte sich als besonders wichtig:

Ziele und Konzepte ganzheitlich abwägen:

Den Projekten geht es auch um Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit insgesamt. Kommunalpolitische Vorgaben – zum Beispiel alle kommunale Infrastruktur in einem hohen Energieeffizienzstandard zu bauen – geben die Zielsetzung für mehr Ressourcen- und Energieeffizienz vor, die Standards sollten jedoch projektspezifisch flexibel gehalten werden.

Mehr Klarheit beim Umgang mit den verschiedenen Energieeffizienz-Standards notwendig:

Für das Verständnis und die Akzeptanz hoher energetischer Standards würde es sich lohnen, nach EnEV und nach Passivhaus-Standard vergleichbar zu machen.

Es gilt nicht nur den in der EnEV im Vordergrund stehenden Primärenergiebedarf, sondern vor allem auch den Endenergiebedarf – den tatsächlichen Energieverbrauch – zu optimieren.

Wirtschaftlichkeit und Lebenszykluskosten von Varianten betrachten:

Den Berechnungen und Ergebnisse der Investitionsentscheidungen werden Variantenvergleiche und Lebenszykluskosten zu Grunde gelegt. Gleichwohl ergeben sich bei sehr komplexen Vergleichen methodische Grenzen und die Unsicherheiten werden groß.

Das komplette Planungsteam frühzeitig beauftragen:

Eine ganzheitliche Planung aller wichtigen Fachdisziplinen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine hohe Energieeffizienz. Schon ab dem Vorentwurf, zum Beispiel im Planungswettbewerb, ist ein integrierter Planungsansatz erforderlich.

Weniger komplizierte Technik durch Ausschöpfen „passiver“ Lösungen ermöglichen:

Im Einzelfall kann mit Hilfe des Entwurfs und der Konstruktionsweise der Gebäude der Bedarf an Technik und damit gegebenenfalls auch Folgekosten reduziert werden.

Heizung, Lüftung, Kühlung für Nutzungsänderungen flexibel halten:

Auch bei anfänglich klar definierten Nutzungen und Einsparpotenzialen durch eine genaue Ausrichtung der Technik auf den Bedarf müssen die Anlagen so ausgelegt werden, dass sie Nutzungsänderungen in einem bestimmten Rahmen mittragen können.

Die Nutzer frühzeitig einbinden:

Wenn die Nutzer von Anfang an in den Planungsprozess einbezogen werden, erhöht das ihre Akzeptanz und Mitwirkung. Es hilft, optimale Lösungen zu finden. Eine damit verbundene Öffentlichkeitsarbeit ist auch ein geeigneter Ansatz, für das energetische Bauen insgesamt zu werben.

Monitoring-Konzept schon in der Planungsphase aufstellen:

Das später im Betrieb wichtige Monitoring muss schon in der Planung

vorbereitet werden, die entsprechenden Messeinrichtungen und Prozesse sind von Anfang an einzuplanen.

Erkenntnisse für den Bau von Niedrigstenergiegebäuden

Die beim Bauen üblichen Schwierigkeiten traten auch bei den Modellvorhaben auf, sie konnten sich dort durch die anspruchsvolle Bauaufgabe, die Unerfahrenheit ausführender Firmen sowie die angespannte Marktsituation potenzieren. Besonders relevant ist dabei:

Steuermöglichkeiten bei der Bieterauswahl sind begrenzt:

Es ist schwierig, mit einem vom EU-Recht beeinflussten GWB-, VgV- und Länder-Vergaberichtlinienkonformen Ausschreibungs- und Vergabeverfahren für die anspruchsvollen Bauaufgaben qualifizierte Handwerker zu finden. Beschränkte Ausschreibungen werden als vorteilhafter angesehen.

Qualifikation und Qualität in der Bauausführung priorisieren:

Der Bau von Niedrigstenergiegebäuden mit seinen hohen Anforderungen an Detailausführungen ist für viele Handwerksunternehmen noch keine Routine. Wichtig ist, dass die Firmen auf der Baustelle ihre Schnittstellen klären.

Bauleitung muss auf der Baustelle sehr präsent sein:

Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen beim Bau von Niedrigstenergiegebäuden ist eine laufende Überwachung der Arbeiten, gegebenenfalls auch Anleitung der Ausführenden erforderlich. Dieser erhöhte Aufwand sollte in der HOAI besser berücksichtigt werden.

Die Planungen sind der Zulieferindustrie voraus:

Produkte, die bei den Modellvorhaben eingesetzt werden sollten, waren teilweise am Markt nicht ausreichend oder noch gar nicht verfügbar. In einigen Bereichen mangelte es an zugelassenen oder zertifizierten Systemen. Die weitere Förderung der Entwicklung zukunftsfähiger Materialien und Technik, dazu gehören insbesondere auch Speichertechnologien, kann diesen Markt voranbringen.

Erkenntnisse für die Inbetriebnahme und den Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden

Die Phasen der Inbetriebnahme sowie das Controlling des Gebäudebetriebs werden oft unterschätzt und vernachlässigt. Nutzer werden häufig zu wenig und teilweise zu spät mit den Besonderheiten des Neubaus vertraut gemacht und nicht ausreichend in den Betrieb des Gebäudes eingeführt. Beim Monitoring und der daraus abzuleitenden Optimierung der Einstellung und Regelung der Anlagentechnik bestehen sowohl messtechnische als vor allem auch organisatorische Hürden. Zum Monitoring gehören eine funktionsfähige Messinfrastruktur, ihre regelmäßige Ablesung und eine qualifizierte Auswertung der Verbräuche, auf deren Grundlage eventuelle Fehler im Betrieb erkannt und behoben und Potenziale unverzüglich genutzt werden können. Auch die Einsicht in die Notwendigkeit all dessen fehlt häufig. Dies gefährdet die Zielerreichung der Niedrigstenergiegebäude erheblich. Von besonderer Bedeutung ist deshalb:

Aufmerksamkeit und Zeit für die Inbetriebnahme der Anlagentechnik einplanen:

Die Inbetriebnahme der Anlagentechnik und ihrer Steuerung braucht meist deutlich mehr Zeit als dafür vorgesehen wird. Wichtig dabei ist, die Schnittstellen zwischen den beteiligten Gewerken zu definieren und organisatorisch abzustimmen.

Ein kommunales Energiemanagement einrichten:

Mit einem kommunalen Energiemanagement können auf operativer Ebene Zuständigkeiten und Vorgehensweisen für die energetische Analyse und Optimierung des kommunalen Gebäudebestands geregelt werden.

Monitoring konsequent durchführen:

Nur mit einer Überprüfungs- und Optimierungsphase, die als Leistungsphase 10 in der HOAI eingeführt werden könnte, lässt sich die Zielerreichung eines Niedrigstenergiegebäudes sicherstellen. Um die Kommunen dabei zu unterstützen, würde eine Förderung gerade dieser Leistungen helfen.

Der Hausmeister hat eine zentrale Rolle:

Einem gebäudebezogen verantwortlichen Hausmeister wird eine zentrale Bedeutung für einen gut funktionierenden Betrieb der Niedrigstenergiegebäude beigemessen. Hausmeister-Teams mit wechselndem Personal werden teilweise sehr kritisch gesehen.

Die Nutzer mit dem Gebäude vertraut machen:

Basisinformationen zur Funktionsweise des Niedrigstenergiegebäudes und zu

einem adäquaten Nutzerverhalten müssen angepasst an die Nutzungsstruktur regelmäßig vermittelt werden.

Energieeffizienz offensiv und breit kommunizieren:

Für die Akzeptanz und die weitere Etablierung von Niedrigstenergiegebäuden ist es wichtig, dass ihre Ziele und Erfolge bekannt gemacht werden. Dies gelingt am besten, wenn die Häuser geöffnet werden und die Ziele, Lösungen und Qualitäten erlebbar sind.

Abstract

Demographic and social change will result in shifts in the demands placed on municipal and social infrastructure. On the one hand, the bundling of such infrastructure in central locations and the development of new frameworks will be needed in regions with declining populations, on the other hand, further expansion will be necessary in prosperous cities and their outlying areas. Additionally, in the coming years, demand will rise for the replacement of existing infrastructure deemed unworthy of high-level energy-efficiency renovations on economic or technical grounds.

The ambitious climate change targets of both the EU and the German Federal Government demand efficient yet cost effective solutions for an improved carbon footprint. Further exploiting the potential energy savings of municipal and social infrastructure – both, existing and new – is a primary objective of the CO₂ Building Renovation Program. High energy efficiency is thus expected, especially in the case of newly built infrastructure. The Federal Government has promoted innovative approaches and transferable concepts for the energy-efficient construction of new municipal and social infrastructure by means of a pilot initiative, the exemplars of which were selected in 2011. They cover a wide range of infrastructure including childcare centres, schools, sports halls, administrative and exhibition buildings as well as hospitals.

The accompanying research serves as the academic groundwork for the application of the EU Directive on the Energy Performance of Buildings (EPBD), which specifies a nearly zero-energy building standard for all new public buildings from the year 2019. The aim is to cut national CO₂ emissions 40% by the year 2020 and by at least 80% by 2050 (compared to the base year of 1990). To achieve this, the energy concept relies on the reduction of energy consumption, increased energy efficiency and the extensive replacement of fossil fuels with renewable energy sources.

Methodology of the study

From a pool of 41 project applications, a two-stage process saw 14 pilot initiatives and two projects selected as candidates – all of which fell below the primary energy requirements of the 2009 German Energy Saving Ordinance (EnEV) by at least 45%, but some by as much as 60%. Particularly important aspects for selection eligibility included the projects having the model characteristics of a high energy-efficiency standard, a wide range of usage types as well as a well-balanced geographical distribution across Germany. The status and size of the projects were however also taken into account.

The academic monitoring of the selected projects spanned three years, so that (for most projects) the planning, implementation and use of the buildings were all subject to investigation. This included annual visits and documented meetings with the project stakeholders as well as the analysis of (planning) documents and consumption data. Builders, planners and other experts participated in two workshops and shared their experiences.

Both the development processes as well as the results of the pilot initiatives were examined. The process evaluation particularly sort to analyse the strategies (for successfully achieving the set goals) and procedures as well as obstacles in planning and implementation, in addition to the general parameters of the projects. The extent to which the calculated objective was achieved, which solutions proved themselves in operation and what the utilisation quality was assessed as being is shown in the outcome evaluation.

Table 2:
The pilot initiatives and their planned energy demand

Pilot Initiatives	Estimated Final Energy Demand kWh/(m ² per annum)	Estimated Primary Energy Demand kWh/(m ² per annum)	Estimated Percentage below EnEV 2009
Childcare Centres			
Erlangen: Stadtinsel Civic Kindergarten	16	41	67 %
Leinfelden-Echterdingen: Aicherweg/Layhweg Kindergarten	47	51	73 %
Urbach: Kindergarten on the Drosselweg	44	83	49 %
Wustrow: Plus energy daycare centre	37	26	81 %
Schools, Sports Halls, School Canteens			
Bad Urach: Vocational school	44	37	60 %
Leipzig: Erich Kästner School and three-court sports hall	39 / 38	56 / 79	49 / 46 %
Nürnberg: Sports hall and expansion of Dürer Grammar school	89	59	65 %
Ulm: Kuhberg School and canteen expansion	44 / 72	45 / 81	65 / 61 %
Ravensburg: Weststadt Elementary student canteen	82	121	49 %
Berlin-Spandau (Candidate): Sports centre	188	187	63 %
Administrative and Exhibition Buildings			
Lohr: Public utilities administration and operations building	17	45	71 %
Mainz (Candidate): Environmental education centre	35	89	55 %
Marburg: Replacement new Youth and Social Welfare Office	76	83	45 %
Schwaigen-Grafenaschau: Town hall with kindergarten	23	61	56 %
Hospitals			
Frankfurt: Frankfurt Höchst Hospital (using PHPP)	ca. 90	ca. 155	ca. 50 %
München: Harlaching Hospital partial new construction (phase 1)	225	180	50 %

Results

It is the aim of this research project, to show how it is possible to bring newly constructed municipal and social infrastructure into line with nearly zero-energy building standards. The results should be sustainable in a holistic sense, namely to:

- save energy and reduce greenhouse gas emission
- contribute to the cost-effectiveness of the structure and operation of the building
- enable high quality of use
- and strengthen public acceptance of energy-efficient construction.

Taking these aspects and their architectural design as a whole into account, the developed buildings represent significant qualities. The very different intended uses, as well as the many other varying factors such

as site, urban context, architectural concept and financial resources have resulted in a wide range of solutions, even in technical terms. The actual energy consumption of the pilot initiatives (electricity and heat) all lie below 100 kWh/m² per annum final energy or 120 kWh/m² per annum primary energy (equivalent to nearly zero-energy building standards). The very ambitious goals over and above that which the pilot initiatives set themselves at the beginning were however not all able to be achieved. Additionally, in some cases there were many difficulties that had to be overcome as well as compromises and additional expenditure that had to be accepted - also in terms of the operation of the building.

- At all stages (planning, construction and operation), the need for planning and coordination among the various stakeholders is very high and higher than the participants expected.

- The portion of cost for technical equipment (cost group 400) accounts for 30% of the construction costs on average and strains the budget. Even the much desired certification can lead to undue costs.
- The time and resources required for the initial setup and the monitoring to regulate and guarantee saving effects are often underestimated, and energy savings are thus not always assured.
- It is difficult to maintain user interest throughout the long planning process and during the turnover of people involved.
- There is still a considerable need for training and development to meet the specific construction and operational requirements of nearly zero-energy buildings. This is true particularly in the construction sector, industry, trade, building management and planning. Gaining a stable and substantial market is a strategic necessity for the development of nearly zero-energy standard construction.

Insights into the EnEV and the planning of nearly zero-energy buildings

The planning phases of the pilot initiatives were characterised by high motivation and professionalism. To realise their project's exceptional standards, it proved to be particularly important to:

Consider objectives and concepts holistically:

The projects are also concerned with resource efficiency and sustainability in general. Municipal policy provides guidelines for energy and resource efficiency standards. These guidelines, however, should be kept project-specific and flexible.

Provide more clarity in dealing with the various energy efficiency standards required:

To foster understanding and acceptance of high energy standards, it would be worthwhile to make the evaluations and results comparable according to both EnEV standards and passive house standards. It is not only about primary energy demand (which stands at the forefront of EnEV standards), but also above all about optimising final energy demand - the actual energy consumption.

Consider the efficiency and life-cycle costs of variants:

Investment decisions are based on comparisons of alternatives and life-cycle costs. Nevertheless, in the case of very complex comparisons, methodological limitations can arise and the uncertainties are large. Engage the entire planning team early:

The holistic planning of all major specialist disciplines is a key success factor for high energy efficiency. An integrated planning approach is needed as early as the preliminary design (for example, during the design competition stage).

Facilitate less complicated technology by exploiting „passive“ solutions:

In some cases, the need for technology (and thus possibly also resulting costs) can be reduced with the help of the design and construction of the building.

Keep heating, ventilation and cooling flexible for usage change:

Even in the case of initially well-defined uses and potential savings by precisely aligning the technology to the building's needs, the equipment must be designed so that it can support use changes in a particular context.

Involve users at an early stage:

If users are involved in the planning process from the beginning, it increases their acceptance and participation. Finding optimal solutions helps. Associated public relations work is also a convenient approach to promote energy-efficient construction as a whole.

Set up a monitoring concept as early as the planning phase:

The monitoring, which is important later during operation, must be prepared at the planning stage and the appropriate measuring devices and processes have to be planned from the outset.

Insights into the construction of nearly zero-energy buildings

The usual construction difficulties also appeared in the pilot initiatives, but the demanding nature of the construction tasks, the inexperience of firms executing the work and the market difficulties allowed these to multiply. Particularly relevant is that:

The options for selecting bidders are limited:

With the EU directive, the German law against restriction of competition, the public procurement regulation and the guidelines of the federal states it is difficult to find qualified firms for demanding construction projects. Restricted tendering procedures are considered more advantageous.

Qualification and quality are prioritised during construction:

The construction of nearly zero-energy buildings, with its high demands on detailed technical features, is still not routine for many trade enterprises. On site, it is important that the companies clarify their interfaces.

Construction management must be very present on site:

Due to the high quality requirements during the construction of nearly-zero energy buildings, ongoing monitoring of the work, and where appropriate guidance of those doing the work, is required. This increased effort should be better taken into consideration within the scope of the German Fee Regulations for Architects and Engineers (HOAI).

Plans are ahead of the suppliers:

Products, that were to be used in the pilot initiatives, were sometimes not available in sufficient quantities or as yet unavailable on the market. In some areas of scope there was a lack of approved or certified systems. This market would be advanced by the further development of sustainable materials and technology (including storage technologies).

Insights into the set up and operation of nearly zero-energy buildings

The stages of setting up and controlling the building's operations are often underestimated and neglected. Users are often made familiar too little (and sometimes too late) with the specifics of the new building and insufficiently introduced to the operation of the building. Both metrological and above all organisational barriers arise during monitoring and the subsequent optimisation of the settings and regulation of the systems engineering. Monitoring includes a functioning measurement infrastructure, the regular reading of its instrumentation

and the qualified analysis of consumption, on which basis any possible errors can be found and fixed and potentials can be immediately exploited. All too often, the realisation of the necessity of this is missing. This compromises the target achievement of nearly zero-energy buildings quite considerably. Of particular importance is to:

Give regard and time to setting up the systems engineering:

The setting up of the systems engineering and its control equipment usually takes much more time than anticipated. In the course of this, it is most important to define the interfaces between the various trades and to coordinate organisation.

Set up a municipal energy management unit:

A municipal energy management unit can regulate the responsibilities and procedures for energy analysis and optimisation of the municipal building stock at an operational level.

Perform monitoring consistently:

Only staging monitoring and optimisation, which could be introduced as performance stage 10 in the HOAI, ensures target achievement of nearly zero-energy buildings. Funding for just such services would support local authorities in doing this.

The building caretaker plays a central role:

A building-specific, responsible caretaker is attributed a central role in the well-functioning operation of nearly zero-energy buildings. Teams of caretakers (changing personnel) are sometimes seen in a very critical light.

Make users familiar with the building:

Basic information on the operation of the nearly zero-energy building and appropriate user behaviour, which is adjusted for the utilisation concept, must be regularly communicated.

Communicate energy-efficiency broadly and resolutely:

For the acceptance and further establishment of nearly zero-energy buildings, it is important that their objectives and results are announced. This is best achieved by opening the buildings up to the public, where they can then experience the objectives, solutions and qualities for themselves.

Modellvorhaben zum energieeffizienten Neubau kommunaler und sozialer Einrichtungen – Ansätze und Ziele des Forschungsfeldes

Das Forschungsprojekt ist mit den im Jahr 2011 ausgewählten Modellvorhaben Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung. Es dient der wissenschaftlichen Vorbereitung der Anwendung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EU-Gebäuderichtlinie), die für Neubauten öffentlicher Gebäude ab 2019 einen Niedrigstenergiegebäude-Standard vorgibt. Um vorbildhafte Lösungsansätze und übertragbare Konzepte für energetisch anspruchsvolle Neubauten zu unterstützen, wurden bundesweit 16 Projekte (14 Modellvorhaben, 2 Anwarter) im Bereich der Nichtwohngebäude kommunaler und sozialer Einrichtungen ausgewählt, die die EnEV 2009 um 60 Prozent, mindestens jedoch um 45 Prozent unterschreiten (bezogen auf den Primärenergiebedarf). Bei der KfW Bankengruppe standen für die Modellvorhaben durch Bundesmittel zinsverbilligte Sonderkredite über zwei Modell-Förderstufen zur Verfügung: KfW-Effizienzhaus 40 und KfW-Effizienzhaus 55.

Die Bundesregierung strebt an, bis 2020 die landesweiten CO₂-Emissionen um 40 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent zu reduzieren (jeweils gegenüber dem Basisjahr 1990). Der primäre Energieverbrauch aller Sektoren zusammen soll bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gegenüber 2008 sinken. Das Energiekonzept setzt dabei auf die Reduzierung des Energieverbrauchs, die Steigerung der Energieeffizienz und einen weitgehenden Ersatz der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien. Dem Gebäudebereich mit einem Anteil von rund 40 Prozent am Gesamtenergieverbrauch kommt dabei eine bedeutende Rolle zu. Hier liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten auf der Sanierung des Gebäudebestands. Neubauten kommt vor allem eine zukunftsweisende Vorbildfunktion zu. Gebäude werden für einen langen Lebenszyklus mit einer Nutzung über viele Jahrzehnte hinweg geplant. Aspekte wie Energieversorgungssicherheit und langfristige Bezahlbarkeit von Energie spielen hier eine wichtige Rolle.

Auch auf kommunaler Ebene wird neben der Sanierung bestehender Infrastruktureinrichtungen ein zunehmender Bedarf an (Ersatz-)Neubauten gesehen. Neubauten kommunaler und sozialer Infrastruktur entstehen zum Beispiel in Konversionsgebieten oder aufgrund neuartiger Konzepte wie Bibliotheks-, Medien- und Veranstaltungszentren. Bedingt durch den demographischen Wandel wird es vor allem in Regionen mit amenden Bevölkerungszahlen, aber auch in prosperierenden Städten und ihren Randgebieten zu Bedarfsänderungen kommen. Je nach Region werden einerseits die Bündelung und andererseits der Ausbau von öffentlichen Gebäudeinfrastrukturen erforderlich werden. Auch wird der Bedarf an Ersatz für bestehende Infrastrukturen, für die eine Sanierung auf hohem Energieeffizienzniveau aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht in Frage kommt, in den kommenden Jahren steigen.

Modellvorhaben sind wichtig, da man aus ihren Stärken und Schwächen lernen kann und sie Impulse und Entscheidungshilfen für andere geben. Mit Blick auf – zum Auswahlzeitpunkt der Projekte künftige – Anforderungen der EnEV 2014 und die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie wurden die ausgewählten beispielhaften Neubauten evaluiert. Betrachtet wurden neben der Planungs- und Bauphase auch die Inbetriebnahme und Nutzungsphase in den Modellvorhaben.

Zu analysieren war, inwieweit die Prozesse und die Lösungen der Modellvorhaben zu den vier großen Zielen beitragen:

- Energieeinsparung und Reduktion von Treibhausgasen
- Wirtschaftlichkeit der Gebäude
- eine hohe Nutzungsqualität
- Stärkung der Akzeptanz energieeffizienten Bauens in der Öffentlichkeit.

Es wurden Erkenntnisse aus der Praxis zur Eignung und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen und unterschiedlichen Energieeffizienzstandards für unterschiedliche Gebäudetypologien von kommunalen und

sozialen Einrichtungen gewonnen. Dazu gehören die realisierbaren Einsparungen von Treibhausgasen, die Energieverbräuche während der Nutzungsphase, der Umgang der Nutzer mit neuen Technologien sowie Erkenntnisse zur Weiterentwicklung von gesetzlichen Rahmenbedingungen und zur Anpassung der Förderung.

Das Forschungsprojekt wurde ursprünglich im Auftrag des ehemaligen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) begonnen, mit der Umstrukturierung einiger Ministerien ist es nach der Bundestagswahl 2013 in die Zuständigkeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) übergegangen.

Spektrum und Stand der Modellvorhaben

Die Modellvorhaben decken ein breites Nutzungsspektrum kommunaler und sozialer Einrichtungen ab: Kindertagesstätten, Schulen, Sporthallen, Schulmensen, Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude und zwei große Klinikgebäude.

Die Projekte sind über das Bundesgebiet verteilt, in Städten und Gemeinden unterschiedlicher Größe in Agglomerationsräumen, verstäderten Räumen und ländlichen Räumen angesiedelt. Die Mehrzahl der Objekte liegt allerdings mit Schwerpunkt im mittel- und süddeutschen Raum. In Süddeutschland wird aufgrund des großen Nachholbedarfs beim Ausbau der Ganztagesangebote in Kindergärten und Schulen viel neu gebaut.

Es gibt unterschiedliche Gründe, durch die bei den Modellvorhaben ein Bedarf an Neubauten kommunaler und sozialer Infrastruktur entstanden ist:

- Angebote werden ausgebaut und erfordern deshalb einen höheren Platzbedarf, dazu gehören Ganztagesangebote in Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulmensen.
- Bestehende Einrichtungen werden durch Neubauten ersetzt, weil sich die Sanierung des Bestands nicht mehr rechnet.
- Platzkapazität und Räumlichkeiten vorhandener Einrichtungen werden verbessert.
- Standorte und Einzugsbereiche kommunaler und sozialer Einrichtungen werden umstrukturiert, auch weil aufgrund des demografischen Wandels eine Bedarfsänderung entsteht.
- Es werden neue Angebote geschaffen.

Bis zum Abschluss der Begleitforschung im Sommer 2014 sind zwölf der 16 ausgewählten Projekte in Nutzung. Zwei Projekte in Berlin und Mainz wurden über den Zeitraum der Begleitforschung als Anwarter geführt. Die beiden Klinikprojekte sind Sonderfälle mit längerem Zeitrahmen. Aufgrund kommunalen Klärungsbedarfs gab es bei ihnen in der Laufzeit der Begleitforschung keinen wesentlichen Planungsfortschritt. Für das Klinikum Frankfurt Höchst soll im Dezember 2014 der Bauantrag gestellt werden.

Übersicht über die Modellvorhaben

	Modellvorhaben	Stand des Projekts, Baufertigstellung	Endenergiebedarf Primärenergiebedarf Unterschreitung EnEV 2009
Kindertagesstätten			
	Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	in Nutzung, Oktober 2012	EE: 16 kWh/(m² a) PE: 41 kWh/(m² a) 67 %
	Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg	in Nutzung, März 2013	EE: 47 kWh/(m² a) PE: 51 kWh/(m² a) 73 %
	Urbach: Kinderhaus am Drosselweg	in Nutzung, März 2013	EE: 44 kWh/(m² a) PE: 83 kWh/(m² a) 49 %
	Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	in Nutzung, Dezember 2011	EE: 37 kWh/(m² a) PE: 26 kWh/(m² a) 81 %
Schulen, Sporthallen, Schulmensen			
	Bad Urach: Kaufmännische Schule	in Nutzung, August 2012	EE: 44 kWh/(m² a) PE: 37 kWh/(m² a) 60 %
	Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	in Nutzung, Juni 2013	EE: 39 / 38 kWh/(m² a) PE: 56 / 79 kWh/(m² a) 49 / 46 %
	Nürnberg: Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium	in Nutzung, September 2013	EE: 89 kWh/(m² a) PE: 59 kWh/(m² a) 65 %
	Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude	in Nutzung, Januar 2014	EE: 44 / 72 kWh/(m² a) PE: 45 / 81 kWh/(m² a) 65 / 61 %
	Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	in Nutzung, September 2011	EE: 82 kWh/(m² a) PE: 121 kWh/(m² a) 49 %
	Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	Umplanung, offen	EE: 188 kWh/(m² a) PE: 187 kWh/(m² a) 63 %

	Modellvorhaben	Stand des Projekts, Baufertigstellung	Endenergiebedarf Primärenergiebedarf Unterschreitung EnEV 2009
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude			
	Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke	in Nutzung, Juni 2013	EE: 17 kWh/(m² a) PE: 45 kWh/(m² a) 71 %
	Mainz: (Anwärter): Umweltbildungszentrum	Umplanung, offen	EE: 35 kWh/(m² a) PE: 89 kWh/(m² a) 55 %
	Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt	in Nutzung, Januar 2012	EE: 76 kWh/(m² a) PE: 83 kWh/(m² a) 45 %
	Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	in Nutzung, September 2012	EE: 23 kWh/(m² a) PE: 61 kWh/(m² a) 56 %
Kliniken			
	Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst	Entwurfs- und Genehmigungs- planung, offen	EE: ca. 90 kWh/(m² a) PE: ca. 155 kWh/(m² a) ca. 50 % (Berechnung mit PHPP)
	München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching (1.BA)	Entwurfsplanung, offen	EE: 225 kWh/(m² a) PE: 180 kWh/(m² a) 50 %

1 Ablauf und Methodik der Begleitforschung



Foto: Weeber+Partner
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel



Foto: Weeber+Partner
Leipzig: Erich Kästner Schule



Foto: Weeber+Partner
Nürnberg: Dreifachsporthalle



Foto: Weeber+Partner
Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtverwaltung

1.1 Ablauf des Forschungsprojekts

Tabelle 3:
Ablauf des Forschungsprojekts

Modellvorhaben-Aufruf:	2. Quartal 2011
Auswahl der Modellvorhaben:	Herbst 2011
Start der Modellvorhaben:	4. Quartal 2011
Begleitung der Modellvorhaben und Berichterstattung:	2012 bis 2014
Workshop mit den Akteuren der Modellvorhaben und externen Experten:	Oktober 2012
Werkstattgespräch mit den Akteuren der Modellvorhaben und externen Experten:	Mai 2014
Abschluss der Modellvorhaben:	Ende 2014
Abschlussveranstaltung:	Mai 2015

Eigene Darstellung

Das Bewerbungs- und Auswahlverfahren für die Modellvorhaben

Wie ist das Bewerbungsverfahren abgelaufen?

Der Aufruf zur Bewerbung als Modellvorhaben zum energieeffizienten Neubau von Nichtwohngebäuden – kommunale und soziale Einrichtungen – wurde Anfang Mai 2011 auf der Internetseite des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung veröffentlicht.

Die relevanten Institutionen wurden auf Bundes- und Länderebene mit einer E-Mail direkt auf den Modellvorhaben-Aufruf aufmerksam gemacht: Kommunen in ganz Deutschland (fast 6.000 Städte, Gemeinden, Landkreise, Verwaltungsgemeinschaften), Bauämter auf Länderebene, Deutscher Städtetag, Städte- und Gemeindebund, Architektenkammern, Bund Deutscher Architekten, Diözesane Bauämter, soziale Träger (DRK, AWO, Caritas, Diakonisches Werk, Deutscher Paritätischer Wohlfahrtsverband) und Energieagenturen. Zahlreiche Verbände haben den Modellvorhaben-Aufruf unterstützt. Außerdem haben das BundesBauBlatt und das Deutsche Architektenblatt über Newsletter, Homepage und Zeitschrift darauf hingewiesen.

Während der sechswöchigen Bewerbungszeit haben zahlreiche Interessenten beim Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung und bei der Begleitforschung Rückfragen zu den Bewerbungsmodalitäten gestellt. Die Bewerbungsfrist endete Mitte Juni 2011.

Welche Projekte haben sich als Modellvorhaben beworben?

Als Modellvorhaben wurden 41 Projektbewerbungen eingereicht. Überwiegend handelte es sich um Kindertagesstätten, Schulen und Sporthallen.

Verwaltungsgebäude, Bürgerzentren und Versammlungsstätten, Krankenhäuser sowie Objekte mit gemischten Nutzungen waren auch vertreten. Aus einigen Bundesländern gingen nur wenige Bewerbungen ein, der Schwerpunkt lag im mittel-, süd- und ostdeutschen Raum. Bei den meisten Antragstellern handelte es sich um Städte und Gemeinden. Bei knapp 30 Prozent der Bewerberobjekte wurde die EnEV 2009 um 60 Prozent und mehr unterschritten.

Wie wurden die Modellvorhaben ausgewählt?

Für die Auswahl der Modellvorhaben waren drei Aspekte besonders wichtig:

- modellhafte, qualifizierte Projekte mit hohem Energieeffizienzstandard,
- breites Spektrum der Nutzungsarten,
- gute räumliche Verteilung in der Bundesrepublik.

Auch der Stand des Projekts – die Projektreife – und die Größe des Projekts – Fläche und Baukosten – wurden bei der Auswahl berücksichtigt.

In Abstimmung zwischen ehemaligem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung und Begleitforschung sind 25 Bewerbungen in die Vorauswahl gekommen. Die Projekte der engeren Wahl hat die Begleitforschung im August und September 2011 in gemischten Teams von Weeber+Partner und G.A.S. planen bauen forschen bereist. Mit den Projektbeteiligten – in der Regel Projektleitung der Bauherrenseite, Architekt, HLS-Planer, Bauphysiker, Energieberatung – wurden weitere Details zu den Projekten besprochen und offene Fragen geklärt. Die Energiekonzepte wurden detailliert erörtert und die Begleitforschung konnte in einigen Fällen Hinweise zur Optimierung geben.

Abbildung 1:
Verteilung der Bewerbungen und Vorauswahl nach Nutzungsarten

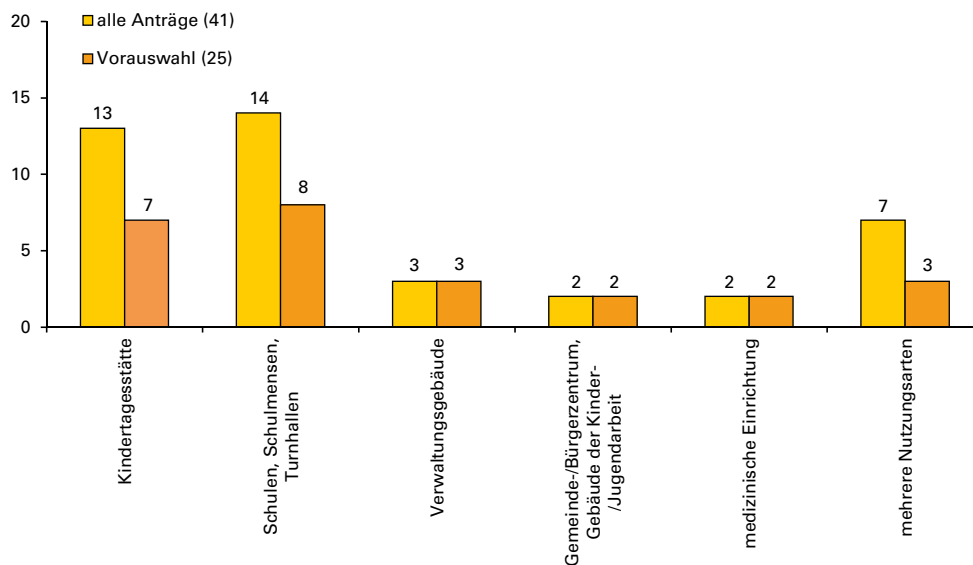


Abbildung 2:
Verteilung der Bewerbungen und Vorauswahl nach Bundesländern

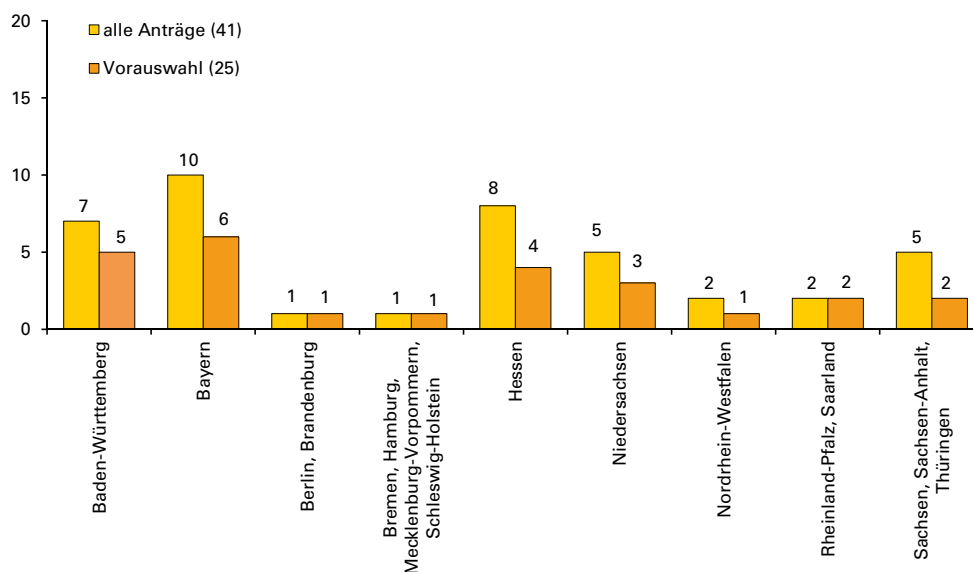


Abbildung 3:
Unterschreitung der EnEV 2009 durch die 41 Bewerberprojekte

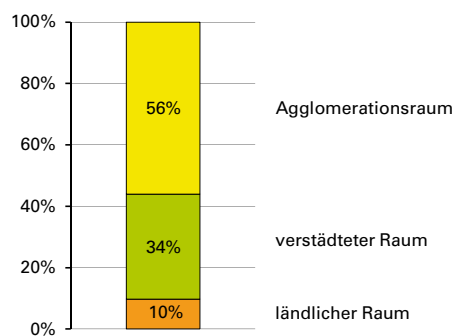
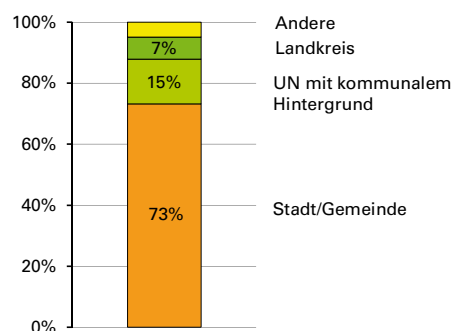


Abbildung 4:
Bauherren der 41 Bewerberprojekte



In die weitere Bewertung der Projekte wurden neben den bereits berücksichtigten Merkmalen insbesondere folgende Kriterien einbezogen:

- innovative Ansätze beim Energiekonzept,
- Stimmigkeit hinsichtlich Qualität des Gebäudeentwurfs, Konstruktion und technischer Gebäudeausrüstung, unter Berücksichtigung von Funktionsrisiken,
- Gesamtkonzept unter Einbeziehung von Architektur, Nutzungskonzept, Engagement, Kommunikation.

Die Begleitforschung hat nach Abstimmung mit dem Ministerium, dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung und der KfW Bankengruppe Projekte zur Aufnahme als Modellvorhaben vorgeschlagen. Das Ministerium hat im Dezember 2011 über die aufzunehmenden Projekte entschieden und 14 Modellvorhaben und zwei Anwärter ausgewählt.

Begleitung der Modellvorhaben 2012 bis 2014

Die 16 ausgewählten Projekte wurden von der Begleitforschung über drei Jahre wissenschaftlich begleitet. Im Mittelpunkt standen Gespräche mit den Projektbeteiligten und die Auswertung bereitgestellter Unterlagen.

Jeweils einmal pro Jahr haben mit den Projektakteuren, teilweise zusammen mit Vertreterinnen des Ministeriums und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Besprechungen und Besichtigungen stattgefunden. Gesprächsgrundlage war ein einheitlicher Leitfaden zur Prozess- und Ergebnisevaluation der Projekte. Die Fragen wurden jeweils abhängig vom Projektstand entsprechend besprochen. Überwiegend lagen die Schwerpunkte 2012 auf der Planungs- und Bauphase, 2013 auf der Inbetriebnahme und 2014 auf den Erfahrungen mit Nutzung, Betrieb und Monitoring. Zur einheitlichen Erfassung und Bereitstellung von Kennwerten, Verbräuchen und Kosten wurde den Bauherren ein Datenblatt als Excel-Datei übergeben.



Gespräche mit den Projektverantwortlichen vor Ort

Fotos: Weeber+Partner



Workshop 2012

42 Akteure aus den Projekten – Vertreter der Bauherren- und Planerseite – haben sich am 23. Oktober 2012 zu einem eintägigen Erfahrungsaustausch im Modellvorhaben Kaufmännische Schule Bad Urach getroffen. Der Tag wurde genutzt, um sowohl die anderen Projekte und die Beteiligten kennenzulernen als auch Ergebnisse, Fragen und Schwierigkeiten zu besprechen. Im Mittelpunkt der Präsentationen und Gespräche standen drei Themenschwerpunkte:

- Wirtschaftlichkeit und Lebenszykluskosten im energieeffizienten Neubau: Was rechnet sich wann?
- Technikkonzepte und Nutzungsstandards im energieeffizienten Neubau: Wie viel Technik nützt?
- Monitoring und Energiemanagement – Nutzen im energieeffizienten Neubau: Welcher Aufwand lohnt sich?

Die regen, offenen Diskussionen haben deutlich gemacht, wie groß das Interesse an projektübergreifendem Austausch ist. Der Workshop gab Anstoß für Kontakte zwischen den Projekten.



Fotos: Weeber+Partner

Werkstattgespräch 2014

Ein zweiter vertiefter Erfahrungsaustausch zwischen den Akteuren der Projekte und weiteren Experten hat bei einem Werkstattgespräch am 12. und 13. Mai 2014 im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung in Bonn stattgefunden. Die Organisation und Durchführung erfolgte durch EuPD Research und DCTI Deutsches CleanTech Institut in enger Zusammenarbeit mit der Begleitforschung. Die Themenschwerpunkte der Referate und Diskussionen waren:

- Vorbereitungs- und Nutzungsphase: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Planungs- und Bauphase: Qualifikation, Zusammenarbeit, Kommunikation Struktur und Qualifikation des Planungstabs und der ausführenden Gewerke Anwenderorientierung und Nutzungsoptimierung in der Planung mit den Nutzern
- Nutzungsphase: Energiemanagement Zuständigkeiten, Verantwortung der Kommunen, Kompetenzen und Qualitätssicherung



Fotos: EuPD Research, unten Weeber+Partner

1.2 Prozess- und Ergebnisevaluation der Modellvorhaben

Die wissenschaftliche Begleitung der Modellvorhaben erstreckte sich über drei Jahre, so dass – bei den meisten Projekten – Planung, Umsetzung und Nutzung der Gebäude Gegenstand der Untersuchung waren. Die Evaluation gibt Einblick in die Strategien, Sichtweisen und Bewertungen, Handlungsmöglichkeiten und -zwänge der unterschiedlichen Modellvorhaben und liefert insgesamt aussagekräftige Ergebnisse.

Die Evaluation erfolgte sowohl formativ als auch summativ:

- Prozessevaluation: funktioniert die Programmumsetzung?
- Ergebnisevaluation: wurden die Ziele erreicht?

Dabei wurden verschiedene Methoden kombiniert: persönliche Gespräche mit den Projektbeteiligten, Erhebungen vor Ort, Analyse von Planungsdokumenten, Auswertung von Verbrauchswerten, Sammlung und Analyse von Unterlagen zur Öffentlichkeitsarbeit.

Evaluation der Prozesse

Zur formativen Betrachtung der Prozesse gehören folgende Fragen:

- Welche Rahmenbedingungen, Vorgehensweisen und Aktivitäten begünstigen für die Erreichung der Ziele positive Abläufe?
- Wo gibt es Schwierigkeiten, Widerstände, Hindernisse? Wie wird versucht, sie zu überwinden? Welche Faktoren erschweren oder verhindern für die Zielerreichung positive Abläufe?
- Wird gebaut wie geplant? Was wird verändert und warum? Welche Anpassungen werden vorgenommen? Gibt es Änderungen in den Abläufen, in der Zeitplanung?

Die Projektphasen wurden für die Prozessevaluation in vier Abschnitte zusammengefasst:

- Vorbereitungsphase: von der Projektidee und Grundkonzeption bis zur Leistungsphase 1 Grundlagenermittlung und 2 Vorplanung nach HOAI

- (Detail-)Planungsphase: die Leistungsphasen 3 Entwurfsplanung, 4 Genehmigungsplanung, 5 Ausführungsplanung, 6 Vorbereitung der Vergabe, 7 Mitwirkung bei der Vergabe
- Bauphase: Leistungsphase 8 Objektüberwachung
- Inbetriebnahme und Nachsorge: Leistungsphase 9 Objektbetreuung und Dokumentation.

Dabei konzentrieren sich die Betrachtungen auf die spezifischen Aspekte, die in Zusammenhang mit dem geplanten Niedrigstenergiegebäude-Standard stehen, es werden nicht die Planungs- und Bauprozesse generell analysiert.

Die Prozessevaluation findet sich in Kapitel 2.

Evaluation der Ergebnisse

Im Rahmen der summativen Evaluation wurde festgestellt:

- inwieweit die Ziele erreicht werden
- welche Lösungen sich bewähren
- und welche die Erwartungen nicht erfüllen.

Vorab formulierte Ziele und Qualitätskriterien wurden bewertet. Vor allem konnten Lösungen und Herangehensweisen aufgedeckt werden, die einen positiven Beitrag zu einer erfolgreichen Umsetzung liefern.

Die Forschungsthemen und die ihnen zugeordneten Leitfragen wurden für die Evaluation der Ergebnisse in fünf Bereiche gegliedert:

1. Planungskonzepte
2. Nutzungen und Gebäudetypologien
3. Nutzungsqualität und Nutzerverhalten
4. Wirtschaftlichkeit und Gebäudemanagement
5. Öffentlichkeitswirksamkeit

Die Ergebnisevaluation findet sich in Kapitel 3.

2 Die Projekte im Prozess



Foto: Weeber+Partner

Urbach: Modell



Foto: Weeber+Partner

Ulm: Baustellenbegehung



Foto: Weeber+Partner

Leinfelden-Echterdingen: Rohbau



Foto: Landratsamt Reutlingen

Bad Urach: Einweihungsfeier

2.1 Vorbereitungsphase

In der Vorbereitungsphase werden wesentliche Grundsatzfragen geklärt: welche Aufgaben sich stellen und wie sie abgearbeitet werden sollen. Strukturiert werden die Aufbauorganisation – wer macht was und wer hat welche Verantwortung – und die Ablaufplanung – wann ist was zu tun, was sind die Meilensteine und Schnittstellen. Mit den komplexen und hohen Anforderungen eines Neubaus im Niedrigstenergiegebäude-Standard gilt es für die strategischen Grundsatzentscheidungen, die wichtigsten Fragen zuerst zu stellen und irreversible Entscheidungen am vollständigsten zu begründen. Eine rein lineare Abarbeitung wird dem in der Regel nicht gerecht. Kostenermittlung und Finanzierungskonzept bilden die Hypothesen zur Machbarkeit.

Die Zielsetzung, ambitioniert energieeffizient zu bauen – wer sind die treibenden Kräfte?

Der Anstoß, bei einem Neubauprojekt die eigenen Ziele höher zu setzen als die der aktuell geltenden Anforderungen – bei den Modellvorhaben die EnEV 2009 –, kann durch spezifische kommunale Beschlüsse gegeben sein oder aus dem Kreis der Projektbeteiligten kommen. In vielen Kommunen ist weniger eine bestimmte Unterschreitung der EnEV, sondern mehr der Passivhaus-Standard ein Thema: teilweise bereits als Vorgabe beschlossen, teilweise immer wieder in der Diskussion. Bei einem Teil der Modellvorhaben war der Energiestandard von Anfang an mit der ersten Projektidee gesetzt, bei anderen hat er sich im Prozess durch Anregungen von Seiten der Politik oder der Planer oder durch die (erwartete) Fortschreibung der EnEV entwickelt.

Politik und Verwaltung setzen Standards

Wenn es in einer Kommune einen Beschluss zum Energiestandard kommunaler Neubauten gibt, wird über die Zielsetzung nicht mehr diskutiert, sondern versucht, die Vorgabe wirtschaftlich umzusetzen. Parlamentsbeschlüsse zum Passivhaus-Standard für Neubauten gibt es bei fünf der 16 Modellvorhaben: Frankfurt (seit 2007), Leipzig (seit 2008), Marburg (seit 2008), Nürnberg (seit 2010), Ulm (seit 2007/2008). In Marburg und Nürnberg wurden die Beschlüsse nach dem Architektenwettbewerb bzw. während der Planung der Projekte gefasst, so dass die neue Zielsetzung nachträglich integriert werden musste. Die Initi-

ative, besonders energieeffizient zu bauen, ging bei vier der 16 Modellvorhaben vom für den Neubau zuständigen Amt oder der Verwaltungsführung insgesamt aus: in Erlangen, Leinfelden-Echterdingen, Ravensburg, Urbach. In Erlangen hat das Amt für Gebäudemanagement für sich eine Leitlinie definiert, größere Maßnahmen „Richtung Passivhaus“ zu realisieren. Das Ravensburger Amt für Architektur und Gebäudemanagement wollte die Mensa als Passivhaus bauen, der Architekt hätte von sich aus nicht angeboten, so weit zu gehen. Es hat den Vorschlag in den Gemeinderat eingebracht, dieser wünschte zusätzlich die Zertifizierung des Passivhauses. Neben der Politik war in Leipzig das Hochbauamt die zweite treibende Kraft, der damalige Amtsarchitekt und ein Mitarbeiter haben eine Ausbildung als Passivhaus-Planer und konnten ihr Wissen in das Projekt einbringen.

In München kam die Anregung, den Teilersatzneubau des Klinikums Harlaching sehr energieeffizient zu bauen, erst 2010 – sechs Jahre nach dem Architektenwettbewerb – von zwei Seiten. Zum einen aus dem Stadtrat über einen Antrag der Grünen und der Rosa Liste für eine Passivhaus-Klinik, zum anderen hat der Projektsteuerer in Zusammenhang mit dem Modellvorhaben-Aufruf prüfen lassen, inwieweit diese Zielsetzung bei der Klinik umsetzbar ist.

Beim Neubau des Klinikums Frankfurt Höchst ordnet sich die Absicht, das Gebäude im Passivhaus-Standard zu bauen, in eine seit Jahren aktiv betriebene kommunale Energie- und Klimaschutzpolitik ein.¹ 1989 wurde ein Energiereferat gegründet, 1991 wurde die „Klimaoffensive“ von der Stadtverordnetenversammlung beschlossen, seitdem folgten zahlreiche weitere Anträge und Beschlüsse, die die Umsetzung der Ziele absicherten. 2007 hat das Stadtparlament dann den Passivhausstandard für den Neubau stadteigener Gebäude festgelegt. Da die Kennwerte des Passivhaus-Standards für Kliniken noch nicht definiert sind, hat das Hessische Umweltministerium dazu einen Forschungsauftrag an das Passivhausinstitut vergeben. Der Neubau des Klinikums ist damit auch Pilotprojekt für die Umsetzung von Krankenhäusern nach dem Passivhauskonzept.

(1)
Beschlüsse der Stadtverordnetenversammlung der Stadt Frankfurt am Main zum Klimaschutz ab dem Jahre 2006: www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Klimaschutz-Beschl%C3%BCsse-2009-08_bf.pdf, Abruf 15.11.2012

Planer als Impulsgeber

Die Planerseite kann treibende Kraft sein, wenn der Bauherr offen für die Ideen und grundsätzlich an einer hohen Energieeffizienz interessiert ist.

Bei den Modellvorhaben in Bad Urach, Berlin-Spandau und Wustrow haben die Architekten bzw. der Projektsteuerer den Anstoß für den besonders ambitionierten Energiestandard gegeben. Sich mit energetischen Themen auseinanderzusetzen, hat im Landkreis Reutlingen Tradition. In der Wettbewerbsausschreibung für die Kaufmännische Schule Bad Urach war eine Aussage zum Energiekonzept gefragt, aber kein Standard vorgegeben. Der Vorschlag für ein Passivhaus kam im Wettbewerb von den Architekten. Der TSV Spandau 1860 ist durch die Überzeugungsarbeit des – persönlich bekannten – Projektsteuerers von einer klassischen Vorplanung seines Sportzentrums auf eine energieeffiziente, ökologische Bauweise gegangen. Für die Gemeinde Ostseebad Wustrow war klar, dass die neue Kindertagesstätte energieeffizient als Passivhaus gebaut werden soll. Die Idee des Plus-Energie-Standards kam vom Architekten zum Ansatz der Gemeinde hinzu. 2009 war das Wustrower Projekt, so der Architekt, ein „bunter Vogel“ und als erstes Plus-Energie-Gebäude in Mecklenburg-Vorpommern ein Vorreiter.

Im Dialog zwischen Bauherr und Planer wurde die energetische Zielsetzung in Lohr, Mainz und Schwaigen-Grafenaschau entwickelt. In Mainz haben sich das Umweltamt, der Entsorgungsbetrieb und der Architekt als Gemeinschaftssache ein möglichst hohes Ziel vorgenommen. Auch in Lohr haben konstruktive Gespräche zwischen dem Bauherrn und dem Planer zum Plus-Energie-Standard geführt. Die Stadtwerke als Bauherr fühlen sich auch aus ihrer Aufgabe heraus der Nachhaltigkeit verpflichtet, das ausgewählte Grundstück hat sich für einen energieeffizienten Neubau angeboten. Der Gemeinderat von Schwaigen-Grafenaschau wollte „ein Haus nach modernstem Standard“ bauen und dafür erneuerbare Energien nutzen. Der Architekt ist mit seinem Konzept im Gemeinderat auf offene Ohren gestoßen. Es war kein bestimmter Energiestandard festgesetzt, sondern Ziel für Bauherr und Architekt war „ein sinnvoller Energiestandard“.

Fortschreibung der EnEV erhöht die Ziele

Die EnEV 2009 und ihre erwartete weitere Verschärfung hat in einigen Kommunen bei der Zielsetzung für den Neubau eine entscheidende Rolle gespielt. Weil die Differenz zwischen EnEV-Anforderungen und Passivhaus-Standard und damit die Mehrkosten immer geringer werden, treffen die Gremien die Entscheidung für den höherwertig eingeschätzten Passivhaus-Standard häufiger ohne kontroverse Diskussion. In Ravensburg haben die zeitliche Verzögerung des Projekts und die zwischenzeitlich geltende EnEV 2009 dazu geführt, die erste Zielsetzung einer EnEV-Unterschreitung von 10 Prozent zu verwerfen und einen Schritt weiter – zum Passivhaus – zu gehen. Die Gemeinde Urbach wollte vor dem Hintergrund der angekündigten Fortschreibung der EnEV 2009 ein Kinderhaus bauen, das auch bei seiner Eröffnung noch zeitgemäß ist und die dann geltenden Anforderungen erfüllt.

Energiestandard als Kriterium im Architektenwettbewerb

Wenn ein Architektenwettbewerb ausgelobt wird, sollten nach Erfahrung der an den Modellvorhaben Beteiligten die Anforderungen an den Energiestandard bereits im Wettbewerb formuliert, die eingereichten Energiekonzepte fachkundig ausgewertet und in der Bewertung berücksichtigt werden.

Die Vorgehensweisen bei Wettbewerbsauslobung und -auswertung waren bei den Modellvorhaben unterschiedlich konsequent, zum Beispiel wurde:

- in Urbach der Passivhaus-Standard im Wettbewerb vorgegeben und diese Anforderung vom Bürgermeister im Kolloquium auch deutlich als Muss kommuniziert.
- in Bad Urach in der Wettbewerbsausschreibung nur eine Aussage zum Energiekonzept verlangt, aber kein bestimmter Standard vorgegeben. Der Siegerentwurf hat Alternativen bezüglich des energetischen Standards hergeben, was mitentscheidend für den Wettbewerbserfolg war.

- in Ulm der durch den kommunalen Beschluss der Passivhaus-Standard im Wettbewerb vorgegeben, aber die Beurteilung der Klima- und Energiepotenziale wurde in der Wettbewerbsauswertung vernachlässigt, im Vordergrund stand der Städtebau.

Kommunale Klimaschutz- und Energiekonzepte sind entstanden und in Planung

In den Modellvorhaben-Kommunen findet in den letzten Jahren – wie insgesamt in Deutschland – eine verstärkte Auseinandersetzung mit gesamtstädtischen Klimaschutzkonzepten und energetischen Zielsetzungen statt, gepusht auch durch Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene (zum Beispiel die Kommunalrichtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit). Dazu gehören Klimaschutzkonzepte, Energieleitlinien und Teilnahmen am European Energy Award. Für die Umsetzung der Konzepte werden in den Kommunen Energie- und Klimaschutzbeauftragte eingestellt.

Die Arbeit mit solchen Konzepten ist in den größeren Städten der Modellvorhaben zwischenzeitlich selbstverständlich. Für kleinere Gemeinden wie zum Beispiel Urbach, Schwaigen-Grafenaschau und Wustrow fehlen Gesamtkonzepte noch, dort wird dies eher auf Kreisebene thematisiert.

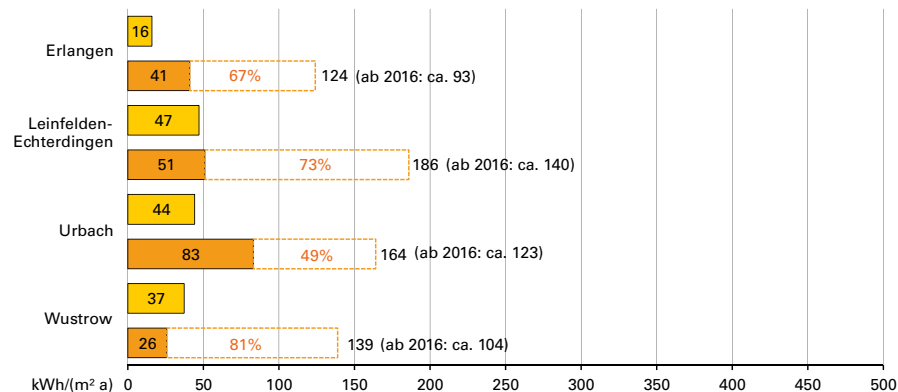
Auf die Entscheidungen zu und in den Modellvorhaben hatten auf Klimaschutz und Energie bezogene Gesamtkonzepte noch keine Auswirkungen. Aber bei weiteren Projekten geht es natürlich immer auch darum, die Gesamtziele dieser Konzepte im Einzelnen zu berücksichtigen.

Angestrebte Energieeffizienzstandards – Unterschreitung der Anforderungen der EnEV 2009 und Passivhaus-Standard

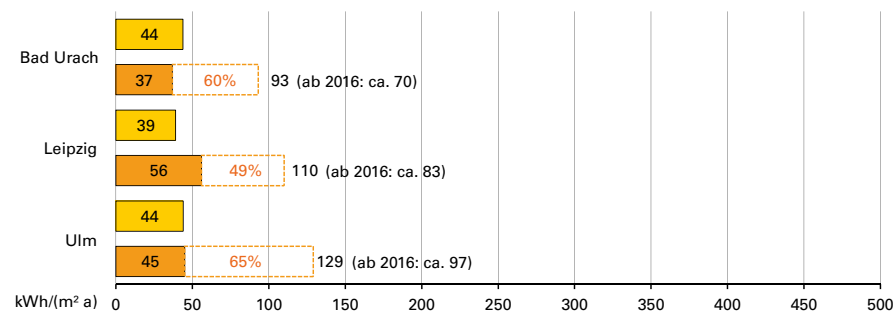
Alle Modellvorhaben haben einen Niedrigstenergiegebäude-Standard angestrebt und unterschreiten nach ihrer Bedarfsberechnung die EnEV 2009 – bezogen auf den Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes – um mindestens 45 Prozent, mehr als die Hälfte der Projekte unterschreitet sie um 60 Prozent und mehr.

Abbildung 5:
Geplanter Energiebedarf

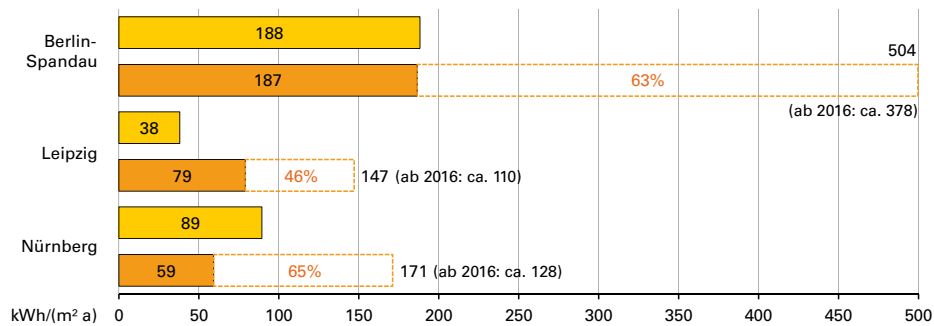
Kindertagesstätten



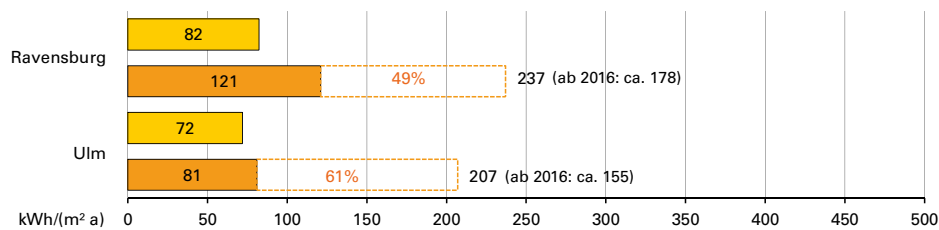
Schulen



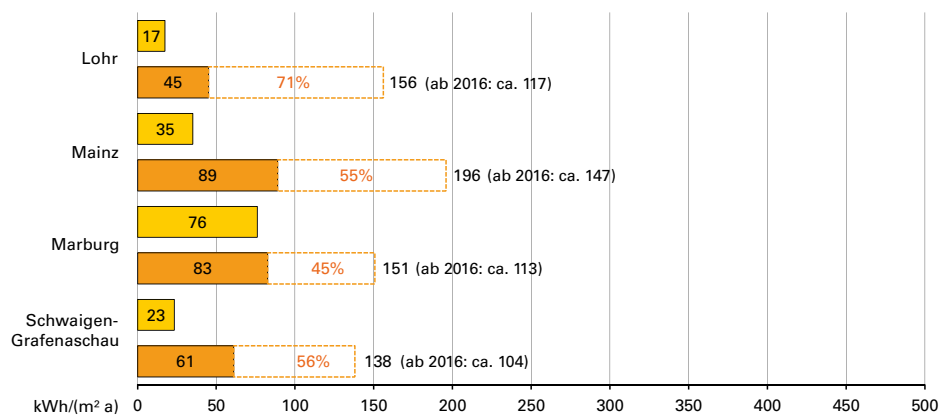
Sporthallen



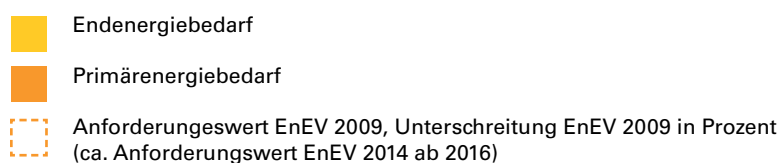
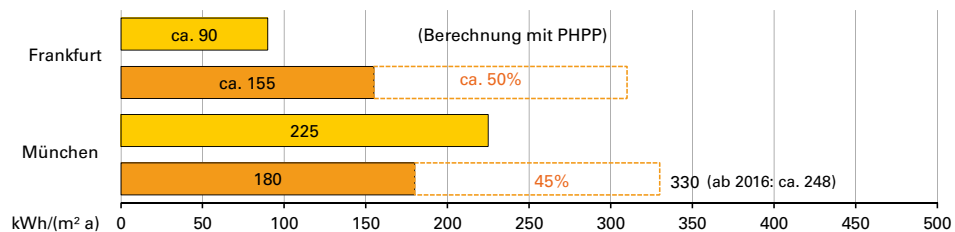
Mensen



Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude



Kliniken



Bei der Mehrzahl der Projekte bestand aufgrund politischer Vorgaben oder als Entscheidung für den Einzelfall die Absicht, den Passivhaus-Standard zu erreichen. Dieser stand sowohl in der Bearbeitung der Fachleute als auch in der Kommunikation mit Bauherren, Politik und Öffentlichkeit im Vordergrund.

In Lohr und Wustrow war es darüber hinaus Ziel, die Gebäude als Plus-Energie-Haus zu bauen. Sie wurden als Passivhäuser konzipiert und die Energieerzeugung wurde unter der Verwendung von Umwelt- und Solarenergie optimiert. Viele beteiligte Architekten und Ingenieure haben auch an Weiterbildungen zum Passivhaus-Planer teilgenommen.

Tabelle 4:
Übersicht zu den geplanten Energieeffizienz-Standards

Modellvorhaben	KfW-Effizienzhaus in Bezug auf EnEV 2009	Passivhaus und andere
Kindertagesstätten		
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	KfW-Effizienzhaus 40	
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg	KfW-Effizienzhaus 40	Passivhaus (Einzelfallentscheidung)
Urbach: Kinderhaus am Drosselweg	KfW-Effizienzhaus 55	Zertifiziertes Passivhaus (Einzelfallentscheidung)
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	KfW-Effizienzhaus 40	Plus-Energie-Gebäude
Schulen, Sporthallen, Schulmensen		
Bad Urach: Kaufmännische Schule	KfW-Effizienzhaus 40	Passivhaus (Einzelfallentscheidung)
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	KfW-Effizienzhaus 55	Passivhaus (Politischer Beschluss)
Nürnberg: Sporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium	KfW-Effizienzhaus 40	Passivhaus (Politischer Beschluss)
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schule und Mensa	KfW-Effizienzhaus 40	Zertifiziertes Passivhaus (Politischer Beschluss)
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	KfW-Effizienzhaus 55	Zertifiziertes Passivhaus (Einzelfallentscheidung)
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	KfW-Effizienzhaus 40	
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude		
Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke	KfW-Effizienzhaus 40	Plus-Energie-Gebäude
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	KfW-Effizienzhaus 55	
Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt	KfW-Effizienzhaus 55	Passivhaus (Politischer Beschluss)
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	KfW-Effizienzhaus 55	
Kliniken		
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst (nach PHPP)	KfW-Effizienzhaus 55	Passivhaus (Politischer Beschluss)
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching (1. BA)	KfW-Effizienzhaus 55	teilweise Passivhaus (Einzelfallentscheidung)

Laien vermuten oftmals, dass ein Passivhaus einen höheren energetischen Standard aufweise als die an der Unterschreitung der EnEV 2009 ausgerichteten Standards KfW-Effizienzhaus. Das muss nicht zutreffen. Beide Standards sind nicht vergleichbar, weil in die jeweiligen Rechenansätze Unterschiedliches einbezogen wird. Dass ein Passivhaus nicht unbedingt in jeder Hinsicht „der höchste Standard“ ist, zeigte sich zum Beispiel beim Modellvorhaben in Urbach. Das Kinderhaus ist als ein zertifiziertes Passivhaus geplant, bei den Berechnungen nach EnEV erreicht es aber „nur“ den Standard KfW-Effizienzhaus 55 aufgrund seines gasbetriebenen Blockheizkraftwerkes. Das enttäuschte den Bauherrn, zumal es sich auch auf die KfW-Förderung auswirkt. Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen – auch als Passivhaus geplant – bestand zuerst die gleiche Situation. Durch die nachträglich eingeplante und eingerechnete Photovoltaik-Anlage, deren Strom im Objekt selbst genutzt wird, wird eine Unterschreitung der EnEV 2009 von 73 Prozent, das heißt ein KfW-Effizienzhaus 40, erreicht.

Die Bewertungskriterien für den Passivhaus-Standard bei Nichtwohngebäuden sind relativ einfach zu kommunizieren, es sind die vom Wohnungsbau abgeleiteten Werte. Im Wesentlichen sind es:

- Heizwärmebedarf von $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
(alternativ Heizlast von $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$)
- für das Kühlen ein Nutzkältebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
- gesamter Primärenergiebedarf $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
- Luftdichtheit: Druckluftwechsel $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Dabei unterscheiden sich zum Beispiel die Werte für den Heizwärmebedarf oder den Primärenergiebedarf nach PHPP-Berechnungen von den mit dem gleichen Begriff bezeichneten Werten nach EnEV-Berechnungen. Für den Primärenergiebedarf wird zum Beispiel beim PHPP der gesamte Elektrobedarf eingerechnet, bei der EnEV dagegen nur der Anlagenstrom.

Der Heizwärmebedarf und die Luftdichtheit stehen bei der Passivhaus-Zertifizierung im Vordergrund. In welchem Umfang die – noch benötigte – Energie aus nachwachsenden Rohstoffen stammt, ist nicht gleichermaßen entscheidend.

Der regelmäßig durchgeführte (und auch für die KfW-Förderung benötigte) Blower-Door-Test zur Überprüfung der Luftdichtheit zeigt, ob die angestrebten Ergebnisse auch tatsächlich erreicht werden. Diese Prüfmethode wird von den Beteiligten als sehr hilfreich beurteilt, auch wenn die Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit manchmal schwierig ist. Bei den Modellvorhaben waren teilweise mehrere Blower-Door-Tests und jeweils sorgfältige Nacharbeiten notwendig, bis die Ergebnisse passten.

Nur bei wenigen Bauvorhaben ist wegen des Aufwands beabsichtigt, den Passivhaus-Standard auch zertifizieren zu lassen. Eine Zertifizierung erscheint für die Praxis kommunaler Bauvorhaben oftmals als nicht notwendig, die beteiligten Fachleute können das selber berechnen und überprüfen. Die Kosten für die Zertifizierung werden gespart, wenn die Bescheinigung nicht als Vorteil für die politische Kommunikation benötigt wird. Ein guter Zertifizierungsprozess kann allerdings auch dazu genutzt werden, den gesamten Planungsprozess daraufhin zu verifizieren und mit einer zusätzlichen Fachberatung durch den Zertifizierer – die zur Passivhaus-Zertifizierung jedoch nicht grundsätzlich dazugehört – einen größeren Nutzen zu erzielen, der auch den Aufwand rechtfertigt. Daraus können sich aber auch unklare Rollenstrukturen im Verhältnis von Passivhaus-Beratung und bauphysikalischer Fachplanung ergeben. Bisher gibt es in Deutschland neben dem Passivhausinstitut neun akkreditierte Passivhaus-Zertifizierer². Bei dem Klinikum Frankfurt Höchst ist das Passivhausinstitut im gesamten Prozess intensiv beteiligt, weil noch Forschungsbedarf besteht, um den Passivhaus-Standard für Kliniken zu definieren.

Differenzierter sind die Kriterien bei den an der Energieeinsparverordnung 2009 – der gesetzlichen Vorgabe – orientierten Standards. Die Niedrigstenergie-Bauweise ist für die Modellvorhaben mit den Standards KfW-Effizienzhaus 55 und 40 als Unterschreitung der EnEV 2009 um mindestens 45 bzw. 60 Prozent bezogen auf den Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes beschrieben. Auch dass sich die EnEV in der Vergangenheit in relativ kurzen Abständen geändert hat, hat dazu beigetragen, dass sich bislang in der Breite der Bevölkerung noch wenig Vorstellung von diesem Standard entwickelt hat. Für das öffentliche Interesse ist der Klimaschutz besonders wichtig, dementsprechend steht

(2)
www.passiv.de/de/03_zertifizierung/03_zertifizierer/01_auorisiert/01_auorisiert.php, Stand 20.11.2012 bf.pdf, Abruf 15.11.2012

der Primärenergiebedarf hier stärker im Vordergrund. Gebäude, die fossile Brennstoffe benutzen und keine oder wenige erneuerbare Energien, erreichen ungünstigere Werte. Für die Beurteilung der energetischen Qualität ist es allerdings auch wichtig, dass tatsächlich wenig (End-)Energie verbraucht wird und dass sich nicht bei durchschnittlichem Endenergiebedarf nur durch die Nutzung eines Energieträgers mit sehr gutem Primärenergiefaktor ein geringer Primärenergiebedarf ergibt.

Die für das baurechtliche Verfahren und gegebenenfalls eine Förderung notwendigen Berechnungen der Standards nach EnEV werden, wenn man ein Passivhaus plant, teilweise als Doppelaufwand angesehen. Das planerische Interesse an den Ergebnissen der Berechnungen ist geringer, dementsprechend werden die Berechnungen oftmals nur zu dem Zeitpunkt durchgeführt, wenn sie für das Verfahren gebraucht werden. Die Genehmigungsbehörden in den Kommunen akzeptieren teilweise die Passivhaus-Berechnung und verlangen keinen zusätzlichen EnEV-Nachweis. Die Landkreise bzw. die kreisfreien Städte, großen Kreisstädte und die kreisangehörigen Gemeinden bei einer Delegation genehmigen sich ihre kommunalen Bauvorhaben selbst.

Die unterschiedlichen Ergebnisse von beiden Berechnungsverfahren können auch Anlass für Irritationen und taktischen Einsatz sein, zum Beispiel bei der Frage auf welche Werte die Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufbauen sollen. Bei der nach beiden Verfahren berechneten Berufsschule in Bad Urach ergibt der EnEV-Nachweis einen Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2) von 99.134 kWh/a, der Passivhausnachweis einen Energiekennwert für die Heizwärme von 58.843 kWh/a. Wenn man auf die Einsparung abheben möchte, könne man besser mit dem EnEV-Nachweis arbeiten. Der Nachteil bei der EnEV ist, dass die Bedarfswerte bislang relativ hoch angesetzt sind – höher als der tatsächliche Bedarf. Wenn es um absolute Werte geht, ist der Passivhaus-Nachweis, dessen Berechnungsansätze verbrauchsbereinigt sind und damit näher am realen Verbrauch liegen, praktischer. So habe man gegebenenfalls auch gute Begründungen, je nachdem was man politisch durchsetzen möchte.

Es wird festgestellt, dass insgesamt ein „schönes Durcheinander“ bei den Begrifflichkeiten und Berechnungsweisen herrsche.

Grundsätzlicher ist jedoch die Frage, ob beim Passivhaus-Standard die Übertragung von Ansätzen aus dem Wohnungsbau auf Nichtwohngebäude den sehr differenzierten Nutzungsprofilen bei der kommunalen Infrastruktur gerecht wird. Die auf der EnEV basierenden KfW-Standards gehen dagegen mit den unterschiedlichen Referenzgebäuden für Nichtwohngebäude von differenzierteren Ansätzen aus. Allerdings ist die Bilanzierung, für die man sich in Deutschland entschieden hat, für die Auslegung der Technik sehr pauschal, weil nur bestimmte Nutzungsfälle (zum Beispiel warmer Sommertag und kalter Wintertag) betrachtet werden und nicht der Gesamtverlauf. Dem Nutzungsgeschehen und den Jahres- und Tageszeiten besser gerecht werden ganzjährige thermische Simulationen, wie sie teilweise zum Beispiel bei den Modellvorhaben in Bad Urach und Nürnberg durchgeführt wurden.

Ganzheitliche Ressourceneffizienz – wie wird sie umgesetzt?

Das Ziel, ein Niedrigstenergiegebäude zu planen und zu bauen, wird von den Beteiligten als Herausforderung gerne angenommen, zu äußersten Optimierungsanstrengungen und auch zur Entwicklung innovativer Lösungen genutzt. Darauf sind Architekten, Ingenieure und Bauherren in der Regel auch stolz. Nicht zuletzt auch als Leistungs- und Innovationsanreiz müsse es definierte anspruchsvolle Standards geben. Mit erheblicher Nachdenklichkeit sprechen die Beteiligten Architekten, Ingenieure und Bauherren aber auch die Risiken und Unverhältnismäßigkeiten an, die mit den ehrgeizigen Zielen verbunden sein können:

- Probleme bei der Umsetzung auf der Baustelle, insbesondere auch weil Baufirmen und Handwerker die hohen Anforderungen (noch) nicht beherrschen oder die Produkte noch nicht ausgereift sind.
- Unverhältnismäßig teurer Aufwand für die „letzten noch einzusparenden Kilowattstunden Energiebedarf“, um die hohen Standards zu erreichen, ein Aufwand, der manchmal auch als unsinnig und überflüssig angesehen wird.

Beispiele für letzteres sind eine teure Verschattungsanlage an einem großen Nordfenster, die für die Zertifizierung bei der Mensa in Ravensburg noch notwendig war.

In Wustrow ergaben sich bei der Kindertagesstätte aus der vorübergehend notwendigen Einrichtung einer Küche Schwierigkeiten, den Plus-Energie-Standard zu halten.

Die Beteiligten sehen eine umfassende Ressourceneffizienz als eigentliches Ziel an, gegebenenfalls auch in Verbindung mit neuen innovativen Nutzungskonzepten. Zum Beispiel will der Turn- und Sportverein Spandau bei Nutzung und Bauweise neue Wege gehen: Das Sportzentrum ist als Sport-, Gesundheits- und Begegnungszentrum für den Bedarf in einem Stadtgebiet, in dem viele Arbeitslose, Kinder und aus dem Ausland zugewanderte Menschen leben, geplant. Bei der Bauweise wird neben dem angestrebten Niedrigstenergiegebäude-Standard besonderer Wert auch auf die Verwendung nachhaltiger Materialien gelegt (Holzbauweise, Ausfachung mit Strohballen, Stampflehmwände und anderes). Die Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow wird zum Beispiel auch als pädagogisches Zentrum gesehen, um das Umweltbewusstsein der Kinder und ihrer Eltern zu stärken. Dieses Ziel beeinflusste zum Beispiel das Raumkonzept mit guten Möglichkeiten zur Mehrfachnutzung, die Farbgestaltung, die Visualisierungen des energetischen Geschehens im Gebäude für Kinder und Erwachsene sowie die aktive Öffentlichkeitsarbeit.

Beispiel Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow: Visualisierung des Energiekonzepts und der solaren Energieerzeugung

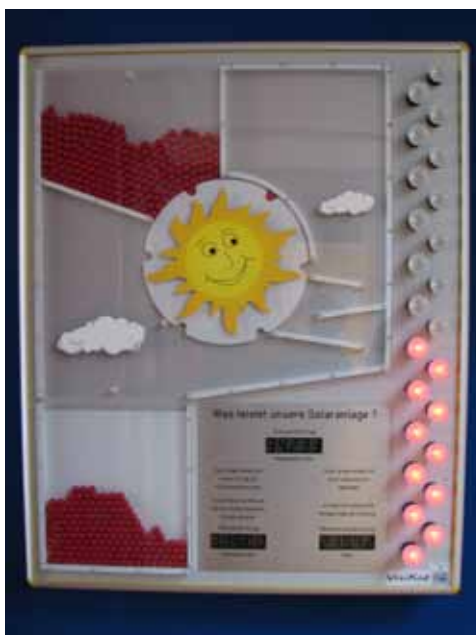


Foto: Weeber+Partner

Zu den Leitbildern gehört es, über bloße Energieeffizienz hinausgehend mit komplexen Ansätzen nach nachhaltigen Lösungen zu suchen. Dementsprechend wichtig ist vielen Projektbeteiligten, dass die architektonische und städtebauliche Qualität, die Nutzerfreundlichkeit des Gebäudes und die Akzeptanz durch die Nutzer nicht durch einen zu einseitigen Vorrang der Energieeinsparung zu kurz kommen. Auch gilt es, im Hinblick auf die ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit abzuwägen, inwieweit die Maßnahmen zur Minimierung des Energiebedarfs den Aufwand rechtfertigen und ob der Aufwand Sinn macht. „Es geht grundsätzlich nicht um Energieminimierung, sondern um Effizienz in Betrachtung der Menschen und ihres Wohlbefindens, Effizienz dabei, wie wir unser Leben in und mit den Gebäuden einrichten“ (Georg Sahner beim Workshop der Modellvorhaben im Oktober 2012). Im Zuge der konsequenten Bemühungen, den angestrebten Niedrigstenergiegebäude-Standard zu erreichen, darf es aber nicht passieren, dass dieses Ziel mit „Scheuklappen“ für andere Belange verfolgt wird. Generelle politische Vorgaben, zum Beispiel alle Neubauten im Passivhaus-Standard zu bauen – ohne Spielräume im Einzelfall davon abzuweichen –, werden dementsprechend auch wieder in Frage gestellt, wie zum Beispiel aus Leipzig berichtet wurde.



Foto: Weeber+Partner



Foto: Weeber+Partner

Das Vorgehen bei der Kaufmännischen Schule in Bad Urach, auf einen sehr hohen energetischen Standard hinzuarbeiten und dann vom Einzelfall her über den zu realisierenden Standard zu entscheiden, wurde von den Beteiligten positiv bewertet.

Aufbauorganisation und Ablaufplanung – welche Lösungen sind günstig?

Die in hohem Maße energieeffizienten Gebäude sind naturgemäß aus der Integration der Beiträge mehrerer spezialisierter Disziplinen hervorgegangen. Es gibt aber erhebliche Spielräume bei der Rollenverteilung, der Aufbauorganisation. Funktionen, die zwingend wahrgenommen werden müssen sind:

- Bauherrschaft – für Zielvorgaben, Abnahmen, nicht delegierbare Rechtsgeschäfte
- Projektsteuerung – Vertrags-, Kosten-, Termin- und Qualitätsmanagement
- Bauentwurf und architektonische Gestaltung durch Architektenschaft – ganzheitliches Konzept aus einem sukzessive zu entwickelnden Ansatz mit Integration der
- Ingenieurbeiträge – Baukonstruktion, Bauphysik, gebäudetechnische Ausrüstung
- Steuerung und Überwachung der Bauausführung
- kaufmännische Aufgaben.

Die Spielräume bei der Rollenverteilung bestehen darin, dass eine Person (oder Stelle) mehrere dieser Funktionen in Personalunion übernehmen kann oder dass diese Funktionen deutlich getrennt oder sogar auf weitere Schultern verteilt werden können. Welche Wahl getroffen wird, hängt in erster Linie mit der Größe des Projekts zusammen, in zweiter Linie mit dem Grad der Spezialisierung, der vorausgesetzt werden muss, in dritter mit schon vorher bestehenden Teamstrukturen.

In einem der kleinsten Modellvorhaben – in Schwaigen-Grafenaschau – waren es ein Bürgermeister, ein Architekt und ein GTA-Ingenieur, die das Projekt durchzogen, und zwar in kürzester Zeit. Der Architekt hatte zu Beginn der Planungsarbeit eigens noch einen Kurs für Energieberatung absolviert. Beim Erlanger Kinderhaus weist die Verwaltung auf den Vorteil der Bündelung der ganzen Planung und Bauleitung im „eigenen Hause“ hin (einzige Ausnahme HLSE). Bei den größten Modellvorhaben, zwei Kliniken, ist neben den komplexen Strukturen auf der Bauherrenseite und großen Architekturbüros eine sehr große Zahl von Spezialisten am Werk und allein die Vorbereitungs- und Entwurfsphasen ziehen sich über Jahre hin. Es bleibt bei zunehmender Projektgröße und -dauer auch nicht aus, dass Teammitglieder oder sogar leitende Figuren ausfallen oder ausgewechselt werden müssen – mit allen Risiken in Bezug auf Informations-, Qualitäts-, Zeit- und Geldverluste.

Beispiel Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium Nürnberg: Leistungsbild der bauphysikalischen Baubegleitung durch unabhängige Sachverständige

1. Energiekonzepterstellung unter wirtsch. Gesichtspunkten
2. Parallele Berechnungen nach DIN 18599 und mit dem PHPP
3. Wirtschaftlichkeitsberechnungen versch. Ausführungsvar.
4. Luftdichtheitskonzept
5. Energiekonzeptbericht
6. Wärmebrückenfreie Detailentwicklung
7. Unterstützung des Planungsteams bei der Vergabe
8. Strömungssimulation für die Sporthalle zur Festlegung der Anlagentechnischen Parameter
9. Thermische Simulation für den Sommerlichen Wärmeschutz für ein Klassenzimmer und die Sporthalle
10. Tageslichtsimulation für das Klassenzimmer
11. Drei Luftdichtigkeitstests
12. Objektüberwachung
13. Mitwirkung bei Regelungskonzepten und Schlussabnahmen

Spielraum gibt es auch dabei, wer unter den Projektbeteiligten die Rolle des Energieeffizienz-Koordinators übernimmt. Es gibt keinen Projektbeteiligten, dem die Rolle automatisch zugewiesen ist. Dafür prädestiniert wären der Architekt, sofern er es kann, oder vor allem der Bauphysiker, wenn er nicht zu spät ins Projekt dazukommt. HLS-Planer sind für die Rolle nicht geeignet, da sie sich zu sehr auf die Technik konzentrieren. Im schlechtesten Fall wird die Rolle nicht (eindeutig) vergeben und ausgefüllt. Aus den Erfahrungen in den Modellvorhaben zeigt sich, dass es zu empfehlen ist, einen Energieeffizienz-Koordinator zu bestimmen, der für definierte Aufgaben von der Planung bis zur Ausführungsüberwachung zuständig ist. Beim Nürnberger Modellvorhaben hat die Koordination der Energieeffizienz eine „bauphysikalische Baubegleitung“ von der Konzepterstellung bis zur Schlussabnahme übernommen.

Zentral für jedes Maß und jede Art der Teambildung bleibt stets die Frage der Integration: Sind die Beteiligten sowohl willens als auch in der Lage, sich in ein zunehmend komplexes Ganzes einzuarbeiten? Wie steht es mit der Überschaubarkeit in jedem der Zuständigkeitsbereiche? Schwierigkeiten sind darin zu sehen, dass es dabei für den Spezialisten um Kompromisse gehen wird – Gebäudetechnik versus Tragwerk, Raumklima versus Akustik, etc.. Offenheit für neue oder neu gewichtete Belange ist gefordert, es gilt ein ständiges „try harder.“ Die Abstimmungszyklen in der Planung müssen enger, vielseitiger und zahlreicher sein als in herkömmlichen Planungsprozessen. Die Koordination und Führung dieses größeren Teams mit differenzierteren Aufgaben wird zu einer höchst anspruchsvollen Aufgabe. Aus Sicht der an den Modellvorhaben beteiligten Planer werden die Honorarordnungen (und auch die übliche Vertragspraxis) dem nicht mehr gerecht. Die Honorarordnungen vor 2013 sind auf diese Belange zu wenig eingegangen, dies wurde in der Honorarordnung 2013 reformiert. Durch die Möglichkeit der Gewichtung der Aspekte der Projekte in der neuen Honorarordnung können sie einfacher in eine angemessene Honorarzone eingeordnet werden. Wie schon seit jeher bei Modellvorhaben und Wettbewerben aller Art zu beobachten war, beruht das Engagement der Fachleute erkennbar stark auf ideellen Motiven. Im Interesse der Sache muss aber auch eine wirtschaftliche Nachhaltigkeit für die Beteiligung an so komplexen und nicht risikolosen Planungen gesichert werden.

Ablaufplanung

Die Ablaufplanung wird, was die zeitliche Abfolge betrifft, von der Aufbauorganisation im Prinzip wenig beeinflusst. Allerdings werden Abstimmungsschritte häufiger nötig, die Wege länger, die Kommunikation der Inhalte anspruchsvoller (Zeichnungen, Schriftliches) sowie die Entscheidungsprozesse aufwändiger, wenn das Team stark gegliedert ist und die Verantwortlichkeiten weit verteilt sind.

Besonders wichtig ist die Rechtzeitigkeit der Untersuchungen und Entscheidungen. Entscheidungen müssen auf zutreffende und vollständige Informationen gegründet werden können und sie müssen in der Reihenfolge getroffen werden, die am meisten Freiheiten für künftige weitere Entscheidun-

gen gewährleisten – es kommt darauf an, sich mit der Reihenfolge der Festlegungen möglichst nichts zu verbauen.

Eine bekannt problematische Erscheinung ist die sukzessive Ausweitung von Projekten im Verlauf der Planung – man begnügt sich nicht damit, das Objekt im Rahmen des einmal beschlossenen Bauprogramms so gut und kostengünstig wie möglich zu realisieren, sondern es werden neue Ziele hinzugefügt, bisher gültige vielleicht geändert. Dies wirft die logische Ordnung für das Arbeiten der Planungsaufgabe durcheinander, es müssen Planungsschritte wiederholt und neu mit fortgeschrittenen Planungsleistungen koordiniert werden.

Solche „Aufstockungen“ gab es zum Beispiel bei der kleinen Ravensburger Schülermensa. Sie betrafen zunächst die energetische Konzeption: Über die ursprüngliche, an der EnEV und strengen Sparvorgaben ausgerichtete Planung hinaus kam aus der Stadtverwaltung der Vorschlag, auf Passivhaus-Standard aufzurüsten und aus dem Gemeinderat noch der Beschluss, dessen Realisierung auch zertifizieren zu lassen. Zum anderen entstand, ebenfalls im politischen Raum, die Idee und Entscheidung, sich mit diesem Projekt um einen regionalen Architekturpreis zu bewerben. Dies war das Signal, das möglicherweise etwas spartanisch anmutende Konzept kurz vor Baubeginn zu überarbeiten und die Mensa mit einer interessanten, in den Dachbereich hinein reichenden Verglasung zu versehen – mit großem Gewinn für die Qualität des Raumes und mit Erfolg im Architekturwettbewerb. Die unzeitigen Entscheidungen hatten hier in der Sache keine Nachteile – auch wurde die Mensa dann in Rekordzeit gebaut –, sie haben aber kontrovers diskutierte Kostenerhöhungen mit sich gebracht.

Erhebliche Störungen der Abläufe werden von Planänderungen während der Bauphase verursacht, zudem haben sie regelmäßig Nachforderungen der Baufirmen zur Folge. In den Modellvorhaben werden Ausfälle bei den Baufirmen thematisiert, da sie besonders weitreichende Folgen haben können. Beklagt wird die unzureichende Wahlmöglichkeit für die Auftraggeber: Bei kritischen Gewerken – in den Modellvorhaben sind dies viele – müsste die Qualifikation im Vordergrund stehen, aus verschiedenen Gründen muss jedoch praktisch regelmäßig der billigste Bieter beauftragt werden.

Deshalb wurde zum Beispiel für die Schweizer Praxis plädiert, den Billigsten grundsätzlich auszuschließen. (Der Preis bliebe in Deutschland dennoch das ausschlaggebende Vergabekriterium, kein Auftraggeber gehe das sonst drohende Prozess- und Schadensersatzrisiko ein.) Oft ist sowohl die Qualifikation als auch die wirtschaftliche Stabilität eines Unternehmens schwer zu beurteilen. Uneinbringliche Leistungen aber stellen ein kaum kalkulierbares Risiko für die Termin- und Kostensteuerung dar, gleich ob sie durch fachliches Versagen oder Insolvenz der Firma verursacht sind. Von Fällen beider Art wird aus den Modellvorhaben berichtet. Darüber hinaus macht sich ein Mangel an qualifizierten Betrieben generell bemerkbar, der bei der zurzeit guten Konjunktur zum Problem für Kosten und Termine der Projekte wird.

Erweiterung des Kreises der Beteiligten im Planungs- und Bauablauf und vor der Übergabe

Mit der Umsetzung des Bauprogramms und der ergänzenden qualitativen Zielvorgaben in der Leistungsphase 2 – Vorentwurf – konkretisiert sich auch der spätere Bedarf an speziellen Planungsleistungen. Die Untersuchung der räumlichen Organisation und Gestalt des Bauwerks zeigt die Anforderungen an Baukonstruktion und Gebäudetechnik auf und macht deren wechselseitige Abhängigkeiten erkennbar. Es ist von großem Nutzen, die Fachingenieure von Anfang an in den Entwicklungsprozess einzubeziehen, selbst wenn deren eigentliche Projektierung erst später einsetzt – sie

müssen in den frühen Phasen des Gebäudeentwurfs laufend bewerten, ob die Rahmenbedingungen für ihre Aufgaben günstig sind oder ob und wann mit Schwierigkeiten oder zu hohen Kosten zu rechnen ist. Bei den Modellvorhaben wird immer wieder betont, dass die Weichen für einen wirtschaftlichen Entwurf – hier nämlich mit dem räumlichen Konzept und den Baukonstruktionen gut harmonisierte Systeme – in den frühen Phasen der Planung gestellt werden. Es gibt allerdings auch Teilplanungen, die später einsetzen können oder zumindest keine laufende Mitwirkung erfordern.

Kostenermittlung – wie geht man vor?

Die Erwartungen an die Aussagekraft der Kostenermittlung werden immer höher, die Methoden werden damit anspruchsvoller und die Zeitpunkte, zu denen möglichst detailliert gegliederte Kosten vorliegen sollen, werden immer früher angesetzt – zum Beispiel gewerkeweise Kostenanschläge schon zur Entwurfsplanung (Leistungsphase 3). Dies ist umso komplizierter und damit unsicherer, wenn es um innovative Projekte geht, zu denen noch keine oder wenig Erfahrungswerte aus eigenen oder fremden vergleichbaren Projekten vorliegen. Als Entscheidungsgrundlage für den zu realisierenden energetischen Standard werden die Mehrkosten des angestrebten Energiestandards gegenüber dem gesetzlichen Standard betrachtet. Für die meisten Modellvorhaben war dies die EnEV 2009. Oft müssen für einen Vergleich mehrere Varianten entwickelt und auf ihre Wirtschaftlichkeit geprüft werden.

Tabelle 5:
Überblick über die Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276 (2006)

Stufe	Leistungsphase	Gliederung
Kostenrahmen	Grundlagenermittlung (Lstph. 1)	Gesamtkosten, Bauwerkskosten
Kostenschätzung	Vorplanung (Lstph. 2)	bis zur 1. Ebene (7 Kostengruppen) (z.B. KG 300 Bauwerk - Baukonstruktionen)
Kostenberechnung	Entwurfsplanung (Lstph. 3)	bis zur 2. Ebene (z.B. 330 Außenwände)
Kostenanschlag	Ausführungsplanung (Lstph. 5), Mitwirkung bei der Vergabe (Lstph. 7)	bis zur 3. Ebene (z.B. 331 Tragende Außenwände)
Kostenfeststellung	Inbetriebnahme	

Eigene Darstellung

Vom Kostenrahmen zum Kostendeckel

Den ersten Kostenrahmen stellen die öffentlichen Bauherren in der Regel ohne einen vorliegenden Entwurf auf der Basis von veröffentlichten Indizes und eigenen Erfahrungswerten zum entsprechenden Gebäudetyp auf. Einbezogen werden Annahmen von (Mehr-)Kosten für den angestrebten energetischen Standard. Als Begriff für die erste Stufe der Kostenermittlung ist der Kostenrahmen seit 2006 in der DIN 276 verankert. Bei den Modellvorhaben gab es unterschiedliche Schritte vom Kostenrahmen zu einem Kostendeckel, der einzuhalten war.

Bei Modellvorhaben, bei denen der Kostenrahmen – „die erste Zahl“ – direkt zum im Haushalt festgelegten Kostendeckel wurde, kritisieren dies die kommunalen Projektverantwortlichen. Die Unsicherheiten sind groß, wenn man an einer über die Quadratmeter und Erfahrungswerte geschätzten Zahl gemessen wird oder wenn ein nicht unmittelbar am Projekt Beteiligter auf der Basis von Indizes einen – gegebenenfalls unrealistischen – Wert festlegt. Dementsprechend waren in diesen Fällen im Projektverlauf Anpassungen der Kosten nach oben notwendig.

Höher war die Kostensicherheit des Deckels bei Modellvorhaben, bei denen auf der Basis einer Vorplanung oder eines Wettbewerbsentwurfs Varianten unterschiedlicher Energieeffizienzstandards und Anlagentechnik mit Investitions- und

Nutzungskosten berechnet wurden. Als Deckel wurden die Kosten der vom Gremium entschiedenen Variante angesetzt.

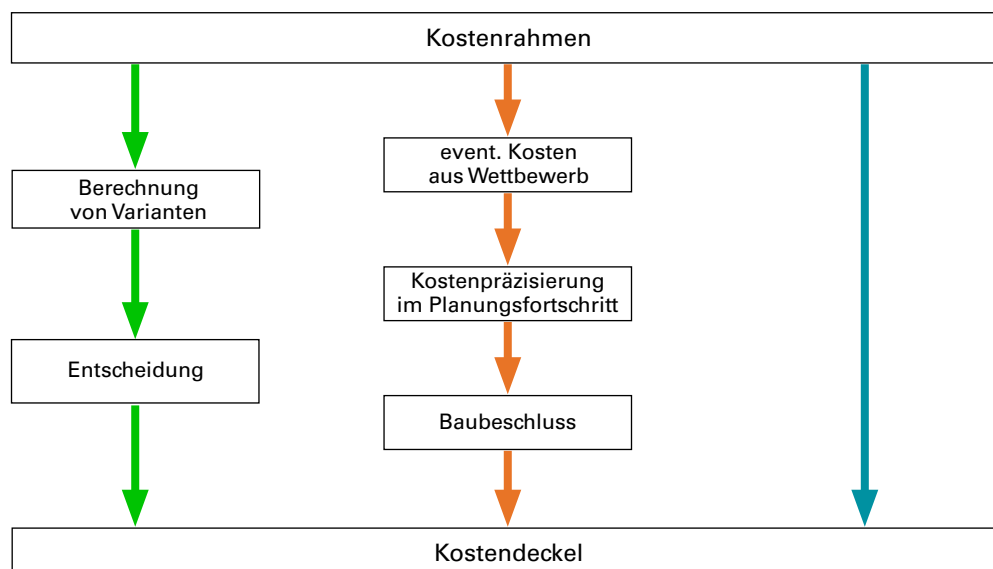
Die Ermittlung des Kostendeckels erfolgte bei anderen Modellvorhaben in mehreren Schritten entsprechend der Kostenermittlung nach DIN 276. Ausgehend vom Kostenrahmen und gegebenenfalls mit einer Kosteninformation aus dem Wettbewerb wurden die Kosten im Planungsfortschritt präzisiert und mit dem Baubeschluss wurde ein Kostendeckel festgelegt.

Sukzessive Ermittlung der Kosten

Bei Modellvorhaben, bei denen die Energieeffizienz zwar von Anfang eine Rolle spielte, das konkrete Ziel und dessen Umsetzung aber noch offen waren, ist man bei der Kostenermittlung eher empirisch vorgegangen und hat ergebnisoffen sukzessive untersucht, zu welchen Kosten welcher Standard erreichbar wäre. Es waren eher kleinere Projekte bis zu Gesamtkosten von etwa 3 Millionen Euro, bei denen teilweise so vorgegangen wurde. Im Planungsprozess wurde austariert, was planerisch, technisch und kostenmäßig möglich ist, teilweise in mehreren Schleifen.

Schrittweise erfolgte die Kostenermittlung auch bei Projekten, bei denen der energetische Standard im Planungsprozess erhöht wurde. In diesen Fällen war eine Anpassung des ursprünglichen Kostenrahmens um die Mehrkosten des neuen Standards erforderlich.

Abbildung 6:
Schritte vom Kostenrahmen zum Kostendeckel



Eigene Darstellung

Wirtschaftlichkeit und Lebenszykluskosten

Wenn früher die Investitionskosten bei der Suche nach einem wirtschaftlichen baulichen Konzept sehr im Vordergrund standen, so ist diese Betrachtungsweise sukzessive durch eine Fokussierung auf Baunutzungskosten ersetzt worden. Dabei wird im Wesentlichen die DIN 18960 angewandt. Hier stehen laufende Betriebs- und Instandhaltungskosten gleichrangig neben den Kapitalkosten (der Investition). Unter dem Begriff Lebenszykluskosten-Betrachtung wird dieser Ansatz noch etwas erweitert. Bei den Modellvorhaben wurde bei fünf der 16 Projekte der Investitionsentscheidung eine Lebenszyklus-Betrachtung der Nutzungskosten zu Grunde gelegt. Es wird versucht, die Kosten der Gebäudenutzung tiefer zu gliedern und entsprechend der Entwicklung des Gebäudealters zu staffeln (Instandhaltungszyklen) bis – theoretisch – auch der Abbruch des Gebäudes in der Rechnung erscheint. In der Praxis kann diese Betrachtungsweise einige Möglichkeiten zur Vereinfachung nutzen. Die Wirtschaftlichkeit ist bei öffentlichen Gebäuden insofern einfacher zu fassen, als der Nutzen in Form von Erträgen monetarisiert und den Kosten gegenübergestellt werden muss. Es genügt dann im Wesentlichen, die Nutzungskosten alternativer baulicher Lösungen zu vergleichen. Soweit diese allerdings unterschiedliche Nutzenaspekte aufweisen, werden auch hier die Entscheidungen komplexer.

Wenn sich das Planen und Bauen auf höchste Energieeffizienz richtet, rücken bei den Baunutzungskosten die höheren Investitionen für die Gebäudehülle und für die Anlagentechnik sowie die veränderten Bewirtschaftungskosten ins Blickfeld. Die Kostendifferenz zu einem fiktiven konventionellen

Objekt bildet die „Manövriermasse“ für die Optimierung – allerdings bedeutet „konventionell“ längst schon energiesparend auf hohem Niveau (EnEV 2009), da die Vorschriften sich entsprechend entwickelt haben. Bei den Modellvorhaben geht es darum, zu testen, in welchem Maß es lohnend sein kann, die Energieeffizienz noch weiter zu treiben (und darüber hinaus den CO₂-Ausstoß zu minimieren). Es war und ist eine spannende Frage, ob die letzten Prozente an Energieeinsparung bis zum „Nullenergie-Standard“ noch sinnvoll erwirtschaftet werden können und es wird ebenso interessant sein, wie sich die Wirtschaftlichkeit bei künftigen Versuchen, im Betrieb von Gebäuden sogar einen Energieüberschuss zu erzielen, darstellen lässt. Im Zusammenhang mit jeder Form und Richtung von Maximierungen und Minimierungen wird die Frage nach der Balance zwischen den Zwecken eines Bauprojekts gestellt, was bei der Tagung der Beteiligten aus den Modellvorhaben in Bad Urach auch der Fall war. Zum Beispiel möchte man nicht zum Sklaven der „Stellen hinter dem Komma“ werden. So lange Förderprogramme die Entscheidungen der Bauherren maßgeblich beeinflussen, bleibt es schwieriger, diese Frage zu klären. Ohnehin und darüber hinaus ist die Entwicklung der Energiepreise (Gas, Öl, Strom) der ausschlaggebende Faktor für jede Betrachtung der Wirtschaftlichkeit. Wenn in den Planvarianten Bandbreiten von rund 4 bis 10 Prozent jährlicher Preissteigerung zu finden sind, weist das auf entsprechende Kalkulationsrisiken hin.

Wie die Wirtschaftlichkeit in den Modellvorhaben methodisch untersucht und gesteuert wurde, wird an Beispielen und Beiträgen aus der Tagung in Bad Urach dargestellt: Was rechnet sich wann?

**Beispiel Kaufmännische Schule Bad Urach:
Kostenermittlung von Varianten, Finanzierung und Wirtschaftlichkeit****Olaf Hildebrandt, ebök Planung und Entwicklung GmbH Tübingen**

(Beitrag gekürzt)

Bevor man die Frage nach der Amortisation beim Passivhaus-Standard beantworten kann, muss man natürlich wissen, wie und was man berechnet. Dazu möchte ich Ihnen mal zwei methodische Eckpunkte aufzeigen, die mir wichtig sind, bevor ich die Ergebnisse von 2009, die wir damals vorgestellt haben, mit dem jetzigen Stand der Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vergleiche.

Methodik 1: Ich möchte Ihnen einfach ganz kurz mal darstellen, wie wir an die Frage der Wirtschaftlichkeit herangehen. Was muss sich amortisieren? Oder was muss wirtschaftlich betrachtet werden? Wir gehen im Prinzip davon aus, dass es sich um die Mehrkosten gegenüber dem Standard handelt, den man – zum Beispiel gesetzlich – sowieso erfüllen muss. Das war hier in diesem Gebäude beispielsweise im Foyer die Lüftungsanlage, die musste sowieso gemacht werden. Das konnten wir als Basis-Kosten ansetzen, als so genannte Sowieso-Kosten. So auch die Kosten der Außenwanddämmung, Lohnkosten und Material. Was zusätzlich anfällt beim Passivhaus sind zusätzliche Dämmstoffkosten, gegebenenfalls verstärkte Anschlussdetails, verbesserte Anker oder ähnliche Systeme. Also das ist ganz wichtig bei der Betrachtung: Welche Kosten setze ich überhaupt in den Vergleich mit den Energieeinsparungen ein, um das Ganze zu bilanzieren.

Methodik 2: Sinnvoll ist es, die Jahreskosten zu betrachten, wenn das Thema Amortisation heißt: Ich will ja den Kapitalrückfluss einer Investition wissen. Aber wichtig ist es, bei einer solchen langfristigen Investition zu prüfen: Wie viel Geld setze ich ein?

Am Beispiel von zwei Varianten: Bei der roten Variante wird, unten dargestellt, relativ wenig investiert, dafür laufen aber die Folgekosten (und das ist der Punkt: Man muss die Folgekosten mitbetrachten!) mit den Energiepreissteigerungen im 20. Jahr an diesem Punkt (bei 25.700 Euro) auf. Bei der blauen Variante ist die Investition relativ hoch, dafür sind die Folgekosten niedriger und die laufen dann auf diesen Stand (von 23.900 Euro) aus.

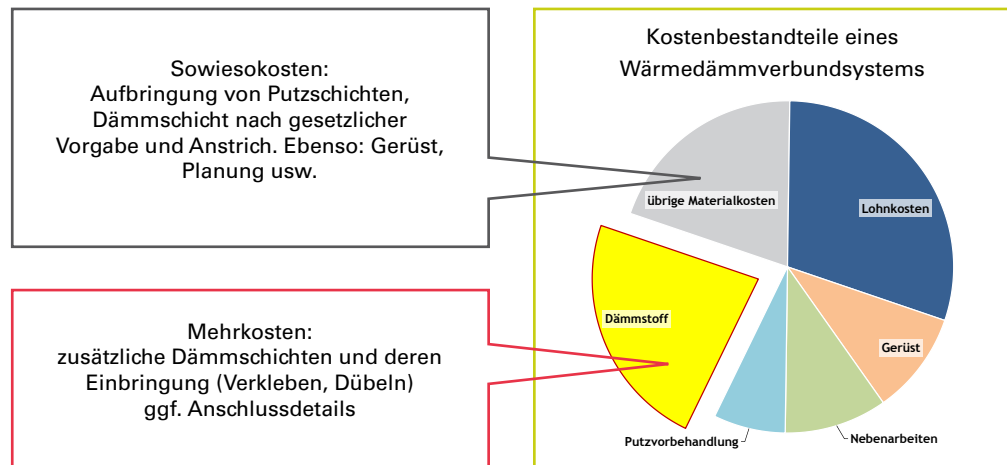
Wichtig ist also: Wie hoch ist die Annuität über diese Laufzeit von 20 Jahren oder 30 Jahren? Wie hoch sind die mittleren Kosten pro Jahr? Hier bei der rot markierten Maßnahme 25.700 Euro, bei der blauen Maßnahme eben nur 23.900. Und genau das, sagen wir, muss in der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit verglichen werden: Wie sieht die Gesamtbilanz im Mittel über einen Lebenszyklus oder über einen definierten Finanzierungszeitraum aus?

Die Randbedingungen, zu denen wir 2009 angetreten sind, waren Mehrkosten für Passivhaus-Standard und Pellet-Heizung von ungefähr 900.000 Euro brutto und ein Kalkulationszins von 4,5 Prozent als Vorgabe vom Bauherrn. Als Betrachtungszeitraum haben wir 40 Jahre als theoretische Lebensdauer von einzelnen Komponenten angenommen. Das sollte bewusst langfristig angelegt sein, um die Reinvestitionen, die in der Zeit notwendig werden, mitzuführen und in der Gesamtbetrachtung auch die Lebensdauer der einzelnen Komponenten mit zu berücksichtigen.

Der jetzt aktuelle Stand sind Mehrkosten von ungefähr 735.000 Euro brutto. Bei einem Kostenrahmen von 11,5 Mio. Euro entspricht das 6,4 Prozent. Das ist ein relativ niedriger Wert. Wenn wir die Sowieso-Kosten und die zusätzlichen für den Passivhaus-Standard betrachten, stellt sich das bei dem derzeitigen Zinssatz so dar: Der Kreis hat im Mittel mit 2,42 Prozent aus verschiedenen Töpfen finanziert. Und da stellen sich schon bei einer moderaten Energiepreissteigerung von 3,75 Prozent alle Varianten gemäß Passivhaus-Standard günstiger dar, als eine Planung nur gemäß den Anforderungen der Energiesparverordnung.

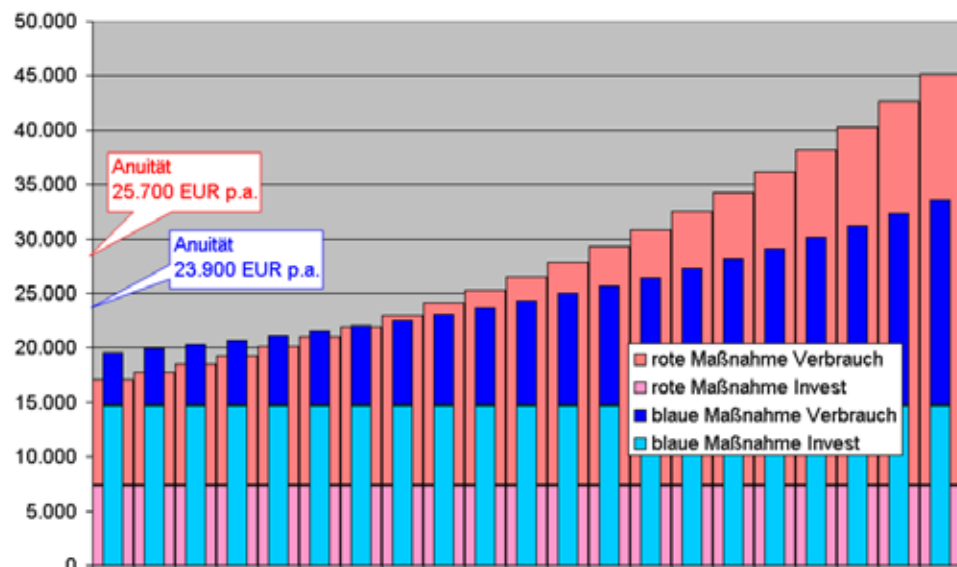
Als Ergebnis kann man sagen: Die Entscheidung für den Passivhaus-Standard war richtig und sie führt bei der Betrachtung der theoretischen Life-Cycle-Kosten zu den niedrigsten Endenergiekosten über diesen Betrachtungszeitraum. Die günstigen Zinsen waren natürlich gut, und dass die Einhaltung des Kostenrahmens ein wichtiger Punkt war, brauche ich nicht zu betonen. Die Betrachtung der annuitätischen Kosten und nicht der Amortisation führt zu einem realistischen Vergleich der beiden Varianten, was die tatsächlichen Kosten des Gebäudes angeht. Wichtig, ganz zum Abschluss, die nicht-monetären Vorteile der Passivhausschule: Hoher Komfort im Gebäude bei niedrigen Betriebskosten – also auch die Qualität im Gebäude ist deutlich besser. Zusammen mit der Holzpelletsanlage hat man einen guten Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Und nicht zu vergessen: Es wirkt auch in die Schule hinein, also „Lernfeld Klimaschutz“: Mit welchen Bausteinen lässt sich denn der Ressourcenverbrauch reduzieren?

Abbildung 7:
Methodik 1: Das Prinzip der Mehrkostenbetrachtung am Beispiel einer Außenwanddämmung



Eigene Darstellung

Abbildung 8:
Methodik 2: Entscheidend sind die Jahreskosten aus Beschaffungskosten und Folgekosten

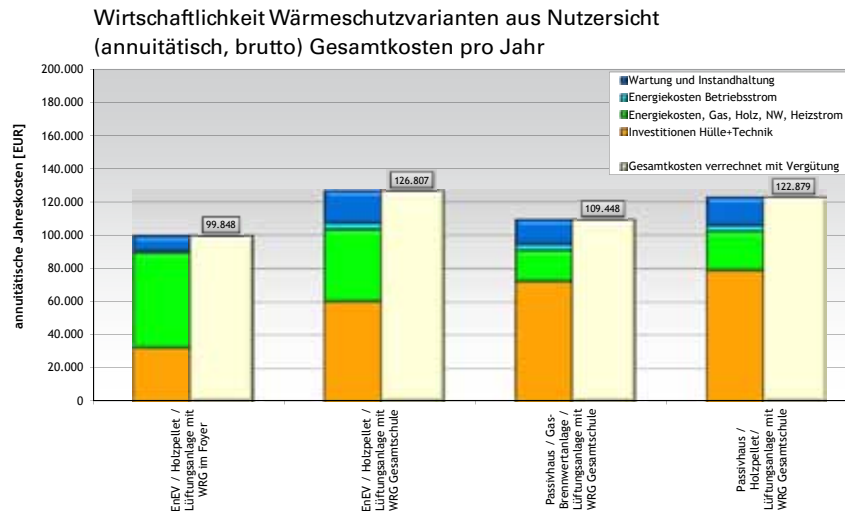


Eigene Darstellung

Rahmendaten zur Projektentscheidung 2009

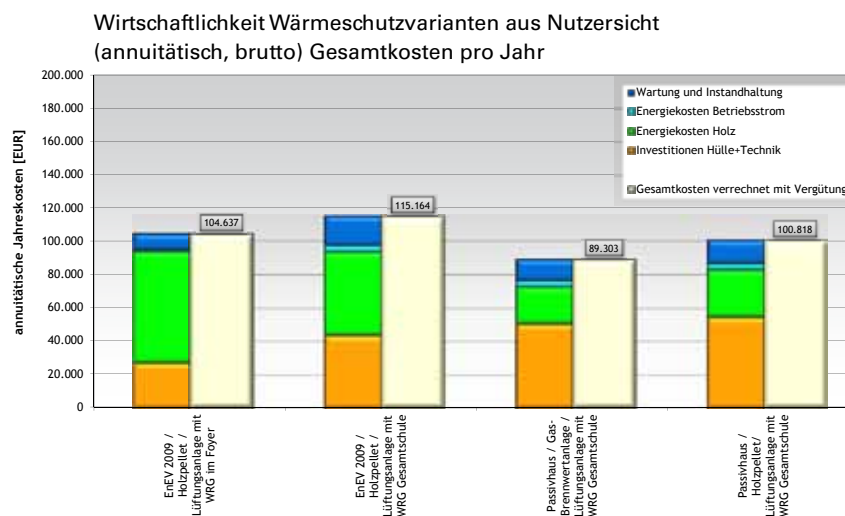
- Erste Abschätzung der Investitionen durch ebök (Brutto); Basis war die Vorplanung der Architekten und Fachplaner. Kalkulierte Mehrkosten für Passivhausstandard und Holzpellettheizung waren ca. 885.000 Euro brutto.
- Energiebedarf für Wärme der bestehenden Sporthalle auf Basis der Verbräuche der letzten zwei Jahre geschätzt; für Neubau Schule berechnet nach dem Passivhaus Projektierungspaket PHPP.
- Kalkulationszins 4,5% p.a. (Vorgabe der Kreisverwaltung)
- Annahmen zu den Teuerungsraten: Wärme 7,5% p.a. und 3,75% p.a.; Strom 3,6% p.a., allgemeine Teuerung 1,6% p.a. (Preissteigerung 1998-2008. Quelle: Statistisches Bundesamt)
- Betrachtungszeitraum über 40 Jahre als theoretische Lebensdauer der Komponenten (life-cycle-costs) mit Reinvestitionen in Komponenten mit einer Lebensdauer von unter 40 Jahren.

Abbildung 9:
Kosten Energie und Finanzierung (Stand 2009): Betrachtungszeitraum 40 Jahre,
Energiepreissteigerung 3,75% p.a., kalkulatorischer Zinssatz 4,5%



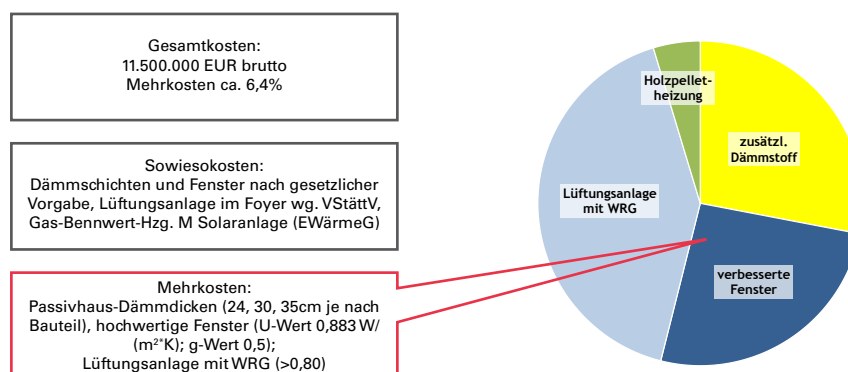
Eigene Darstellung

Abbildung 10:
Kosten Energie und Finanzierung (Stand 2012): Betrachtungszeitraum 40 Jahre,
Energiepreissteigerung 3,75% p.a., tatsächlicher mittlerer Zinssatz 2,42%



Eigene Darstellung

Abbildung 11:
Mehrkosten für Passivhausstandard und Holzpelletheizung bei Fertigstellung:
ca. 735.000 Euro brutto



Quelle S. 35-37: Olaf Hildebrandt, ebök Planung und Entwicklung GmbH; Präsentation beim Workshop der Modellvorhaben im Oktober 2012

Beispiel Städtisches Kinderhaus Stadtinsel Erlangen: Kostenermittlung von Baukosten und Baunutzungskosten

Petra Wilhelm-Ludwig, Amt für Gebäudemanagement Stadt Erlangen

Die Fragestellung, „Was rechnet sich wann?“ und „Rechnet sich Passivhaus überhaupt?“ ist uns in unserem Projekt schon relativ früh begegnet, nämlich in der Entwurfsphase, als es um den Stadtratsbeschluss für den Kindergartenneubau ging. Wir haben damals Analysen in ähnlicher Form wie hier gezeigt angestellt. Und wir haben jetzt zum heutigen Termin die Zahlen aktualisiert. Wir sind momentan kurz vor der Fertigstellung, das heißt auch wir sind kurz vor der Kostenfeststellung. Interessant ist vielleicht, dass wir die damalige Kostenberechnung jetzt nur um 4 Prozent verfehlt haben. Wir hatten 90.000 Euro für den höheren Standard an Mehrkosten angenommen und die liegen jetzt bei 94.000 Euro.

Unsere Vorgehensweise war die folgende: Wir ermittelten erst einmal getrennt nach den Bauteilen die Mehrkosten für eine Gebäudehülle nach Passivhaus-Standard gegenüber einem Referenzgebäude mit U-Werten für die Gebäudehülle gemäß der aktuellen EnEV 2009, aber mit dem von uns vorgesehenen Heizsystem. Die Lüftungsanlage ist im Referenzgebäude nur für die innenliegenden Räume gerechnet worden und das Heizungssystem natürlich mit einer größeren Kapazität. Im zweiten Schritt wurde dann die jährliche Energiekosteneinsparung ermittelt. Diese ergibt sich aus dem wesentlich niedrigeren Stromverbrauch der geringer ausgelegten Wärmepumpe und dem dagegen etwas höheren Stromverbrauch für die Lüftungsanlage. Unter der Annahme eines Kapitalzinses von 3 Prozent und einer Energiepreissteigerung von jährlich 6 Prozent wird die dynamische Amortisation nach unserer Prognose in 23,6 Jahren erreicht. Geht man von einer höheren Energiepreissteigerung von 10 Prozent aus, verkürzt sich das Ganze auf 17,6 Jahre.

Unser Thema lautet heute allerdings nicht nur Wirtschaftlichkeit, sondern auch Lebenszykluskosten im energieeffizienten Neubau. Und bislang haben wir ja den Fokus nur auf die minimierten jährlich anfallenden Energiekosten und die dafür erforderlichen Investitionen gelegt. Betrachtet man aber die Baunutzungskosten in ihrer Gesamtheit, relativieren sich die Zahlen etwas. Zur Ermittlung der Baunutzungskosten haben wir folgende Parameter entwickelt: Erst einmal die Baukosten nach DIN 276, dazu dann die Flächen und die Rauminhalte. Über ein Berechnungsmodell unseres Gebäudemanagements erhält man dann mit Hilfe der genannten und diverser anderer Parameter eine Aufstellung der Baunutzungskosten pro Jahr. Die gliedert sich in diese vier Hauptgruppen: Kapitalkosten, Objektmanagementkosten für das kaufmännische Gebäudemanagement, Betriebskosten und Instandsetzungskosten. Und die Betriebskosten setzen sich aus Versorgung, Entsorgung, Reinigung und Pflege von Gebäuden, Verwaltungskosten, Kosten der Hausverwalter und Abgaben und Beiträgen zusammen. In der Summe fallen also pro Jahr 154.000 Euro Baunutzungskosten für diesen Kindergarten an. Auf den ersten Blick und rein rechnerisch fällt da das Einsparpotenzial bei den Versorgungskosten von nur 1,8 Prozent, also diese 2.743 Euro nicht so sonderlich ins Gewicht. Betrachtet man jedoch auch Aspekte wie Nachhaltigkeit, CO₂-Emissionen oder auch die Förderung und Weiterentwicklung umweltverträglicher Technologien im Hochbausektor, so kommen wir bei der Stadt Erlangen zu dem Schluss, dass sich diese Bemühungen, trotzdem im Passivhaus-Standard zu bauen, lohnen und dass das einfach eine zukunftsweisende Bauweise sein wird.

Tabelle 6:
Mehrkosten gegenüber Referenzgebäude nach EnEV

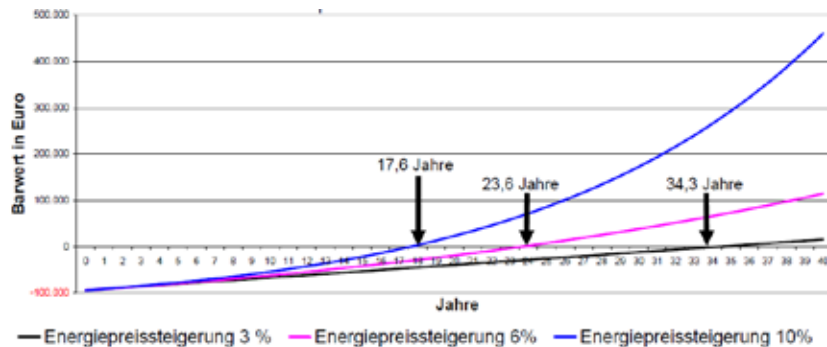
Bauteil	Mehrkosten, netto
Dämmung unter Bodenplatte	8.653 €
Perimeterdämmung an Kelleraußenwänden	2.247 €
WDVS-System Außenwände Hauptbaukörper	6.577 €
Vorgehängte Faserzement-Fassade Anbau	931 €
Flachdachdämmung	2.295 €
Steildachdämmung	3.330 €
Holzfenster und Holzaußentüren	17.952 €
Pfostenriegel-Fassaden mit Öffnungselementen aus Holz	6.503 €
Lüftungsanlage	69.080 €
Heizungsanlage	-23.370 €
Summe Mehrkosten (entspricht 5% der Baukosten nach DIN 276)	94.198 €

Eigene Darstellung

Abbildung 12:
Dynamische Amortisation

Mehrkosten Passivhaus: 94.198 Euro

Jährliche Energiekosteneinsparung: 2.743 Euro (bei 20 ct pro kWh Strom) Kapitalzins: 3%



Eigene Darstellung

Tabelle 7:
Baukosten und Baunutzungskosten

Baukosten (DIN 276)		
100	Grundstück	0 €
200	Herrichten und Erschließen	18.000 €
300	Bauwerk - Baukonstruktion	1.279.000 €
400	Bauwerk - Technische Anlagen	456.000 €
500	Außenanlagen	113.000 €
600	Ausstattung	125.000 €
700	Baunebenkosten	227.000 €
	Baukosten gesamt, brutto	2.218.000 €

Flächen und Rauminhalte		
NGF	Nettogeschossfläche	854 m ²
BGF	Bruttogeschossfläche	1.021 m ²
BRI	Bruttorauminhalt	4.266 m ³

Benutzungskosten		
Nr.	Kostengruppen	Kosten/Jahr
100	Kapitalkosten	82.950 €
200	Objektmanagementkosten (kaufm. Gebäudemanagement)	3.050 €
300	Betriebskosten	39.913 €
310	Versorgung	6.151 €
320	Entsorgung	889 €
330	Reinigung und Pflege von Gebäuden	18.012 €
350	Verwaltungskosten technisches Gebäudemanagement	2.776 €
360	Kosten des Hausverwalters	11.586 €
370	Abgaben und Beiträge	500 €
400	Instandsetzungskosten	28.426 €
	Summe Baunutzungskosten pro Jahr	154.339 €

Quelle S. 38-39: Petra Wilhelm-Ludwig, Stadt Erlangen, Gebäudemanagement; Präsentation beim Workshop der Modellvorhaben im Oktober 2012

Sicherung und Verfolgung der Wirtschaftlichkeit

Die Prognosen für das energetische und physikalische (physiologisch relevante) Verhalten der Komponenten eines Gebäudes beruhen auf Daten, die als Sollwerte ermittelt worden sind. Im konkreten Einzelfall, beim Bau und Betrieb eines jeden Objekts muss sichergestellt sein, dass die angestrebten Eigenschaften auch erzielt werden. Das erfordert – nach der zweckmäßigen Auswahl – die mängelfreie Herstellung und den einwandfreien Betrieb aller Komponenten. Daraus ergeben sich beim Bauen für hohe Energieeffizienz zum Teil neue und erhöhte Anforderungen. Beim Planen sind da vor allem Lüftung und Kühlung zu nennen, bei der Ausführung Wärmedämmung und Luftdichtheit der Gebäudehülle. Nach Inbetriebnahme ist die Gebäudetechnik einzuregulieren und vor dem Hintergrund der Nutzeranforderungen für alle jahreszeitlichen und Wetterbedingungen fit zu machen.

- Planung für wirtschaftliche Heizung, Kühlung, Lüftung:

Selbst an der begrenzten Zahl der Modellvorhaben zeigt sich für die Begleitforschung, wie viele Kombinationen baukonstruktiver und gebäudetechnischer Elemente auch zu wirtschaftlich interessanten Lösungen führen können. Die Komplexität, die sich für das Planen aus dieser Vielfalt der Möglichkeiten ergibt, wird von den Planern mit großer Kreativität bewältigt, ohne dass dabei eine ganzheitliche Orientierung in Bezug auf den Gesamtentwurf verloren geht. Eine Schwierigkeit, die wirtschaftlichste aller Lösungen zu finden, besteht freilich darin, dass zum einen für jede Prognose eine große Zahl von Annahmen getroffen werden müssen und dass zum anderen verschiedene Prognosemethoden zur Verfügung stehen.

- Ausschreibung, Vergabe, Überwachung:

Bauleistungen die für hohe Energieeffizienz zum Einsatz kommen, sind noch kein selbstverständlicher Teil des Wissens und Könnens aller Baubeteiligten. Es fehlt oft nicht nur die Routine, sondern schon ein grundlegendes Knowhow und eine ausreichende Motivation, die nötige Sorgfalt für diese Leistungen aufzubringen. Dies sind Faktoren, die in den Angeboten der Firmen nicht zu erkennen und im Vorhinein nicht bewertbar sind. Unter dem für öffentliche Auftraggeber de facto bestehenden Druck, einem billigsten Bieter den Auftrag zu er-

teilen, sind Abwägungen, ob eine solche Beauftragung zum wirtschaftlichsten Ergebnis führt, müßig. Die Aufgabe, Nachteile abzuwenden, bleibt der Bauleitung, jedoch sind die erwartete Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Firmen oft uneinbringlich.

- Inbetriebnahme, Einregulierung, Monitoring der Gebäudetechnik:

Um die Funktionen des Gebäudes im Hinblick auf die Nutzerbedürfnisse und die Wirtschaftlichkeit zu optimieren, können umfangreiche Beobachtungen und Eingriffe in die Regelung und Steuerung nötig werden. Das kann sich auch über längere Zeit erstrecken, da es um die Anpassung an die verschiedensten jahreszeitlichen und Wetterbedingungen geht. Komplexe Systeme – Heizung, Lüftung, Kühlung – müssen aufeinander abgestimmt werden, damit das Gesamtsystem wirtschaftlich läuft und im Gebäude eine Behaglichkeit geschaffen wird. Dies ist nur möglich, wenn man das System kontrolliert und Messwerte über ein bis zwei Jahre hat. Wenn die Geräte eingestellt sind, ist ein solches intensives Monitoring nicht mehr notwendig. Danach kann der Messaufwand stark reduziert werden und es ist nur noch ein Mindestaufwand für das kommunale Energiemanagement notwendig.

Neben der in der Regel sehr leistungsfähigen Automatisierung der Gebäudesteuerung in Bezug auf Heizung, Kühlung, Lüftung, Sonnenschutz und Licht sollten die Nutzer immer auch Eingriffsmöglichkeiten erhalten, um in besonderen Fällen die erwünschten Bedingungen für die Nutzung herzustellen. In diesen Fällen besteht natürlich auch die Gefahr, dass die sorgfältig programmierten Sparmaßnahmen unterlaufen werden. Aus diesem Grunde ist eine geeignete Einweisung der Nutzerseite wichtig. Damit werden auch pädagogische Absichten verbunden und es wird erwartet, dass die Nutzer selbst auch als Multiplikatoren für den Gedanken eines durchgängig energiebewussten Verhaltens fungieren.

Planungssicherheit und Risiken – was ist geklärt und was bleibt offen?

Am Ende der Vorplanung ist im Normalfall geklärt, wie man die Kriterien und Konflikte gewichten will, dass die Detailprobleme auf dieser Grundlage beherrschbar sind und sich keine größeren offenen Grundsatzfragen mehr stellen.

Eine hohe Planungssicherheit gab es in den Modellvorhaben immer dann, wenn Vieles zu einem frühen Zeitpunkt mit den entsprechenden Beteiligten geklärt und entschieden wurde. Dies hat in der Anfangsphase der Projekte – im Vergleich zu konventionellen Projekten – mehr Zeit erfordert.

Was in verschiedenen Modellvorhaben zur Planungssicherheit beigetragen hat

Organisation des Planungsprozesses:

- Definition klarer Rahmenbedingungen
- frühzeitige detaillierte Planung, gegebenenfalls Vorziehen von Leistungen
- gut organisiertes Entscheidungsmanagement
- Untersuchung von Technik-/Energiekonzepten in Varianten, mit entsprechender Kosten-gegenüberstellung

Einbeziehung der Fachplaner:

- frühe Zusammenarbeit der Planungsbeeteiligten (Architekt, Fachingenieure)
- enge Zusammenarbeit der Fachdisziplinen, Parallelität der Fachplanungen
- frühe Beauftragung des Energiekonzepts
- Bestimmung eines Energieeffizienz-Koordinators (Person, die keinen Interessenkonflikten unterliegt)
- Erfahrung der Fachplaner (zum Beispiel mit Passivhäusern)

Einbindung weiterer Beteiligten:

- frühzeitige und intensive Beteiligung der Nutzer an der Planung (ab der Bedarfsermittlung)
- frühe Einbindung der entsprechenden Behörden und intensive Abstimmung mit ihnen (insbesondere auch zum Brandschutz)

Detaillierte Analysen:

- Gebäudesimulation (thermische Simulation, gegebenenfalls Lichtsimulation)
- spezielle Untersuchungen (zum Beispiel Thermal Response Test für Energiepfähle)
- frühe Untersuchung des Baugrunds zum Ausschluss von Risiken

Welche Risiken in einzelnen Modellvorhaben eine besondere Rolle gespielt haben

Kosten- und Kalkulationsrisiken:

- Annahmen für die Berechnung der Alternativen könnten nicht stimmen
- Entscheidend ist, von welchem Standard ausgegangen wird (bei einem sowieso hohen Standard sind die Energieeffizienzbedingten Mehrkosten geringer)
- Ausschreibungsergebnisse: Wie realistisch ist die Kostenschätzung am Markt?
- Preissteigerungen durch hohe Auslastung der Firmen

Planungsunsicherheiten, fehlende Erfahrung:

- baubegleitende Detailplanung aufgrund eines engen Zeitrahmens
- sehr geringe Toleranzspielräume für das Erreichen der Zertifizierungsparameter
- komplizierte Details für eine wärmebrückenfreie Konstruktion, mit denen Planer und Handwerker zu wenig Erfahrung haben
- Verbauen neuer Materialien

Grundstück und Bestand:

- schwieriger Baugrund (Gründung, Kontamination, Leitungen auf dem Grundstück etc.)
- spätes geologisches Gutachten, dadurch zum Beispiel Risiko für Erdsondenlösung
- Anbauen an angrenzenden Bestand (Gründungsproblematik, Erfordernis des Verbaus etc.)

Änderung rechtlicher Rahmenbedingungen im Planungsprozess:

- neue Vorschriften und Normen: zum Beispiel EnEV, Landesbauordnung, Trinkwasserverordnung, Hochwasserkarte

2.2 Planungsphase

Um den Niedrigstenergiegebäude-Standard bei guter Nutzungsqualität und tragbaren Kosten zu erreichen, sind Optimierungs- und Innovationsbedarf hoch. Angesichts der erst wachsenden Erfahrungen und des Tempos neuer Entwicklungen spielen die Lernprozesse eine große Rolle und es wird von den Beteiligten viel Entwicklungsarbeit geleistet. Die Zusammenarbeit der Fachdisziplinen spielt für die in dieser Phase entscheidend wichtige Kostensteuerung eine große Rolle. Die gewählte Aufbau- und Ablauforganisation muss sich hier bewähren. Die Planungsphase beinhaltet zahlreiche Entscheidungsprozesse, an der unterschiedliche und viele Akteure mitwirken, zum Beispiel auch die Genehmigungsbehörden. Koordination und Kooperation spielen eine dementsprechende große Rolle.

Bauliche technische Lösungen – was sind die besonderen Herausforderungen?

In der Planung werden in der Regel im ersten Schritt durch Ziehen aller baulichen Register die Energieverbräuche weitgehend reduziert und im zweiten Schritt die Energieversorgung optimiert. Herausforderungen liegen gleichermaßen in grundsätzlichen und konzeptionellen Planungsansätzen wie in der Konkretisierung und Detailierung von Lösungen, wobei das Lüften und Dämmen zwei Schwerpunktthemen sind.

Wie viel und welche Technik nützt?

Innovative Gebäude und Energieeffizienz werden oft mit einem Mehr an Technik in Verbindung gebracht. Es wird die Frage gestellt, wieso man in einem sparsamen Gebäude mehr Technik braucht. Idee des Passivhaus-Konzeptes war, auf die Heizung zu verzichten, also Technik zu reduzieren, und es dadurch wirtschaftlich umzusetzen. Zu viel Technik, die gegebenenfalls nicht optimal funktioniert, kann zu Akzeptanzproblemen bei Nutzern und zu hohem Wartungsaufwand führen. Diese Überlegungen wurden auch bei den Modellvorhaben geführt. Die Motivation, umfassende, modernste Technik einzusetzen oder die Technik eher reduziert zu halten, war unterschiedlich:

- Man wollte mit neuen Techniken und Systemen Erfahrungen sammeln, um diese für weitere Projekte nutzen zu können.

- Um den angestrebten Standard – zum Beispiel Plus-Energie-Standard – zu erreichen, hielt man einiges an Technik für notwendig.
- Mit vollautomatisch gesteuerten Anlagen wollte man ein gutes Raumklima gewährleisten, damit sich die Nutzer, ohne eingreifen zu müssen, immer wohlfühlen. (Eine Vollautomatisierung muss aber auch Nutzereingreifen zulassen.)
- Wenn man bei der Qualität der Hülle an Grenzen kam, die für die Zielerreichung noch nicht ausreichten, musste dies gegebenenfalls mit mehr Technik kompensiert werden.
- Wenn nicht ein maximaler Energiestandard, sondern geringe Investitionskosten im Vordergrund standen, setzte man eher auf Standardlösungen und weniger Technik.

Nutzungsprofile: Wie flexibel bleibt ein Gebäude?

Eine Grundsatzfrage ist, wie nutzungsspezifisch optimiert oder wie flexibel ein Gebäude geplant wird. Es ist wichtig, Nutzerprofile zu erstellen. Je klarer die Nutzerprofile in der Planung sind, desto einfacher ist es, die Gebäudetechnik darauf auszulegen (zum Beispiel Kindergartenbetrieb mit einer bestimmten Personenanzahl und einer bestimmten Betriebszeit). Bei unklaren Nutzungsprofilen (zum Beispiel beim Sportzentrum in Berlin-Spandau mit 24-Stunden-Betrieb) muss man Annahmen treffen und später im Realbetrieb schauen, inwieweit diese passen.

Aber auch bei klar definierten Nutzungen muss man sich in der Planung bewusst sein, dass sich diese ändern können (zum Beispiel im Schulbetrieb kleine oder große Klassen, Halbtags- oder Ganztagsunterricht). Die Technik muss so ausgelegt sein, dass sie solche Nutzungsänderungen mittragen kann. Es wäre nicht nachhaltig, mit einer starren Technik Funktionen so zu zementieren, dass Nutzungsänderungen in einem gewissen Rahmen vollständig ausgeschlossen sind.

Die Schülermensa in Ravensburg war überwiegend für die Mensanutzung, aber schon mit Blick auf eine gewisse Mehrzwecknutzung ausgelegt worden. Im Betrieb zeigt sich, dass das attraktive Raumangebot auch über den Mensabetrieb hinaus gerne genutzt wird – was bislang gut funktioniert.

Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen sind die Betriebszeiten länger als gerechnet. Zur täglichen Nutzungszeit von 6.45 bis 17.30 Uhr kommen das Putzen, Teamsitzungen, Elternsprechtage und Veranstaltungen wie zum Beispiel Tagespflegetermine dazu, auch an Wochenenden. Bei Bedarf läuft die Heizung bis spätabends und an den Wochenenden durch.

Differenzierte Lösungen

Ein wichtiger Planungsansatz der Projekte zur Optimierung von Energieeffizienz und Kosten war, keine pauschalen Lösungen für das gesamte Gebäude zu entwickeln, sondern auf unterschiedliche Nutzungen in einem Gebäude mit differenzierten Lösungen zu reagieren. Dies gilt gleichermaßen für kleinere Projekte wie das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau als auch für Großprojekte wie die Kliniken.

Beim Münchner Klinikum Harlaching werden die Funktionen horizontal aufgeteilt und für Pflege- und Funktionsbereiche unterschiedliche energetische Konzepte entwickelt. Für die beiden Bettengeschosse (2. und 3. Obergeschoss) wird Passivhaus-Standard angestrebt, für die medizinischen Funktionsgeschosse mit ihren hohen Abwärmelasten wäre das nicht sinnvoll.

Für das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau wurden jeweils maßgeschneiderte Lösungen für die unterschiedlichen Nutzungszonen (Rathaus, Kindergarten, Bewegungsraum) entwickelt. Entsprechend den verschiedenen Nutzungsanforderungen (verschiedene Belegungsdichten, unterschiedliche Nutzungszeiten, etc.) gibt es differenzierte Lösungen für Heizung und Lüftung (siehe Beispiel). Das war zugleich das wirtschaftlichste Konzept.

Lüftung: Ansätze, Konflikte, Geräte

Bei allen Projekten – vom kleineren Kindergarten bis zum großen Klinikum – haben sich die Planungsbeteiligten sehr intensiv mit der Lüftungsanlage auseinandergesetzt: „Das war ein großes und heiß diskutiertes Thema.“ Teilweise fehlten umfassende Erfahrungen mit vollständig belüfteten Nichtwohngebäuden. Dabei ging es zuerst um die Konzeption (Ansatz von Luftmengen, Zonierungen etc.) und die Integration in das Gebäude. Ein Architekt sagt: „Durch die Einplanung der Lüftungstrassen hat sich das Gebäude nochmals verändert. Die Lüftungsanlage hat sich wie ein Wurm in einen Apfel reingefressen. Es war knifflig, dafür optimale Lösungen zu finden.“

Bei der Planung des Lüftungskonzepts waren immer auch Zielkonflikte auszuloten. Zielkonflikte bestehen zwischen Nachtabkühlung (Speichermasse erforderlich) und Akustik (Abhängung der Decken erforderlich) und zwischen Nachtabkühlung (Öffnungen zum Flur) und Brandschutz (geschlossene Brandabschnitte).

Der sommerliche Wärmeschutz der sehr gut gedämmten und sehr dichten Gebäude wurde oft als Herausforderung gesehen. Es wurde befürchtet, dass es im Sommer zu einer starken Aufwärmung der Gebäude kommen könnte. Trotzdem wurde der sommerliche Wärmeschutz nicht bei allen Projekten in der von der Begleitforschung erwarteten Intensität untersucht. Nur teilweise wurden thermische Simulationen gerechnet, um sich abzusichern, dass die Planungsannahmen in der Nutzung zu den gewünschten Wirkungen führen (siehe Beispiel Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium Nürnberg).

Das Angebot am Markt erfüllt auch bezüglich Lüftungsanlagen noch nicht die sich aus der Planung ergebenden neuen Anforderungen, vieles ist erst in der Entwicklung. Es war teilweise schwierig, geeignete Lüftungsgeräte zu finden und die angestrebte hohe Wärmerückgewinnungsrate zu erreichen.

Schwierig war bei einem Schulneubau in Baden-Württemberg außerdem, ein Niedrigstenergiegebäude unter Einhaltung überholter Schulbauempfehlungen umzusetzen. Die Schulbauempfehlungen sehen keine Lüftungsanlage vor. Deshalb mussten zwischen Räumen und Flur Lüftungsquerschnitte eingehalten werden, als gäbe es keine Lüftungsanlage. Berufsgenossenschaftliche Vorgaben machten die Planung der Lüftung noch schwieriger. Stützen konnte man sich auf die Arbeitsstättenrichtlinie, die Lüftungsanlagen berücksichtigt. Aus Sicht der Planungsbeteiligten fehlt eine Toleranz der Richtlinien zueinander: „Die Ingenieure müssen einen Seiltanz machen.“

Dämmung: Details und Materialien

Immer wieder eine Herausforderung war die Detailausbildung der Dämmung, insbesondere zur Vermeidung von Wärmebrücken. Bei einem Gebäude nach EnEV ist eine bauphysikalisch nicht problematische Wärmebrücke zu verkraften, jedoch nicht bei einem Passivhaus.

Die Wärmebrücken wurden teilweise komplett berechnet, gegebenenfalls waren Ausgleichsmaßnahmen oder spezielle Detailösungen notwendig. Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen musste zum Beispiel für die Auskragung im Eingangsbereich eine Vakuumdämmung verwendet werden.

Die Dämmmaterialien selbst waren auch ein wichtiges Thema. Bei einigen Projekten wurden für Planer und Ausführende neue Materialien eingesetzt: zum Beispiel Glas-schotterdämmung, Phenolharzdämmung, Vakuumdämmung, Strohballendämmung. Nicht immer waren die gewünschten Materialien am Markt verfügbar. Es war beispielsweise nicht ohne weiteres möglich, Phenolharzdämmung zu bekommen. Und für ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Mineralfaserdämmung über 20 cm gab es zum Beispiel noch kein zugelassenes System. Für das Erlanger Kinderhaus musste die ausführende Firma deshalb – mit einem 76-seitigen Gutachten – eine Zulassung im Einzelfall beantragen. In der Diskussion stehen allerdings auch die bei der Mehrzahl der Modellvorhaben vor allem aus Kostengründen eingesetzten herkömmlichen Wärmedämmverbundsysteme, zunehmend werden gegen Styropor Bedenken geäußert (bezüglich Herstellung, Entsorgung, Brandschutz).

Das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau hat als einziges unter den Modellvorhaben eine monolithische Außenwand ohne zusätzliche Dämmung. Die mit Blähschiefer gefüllte Ziegelaußenwand mit einer Stärke von 42,5 cm erreicht einen Lambda-Wert von 0,1 W/m²K. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungszeiten der Geschosse sind diese hier gegeneinander wärmegeklämt (zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss 8 cm, Erdgeschoss zum Untergeschoss 10 bis 12 cm), wodurch sich relativ hohe Bodenaufbauten ergeben.

Weitere von Bauherren und Planungsbeteiligten angesprochene bauliche und technische Herausforderungen

Luftdichtigkeit:

- Schnittstellen zwischen den Gewerken, die die luftdichte Hülle bilden
- dichter Anschluss an den Bestand (bei den ergänzenden Neubauten in Marburg, Nürnberg, Ravensburg)

Wärmeversorgung:

- Abwägung unterschiedlicher Systeme (zum Beispiel Gas-Brennwertanlage oder Wärmepumpe, Gas-Brennwertanlage oder Holzpellets, Blockheizkraftwerk oder Wärmepumpe)
- neuere Systeme, mit denen die Projektbeteiligten noch keine Erfahrung haben (zum Beispiel Luft-Wärmepumpe, Eisspeicher, Energiepfähle)

Verwendung neuer Baustoffe/-teile:

- Man will nicht unbedingt Produkte verwenden, die am Markt noch wenig erprobt sind.
- Dämmmaterialien (siehe oben)
- Recyclingfähigkeit von Baustoffen
- Vereinbarung neuerer Bauteile mit einzuhaltenden Richtlinien (zum Beispiel müssen in Schulen Fenster nach den Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen TRAV eingebaut werden, die sich aber nur auf 2-fach Verglasungen beziehen, die Verwendung von 3-fach-Verglasungen erforderte spezielle Nachweise)

Elektro, Gebäudeleittechnik:

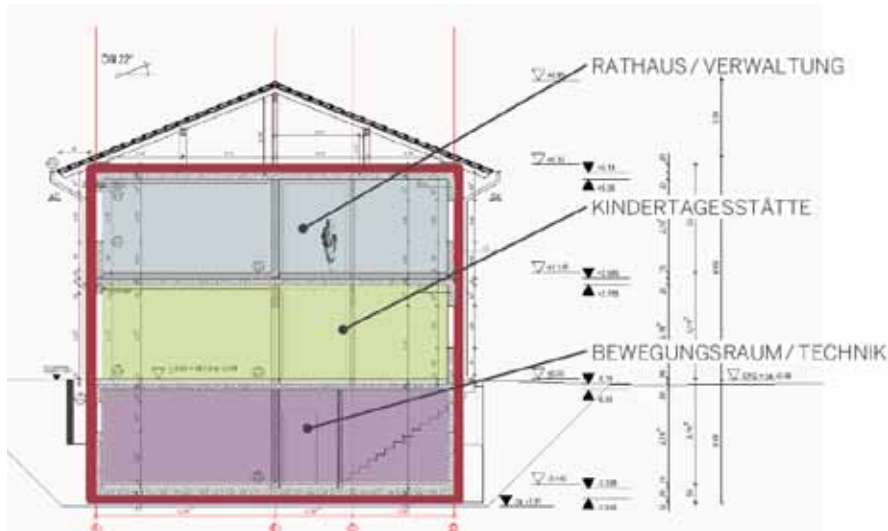
- viele Leitungen in der Decke, dadurch mehr Vorplanung notwendig (zum Beispiel früh entscheiden, wo die Leuchten hängen)
- Schnittstellen zwischen Architektur, Haustechnik und Elektro bei einem hoch automatisierten Gebäude (zum Beispiel bei der Steuerung von Fenstern und des Rauch-/Wärmeabzugs)
- komplizierte Regelung durch komplette CO₂-Steuerung des Gebäudes

Hygieneanforderungen:

- Bei den Klinik-Projekten wirken sich Hygienestandards auf das energetische Konzept aus (zum Beispiel Art der Lüftung im Operations- und Pflegebereich).
- Auch bei Kindertagesstätten ging es um eine energetisch günstige Warmwassererzeugung, mit der die hygienischen Anforderungen erfüllt werden können. Bei der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow hat man sich für zum damaligen Zeitpunkt ganz neu am Markt verfügbare dezentrale Wasserstationen entschieden, die Warmwasser nur durch Heizungswasser erhitzen.

Beispiel Rathaus mit Kindergarten Schwaigen-Grafenaschau: Lösungen für die sich aus den verschiedenen Nutzungen ergebenden Anforderungen

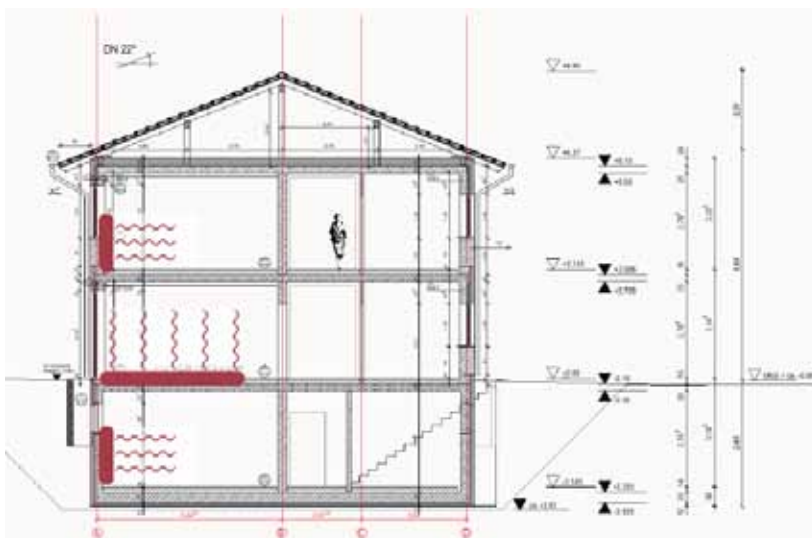
Abbildung 13:
Drei Nutzungen: Rathaus, Kindertagesstätte, Bewegungsraum



Nutzung	Belegungshäufigkeit	Belegungsichte	Warmwasserbedarf
Rathaus	gering	gering	kaum
Kindertagesstätte	regelmäßig, täglich	hoch	gering
Bewegungsraum / Werkstatt	gering	hoch	kaum

Quelle: Marcus Kottermair, Kottermair & Rebholz; Präsentation beim Workshop der Modellvorhaben, Oktober 2012

Abbildung 14:
Differenzierte Lösungen für die Heizung

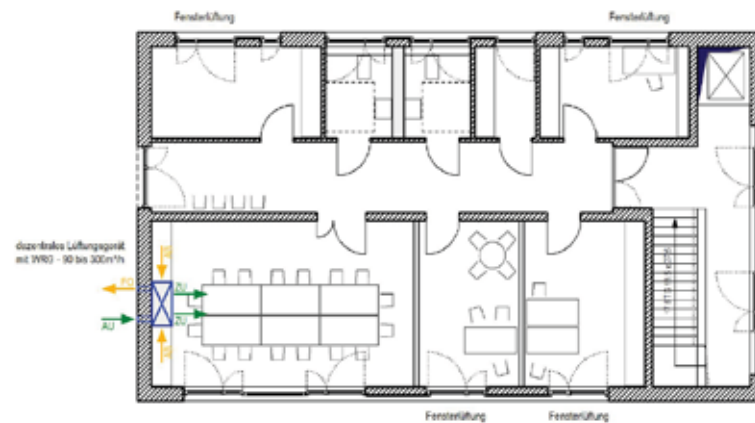


Nutzung	Heizung
Rathaus	Niedertemperatur-Platten-Heizkörper
Kindertagesstätte	Fußbodenheizung
Bewegungsraum / Werkstatt	Niedertemperatur-Platten-Heizkörper

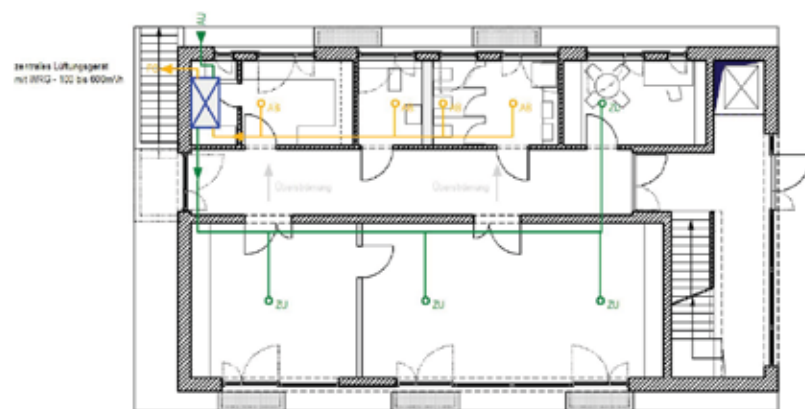
Quelle: Marcus Kottermair, Kottermair & Rebholz; Präsentation beim Workshop der Modellvorhaben, Oktober 2012

Abbildung 15:
Differenzierte Lösungen für die Lüftung

OG:
Rathaus



EG:
Kinder-
tagesstätte



Nutzung	Lüftung
Rathaus	Dezentrale Lüftung (zurückgestellt, wird bei Bedarf nachgerüstet)
Kindertagesstätte	Zentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung
Bewegungsraum / Werkstatt	Zentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Quelle: Marcus Kottermair, Kottermair & Rebholz; Präsentation beim Workshop der Modellvorhaben Oktober 2012

Beispiel Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium Nürnberg: Thermische Simulation

Tabelle 8:

Auszug aus dem Regelungskonzept für die Sporthalle

Situation	Definition	Fensterlüftung	Lüftungsanlage
Sommer Wind Tags 6.00-18.00 Uhr Tags 6.00-18.00 Uhr Nachts 18.00-6.00 Uhr	$T_{\text{innen}} > 24^{\circ}$ $T_{\text{außen}} < T_{\text{innen}} (2K)$ $T_{\text{außen}} > 18^{\circ}$ $T_{\text{außen}} > 16^{\circ}$	Zu	An
Sommerbetrieb Tags 6.00-18.00 Uhr	$T_{\text{außen}} > 15^{\circ}$ $T_{\text{innen}} > 18^{\circ}$	CO ₂ - (Vorrang) oder Temp.-gest.; auf manuelle Lüftungsfunktion vorran- gig; Wechsel zu Automati- kregelung nach 1,5 Std.	Aus
Sommerbetrieb Nachts	$T_{\text{außen}} > 10^{\circ}$ $T_{\text{außen}} < T_{\text{innen}} (2K)$ $T_{\text{innen}} > 18^{\circ}$	Alle Fenster auf	Aus
Winterschaltung Tags	$T_{\text{außen}} < 10^{\circ}$	Zu	An CO ₂ - und Temperaturgesteuert Zulufttemperatur ca. 35° 17° Regelbetrieb 15° Absenkbetrieb

Eigene Darstellung

Abbildung 16:

Sporthalle Winterwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur

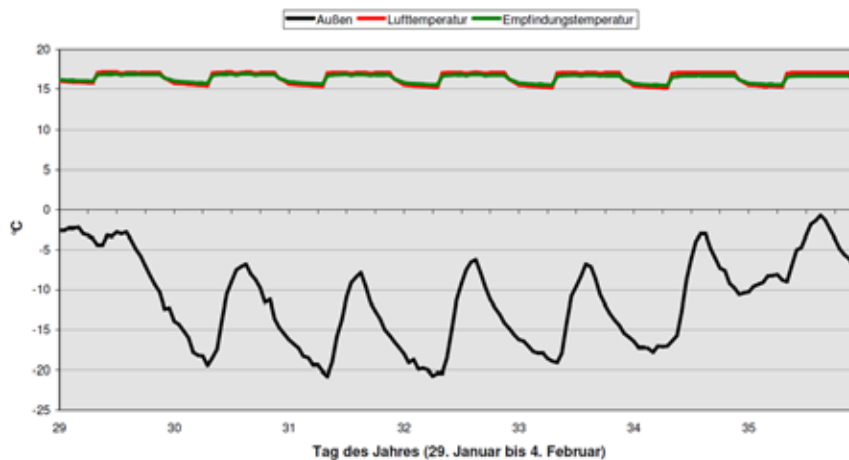


Abbildung 17:

Sporthalle Sommerwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur

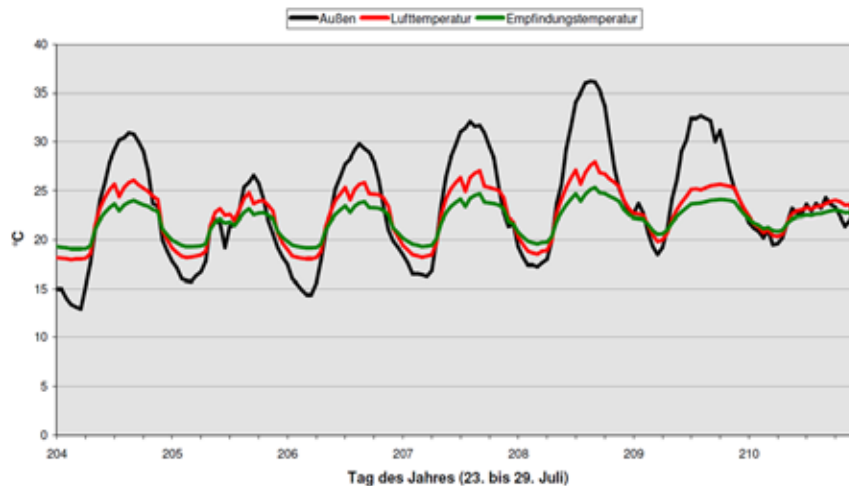


Abbildung 18:

Klassenzimmer Winterwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur

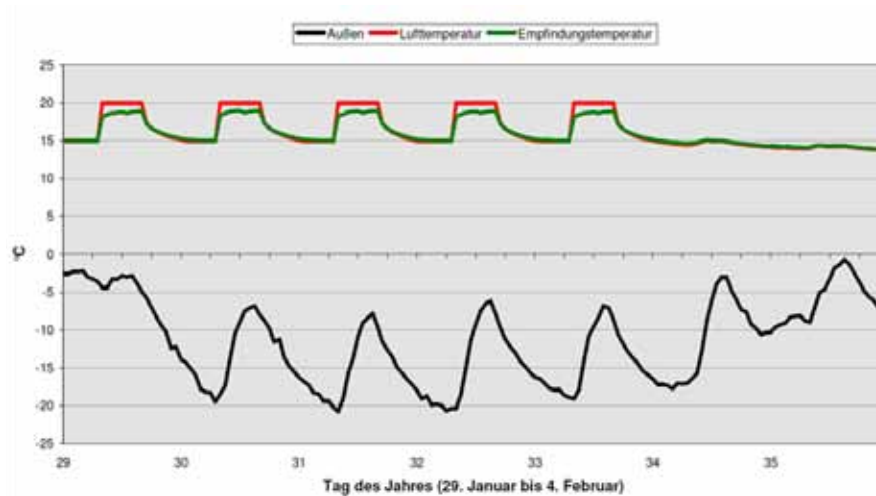
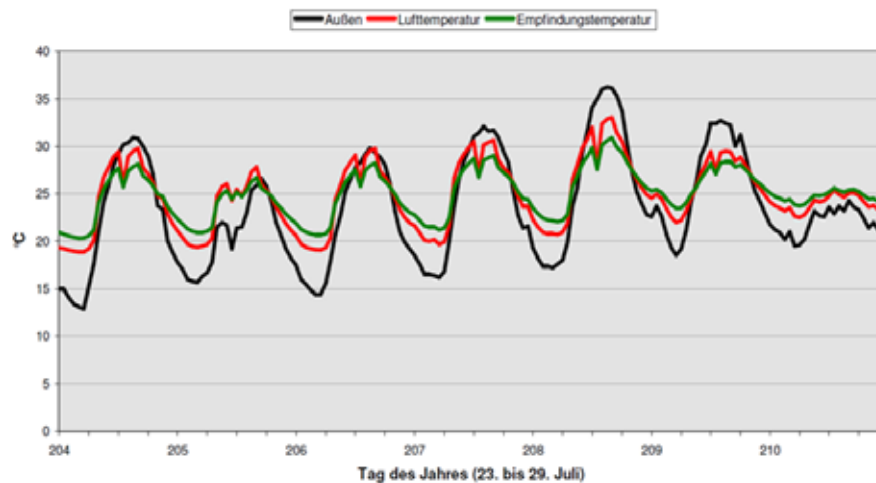


Abbildung 19:

Klassenzimmer Sommerwoche: Tagesverlauf der Raumtemperatur



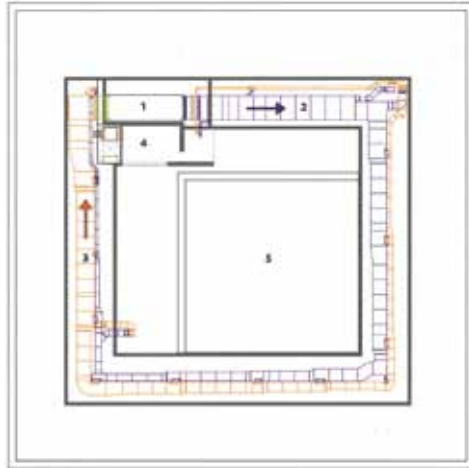
Quelle: Pia Regner, ING+ARCH Energieeffiziente Architektur + Fachplanung; Präsentation bei der Auswahlbereitung der Modellvorhaben im September 2011

Fazit für Klassenzimmer

- Mittlerer bis guter sommerlicher Raumkomfort: ca. 40 Std./Jahr mit Empfindungstemperaturen > 28°C (dabei unberücksichtigt: Ferienzeiten, geringere Belegung und Gleichzeitigkeiten).
- Die durch gute Fensterlüftung erreichten Luftwechsel liegen im Mittel bei einem guten Wert von 3,2 1/Std.
- Die Energiekennzahlen bestätigen den angestrebten Passivhaus-Standard.
- Die Lüftungsheizung hat bei den angegebenen Auslegungsvolumen ausreichend Wärmeleistung zur Verfügung, um die Klassenräume auch nach einer Absenkephase in relativ kurzer Zeit wieder auf eine angenehme Raumtemperatur zu beheizen.

Beispiel Kaufmännische Schule Bad Urach: Funktionsweise der Lüftungsanlage

Abbildung 20:
Lüftungsanlage auf dem Dach



- 1 Lüftungsgerät
- 2 Zuluft
- 3 Abluft
- 4 Solarkamin über Foyer
- 5 Innenhof

Quelle: Landkreis Reutlingen (Hrsg.) (2012): Georg-Goldstein-Schule Kaufmännische Schule Bad Urach. Bildung in moderner Architektur. Festschrift zur Einweihungs- und Namensgebungsfeier

Abbildung 21:
Sommernacht

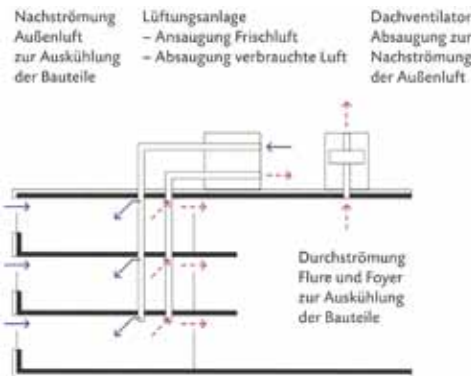


Abbildung 22:
Winternacht



Genehmigungsplanung – wie verläuft der Abstimmungsprozess?

Die Erfahrung der Modellvorhaben ist, dass der Energiestandard bei der Genehmigung meist keine Rolle spielt: „Der Energiestandard hat auf das Genehmigungsverfahren keinen Einfluss.“ „Der Genehmigungsbehörde war es Wurst, dass es ein Passivhaus ist.“ „Die Baubehörde interessiert sich nicht für den energetischen Standard.“ Das Genehmigungsverfahren bei einem Projekt mit Niedrigstenergiegebäude-Standard verläuft wie bei jedem anderen Projekt auch. Die Genehmigungsbehörde interessiert sich nur dafür, dass die gültige EnEV eingehalten wird. Teilweise darf für das Baugenehmigungsverfahren der PH-PP-Nachweis anstelle des EnEV-Nachweises verwendet werden.

Die Modellvorhaben und die jeweiligen Genehmigungsbehörden haben konstruktiv zusammengearbeitet. Bei den kommunalen Vorhaben ist die Baurechtsbehörde in der eigenen Verwaltung angesiedelt. „Wir sind selbst zuständig.“ sagt der Projektleiter eines Schulneubaus. Hilfreich ist, die Genehmigungsbehörde früh in die Projektplanung einzubinden.

Das gilt für jedes Projekt und insbesondere für innovative und große Vorhaben.

Bei besonderen Aspekten, die in Zusammenhang mit der energieeffizienten Bauweise stehen, schauen die Genehmigungsbehörden und die mit der Prüfung beauftragten Fachbehörden genauer hin und fragen detaillierter nach. Beispiele aus den Modellvorhaben sind:

- In Bad Urach waren die Schallemission der Abluftanlage und der Abluftkamin der Pellet-Anlage zu klären.
- In Berlin-Spandau gab es Nachfragen zu den besonderen Materialien (Strohballenbauweise) und den Bauteilaufbauten.
- In Lohr mussten in Bezug auf den Baugrund der Eisspeicher und die Energiepfähle genehmigt werden. Die Fachbehörden wollten erst einmal wissen, was Energiepfähle sind. Der Prüferingenieur hat sich für die vielen Leitungen in der Decke interessiert.
- In Schwaigen-Grafenaschau war für die Soleleitungen eine spezielle wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

- Bei den Kliniken in Frankfurt und München sind die Hygienevorschriften von besonderer Bedeutung.

Der Brandschutz ist oft ein Thema, das auch in Zusammenhang mit der Bauweise und dem Energiekonzept steht. In Bad Urach wurde mit dem Brandschutzingenieur ein auf das Projekt zugeschnittenes Brandschutzkonzept entwickelt. Die Brandschutzfragen hinsichtlich Lüftungsanlage und sommerlicher Abkühlung wurden schnell und wirtschaftlich gelöst. Für die Strohballenbauweise in Berlin-Spandau wurden Brandschutznachweise gefordert.

Ausschreibung und Vergabe – wie bekommt man gute Partner und gute Preise?

Die Vergaberichtlinien lassen wenig Spielraum

Die Vergaberichtlinien der Länder orientieren sich an bzw. basieren auf den EU-Richtlinien zum Wettbewerbsrecht, dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) sowie der Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (VgV) und verlangen in der Regel in Abhängigkeit von der Vergabesumme eine öffentliche Ausschreibung von Planungs- und Bauleistungen, die gegebenenfalls auch EU-weit erfolgen muss. Dies traf für alle Modellvorhaben zu, es waren alles Projekte der öffentlichen Hand.

Bei den kleineren Projekten – wie zum Beispiel in Erlangen, Leinfelden-Echterdingen, Schwaigen-Grafenaschau – nutzten die Bauherren meistens die Möglichkeit, beschränkt ausschreiben zu können. Möglich ist dies nach VOB A §3 Abs. 3 bis zu einem Auftragswert von 50.000 Euro bei Ausbaugewerken und 100.000 Euro bei übrigen Gewerken. Als großer Vorteil der beschränkten Ausschreibung wird gesehen, dass bei der Bieterliste darauf geachtet werden kann, nur Bieter einzuladen, von denen eine erfolgreiche Umsetzung zu erwarten ist. Einer der kommunalen Bauherren sagt deutlich: „Gute Partner für die Bauphase kann man nur durch beschränkte Ausschreibungen gewinnen.“ Leistungsfähigkeit und Referenzen werden im Vorfeld geprüft und nur geeignete Unternehmen zur Angebotsabgabe aufgefordert, meist bis zu zehn Bieter. Aufgefordert werden Firmen, mit denen die Bauherren selbst bereits gute Erfahrungen gemacht haben, und es werden Erfahrungen anderer Kommunen und ex-

terner Büros abgefragt. Beschränkte Ausschreibungen werden außerdem aus Gründen der Schnelligkeit bevorzugt, eine öffentliche Ausschreibung braucht mehr Zeit.

Im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung fehlt die Steuerungsmöglichkeit bei der Bieterauswahl. „Man muss nehmen, was man kriegt. Wenn die Firmen Nachweise und Referenzen haben – und das haben sie immer –, muss man sie nehmen. Wenn eine Firma keine Passivhaus-Erfahrung hat, ist das kein Ausschlusskriterium“, merkt ein kommunaler Bauherr an. Kritisiert wird, dass der wirtschaftlich günstigste – praktisch heißt dies jedoch oft der billigste – Bieter beauftragt werden muss und dass nicht die Qualifikation im Vordergrund steht. Ein Modellvorhaben-Bauherr plädierte für die Schweizer Praxis, den Billigsten grundsätzlich auszuschließen und den Auftrag an den zweiten zu vergeben.

Von den größeren, über dem Schwellenwert von 5 Mio. Euro liegenden, Projekten mussten 80 Prozent der Leistungen EU-weit öffentlich ausgeschrieben werden. Erfahrung unter anderem der Schulneubauten in Bad Urach und Nürnberg ist, dass eine EU-weite Ausschreibung bei solchen Projekten keinen Sinn macht, weil sich – „bei so kleinen Gewerken“ – keine Firma aus dem europäischen Ausland beteiligt. An öffentlichen Ausschreibungen nehmen aber des Öfteren innerhalb Deutschlands weiter entfernte Firmen teil. Aus wirtschaftlich weniger starken Regionen als am Neubausstandort kommend, bieten sie gegebenenfalls deutlich günstiger an als ortsnahe Unternehmen und kommen zum Zug. Die Entfernung wird immer wieder zum Problem im Baualltag, zum Beispiel wenn eine Firma wegen einer zu erledigenden Kleinarbeit nicht extra anfahren will.

Wenn bei den Modellvorhaben nur ein gewisser Prozentsatz der Leistungen beschränkt ausgeschrieben werden durfte, wurde im Bauherren- und Planungsteam abgestimmt, welche Gewerke dies sein sollen. Beschränkt ausgeschrieben wurden, so weit möglich, Schlüsselgewerke, die für das Gelingen oder Scheitern des Projekts besonders entscheidend sind. Bei einem Passivhaus sind aus Sicht der Beteiligten die sensiblen Gewerke all jene, die die Hülle betreffen. Unbedenklichere Gewerke wurden EU-weit ausgeschrieben, in Bad Urach gehörte dazu zum Beispiel der Rohbau.

Die Qualität der Ausschreibung ist wichtig

Eine gut vorbereitete Ausschreibung ist immer wichtig, um genau das angeboten und später umgesetzt zu bekommen, was geplant wurde. Dies gilt umso mehr, wenn es wie bei den Modellvorhaben nicht nur um Standardleistungen, sondern um spezielle Ausführungstechniken und den Einsatz neuer Produkte geht. Besonders dann, wenn die Ansprüche sehr ins Detail gehen, muss sich das auch in entsprechend ausgearbeiteten Leistungsbeschreibungen niederschlagen. Nach den Erfahrungen in den Modellvorhaben gehören dazu:

- **Deutlich formulierte Vorbemerkungen:** In den Vorbemerkungen muss man klar sagen, was man will. Der angestrebte Standard (zum Beispiel Passivhaus-Standard), wie seine Qualität kontrolliert wird (zum Beispiel Blower-Door-Test) und dass bei Nichterreichen der Zielwerte nachgebessert werden muss, muss in den Vorbemerkungen stehen.
- **Gutes Leistungsverzeichnis:** Mit einem genau formulierten Leistungsverzeichnis, das keine Interpretationsspielräume lässt, hat man bei der Umsetzung weniger Probleme.
- **Beschreibung von Detaillösungen:** Wenn in die Ausschreibungen schon Detaillösungen geschrieben werden, hat man mit dem Verschicken der Unterlagen Planungssicherheit.
- **Genaue Definition von Produkten:** Angestrebt wird, dass die vom Planungsteam vorgeschlagenen Produkte auch angeboten werden. Bei einem konkreten Produkt muss die Gleichwertigkeit ausgeschrieben werden. Darf in die Ausschreibung kein Richtprodukt geschrieben werden, müssen die wichtigen Kennwerte (zum Beispiel U-Werte, Wärmerückgewinnungsrate) genau abgefragt werden.

Der Markt ist noch nicht ausreichend auf den Bedarf eingestellt

Die Planungsteams aus den Modellvorhaben stellten bei der Ausschreibung immer wieder fest, dass sie dem Markt voraus waren. Produkte, die sie einsetzen wollten, waren am Markt nicht ausreichend oder noch gar nicht verfügbar.

Dies hatte zum einen die Folge, dass der Wettbewerb aufgrund des engen Marktes eingeschränkt war.

Ein Projektsteuerer sagt dazu: „Man kann planen und ausschreiben. Aber wenn es die Produkte, die man braucht, gar nicht am Markt gibt, dann hat man auch keinen Wettbewerb.“ Es stellte sich auch die Frage, wie man mit dem öffentlichen Vergaberecht zurechtkommt, wenn es für neue Produkte nur sehr wenige Anbieter gibt.

Zum anderen mussten sich die Planungsbeteiligten aufgrund des eingeschränkten Marktangebots mit hoher Intensität mit der Ausschreibung und den Produkten beschäftigen. Dies ging bis zur Entwicklung projektspezifischer Produkte. Für die Kaufmännische Schule in Bad Urach haben die Architekten und der Bauphysiker gemeinsam mit einem Hersteller einen speziellen Jalousienkasten entwickelt, der die bautechnischen Anforderungen (unter anderem wärmebrückenfreier Anschluss von Wärmedämmung und Jalousie) und ästhetische Ansprüche erfüllte.

Eine Schwierigkeit war auch, dass es in einigen Bereichen an zugelassenen oder zertifizierten Systemen mangelte. Für das Erlanger Kinderhaus musste zum Beispiel für das Wärmedämmverbundsystem mit einer Mineralfaserdämmung über 20 cm aufwändig eine Zulassung im Einzelfall beantragt werden. Bei der Kaufmännischen Schule in Bad Urach gestaltete sich die Suche nach zertifizierten Passivhaus-Fenstern schwierig. Der Bauphysiker hat geeignete Fenster ausgesucht und man hat mit einer Firma, die diese anbot, verhandelt. Die Firma hatte erst beabsichtigt, sich zertifizieren zu lassen, aber hat es schließlich nicht gemacht. Aufgrund der damit verbundenen Kosten scheuen die Firmen die Passivhaus-Zertifizierung ihrer Produkte.

Auch wenn die Zulieferindustrie zum Zeitpunkt der Ausschreibungen in den Modellvorhaben öfter „noch etwas hinten dran war“, lässt sich feststellen, dass vieles in Entwicklung ist. War es zum Beispiel für die Ravensburger Mensa noch schwierig, eine geeignete Lüftungsanlage zu finden, waren Geräte mit entsprechender Wärmerückgewinnung wenig später am Markt verfügbar. Die Zulieferindustrie ist aber auch weiter gefordert, für die Anforderungen des energieeffizienten Bauens geeignete Produkte zu entwickeln und weiter zu optimieren.

Hochkonjunktur bringt wenig Angebote und hohe Preise

Für fast alle Modellvorhaben war es aufgrund der Konjunkturphase zum Ausschreibungszeitpunkt schwierig, Angebote zu erhalten. Der Markt war ausgelastet: „Der Markt ist im Moment übersättigt, man kriegt kaum Angebote.“ „Am schwierigsten war es, einen Fassadenbauer zu finden. Auf die erste beschränkte Ausschreibung der Holz-Alu-Fassade ist kein Angebot eingegangen.“ „Auf die Fassaden-Ausschreibung kamen 25 Anfragen, aber es wurde nur ein Angebot abgegeben. Die Ausschreibung wurde aufgehoben.“ „Für die Haustechnik sind 16 Unternehmen angeschrieben worden und nur sechs Angebote sind eingegangen.“ Um Angebote zu bekommen, wurden teilweise auch bei öffentlichen Ausschreibungen Handwerker direkt angesprochen, weil viele Handwerker die Veröffentlichungen gar nicht lesen. Konjunkturbedingt am schwierigsten war es, für Leistungen die mit energetischer Sanierung zusammenhängen (zum Beispiel Dämmung), gute Preise zu erreichen. Handwerker und Hersteller konnten in der aktuellen Marktsituation hohe Preise durchsetzen.

Für einen guten Preis war von Vorteil,

- sehr frühzeitig auszuschreiben; lange Vorlaufzeiten sind allerdings nicht VOB-gemäß.
- zum Jahreswechsel auszuschreiben; im Sommer ist es schwieriger, preislich gute Angebote zu bekommen.
- Gewerke zusammenzufassen (zum Beispiel Wand/Decke oder Putz/Trockenbau/Maler) und dadurch Schnittstellen zu reduzieren.

Von Nachteil für den Preis waren

- die von den – sehr gut ausgelasteten – Firmen erwartete Auseinandersetzung mit neuen Anforderungen und besonderen Qualitäten – mit der Folge hoher Preise oder gar keiner Angebote.
- Angst vor Passivhaus-Mängeln. Dies treibt die Preise hoch.
- kurzfristige Termine; wenig Angebote und schlechte Preise sind die Folge.
- wenige geeignete Anbieter am Markt – und dadurch ein hohes Preisniveau.

Erfahrung muss noch aufgebaut werden

Für viele Handwerksunternehmen ist der Bau von Niedrigstenergiegebäuden und Passivhäusern noch keine Routine, sondern oft Neuland. In den Modellvorhaben sind die Erfahrungen mit den Kompetenzen der Firmen und den Bemühungen, sich auf das Neue einzulassen, sehr verschieden.

Teilweise wurde aufgrund der Besonderheit des Bauvorhabens besonders diszipliniert und mit hoher Präzision gearbeitet. Ein Architekt sagt über die Maurer-, Zimmerer- und Fensterbauarbeiten bei seinem Projekt: „Das sind alles Möbelstücke, die da stehen.“ Bei mehreren Projekten betonen die Beteiligten, dass „die Handwerker die geforderten Leistungen gut umsetzen können“, dass „lauter vernünftige Firmen auf der Baustelle sind“ und dass „man mit einheimischen Betrieben gut aufgestellt ist“.

Jedoch wurden auch gegenteilige Erfahrungen mit Firmen bei den Modellvorhaben gemacht. Aufgrund unpräzisen Arbeitens musste zum Teil für das Erreichen der Luftdichtheit mehrfach nachgebessert werden. Bei einem Projekt hat die für die Fassadendämmung zuständige Firma ein nicht mit der Ausschreibung übereinstimmendes Dämmprodukt verwendet und dieses Material auch noch falsch herum aufgebracht – und behauptet alles sei richtig. Im dann vom Bauherrn beauftragten Gutachten wurde die aufgebrachte Dämmung als gleichwertig angerechnet, so dass das Wegreißen des Materials nicht gefordert werden konnte. Auch bei einem anderen Projekt kam eine Firma mit Material mit einer falschen Wärmeleitgruppe auf die Baustelle und sie wollte einen für den Innenbereich vorgesehenen Klemmfilz an den Außenwänden verarbeiten. Solche groben Fehler waren aber Einzelfälle. Teilweise war es schwierig, den Handwerkern die Komplexität des Gebäudes zu vermitteln, wenn sie nur ihr eigenes Gewerk sahen und wenig über ihren Tellerrand schauten.

Als wichtig für eine qualitätsvolle Umsetzung hat sich herausgestellt, dass

- die Schlüsselgewerke, die entscheidend für die energetische Qualität des Gebäudes sind, mit guten Firmen besetzt sind
- bei den Handwerkern ein technisches Verständnis da ist
- die Handwerker der deutschen Sprache mächtig sind

- die Firmen auf der Baustelle kooperativ und lösungsorientiert zusammenarbeiten, Schnittstellen und Abgrenzungen gemeinsam diskutieren
- bei Gewerkestart der Bauleiter mit den Firmen ausführlich bespricht wie die Leistungen umzusetzen sind und insbesondere darauf hinweist, was anders als sonst gewohnt zu machen ist.

Mehrfach wurde von Bauherren und Planungsbeteiligten auch angesprochen, dass man „manchmal mit einer Firma einfach Glück haben muss.“ Nicht alle Unwägbarkeiten lassen sich durch eine sorgfältige Ausschreibung und Vergabe verhindern.

Für die Handwerker kommt die Erfahrung erst mit der Praxis. Nur wenn die Firmen viele solcher Aufträge bekommen, können sie sich das notwendige Know-how aneignen. „Die Aufträge bestimmen den Markt“, sagt ein Modellvorhaben-Bauherr. Der Auftrag für ein Niedrigstenergiegebäude oder Passivhaus, den er anschließend als Referenzprojekt einsetzen kann, kann für einen Handwerksbetrieb durchaus motivierend sein.

2.3 Bauphase

Risiken von Mängeln bei der Ausführung können sowohl die angestrebte energetische und wirtschaftliche Qualität, als auch die Nutzungsqualität stark mindern. Teilweise sind sie nachträglich nur sehr schwer zu beheben. Aufgrund der Neuartigkeit der Bauweisen und Produkte müssen sich alle Beteiligten stärker mit Risiken auseinandersetzen. Die Prozesse von Ausführungskontrolle, Krisenmanagement, Änderungsmanagement, Abnahme etc. sind aber normale Vorgänge wie bei jedem anderen Bauvorhaben.

Kontrolle der Ausführungsqualität – was bewährt sich?

Zur Qualitätssicherung der Ausführung gehört eine Kombination unterschiedlicher Instrumente. Die Modellvorhaben setzten auf intensive Bauleitung, ausführliche Dokumentation und genaues Nachmessen, um ihre Qualitätsziele zu erreichen. Der Aufwand für die Qualitätskontrolle im energieeffizienten Neubau wird von den Projektbeteiligten höher eingeschätzt als bei konventionellen Gebäuden. Zum einen ist die Qualitätstoleranz in Bezug auf die Zielerreichung geringer, zum anderen sind zahlreiche Arbeitsschritte für die Handwerker noch

keine Routine. Allerdings ist die Qualitätssicherung beim Bauen durch Bundes- und Euronormen zunehmend so komplex, dass der zusätzliche Aufwand durch die energetische Optimierung nicht mehr so die Rolle spielt.

Präsenz auf der Baustelle: zeitnahe Kontrolle

Am wichtigsten für die Qualitätssicherung ist, so die Erfahrung der Modellvorhaben, eine kontinuierliche örtliche Präsenz: „Eine gründliche Bauleitung ist durch nichts zu ersetzen.“ Einbauen, Anschlüsse und Schnittstellen müssen zeitnah kontrolliert werden, solange sie noch zugänglich und sichtbar sind. Für größere Projekte wie die Schulneubauten bedeutete dies, dass die Bauleitung Vollzeit auf der Baustelle war. Bei der Kaufmännischen Schule in Bad Urach hat sich gezeigt: „Vom Anspruch an die Bauleitung ist dieses Projekt nicht mit einem Standardprojekt zu vergleichen, die Bauleitung ist mindestens doppelt so viel präsent.“ Auch bei kleineren Projekten wie den Kindertagesstätten hat die Bauleitung täglich auf der Baustelle vorbeigeschaut. Um eine kontinuierliche Bauleitung gewährleisten zu können, haben die nicht ortsnahen Architekturbüros – wie in Leinfelden-Echterdingen, Nürnberg, Ulm – Vor-Ort-Bauleitungen beauftragt.

Bauleitung heißt aber natürlich nicht nur Kontrolle, sondern davor geht es darum, den Handwerkern die Qualitätsziele zu vermitteln und Hinweise für die Ausführung zu geben. Sehr schwierig oder fast unmöglich ist dies, wenn die Handwerker die deutsche Sprache nicht verstehen und dies ist häufig der Fall. Mit einem interessierten, engagierten Handwerkspartner ist es ein Lernen auf beiden Seiten, durch die häufigen Begehungen baut auch die Bauleitung ihr Erfahrungswissen aus.

Fach-Bauleitung: 4-Augen-Prinzip vor Ort

Eine Bauleitung von Fachplanerseite unterstützt und ergänzt die Architekten-Bauleitung bei der Qualitätskontrolle. Sie schaut mit einem anderen Wissenshintergrund auf dasselbe Bauwerk und kann sich auf die speziellen – gebäudetechnischen oder bauphysikalischen – Themen konzentrieren. Bei den Modellvorhaben war eine Fach-Bauleitung in unterschiedlicher Form verankert und hat sich immer bewährt.

Für das Nürnberger Modellvorhaben war zum Beispiel das Ingenieurbüro, das die bauphysikalischen Berechnungen gemacht

hat, mit einer bauphysikalischen Baustellenüberwachung beauftragt. Dafür waren etwa zwei Termine pro Monat angesetzt, die Baustellenkontrollen wurden nach dem konkreten Bedarf terminiert. Die Projektarchitektin meint dazu: „Die Baustellenkontrolle von bauphysikalischer Seite ist nur empfehlenswert, das kann ein normaler Bauleiter gar nicht leisten.“ Der Fachingenieur, der den bauphysikalischen Nachweis führt, muss auf der Baustelle präsent sein, da nur er die Umsetzung und gegebenenfalls notwendige Anpassungen einschätzen kann.

Bei anderen Projekten gab es von Seiten der HLS-Planer regelmäßige Termine auf der Baustelle, mit denen sie gute Erfahrungen gemacht haben: in Bad Urach zum Beispiel ein bis zwei Baubegehungen pro Woche, in Urbach zum Beispiel wöchentliche Technik-Jour-fixes mit allen Beteiligten.

Nachvollziehbare Dokumentation

Ein Baustein der Qualitätskontrolle durch die Bauleitung ist gut zu dokumentieren. In Modellvorhaben wurden in Bezug darauf gute Erfahrungen damit gesammelt,

- sich von den Firmen dokumentieren zu lassen, welche Produkte sie einbauen (Prüfzeugnisse zu den Produkten)
- die Punkte, die nachzubessern sind, schriftlich und fotografisch zu dokumentieren.

Qualität messen: Blower-Door-Test und Thermografie

Der Blower-Door-Test zur Messung der Luftdichtheit des Gebäudes ist für die Modellvorhaben ein entscheidendes Instrument der Qualitätssicherung. Einer der Bauherren sagt: „Wir sehen den Blower-Door-Test als wichtigste Qualitätsprüfung – auch zur Vermeidung von Bauschäden.“ In der Regel wurden bei den Projekten jeweils zwei Blower-Door-Tests durchgeführt: einen ersten zum Aufspüren von Leckagen und einen zweiten zum abschließenden Nachweis der Qualität. Der erste Blower-Door-Test wurde zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an dem man noch Zugriff auf die entscheidenden Bauteile hatte und bei Bedarf gut nachbessern konnte. Erst danach wurden die Ausbauarbeiten fortgeführt.

Bei der Kaufmännischen Schule Bad Urach wurde zu einem frühen Zeitpunkt in einem Teilbereich ein zusätzlicher Blower-Door-Test durchgeführt, um die

Fassadenausführung zu kontrollieren. Mit den Ergebnissen konnten die Handwerker rechtzeitig auf Schwachpunkte aufmerksam gemacht werden, die sie bei den weiteren Arbeiten vermeiden konnten. Auch in Marburg wurde zur Sensibilisierung der Handwerker zum genauen Arbeiten die Luftdichtheit erst in einem kleinen Bereich – in einem Büro – gemessen. Bis die Luftdichtheit den Anforderungen entsprach, mussten in Marburg mehrere Blower-Door-Tests in Verbindung mit Thermografie gemacht werden.

Einzelne Modellvorhaben haben die Ausführungsqualität im ersten Winter nach Fertigstellung der Gebäude zusätzlich über eine Thermografie nachgewiesen.

Passivhaus-Zertifizierung als Instrument der Qualitätssicherung

Einige der Modellvorhaben haben sich mit der Passivhaus-Zertifizierung auseinandergesetzt und sie teilweise umgesetzt. Für einen an einem Modellvorhaben beteiligten Fachplaner ist die Zertifizierung zwar nicht entscheidend, aber sie bedeutet aus seiner Sicht eine Qualitätssicherung, wie sie sonst nicht gemacht wird. Im Rahmen der Zertifizierung werden durch die Bauleitung bestimmte Nachweise geführt, nach DIN 18599 wird – formal gesehen – dagegen nur gerechnet und nicht geprüft. Die Bauleitung sollte die Qualitätssicherung aber normalerweise sowieso leisten.

Krisenmanagement – welche besonderen Aufgaben stellen sich?

Fast auf jeder Baustelle gibt es kleinere oder größere Krisen im Zusammenhang mit Termineinhaltung, Qualitätstreue, Firmeninsolvenzen etc. zu bewältigen. Bei sechs der zwölf umgesetzten Modellvorhaben war nach Aussagen der Bauherren kein durch den Energiestandard oder der damit verbundenen Bauweise verursachtes Krisenmanagement notwendig. Bei anderen Projekten gab es mehr Schwierigkeiten, bis hin zu Rechtsstreitigkeiten.

Bauverzögerungen und Termindruck

Es gab vor allem drei Gründe, durch die der geplante zeitliche Ablauf der Modellvorhaben gestört wurde:

- Ausschreibungen mussten teilweise wiederholt werden, weil keine Angebote abgegeben wurden oder weil die wenigen Angebote weit über dem geplanten Kostenrahmen lagen. Ausschlaggebend dafür waren die Hochkonjunktur

der Bauwirtschaft (insgesamt und insbesondere in den energetisch relevanten Gewerken), ein für manche Leistungen sehr enger Markt und Risikozuschläge der Unternehmen auf für sie neue Ausführungsarten. Vergabe und Ausführungsbeginn haben sich verzögert.

- Durch die konjunkturbedingte sehr hohe Auslastung der Firmen haben sie zugesagte Kapazitäten nicht eingehalten und Ausführungszeiten haben sich verlängert. Eine Möglichkeit, Termintreue besser durchzusetzen, ist eine vertragliche Vereinbarung von Vertragsstrafen.
- Wo aufgrund der Ergebnisse erster Blower-Door-Tests umfangreiche Nacharbeiten notwendig waren, führte dies zu Bauzeitverlängerungen.

Bei der Kindertagesstätte in Wustrow war eine fast halbjährige Zeitverzögerung beim Trocknen des Estrichs wetter-, konstruktions-, system- und schließlich kostenbedingt. Der Estrich war sowohl wegen der Fußbodenheizung als auch aufgrund notwendiger Speichermassen höher ausgeführt worden. Das Trocknen hat bei über Wochen extrem nassem Wetter sehr lange gedauert. Das Risiko einer Trocknung über die Fußbodenheizung wurde mit der geothermischen Wärmeversorgung als zu hoch eingeschätzt. Bei einem solchen Dauerbetrieb und Wärmebedarf, der die Heizleistung um ein Vielfaches überschreiten kann, besteht die Gefahr, dass die Erdsonde durch den hohen Wärmeentzug vereisen und unbrauchbar werden kann. Und eine andere Art der Trocknung hätte zusätzlich viel Geld gekostet, so dass die Zeitverzögerung in Kauf genommen wurde.

Bei den Projekten, die zu einem bestimmten Zeitpunkt – zum Beispiel zum Schuljahresbeginn – fertig werden mussten, war der Termindruck besonders hoch. Teilweise war der Zeitdruck auch schon durch eine enge Zeitplanung ohne Puffer intern bedingt. Von Seiten des Projektmanagements waren in diesen Fällen große Anstrengungen notwendig, damit die Termine zur Erstinbetriebnahme gehalten werden konnten.

Firmen fallen aus

Probleme gab es nicht nur durch Kapazitätsengpässe von Firmen, sondern auch durch Insolvenzen beauftragter Unternehmen. Diese stehen natürlich nicht immer, aber auch in Zusammenhang mit der innovativen Bauweise. Die Firmen bieten teil-

weise Leistungen und Systeme an, mit denen sie keine Erfahrungen haben. Da besteht für sie ein großes Risiko sowohl bei der Kalkulation als auch in der Ausführung, wenn sie es nicht realisieren können.

Nachfinanzierung

Bei Projekten, bei denen sich die Kosten durch im Planungsprozess höher gesetzte energetische Standards und durch teure Vergaben deutlich erhöht haben, erforderten Kostenfortschreibung und Nachfinanzierung ein intensives Krisenmanagement. Bei einem Modellvorhaben war dazu ein Anwalt eingeschaltet.

Änderungsmanagement – wird gebaut wie geplant?

Die Modellvorhaben wurden, nachdem in der Planungsphase in intensiver Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten oft viele Alternativen geprüft und verworfen worden waren, weitestgehend umgesetzt wie geplant. Aussagen der Planungsbeteiligten sind: „Es gab keine Planungsänderungen.“ „Man muss nur auf Ausdetaillierungen reagieren.“ „Es gibt keine grundsätzlichen Änderungen.“ „Bis auf winzige Kleinigkeiten wird so ausgeführt wie geplant.“ „Seit Baubeginn läuft alles nach Plan.“ Trotzdem blieben verschiedene unzeitige Änderungen nicht aus.

Änderungen waren erforderlich, wenn

- für die ausgeschriebene Konstruktion kein oder kein vernünftiges Angebot eingegangen ist: Zum Beispiel mussten in Leinfelden-Echterdingen die Holz-Alu-Fassade durch eine Alu-Fassade und in Schwaigen-Grafenaschau die Pfosten-Riegel-Konstruktion durch eine Elementfassade ersetzt werden.
- Kosten eingespart werden mussten: Zum Beispiel wurden in Urbach in den Innenzonen aus Kostengründen mehr Betondecken statt der geplanten Holzbrettstapeldecken eingebaut. Die neue Lösung hat den Vorteil, dass die Betondecken – abgehängt mit einer luftdurchlässigen Holzdecke – als Speichermasse wirken. Systeme am Markt nicht mehr verfügbar waren: Zum Beispiel musste in Lohr für die transluzenten Dünnschicht-Solarmodule, die für die Fenster-Schiebeläden geplant waren, eine Ersatzlösung gesucht werden. Der einzige Hersteller hatte die Produktion eingestellt, nachdem die Module ausgeschrie-

ben, angeboten und beauftragt waren.

- bessere Preise am Markt neue Möglichkeiten boten: Zum Beispiel gab es für das Urbacher Kinderhaus im Projektverlauf höherwertige Mineralwolle zum gleichen Preis. Dies hat Spielräume an anderer Stelle eröffnet, so dass eine Anpassung zwischen Planung und Umsetzung erfolgte.
- zu einem zu frühen Zeitpunkt ausgeschrieben wurde: Zum Beispiel waren in Nürnberg Anpassungen im Bereich Elektro notwendig, weil diese Leistungen untypisch früh ausgeschrieben worden waren.
- in Einzelfällen erst in der Ausführungsphase Schwächen der Planung deutlich wurden: Zum Beispiel waren in Schwaigen-Grafenaschau Änderungen an der Lüftungsanlage und am Lüftungskonzept notwendig.

Es ist auch vorgekommen, dass in der Bauphase darauf verzichtet wurde, auf aktuelle Entwicklungen zu reagieren, um eine intensiv abgestimmte und optimierte Planung und einen gut organisierten Bauablauf nicht zu gefährden. Ein Thema diesbezüglich ist zum Beispiel die Entwicklung der LED-Beleuchtung, die teilweise Planungen „überholt“ hat.

Abnahme – welche besonderen Fragen stellen sich?

Die Bauabnahme hat entscheidende rechtliche Folgen. Für bei der Abnahme festgestellte Mängel besteht Anspruch auf sofortige Mängelbeseitigung und mit der Abnahme beginnt die Gewährleistung für später eintretende Ansprüche. Eine Abnahme erfordert immer besondere Sorgfalt, insbesondere weil für Mängel, die bei der Abnahme sichtbar sind, aber nicht beanstandet werden, keine Gewährleistung gilt. Jede Abnahme sollte deshalb auch mit den beteiligten Fachplanern und Fachbauleitern erfolgen.

Alles Grundsätzliche einer Abnahme gilt für die Niedrigstenergiegebäude gleichermaßen. Die an den Modellvorhaben Beteiligten weisen auf folgende Besonderheiten bei ihren Projekten hin.

Abnahmephase statt ein Abnahmetermin

Anders als bei Standardgebäuden gibt es einen eher fließenden Übergang von der Bauphase zur Wartung. Das betrifft vor al-

lem die Einregulierung der Technik, die Zeit braucht und bis in die Betriebsphase geht. Eine besondere Rolle spielt häufig die Einregulierung der Lüftung.

Separate fachspezifische Abnahmen

Beim Nürnberger Modellvorhaben wurde eine separate bauphysikalische Abnahme durchgeführt.

Wo man genauer hinschauen muss

Erhöhte Aufmerksamkeit bei der Abnahme ist immer dann gefordert, wenn es keine Standarddetails sind. Dies betrifft Bauteile und Bauteilanschlüsse, an die besondere Anforderungen gestellt werden, und vor allem auch die Verwendung neuer Materialien. Besonders zu beachten und rechtzeitig abzunehmen sind auch die Bauteile, die im späteren Baufortschritt nicht mehr sichtbar und zugänglich sind – wie zum Beispiel die Energiepfähle beim Lohrer Modellvorhaben.

Nachweis der Luftdichtheit

Im Zusammenhang mit der Abnahme steht der Nachweis der Dichtigkeit mit dem Blower-Door-Test. Der Blower-Door-Test sollte vor der Abnahme stattfinden oder die Übernahme unter dem Vorbehalt des Nachweises zur Dichtigkeit erfolgen. Gegebenenfalls muss für den Nachweis der Luftdichtheit mehrfach nachgebessert werden.

2.4 Inbetriebnahme und Nachsorge

Diese Projektphase ist bei Neubauten im Niedrigstenergiegebäude-Standard wesentlich umfangreicher und bedeutsamer geworden, nicht nur weil meist mehr und neue Technik zum Gebäude gehört und auch die bauphysikalischen Zusammenhänge komplizierter geworden sind. Die Nutzer müssen die Ziele und Zusammenhänge verstehen und den richtigen Gebrauch einüben.

Für die Betreuung sind das Zusammenspiel zwischen Gebäudeautomation und Regelungen durch die Nutzer sowie umfassendere Aufgaben im Facility Management (zum Beispiel Betreuung der Steuerung der Gebäudeautomation, Wartung und Reinigung der Lüftungsanlage) wichtige Themen. Monitoring und Evaluation sind nunmehr nicht nur für das wissenschaftliche Erkenntnisinteresse relevant, sondern sie sollten zum integrierten Bestandteil der Gebäudebewirtschaftung werden, um die

ökologischen und ökonomischen Potenziale des Gebäudes auszuschöpfen.

Information und Einbeziehung der Nutzer – wie wird die Kommunikation im Prozess gestaltet?

In den meisten Modellvorhaben wurden die Nutzer und die Öffentlichkeit bereits im Planungs- und Bauprozess mehr oder weniger intensiv einbezogen, mit unterschiedlichen Kommunikationsformen.

Information einer breiten Öffentlichkeit

Die Meilensteine im Prozess werden zur Information einer breiten Öffentlichkeit über die Presse genutzt: wie zum Beispiel die Beschlüsse, das Projekt zu realisieren; Wettbewerbsentscheidungen; Baubeginn; Richtfest; Einweihung. Die Neubauten wurden eher in kleineren Städten und Gemeinden aufmerksam von der Lokalpresse begleitet, in größeren Städten wie zum Beispiel Leipzig, Nürnberg oder Ulm war die Präsenz in der Presse deutlich geringer.

Häufig wird gegen Ende der Bauzeit oder nach der Einweihung ein Tag der offenen Tür angeboten. Dieser ist bei allen Modellvorhaben auf große Resonanz gestoßen.

Einbeziehung der Hausleitungen

Im Rahmen der Bedarfsermittlung in der Vorbereitungsphase werden oftmals mit den Betreibern und den Leitungskräften des im Haus arbeitenden Personals ausführliche Gespräche über die Gebäudekonzeption und die Nutzerbedürfnisse geführt. Wo dies bei den Modellvorhaben nur mit den zuständigen kommunalen Ämtern und nicht mit den zukünftigen Nutzern direkt erfolgte, wird dies von der Nutzerseite kritisiert. Teilweise gibt es einen begleitenden Bauausschuss, in dem zum Beispiel Bauherr, Gemeinderäte, Hausleitung und Vertreter des im Haus arbeitenden Personals mitwirken. Bei manchen Modellvorhaben haben die Hausleitungen an regelmäßig stattfindenden Planungsbesprechungen teilgenommen.

Vorinformation der „Endnutzer“

Mit Baustellenführungen oder Besichtigungen kurz vor der Fertigstellung werden auch die „Endnutzer“ – Kinder, Schüler, Eltern, Beschäftigte – erreicht, die solche öffentlichen Gelegenheiten gerne nutzen, um zum Beispiel ihren Kindergarten oder ihre Schule, kennenzulernen.

Bei der Erich-Kästner-Schule in Leipzig gab es verschiedene Aktionen, um Schüler und Lehrerkollegium mit dem Neubau vertraut zu machen: ein Bautagebuch auf der Homepage der Schule; eine Baustellenbesichtigung für Lehrer; ein „Tag der offenen Baustelle“ kurz vor Fertigstellung, an dem Lehrer Führungen für Eltern und Schüler gemacht haben.

Ansonsten werden die Endnutzer – Beschäftigte, Lehrerkollegium, Kinder und Jugendliche, Hausmeister, Reinigungskräfte – im Zuge der Inbetriebnahme unterschiedlich ausführlich informiert und mit der Nutzung des Hauses vertraut gemacht.

Beispiel Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle Leipzig: Bautagebuch auf der Homepage der Schule



Quelle: www.kaestnerschule.de (Abruf 20.10.2014)

**Beispiel Rathaus mit Kindergarten Schwaigen-Grafenaschau:
Öffentliche Aufmerksamkeit vom Baubeginn bis zur Einweihung**

In zwei Monaten hochgezogen
Hebauf: Der Rohbau des neuen Rathauses mit Kindergarten steht

18. April 2012
Knirpse entdecken die Natur
Neuer Kindergarten in Grafenaschau rückt umweltbewusste Erziehung in den Mittelpunkt – Start am 1. September

24. Mai 2012
Im September halten die Zwergerl Einzug
Arbeiten am Rathaus-Kindergarten-Gebäude schreiten voran – Feuerwehrhaus-Anbau noch nicht genehmigt

05.9.2012
Kinder und Politiker unter einem Dach
Neuer Kombibau in Grafenaschau beheimatet Verwaltung, Sitzungssaal und Tagesstätte – Tag der offenen Tür

Einweihung Rathaus mit Kindertagesstätte Schwaigen-Grafenaschau



30. September 2012
Aschauer Straße 26

09.00 Uhr Gottesdienst
10.00 Uhr Einweihung

Grußworte

Kirchliche Segnung
Musikalische Umrahmung

1. Bürgermeister Karl Schwarzberger
Landrat Harald Kühn
Kottermair Rebholz Architekten
Sigmund Peter Schneider
Pfarrer Siegfried Schindele
Riederer Musikanten - Bad Kohlgrub

2.13. Okt. 2012 Die Bürger staunen Rathaus und Kindergarten unter einem Dach: Kombibau in Grafenaschau gesegnet – Außenanlage bereits fertig

VON HEINZ HERBER

Grafenaschau - Großzügig, hell und freundlich: So lautet das Urteil der Besucher des neuen Grafenaschauer Kombibaus. Zur Einweihung ihrer vollendeten Rathaus- und Kindertagesstätte hatten sich zahlreiche Bürger eingefunden. Sie nahmen den Neubau ganz genau in Augenschein – und staunten über die bereits fertig gestellten Außenanlagen.

Wie das so schnell ging: Mittels Rollstühlen war der rasche Erdboden – ringsum binnen weniger Tage in eine grüne Gartenlandschaft verwandelt worden. Nach dem von Pfarrer Siegfried Schindele geleiteten Gottesdienst in der benachbarten Kirche St. Wolfgang trug Bürgermeister Karl Schwarzberger an der Spitze seines kleinen Anstalts aus Rednerpult.



Vom neuen Gebäude: Bürgermeister Karl Schwarzberger (r.) bei einer Ansprache neben (v.l.) den Architekten Otti Rebholz, Marcus Kottermair, Landrat Harald Kühn und Landschaftsarchitekt Peter Schneider.

Der Gemeindefrat zeichnete ein düstres Bild des ehemaligen Rathausgebäudes, dessen Mauerwerk zum Teil wegen fehlender Leitungen mit Heißluft durchdrungen gewesen sei. „Allein der Sanierungsaufwand für den Brandschutz hätte einem Betrag von 544.000 Euro“ entsprungen, meinte er vor.

Angesichts dieser Situation habe sich der damalige Ge-

meinderat entschlossen, ein bauliches Konzept für den Bau einer Kindertagesstätte und ein neues Rathaus zu entwickeln. Die Kosten für das Gesamtvorhaben beliefen sich auf rund 1,1 Millionen Euro.

Die Erneuerung der Außenanlagen (siehe den Garten der Kindertagesstätte) habe das Amt für ländliche Entwicklung mit 50 Prozent beauftragt. „Daher hat sich die Gemeinde für die umfangreiche Ausgestaltung des Dorplatzes entschieden.“ Er hofft, dass sich das neue Gebäude als ein Zentrum für die weitere Entwicklung des Ortes erweise, schloss Schwarzberger.

Harald Kühn (CSU) fand

ebenfalls herzliche Worte. „Dieser Tag ist ein Tag der Freude“, sagte der Landrat und hob die „gute funktionale Einheit“ aus Kindertagesstätte und Rathaus hervor. „Sie haben allen Grund, darauf stolz zu sein.“ Gerade bei Kindern spielen die ersten Lebensjahre eine besondere Rolle. „Deshalb ist es sehr bedeutsam, dass Kinderbetreuungseinrichtungen möglichst gut in die Umgebung eingebunden werden“, sagte Kühn.

Ein Kombibau wie jener in Grafenaschau sei keine alltägliche Planungsaufgabe, erklärte Otti Rebholz vom Architekturbüro Kottermair/Rebholz. „Die Entscheidung im Gemeinderat war nicht ganz einfach. Umso mehr begrüßten wir Sie heute für diesen mutigen, richtungweisenden Schritt.“ Als „erstmaligen Ort im sozialen Leben der Ge-

meinde“ bezeichnete Landschaftsarchitekt Peter Schneider das Bauwerk.

Seine Freude über das in unmittelbarer Nähe zur Kirche St. Wolfgang errichtete Rathaus konnte Pfarrer Siegfried Schindele nicht verbergen. „Ich bin dankbar dafür, dass sich der Gemeinderat für die große Lösung entschieden hat“, unterstrich der Geistliche. „Möge das neue Haus Menschen miteinander in Beziehung bringen.“ Zur Segnung trug er mit seinen Ministranten durch die Räume und überbrachte dem Team der Kindertagesstätte seine Glück- und Segenswünsche. Natürlich durfte bei einem solchen Fest auch eine zünftige Blasmusik nicht fehlen. So hatten die „Riederer“ aus Bad Kohlgrub für ihr Spiel in der Kirche und im Rathaus jeweils passende Stücke ausgewählt.

**Beispiel Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr:
Die lokale Presse verfolgt das Projekt aufmerksam**

Mainpost 30.06.2011

ENERGIE GEWINNEN STATT VERBRAUCHEN

(jun) Der von der Stadt angestrebte Neubau eines Verwaltungsgebäudes für die Lohrer Stadtwerke soll dank ausgeklügelter Technik mehr Energie produzieren als verbrauchen. Das verblüffende Konzept dazu stellte der mit der Planung beauftragte Lohrer Architekt Matthias Ruf in der Stadtratssitzung am Mittwochabend vor.

Mainpost 28.02.2012

NEUBAU DER STADTWERKE WIRD TEURER

Der geplante Neubau eines Verwaltungs- und Betriebsgebäudes für die Lohrer Stadtwerke an der Wombacher Straße wird teurer. Grund: Eine Bodenuntersuchung hat ergeben, dass das Erdreich auf dem Baugrundstück bis in eine Tiefe von gut fünf Metern nicht tragfähig ist. Deswegen müssen 102 Betonpfähle in den Grund getrieben werden, um den Bau errichten zu können.

Lohrer Echo 29.02.2012

Eisspeicher und Energiepfähle für Vorzeigebau

Stadtwerke: Gebäude für rund 2,55 Millionen Euro

Lohr Gut 100 000 Euro teurer als bislang angenommen, aber noch »modellhafter« wird das neue Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke an der Wombacher Straße. Weil der Bau wegen einer Bodenlinse auf Gründungspfählen ruhen muss, will der Lohrer Ingenieur Matthias Ruf »aus der Not eine Tugend machen« und die Pfähle für die Energiegewinnung einsetzen.

Mainpost 19.03.2012

SPATENSTICH FÜR STADTWERKEGEBÄUDE: DER EISSPEICHER FUNKTIONIERT SCHON

Der Anfang ist gemacht: Am Montagnachmittag begann an der Wombacher Straße der Bau eines neuen Verwaltungs- und Betriebsgebäudes für die Lohrer Stadtwerke. Das auf 2,55 Millionen Euro veranschlagte Gebäude soll ein energetisches Modellprojekt werden. Ab Frühsommer 2013 werden darin die 25 Mitarbeiter und zehn Fahrzeuge der Lohrer Wasserver- und Abwasserentsorger mitsamt Lager und Registratur Quartier finden.

Mainpost 26.06.2012

RUPPERTSHÜTTEN IST EIN SCHWERER ABWASSER-FALL

Beim Bau des neuen Stadtwerke-Gebäudes an der Wombacher Straße liege man sowohl was die Kosten betrifft als auch die Bauzeit exakt im Plan, versicherten Stadtwerkeleiter Otto Mergler und technischer Leiter Wolf-Dieter Füg bei einem Ortstermin des Werkausschusses am Montag. Veranschlagt ist der Bau mit 2,55 Millionen Euro. Bürgermeister Ernst Prüße rechnete mit einem Einzug im März oder April 2013.

Lohrer Echo 27.06.2012

Neues Gebäude der Stadtwerke im Zeit- und Kostenrahmen

Werkausschuss: Ortstermin an Baustelle an der Wombacher Straße - Umzug für März oder April 2013 geplant - Modellprojekt von Universität begleitet

Lohr Was bei öffentlichen Bauvorhaben in Lohr mittlerweile zu einer Seltenheit geworden ist, scheint den Stadtwerken zu gelingen: Der Bau ihres neuen Betriebs- und Verwaltungsgebäudes an der Wombacher Straße liegt genau im Plan - beim Geld und bei der Zeit. Über den aktuellen Sachstand informierte sich am Montag der Werkausschuss des Stadtrates vor seiner Sitzung.

Mainpost 24.09.2013

STADTWERKE ÖFFNEN DIE TÜR

Die Lohrer Stadtwerke gewähren der Öffentlichkeit bei einem Tag der offenen Tür am Samstag, 19. Oktober, von 10 bis 14 Uhr einen Blick in den Neubau des Betriebs- und Verwaltungsgebäudes an der Wombacher Straße. Bekanntlich handelt es sich bei dem Bau um eine Art energetisches Wunderwerk, dessen energiesparendes Konzept mit Fördergeldern belohnt wurde.

Übergabe und Eingewöhnung – welche besonderen Aktivitäten sind erforderlich und geeignet?

Die für den Betrieb Verantwortlichen wie alle Nutzer müssen willig sein, mit dem Niedrigstenergiegebäude zu arbeiten. Entscheidend ist, ob sie die wesentlichen Funktionen ihres Gebäudes gut verstehen und richtig bedienen. Das ist anders als früher, als man mit einem robusten Gebäude fast alles machen konnte. Heute muss man den Gebrauch eines Hauses auch als Beitrag zum Umgang mit der Natur verstehen.

Die Übergabe an Hausmeister, kommunales Gebäudemanagement etc. und vor allem auch die Nutzer ist ein Projektschritt, der gut organisiert und ausgestaltet werden muss, damit alle die notwendigen Informationen erhalten und sich in der Nutzung des Gebäudes und seiner Technik einüben können. Bei den Modellvorhaben wurde dies teilweise vernachlässigt.

Auf die Funktion bezogene Kommunikation

Den Bauherren der Modellvorhaben ist bewusst, dass es für die Zielerreichung der Niedrigstenergiegebäude wie für deren behagliche Nutzung eine nicht unerhebliche Rolle spielt, wie die Nutzer sich verhalten und mit dem Gebäude umgehen. Trotzdem erfolgte nur teilweise eine ausführliche Nutzereinweisung, manchmal wurde sie pragmatisch auf eine Minimalinformation begrenzt oder bislang gar nicht gemacht.

Es zeigen sich drei unterschiedlich umfassende Vorgehensweisen hinsichtlich der Nutzereinweisung bei den Modellvorhaben:

- Einweisung aller Beschäftigten: zum Beispiel gab es in Bad Urach eine Informationsveranstaltung mit dem Kollegium, in Erlangen einen Termin mit allen Erzieherinnen, in Leipzig eine Gebäudebegehung mit den Lehrern, in Marburg eine Dienstversammlung zur Gebäudeeinweisung, in Ulm Abteilungskonferenzen für die Lehrer und sind Nachschulungen nach einem Jahr geplant.
- nur Einweisung der Leitung und gegebenenfalls ihrer Vertretung: zum Beispiel wurde in Leinfelden-Echterdingen die Leitung der Kindertagesstätte und ihre Vertretung, in Ravensburg die für die Essensausgabe Zuständige, in Schwaigen-Grafenaschau der ehrenamtliche Bürgermeister eingewiesen.
- keine ausführliche Nutzereinweisung: Wo die Nutzer bislang nicht in die Funktionsweise des Niedrigstenergiegebäudes eingeführt wurden, wird dies von unterschiedlichen Seiten – zum Beispiel vom Hausmeister oder von Lehrern – bemängelt. Wenn gesagt wird „Keiner weiß, wo er was drücken kann und darf.“ oder „Wir wussten nicht, dass man die Fenster nicht öffnen darf und nicht öffnen muss.“ zeigt dies dringenden Handlungsbedarf.

Die Nutzereinweisung kann durch Planer, Bauherrenvertreter oder auch intern erfolgen, in Ulm hat dies für das 300-köpfige Kollegium zum Beispiel ein für die Begleitung des Neubaus abgeordneter Lehrer übernommen. Wichtig ist eine verständliche Informationsvermittlung.

Bei allen Modellvorhaben wurden die Hausmeister bzw. Hausmeister-Teams, sofern es welche gibt, technisch eingewiesen. Teilweise machten dies Planer und ausführende Firmen zusammen, teilweise nur die Handwerker. In der Regel waren die Hausmeister auch bei den Abnahmen dabei. Bei komplexen Anlagen reicht, so die Erfahrung aus Modellvorhaben, ein einzelner Übergabetermin nicht aus. In Leipzig gab es deshalb mehrere Begehungen mit dem Hausmeister und zuständigen Vertretern der Stadt, bei denen Fragen gestellt werden konnten. Die Bauleiterin der Stadt sagt: „Man kann nicht erwarten, dass der Hausmeister alles beim ersten Mal versteht. Es war wichtig, dass man sich mit den Planern, den bearbeitenden Ingenieuren, der Stadt und dem Hausmeister mehrmals getroffen hat und die Anlage angeschaut und besprochen hat.“ Es empfiehlt sich, wie zum Beispiel in Ravensburg gemacht, die Einweisung mit Protokoll und technischen Unterlagen zu dokumentieren und die eingewiesene Person dies unterschreiben zu lassen.

Unterlagen für die Nutzer zum Nachlesen

Bei einem Teil der Modellvorhaben wurden Informationen zur Nutzung des Niedrigstenergiegebäudes auch schriftlich aufbereitet, teilweise ausführlich, teilweise kurz zusammengefasst, so dass sie im Gebäude ausgehängt werden können.

In Leipzig hatte es bei einem früheren Schulneubau im Passivhaus-Standard erhebliche Beschwerden von Eltern und Lehrern während des ersten Nutzungsjahres

Nutzungsjahres gegeben, die auch in der Presse skandalisiert wurden. Diese Erfahrungen haben bei der Stadt Leipzig zu einem umsichtigeren Kommunikationskonzept mit mehr Nutzereinbindung geführt. Im Rahmen des geförderten EU-Projekts „EEMTE“ (Energy Efficiency in Municipality – Training and Exchange of experience) wurden Informationsmaterialien zu Passivhaus-Schulen erstellt. Für die Erich-Kästner-Schule gibt es ein Nutzerhandbuch und einen Flyer.

Auch für die Erweiterung des Schulzentrums Kuhberg mit Schul- und Mensagebäude in Ulm mit seinen vielen wechselnden Nutzern (300 Lehrer, knapp 8.000 Schüler) hat das Zentrale Gebäudemanagement der Stadt eine 14-seitige Anleitung für die Nutzer sowie eine zusammengefasste Seite zum Aushängen zusammengeschrieben. Wer die ausführliche Version tatsächlich liest, weiß man nicht so genau, und Ziel für den Bauherrenvertreter der Stadt wäre: „Am schönsten wäre es, ein energieeffizientes Gebäude zu bauen, dessen Benutzung man nicht lernen muss.“

Drei weitere Modellvorhaben haben kompakte Nutzerinformationen:

- Für die Schulbroschüre der Kaufmännischen Schule in Bad Urach, die auch jeder Schüler bekommt, hat das am Projekt beteiligte Ingenieurbüro ebök einen 5-seitigen Artikel „Passivhausschule Bad Urach“ geschrieben.

- Zum Städtischen Kinderhaus Stadtinsel in Erlangen gibt es einen Flyer mit Tipps und Erläuterungen für die Gebäudenutzung, der ausgelegt wird.
- Das Informationspapier zur Gebäudeeinweisung für das Jugend- und Sozialamt in Marburg bezieht sich nicht schwerpunktmäßig auf das Passivhaus, sondern insgesamt (zum Beispiel Türen, Brandschutz) und enthält auch Hinweise zum Fensteröffnen und zum Sonnenschutz.

Bei Gebäuden mit einfacher Anlagentechnik, wie zum Beispiel dem Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen (ohne Gebäudeleittechnik) und der Schülermensa in Ravensburg (nur zwei Raumbereiche: Saal, Vorbereitungs-/Spülküche), werden von den Betreibern Nutzerhandbücher nicht für notwendig gehalten. Aus Sicht der Begleitforschung zeigen die Praxis und der häufig unsichere Umgang der Nutzer mit dem

Gebäude jedoch, wie wichtig Nutzerhandbücher sind, in denen die wichtigen Informationen zusammenfasst sind und in denen die Nutzer auch etwas nachlesen können.

Beispiele Leipzig, Ulm: Handbücher für die Nutzung der Niedrigstenergiegebäude



Nutzerhandbuch Passivhausschule Erich-Kästner-Grundschule in Leipzig (37 Seiten)

Inhalt:

- Warum ein Nutzerhandbuch?
- Grundsätze Bau- und Funktionsweise beim Passivhaus
- Spezielle Aspekte bei Bildungsbauten
- Beispiel Erich-Kästner-Schule Leipzig
- Hinweise für die Nutzer/-innen im Gebäude
- Hinweise für die Gebäudebetreiber und -verwalter
- Besonderheiten bei Inbetriebnahme und Monitoring
- Praxiserfahrungen bundesweit
- Nutzerhinweise – auf einen Blick (Flyer)



Passivhaus-Schule Schulzentrum Kuhberg Kurzanleitung für die Nutzer (14 Seiten)

Inhalt:

- Wo liegen die Vorteile gegenüber herkömmlichen Gebäuden?
- Was bildet die thermische Hülle?
- Warum luftdicht bauen?
- Die Fenster
- Behaglichkeit und Dreifachverglasung
- Darf ich im Passivhaus die Fenster öffnen?
- Wärmeschutz und Sonnenschutz?
- Winterlicher Wärmeschutz
- Sommerlicher Wärmeschutz
- Die Jalousien
- Das Lüftungskonzept
- Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Lüftung im Winter
- Lüftung im Sommer
- Zusammenfassung
- Kontakt

Nutzereinweisung bei Personalwechsel

Auch wenn die Ersteinweisung der Nutzer bei Inbetriebnahme ausführlich erfolgt ist, bleibt dies eine laufende Aufgabe, wenn das Personal wechselt. Nicht immer ist geklärt, wer diese Einweisung neuer Nutzer übernimmt.

Viel Personalwechsel gibt es in den Kindertagesstätten. Hier übernimmt in der Regel die Leitung die Information des neuen Personals. Bei anderen Modellvorhaben ist es schwieriger. In Wustrow gab es direkt nach Fertigstellung der Kindertagesstätte einen Leitungswechsel und kurz darauf einen Personalwechsel bei der Gemeinde, so dass niemand mehr, der an der Projektphase beteiligt war, noch für das Gebäude zuständig war. Und in Schwaigen-Grafenaschau wurde eineinhalb Jahre nach Nutzungsbeginn der ehrenamtliche Bürgermeister, der das Projekt begleitet hat und eingewiesen war, abgewählt; dort ist geplant, dass im Rahmen der Wartungsverträge die Firmen den neuen Bürgermeister nochmals einweisen.

Kommunikation auch zur Stärkung von Umweltbewusstsein

Der Kommunikationsansatz bei der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow ist darauf ausgerichtet, mit dem zukunftsweisenden Energiekonzept auch eine breite gesellschaftliche Wirkung zu erzielen. Ziel ist, mit dem Gebäude auch das Energiebewusstsein in der Bevölkerung und insbesondere bei der kommenden Generation, bei den Kindern, zu stärken. Schon die Kinder sollen lernen, auf Energie zu achten und dafür ein Bewusstsein entwickeln. Sie bringen diese Themen auch mit nach Hause und sind Mittler von Umweltinteresse auch in die Familien hinein. Von den Architekten wurde ein pädagogisches Konzept erarbeitet, das sichtbar macht, dass regenerative Energien genutzt werden. Mit der Kindertagesstätte gibt es einen „Bildungsvertrag“, zu dem die Architekten in der Kindertagesstätte referiert haben. „Es ist interessant, wie viel die kleinen Kinder aufnehmen und begreifen, das ist erstaunlich. Es ist ein rationales und spielerisches Begreifen. Die Erzieher haben sich in die Thematik reingearbeitet. Das ist der viel nachhaltigere Nutzen des Gebäudes. Viele Kinder gehen durch das Gebäude, das strahlt aus. Wenn man die Themen so in der Kindertagesstätte vermittelt (das gilt auch für Schulen), ist das etwas, was verändert. Junge Menschen werden positiv mit der

Thematik konfrontiert.“ (Maik Buttler, Architekt). Die Eingangshalle der Kindertagesstätte kann als Mehrzweckraum für Veranstaltungen der Gemeinde genutzt werden, dies bietet die Möglichkeit, das Thema Energie vor Ort breit zu kommunizieren. Da die Gemeinde zwischenzeitlich noch andere Räumlichkeiten hat, findet die Mehrfachnutzung des Foyers nicht so statt, wie sie geplant war.

Auch an der Berufsschule in Ulm setzen sich Schüler auf unterschiedliche Weise mit dem Neubau auseinander. Energieeffizienz und der Umgang mit Ressourcen sind ein Schulthema, zwei Schülerarbeiten dazu haben das Thema Passivhaus aus dem Neubau aufgegriffen. Und Schüler haben für die Südwestpresse einen Artikel über das neue Schulgebäude geschrieben. Der Hausmeister hat sie dafür durch das Gebäude geführt und es ihnen erklärt. Das Interesse der Schüler galt insbesondere der computergesteuerten Gebäudetechnik.

Frühzeitige Einbindung der Endnutzer – den Lernprozess aktiv gestalten

Unabhängig davon, wie weitgehend die Ziele bei der Kommunikation sind, nachteilig ist es, wenn die Kommunikation mit den Endnutzern erst spät in Zusammenhang mit der Inbetriebnahme einsetzt und fast kein Beteiligungsprozess vorausging. Wenn die Nutzer zu einem späten Zeitpunkt mit neuartigen Lösungen konfrontiert werden, von denen sie vorher wenig wussten und die vorher nicht mit ihnen abgestimmt wurden, bestärkt das Risiken, dass die Veränderungen eher skeptisch aufgenommen werden, Anpassungsschwierigkeiten bei der Einregulierung oder Konflikte mit der Behaglichkeit und Nutzerfreundlichkeit hochgespielt werden.

Beim Verwaltungsgebäude Marburg waren zum Beispiel nach Inbetriebnahme die Behaglichkeit des Raumklimas und Nutzerfreundlichkeit der Steuerung kontroverse Themen. Hier wurden in Dienstversammlungen die Gebäudefunktionen für den Winter wie für den Sommer mehrfach erläutert, dazu gibt es eine Gebäudeeinweisung für die Nutzer und eine Präsentation. Aufgezeigt wurde, was die technischen Anlagen leisten können, wie die Nutzer mit ihnen umgehen sollten, was unproblematisch ist und was unterlassen werden sollte. Gegenstand der Erläuterungen waren zum Beispiel auch die Beleuchtungs- und Jalousiesteuerung,

was die Technik regeln kann und was im Gebrauch verändert werden kann. Zunächst wurde die Führungsebene des Gebäudes wie zuvor beschrieben informiert, mögliche Feineinstellungen der technischen Anlagen (Beleuchtung, Jalousien, Lüftung, Heizung) wurden mit dieser abgestimmt und umgesetzt. Im Anschluss wurde das Besprochene in einem Protokoll festgehalten und durch die Führungsebene des Amtes an alle Mitarbeiter verteilt.

Monitoring und Evaluation in der Nutzungsphase – was ist wichtig?

Das Controlling und die Optimierung der Gebäudetechnik im Betrieb spielen bei den energieeffizienten Gebäuden eine besondere Rolle. Ziel ist, alle Geräte hinsichtlich Energieverbrauch und Raumklima auf einen Idealbetrieb einzustellen. Dabei geht es unter anderem um das Zusammenspiel der Komponenten der Gebäudeautomation mit den Komponenten der Heizungs- und Lüftungsanlage, den hydraulischen Abgleich der Heizung, die Abstimmung der Verschattungsanlagen auf die Lichtqualität der Innenräume usw..

Die Fragen für das Monitoring sind:

- Was wird wie oft gemessen und ausgewertet?
- Wer ist dafür verantwortlich?
- Was lässt sich damit gewinnen?

In welcher Form das Monitoring erfolgen soll, muss bereits in der Planungsphase vorbereitet werden. Wenn die entsprechenden Messeinrichtungen von vornherein eingeplant und gleich eingebaut werden, ist der Mehraufwand viel geringer als bei einer späteren Nachrüstung im fertiggestellten Gebäude (gegebenenfalls ist der Einbau dann gar nicht mehr möglich). Nicht alle Modellvorhaben haben sich im Vorfeld genau überlegt, wie das Controlling in der Betriebsphase aussehen soll.

Drei verschiedene Herangehensweisen in Bezug auf Monitoring und Energiemanagement sind bei den Modellvorhaben auszumachen:

- **Detailliert** (wie zum Beispiel die Konzepte für die Schulen in Bad Urach, Nürnberg): Ausführliche Monitoring-Konzepte werden aufgestellt und über zwei bis drei Jahre von einer beauftragten Institution durchgeführt. Ziel ist, systematische Fehler der Gebäudetechnik auszuschal-

ten, durch die detaillierten Messungen und Auswertungen Schlüsse für andere Neubau- und Sanierungsprojekte zu ziehen und das Energiemanagement insgesamt zu verbessern.

- **Standardmäßig:** Verbräuche werden standardmäßig gemessen und monatlich oder jährlich vom Gebäude-/ Energiemanagement ausgewertet wie bei allen anderen Gebäuden im Bestand der Kommune auch.
- **Passiv:** Einzelne Verbrauchsstellen werden nicht detailliert gemessen und ausgewertet, solange es keine augenscheinlichen Auffälligkeiten gibt.

Passiv ist zum Beispiel der Ansatz der kleinen Gemeinde Ostseebad Wustrow für ihre vollautomatisiert gesteuerte Plus-Energie-Kindertagesstätte. Dort schaute sich in den ersten zweieinhalb Nutzungsjahren niemand die Messwerte (Stromerzeugung und -verbrauch) detailliert an. Die Gemeinde erhält vierteljährlich eine Energieabrechnung, mit der erkennbar ist, „dass der Photovoltaik-Ertrag passt“. Die Abrechnungen liegen immer im positiven Bereich, was heißt dass die Gemeinde keine Energie bezahlen muss, sondern überschüssig erzeugte und eingespeiste Energie vergütet bekommt. Erst wenn die Gemeinde für Strom mehr bezahlen müsste als sie bekommt, würde man die Verbrauchswerte genauer analysieren. Im Sommer 2014 hat die Gemeinde eine Mitarbeiterin für die Bewirtschaftung ihrer öffentlichen Gebäude eingestellt, wofür bislang die Kurverwaltung zuständig war; sie wird sich verstärkt um das Monitoring kümmern.

Beim ergänzenden Neubau des Marburger Jugend- und Sozialamts hat sich aufgrund von Nutzerunzufriedenheit im ersten Betriebsjahr (im Winter zu trockene Luft, im Sommer zu hohe Temperaturen) gezeigt, dass die standardmäßige Verbrauchsmessung als Jahressumme von Strom und Wärme für Neubau und saniertem Gebäudeteil zusammen nicht ausreicht. Hier wurde es notwendig, die Gegebenheiten genauer zu analysieren. Einzelne Räume wurden detailliert gemessen und ausgewertet, um die Funktion der Lüftungsanlage (unter anderem Temperatur der Zu- und Abluft) zu prüfen.

Immer wieder wird von den an den Modellvorhaben beteiligten Bauherren und Planern herausgestellt, dass die Einregulierung der Gebäudetechnik Zeit braucht und

die Optimierung des Betriebs sehr wichtig ist für die Nutzungsqualität und die Erreichung der berechneten Energiestandards. Die Phase der Inbetriebnahme und das Monitoring dürfen nicht unterschätzt werden. Ein Vorschlag des Kommunalen Energiemanagements der Stadt Nürnberg wie der am Nürnberger Modellvorhaben beteiligten Bauphysikerin ist, diese Optimierungsphase in den ersten zwei bis drei Jahren der Nutzung als Leistungsphase 10 in der HOAI zu verankern. Aus deren Erfahrung sind die Verbräuche ohne ein intensives Controlling in der Anfangsphase höher als notwendig, nach der Optimierungsphase reiche ein normales Energiecontrolling. Die Bauphysikerin sagt: „Bisher schwimmt es im Niemandsland, ob die Ziele erreicht werden. Die Leistungsphase 9 ist die Reaktion auf die Mängel. In der Leistungsphase 10 müssen die Ziele überprüft werden, hier fehlen definierte Leistungen.“

In den Projekten und beim Erfahrungsaustausch zwischen den Projekten wurde trotz Notwendigkeit, die im Monitoring gesehen wird, auch diskutiert, wie viel Aufwand sich für das Monitoring bei Gebäuden mit minimiertem Energieverbrauch lohne. Dabei liegt der Aufwand theoretisch weniger beim Messen (vorausgesetzt die Messein-

richtungen wurden rechtzeitig vorbereitet und funktionieren) und beim Ablesen (dies ist über Funk möglich), sondern vor allem beim Auswerten. Eine Aussage dazu war, dass man nicht mehr als 20 Prozent der Energiekosten in ein Monitoring investieren möchte. Der Bauherr einer Kindertagesstätte ist der Meinung: „Es bringt wenig, bei eh geringem Verbrauch mit einem aufwändigen Fein-Monitoring 300 Euro pro Jahr einzusparen. Bei einem großen Schulgebäude ist das etwas anderes.“ Zu beachten ist, dass es beim Monitoring nicht allein um die Energieeinsparung geht, sondern zuallererst um die Abstimmung der komplexen Systeme – Heizung, Lüftung, Kühlung – aufeinander, damit das Gesamtsystem wirtschaftlich läuft und ein optimales Raumklima geschaffen wird. Wenn die Geräte eingestellt sind, ist ein so intensives Monitoring wie in der Anfangsphase nicht mehr notwendig. Angesprochen wurde auch, dass sich die Betriebskostenoptimierung nicht ausschließlich auf den Energieverbrauch fokussieren darf. Andere Positionen wie Reinigung und Hausverwaltung haben bei den energetisch optimierten Gebäuden einen deutlich höheren Anteil als die (Energie-)Versorgung.

Beispiel Kaufmännische Schule Bad Urach: Messkonzept Monitoring – Entwurf

Vorbemerkung:

Die nachfolgend aufgeführten Messeinrichtungen müssen über die Gebäudeleittechnik (GLT) erfasst und aufgezeichnet werden. Evtl. sollten mit den Daten einiger Sensoren in der GLT Berechnungen durchgeführt und deren Ergebnisse aufgezeichnet werden (z.B. Berechnung der Wärmemenge über Zuluft aus Temperaturen und Volumenströmen).

Die im Folgenden verwendeten, in Klammern stehenden, Abkürzungen „GLT“ bzw. „M“ zeigen, ob die Messung (Zähler o. ä.) in der vorliegenden Planung enthalten ist (GLT) oder aber für das Monitoring zusätzlich einzuplanen ist (M).

1. Erfassung der Gesamt-Energieströme, getrennt nach Energiearten und unterteilt nach den wesentlichen Dienstleistungen:

1.1 Wärme: Heizen

Wärmemengenzähler am Trassenende im Neubau (GLT)

Wärmemengenzähler für Hausmeisterwohnung Hz + WW (GLT)

Wärmemengenzähler für Solaranlage Hausmeister (M)

Lüften -> Wärmerückgewinnungsgrad -> 4 Temperaturen und Luftfeuchten im Lüftungsgerät (GLT), ggf. zusätzliche Wärmemengenzähler für optionales (Nach-)Heizregister (M)

Zur Ermittlung der Endenergie: Messung aller Wärmemengen aus der Heizzentrale mit Wärmemengenzählern (M),

Erfassen des Pelletlagerfüllstandes (GLT),

Erfragen von Pelletlieferungen (Datum und Menge) („GLT“)

1.2 Strom:

Stromzähler Neubau Schule gesamt und Stromzähler Hausmeister über GLT erfassen (GLT)

Kühlen (-> Strom für Sommernachtlüften -> Unterzähler für Dachventilator - Sommernachtlüftung (M)

Lüfterstrom für WRG-Anlage (Unterzähler für Lüftungszentrale) (GLT)

(Aufteilung Nachtlüftung – Taglüftung evtl. durch Aufzeichnen in GLT)

Hilfsstrom sonst (außer Lüften z. B. Pumpen Stellantriebe) (M)

Beleuchtungsstrom (M)

Strom für Arbeitshilfen (PCs, Kopierer, Drucker, Schüler-Werkstatt, Beamer, ...) (M)

Elektronisch geregelte Warmwasserbereiter (M)

Aufzug (Unterzähler) (GLT)

evtl. Server (M)

evtl. Telefonanlage (evtl. Einmalmessung) (M)

evtl. Eigenverbrauch Gebäudeleittechnik (GLT)

2. Betriebszustände

Öffnungszustand Jalousien (zumindest exemplarisch, z.B. Reed-Kontakte) (M)

Öffnungszustand Nachtlüftungskappen (Reed-Kontakte) und Überströmklappen (GLT)

Betriebszeiten Sommernachtlüftung (GLT) -> Volumenstrommesseinrichtung in Abluft, Volumenstrom evtl. nur einmalig/gelegentlich messen

Betriebszeiten WRG-Lüftung (GLT) -> Volumenstrommesseinrichtung in Zu- und Abluft (M)

Betriebszeiten Bedarfslüftung (GLT)

Betriebszeiten Heizung (GLT)

3. Erfassung der Randbedingungen

3.1 Wetter:

Temperaturen (GLT), Solarstrahlung (M), CO₂-Konzentration Außenluft über Innenraumsensor z.B. am Ende der Nacht – siehe auch Pkt. 4.2

3.2 Nutzung (Personen):

Vorschlag:

Erfragen der angemeldeten Schüler, Lehrer und sonstiges Personal

Betriebszeiten nach den Stundenplänen

Rektor nach typischen Fehlzeiten fragen (Krankheitsstand, Exkursionen ...)

Befragungen über Lüftungsverhalten im Sommer und im Winter

4. Erfassung Raumklima

4.1 Thermisches Raumklima:

Sommer und Winter: Raumtemperaturen (vorhandene Thermostaten) (GLT) und Raumluftfeuchte (exemplarisch) (M) in Klassenräumen und EDV

4.2 Raumluftqualität:

CO₂-Konzentration Klassenraum (exemplarisch) (M)

CO₂-Konzentration Foyer (M)

5. Einzelmessungen

Luftwechselrate im Klassenraum bei Sommernachtlüftung (z.B. Tracergas) (M)

Was verändert sich, wenn irgendwo ein Fenster im Flur offensteht? (M)

Nachhallzeit Klassenraum (M)

Evtl. Tageslichtquotient (M)

Stromverbrauch einzelner Verbraucher (z.B. Telefonanlage)

6. Dauer der Messungen

Wir empfehlen die Messwerte mindestens über 3 Jahre zu erfassen. Damit wird gewährleistet, dass im ersten Ja

re die Betriebszeiten der technischen Anlagen aufgrund der ausgelesenen Werte optimiert und regeltechnische Einstellungen korrigiert und angepasst werden können. Im zweiten und dritten Jahr werden die Verbräuche über zwei gesamte Jahreszyklen erfasst, ausgelesen, den berechneten Werten gegenübergestellt und bei Bedarf veröffentlicht.

Für diesen Aufwand sind Gelder unabhängig von den für das Messkonzept bereitgestellten Mitteln vorzusehen.

3 Die Projekte im Ergebnis



Foto: Weeber+Partner
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte



Foto: Weeber+Partner
Ravensburg: Schülermensa Grundschule
Weststadt



Foto: Weeber+Partner
Marburg: Ergänztender Neubau Jugend- und
Sozialamt



Foto: Kottermair & Rebholz
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit
Kindergarten

3.1 Planungskonzepte

Festgestellt wird, wie bei den Neubauten die Potenziale zur Ressourcenschonung und Energieeffizienz mit wirtschaftlichen Lösungen ausgeschöpft werden können. Dazu gehören die Lösungen bei der Gebäudeplanung – Hülle, technischer Ausbau, Abstimmung der Systeme –, ebenso wie die städtebaulichen und organisatorischen Ansätze. Nicht nur der Klimaschutz ist von Bedeutung, auch Maßnahmen zur Klimaanpassung sind zu berücksichtigen.

Klimaschutz und Klimaanpassung – welche Konzepte gibt es?

Im Sinne des Klimaschutzes geht es vorrangig um Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO₂-Reduzierung, um einer globalen Erwärmung entgegenzuwirken und mögliche Folgen zumindest abzumildern oder sogar zu verhindern. Daneben wird insgesamt ein schonender Umgang mit Ressourcen berücksichtigt (zum Beispiel auch in Bezug auf Wasser). Dafür werden in der Planung im ersten Schritt alle baulichen Möglichkeiten ausgeschöpft, um die Energieverbräuche weitgehend zu reduzieren. Im zweiten Schritt wird die notwendige Anlagentechnik darauf ausgerichtet und die noch notwendige Energieversorgung – möglichst mit erneuerbaren Energien – optimiert.

Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels betreffen vor allem den sommerlichen Wärmeschutz und die Verhinderung von Schäden durch Extremwetterereignisse.

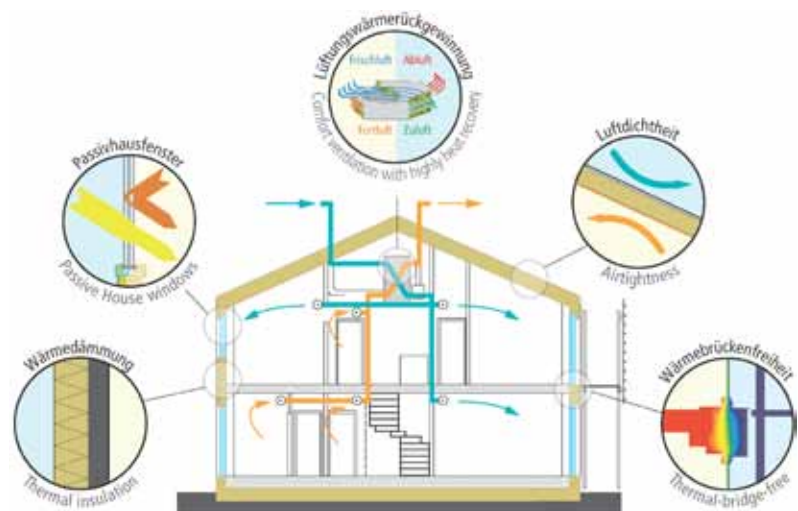
Grundsätze energieeffizienten Bauens werden konsequent angewendet

Bei allen Modellvorhaben wurde versucht, die grundsätzlichen Ansätze energieeffizienten Planens und Bauens so weit wie möglich im Entwurf und in der Werkplanung umzusetzen – in der Regel mit Beginn erster Planungsüberlegungen. Auf die Frage danach, welche Klimaschutzkonzepte Bestandteil ihrer Gebäudeplanungen sind, nennen die Projektbeteiligten aus den Modellvorhaben folgende grundlegenden Komponenten:

In Bezug auf Gebäudeform und Grundriss:	• Kompaktheit der Baukörper • Orientierung der Räume • Nutzung solarer Gewinne
In Bezug auf die Konstruktion:	• gut gedämmte Gebäudehülle • Luftdichtheit des Gebäudes • Wärmebrückenfreiheit • Speichermassen • sommerlicher Wärmeschutz
In Bezug auf die Anlagentechnik:	• Lüftung mit Wärmerückgewinnung • Nachtlüftung

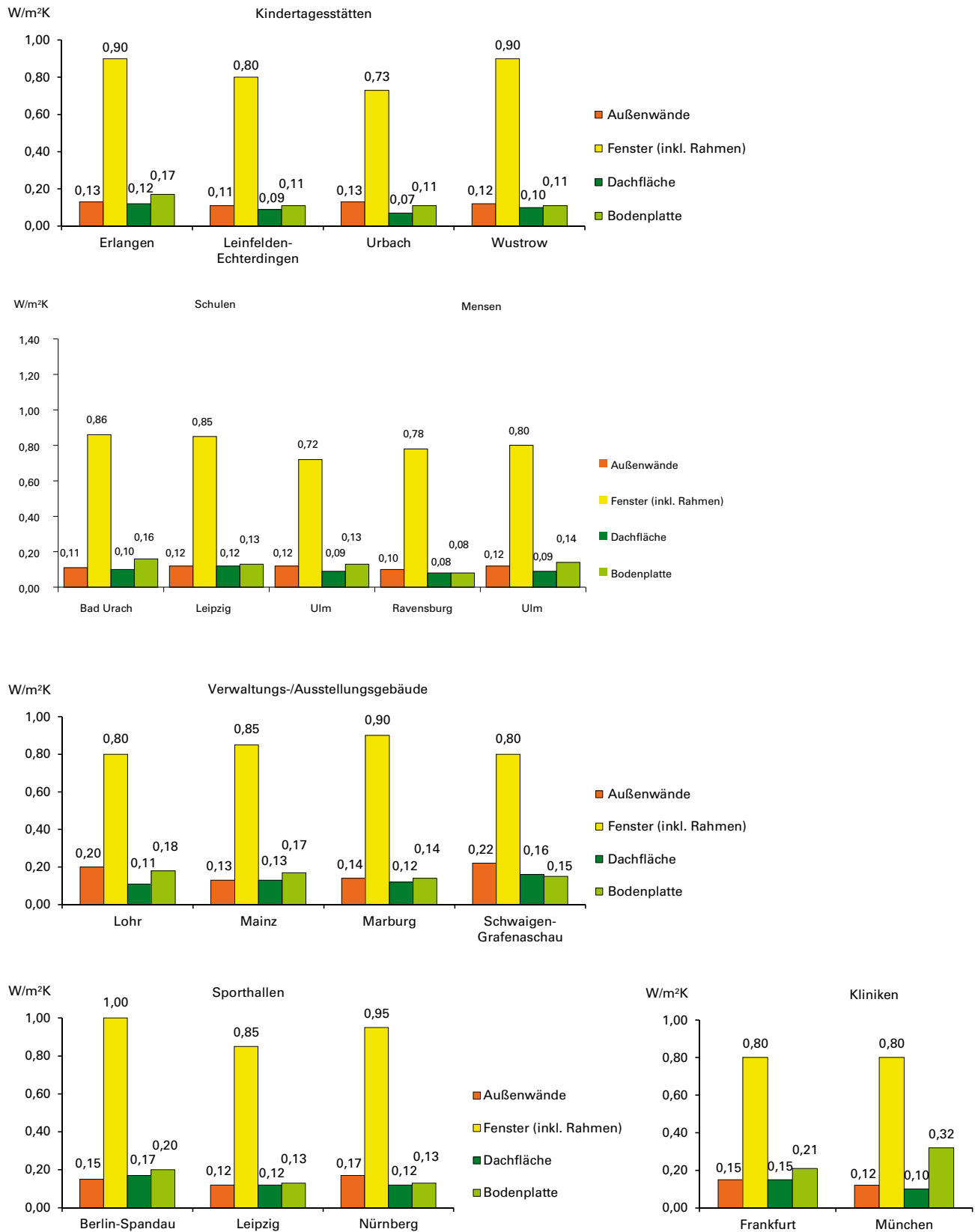
Die Projektbeteiligten sprechen von den allgemeinen baulichen Grundsätzen energieeffizienten Bauens oft als Elemente eines Passivhauses, auch wenn nicht ausdrücklich im Passivhaus-Standard geplant und gebaut wird. In diesen Fällen geht es um „Anlehnung an den Passivhaus-Standard“ wie zum Beispiel bei den Modellvorhaben Städtisches Kinderhaus Stadtinsel in Erlangen und dem Klinikum Harlaching in München. Bei einem Passivhaus wird dessen Standard als Klimaschutzkonzept verstanden. „Der Passivhaus-Standard mit allem, was dazugehört“, beschreibt die Architektin des Nürnberger Modellvorhabens das Klimaschutzkonzept des Gebäudes.

Abbildung 23:
Grundsätze für den Bau von Passivhäusern



Quelle: www.passiv.de/de/02_informationen/02_qualitaetsanforderungen/02_qualitaetsanforderungen.htm (entnommen 16.12.2013)

Abbildung 24:
Im Überblick: Kennwerte der Gebäudehüllen (U-Werte in $\text{W/m}^2\text{K}$)



Eigene Darstellung, Datengrundlage: Angaben der Projektbeteiligten

Erneuerbare Energien werden intensiv genutzt, Strom wird erzeugt

Der Anteil genutzter erneuerbarer Energien reicht bei den Modellvorhaben von 0 Prozent bis 100 Prozent. Während die einen das Maximum angestrebt und umgesetzt haben, haben andere regenerative Potenziale nicht ganz ausgeschöpft oder waren aufgrund von Rahmenbedingungen dabei eingeschränkt.

Mit der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow und dem Verwaltungs-/ Betriebsgebäude der Stadtwerke in Lohr gibt es zwei Modellvorhaben, die nicht nur zu 100 Prozent regenerativ versorgt werden, sondern die als Plus-Energie-Gebäude mehr Energie erzeugen als sie selbst verbrauchen. Auch das Jugend- und Sozialamt in Marburg wird mit seiner Holzpellettheizung und dem bezogenen Ökostrom komplett mit erneuerbarer Energie versorgt.

Fünf Modellvorhaben nutzen für ihre Wärmeversorgung Geothermie in Form einer Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erlangen, Schwaigen-Grafenaschau, Wustrow), einer Luft-Wärmepumpe (Mainz) und eines Eispeichers mit Wärmepumpe (Lohr). Für die Vorkonditionierung der Außenluft wird bei drei weiteren Projekten (Leinfelden-Echterdingen, Leipzig, Urbach) über Erdkollektoren die Wärme bzw. Kühle des Erdreichs verwendet.

Bei der Hälfte der Modellvorhaben wird bislang selbst Strom über Photovoltaik-Elemente auf Dächern und/oder an Fassaden erzeugt. Die beiden Plus-Energie-Gebäude nutzen sowohl ihre Dächer als zusätzlich auch Fassadenteile. In Wustrow sind Balkonbrüstungen und Vordächer mit Photovoltaik-Elementen versehen, in Lohr gibt es Schiebeläden mit transluzenten Solarmodulen, die Strom erzeugen und gleichzeitig den Sonnenschutz bilden. Nicht bei allen Strom erzeugenden Modellvorhaben wird der Strom auch selbst genutzt und damit auch nicht bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs nach EnEV berücksichtigt. In Marburg hat die Stadt das Dach des Jugend- und Sozialamtes der Gemeinnützigen Wohnungsbau GmbH Marburg/Lahn zum Betrieb einer Photovoltaik-Anlage zur Verfügung gestellt, der erzeugte Strom wird eingespeist. Der Strom für das Gebäude wird von den Stadtwerken bezogen. Auch beim TSV Spandau in Berlin wird noch überlegt, ob die Dachfläche des Sportzentrums einem Betreiber für eine Photovoltaik-Anlage zur Verfügung gestellt werden könnte.

Bei der Berechnung des Energieeffizienzstandards nach EnEV und DIN 18599 wirkt sich der Anteil erneuerbarer Energien sehr aus, da in den ausschlaggebenden Primärenergiebedarf der Primärenergiefaktor des Energieträgers eingerechnet wird. Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen, das über einen Gas-Brennwert-Kessel beheizt wird, war schon für die Erreichung des KfW-Effizienzhauses 55 zur Einhaltung des QP-Wertes die Einrechnung der Solarthermie-Anlage notwendig. Mit der später hinzugekommenen und eingerechneten Photovoltaik-Anlage wird schließlich eine Unterschreitung der EnEV um 73 Prozent erreicht (statt 55 Prozent ohne Photovoltaik-Anlage). Die Architektin des Nürnberger Modellvorhabens kritisiert: „Wenn man nur nach EnEV rechnet, wird das Bild durch den Primärenergiefaktor verfälscht.“

Drei Beispiele unter den Modellvorhaben zeigen, dass nicht immer das Ausschöpfen aller regenerativen Potenziale Priorität haben muss, sondern dass auch die Nutzung vorhandener Infrastruktur vorteilhafter sein kann, als in neue Infrastruktur zu investieren:

- Nürnberg: Der Anteil erneuerbarer Energien liegt bei der Gymnasiumerweiterung bei 0 Prozent. Der Neubau ist an die im Stadtteil liegende Fernwärme angeschlossen. Diese entsteht zu 90 Prozent aus Kraft-Wärme-Kopplung mit einem hohen Anteil an Müllverbrennung. Dadurch hat die Fernwärme einen Primärenergiefaktor von 0,0. Aus Sicht der Stadt und der Planer ist die Fernwärme besser als eine Einzelheizung für das Gebäude.
- Ravensburg: Die Mensa ist zur Spitzenlastabdeckung mit einem Bypass an die vorhandene Gasheizung der angrenzenden Schule angebunden. Als Ersatz für einen Gaskessel der Schule ist ein Holzpelletkessel geplant. Für den Betrieb der Lüftungsanlage wird der selbst erzeugte Solarstrom genutzt.
- Urbach: Das Kinderhaus ist über eine Nahwärme- und Stromleitung an das bestehende Blockheizkraftwerk der benachbarten Schule und Sporthalle angebunden und nutzt dessen Überschusskapazität (sowohl Wärme als auch Strom). Die sinnvolle Nutzung vorhandener Kapazitäten wirkt sich hier in der Berechnung nach DIN 18599 negativ aus, da das Blockheizkraftwerk auf Gas-Brennwert-Technik basiert. Die im Wettbewerb vorgeschlagenen erdnahen Absorberkörbe konnten gegenüber dem Ziel, die vorhandene Technik besser auszulasten, nicht durchgesetzt werden.

Tabelle 9:

Im Überblick: Nutzung erneuerbarer Energien

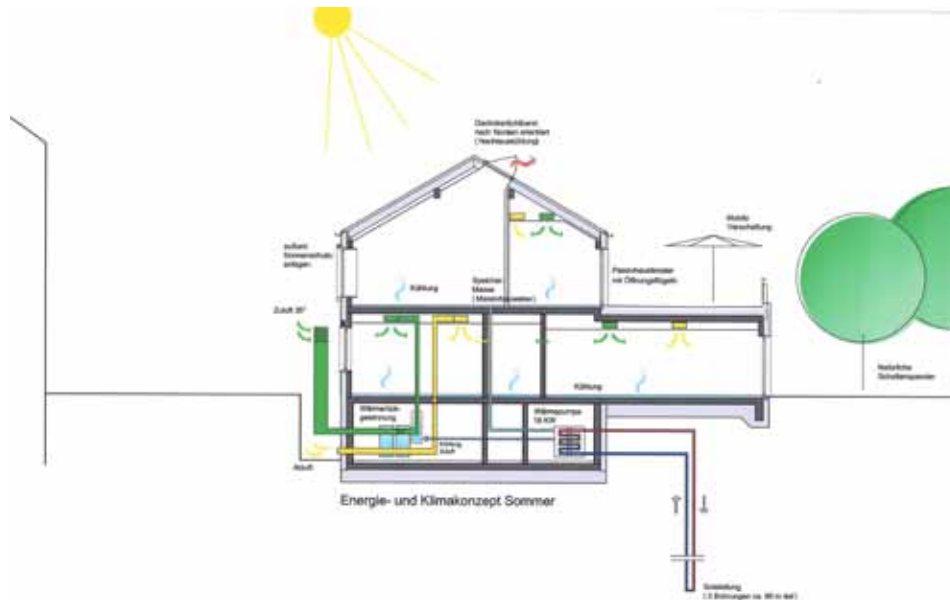
		Wärme erneuerbar			Wärme nicht erneuerbar			Strom erneuerbar	
Anteil Erneuerbarer Energien: 0-19% 20-49% 50-79% 80-100%	Anteil erneuerbarer Energien	Wärmepumpe, Geothermie, Eisspeicher	Holzpellets	Solarthermie	Fernwärme	Blockheizkraft- werk (Gas)	Gas-Brenn- wert-Therme	Photovoltaik auf Dach	Photovoltaik an Fassade
Kindertagesstätten									
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	82%	X							
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	21% ohne PV	X Vork.		X			X	X	
Urbach: Kinderhaus	ca. 30%	X Vork.				X vorh.		X	
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	100%	X		X				X	X
Schulen									
Bad Urach: Kaufmännische Schule	100% Wärme		X	X					
Leipzig: Erich-Kästner-Schule	5%	X Vork.					X		
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg	100% Strom				X			X	
Sporthallen									
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	38%			X		X			
Leipzig: Dreifachsporthalle	5%	X Vork.					X		
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	0%				X				
Schulmensen									
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	55%		X gepl.				X		X
Ulm: Mensagebäude	100% Strom				X				
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude									
Lohr: Verwaltungs-/Betriebs- gebäude der Stadtwerke	100%	X						X	X
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	50%	X							
Marburg: Jugend- und Sozialamt	100%		X					X	
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	bis zu 100%	X							
Kliniken									
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst	50%					X u.a. Gas	X		
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching	50%			X		X u.a. Gas			

(Vork. = Vorkonditionierung, gepl. = geplant, vorh. = vorhanden)

Eigene Darstellung, Datengrundlage: Angaben der Projektbeteiligten

Beispiel Städtisches Kinderhaus Stadtinsel: Energie- und Klimakonzept Sommer und Winter

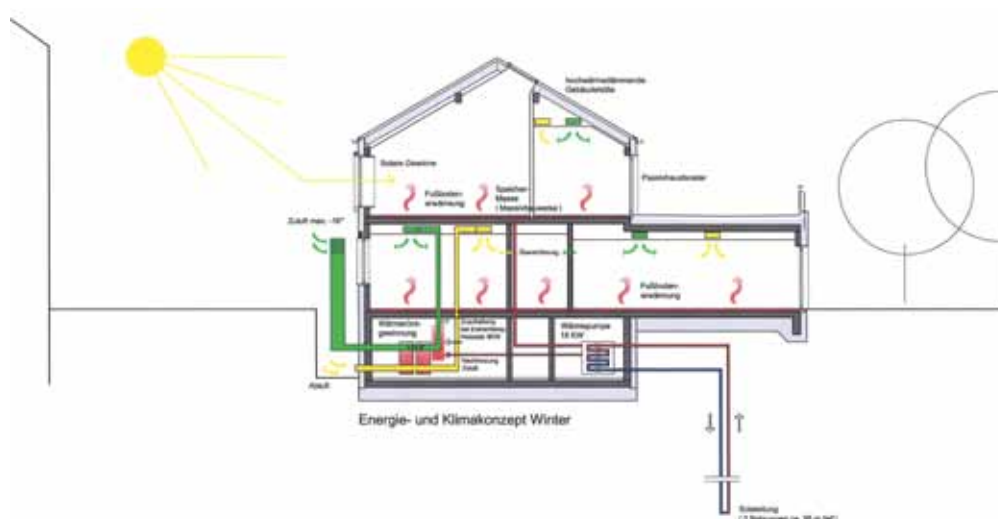
Abbildung 25:
Sommer



Quelle: Stadt Erlangen

- Lüftungsanlage in Betrieb, dient bei Bedarf zur Kühlung.
- Fenster können jederzeit geöffnet werden. An heißen Tagen sind ständig offene Fenster zu vermeiden.
- Sonnenschutzeinrichtung sollte ab Beginn der Sonneneinstrahlung betätigt werden.
- Bei Bedarf wird das Gebäude automatisch über die Fußbodenheizung gekühlt

Abbildung 26:
Winter

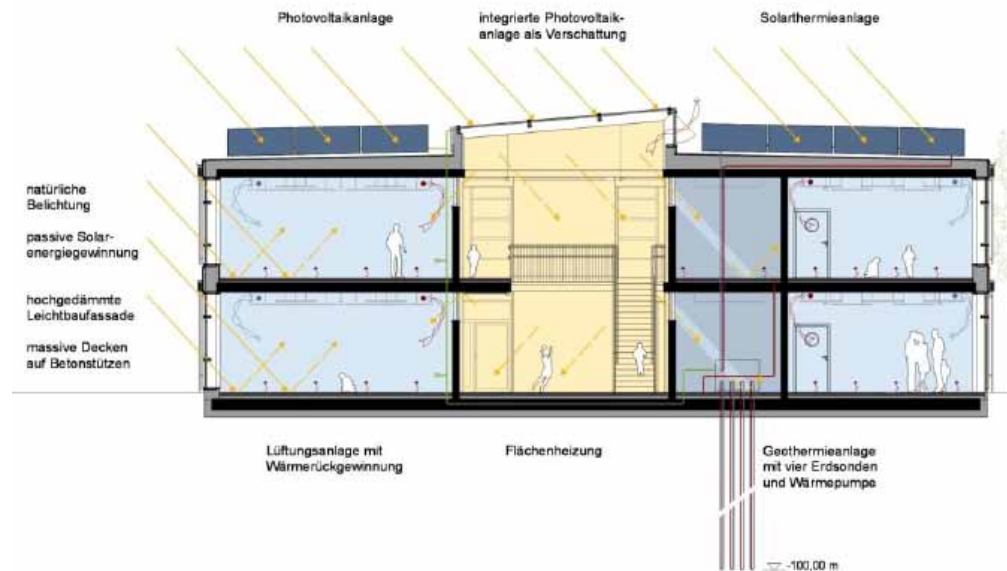


Quelle: Stadt Erlangen

- Lüftungsanlage grundsätzlich in Betrieb, automatische CO₂-Messung regelt erforderliche Luftmengen.
- Fenster sollten geschlossen bleiben.
- Solare Wärmeeinträge sind ausdrücklich erwünscht.

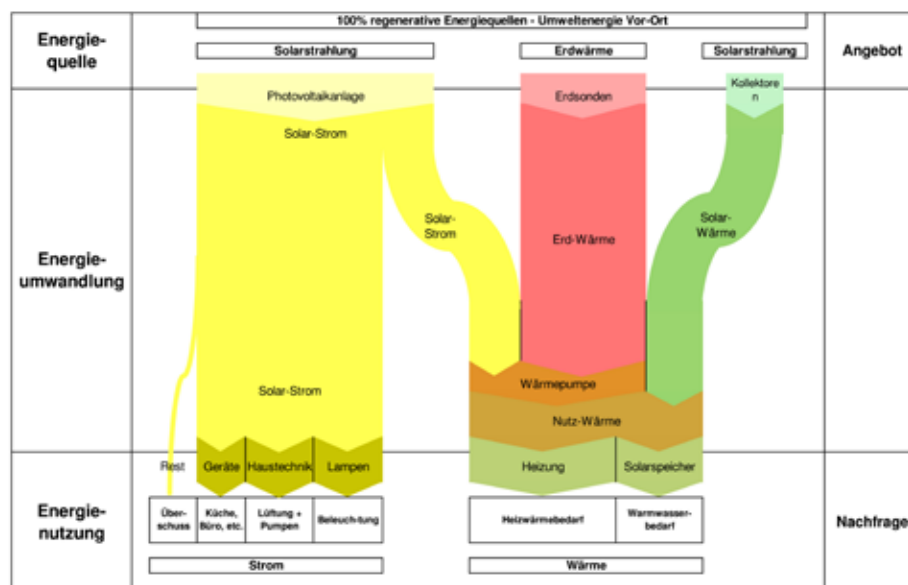
Beispiel Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow: Plus-Energiekonzept

Abbildung 27:
Komponenten des Plus-Energiekonzepts



Quelle: Buttler Architekten

Abbildung 28:
Sankey Diagramm (mengenproportionale Verteilung)



Quelle: IPJ Ingenieurbüro P. Jung

- **Solarstrahlung – Photovoltaik:** Durch die auf dem Dach und in den Balkonbrüstungen sowie Vordächern installierten Photovoltaik-Module wird Strom zeitverzögert produziert, den Wärmepumpe, Beleuchtung, Lüftungsgeräte und Wasserpumpen benötigen.
- **Geothermie – Erdsonden:** Über ein Sondenfeld von vier Bohrungen à 100 m Tiefe wird oberflächennahe Erdwärme genutzt.
- **Solarstrahlung – Solarthermie:** Kollektoren erzeugen solarthermische Energie, welche zusätzlich neben der Geothermieanlage für den jährlichen Wärmebedarf gewonnen und gespeichert wird.

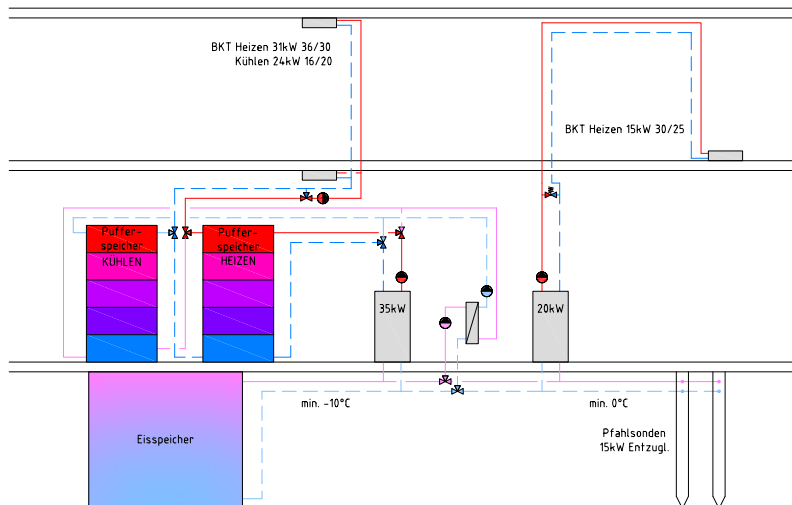
Beispiel Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr: Elemente des Energiekonzepts

Überblick

- Eisspeicher – Wärmepumpe: zum Heizen im Winter und Kühlen im Sommer.
- Energiepfähle: Statisch erforderliche Gründungspfähle werden gleichzeitig zur Energiegewinnung genutzt.
- Bauteilaktivierung: Speicherwirksame Massen (Decken, Wände, Böden) werden zum Temperatenausgleich aktiviert.
- Betonkerntemperierung: Betondecken werden mit Heiz- oder Kühlwasser durchströmt.
- Latentwärmespeicher mit PCM: zum Ausgleich von Temperaturschwankungen.
- Sonnenschutz: Schiebeläden mit transluzenten Solarmodulen.
- Photovoltaik-Anlage: Auf der Dachfläche und Schiebeläden mit transluzenten Solarmodulen.
- Lüftung mit Wärmerückgewinnung: über dezentrale, in die Fensterprofile integrierte Lüftungsgeräte.
- Nachtkühlung: über motorgesteuerte Kippflügel.

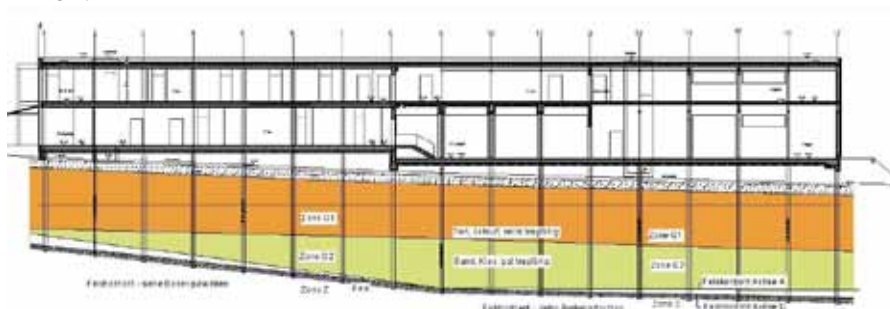
Quelle: Ingenieurbüro Ruf

Abbildung 29:
Anlagenschema



Quelle: Ingenieurbüro Zinßer

Abbildung 30:
Energiepfähle



Quelle: Ingenieurbüro Ruf

Weitere Klimaschutzmaßnahmen

Bezogen auf unterschiedlichste Bereiche und teilweise in einem weiter gefassten Sinn verstanden – nicht nur auf Energieeffizienz bezogen – wird Klimaschutz in den Modellvorhaben umgesetzt. Dazu gehören:

Beleuchtung – Steuerung, LED:

- Die Beleuchtung wird Präsenz- und Tageslicht-gesteuert.
- Der Einsatz einer LED-Beleuchtung wurde in einigen Modellvorhaben in Betracht gezogen, bislang jedoch aus Kostengründen verworfen. Weil die Investitionskosten für LED noch zu hoch sind, werden in der Regel moderne Leuchtstofflampen eingesetzt.
- In Leinfelden-Echterdingen gibt es für das gesamte Neubaugebiet eine stromsparende LED-Straßenbeleuchtung.

Geräte – vor allem relevant bei Kliniken und Küchen:

- Erfahrung der beiden Klinik-Modellvorhaben ist, dass Hersteller medizinischer Großgeräte bislang wenig Interesse an energieeffizienten Geräten zeigen. Die Projektbeteiligten sind in Kontakt mit Herstellern und wollen auf den Markt einwirken.
- Energieeffiziente Küchengeräte bedeuten höhere Investitionskosten. In Ulm sagt der Bauherr: „Die Beschaffung von energieeffizienten Geräten für die Küche ist durch das Investitionslimit eingeschränkt.“
- In der Ravensburger Mensa wurde ein Dunstabzug mit Wärmetauscher (2-facher Kreuz-Wärme-Tauscher und Gegenstrom-Wärmetauscher, Wärmerückgewinnung ca. 92 Prozent) und auch eine Spülmaschine mit Wärmerückgewinnung eingebaut.
- Das Kinderhaus in Erlangen bekommt Tiefkühl-Essen geliefert, das im Konvektomat erwärmt wird. Es wurden besonders energiesparende Gefrierschränke gekauft und, obwohl in der Regel nicht selbst gekocht wird, eine spezielle Dunstabzugshaube eingebaut.

Gebäudeautomation – Steuerung von Luft, Wärme, Licht, etc.:

- Die automatische Steuerung der Gebäudetechnik wird als Klimaschutzmaßnahme verstanden, mit der der Energieverbrauch optimiert wird.

- Die Steuerung erfolgt unterschiedlich: CO₂-gesteuert, nach Belegungsplan, nach Tages-/ Nutzungszeiten, über Präsenzmelder, nach Sonneneinstrahlung; meist bezogen auf Zonen (wie zum Beispiel in Leipzig, Marburg, Ulm).

Wasser:

- Die Themen sind vor allem Wasser sparen und energieeffiziente Warmwasserbereitung.
- Im Kinderhaus in Erlangen gibt es zum Beispiel berührungslose Wasserhähne mit Wasserstop und Warmwasser dezentral über Durchlauferhitzer nicht in allen Gruppen, sondern nur in den Krippen-Gruppen.
- Mit den dezentralen Wasserstationen in der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow wird Wasser nur durch Heizungswasser – also mit regenerativer Energie – erhitzt, eine Temperatur von 50°C reicht dafür aus. Außerdem wird immer nur so viel Wasser erwärmt wie gebraucht wird.
- Für das Sportzentrum in Berlin-Spandau ist eine Wasserwiederaufbereitungsanlage geplant.
- Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen gab es Überlegungen zu einer Regen-/ Grauwassernutzung. Sie wurde zum einen aus Kostengründen, aber auch weil das Gesundheitsamt aufgrund schlechter Erfahrungen in anderen Kindergärten dagegen war, nicht umgesetzt. Die Zisterne, die erstellt werden musste, wird jetzt vom Bau- und Betriebshof zur Bewässerung von Grünflächen in dem Gebiet genutzt werden.

Baustoffe:

- Bei den Modellvorhaben hat eine unterschiedlich intensive Auseinandersetzung bezüglich der Recyclingfähigkeit und Reinheit von Materialien stattgefunden.
- Am weitesten gehen die Planungen für das Sportzentrum in Berlin-Spandau. Dort wird eine Energiebilanz der Baustoffe berücksichtigt, einbezogen werden Erzeugung, Bauphase, Nutzungsphase und Rückbau. Geplant ist, möglichst reine Bauprodukte und Materialien zu verwenden wie zum Beispiel Strohballen und Lehm.
- Als einziges unter den Modellvorhaben hat das Rathaus mit Kindergarten

in Schwaigen-Grafenaschau eine monolithische Ziegelaußenwand mit 42,5 cm ohne zusätzliche Dämmung.

- Für den Rohbau des Umweltbildungszentrums in Mainz wird versucht, Recyclingbeton zu bekommen und einzusetzen (rezyklierte Zuschlagstoffe in Betonbauteilen).
- Die Stadt Ravensburg unterbindet zum Beispiel den Einsatz von Tropenhölzern.
- Bei der Stadt Ulm wird zwischenzeitlich eine Diskussion um Wärmedämmverbundsysteme und Dämmmaterialien geführt. Zukünftig soll bei der Materialwahl verstärkt Augenmerk auch auf ihre Gewinnung und Entsorgung gelegt werden. Beim Ulmer Modellvorhaben war die Entscheidung für das Wärmedämmverbundsystem den Kosten geschuldet.

Regionale Partner – kurze Wege:

- Vereinzelt wurde bei den Modellvorhaben überlegt, inwieweit lange Anfahrten der ausführenden Firmen dem Energiespardedanken entsprechen. Der Bauherrenvertreter der Stadt Nürnberg meint dazu: „So weit, das zu berücksichtigen, ist man noch nicht.“
- Die Stadt Ravensburg strebt unter Beachtung der Vergaberichtlinien an, bei kleineren Projekten immer regionale Partner auszuwählen.

Guter sommerlicher Wärmeschutz ist mitentscheidend für gute Nutzbarkeit der Gebäude

Die Anforderung an einen guten sommerlichen Wärmeschutz ergibt sich einerseits aus der Luftdichtheit der Niedrigstenergiegebäude, andererseits als Reaktion auf sommerliche Hitzeperioden und Klimaerwärmung. Dass der sommerliche Wärmeschutz eine wichtige Rolle spielt, war den Projektbeteiligten bei allen Modellvorhaben bewusst. Aber er wurde nicht bei allen Projekten detailliert untersucht und simuliert. Teilweise hat man sich unüberprüft darauf verlassen, dass die vorgesehenen Maßnahmen ein Aufheizen des Gebäudes verhindern werden.

Bei einigen Modellvorhaben wurden thermische Simulationen gerechnet (zum Beispiel Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium Nürnberg), bei den Projekten in Bad Urach und Ulm wurden dafür Extremwetterdatensätze verwendet.

Der in Bad Urach zuständige Bauphysiker stellt fest: „Zwischenzeitlich gibt es Daten für in 50 Jahren, die gab es zum Zeitpunkt unserer Simulation der Kaufmännischen Schule noch nicht.“ Auch beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes für das Städtische Kinderhaus Stadtinsel in Erlangen wurden Extremtemperaturen berücksichtigt. Einen Sicherheitsfaktor von 15 Prozent haben die Planer beim Nachweis für das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau dazugerechnet.

Die massiven Bauteile der Niedrigstenergiegebäude wie Decken, Wände und Böden werden möglichst weitgehend als Speichermassen zum Temperatenausgleich genutzt. Die Mischbauweise beim Kinderhaus in Urach kombiniert die Vorteile zweier Bauweisen: Die Holzständer-Außenwand ermöglicht eine gute Wärmedämmung, die Mittelsparge in Stahlbeton steht als Speichermasse zur Verfügung. Bei mehreren Projekten waren jedoch große Konflikte zwischen Speicherfähigkeit und Akustik zu lösen, zum Beispiel:

- wurden in den Büros des Jugend- und Sozialamts in Marburg die Decken nur zu einem Teil abgehängt, so dass die Betondecken thermisch aktiviert werden,
- wurden in der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow nach viel Überzeugungsarbeit Akustiksegel aufgehängt, um die Speicherfähigkeit der Decke zu erhalten,
- wurde im Schulgebäude in Ulm nur ein Drittel der Decke eines Klassenraums abgehängt, so dass die Decke großzügig als Speichermasse frei bleibt, und die Wände wurden schallabsorbierend ausgeführt,
- wurden beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen die Decken zugunsten der Raumakustik abgehängt, sie sind damit als Speichermasse nicht wirksam.

Gegen zu viel sommerliche Wärmeeinstrahlung haben die Niedrigstenergiegebäude einen außenliegenden Sonnenschutz in unterschiedlicher Form: überwiegend Jalousien, Schiebeelemente in Lohr, Vertikallamellen aus Lochblech in Leipzig. Meist wird der Sonnenschutz automatisch gesteuert, teilweise kann manuell eingegriffen werden. Entsprechend Passivhaus-Berechnungen waren teilweise auch auf der Nordseite Jalousien notwendig (zum Beispiel in Bad Urach und Ravensburg), was die Pla-



Foto: Weeber+Partner
Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow:
Akustiksegel



Foto: Weeber+Partner
Kinderhaus am Drosselweg Urbach:
Mittelspange in Stahlbeton

ner nicht immer ganz nachvollziehen konnten. Auskragende Dachflächen und Bäume sorgen bei manchen Modellvorhaben im Weiteren für eine im Sommer erwünschte Verschattung. Schutz vor Überhitzung bieten auch die in Berlin und Mainz geplanten Gründächer.

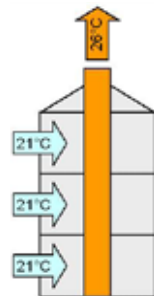
Wichtiger Baustein des sommerlichen Wärmeschutzes ist die Nachtkühlung, sie:

- erfolgt bei einigen Gebäuden passiv und automatisch gesteuert,
- ist bei einigen Gebäuden passiv durch manuelles Öffnen von Fenstern möglich,
- erfolgt bei einigen Gebäuden aktiv über die Lüftungsanlage.

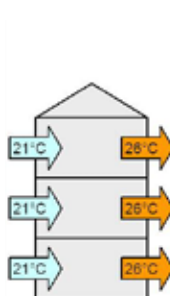
Die Umsetzung der passiven Nachtkühlung war bei den jeweiligen Projekten mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und nicht einfach mit den Anforderungen des Brandschutzes in Übereinstimmung zu bringen. Dies gelang nur durch enge Abstimmung zwischen den Beteiligten. Beim Kinderhaus in Urbach ist die automatisch gesteuerte Nachtkühlung über Öffnungsflügel im zweiten Sommer immer noch nicht in Betrieb, weil erst technische Schwierigkeiten zu lösen waren und es jetzt noch Klärungsbedarf mit der Versicherung wegen Schäden bei Regen – trotz Regensensoren – gibt. Dabei war die Nachtkühlung ein wesentliches Element bei der Planung des sommerlichen Wärmeschutzes.

Abbildung 31:
Systeme passiver und aktiver Nachtkühlung

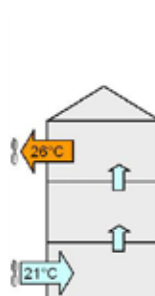
Passive Nachtkühlung
mit Thermik,
ggfs. mechanisch



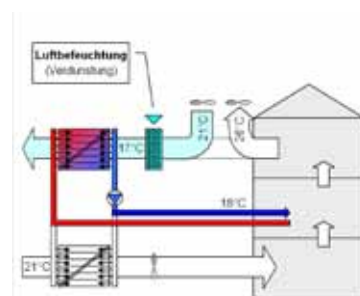
Passive
Nachtkühlung
mit Durchzug



Aktive Nachtkühlung
mit Lüftungsanlage



Aktive Nachtkühlung
zur Bauteilkühlung
mit multifunktionaler WRG



Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Nachtkühlung (entnommen 7.1.2014)

Tabelle 10:
Im Überblick: Konzepte für die Nachtkühlung

passiv aktiv	Nachtkühlung	wie
Kindertagesstätten		
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	passiv	über großes Oberlichtband im Dach, nicht in Gruppenräumen; freie Nachtkühlung rechnerisch nicht notwendig; Kühlung über Erdsonden und Fläche der Fußbodenheizung möglich
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	aktiv	Lüftung läuft nachts (im 1. Jahr auf 100%, ab dem 2. Jahr auf 50%); freie Nachtkühlung über manuell öffnbbare Fenster
Urbach: Kinderhaus	passiv	20 automatisch gesteuerte Lüftungsflügel, Luft wird über Lüftung abgeführt; in den ersten beiden Sommern noch nicht in Betrieb
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	passiv	durch Erdsondenfeld als Wärmesenke, Übergabe durch Fußbodenheizung; automatisch gesteuerte Oberlichter im Foyer
Schulen		
Bad Urach: Kaufmännische Schule	passiv	automatisch gesteuerte Oberlichtklappen in der Fassade, zusätzlicher Abluftventilator
Leipzig: Erich-Kästner-Schule	aktiv	über Lüftungsanlage
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg	passiv	automatisch gesteuerte Fensterflügel, zusätzliche Ventilatoren
Sporthallen		
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	k.A.	
Leipzig: Dreifachsporthalle	passiv	Kippflügel für die Entrauchung können handgesteuert für Nachtlüftung genutzt werden
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	passiv	Klassenräume: automatisch gesteuerte Öffnungsflügel, Oberlichtkuppel in jedem Klassenraum
Schulmensen		
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	passiv	Querlüftung möglich; Wärme kann in dem überschaubaren Raum rausgelüftet werden
Ulm: Mensagebäude	passiv	über Oberlichter, ohne Ablüfter (nur über Fensteröffnung)
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude		
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	passiv	automatische Kippflügel in Fassade und zum Flur
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	k.A.	
Marburg: Jugend- und Sozialamt	aktiv	über Lüftungsanlage; in den Obergeschossen auch Querlüftung durch manuelles Öffnen der Dreh-/Kippflügel möglich
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	aktiv	bei Bedarf Hochschalten der Lüftungsanlage
Kliniken		
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst	k.A.	
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching	k.A.	

Eigene Darstellung, Datengrundlage: Angaben der Projektbeteiligten

Mögliche Extremwetterereignisse werden teilweise berücksichtigt

Weitere Klimaanpassungsmaßnahmen betreffen Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge, Hochwasser, Stürme, hohe Schneelast und Hagel. Präventive Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden durch Extremwetterereignisse wurden nicht in allen Projekten und nicht immer für alle Eventualitäten berücksichtigt. Aber bei einzelnen Projekten fand eine intensive Auseinandersetzung damit statt und wurde mit der Planung entsprechend darauf reagiert.

Zum Schutz vor Hochwasser wurden die Gebäude in Bad Urach und Frankfurt im Planungsprozess weiter aus dem Erdreich herausgenommen. In Bad Urach hat eine neue Hochwasserkarte Umplanungen veranlasst, das Gebäude wurde 45 cm höher gesetzt. In Frankfurt wurde das Gebäude aus dem Grundwasserspiegel genommen, so dass kritische Krankenhausfunktionen nicht mehr im Erdreich liegen.

Für die Regenentwässerung gibt es aus Sicht der Projektbeteiligten die entsprechenden Vorschriften, die sowieso erfüllt werden müssen. Dazu gehören unter anderem Notüberläufe am Dach und Rückstausicherung. In Leinfelden-Echterdingen musste für die Regenwasserrückhaltung eine Zisterne erstellt werden. Gründächer wie sie in Berlin-Spandau und Mainz geplant sind, schützen nicht nur vor Überhitzung, sondern halten auch Regenwasser auf.

Beim Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau drückt bei Starkregen das Wasser von der Hangseite ins Gebäude. Schon in der Rohbauphase ist nach einem Starkregen Wasser ins Untergeschoss eingedrungen, woraufhin am dortigen Zugang eine druckwasserdichte Außentür eingebaut wurde. Nach erneutem Eindringen von Wasser im Sommer 2013 waren weitere Ertüchtigungsmaßnahmen notwendig, unter anderem an den Kellerfenstern. Auch im Sommer 2014 machte ein Starkregen wieder Probleme. Für die Wasserproblematik muss noch eine langfristig tragfähige Lösung gefunden werden.

Verstärkter Schneefall wurde bei zwei Modellprojekten thematisiert. In Ravensburg hätte das Dachfenster der Mensa aufgrund

einer berechneten Schneesacklast vom Nachbargebäude fast ausgetauscht werden müssen. Zunehmende Schneespitzenlasten wurden in Leipzig festgestellt, weshalb es dort ein dezidiertes System gibt, den Schnee von den Dächern zu schaufeln.

Als Schutz vor Hagelschäden wurden beim Ravensburger Projekt der große westliche Dachüberstand genannt und in Urbach der dortige Hagelflieger, der der Bildung großer, gefährlicher Hagelkörner entgegenwirkt.

Potenziale der Standorte – welche wurden untersucht und berücksichtigt?

Städtebauliche Aspekte und Energiepotenziale der Standorte wurden bei den Modellvorhaben zur Optimierung ihrer Energieeffizienz berücksichtigt, sofern dies die Rahmenbedingungen der Standorte zugelassen haben. Bei der Auswahl der Grundstücke spielten sie noch keine Rolle, die Grundstücke standen fast immer schon vor ersten energetisch ehrgeizigen Planungsüberlegungen fest. Es waren vorhandene Grundstücke (zum Beispiel in Ulm), Ersatzneubauten am selben Standort (zum Beispiel in Erlangen, Schwaigen-Grafenaschau) oder ergänzender Neubau (zum Beispiel in Marburg, Nürnberg, Ravensburg).

Bei einigen Projekten gab es deshalb mit engen – teilweise innerstädtischen – Grundstücksverhältnissen wenig städtebaulichen Planungs- und Optimierungsspielraum:

- In Erlangen konnte das Kinderhaus auf dem beengten Innenstadtgrundstück nicht optimal orientiert werden. Der Garten liegt auf der Nordseite, die südliche Straßenseite wird durch das Nachbargebäude verschattet.
- In Nürnberg war die Priorität, dass die Dreifachsporthalle auf das Grundstück passt und die sich durch die benachbarte Justizvollzugsanstalt ergebenden Anforderungen erfüllt werden konnten.
- In Marburg war das Baufenster neben dem Bestandsgebäude vorgegeben. Die Ausgangslage war mit südöstlicher und südwestlicher Ausrichtung der Gebäudeteile günstig.
- In Mainz hat sich die Ausrichtung des Umweltbildungszentrums aus der Hanglage ergeben.

- In Ravensburg wurden für die Mensa noch mehrere Standorte um die Schule herum geprüft und verworfen. Die jetzige Ostausrichtung der Fassade korrespondiert mit der Morgennutzung der Schule, aber ist hinsichtlich solarer Gewinne nicht optimal. Der Bauherrenvertreter der Stadt fragt sich, welche Entscheidung getroffen worden wäre, wenn die Passivhaus-Planer früher im Projekt beteiligt gewesen wären.
- In Ulm gab es für den Neubau von Schule und Neubau im Lageplan wenig Spielraum. Bei der Wettbewerbsbeurteilung standen nicht Klima- und Energiepotenziale im Vordergrund sondern der Städtebau.

Besonnung und Verschattung

Unverschattete Grundstückssituationen ohne Nachbarbebauung, wie sie zum Beispiel in Leinfelden-Echterdingen und Urbach anzutreffen waren, wurden als positive Ausgangsparameter bewertet. Sie ermöglichen solare Gewinne und eine Solarenergienutzung auf den Dachflächen. Im Rahmen der Passivhaus-Planung wurde die Verschattung immer berücksichtigt. Verschattung durch Bäume im Sommer, wie zum Beispiel in Schwaigen-Grafenaschau durch eine vorhandene Linde auf der Süd-West-Seite, ist erwünscht.

Es wurde aber nicht nur überprüft, inwieweit die Neubauten verschattet werden. In Lohr wurde das Gebäude der Stadtwerke so platziert, dass das Gelände der benachbarten Gärtnerei wenig verschattet wird.

Besondere Gebäudelagen wirken sich entsprechend aus. In Bad Urach hat die Verschattung durch die Tallage gegen eine Photovoltaik-Anlage auf dem Schulgebäude

gesprochen. „Hier ist es kalt und schattig“, sagen die Projektbeteiligten in Schwaigen-Grafenaschau. Die Gemeinde liegt in einer kalten, schneereichen Klimazone mit langem Winter, so dass dort – im Gegensatz zu den meisten anderen Modellvorhaben – der Schwerpunkt auf dem Winter und der Vermeidung von Wärmeverlusten liegt.

Optimierung der Orientierung

- Sofern es die jeweilige Grundstückssituation zuließ, wurde die Ausrichtung der Gebäude genau überlegt und unter energetischen Gesichtspunkten optimiert. In Urbach wurde die Ausrichtung des Kinderhauses nach dem Wettbewerbsentwurf noch im Sinne einer städtebaulichen und energetischen Optimierung um 90° von südwestlich auf südöstlich gedreht.
- In Leinfelden-Echterdingen wurde diese solarenergetische Analyse bereits vor der Aufstellung des Bebauungsplans für das Neubaugebiet, in dem das Kinderhaus jetzt steht, durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Bebauungsplan eingeflossen.
- In Lohr hat sich für die Projektbeteiligten ein hoher energetischer Standard aufgrund des dafür gut geeigneten Standorts aufgedrängt. Die Süd-/Nord-Orientierung der Hauptfassaden war entscheidend.
- In Schwaigen-Grafenaschau wurde der Ersatzneubau im Vergleich zum vorherigen Bestandsgebäude aus städtebaulichen Gründen und zur Optimierung der Ausrichtung um 90° gedreht und dann die Verglasung sinnvoll für solare Gewinne gesetzt.

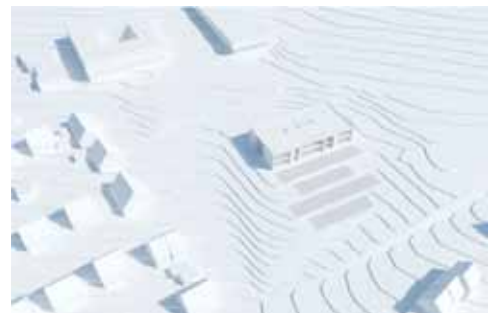
Beispiel Kinderhaus am Drosselweg Urbach:

Abbildung 32:

Optimierung der Gebäudeausrichtung im Planungsprozess

Standpunkt/ Ausrichtung im Wettbewerb

Standpunkt/ Ausrichtung in Entwurfsplanung/
Umsetzung



Quelle: j+j Planconcept GmbH

Geologische Gutachten zur Geothermie und zum Grundwasser

Bei den Modellvorhaben, die Geothermie nutzen, wurde der Baugrund daraufhin untersucht, ob er sich für Erdsonden und Energiepfähle eignet. Auch in Urbach, wo man sich letztlich anders entschieden hat, und in Bad Urach war die Nutzung von Erdwärme geprüft worden. Aus Gründen des Grundwasserschutzes war die Erdwärmennutzung in Bad Urach ausgeschlossen, auch hat sich die schließlich umgesetzte Holzpelletsanlage dort als wirtschaftlicher dargestellt.

Außerdem wurden bei einigen Projekten im Vorfeld Boden- und Grundwassergutachten erstellt. Trotz Bodengutachten gibt es in Schwaigen-Grafenaschau allerdings Probleme mit von der Hangseite drückendem Wasser.

Netze unterschiedlicher Verbrauchsstrukturen – welche Synergieeffekte ergeben sich?

Bei mehreren Modellvorhaben wurde ihre Einbindung in ein neues oder bestehendes Nahwärmenetz thematisiert und bei bislang zwei Projekten umgesetzt, um Synergien bei der Versorgung der Schulquartiere zu nutzen.

- In Bad Urach versorgt die neue Holzpelletsanlage, die in der bestehenden Sporthalle untergebracht wurde, nicht nur die neue Kaufmännische Schule und die Sporthalle, sondern zwischenzeitlich auch ein Kinderhaus in der Nachbarschaft der Schule. Das neue Kinderhaus im Passivhaus-Standard hat mit ca. 14 kW eine geringe Leistung. Eine Gasheizung wäre dafür zwar wirtschaftlich günstiger gewesen, aber die Stadt bevorzugte das Nahwärmenetz und die damit verbundene positive öffentliche Darstellung.
- In Urbach nutzt das Kinderhaus die Überkapazitäten – sowohl Wärme als auch Strom – des vorhandenen Blockheizkraftwerks und ist mit der benachbarten Schule und der Sporthalle in ein Nahwärmenetz eingebunden. Es gibt eine ca. 60 bis 70 m lange Nahwärmeleitung und eine Stromleitung zum Kinderhaus. Die Nutzung dieser vorhandenen Anlagen und Kapazitäten wurde gegenüber den im Wettbewerb von den Architekten vorgeschlagenen Erdsondenkörpern bevorzugt, auch wenn sich die Gas-Brennwert-Technik des Blockheizkraftwerks negativ auf den Primärenergiebedarf des Neubaus auswirkt. Das Schulquartier wird weiter vernetzt und die Energieversorgung optimiert, ein weiterer Kindergarten soll an das Blockheizkraftwerk angebunden werden.

Nahwärmenetz in der Planungsphase geprüft und verworfen:

- In Lohr wurde für das Gebäude der Stadtwerke auch ein Nahwärmenetz in Betracht gezogen, aber es hat sich aus Sicht der Projektbeteiligten nicht angeboten. Dagegen hat zum einen gesprochen, dass das Passivhaus nur einen geringen Heizbedarf hat. Zum anderen wurde es nicht als sinnvoll erachtet, mit den privaten Nachbargebäuden (Gärtnerei und Zimmerei) in dem Mischgebiet ein Nahwärmenetz aufzubauen.
- In Marburg wurde für das Verwaltungsgebäude ein Nahwärmeverbund mit Solarthermie ausgiebig diskutiert und lange untersucht. Das Konzept des solaren Großspeichers wäre wegen des Wärmeüberschusses im Sommer nur sinnvoll gewesen, wenn man die Nachbargebäude hätte mitversorgen können. Dafür hat sich die umgebende Nutzungsstruktur nicht angeboten, so dass das Konzept verworfen wurde.
- In Schwaigen-Grafenaschau war für das Rathaus mit Kindergarten zusammen mit einem benachbarten Landwirt ein Nahwärmekonzept mit Holzhackschnitzeln überlegt worden. Es hätten auch drei Einfamilienhausneubauten eingebunden werden können. Dem Landwirt war das Konzept jedoch zu risikoreich. Wenn auch das benachbarte Pflegeheim sich dem Nahwärmenetz angeschlossen hätte, wäre die Ausgangssituation besser gewesen; doch dieses hatte erst vor Kurzem seine Ölheizung saniert.

Nachträglicher Aufbau eines Nahwärmenetzes mit Integration der Neubauten geprüft:

- In Ravensburg wurde die Mensa zur Spitzenlastabsicherung an die Gasheizung der angrenzenden Grundschule angebunden. Da diese Kesselanlage veraltet (der älteste Kessel ist von 1974) und überdimensioniert (die sanierte Sporthalle hat nur noch geringe Verbräuche) ist, wurden alternative Energieversorgungskonzepte geprüft. In der Überlegung war ein mit Biogas betriebenes Blockheizkraftwerk, an das neben Schule, Sporthalle und Mensa noch weitere Gebäude angeschlossen werden sollten. Weil ein Partner abgesprungen ist, wäre das Nahwärmenetz nicht mehr wirtschaftlich gewesen. Jetzt ist geplant, einen der Kessel der Schule gegen einen Holzpelletskessel auszutauschen.
- In Ulm wurden Schule und Mensa an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen, die Fernwärme hat einen guten Primärenergiefaktor. Nach Fertigstellung der Neubauten war vorgesehen, für das gesamte, isoliert liegende Schulzentrum Kuhberg ein eigenständiges Netz aufzubauen. Geplant war ein mit Gas betriebenes Blockheizkraftwerk. Der Energielieferant hat dem Aufbau eines Blockheizkraftwerks jedoch nicht zugestimmt.

Tabelle 11:

Im Überblick: Wärme- und Stromversorgung vernetzt und autark

■ autark ■ Netz ■ vorhanden/Bezug	Wärme- versorgung	wie / mit wem	Strom- versorgung
Kindertagesstätten			
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	autark	Erdsonden	Bezug
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	vorhandene Infrastruktur	Gasnetz	autark
Urbach: Kinderhaus	Nahwärmenetz	vorhandenes BHKW versorgt Kinderhaus, Schule, Sporthalle, zukünftig weiteren Kindergarten	Netz
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	autark	Erdsonden	autark
Schulen			
Bad Urach: Kaufmännische Schule	Nahwärmenetz	neue Holzpelletsanlage versorgt Schule, Sporthalle, Kinderhaus	Bezug
Leipzig: Erich-Kästner-Schule	vorhandene Infrastruktur	Gasnetz	Bezug
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg	vorhandene Infrastruktur	Fernwärme	Bezug
Sporthallen			
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	autark, vorh. Infrastruktur	kleines BHKW	Bezug
Leipzig: Dreifachsporthalle	vorhandene Infrastruktur	Gasnetz	Bezug
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	vorhandene Infrastruktur	Fernwärme	Bezug
Schulmensen			
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	vorhandene Infrastruktur	bisher vorh. Gasnetz; Austausch eines Gaskessels durch Holzpelletkessel geplant	teilw. autark, Bezug
Ulm: Mensagebäude	vorhandene Infrastruktur	Fernwärme	Bezug
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude			
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	autark	Eisspeicher, Energiepfähle; Nahwärmenetz verworfen	autark
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	autark	Lufröhren	Bezug
Marburg: Jugend- und Sozialamt	autark	Holzpelletsanlage	Bezug
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	autark	Erdsonden; Nahwärmenetz verworfen	Bezug
Kliniken			
Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst	teilw. autark, vorh. Infrastruktur		Bezug
München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching	teilw. autark, vorh. Infrastruktur		Bezug

Eigene Darstellung, Datengrundlage: Angaben der Projektbeteiligten

Gebäudeplanung – welche Lösungen bewähren sich?

Insgesamt sind die Erfahrungen in den Modellvorhaben mit ihren planerischen und technischen Lösungen bislang überwiegend positiv. Die beteiligten Bauherren und Planer würden sich mit den jetzigen Erkenntnissen weitestgehend wieder für die gleichen Konzepte und Komponenten entscheiden, technische Weiter- und Neuentwicklungen würden sie natürlich in eine neue Planung einbeziehen. In Bezug auf einzelne Systeme gibt es teilweise Start-

schwierigkeiten und Montagedefizite: zum Beispiel in Bad Urach bei der Gebäudeleittechnik und der Messtechnik, in Lohr bei den Solarmodulen an der Fassade, in Nürnberg bei der Steuerung des Sonnenschutzes, in Urbach bei der Inbetriebnahme der automatischen Nachtkühlung. Auf die Frage, welche Lösungen der Gebäudeplanung sich bewähren und welche die Erwartungen nicht erfüllen, benennen die Projektbeteiligten teilweise mehr die einzelnen Defizite als das, was alles gut funktioniert.

Die von den Projektbeteiligten hervorgehobenen Themen in den einzelnen Modellvorhaben sind:

	Was sich bewährt	Was nicht zufriedenstellend ist
Kindertagesstätten		
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	- Wärmepumpe (COP-Wert Erdsonden nach Angaben des Bauherrn im Mittel bei 5,2) - Heizsystem - Kühlung über Erdsonden	- Einbringen der Glasschotterdämmung war problematisch - Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern, zwischenzeitlich gibt es andere Systeme - Dimensionierung für Lüftungsanlagen insgesamt beim Gebäudemanagement in der Diskussion, Maximalwert wird nie gefahren - Detaillierte Regelungstechnik wird nicht ausgenutzt, weniger aufwändige MSR-Technik würde reichen
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	- Kompakte Bauweise - Massivbauweise - Statische Heizflächen (Strahlungswärme)	- Wärmebrücken durch Gebäudeeinschnitte, Sonderlösungen mit Vakuumdämmung waren notwendig - Halbarkeit der Fassade mit Wärmedämmverbundsystem, mechanische Beständigkeit nicht gegeben - Lüftung im innenliegenden Wickelraum ist nicht ausreichend - Außentüren: hohes Gewicht, Schließprobleme durch Luftdichtheit
Urbach: Kinderhaus	Mischbauweise, Sichtbeton als Speichermasse	- Automatische Nachtkühlung bis Sommer 2014 nicht in Betrieb - Nicht beschriftete und dadurch nicht zuordnenbare Zähler im ersten Nutzungsjahr - Nachrüstung Sonnenschutz für Oberlicht im Flurbereich geplant - Sonnenschutzsteuerung funktionierte anfangs aufgrund minderwertiger Relais nicht wie geplant
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	- Plus-Energie-Konzept: Es wird mehr Strom erzeugt als verbraucht - Automatische Nachtkühlung - Warmwasserstationen	Speicher-Lösung für komplette Autarkie des Gebäudes stand noch nicht zur Verfügung
Schulen, Sporthallen, Schulmensen		
Bad Urach: Kaufmännische Schule	- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, automatische Lüftung bei vielen wechselnden Nutzern vorteilhaft - Nachtkühlung - Höhersetzung des Gebäudes aufgrund neuer, noch nicht eingeführter Hochwasserkarte – sonst wäre die Schule im Sommer 2013 geflutet worden	- Anhaltende technische Schwierigkeiten mit Gebäudeleittechnik u.a. aufgrund falsch verlegter, nicht beschrifteter Kabel und fehlerhaft installierter Komponenten; Regelung funktionierte erst etwa ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme einigermaßen - Durch Fehler bei der Installation von Gebäudeleit- und Messtechnik bis Ende 2013 kein Monitoring möglich - Fensterkontakte: Schnittstellenprobleme zwischen Elektriker, Gebäudeleittechnik, Holzbau und Jalousienbauer
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifachsporthalle	Passivhaus ohne zu viel Technik	
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	Verzicht auf Heizkörper in Klassenräumen	- Große Dämmstärke ist in der Ausführung problematisch, man kann nichts befestigen - Steuerung Sonnenschutz funktioniert nicht wie geplant

	Was sich bewährt	Was nicht zufriedenstellend ist
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude	Aufteilung von Schule und Mensa in zwei Gebäude	- Wettbewerbsentwurf war zu wenig auf Energieeffizienz ausgerichtet, bei Wettbewerbsentscheidung wurden andere Prioritäten gesetzt - Es gibt Probleme mit thermischen Spannungen bei großen 3-fach-Verglasungen
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	Konzeption für Lüftung und Heizung mit eigenerzeugtem Strom	
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude		
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	- Plus-Energie-Konzept geht auf - Gebäudeleittechnik - Nachtkühlung über automatisch gesteuerte Kippfenster	Solarmodule an der Fassade funktionieren aufgrund Montagefehlern nicht wie geplant
Marburg: Jugend- und Sozialamt	Gemeinsame Wärmeversorgung des Neubaus und des sanierten Bestandsgebäudes mit einer Holzpelletsheizung	- Raumklima nicht optimal: im Sommer zu warm, im Winter Luft zu trocken - Lüftung nur auf Frischluftversorgung im Winter ausgelegt, nicht für den Sommerfall - Umsetzung einer freien Nachtkühlung hätte mehr bedacht werden sollen
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	- Wärmepumpe - Differenziertes Lüftungs- und Heizkonzept für die unterschiedlichen Nutzungen	- Problem eindringenden Wassers bei Starkregen - Warmwasser-Aufbereitung über Durchlauferhitzer war sparsame, aber nicht komfortable Lösung

3.2 Nutzungen und Gebäudetypologien

Entsprechend dem breiten Spektrum an Nutzungsarten und Gebäudetypologien sind auch die Aufgabenstellungen und Anforderungen im Hinblick auf die Energieeffizienz sehr vielfältig. Je nach Nutzung gibt es im Jahres-, Tages- und Wochenverlauf sehr unterschiedliche Verbrauchsstrukturen, das betrifft Heizung, Lüftung und Kühlung. Die Strukturen der inneren Wärmequellen sind verschieden und spielen eine große Rolle. Auch Schallschutz und Beleuchtung können bedeutsame Themen sein. Nicht zuletzt ergeben sich aus den Standorten der Objekte und besonderen Nutzungskonzepten spezifische Aufgabenstellungen.

Entsprechend den in der DIN V 18599 definierten spezifischen Nutzungsprofilen sind die Anforderungswerte der EnEV für unterschiedliche Gebäudearten verschieden hoch. Somit sind auch die Einsparmöglichkeiten in absoluten Zahlen unterschiedlich groß. Es ist nicht nur die prozentuale Einsparung zu betrachten, sondern auch die in absoluten Zahlen und zu fragen, welche Bedeutung das für die Strategien der Bauherren hat.

Energieeffizienz unterschiedlicher Nutzungs- und Gebäudetypologien – was beeinflusst sie?

In den Nutzungsprofilen der DIN V 18599 sind die rechnerisch anzusetzenden und

sich auf den Energiebedarf auswirkenden Randbedingungen für die jeweilige Nutzungsart festgelegt. Dazu gehören:

- Nutzungszeiten
- Raumkonditionierung
- Solltemperaturen
- Mindestaußenvolumenstrom
- Beleuchtung
- Personenbelegung
- interne Wärmequellen (Personen, Arbeitshilfen).

Für den EnEV-Nachweis sind die definierten Nutzungsrandbedingungen verbindlich anzuwenden, sie dürfen nicht projektspezifisch angepasst werden. Für nicht eindeutig zuordenbare Nutzungen kann das Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ (Nr. 17) verwendet oder ein individuelles Nutzungsprofil entwickelt werden, was jedoch in der Planungspraxis nicht leistbar ist und wofür sich bei den Modellvorhaben auch keine Notwendigkeit gezeigt hat. Wenn die tatsächliche spätere Nutzung – zum Beispiel in den Nutzungszeiten – von den Ansätzen der DIN abweicht, wirkt sich dies auf den Energieverbrauch aus. Zum Beispiel hat sich im Betrieb beim Kindergarten in Leinfelden-Echterdingen herausgestellt, dass es eine häufigere Abend- und Wochenendnutzung gibt als angenommen.

Die Typologien der Modellvorhaben sind gekennzeichnet durch:

- **Kindertagesstätten:** in der Regel konstantes, klares Nutzungsprofil – mit gleichbleibenden Öffnungszeiten, bekannter Personenzahl
- **Schulen:** wechselndes Nutzungsprofil – mit unterschiedlich großen Klassen, wechselnden Unterrichtszeiten
- **Sporthallen:** unregelmäßiges, wechselndes Nutzungsprofil – mit verschiedenen Nutzungszeiten und unterschiedlich vielen Personen, großem Luftvolumen in der Halle und wenigen Nutzern
- **Mensen:** regelmäßige, zeitlich begrenzte Hauptnutzung über die Mittagszeit – mit gegebenenfalls unregelmäßigen Sondernutzungen

- **Verwaltungsgebäude:** in der Regel ausgeglichenes ganztägiges Nutzungsprofil – mit regelmäßigen Arbeitszeiten und bekannter Personenzahl
- **Ausstellungsgebäude:** unregelmäßiges, wechselndes Nutzungsprofil – mit sehr unterschiedlicher Personenzahl und gegebenenfalls wechselnden Nutzungszeiten

Für die Berechnungen wurden bei den Modellvorhaben ähnlich differenzierte Zonierungen vorgenommen. Zwei Ausnahmen sind das Einzonenmodell für das Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen und eine sehr kleinteilige Zonierung für das Sportzentrum in Berlin-Spandau.

Tabelle 12:
Im Überblick: Zonierungen und Nutzungsprofile der Modellvorhaben

	Zone	Typ (Nr.) (nach DIN V 18599-10)	Nutzungszeit Tage/Jahr / Std./Tag	Flächenanteil (NGF)
Kindertagesstätten				
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	Gruppenräume Sanitärräume Küchenbereich Flure und Nebenflächen Technik-/Lagerräume	Klassenzimmer (8) WC, Sanitarr. (16) Küche Nebenfläche (18) Lager etc. (20)	200 / 7 200 / 7 200 / 7 200 / 7 200 / 7	44 % 7 % 3 % 25 % 21 %
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	Einzonenmodell	Klassenzimmer (8)	200 / 7	100%
Urbach: Kinderhaus	Gruppenräume Schlafräume Personalräume Sanitärräume Küche Verkehrsflächen Lagerräume	Klassenzimmer (8) Sonst. Aufenth. (17) Gruppenbüro (2) WC, Sanitarr. (16) Küche - Vorb. (15) Verkehrsfläche (19) Lager etc. (20)		38 % 9 % 3 % 8 % 2 % 28 % 11 %
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	Gruppenraum Büro Sanitär Küche Eingangshalle Flur Lager, Technik	Klassenzimmer (8) Einzelbüro (1) WC, Sanitarr. (16) Küche - Vorb. (15) Sonst. Aufenth. (17) Verkehrsfläche (19) Lager etc. (20)		46 % 4 % 10 % 2 % 11 % 20 % 7 %
Schulen				
Bad Urach: Kaufmännische Schule	Schule Gruppenbüro Besprechung Bibliothek Sanitär Server Nebenflächen	Klassenzimmer (8) Gruppenbüro (2) Besprechung (4) Bibl. - Freihand. (29) WC, Sanitarr. (16) Serverraum (21) Nebenfläche (18)	200 / 7 250 / 11 250 / 11 300 / 12 250 / 11 365 / 24 250 / 11	44 % 5 % 5 % 1 % 3 % 0,2 % 42 %
Leipzig: Erich-Kästner-Schule	Schule Hort (keine weiteren Angaben)	Klassenzimmer (8) Klassenzimmer (8)		
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg	Klassen Gruppenbüro Sanitär Nebenflächen	Klassenzimmer (8) Gruppenbüro (2) WC, Sanitarr. (16) Nebenfläche (18)	200 250 250 250	51 % 8 % 3 % 37 %

	Zone	Typ (Nr.) (nach DIN V 18599-10)	Nutzungszeit Tage/Jahr / Std./Tag	Flächenanteil (NGF)
Sporthallen				
Berlin-Spandau (Anwärter): Sportzentrum	1 Gymnastik/Geräte/...	Fitnessraum (35)		41 %
	2 Empfang	Sonst. Aufenth. (17)		8 %
	3 Windfang	Verkehrsfläche (19)		5 %
	4 Physio 1-3	Untersuchungsr. (37)		5 %
	5 Büro	Einzelbüro (1)		1 %
	6 Gymnastik 3	Fitnessraum (35)		4 %
	7 WC	WC, Sanitär. (16)		1 %
	8 Mehrzweckraum	Sonst. Aufenth. (17)		5 %
	9 Lehrküche	Küche - Vorb. (15)		4 %
	10 WC	WC, Sanitär. (16)		1 %
	11 HAR	Nebenfläche (18)		0,6 %
	12 Technik / Nebenraum	Serverraum (21)		2 %
	13 Umkleide / Duschen	WC, Sanitär. (16)		9 %
	14 Entspannung	Spezialpflegeb. (38)		7 %
	15-17 Flure	Verkehrsfläche (19)		5 %
Leipzig: Dreifachsporthalle	Sporthalle (keine weiteren Angaben)	Turnhalle (31)		
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	Sporthalle	Turnhalle (31)	300 / 15	39 %
	Lager	Lager etc. (20)	250 / 11	8 %
	WC/Sanitärraum	WC, Sanitär. (16)	300 / 11	9 %
	Klassenzimmer	Klassenzimmer (8)	200 / 7	17 %
	Verkehrsfläche	Verkehrsfläche (19)	250 / 11	26 %
Schulmensen				
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	Küche	Küche - Vorb. (15)	300 / 13	26 %
	Kantine	Kantine (12)	250 / 7	55 %
	Nebenflächen	Nebenfläche (18)	250 / 11	19 %
Ulm: Mensagebäude	Küche	Küche	250 / 13	8 %
	Kantine	Kantine (12)	250 / 7	32 %
	Sanitär	WC, Sanitär. (16)	250 / 11	7 %
	Nebenflächen	Nebenfläche (18)	250 / 11	53 %
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude				
Lohr: Verwaltungs-/Betriebs- gebäude der Stadtwerke	Büroräume	Gruppenbüro (2)	250 / 11	23 %
	Sanitär	WC, Sanitär. (16)	250 / 11	7 %
	EDV/Server	Serverraum (21)	365 / 24	2 %
	Verkehrsflächen	Verkehrsfläche (19)	250 / 11	13 %
	Werkstatt	Werkst./Monta. (22)	250 / 9	5 %
	Lager / Archiv	Lager etc. (20)	250 / 11	51 %
Mainz (Anwärter): Umweltbildungszentrum	Ausstellung	Messe/Kongr. (26)		
	Foyer	Foyer (24)		
	Veranstaltung	Besprechung (4)		
	Büro	Einzelbüro (1)		
	Sanitärräume	WC, Sanitär. (16)		
	Erschließung	Verkehrsfläche (19)		
	Haustechnik, Lager	Lager etc. (20)		
Marburg: Jugend- und Sozialamt	Büro	Einzelbüro (1)	250 / 11	47 %
	Besprechung	Besprechung (4)	250 / 11	16 %
	WC	WC, Sanitär. (16)	250 / 11	7 %
	Technik	Lager etc. (20)	250 / 11	6 %
	Nebenflächen	Nebenfläche (18)	250 / 11	24 %
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	Büro	Einzelbüro (1)		15 %
	Sitzung	Besprechung (4)		8 %
	Gruppenraum	Klassenzimmer (8)		15 %
	Sanitär	WC, Sanitär. (16)		6 %
	Erschließung	Verkehrsfläche (19)		28 %
	Lager, Technik	Lager etc. (20)		9 %
	Mehrzweckraum	Sonst. Aufenth. (17)		18 %

Quelle: EnEV-Nachweise der Projektbeteiligten

Entscheidend für die Energieeffizienz ist,

- wie passgenau die technischen Lösungen auf die unterschiedlichen Nutzungsprofile ausgelegt werden,
- wie nutzungsspezifisch die Steuerung von Heizung, Lüftung, Kühlung erfolgt.

Bei den meisten Modellvorhaben erfolgt die Steuerung nutzungsspezifisch über die Gebäudeleittechnik zonen- oder raumbestimmten CO₂-gesteuert oder nach Belegungsplan. Darauf verzichtet wurde bei den Projekten in Leinfelden-Echterdingen, Marburg und Schwaigen-Grafenaschau. Für das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau wurden dagegen für die unterschiedlichen Nutzungszonen differenzierte Lösungen für Heizung und Lüftung gewählt, die sich im Betrieb bewähren.

Der berechnete Endenergiebedarf der unterschiedlichen Nutzungstypologien streut:

- bei den vier Kindertagesstätten deutlich zwischen 16 kWh/(m² a) in Erlangen und 44 kWh/(m² a) in Urbach,
- bei den drei Schulen kaum zwischen 39 kWh/(m² a) in Leipzig und jeweils 44 kWh/(m² a) in Bad Urach und Ulm,
- bei den drei Sporthallen sehr hoch zwischen 40 kWh/(m² a) in Leipzig und 188 kWh/(m² a) in Berlin-Spandau,
- bei den zwei Mensen gering zwischen 72 kWh/(m² a) in Ulm und 82 kWh/(m² a) in Ravensburg,
- bei den vier Verwaltungs- und Ausstellungsgebäuden sehr hoch zwischen 17 kWh/(m² a) in Lohr und 75 kWh/(m² a) in Marburg.

Reduzierungen von Treibhausgasen – welche lassen sich realisieren?

Die Modellvorhaben reduzieren, nach den von den Projektbeteiligten angegebenen berechneten Werten, ihren CO₂-Ausstoß im Durchschnitt gegenüber den EnEV-Referenzgebäuden um 62 Prozent. Die prozentuale Einsparung streut zwischen 42 Prozent bei der Ulmer Mensa und 88 Prozent beim Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr. Nach den Berechnungen (auf die Nettogrundfläche bezogen) sparen die 15 Modellprojekte (ohne Einberechnung des Klinikums Frankfurt Höchst) in Summe über 2.600 Tonnen CO₂ pro Jahr gegenüber den EnEV-Referenzgebäuden ein.

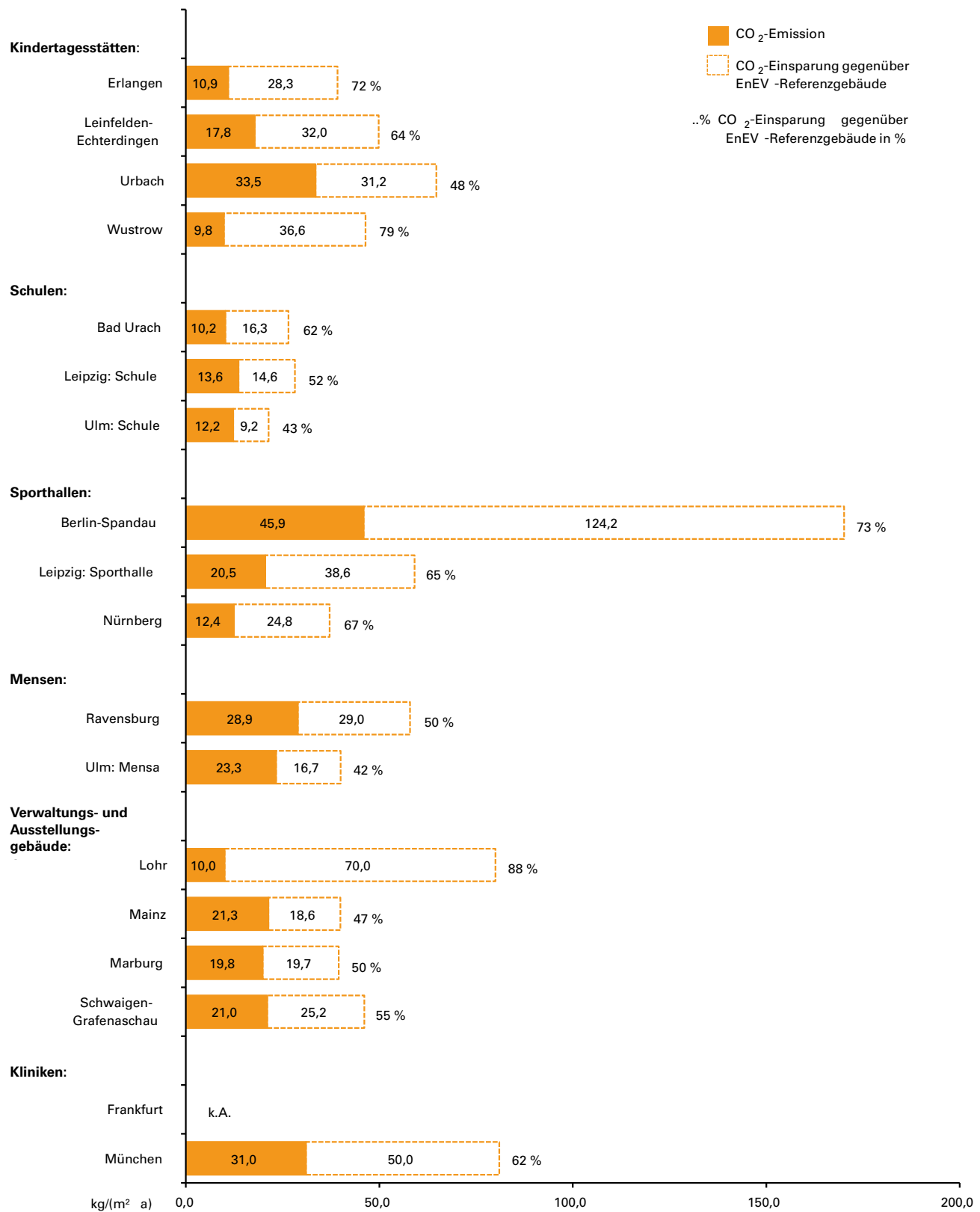
Pro Jahr liegt die CO₂-Emission der 15 Gebäude in der Summe noch bei ca. 1.600 Tonnen. Der CO₂-Ausstoß reicht von ca. 7 Tonnen pro Jahr bei der Ravensburger Mensa bis zu ca. 1.100 Tonnen pro Jahr beim Klinikum Harlaching in München.

Die berechneten CO₂-Emissionen der unterschiedlichen Nutzungstypologien streuen:

- bei den vier Kindertagesstätten hoch zwischen 9,8 kg/(m² a) in Wustrow (mit 100 Prozent erneuerbaren Energien) und 33,5 kg/(m² a) in Urbach (mit gasbetriebem Blockheizkraftwerk),
- bei den drei Schulen gering zwischen 10,2 kg/(m² a) in Bad Urach und 13,6 kg/(m² a) in Leipzig,
- bei den drei Sporthallen hoch zwischen 12,4 kg/(m² a) in Nürnberg (mit Sporthalle und Klassentrakt) und 45,9 kg/(m² a) in Berlin-Spandau (mit bis zu 24-Stunden-Nutzung),
- bei den zwei Mensen gering zwischen 23,3 kg/(m² a) in Ulm und 28,9 kg/(m² a) in Ravensburg,
- bei den vier Verwaltungs- und Ausstellungsgebäuden mit sehr verschiedenen Nutzungsprofilen höher zwischen 10,0 kg/(m² a) in Lohr und 21,3 kg/(m² a) in Mainz.

Inwieweit die berechneten Werte in der Nutzung erreicht werden, wurde bei den meisten Projekten bislang nicht ermittelt. Nur zum Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau gibt es die Rückmeldung, dass die tatsächlichen CO₂-Emissionen aufgrund der Art des bezogenen Stroms abweichen. Gerechnet mit dem bezogenen Strom (617g CO₂ je kWh) hat das EnEV-Referenzgebäude aufgrund der Bewertung von Strom einen geringeren CO₂-Ausstoß als das genutzte Gebäude. Die berechnete CO₂-Emission des EnEV-Referenzgebäudes von ca. 23 Tonnen pro Jahr wird damit geplant um 3 Tonnen und im ersten Nutzungsjahr tatsächlich um 6 Tonnen überschritten. Zu berücksichtigen ist, dass die im Sommer 2013 zur Beseitigung des Wasserschadens eingesetzten Trocknungsgeräte im ersten Nutzungsjahr zu einem höheren Stromverbrauch als im Normalbetrieb geführt haben.

Abbildung 33:
Berechnete CO₂-Einsparungen bei den Modellvorhaben



Eigene Darstellung, Datengrundlage: Erhebungsbögen der Modellvorhaben

3.3 Nutzungsqualität und Nutzerverhalten

Damit die ökologischen und ökonomischen Potenziale der Gebäude ausgeschöpft werden, kommt es sehr darauf an, dass all jene mitwirken, die sich in den Gebäuden aufhalten und sie bewirtschaften, zumindest dürfen sie sich nicht kontraproduktiv verhalten. Sie müssen teilweise ihr gewohntes Verhalten erheblich umstellen und die Funktionsweise des Gebäudes verstehen. Die Nutzergruppen sind differenziert: zum Beispiel die unmittelbaren Zielgruppen wie die Schüler- und Lehrerschaft, im Hintergrund auch die Eltern, sowie die mit der Bewirtschaftung der Gebäude befassten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen von den Reinigungskräften über die Hausmeister bis zu den Personen im Facility Management und die für die Einrichtungen Verantwortlichen. Sie unterscheiden sich nicht nur im Alter und Geschlecht, sie halten sich unterschiedlich oft und lange in den Gebäuden auf und sie bringen unterschiedliches Vorwissen und Bildung mit. Ihr Interesse an dem Gebäude kann sehr ausgeprägt sein – zum Beispiel beim kommunalen Gebäudemanagement –, aber auch sehr gering sein – zum Beispiel bei nur kurze Zeit anwesenden Berufsschulklassen. Hohe Energieeffizienz muss auch mit einer zumindest zufriedenstellenden Nutzungsqualität einhergehen, in der Regel wird unterstellt, dass sie diese verbessert und für eine gesteigerte Akzeptanz sorgt.

Betrieb energieeffizienter Gebäude – welche Rolle spielen die Nutzer?

Die Interessen der verschiedenen Nutzergruppen und ihre Motivation zum Energiesparen sind unterschiedlich. Eine Frage ist, wer die Schlüsselpersonen beim Betreiben von Niedrigstenergiegebäuden sind, wer sich um die Erreichung der ehrgeizigen Ziele im Betrieb bemüht.

Rollen und Interessen der Nutzergruppen

Für die direkten Nutzer wie Lehrer, Schüler, Kinder, Erziehende, Angestellte, Besucher und meist auch die Hausleitungen steht die Gebäudenutzung und nicht die Energieeffizienz im Mittelpunkt. Eine Kindertagesstättenleiterin sagt: „Ich kann nur etwas dazu sagen, wie sich das Haus praktisch bewährt. Vom Energieverbrauch kriege ich nichts mit.“ Die Nutzer sind zufrieden, wenn die automatische oder manuelle Steuerung der Gebäudetechnik so funk-

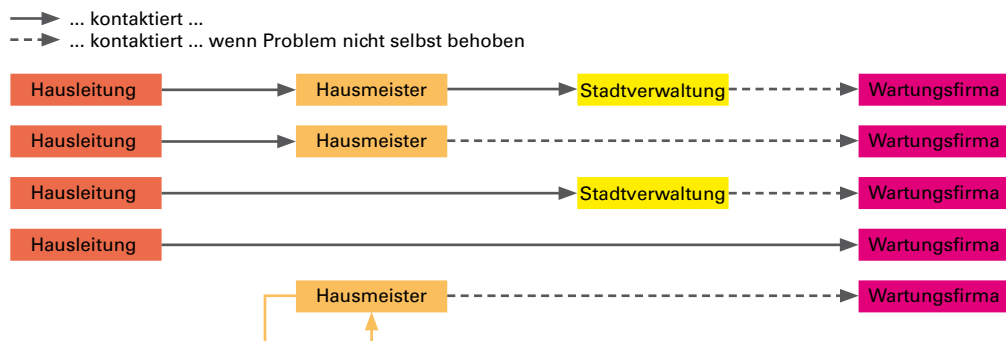
tioniert, dass die Luft frisch ist, dass es im Winter warm genug und im Sommer nicht zu warm ist usw.. Ist dem nicht so, wollen die Nutzer individuell reagieren, was bei den Modellvorhaben teilweise mehr, teilweise weniger möglich ist. Oder die zentrale Steuerung wird entsprechend den Nutzerbedürfnissen nachjustiert. Bislang fand bei den Modellvorhaben insgesamt noch wenig Auseinandersetzung mit dem Nutzerverhalten und dessen eventuellen Auswirkungen auf den Energieverbrauch statt. Im Vordergrund steht die Erfüllung der Nutzerbedürfnisse und nicht die Analyse, inwieweit eine Anpassung des Nutzerverhaltens zu einer Reduzierung der Energieverbräuche beitragen könnte. Beim Jugend- und Sozialamt in Marburg wird versucht zu klären, inwieweit ein nicht optimales Nutzerverhalten (bezüglich der Sonnenschutz-einstellung) zur Problematik zu hoher sommerlicher Temperaturen führt und wie dies durch eine Optimierung der Anlagen und einer Unterweisung der Nutzer behoben werden kann.

Auf Verbrauchszahlen und Energiekosten schaut in der Regel das für den Betrieb und auch die Abrechnung zuständige Amt in den Stadt- und Gemeindeverwaltungen. Bislang fand bei den Modellvorhaben bezüglich der Verbrauchswerte noch keine Rückkopplung zwischen den Verwaltungen und den direkten Nutzern statt. Je aufgesplitterter Zuständigkeiten sind, desto schwieriger ist es auch, dass sich jemand für die Betreiber-Nutzer-Kommunikation verantwortlich fühlt. Einfacher ist dies beim Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke in Lohr, wo die Stadtwerke Bauherr, Betreiber und Nutzer sind. Sie können sich in ihrem Haus selbst organisieren und ihre Interessen kommunizieren und umsetzen.

Geregelt ist dagegen bei allen Modellvorhaben, wer bei technischen Problemen im Betrieb wen informiert und wer für die Behebung zuständig ist. Je länger die Informationskette ist, desto länger kann auch die Problembehebung dauern. Im Idealfall erkennt der Hausmeister selbst Schwierigkeiten und kann sie selbst beheben.

Bei der Umsetzung von Monitoring und Optimierung des Gebäudebetriebs und der Einbindung der Nutzer dabei gibt es bei einigen Modellvorhaben noch Handlungsbedarf. Die Nutzer in die Zielerreichung der Niedrigstenergiegebäude einzubinden, sie dafür zu interessieren und zu motivieren, ist eine Aufgabe für die Betreiber.

Abbildung 34:
Unterschiedliche Informationsketten bei den Modellvorhaben bei Schwierigkeiten
im Gebäudebetrieb



Eigene Darstellung

Die Hausmeister sind Schlüsselpersonen beim Betrieb der Modellvorhaben

Von den zwölf Modellvorhaben, die in Nutzung sind, haben neun einen Hausmeister und diesem wird jeweils eine zentrale Rolle beim Betrieb der Niedrigstenergiegebäude zugesprochen. Was die Hausmeister selbst leisten können, ist von der jeweiligen Konstellation und auch von der Qualifikation der jeweiligen Person abhängig. Für fachfremde Hausmeister ist die Einarbeitung schwieriger, bei einem Modellvorhaben ist der Hausmeister zum Beispiel gelernter Forstwirt.

Hausmeister, die speziell für das Gebäude oder das Schulquartier zuständig sind, kennen sich in der Regel nach einer Einweisung sehr gut mit dem Gebäude und seiner Technik aus. Bauherr und Architekt des Urbacher Kinderhauses sagen: „Die Steuerung macht hauptsächlich der Hausmeister, er kennt sich schon gut aus damit. Der Hausmeister hat den Anspruch, dass es 100 Prozent funktioniert.“ Diese Hausmeister bekommen durch ihre Präsenz vor Ort schnell mit, wenn etwas nicht reibungslos funktioniert, und sind für die Gebäudenutzer immer greifbar. In Bad Urach hat der Hausmeister sogar seine Wohnung in der Kaufmännischen Schule. Der dortige Bauherrenvertreter ist der Meinung: „Ohne einen guten Hausmeister geht es nicht. Ohne den Hausmeister wäre die Inbetriebnahme eine Katastrophe gewesen.“

Bei den Modellvorhaben in Erlangen und Ulm sind Hausmeister-Teams für die Gebäude zuständig. In Ulm werden die sogenannten Bezirks-Pools der Hausmeister als Vorteil gesehen, da sie die Gebäude in ihrem Zuständigkeitsbereich kennen und die verschiedenen Hausmeister jeweils ihre handwerklichen Fähigkeiten einsetzen

können. „Es gibt keinen festen Hausmeister, das heißt keiner kennt sich 100 Prozent aus“, ist dagegen die Erfahrung in Erlangen. „Die Hausmeister sind mit der Technik überfordert und greifen selbst überhaupt nicht ein.“ Dort werden die anonymen Teams sehr kritisch gesehen, weil sich die wechselnden Personen nicht gut auskennen und Probleme nur an städtische Mitarbeiter weitergeben.

Für das Jugend- und Sozialamt in Marburg war kein Hausmeister vorgesehen, dies hat in der Praxis nicht funktioniert. Der für das Amt zuständige Fachbereichsleiter sagt: „Ich wurde zwei Monate als Hausmeister missbraucht.“ Das Hochbauamt und der Fachbereichsleiter haben auf einen Hausmeister bestanden, aus ihrer Sicht braucht es einen Ansprechpartner für die Steuerung des Hauses. Ein halbes Jahr nach Nutzungsbeginn wurde dann ein Hausmeister eingesetzt.

Wenn es einen Hausmeisterwechsel gibt, geht sein gebäudespezifisches Wissen aus dem Betrieb verloren. Die Kommunen sehen dies jedoch weitgehend unkritisch, da neues Personal geschult, eingelernt und betreut werde.

Der Betrieb von drei Modellvorhaben läuft ohne einen Hausmeister. Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen betreut der städtische Abteilungsleiter Energie- und Versorgungstechnik in der Evaluierungsphase die technischen Anlagen und ist auch Ansprechpartner für die Leiterin des Kinderhauses. Durch Engagement und Interesse beider Seiten funktioniert diese Konstellation bislang gut. Später soll sich die Leiterin selbst besser auskennen und sich bei Problemen direkt an die Wartungsfirmen wenden.

Für den Betrieb der hoch automatisierten Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow war, so das dortige Amt für Bau und Liegenschaften, anfangs „keiner richtig zuständig“. Es gibt keinen Hausmeister, technisch zuständig war bisher der Kurdirektor, das Finanzielle liegt beim Amt für Bau und Liegenschaften. Mit dieser Aufstellung ist man in Wustrow bislang zurechtgekommen, weil es – so weit bekannt – keine größeren Probleme im Betrieb gab und weil der Architekt und die Handwerker während der Gewährleistungsphase noch für die Mängelbeseitigung zuständig sind. Ein Monitoring und eine Optimierung des Plus-Energie-Gebäudes fanden bei diesen eher unklaren Verantwortlichkeiten jedoch erst einmal nicht statt. Im Sommer 2014 hat die Gemeinde eine Mitarbeiterin für die Bewirtschaftung der öffentlichen Gebäude eingestellt.

Städtische Mitarbeiter und Wartungsfirmen als nächste Ansprechpartner

Wenn die Hausmeister Probleme selbst nicht beheben können oder es keinen Hausmeister gibt, kontaktieren sie bzw. die Nutzer direkt die zuständigen städtischen Mitarbeiter, meist aus dem Fachbereich Gebäudemanagement, oder die Wartungsfirmen. Bei einem Teil der Modellvorhaben können diese von außen auf die Gebäudeleittechnik zugreifen, eventuelle Probleme erkennen und gegebenenfalls warten. Die Wartungsfirmen haben teilweise, wie zum Beispiel die für die Wartung zuständigen HLS- und Elektrofirmen in Schwaigen-Gräfenaschau, auch einen Schlüssel für das Gebäude, so dass sie jederzeit hineinkönnen.

In der ersten Zeit der Betriebsphase sind meist auch noch die Architekten und Bauleiter eingebunden. Sie sind für die Nutzer wie die Bauherren Ansprechpartner bei Unregelmäßigkeiten und Schwierigkeiten im Betrieb. Beispielsweise ist beim Urbacher Modellvorhaben der Architekt mit der Leistungsphase 9 beauftragt. Er ist das erste dreiviertel Jahr während der Nutzung dabei und hat für diese Zeit auch noch einen Schlüssel für das Haus. Dass er sein Büro in der Nähe des Kinderhauses hat, ist dabei von Vorteil. Darüber hinaus bleiben Architekten und Bauleiter in der Gewährleistungsphase für die Mängelbeseitigung zuständig.

Unterschiedliche Erwartungen an die Hausleitungen

Inwieweit eine Hausleitung – unter anderen Leitung der Kindertagesstätte, Schulleitung, Amtsleitung, Bürgermeister – eine zentrale Rolle beim Betrieb eines (Niedrigstenergie-)Gebäudes übernehmen kann, dazu sind die Erwartungen wie die Erfahrungen bei den Modellvorhaben unterschiedlich.

Teilweise werden die Hausleitungen in der Verantwortung für den Betrieb der Gebäude gesehen, wie zum Beispiel bei den beiden Modellvorhaben, wo es keinen Hausmeister gibt. Die Leiterin des Leinfelder-Echterdinger Kinderhauses beobachtet in der Anfangsphase, wie der städtische Mitarbeiter die Regelung von Lüftung und Heizung einstellt, und ist zuversichtlich, diese Einstellungen – wie zum Beispiel die Absenkung der Temperatur – zukünftig selbst machen zu können. Das Kinderhaus hat keine Gebäudeleittechnik, so dass diese Grundeinstellungen für einen eingewiesenen Laien machbar sind. Voraussetzung für einen energieeffizienten Betrieb ist die Bereitschaft, die Verantwortung für eine optimale Steuerung der Haustechnik zu übernehmen. Bei der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow würde das zuständige Amt für Bau und Liegenschaften die Leitung und die Angestellten gerne als Schlüsselpersonen für den Gebäudebetrieb sehen, was sich in der Praxis jedoch nicht durchsetzen lässt. Zwischenzeitlich wurde dort eine Mitarbeiterin für die Bewirtschaftung der öffentlichen Gebäude eingestellt. Für ein komplexes Gebäude, wie es die Niedrigstenergiegebäude sind, braucht es – auch bei weitestgehend automatisiertem Gebäudebetrieb – eine fachkundige Betreuung, die auch Ansprechpartner für die Nutzer ist.

Bei anderen Modellvorhaben – wie zum Beispiel den Schulen in Nürnberg und Ulm – wurde die Schulleitung in Planung und Bau umfassend einbezogen. Dadurch haben sie ein Verständnis für die energetische Zielsetzung des Gebäudes bekommen, aber sie werden nicht als Hauptakteure für einen optimalen Gebäudebetrieb gesehen.

Eine andere Erfahrung bei den Modellvorhaben ist, dass die Leitung sich – wie zum Beispiel bei der Ravensburger Mensa – für die Nutzung des schönen Neubaus, aber nicht für dessen Energieeffizienz und Innovation interessiert. Energie einzusparen liegt dort im Interesse des Amtes für Archi-

tektur und Gebäudemanagement als Betreiber. Ein Techniker des Amtes ist für die Unterhaltung des Objekts zuständig, Schulleitung und Hausmeister sind vor Ort nur für die Nutzung und Belegung verantwortlich.

Nutzerbedürfnisse und Technikkomponenten – was wird gelobt, wo gibt es Konflikte?

Insgesamt wird von einer großen Nutzerzufriedenheit mit den Neubauten ausgegangen. Dies liegt natürlich auch am Neubau an sich. Die Nutzer kommen teilweise aus Altbauten, die räumlich beengt und technisch nicht auf einem aktuellen Standard waren.

An die Bauherren und die für den Betrieb zuständigen Ämter wird wenig grundsätzliche Kritik herangetragen. Einzelne Anfangsschwierigkeiten, wie dass es in einem Gebäude zu kalt, in einem anderen zu warm war, konnten mit einer Feinregulierung der Anlagen meist kurzfristig behoben werden. Systematisch und ausführlich nach ihrer Zufriedenheit gefragt haben die Betreiber die direkten Nutzer allerdings nicht. An der Leipziger Grundschule wurden ein dreiviertel Jahr nach Nutzungsbeginn Fragebogen an die Lehrer und das Verwaltungspersonal verteilt. Von ca. 35 verteilten Fragebogen wurden jedoch nur vier zurückgegeben: „Meist melden sich nur die Meckerer zurück, nicht die Zufriedenen.“ Außerdem konnten die Schüler dort im ersten halben Jahr an die Tafel schreiben, was am neuen Gebäude gut und was schlecht ist. Die Erfahrung des Bauherrenvertreters der Kaufmännischen Schule Bad Urach ist: „Von den Nutzern kommt nichts, wenn es läuft. Wenn man die Schüler fragt, ist die Antwort: Ja, es ist gut.“

Zu den zwölf Modellvorhaben, die in Nutzung sind, sagen die Bauherren:

- bei sieben Gebäuden, dass es bisher keine Konflikte gibt,
- bei vier Gebäuden, dass das Thema Fensteröffnen und die Steuerung des Sonnenschutzes kleine Konflikte sind,
- bei einem Gebäude, dass es eine intensive Auseinandersetzung zwischen Nutzern und Betreiber gibt.

Für die Nutzer ist es insbesondere am Anfang ein wichtiges Thema, inwieweit sie selbst und individuell im von ihnen genutzten Raum das Raumklima und die Lichtverhältnisse einstellen können.

Temperatur und Lüftung sind bei den Modellvorhaben überwiegend automatisch eingestellt, der Automatisierungsgrad der Steuerung ist unterschiedlich:

- weitestgehend automatisierte Steuerung (wie zum Beispiel in Leipzig, Nürnberg, Wustrow),
- automatisierte Steuerung mit Eingriffsmöglichkeit der Nutzer (wie zum Beispiel in Erlangen, wo in jedem Raum eine geringfügige Temperaturregelung und in den Gruppenräumen ein Hochfahren der Lüftung möglich ist; in Lohr, wo eine individuelle Temperaturvorwahl zwischen 19 und 24°C möglich ist),
- keine Gebäudeleittechnik und damit keine automatisierte nutzungsspezifische Steuerung (wie zum Beispiel in Leinfelden-Echterdingen, Marburg, Schwaigen-Grafenaschau).

Die Positionen der Beteiligten liegen zwischen der Aussage eines Planers: „Ich fände es optimal, wenn der Nutzer nicht mehr eingreift. Wir wollen in den Plusbereich kommen. Wenn man überall etwas zugibt, funktioniert es nicht.“ Und der Aussage eines Nutzers: „Die Nutzer wollen nicht an das Gebäude angepasst werden.“ Wenn die Automatisierung zur Zufriedenheit der Nutzer funktioniert, wird sie meist schnell akzeptiert – also wenn Temperatur und Luftqualität angenehm sind. Ist dies nicht der Fall, kommt der Wunsch auf, individuell zu reagieren: die Heizung hoch- oder runterzudrehen, das Fenster aufzumachen.

Zwischen Nutzern und Betreibern teilweise kontrovers diskutiert wird die Steuerung des Sonnenschutzes. Für die Nutzer hängt sie mit der Nutzung des Tageslichts und der Möglichkeit, aus dem Fenster schauen zu können, zusammen. Während bei manchen Modellvorhaben den Nutzern die manuelle Bedienung des Sonnenschutzes zugelassen wird (zum Beispiel kann in Urbach der Sonnenschutz von den Nutzern geschlossen, geöffnet und an jeder Position angehalten werden), wird er bei anderen komplett automatisch gesteuert (zum Beispiel in Leipzig, wo die Lamellen so weit gedreht werden können, bis sie parallel vor der Fassade stehen).

Beispiele für Nutzerunzufriedenheit mit der Sonnenschutzsteuerung sind:

- Beim Jugend- und Sozialamt in Marburg wollen die Nutzer die Jalousien nicht einer vollautomatischen Steuerung über-

lassen, wie es aus Betreibersicht zum Schutz vor sommerlicher Überwärmung sinnvoll wäre. Die Kompromisslösung ist, dass außerhalb der Arbeitszeit gegen 18 Uhr alle Jalousien herunterfahren und zubleiben, bis morgens jemand kommt und sie gegebenenfalls individuell hochfährt.

- In Erlangen hat sich beim Kinderhaus der im Sommer nach Himmelsrichtung und Zeit automatisch gesteuerte Sonnenschutz im Schlafraum der Krippe nicht bewährt: Gerade als die Kinder schlafen sollten, ging die Jalousie hoch. Jetzt wird die Jalousie im Schlafraum manuell betätigt und bleibt auch bei Wind unten.
- Bei der Ulmer Berufsschule fahren die Jalousien bei Sonnenschein alle 45 Minuten licht- und blickdicht zu. Somit müssen die Nutzer entweder alle 45 Minuten den Einstellwinkel der Jalousie nachjustieren oder sie schalten das Licht an. Aufgrund der Probleme mit thermischen Spannungen bei den großen 3-fach-Verglasungen wird die Jalousie nur komplett runter oder komplett hochgefahren. Zwischenpositionen sind nicht möglich, da sonst die Temperaturdifferenz innerhalb der Scheibe zu thermischen Spannungen führen und die Scheibe aus diesem Grund reißen könnte.
- Im Klassentrakt in Nürnberg ist die automatische Sonnenschutzsteuerung vor allem an klaren Wintertagen nicht praktikabel, aufgrund von Frostgefahr fährt der Sonnenschutz ab 3°C plus hoch. Außerdem funktioniert die geplante Handvorrangschaltung bislang nicht. Ein Lehrer kritisiert: „In einem Klassenzimmer ist in einer Stunde der Sonnenschutz etwa neun Mal hoch- und runtergefahren. Da kann man nicht unterrichten.“

Ein weiteres konfliktträchtiges Thema ist das Zulassen und Aufmachen von Fenstern. Für viele Nutzer ist es eine Umstellung, dass die Fenster in einem belüfteten Niedrigstenergiegebäude nicht wie gewohnt geöffnet werden müssen und sollen. Allerdings muss auch das Vorurteil aus-

geräumt werden, dass in einem Passivhaus nie die Fenster geöffnet werden dürfen. Die Leiterin einer Kindertagesstätte stellt fest: „Das Zulassen der Fenster fällt den Mitarbeiterinnen unterschiedlich schwer. Manche brauchen das Gefühl frischer Luft, da kommen persönliche Belange mit rein.“ Sie ist gespannt, wie lange es dauert, bis sich alles eingependelt hat und keiner mehr das Gefühl hat, die Fenster aufmachen zu müssen. Bei der Kaufmännischen Schule Bad Urach beobachtet der Bauherr: „Ein paar machen immer noch die Fenster auf. Aber die meisten haben kapiert, dass die Luft gut ist, wenn man sich auf die Technik verlässt.“ An der Grundschule in Leipzig wird festgestellt, dass die Fenster doch oft aufgemacht werden: „Der Nutzer meint, Fenster zu brauchen. Das gilt für alle Jahreszeiten, nicht so sehr im Winter.“ Die Stadt wollte eigentlich keine Öffnungsflügel einbauen, aber dagegen gab es einen „Sturm“ der Nutzer. Um zu verhindern, dass die Fenster nachts gekippt bleiben, würde sie die Kippfunktion bei einem nächsten Objekt nicht mehr einbauen.

Ob Fenster und Türen zubleiben oder offen stehen, lässt sich bei verschiedenen Nutzungen unterschiedlich konsequent umsetzen. Erfahrung bei den Kinderhäusern ist, dass im Sommer und in der Übergangszeit eine Abgeschlossenheit nicht durchsetzbar ist. Beim Kinderhaus in Erlangen wird mit der Gebäudetechnik auf das sommerliche Nutzerverhalten reagiert: Die Lüftung läuft im Sommer auf niedrigstem Niveau, da Türen und Fenster oft offen sind. Kritisch ist es, wenn – aus Nutzungspraktikabilität – Türen auch im Winter offen stehen. An der Leipziger Grundschule stehen die Türen zum Pausenhof immer offen, damit die Schüler schnell hinaus und auf die Toilette hinein können. Auch die innere Windfangtür am Haupteingang steht dort immer offen. Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen ist die Tür zwischen Garten und Garten-WC für die Kinder zu schwer, so dass sie – auch im Winter – immer mit einem Keil offen steht, wenn die Kinder im Garten sind.

Im Überblick:**Lob und Kritik von Nutzerseite zur Einstellung der technischen Komponenten**

Die Kritiken sind oft nicht grundsätzlicher Art, sie können teilweise problemlos behoben werden und spiegeln teilweise auch die Umstellung der Nutzer auf das neue Gebäude wieder.

	Lob	Kritik
Kindertagesstätten		
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	+ Das Raumklima ist angenehm: gleichmäßige Temperatur, im Sommer drinnen deutlich kühler als draußen. + Es ist leise.	- Die Luftqualität ist so, dass Fenster und Türen – insbesondere morgens – zum Durchlüften geöffnet werden müssen. - Es gibt keine Heizkörper mehr, um etwas zum Trocknen darüber zu hängen. - Einstellung der Lichtsensoren ist noch zu verbessern. - Eine automatische Verschattungssteuerung ist im Schlafraum nicht geeignet.
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	+ Mit der Luftqualität über die Lüftungsanlage passt es insgesamt gut. + Die Heizung kann in den Räumen individuell hochgeschaltet werden. + Die heißen Tage in einer Sommerwoche 2013 waren unproblematisch. + Der Schallschutz ist gut.	- Der innenliegende Wickelraum ist nicht optimal, die Geruchsbelastung ist hoch; die Lüftungsanlage auf 80 % reicht dafür nicht, sie läuft jetzt auf 100 %. - Anfangs hatte man das Gefühl, man müsste mehr trinken.
Urbach: Kinderhaus	+ Die Luftströmung ist jetzt gut geregelt. + Es wird immer Sommer nicht extrem warm. + Der Sonnenschutz kann händisch gesteuert werden, so dass die Kinder rausschauen können.	- Der Nachteil der großen Fenster ist die Wärme. - Es ist eine Umstellung, dass man Fenster nicht öffnen soll. - In der Anfangsphase war es zu warm, das wurde angepasst. - Anfangs war der Boden teilweise zu kalt, dies wurde mit hydraulischem Abgleich behoben. - Die Räume ohne Sonnenschutz sind deutlich wärmer.
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	+ Der Neubau wird insgesamt positiv angenommen.	- In der Planungsphase gestalterische Kritik in Bezug auf die Technik (sichtbare Lüftungsrohre, Akustiksegel). - In manchen Räumen gab es Lüftungsgeräusche, dies wurde nachgeregelt. - Morgens ist es stickig und es wird über die Fenster gelüftet.
Schulen, Sporthallen, Schulmensen		
Bad Urach: Kaufmännische Schule	+ Im Sommer funktioniert es mit der Nachtkühlung gut: Die Luftqualität ist gut und die Temperatur mit ca. 23°C angenehm.	- In den ersten Heizmonaten war es zu kühl, die Raumtemperatur wurde nachjustiert. - Die Jalousien fahren manchmal automatisch herunter, wenn die Nutzer dies nicht wollen. *
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifachsporthalle	+ Raumtemperatur im Sommer ist angenehmer als vorher im Altbau.	- Die vorgegebene Raumtemperatur von 20°C wurde nicht akzeptiert, sie wurde auf 21,5°C erhöht. - Die Beleuchtungssteuerung im Erschließungsbereich ist noch nicht optimal.
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude	+ Gleiches Temperaturniveau im gesamten Haus + Guter Schallschutz + Lichtsteuerung über Bewegungsmelder + Technikblock, über den auch die Jalousie gesteuert werden kann	- Trockene Luft im Winter - Der Sonnenschutz fährt bei Sonnenschein alle 45 Minuten herunter, um Wärmeeintrag zu verhindern. * Er kann nur komplett herunter oder komplett hoch fahren. Bei Zwischenpositionen könnte die Temperaturdifferenz innerhalb der Scheibe zu thermischen Spannungen führen und die Scheibe aus diesem Grund reißen.
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium		- Die Pausenhalle wird nicht belüftet, so dass es bei Veranstaltungen schnell stickig wird. - Sonnenschutzsteuerung ist nicht praktikabel, Handvorrangschaltung funktioniert noch nicht. *
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	+ Die Resonanz auf den Neubau ist optimal.	- Zu Beginn des Winters 2012 war es in der Mensa zu kalt, der Fachplaner hat die Anlage nachprogrammiert. - In der Spülküche wird es bei geschlossener Tür warm, feucht und stickig.

	Lob	Kritik
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude		
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	+ Das Raumklima ist angenehm. + Die Schiebeläden können auch händisch bedient werden.	- Automatische Steuerung des Sonnenschutzes funktioniert noch nicht optimal.
Marburg: Jugend- und Sozialamt		- Im Winter ist die Luft zu trocken, dies wurde durch Reduzierung der Luftmenge verbessert. ** - Im Winter ist es in Bodennähe zu kalt, weiter oben zu warm. Die Lüftungsverteilung wurde nachkorrigiert. - Es ist zu warm, insbesondere im Sommer. - Die Nutzer wollen den Sonnenschutz individuell steuern.
Schwaigen-Grafenast: Rathaus mit Kindergarten	+ Die Luft ist gut, man merkt, dass es eine Lüftung gibt. + Fußbodenheizung im Kindergarten wird als angenehm empfunden. + Heizkörper im Rathausbereich können bei Bedarf temporär aufgedreht werden.	- Manchmal ist es im Kindergarten zu warm, es kann wenig geregelt werden. - Im Untergeschoss ist es für manche Nutzungen (zum Beispiel Yoga-Gruppe) zu kühl.

Anmerkungen aus Forschersicht:

* Einen Sonnenschutz braucht man unbedingt, um ein optimales Funktionieren von Lüftung und Kühlung zu gewährleisten. Die Reaktion des Sonnenschutzes in Bezug auf Windempfindlichkeit ist von der Qualität des Sonnenschutzes abhängig.

** Es sollte vielmehr die Lüftungsanlage Richtung Befeuchtung nachjustiert werden; es wurde ein nicht optimales Lüftungsgerät eingebaut.

3.4 Wirtschaftlichkeit und Gebäudemanagement

Die Optimierung der Wirtschaftlichkeit steht in allen Bauprojekten mit an vorderster Stelle. Dennoch sind die Gewichtungen der Bauerstellungskosten innerhalb der Kostengruppe nach DIN 276 selbst bei gleichen Bautypologien sehr unterschiedlich verteilt. Dies betrifft überwiegend den prozentualen Anteil der Technikkosten zu den Bauwerkskosten.

Eine frühzeitige exakte Ermittlung der Betriebskosten bei Nichtwohngebäuden hilft, damit bei den Entscheidungen wie zum Beispiel der Auswahl von Technikkonzepten oder von Bauteiloberflächen eine für die Benutzung kostengünstige Lösung gefunden werden kann.

Wenige Erfahrungen bestehen bei den Konzepten für die sommerliche Kühlung. Wenn sie fehlen, entsteht eine große Diskrepanz über den tatsächlichen Energieverbrauch (Q_e). Die Aufteilung der Verbrauchsdaten auf Elektro- und Wärme-Endenergie und auf die spezifischen Technikbauteile spielt in der Validierungsphase eine große Rolle.

Inwieweit sich die baulichen Mehrkosten des besseren Energiestandards auf die Reduzierung der Betriebskosten in differenzierten Amortisationsberechnungen auswirken, ist für die künftige Strategie weiterer Bauprojekte für den Bauherrn von großer Bedeutung.

Mehraufwand zur Erreichung des erhöhten Energiestandards – was war erforderlich?

Neben erhöhten Investitionskosten in einzelnen Bereichen erfordert ein Niedrigstenergiegebäude einen erhöhten Aufwand bei der Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten und der Qualitätssicherung und zwar bei Planung, Bau, Übergabe und Inbetriebnahme. Dies gilt insbesondere, wenn Projektbeteiligte auf Bauherren-, Planer- und Handwerkerseite noch keine Routine und keine umfassenden Erfahrungen mit der Planung und dem Bau von Niedrigstenergiegebäuden des jeweiligen Gebäudetyps haben. Ein Lernprozess der Projektbeteiligten im Einzelnen wie in der Zusammenarbeit bedeutet einen entsprechenden Mehraufwand für das Projekt. Der nicht auf Bauwerkskosten bezogene Mehraufwand ist meist schwierig konkret zu beziffern, wird aber von den Projektbeteiligten aller Modellvorhaben benannt.

(Mehr)Kosten der Niedrigstenergiegebäude

Die Gesamtkosten der Modellvorhaben spannen sich zwischen 1.660 Euro/m² NGF (netto) für die Erich-Kästner-Schule mit Dreifeldsporthalle in Leipzig und 3.861 Euro/m² NGF (netto) für das Klinikum in München. Die Bauwerkskosten der

Modellvorhaben (Summe Kostengruppen 300 und 400) liegen überwiegend über den gebäudetypspezifischen BKI-Vergleichsdaten, die Kosten der beiden Mensen in Ravensburg und Ulm unter den Vergleichswerten des Bundesrechnungshofes (siehe Abbildungen 49/50). Die Kostenanteile der technischen Anlagen (an der Summe aus KG 300 Baukonstruktionen und KG 400 Technische Anlagen) liegen zwischen 19 Prozent bei der Schule und Sporthalle in Leipzig sowie beim Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau und 50

Prozent beim Klinikum in München. Der durchschnittliche Kostenanteil der Kostengruppe 400 ist mit 30 Prozent hoch. Dies war bei manchen Modellvorhaben geplanter Bestandteil der Erprobung neuer Techniken (zum Beispiel in Lohr, Wustrow), bei anderen kann das auch Ergebnis einer weniger effizienten Planung sein. In Bezug zu den gebäudetypspezifischen Vergleichsdaten (siehe Abbildungen 49/50) liegt der Technik-Anteil der Modellvorhaben jedoch nicht durchgängig höher, sondern teilweise darüber und teilweise darunter.

Abbildung 35:

Gesamtkosten der Modellvorhaben

gegliedert in Baukonstruktionen (KG 300), Technische Anlagen (KG 400) und sonstige Kosten; in Euro pro m² Nettogrundfläche (netto); abhängig vom Projektstand und den Angaben aus den Modellvorhaben geplante oder abgerechnete Kosten

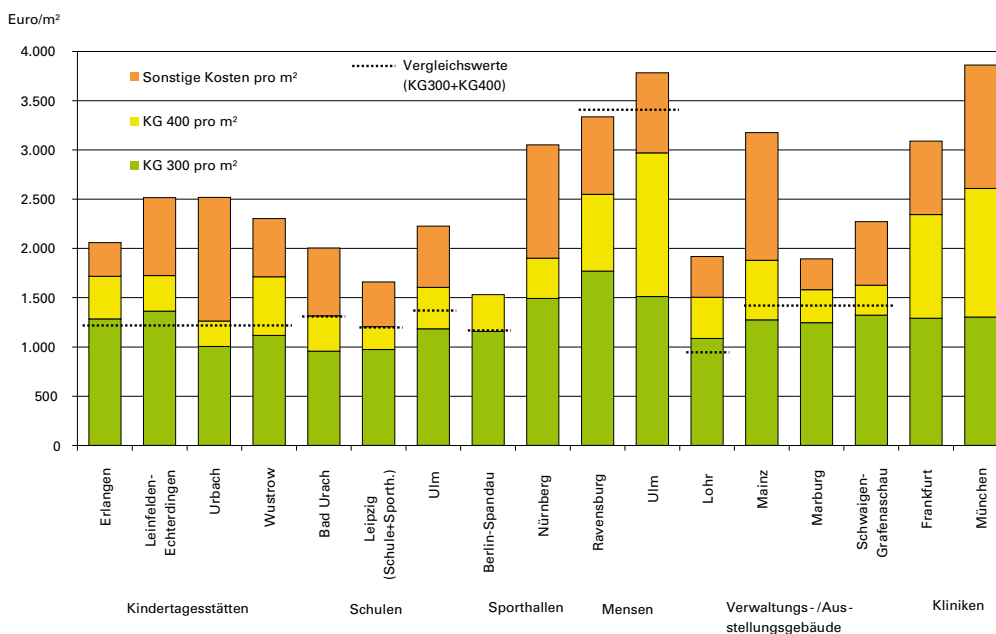
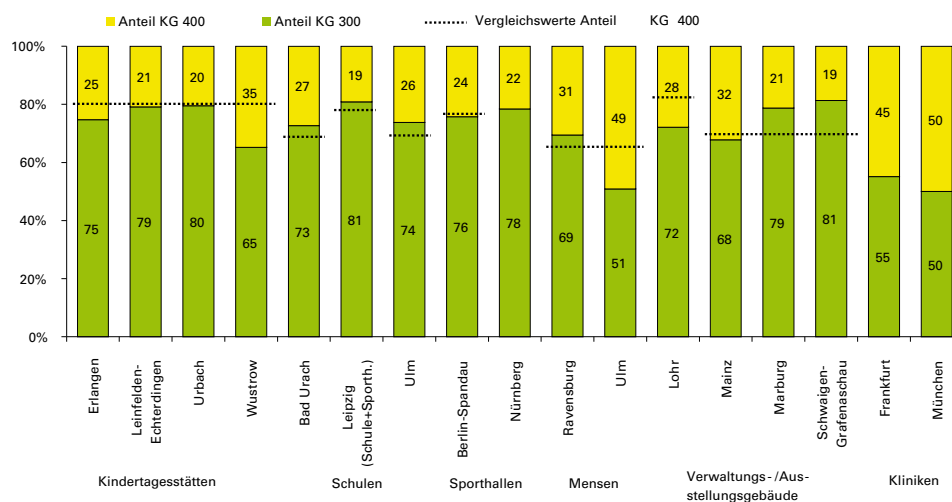


Abbildung 36:

Bauwerkskosten der Modellvorhaben

Kostenanteile von Baukonstruktionen (KG 300) und Technischen Anlagen (KG 400); abhängig vom Projektstand geplante oder abgerechnete Kosten



Eigene Darstellung, Datengrundlage: Bauherren der Modellvorhaben

Tabelle 13:

Vergleichsdaten zu den Kosten der Modellvorhaben:

Bauwerkskosten KG 300 und KG 400, höheres Energieniveau (Passivhaus-Niveau) (siehe auch Abbildung 47/48)

Gebäudetyp	Kosten/m² NGF (KG 300 + KG 400)		Anteil KG 400
	(netto)	(brutto)	
Kindertagesstätten	1.227 €	1.460 €	21 %
Berufsschulen (wie Bad Urach, Ulm)	1.315 €	1.565 €	32 %
Schulen (wie Leipzig)	1.214 €	1.445 €	24 %
Sporthallen (wie Berlin-Spandau)	1.130 €	1.345 €	24 %
Technikgebäude (wie Lohr)	908 €	1.080 €	24 %
Verwaltungsgebäude	1.387 €	1.650 €	30 %
Mensen (wie Ravensburg, Ulm)	3.444 €	4.099 €	36 %
Krankenhäuser	keine verlässlichen Daten		

Quellen: BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH (alle außer zu Mensen), Bundesrechnungshof (Mensen)

Die Mehrkosten für den angestrebten erhöhten Energiestandard im Vergleich zu einem Gebäude nach EnEV 2009 wurden bei den Modellvorhaben unterschiedlich detailliert ermittelt. Teilweise wurden sie nach Bauteilen genau berechnet und dem entscheidenden Gremium vorgelegt, teilweise wurden pauschalere prozentuale Annahmen für den Anteil der Mehrkosten getroffen. Was in die Mehrkostenermittlung

einbezogen wird und was nicht, wird unterschiedlich gehandhabt. Beim Marburger Modellvorhaben wurde zum Beispiel die Lüftungsanlage bei den Mehrkosten nicht berücksichtigt. So gerechnet sind die Mehrkosten aus Sicht der Stadt Marburg zwar nicht erheblich, trotzdem stehen einmalige Mehrkosten von gut 35.000 Euro jährlichen Kosteneinsparungen für Holzpellets von gut 1.000 Euro gegenüber.

Beispiel Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt Marburg:

Tabelle 14:

Mehrkosten des Passivhaus-Standards im Vergleich zum EnEV-Standard

Bauteil	umgesetzter Standard	Mehrkosten (einmalig)	Verbrauchseinsparung	Kosteneinsparung für Pellets
Fenster	3-fach-Verglasung (statt konventioneller Wärmeschutzverglasung)	18.707 €	10.922 kWh/Jahr	437 €/Jahr
Fassade	24 cm Dämmung (statt 14 cm Dämmung)	8.061 €	7.223 kWh/Jahr	289 €/Jahr
Dach	24 cm Dämmung (statt 16 cm Dämmung)	3.308 €	1.853 kWh/Jahr	74 €/Jahr
Boden	24 cm Dämmung (statt 12 cm Dämmung)	2.331 €	3.704 kWh/Jahr	148 €/Jahr
Keller	24 cm Dämmung (statt 16 cm Dämmung)	2.930 €	2.830 kWh/Jahr	113 €/Jahr
Gesamt		35.338 €	26.532 kWh/Jahr	1.061 €/Jahr

Die Lüftungsanlage wurde bei den Mehrinvestitionen bislang nicht berücksichtigt. Für die Lüftungstechnik wurden für den ergänzenden Neubau und den sanierten Altbau insgesamt ca. 230.000 Euro aufgewendet.

Quelle: Universitätsstadt Marburg: Energiebericht 2008 - 2010. S. 23-25

Die Fortschreibung dieser Mehrkosten im Projektverlauf und zum Projektabschluss erfolgte bislang nur beim Erlanger Modellvorhaben (zum Beispiel Städtisches Kinderhaus Stadtinsel Erlangen). Beim Ulmer Modellvorhaben werden zugunsten des Bauherrn die Firmen einen Teil der Mehrkosten tragen, weil sie nicht die ausgeschriebenen Qualitäten kalkuliert haben. Obwohl die geforderten Werte genau in den Ausschreibungen standen, hat zum Beispiel eine Fassadenbaufirma nicht die richtige Fensterglasqualität kalkuliert, sondern das Angebot wohl standardmäßig ausgefüllt.

Insgesamt wird es als schwierig erachtet, die energetisch bedingten Mehrkosten tatsächlich zu ermitteln.

Höhere Bauwerkskosten bei Niedrigstenergiegebäuden werden nach Erfahrungen bei den Modellvorhaben verursacht durch:

- verbesserter Dämmstandard (Dämmeinsatz zur Vermeidung von Wärmebrücken; größere Ziegelstärke bei monolithischer Bauweise),

- höherwertige Fenster (bessere Rahmen, bessere Gläser),
- Herstellung der Luftdichtheit,
- Lüftungsanlagen mit höherer Wärmerückgewinnung,
- komplexere Steuerungstechnik,
- spezielle Materialien (zum Beispiel Latentwärmespeicher mit PCM),
- technische Anlagen für die Versorgung mit erneuerbaren Energien (zum Beispiel Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Genehmigung, Bohrungen etc.),
- höhere Geschosshöhen wegen für die Lüftungsanlage benötigtem Platz,
- Einbau von Lüftungsanlage und Heizung; Idee des Passivhauses, auf eine konventionelle Heizung zu verzichten, wird kaum umgesetzt.

Tabelle 15:

Im Überblick: Durch den erhöhten Energiestandard bedingte Mehrkosten gegenüber EnEV-Standard (soweit Angaben aus den Modellvorhaben vorliegen)

	Mehrkosten absolut	Mehrkosten relativ
Kindertagesstätten		
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	geplant: 90.000 Euro kurz vor Fertigstellung: 94.000 Euro	geplant: 5 % der Gesamtkosten
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	geplant: 85.000 Euro	geplant: 5 % der Gesamtkosten
Urbach: Kinderhaus	geplant: 200.000-220.000 Euro	geplant: 10 - 15 % der Bauwerkskosten (KG 300 + 400)
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	für Haustechnik: ca. 200.000 Euro	ca. 50 % der KG 400
Schulen, Sporthallen, Schulmensen		
Bad Urach: Kaufmännische Schule	1.099.000 Euro	10 - 12 % der Gesamtkosten
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	geplant: ca. 400.000 - 500.000 Euro	geplant: 4 - 5 % der Gesamtkosten (tatsächlich: über 10 %)
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude	Schule: 800.000-900.000 Euro Mensa: 200.000 Euro	ca. 7 - 8 % der Gesamtkosten ca. 5 % der Gesamtkosten
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude		
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	400.000 Euro	ca. 20 % der Gesamtkosten
Marburg: Jugend- und Sozialamt	35.338 Euro (ohne Berücksichtigung der Lüftungsanlage)	ca. 3 % der Bauwerkskosten (KG 300+400)

Quelle: Bauherren der Modellvorhaben

Kosten zur Erreichung der Passivhaus-Zertifizierung

Ein weiterer kostensteigernder Faktor ist die Zertifizierung. Wenn die für eine Zertifizierung erforderlichen Werte nur mit kostenintensiven Lösungen erreicht werden können, wirkt sich dies erheblich auf die Gesamtkosten aus. Die für die Mensa zuständigen Bauherrenvertreter der Stadt Ravensburg sagen rückblickend: „Man hätte viel Geld gespart, wenn die Mensa nicht als Passivhaus hätte zertifiziert werden müssen. Um die erforderlichen Werte zu erreichen, musste viel investiert werden. Weil die Lüftungsanlage zum Beispiel nicht die angenommene Wärmerückgewinnung erreicht hat, musste dies mit einer höheren Dachdämmung kompensiert werden. Es kostet enorm viel Geld, die letzten Promille zu erreichen.“ Auch der Bauphysiker des Ulmer Modellvorhabens ist der Meinung, dass man für eine Zertifizierung mit den Qualitäten an Grenzen geht: „Die Passivhaus-Zertifizierung erfordert bessere Fenster, bessere Rahmen, eine Wärmerückgewinnung von 90 Prozent. Ohne eine Zertifizierung könnte man auf diese höchsten Qualitäten, die Geld kosten, verzichten.“ Bei Modellvorhaben, bei denen keine Zertifizierung angestrebt wurde, war die Wahl bestimmter Qualitäten und damit verbundener Kosten flexibler.

Dass es an ein Passivhaus höhere Ansprüche gibt, die Mehrkosten verursachen, führt die Bauphysikerin des Nürnberger Modellvorhabens an: „Ein Passivhaus wird im Sommer warm wie ein anderes Gebäude. Die Ansprüche an den sommerlichen Wärmeschutz sind jedoch höher.“

Hoher Planungs- und Abstimmungsaufwand

Den erhöhten Arbeitsaufwand der Projektbeteiligten bei den Modellvorhaben einzuschätzen, ist noch schwieriger als die energetisch bedingten Mehrkosten bei den Bauwerkskosten zu ermitteln. Von Seiten der Bauherren und insbesondere der Planer wird er fast durchgängig bei allen Modellvorhaben benannt. Einschätzungen dazu sind:

- „Für den Architekten und den HLS-Fachplaner lag der Mehraufwand bei 30 bis eher 50 Prozent.“ (Modellvorhaben Wustrow)
- „Der Architekt hatte einen etwa 50 Prozent höheren Abstimmungsaufwand

und auch wir als Bauherr hatten etwa 50 Prozent mehr Koordinierungsaufwand im Vergleich zu herkömmlichen Projekten.“ (Modellvorhaben Ravensburg)

- „Der planerische Aufwand ist enorm, bei den Planungskosten sind es mehr als 3 bis 5 Prozent Mehrkosten.“ (Modellvorhaben Nürnberg)

Zu berücksichtigen ist, dass die Modellvorhaben zum größten Teil noch nach alter HOAI abgerechnet wurden. Mit der HOAI 2013 lassen sich diese Leistungen besser anrechnen, so dass es keinen weiteren Regelungsbedarf gibt. Die Einordnung solcher Projekte in eine angemessene Honorarzone ist mit der neuen Honorarordnung leichter, da es die Möglichkeit gibt, Aspekte der Projekte zu gewichten.

Der Koordinierungsaufwand für den Bauherrn und den Architekten ist im Planungsprozess höher, weil mehr Planungsbeteiligte intensiver und von Anfang an eingebunden sind und weil es eine intensivere Abstimmung zwischen den Planungsdisziplinen gibt. Dies gilt umso mehr, wenn die Projektbeteiligten noch wenig Erfahrung mit Niedrigstenergiegebäuden haben. „Wenn alle Beteiligten mehr Erfahrung gehabt hätten, wäre es vielleicht etwas weniger Aufwand gewesen“, sagt der Bauherrenvertreter der Ravensburger Mensa rückblickend.

Wenn schon im Wettbewerb genaue Aussagen zu einem hohen energetischen Standard und dessen Umsetzung gefordert werden, bedeutet dies für die Architekten schon in dieser Phase Mehraufwand. Gegebenenfalls muss der Architekt für die Ausarbeitung des Wettbewerbsbeitrags schon Expertise von Fachplanern einbeziehen. Bei Wettbewerbsgewinn sollte dann nicht nur der Architekt, sondern auch der beteiligte Fachplaner beauftragt werden. Die Richtlinie für Planungswettbewerbe (RWP) müsste dieses integrierte Arbeiten berücksichtigen.

Planungsmehraufwand sehen die Projektbeteiligten vor allem in der Anfangsphase der Projekte, da es von Anfang an eine größere Planungstiefe gibt. Die Fachplaner werden früher an der Planung beteiligt und werden intensiver eingebunden, was gut und notwendig ist und vom Bauherrn erwartet wird. Teilweise sind auch zusätzliche Fachplaner dabei, wie zum Beispiel beim Erlanger Modellvorhaben der Passivhaus-Planer. Die Detailplanung ist aufwändiger, weil sie schon früh stattfindet, ausführli-

cher ist (zum Beispiel Zeichnen aller Wärmebrücken, genaues Überlegen von Leitungsführungen) und weil Fachplaner wie Bauphysiker und HLS-Planer dabei integriert werden.

Hinzu kommen zusätzliche Planungsleistungen wie weitere Berechnungen und Simulationen, die bei standardmäßigen Projekten nicht gemacht werden. Sie sind deutlich aufwändiger als ein EnEV-Nachweis und entsprechend teuer.

Höher wird teilweise auch der Ausschreibungsaufwand eingeschätzt, weil die geforderten Qualitäten sehr ausführlich beschrieben werden müssen und es bezüglich der Qualitäten keinen Spielraum gibt. Dies ist im Interesse der Qualitätssicherung und erfordert auch Umstellungen auf Planerseite. Es ist jedoch auch eine Frage der üblichen Standards beim Arbeiten.

Aufwändigere Bauleitung und Qualitätssicherung:

Bei den Modellvorhaben wurde die Erfahrung gemacht, dass der Aufwand für die Qualitätssicherung weit über dem sonst Üblichen lag. Der Bauleiter des Ulmer Modellvorhabens berichtet: „Ich mache seit neun Jahren Bauleitung, aber so einen Betreuungsaufwand hatte ich noch nie.“ Der sonst bei den Firmen vorhandene Sachverstand wird von der Bauleitung gefordert.

Mehraufwand bei der Bauleitung und der Qualitätssicherung entsteht aus Sicht der Bauleiter, weil:

- die Gewerke aufgrund fehlender Erfahrungen der Handwerker mehr angeleitet werden müssen und mehr Rückfragen von den Firmen kommen,
- es viele Prüfschritte gibt – jedes Detail, jedes Profil, jedes Glas usw. wird geprüft, was auch generell eine Folge des

insgesamt komplexer gewordenen Baugeschehens und der Qualitätssicherung ist,

- der Blower-Door-Test teilweise mehrfach durchgeführt werden musste,
- es teilweise mehrere Abnahmen gab, da Nachbesserungen notwendig waren.

Die Bauleitung ist insgesamt intensiver, weil bei solchen Projekten mehr Fachingenieur-Leistungen eingebunden sind und sich dies auch in einer erhöhten Fachingenieur-Bauleitung niederschlägt.

Teuerungen im Projektverlauf

Es sind noch nicht alle fertiggestellten Modellvorhaben schlussabgerechnet. Bislang bleiben – mit einer Ausnahme – Teuerungen aufgrund des Niedrigstenergiegebäude-Standards im Projektverlauf in begrenztem Rahmen. Teilweise konnten Teuerungen in manchen Gewerken durch günstigere Vergaben in anderen ausgeglichen werden. Die Erlanger Projektbeteiligten resümieren: „Wir sind innerhalb der geplanten Kosten geblieben. Die Planung hat sich bewahrheitet, es war eine Punktlandung.“

Die höheren Kostensteigerungen bei der Ravensburger Mensa sind mehreren Ursachen und nicht ausschließlich dem energetischen Standard geschuldet. Die mit 700.000 Euro beschlossene Passivhaus-Mensa wurde mit 950.000 Euro abgeschlossen (jeweils brutto). Der Passivhaus-Standard wurde erst im Projektverlauf entschieden, noch später dessen Zertifizierung. Die zur Erreichung der Zertifizierungswerte notwendigen Maßnahmen führten zu deutlichen Kostenerhöhungen. Außerdem wurden das Gebäude und der Innenraum im Planungsverlauf gestalterisch aufgewertet, was sich für die Raumqualität sehr gelohnt hat.

Tabelle 16:
Im Überblick: Teuerungen bei den Modellvorhaben im Projektverlauf
(soweit Angaben aus den Modellvorhaben vorliegen)

Teuerungen	Modellvorhaben (Teuerungsrate)
keine, Kosten im Plan	Erlangen, Leipzig, Marburg, Schwaigen-Grafenaschau, Ulm
bis 5 Prozent	Bad Urach (1 %), Leinfelden-Echterdingen (3%), Lohr (3-5 %), Wustrow (3 %)
bis 10 Prozent	Urbach (8-10 %)
mehr als 10 Prozent	Ravensburg (35 %)

Quelle: Bauherren der Modellvorhaben

Aus Sicht der Bauherren und Planer durch den Niedrigstenergiegebäude-Standard mit beeinflusste Teuerungen:

- Haustechnik-Gewerke: zum Beispiel Teuerungen bei der Lüftungsanlage in Urbach, bedingt durch Ausschreibungsergebnisse und Nachträge teurere Technikgewerke in Bad Urach, Nachträge bei der Haustechnik in Schwaigen-Grafenaschau.
- Brandschutzaufgaben: Überarbeitung des Brandschutzkonzepts aufgrund der Nachtkühlung in Urbach.
- zusätzliche Dämmmaßnahmen: zum Beispiel in Ravensburg mehr Dachdämmung zur Kompensation eines geringeren Wärmerückgewinnungsgrades der Lüftungsanlage.
- hohe Kosten einzelner Elemente: zum Beispiel große Fensterelemente in Urbach (die aus gestalterischer Absicht ausgewählten Fenster sind im Passivhaus-Standard besonders teuer).
- wenig Marktauswahl bei manchen Systemen (mit Zertifizierung): zum Beispiel für Fassade in Ravensburg.

Vom Niedrigstenergiegebäude-Standard unabhängige Teuerungen durch:

- konjunkturell bedingte höhere Angebotspreise aufgrund der insgesamt großen Nachfrage im Handwerk,
- Materialpreissteigerungen (zum Beispiel bei Baustahl),
- witterungsbedingte Zeitverzögerungen (zum Beispiel in Wustrow),
- erhöhten Aufwand durch Anschluss an Bestandsgebäude (zum Beispiel in Marburg, Nürnberg, Ravensburg).

Berechnete und tatsächliche Verbräuche – wie unterscheiden sie sich?

Die zwölf Modellvorhaben, die in Nutzung sind, haben ihre bislang erfassten Verbrauchswerte bereitgestellt (siehe Tabelle und Grafiken auf den folgenden Seiten; eigene Darstellung, Datengrundlage: Bauherren der Modellvorhaben, beteiligte Ingenieurbüros).

Die Daten liegen bei den Projekten in sehr verschiedener Form vor und wurden entsprechend an die Begleitforschung übergeben:

- auf unterschiedlichen Grundlagen: installierte Zähler (der Gebäudeleittechnik oder des Energieversorgers) meist manuell, teilweise automatisch abgelesen; Abrechnungen von Wärme-Energieträgern und Strom;
- in unterschiedlicher Detailliertheit: Gesamtsumme für Wärme und für Strom; teilweise Gliederung in differenzierte Verbrauchssektoren; teilweise nur Erfassung einzelner Verbrauchssektoren;
- in unterschiedlichen Erfassungsintervallen: überwiegend monatlich; teilweise nur als Jahres- oder Gesamtsumme; in verschiedenen Zeitabständen beim manuellen Ablesen.

Bezüglich der Aussagekraft der bereitgestellten Daten gibt es teilweise noch große Unsicherheiten, zum Beispiel:

- wurden für die Kaufmännische Schule Bad Urach die Wärmeverbräuche für das erste Nutzungsjahr auf der Basis von Klimadaten und Pelletabrechnung abgeschätzt, weil die Zähler noch nicht funktionierten,
- gibt es in Nürnberg Zweifel an der ordentlichen Funktionsfähigkeit von Wärmemengen- und Stromzählern und Einbaudatum wie Zählerstand bei Einbau waren beim Gebäudemanagement nicht bekannt,
- wurde in Marburg der anteilige Verbrauch des Neubaus berechnet,
- ist in Schwaigen-Grafenaschau im Gesamtverbrauch der ersten beiden Nutzungsjahre der Stromverbrauch der für die Beseitigung des Wasserschadens eingesetzten Trocknungsgeräte sowie für Aktivitäten um das Rathaus (zum Beispiel Weihnachtsmarkt) enthalten.

Ein Vergleich der tatsächlichen Verbrauchswerte mit den berechneten Werten ist möglich, wenn Daten zu einem ganzen Nutzungsjahr und zu allen Verbrauchssektoren vorliegen. Zu neun Modellvorhaben liegen – teilweise unvollständige – Vergleichswerte vor, oben genannte die Aussagekraft betreffende Unsicherheiten sind dabei auch zu berücksichtigen.

Die Modellvorhaben haben sich in der Planung sehr ehrgeizige Zielwerte gesetzt, die im Gebäudebetrieb teilweise schwierig zu erreichen sind. Auch wenn die berechneten Ziele noch verfehlt werden, erreichen die Modellvorhaben insgesamt sehr gute

Verbrauchswerte. Ein unter 100 kWh/(m² a) liegender Wert bei der Endenergie bzw. unter 120 kWh/(m² a) liegender Wert bei der Primärenergie ist sehr gut, dies entspricht einem Niedrigstenergiegebäude-Standard.

Die (noch) über den berechneten Zielen liegenden Energieverbräuche resultieren immer aus mehreren Punkten. Gründe insgesamt sind unter anderem, dass die meisten Modellvorhaben erst im ersten Jahr ihrer Nutzung sind und bislang noch wenig Optimierung stattgefunden hat und dass die Rechenansätze der EnEV nach DIN 18599 keinen realistischen Verbrauchswert abbilden. Zum Beispiel sind die Gründe

beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen

- Die Lüftungsanlage ist im ersten Nutzungsjahr auf 100 Prozent durchgelaufen.
- In der Anfangsphase der Nutzung waren noch Handwerker im Gebäude tätig.
- Statt der geplanten Essensanlieferung gibt es jetzt ein Cook&Chill-System, das eine Veränderung der elektrischen Anlage erforderte und zu höheren Stromverbräuchen führte.

- Die Betriebszeiten im Kinderhaus sind länger als gerechnet.

beim Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr:

- Im Gebäude entstehen Stromverbräuche, die im EnEV-Nachweis nicht berücksichtigt werden: zum Beispiel Maschineneinsatz in den Werkstätten, Ladestrom für Werkstattwagen der Was-serwarte.
- Der berechnete Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen) von 35 kWh/m² a (Strom-Mix) wird durch die Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien nach § 5 EnEV um 18 kWh/m² a auf 17 kWh/m² a korrigiert.
- Im ersten Nutzungsjahr erfolgten noch ergänzende Baumaßnahmen.

Alle Projektbeteiligten aus den Modellvorhaben betonen, dass Vergleiche von Bedarf und tatsächlichem Verbrauch mit den Zahlen aus den ersten beiden Nutzungsjahren nicht aussagekräftig seien. Dazu bräuchte es einen längeren Monitoring-Zeitraum, die Evaluierungsphase im Rahmen des Forschungsprojekts wird als zu kurz beurteilt.

Tabelle 17:

Im Überblick: Vergleich von berechnetem Bedarf und tatsächlichem Verbrauch (Flächenbezug: Nettogrundfläche beheizt)

Modellvorhaben	Wärmeverbrauch in kWh/(m ² a)		Stromverbrauch in kWh/(m ² a)		Gesamt in kWh/(m ² a)	
	geplant	1. Jahr	geplant	1. Jahr	geplant	1. Jahr
Kindertagesstätten						
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	-	-	16 ⁽¹⁾ 33 ⁽²⁾	34	16 ⁽¹⁾ 33 ⁽²⁾	34
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	33 ⁽¹⁾	46	14 ⁽¹⁾	30	47 ⁽¹⁾	76
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	-	-	37 ⁽¹⁾	30	37 ⁽¹⁾	30
Schulen, Sporthallen, Schulmensen						
Bad Urach: Kaufmännische Schule	12 ⁽¹⁾ 14 ⁽²⁾	1. J.: 18 2. J.: 14	32 ⁽¹⁾ 29 ⁽²⁾	1. J.: 35 2. J.: 32	44 ⁽¹⁾ 42 ⁽²⁾	1. J.: 53 2. J.: 46
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle	Sch. 28 ⁽¹⁾ Spo. 12 ⁽¹⁾	37	Sch. 11 ⁽¹⁾ Spo. 26 ⁽¹⁾	34	Sch. 39 ⁽¹⁾ Spo. 38 ⁽¹⁾	71
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	59 ⁽¹⁾ 15 ⁽²⁾	1. J.: 14 2. J.: 17 3. J.: 15	23 ⁽¹⁾ 36 ⁽²⁾	38 (geschätzt)	82 ⁽¹⁾ 51 ⁽²⁾	53
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude						
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	-	-	17 ⁽¹⁾	46	17 ⁽¹⁾	46
Marburg: Jugend- und Sozialamt	46 ⁽¹⁾	1. J.: 28 2. J.: 23	30 ⁽¹⁾	1. J.: 28 2. J.: 25	76 ⁽¹⁾	1. J.: 56 2. J.: 48
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	-	-	23 ⁽¹⁾	1./2. J.: 40	23 ⁽¹⁾	1./2. J.: 40

(1) berechneter Endenergiebedarf (Berechnung nach EnEV / DIN 18599); (2) Berechnung nach PHPP

Abbildung 37:

Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel

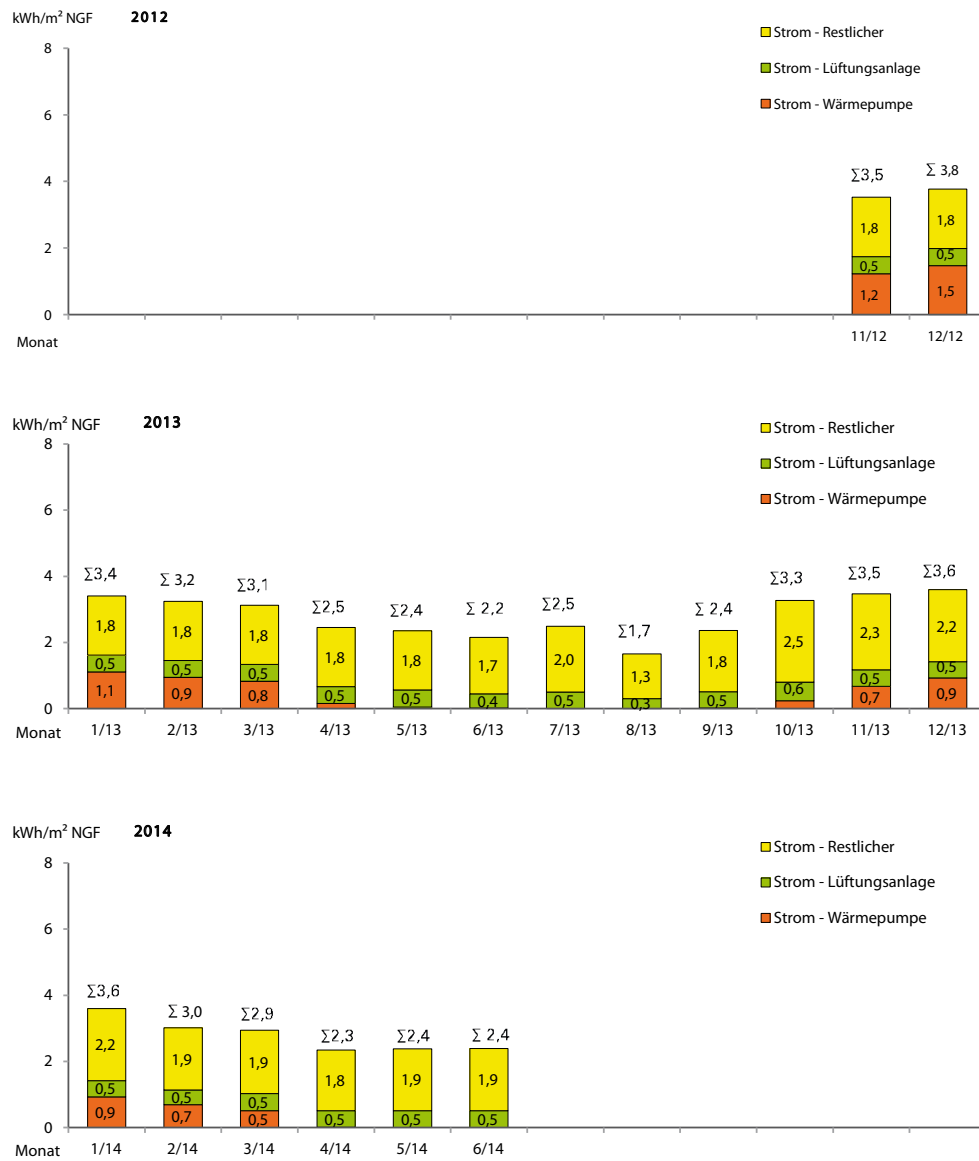
(Anmerkungen: Es wird nur Strom verbraucht. Strom - Restlicher 11/12 bis 5/13 als Mittelwert; Betriebsferien: 12.-30.8.13, 24.12.13-6.1.14) (Nettogrundfläche beheizt: 855 m²)

Abbildung 38:

Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg/Layhweg

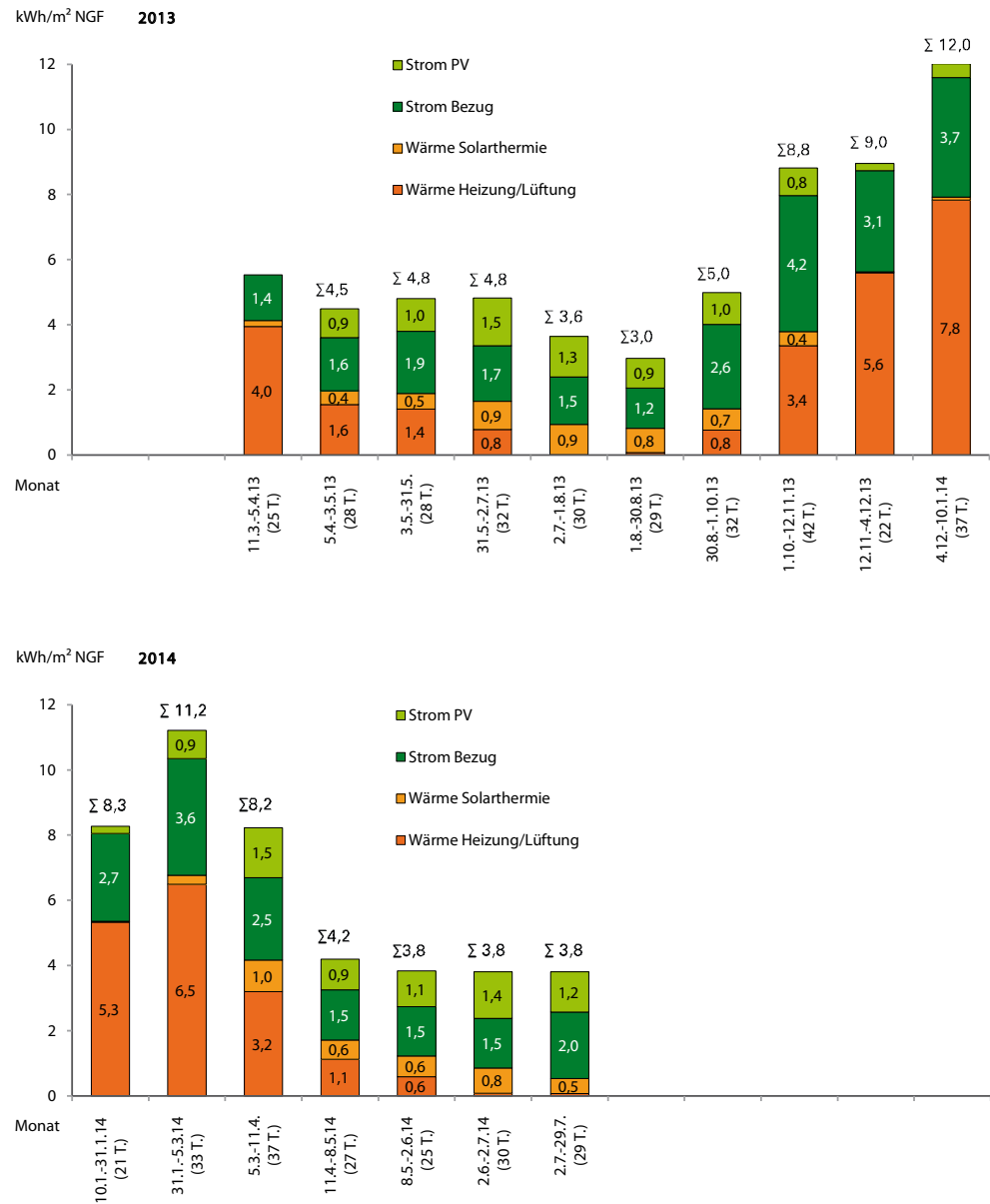
(Anmerkung: Ablesung von Hand in unterschiedlichen Zeitabschnitten) (Nettogrundfläche beheizt: 700 m²)

Abbildung 39:
 Urbach: Kinderhaus am Drosselweg
 (Anmerkung: Strom durchschnittlich pro Monat) (Nettogrundfläche beheizt: 1.044 m²)

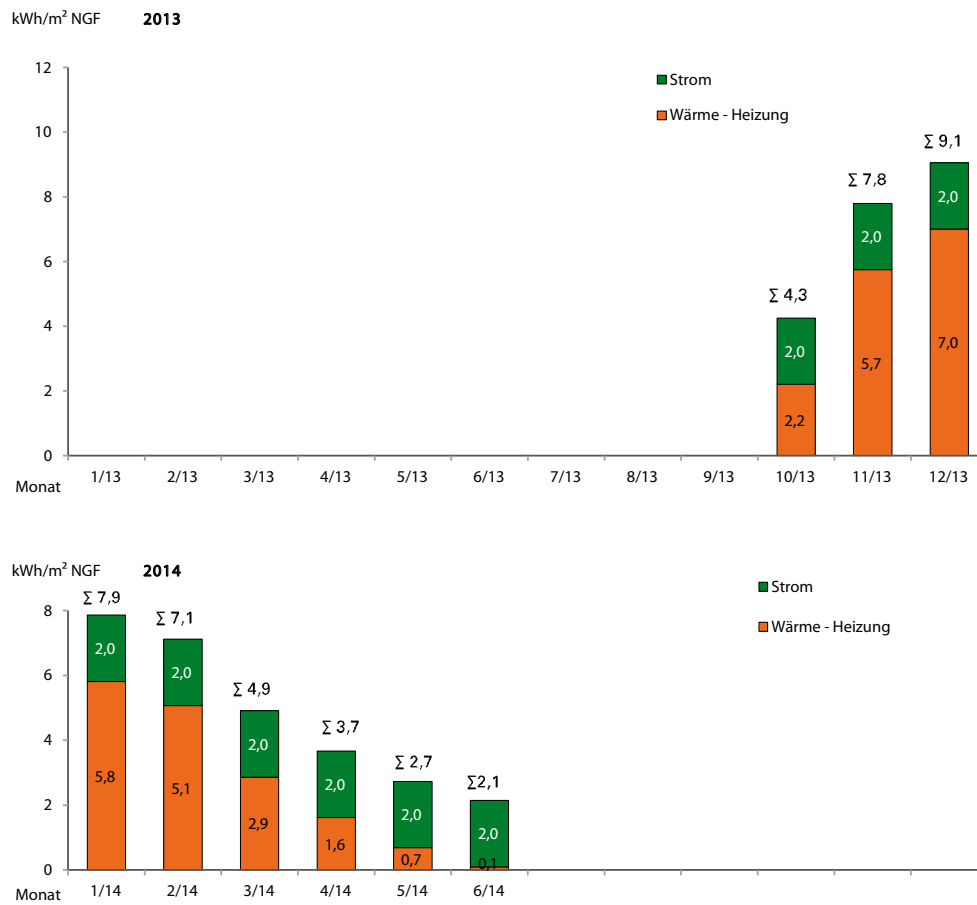


Abbildung 40:
 Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte
 (Anmerkung: Es wird nur Strom verbraucht.) (Nettogrundfläche beheizt: 958 m²)

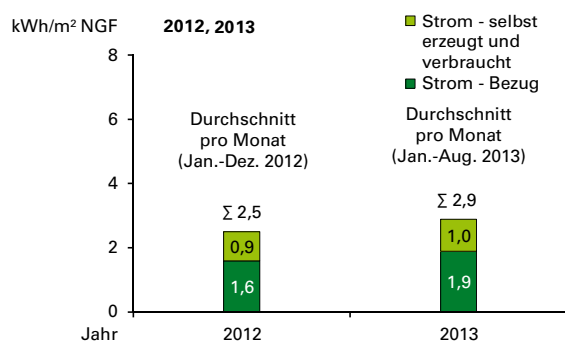


Abbildung 41:

Bad Urach: Kaufmännische Schule

(Anmerkungen: Wärmeverbräuche auf Basis von Klimadaten und Pelletabrechnung sowie Monitoringdaten, Stromverbräuche aus Abrechnung) (Nettogrundfläche beheizt: 4.645 m²)

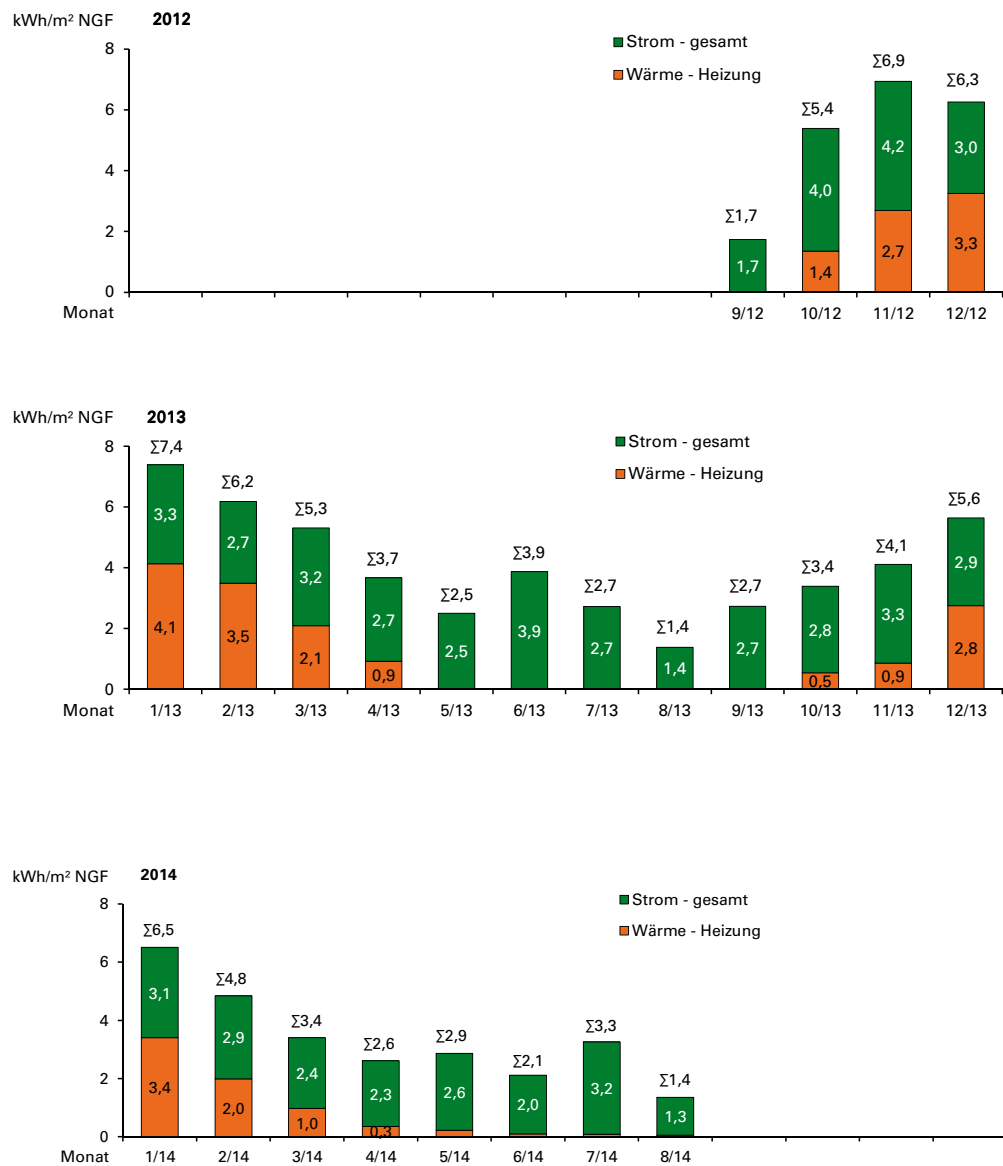


Abbildung 42:
Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle
(Nettogrundfläche beheizt: 7.440 m²)

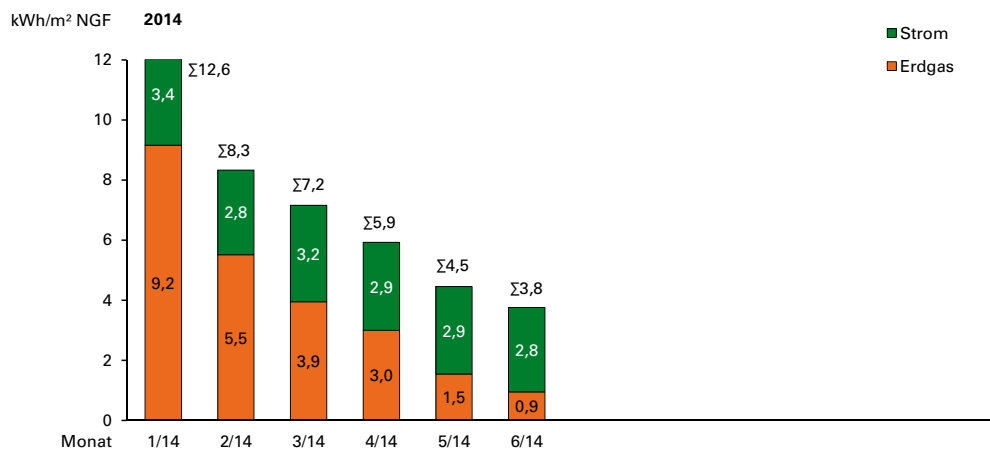
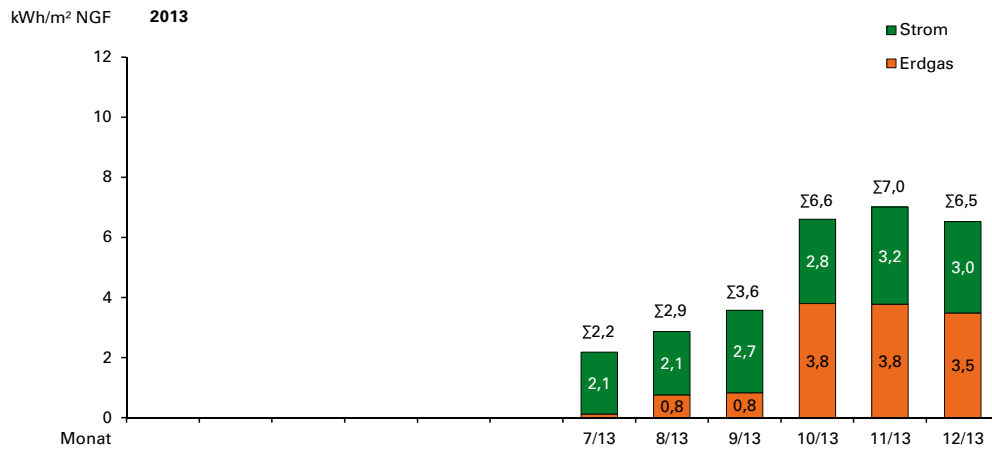


Abbildung 43:
Nürnberg: Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium
(Anmerkungen: Verbräuche der ersten fünf Nutzungsmonate nur als Summe, daraus Durchschnitt berechnet; Funktionsfähigkeit von Wärmemengen- und Stromzählern wurde noch nicht geprüft.) (Nettogrundfläche beheizt: 3.087 m²)

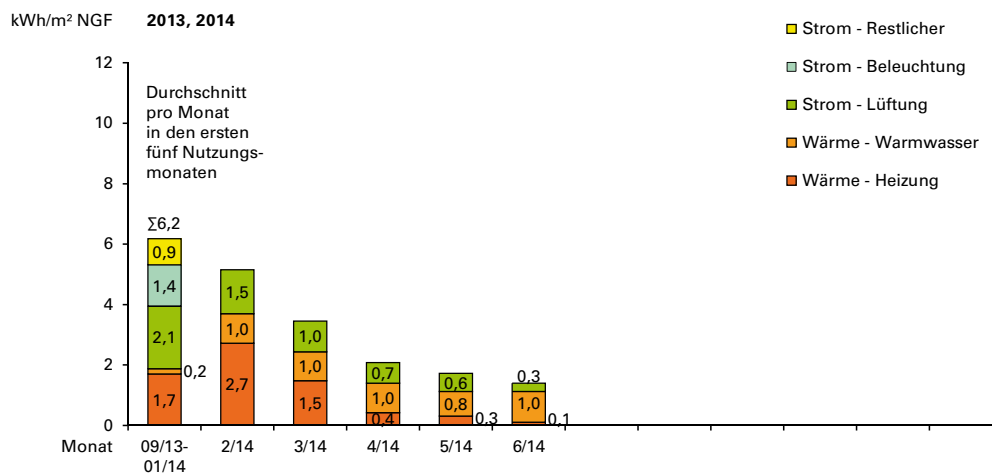


Abbildung 44:

Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg – Schule

(Anmerkungen: keine Angaben zu Strom-Lüftungsanlage und Strom-Hilfsenergie)

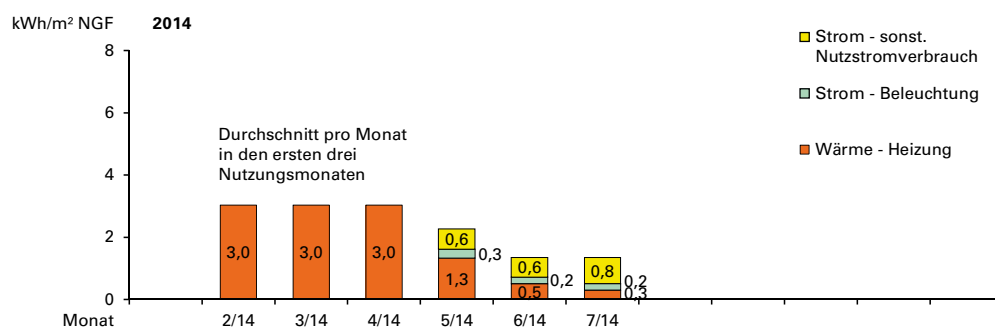
(Nettogrundfläche beheizt: 4.900 m²)

Abbildung 45:

Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg – Mensa

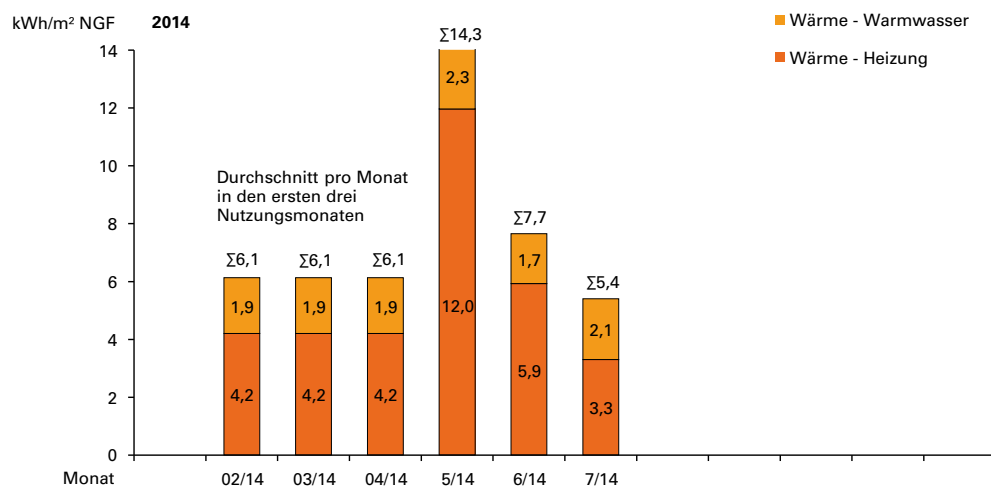
(Nettogrundfläche beheizt: 1.026 m²)

Abbildung 46:

Ravensburg: Schülerschule Grundschule Weststadt

(Anmerkungen: Für 2012 liegen aufgrund von Erfassungsfehlern keine Verbräuche vor.)

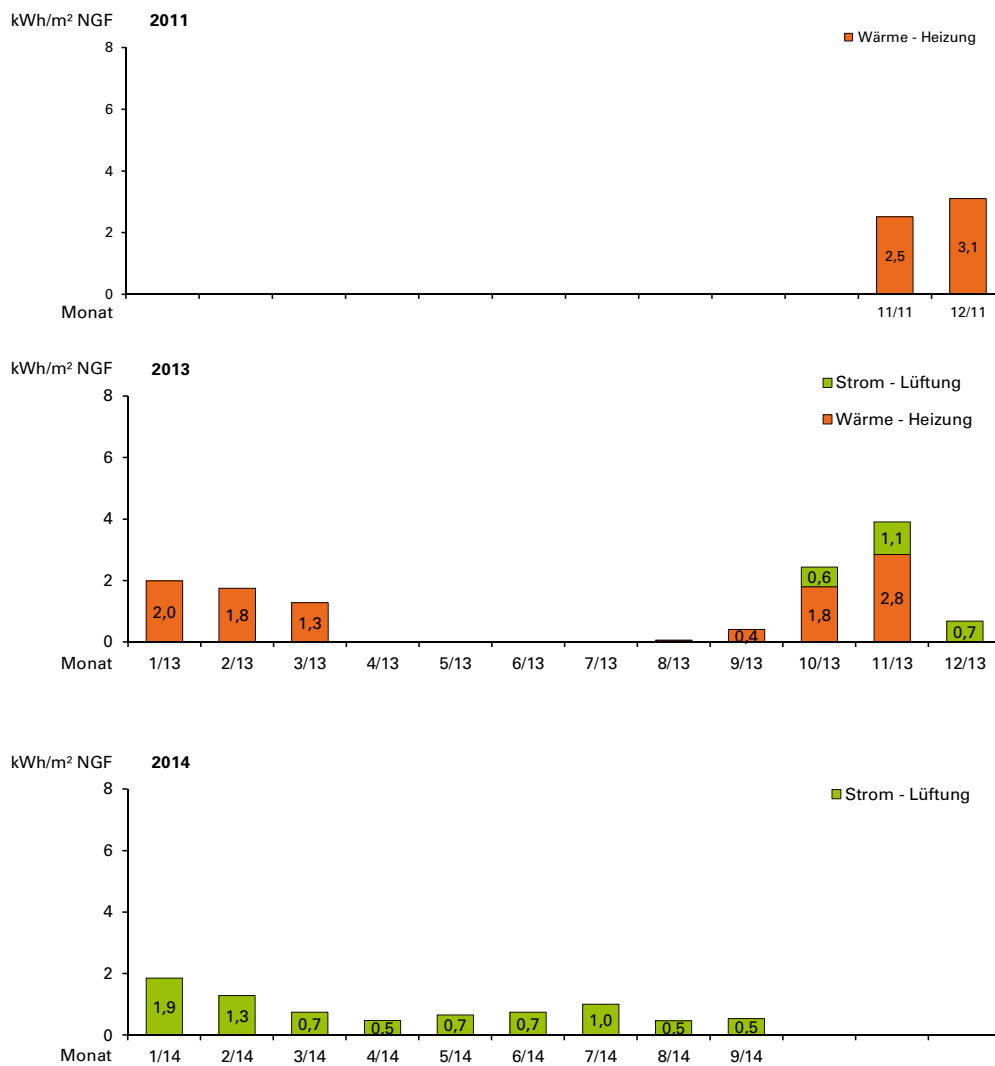
(Nettogrundfläche beheizt: 210 m²)

Abbildung 47:

Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke

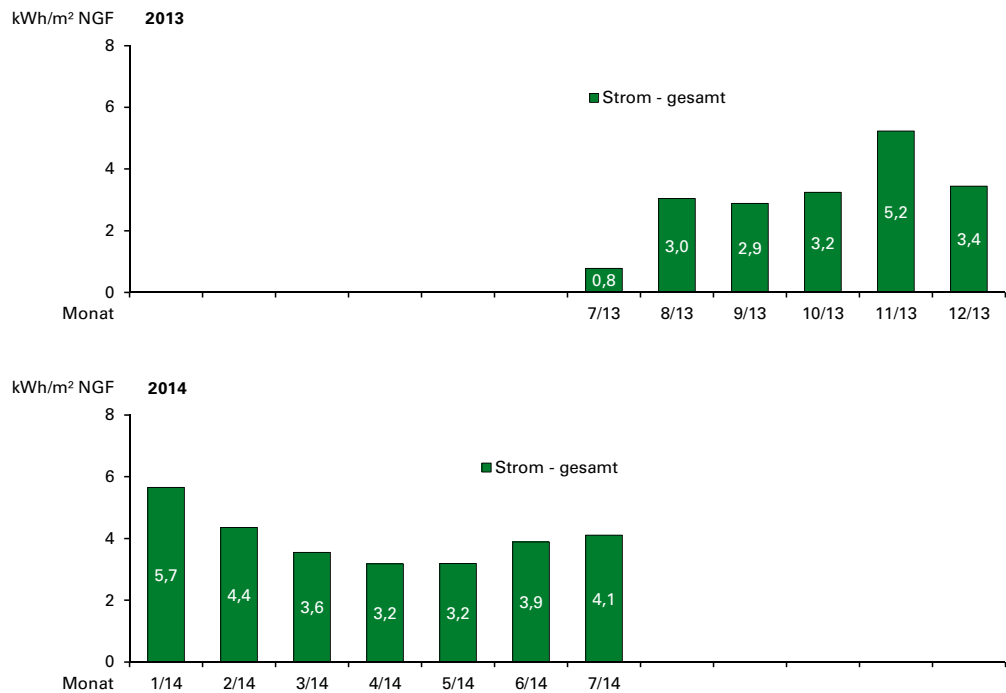
(Anmerkung: Es wird nur Strom verbraucht. Juli 2013 nicht kompletter Monat) (Nettogrundfläche beheizt: 1.101 m²)

Abbildung 48:

Marburg: Ergänzender Neubau Jugend- und Sozialamt

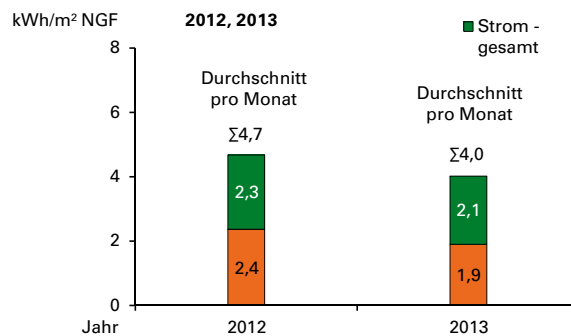
(Anmerkungen: Verbräuche liegen nur als Jahressumme vor; anteiliger Verbrauch des Neubaus wurde berechnet) (Nettogrundfläche beheizt: 833 m²)

Abbildung 49:

Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten

(Nettogrundfläche beheizt: 495 m²)

Energieüberschüsse – wie wird damit umgegangen?

Sieben der Modellvorhaben produzieren bislang Strom auf dem Dach oder an Fassade der Gebäude. Die Konstellationen sind sehr unterschiedlich.

Bei sechs Modellvorhaben wird der Strom selbst genutzt. Dies ist gesetzlich vorgeschrieben, wenn die Photovoltaik-Anlage bei der EnEV-Berechnung einbezogen wird. Die Zielsetzung ist meist, möglichst viel des selbst produzierten Stroms auch selbst zu verbrauchen. Die Projektbeteiligten in Urbach sagen dazu: „Ziel ist, so viel Strom wie möglich selbst verbrauchen, weil die Einspeisevergütung nicht mehr so gut ist. Für selbst verbrauchten Strom bekommt man mehr.“

Nur beim Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr, einem Plus-Energie-Gebäude, wurde die Einspeisevergütung von Anfang an bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt. Die Berechnung weicht allerdings von den Methoden nach Richtlinie VDI 2067 stark ab. Gerechnet wurde in der Planungspha-

se 2011 mit einem Jahresüberschuss von 15.000 kWh, dessen Einspeisung mit 5.000 Euro pro Jahr vergütet wird. Entsprechend dieser vereinfachten Berechnung würden sich die Mehrkosten für das Plus-Energie-Gebäude nach 15 Jahren amortisieren. Im ersten Nutzungsjahr (August 2013 bis Juli 2014) wurde tatsächlich ein Jahresüberschuss von knapp 35.000 kWh erreicht. Der selbst verbrauchte Anteil liegt in Lohr wie auch beim Plus-Energie-Gebäude in Wustrow bei nur 25 Prozent. Aus Forschersicht sollte ein Selbstverbrauch von mindestens 50 Prozent das Ziel sein, intelligente Stromnetze (Smart Grids) werden dringend gebraucht. Bei einem Selbstverbrauch von ca. 25 Prozent werden 75 % in das Stromnetz eingespeist. Von der Einspeisung können in der Regel nur max. 38-40 Prozent tatsächlich genutzt werden. Insgesamt werden damit nur 55 Prozent des erzeugten Stroms genutzt. Bei einer Selbstnutzung von 50 Prozent kommen 20 Prozent aus der Einspeisung hinzu, insgesamt werden dann also ca. 70 Prozent genutzt. Der Verlust würde dabei in etwa der Selbstentladung von handelsüblichen Akkus entsprechen.

Tabelle 18:
Beispiel Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr:
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Einspeisevergütung

- Mehrkosten Plus-Energie-Gebäude: 315.000 Euro, Amortisationszeit: 15 Jahre
- Angenommene Energiekostensteigerung: 5 Prozent pro Jahr
- Garantierte Laufzeit der Einspeisevergütung: 20 Jahre; jährlicher Überschuss = 5.000 Euro

Jahr	Gebäudebetriebskosten EnEV-Standard	Einsparung + Einspeisevergütung Plus-Energie-Gebäude
1	12.000,00 €	(12.000 € + 5.000 € =) 17.000,00 €
2	12.600,00 €	17.600,00 €
...		
10	18.615,94 €	23.615,94 €
...		
15	23.759,18 €	28.759,18 €
Summe nach 15 Jahren		333.942,77 €
...		
20	30.323,40 €	35.323,40 €
Summe nach 20 Jahren		496.791,46 €

Quelle: Ingenieurbüro Ruf, Lohr a. Main, 2011
(Anmerkung: ohne Berücksichtigung von Finanzierungskosten, Wartungskosten, etc.)

Bei den anderen, ihren Strom überwiegend selbst nutzenden Projekten spielt die Vergütung für die Einspeisung des Reststroms bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung keine Rolle:

- In Leinfelden-Echterdingen gibt es eine Sonderkonstellation: Die Stadtwerke als 100-prozentige Tochter der Stadt haben die Photovoltaik-Anlage finanziert. Der vom Kinderhaus nicht selbst genutzte Strom wird von den Stadtwerken verkauft.
- In Urbach wird nicht separat erfasst, wie viel Strom aus der Photovoltaik-Anlage des Kinderhauses eingespeist wird. Auch auf der benachbarten Schule und Sporthalle sind Anlagen. Es gibt nur einen Hauptzähler in der Schule. Hinzu kommt die Stromgewinnung aus dem jetzt besser ausgelasteten Blockheizkraftwerk.
- In Wustrow ist die Gemeinde zufrieden, so lange mehr Strom erzeugt als verbraucht wird.
- In Ulm wird der auf dem neuen Schulgebäude erzeugte Strom zu 86 Prozent selbst genutzt. Ist die Stadt Bauherr und Betreiber einer Photovoltaik-Anlage,

lohnt sich nur die Selbstnutzung. Bei allen städtischen Gebäuden wird geprüft, ob eine Photovoltaik-Anlage wirtschaftlich ist.

- In Ravensburg wurde die kleine Photovoltaik-Anlage auf den Stromverbrauch der Lüftungsanlage ausgelegt. Da die Mensa in den Ferien für Ferienbetreuung genutzt wird, gibt es nur am Wochenende geringe Energieüberschüsse, die eingespeist werden (im 1. Jahr 509 kWh, im 2. Jahr 390 kWh, im 3. Jahr 348 kWh).

Die Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Jugend- und Sozialamts in Marburg wird unabhängig vom Gebäude betrieben, der Strom vollständig in das öffentliche Netz eingespeist. Die Stadt hat das Dach dafür der Gemeinnützigen Wohnungsbau GmbH Marburg/Lahn zur Verfügung gestellt. Die regenerative Energieerzeugung auf dem Gebäude wird somit bei der EnEV-Berechnung und dem Energiestandard nicht berücksichtigt. Zum Zeitpunkt, als die Anlage ausgeschrieben wurde, hat es die Eigenverbrauchsregelung noch nicht gegeben. Mit der Photovoltaik-Anlage könnten etwa 50 Prozent des Stromverbrauchs im Gebäude gedeckt werden.

Regelungen zum Eigenverbrauch von Solarstrom im Erneuerbare-Energien-Gesetz

Vor 2009:

Man war verpflichtet, den gesamten Solarstrom ins öffentliche Netz zu speisen und den eigenen Bedarf über das Energieversorgungsunternehmen zu beziehen.

EEG 2009:

Bei Photovoltaik-Anlagen, die zwischen dem 1.1.2009 und 31.3.2012 in Betrieb genommen wurden, erhält man eine Einspeisevergütung für den Eigenverbrauch.

EEG 2012:

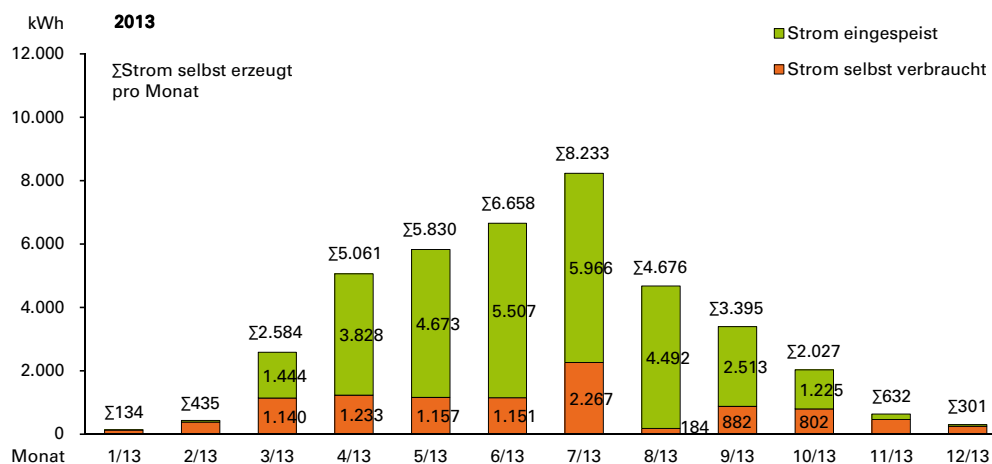
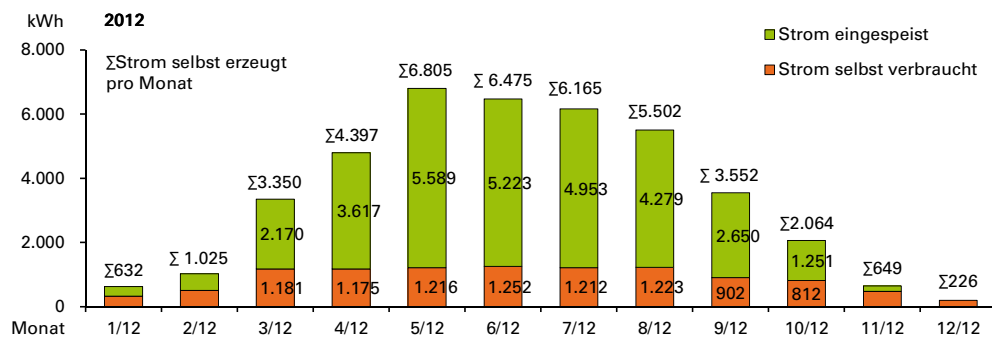
Bei Photovoltaik-Anlagen, die zwischen dem 1.4.2012 und 31.7.2014 in Betrieb gegangen sind, erhält man für selbst verbrauchten Strom keine Einspeisevergütung mehr.

Nach EEG 2014 (1.8.2014):

Bei Photovoltaik-Anlagen, die heute und in Zukunft neu gebaut und an das öffentliche Netz angeschlossen werden, muss man für ihre gesamte Vergütungsdauer von 20 Jahren eine Abgabe auf die selbst verbrauchten Kilowattstunden zahlen. Bis Ende 2015 beträgt die Abgabe 1,87 Cent/kWh (pro kWh 30 % der gültigen EEG-Umlage). In den weiteren Jahren steigt die Abgabe auf 2,18 Cent/kWh (2016) und 2,5 Cent/kWh (2017). Befreit sind Neuanlagen bis 10 kWp, Inselanlagen und Bestandsanlagen, die vor dem 1.8.2014 in Betrieb genommen wurden.

Tabelle 19:
Beispiel Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow:
Stromerzeugung – Einspeisung – Selbstverbrauch – Strombezug

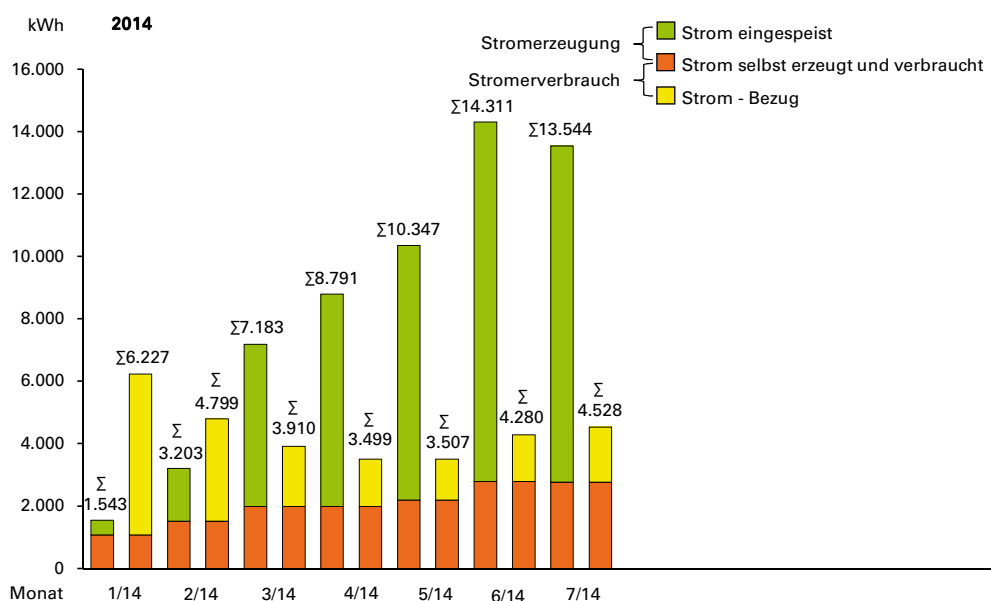
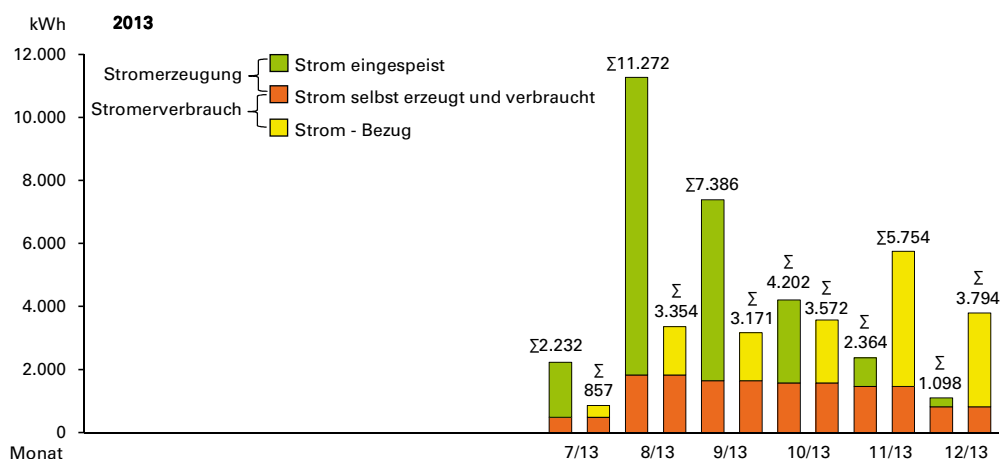
	2012 1. Nutzungsjahr	2013 2. Nutzungsjahr
Strom selbst erzeugt		
Summe selbst erzeugter Strom	41.239 kWh	39.967 kWh
Einspeisung	30.756 kWh	29.927 kWh
Anteil Einspeisung	75 %	75 %
Vergütung Einspeisung	11.636 €	11.277 €
Selbstverbrauch		
Anteil Selbstverbrauch	25 %	25 %
Entgelt Selbstverbrauch	2.030 €	1.912 €
Auszahlung an Gemeinde	9.606 €	9.365 €
Strombezug		
Strom bezogen	18.254 kWh	
Kosten Strom	4.562 €	
Strom gesamt		
Stromverbrauch gesamt	28.737 kWh	
Energieüberschuss	12.502 kWh	
Gewinn	5.044 €	



Eigene Darstellung, Datengrundlage: Bauherr des Modellvorhabens

Tabelle 20:
 Beispiel Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Lohr:
 Stromerzeugung – Einspeisung – Selbstverbrauch – Strombezug

	August 2013 – Juli 2014 1. Nutzungsjahr
Strom selbst erzeugt	
Summe selbst erzeugter Strom	85.241 kWh
Einspeisung	63.643 kWh
Anteil Einspeisung	75 %
Selbstverbrauch	21.598 kWh
Anteil Selbstverbrauch	25 %
Strombezug	
Strom bezogen	28.794 kWh
Strom gesamt	
Stromverbrauch gesamt	50.392 kWh
Energieüberschuss	34.849 kWh



Eigene Darstellung, Datengrundlage: Bauherr des Modellvorhabens

Energiemanagement-Konzepte – wie tragen sie zum Einsparen von Energie bei?

Inwieweit die Energiemanagement-Konzepte mit Gebäudeautomation, CO₂-Steuerung, Smart-Metering etc. und eine Optimierung der Einstellungen der Anlagen Energie einsparen können, dazu liegen bei den Modellvorhaben noch keine aussagekräftigen Ergebnisse vor. Eine Nachevaluation in zwei Jahren wäre sinnvoll. Es zeigt sich, dass die Inbetriebnahme viel Zeit braucht, nicht immer reibungslos und teilweise schrittweise verläuft. In der Anfangsphase der Nutzung müssen sich die Projektbeteiligten um vieles kümmern. Restarbeiten, Mängelbeseitigung und die Funktionsfähigkeit für den alltäglichen Gebrauch

des Gebäudes stehen im Vordergrund, die Auswertung und Analyse von Verbrauchswerten gehören anfangs nicht unbedingt dazu.

Wie schnell oder langsam, wie detailliert oder pauschal ein Monitoring anläuft, hängt von mehreren Faktoren ab:

- Als erstes müssen die Messeinrichtungen funktionieren,
- wie einfach oder umständlich das Ablesen und die Auswertung sind, kann eine Rolle spielen,
- die Organisation von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten ist entscheidend
- und es liegt nicht zuletzt am Interesse und an der Motivation der Zuständigen.

Tabelle 21:

Im Überblick: Zuständigkeiten für Ablesung und Monitoring

	Ablesung: wie?	Ablesung: wer und wie häufig?	Monitoring: wer?
Kindertagesstätten			
Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel	Zähler vor Ort, von Hand	Hausmeister, monatlich	Gebäudemanagement der Stadt Erlangen
Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus	Zähler vor Ort, von Hand	städtischer Mitarbeiter, monatlich	Amt für Hochbau und Immobilien, Abteilung Energie- und Versorgungstechnik
Urbach: Kinderhaus	Zähler vor Ort, von Hand	Hausmeister, monatlich	Hausmeister, Bauamt
Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte	geplant: über Gebäudeleittechnik	bislang: Versorger, monatlich	nicht geregelt
Schulen			
Bad Urach: Kaufmännische Schule	über Gebäudeleittechnik	bisher: Regeltechnik-Firma; geplant: Direktzugriff durch ebök, monatlich	ebök, Tübingen
Leipzig: Erich-Kästner-Schule	Zähler vor Ort, von Hand	Hausmeister, monatlich	Technisches Gebäudemanagement der Stadt Leipzig
Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg	über Gebäudeleittechnik	Zentrales Gebäudemanagement, vorerst wöchentlich, später monatlich	Zentrales Gebäudemanagement
Sporthallen			
Nürnberg: Dreifachsporthalle, Erweiterung Gymnasium	über Gebäudeleittechnik	Kommunales Energiemanagement, unregelmäßig	Ing+Arch, Ehingen
Schulmensen			
Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt	über Gebäudeleittechnik	Versorger, auf Nachfrage	
Ulm: Mensagebäude	über Gebäudeleittechnik	Zentrales Gebäudemanagement, vorerst wöchentlich, später monatlich	Zentrales Gebäudemanagement
Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude			
Lohr: Verwaltungs-/Betriebsgebäude der Stadtwerke	Zähler vor Ort, von Hand; später parallel über Gebäudeleittechnik	Mitarbeiter der Stadtwerke, wöchentlich	Mitarbeiter der Stadtwerke mit Ingenieurbüro Zinßer, Marktheidenfeld
Marburg: Jugend- und Sozialamt	Zähler vor Ort, von Hand	Versorger, jährlich	Fachdienst Hochbau, Energiemanagement
Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten	Zähler vor Ort, von Hand	Sekretariat der Gemeinde, monatlich	Architekt (ohne Auftrag)

Quelle: Bauherren der Modellvorhaben

Von mehreren für den Betrieb der Modellvorhaben zuständigen Ämtern wird das Ablesen der Zähler von Hand durchaus als Vorteil gesehen. Das monatliche Ablesen ist ein regelmäßiger Termin in den Technikräumen: „Das Ablesen von Hand hat auch den Vorteil, dass einmal pro Monat jemand in den Keller geht.“ Werden verschiedene Verbrauchssektoren differenziert gemessen und abgelesen, ist das Ablesen von Hand dagegen nicht mehr praktikabel. Bei der Berufsschule und der Mensa in Ulm gibt es beispielsweise 40 Unterzähler für die beiden Gebäude. Auch wenn die Verbräuche über die Gebäudeleittechnik abgelesen werden können, gibt es die geeichten Zähler des Energieversorgers für dessen Abrechnung. Somit lassen sich die Stände der Zähler abgleichen.

Einregulierung und Feinabstimmung

Die Einstellung der Gebäudetechnik und ihrer Steuerung erfolgt in drei Phasen:

- Phase 1: Inbetriebnahme
- Phase 2: Feinabstimmung
- Phase 3: Optimierung

Erfahrung bei den Modellvorhaben ist, dass die Inbetriebnahme der Gebäudetechnik und der automatischen Steuerung ein bis zwei Monate dauert. In den ersten Nutzungsmonaten nähert man sich dem Normalbetrieb an. Gibt es eine komplexe, automatisierte Steuerungstechnik, die zeitnah auf die Bedürfnisse der Nutzer eingeht (zum Beispiel CO₂-Steuerung, Bauteilaktivierung), gestaltet sich die Einregulierung aufwändiger als bei einfachen, automatisierten Anlagen, die mit pauschalierten Regelwerten arbeiten. Beim kleineren und technisch weniger komplexen Projekt Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Gräfenaschau hat schon bei der Inbetriebnahme alles funktioniert wie geplant.

Das erste Nutzungsjahr wird von den Projektbeteiligten als Phase der Feinabstimmung der Grundeinstellungen gesehen: „Um alles zu sehen, braucht man ein Jahr, damit alle Jahreszeiten durch sind.“ „Unsere Zielsetzung ist ein Lehrjahr, im zweiten Jahr soll es laufen.“ Dieses eine Jahr braucht es, um die „Kinderkrankheiten“ im Gebäudebetrieb abzustellen. Erst danach beginnt die Phase der Optimierung. Nach Einschätzung des Architekten des Urbacher Kinderhauses braucht es zwei Jahre – mit zwei Heizperioden –, um die Verbrauchswerte und Ausreißer darunter richtig einordnen zu können. Auch aus Forschersicht

sind mindestens eine Sommerphase und zwei Heizphasen notwendig, um die gesamte Anlagentechnik gut einzuregulieren. In dieser Zeit sind immer wieder Nachregulierungen notwendig.

Beim Kinderhaus in Leinfelden-Echterdingen wird das gesamte erste Nutzungsjahr als Startphase betrachtet. Wegen Befürchtung von Feuchtigkeitsproblemen im neuen Massivbau läuft dort im ersten Jahr die Lüftungsanlage Tag und Nacht auf 100 Prozent. Ein quantifizierter Nachweis für die Notwendigkeit der Maßnahme fand nicht statt. Dadurch bedingte höhere Stromverbräuche und -kosten werden in Kauf genommen. Ab dem zweiten Jahr ist geplant, die Lüftungsanlage zeit- und wochengesteuert tagsüber auf 100 Prozent, nachts auf 50 Prozent und in den Ferien auf etwa 20 Prozent einzustellen; eine CO₂-Steuerung der Lüftung gibt es nicht.

Dass die Einregulierung in den Neubauten Zeit braucht, wurde bei den Modellvorhaben unterschiedlich gut kommuniziert. Wo schon vor Nutzungsbeginn deutlich gemacht wurde, dass anfangs vielleicht nicht alles optimal funktioniert und die Einstellungen im Betrieb angepasst und optimiert werden müssen, akzeptieren dies die Nutzer. Die Leiterin einer Kindertagesstätte sagt dazu: „Man kann damit leben, dass es sich mit der Zeit einreguliert und optimiert. Das versuche ich, auch meinen Mitarbeitern zu vermitteln. Auch den Eltern habe ich erklärt, dass es noch Abstimmungszeit braucht.“ Wenn den Nutzern nicht kommuniziert wurde, dass die Inbetriebnahme des Neubaus ein Prozess über einen längeren Zeitraum ist, waren sie von Anfang an enttäuscht. Beim Jugend- und Sozialamt in Marburg ist dadurch und durch eine zu hohe Erwartungshaltung der Nutzer Unzufriedenheit entstanden.

Schrittweise Inbetriebnahme der Gebäudesteuerung

Nicht bei allen Modellvorhaben war zum Nutzungsstart die gesamte technische Gebäudeausrüstung betriebsbereit, die Gebäude waren dennoch gut nutzbar. Zum Teil wurde die automatische Steuerung schrittweise in Betrieb genommen. Dies war nicht so geplant, sondern hat sich aufgrund fehlerhafter Installationen und weiterem Klärungsbedarf ergeben.

Beim Kinderhaus in Urbach, das seit Anfang 2013 in Nutzung ist, war die automatisierte Nachtkühlung über motorbetriebene Fensterflügel und Rauch- und Wärmeabzüge in den ersten beiden Sommern noch nicht in Betrieb. Im Sommer 2013 waren die für dieses Kühlkonzept wichtigen Rauch-

und Wärmeabzüge noch nicht angeschlossen. Im Sommer 2014 gab es noch Klärungsbedarf mit der Versicherung, weil diese bei den gekippten Fensterflügeln trotz Regensensoren Bedenken wegen möglicher Schäden durch Regen hat. Die Nutzer haben sich mit Durchlüften der Räume am Morgen beholfen. Und der Architekt hat die Wirkung der Nachtkühlung nach einem heißen Sommertag 2013 manuell getestet.

Die Kaufmännische Schule Bad Urach ist seit September 2012 in Nutzung. Die Gebäudetechnik lief etwa bis zur Hälfte der ersten Heizperiode im Handbetrieb. Dass der Holzpelletsverbrauch in der ersten Heizperiode höher war als geplant, wird erst einmal auf die nicht optimale Steuerung zurückgeführt. Aufgrund des Konkurses der Elektroinstallationsfirma, des damit verbundenen Informationsverlustes sowie fehlerhaft installierter Komponenten und Messtechnik hat sich sowohl die Einrichtung der automatischen Steuerung als auch der Start des Monitorings verzögert. Erst etwa eineinhalb Jahre nach Nutzungsbeginn waren Fehler in der Gebäudeleittechnik und Messtechnik so weit behoben, dass erste verwertbare Verbrauchsdaten für das Monitoring zur Verfügung stehen. Danach gab es weitere Schwierigkeiten mit der Datenübergabe, das mit dem Monitoring beauftragte Ingenieurbüro kann die Werte nicht wie geplant auslesen und auswerten. Auch bei anderen Modellvorhaben verlief die Inbetriebnahme der automatischen Auslesung von Verbrauchsdaten über die Gebäudeleittechnik nicht reibungslos. In Ulm hat zum Beispiel der Datentransfer anfangs nicht funktioniert, Probleme zwischen dem M-Bus und den Zählern mussten behoben werden.

Testphasen für den Betrieb

Projekte werden meist punktgenau zum Nutzungsbeginn fertiggestellt, so dass es keine Zeit für eine Phase der Inbetriebnahme der Technik ohne Nutzer gibt. Die Erfahrung beim Kinderhaus in Erlangen war: „Im Bauablaufplan waren vier Wochen für die Übergabe und Mängelbeseitigung eingeplant, am Schluss waren es zwei Stunden.“

Bei zwei Modellvorhaben hat sich eine Art Probetrieb vor der Gesamteinbetriebnahme bewährt, um die Steuerung der Gebäudetechnik einzustellen und auszuprobieren. In Leipzig ist ein Teil der Klassen schon vor den Sommerferien 2013 in den Neubau gezogen, die weiteren Klassen und der Hort folgten danach. Die Mensa in Ravensburg war vor Schuljahresbeginn bereits für die Ferienbetreuung im Testbetrieb.

Weil sie zum erforderlichen Zeitpunkt noch nicht komplett fertiggestellt waren, sind auch die Kinderhäuser in Leinfelden-Echterdingen und Urbach nach und nach in die Nutzung gegangen.

Optimierung über mehrere Jahre

Bislang fanden bei den Modellvorhaben als Reaktion auf Verbrauchswerte und weitere Monitoring-Ergebnisse noch kaum Optimierungen der Einstellungen der technischen Anlagen statt. Dies liegt zum einen daran, dass erst die Feinabstimmung über ein Jahr erfolgt. Zum anderen sind die Monitoring-Ansätze sowie Schwierigkeiten mit der Datenerfassung unterschiedlich. Durch die technischen Schwierigkeiten liegen für Bad Urach erst fast eineinhalb Jahre nach Nutzungsbeginn erste Ablesungsdaten vor. In Urbach wurden im ersten Nutzungsjahr zwar Verbräuche abgelesen, aber die Zuordnung der unbeschrifteten Zähler war unklar. Für das Rathaus mit Kindergarten in Schwaigen-Grafenaschau sind die nur als Summe für die ersten zwei Nutzungsjahre vorliegenden Daten für das erste Nutzungsjahr aufgrund der nach dem Wassereinbruch im Sommer 2013 eingesetzten Trocknungsgeräte nicht aussagekräftig. Bei der Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow weiß das zuständige Amt mehr als zwei Jahre nach Nutzungsbeginn nicht, welche Daten wie ausgelesen werden können.

Optimierung findet nur statt, wenn sich jemand darum kümmert, und sie braucht Zeit. Das externe Monitoring für die Modellvorhaben in Bad Urach und Nürnberg wurde über drei bzw. zwei Jahre beauftragt. In Erlangen wird von einem Optimierungszeitraum von insgesamt fünf Jahren ausgegangen. Das in Nürnberg mit dem Monitoring beauftragte Büro Ing+Arch hat die Optimierung einer anderen Plus-Energie-Sporthalle über drei Jahre begleitet. Über die Einregulierung und die Ausschaltung von Fehlern bei Technik (zum Beispiel defekte Fühler) und Nutzung (zum Beispiel über Nacht offene Fenster im Winter) wurde eine enorme Reduzierung des Energieverbrauchs erzielt. Der Wärmeverbrauch war im ersten Jahr 8 Prozent, im zweiten Jahr 24 Prozent und im dritten Jahr 42 Prozent niedriger als der berechnete Passivhaus-Bedarf. Während der Stromverbrauch im ersten Jahr 17 Prozent über dem berechneten Passivhaus-Bedarf lag, war er im zweiten Jahr 12 Prozent und im dritten Jahr 53 Prozent darunter. Aufgrund dieser Ergebnisse hat der dortige Hausmeister einen Ehrgeiz entwickelt, möglichst wenig Energie zu verbrauchen.

Tabelle 22:

Beispiel einer Plus-Energie-Sporthalle: Entwicklung der Energieverbräuche in der dreijährigen Optimierungsphase

Zeitraum 1.1.2008 - 31.12.2010	EnEV 2007 gerechneter Bedarf 1 Jahr	Passivhaus gerechneter Bedarf 1 Jahr, bei 19°	Passivhaus Verbrauch 2008*	Passivhaus Verbrauch 2009*	Passivhaus Verbrauch 2010*	Passivhaus Vergleich Verbrauch/ gerechneter Bedarf bei 19°
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Wärme						
Warmwasser	40.015,36	34.786,08	14.454,34	12.760,00	10.570,00	70% niedriger
Heizung	120.955,52	43.198,40	56.852,99	46.409,20	34.712,96	20% niedriger
Summe Wärme	160.970,88	77.894,00	71.307,33	59.169,20	45.282,96	42% niedriger
Elektro						
Beleuchtung Sonst.	5.421,00	2.542,30	5.421,61	4.356,70	4.210,00	65% höher
Beleuchtung Halle	35.204,00	20.421,44	6.958,81	7.253,64	5.451,00	73% niedriger
Kleingeräte usw.	4.940,00	3.384,00	4.940,72	3.817,00	3.421,00	1% höher
Lüftung 1 und 2, Lüftungstechnik	28.776,00	13.759,00	28.776,66	19.277,16	5.193,26	62% niedriger
Heizungstechnik	1.622,00	823,00	1.622,60	1.347,26	1.120,37	36% höher
Summe Strom	75.963,00	40.929,74	47.720,41	36.051,76	19.395,63	53% niedriger

* Passivhaus-Verbräuche: witterungsbereinigt

Quelle: ING+ARCH, Ehingen

Organisation des Energiemanagements und Zuständigkeiten

Wie intensiv ein Energiemanagement mit einer Optimierung des Gebäudebetriebs zur Erreichung der Planungsziele und zur Reduzierung der Energieverbräuche betrieben wird, ist davon abhängig:

- wie diese Prozesse in den Kommunen insgesamt organisiert und etabliert sind und welche Kapazitäten verwaltungsintern dafür zur Verfügung stehen,
- wie groß das verwaltungsinterne Interesse an den Ergebnissen des einzelnen Objekts und deren Optimierung ist,
- inwieweit die Kommunen dies gegebenenfalls objektbezogen explizit extern vergeben.

Ein Zusammenhang zwischen dem Automatisierungsgrad eines Gebäudes (und der bei einer komplexen Gebäudeleittechnik angenommenen leichten Auslesung der Verbrauchswerte) und der Intensität des Monitorings zeigt sich bei den Modellvorhaben nicht. Es sind weitestgehend automatisierte Gebäude darunter, bei denen bislang keine Auswertung der Verbräuche erfolgt, sowie kleinere Gebäude ohne Gebäudeleittechnik, bei denen die Verbräuche monatlich von Hand abgelesen werden.

Das Energiemanagement liegt in den Kommunalverwaltungen bei den für das Ge-

bäudemanagement zuständigen Ämtern. Noch nicht alle Kommunen haben ein eingeführtes, standardisiertes Monitoring für ihren gesamten Gebäudebestand oder für Objekte von besonderem Interesse. Auch Modellvorhaben-Kommunen sind noch am Ausprobieren und Einrichten von Systemen. Zum Beispiel sieht sich die Stadt Erlangen, die mit dem Kinderhaus das dritte Richtung Passivhaus-Standard gehende Gebäude betreut, beim Monitoring noch in einer Experimentierphase: „Man ist beim Gebäudemanagement der Stadt noch nicht so strukturiert.“ Die Stadt Ravensburg bekommt die Verbrauchswerte zurzeit noch auf Abruf vom Versorger. Sie ist dabei, ein eigenes Metering-Konzept aufzubauen, in das nach und nach mehrere Gebäude integriert werden. Für die kleine Mensa wurde lange nach einem geeigneten System gesucht. Die Verbräuche des Kinderhauses in Leinfelden-Echterdingen sind für die Stadt im Vergleich mit einem schon etwas länger fertigen Passivhaus-Kindergarten interessant. Dort gibt es keine Gebäudeleittechnik, weil es für ein so kleines Passivhaus kein geeignetes Regulationssystem am Markt gegeben hat. Der städtische Mitarbeiter bezeichnet sich als das Energiemanagement-System: „Das Monitoring erfolgt von Hand – mit Turnschuh-technologie. Ich gehe hin und lese einmal pro Monat die Werte ab.“

Ein Monitoring- und Optimierungsprozess über mehrere Jahre funktioniert nur, wenn Zielsetzung, Aufgaben und Verantwortlichkeiten klar festgelegt und den Beteiligten kommuniziert sind und dies entweder intern in der Verwaltung oder auch durch Hinzuziehen externer Unterstützung. Größere Städte, die einen umfassenden Gebäudebestand verwalten müssen, sind mit entsprechenden Abteilungen und dazugehörendem Personal tendenziell besser aufgestellt als kleinere Gemeinden unter Standorten der Modellvorhaben.

In Schwaigen-Grafenaschau hat zeitweise der ehrenamtliche Bürgermeister Verbräuche abgelesen, weil er auch selbst daran interessiert war. Nachdem er abgewählt worden war, hat das Ablesen erst einmal niemand übernommen.

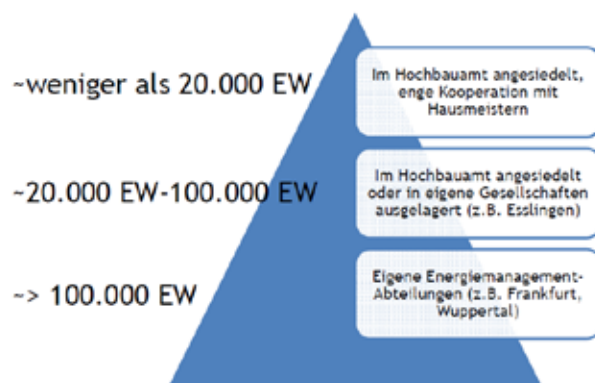
Bei der Wustrower Plus-Energie-Kindertagesstätte, bei der ein energetisch sehr ehrgeiziger Planungsansatz realisiert wurde, hat das zuständige Amt Darß/Fischland versäumt, Zuständigkeiten für eine Ana-

lyse der Verbräuche im Betrieb festzulegen. Hinzu kam ein Personalwechsel, in dessen Zuge weder die Projektziele noch das Bestreben des Modellvorhabens weiter kommuniziert wurden. In den ersten beiden Nutzungsjahren wurden dort bislang nur die Stromverbräuche (selbst genutzter und eingespeister Strom) abgerechnet und noch keine Entwicklung der Verbräuche ausgewertet. Zwischenzeitlich hat dies eine für die Bewirtschaftung der öffentlichen Gebäude eingestellte Mitarbeiterin übernommen.

Beim Leipziger Modellvorhaben Erich-Kästner-Schule werden die Verbräuche wie beim standardisierten Gebäudemanagement für den Leipziger Bestand erfasst, als monatliche Gas- und Stromverbräuche in Summe für Schulgebäude und Sporthalle. Parallel dazu führt die Stadt mit der Sächsischen Energieagentur ein Monitoring-Projekt zum Vergleich von vier Leipziger Passivhaus-Schulen (drei Neubauten und eine Sanierung) durch.

Abbildung 50:
Konzepte zur Organisation des Energiemanagements in Kommunen

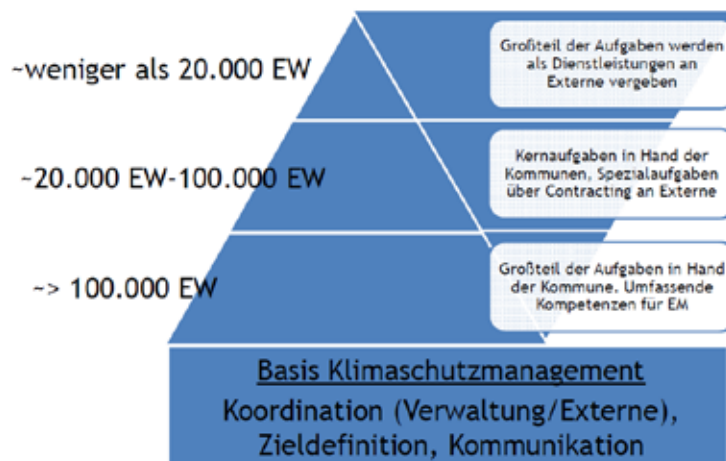
Relevanz der Kommunengröße für die Ausrichtung des Energiemanagements



Inwieweit muss das Energiemanagement in der Kommune verankert sein?

Aufgabe	Komplexität	Extern möglich?
Verbrauchskontrolle	Gering	Ja
Betriebsführung von Anlagen	Gering-Mittel	Ja
Energiebeschaffung	Gering-Mittel	Ja
Nutzungsoptimierung	Gering-Mittel	Bedingt
Finanzierung	Mittel	Ja
Planung der Umsetzung (und Umsetzung)	Mittel	Ja
Gebäudeanalysen	Mittel	Ja
Zieldefinition und Kommunikation	Mittel	Nein
Planung der Finanzierung	Mittel-Hoch	Nein
Koordination EM (intern/extern)	Mittel-Hoch	Nein

Modelle für verschiedene Kommunengrößen



Quelle: Benjamin Gugel, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Präsentation beim Werkstattgespräch im Mai 2014

Einordnung der Modellvorhaben in die Verbräuche des kommunalen Gebäudebestands

Wie sich die Modellvorhaben im Niedrigstenergiegebäude-Standard in die Verbräuche des gesamten kommunalen Gebäudebestands einfügen, wurde von den Kommunen noch sehr wenig betrachtet. Der Hauptgrund dafür, wieso dies noch nicht gemacht wurde, ist die Kürze der Nutzungs- und Monitoring-Zeit. Aber es gibt auch nicht in allen Städten und Gemeinden geeignete Vergleichsobjekte. Und bei kleinen Projekten, wie zum Beispiel der Schülermensa in Ravensburg, kann der Verbrauch für die Stadt auch vernachlässigbar sein. Dort geht es nicht um die absoluten Verbrauchszahlen, sondern um die richtungsweisende Strategie.

In Erlangen hat das Amt für Gebäudemanagement bereits einen detaillierten Vergleich des Modellvorhaben-Kinderhauses mit einer anderen Passivhaus-Kindertagesstätte und mit mehreren städtischen Kindertagesstätten erstellt. Die Erkenntnisse daraus sind:

- Beim Stromverbrauch liegen alle Kindertagesstätten sehr ähnlich. Die Bestandsgebäude haben zwar ältere Geräte, aber dafür weniger. Bei den beiden Neubauten kommt der Strom für die Lüftungsanlage dazu.
- Die Stromverbräuche sind bei den beiden neuen Passivhaus-Kindertagesstätten ähnlich.
- Der Wärmeverbrauch – in Form von Strom für die Wärmepumpe – ist bei den Passivhaus-Kindertagesstätten nicht mehr ausschlaggebend.

Teilweise erstellen die Kommunen Jahresberichte über die kommunalen Energieverbräuche – in unterschiedlicher Detailliertheit, in verschiedenen Zeitabständen und nicht überall. In Ravensburg sollen mit der Umstellung auf einen maßnahmenbezogenen Energiebericht besonders energieeffiziente Leuchtturmprojekte mehr in den Fokus gerückt werden.

Beispiel Städtisches Kinderhaus Stadtinsel Erlangen: Das Modellvorhaben im Vergleich Erlanger Kindertagesstätten

Abbildung 51:

Stromverbrauch von Kindertagesstätten (Summe von sonst. Strom spez., Summe von Strom Lüftung spez.):

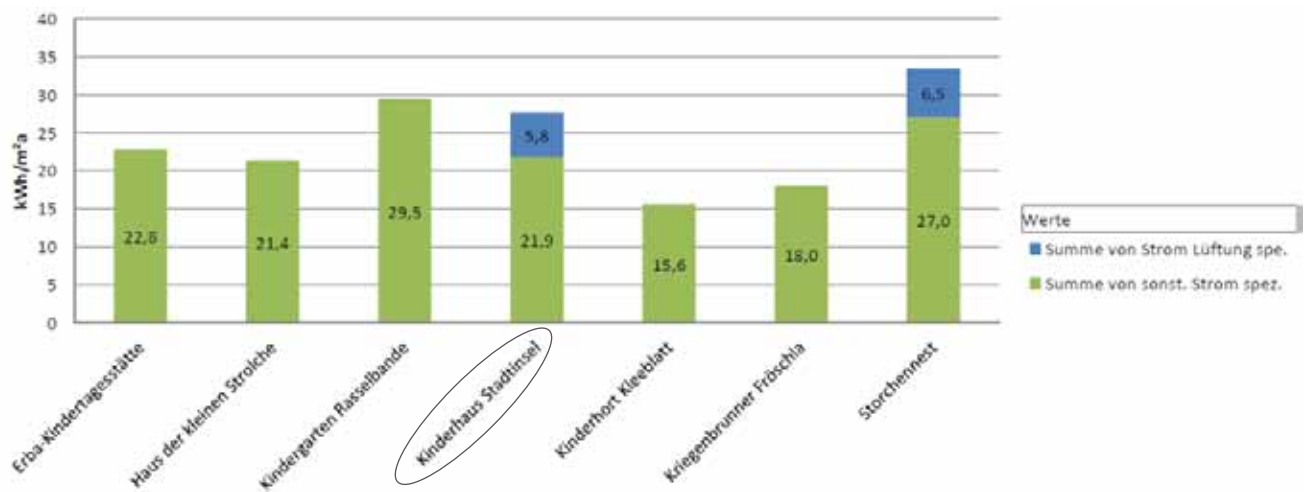


Abbildung 52:

Wärmeverbrauch von Kindertagesstätten (Endenergie) (Summe von Wärme spez.):

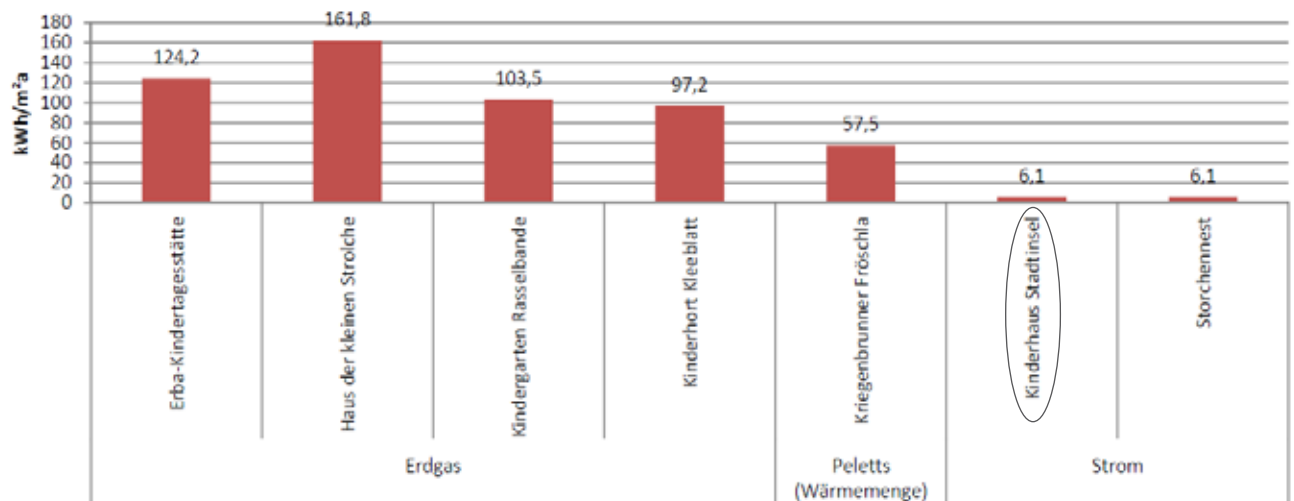
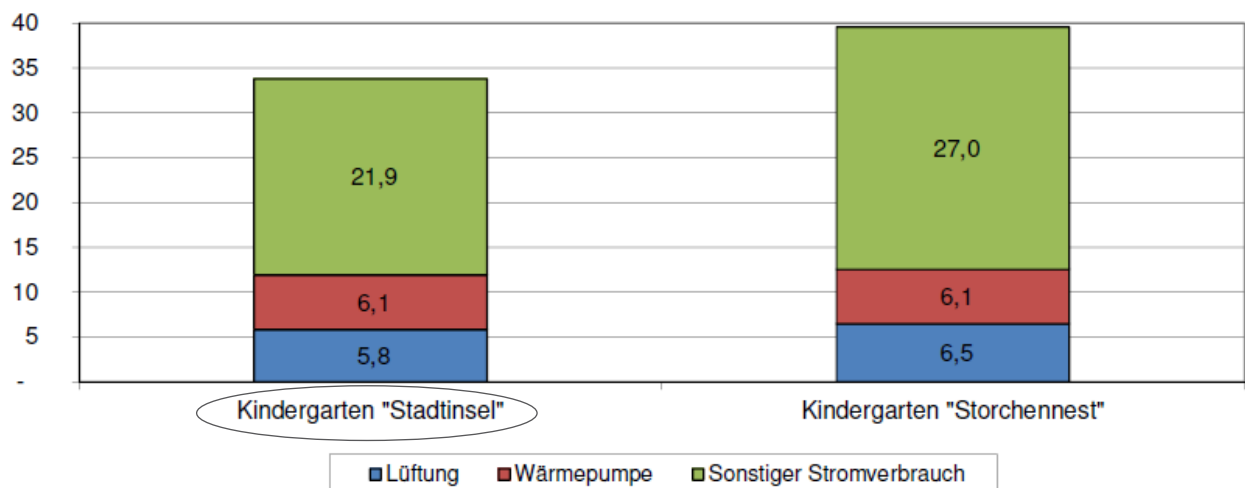


Abbildung 53:

Vergleich von zwei Kindertagesstätten im Passivhaus-Standard – Stadtinsel in Massivbauweise, Storchennest in Holzrahmenbauweise (Stromverbrauch, flächenbezogen, in kWh/m² a):



Quelle: Stadt Erlangen, Amt für Gebäudemanagement

3.5 Öffentlichkeitswirksamkeit

Die kommunale und soziale Infrastruktur steht im Interesse der Öffentlichkeit und kann damit in besonderer Weise zur mehr Verständnis und Akzeptanz für das Ressourcen schonende Planen und Bauen beitragen. Diese Chancen gilt es zu nutzen. Unterschiedliche Zielgruppen sind zu betrachten:

Eine hohe Akzeptanz bei den Akteuren mit Entscheidungsmacht ist unerlässlich. Ob öffentliche Gebäude im Niedrigstenergiegebäude-Standard gebaut werden, darüber entscheiden die politischen Gremien, auch die Fachbehörden und die für die Einrichtungen Verantwortlichen haben einen großen Einfluss.

Teilweise stand in den Artikeln der Nutzungsbeginn im Neubau im Vordergrund:

Erlanger Nachrichten 11.2.2013:

Gefragte „Stadtinsel“

Kinderhaus in der Wasserturmstraße ist in Betrieb

Stuttgarter Nachrichten 10.6.2013:

Kinderhaus Alcher Weg in Echterdingen

Erziehung ohne Gruppen, aber mit viel Struktur

Schorndorfer Nachrichten Juni 2013:

Das „Schmuckstück“ für die Allerkleinsten ist eingeweiht

In einigen Überschriften wurden die energetische Zielsetzung der Gebäude und ihr Modellcharakter herausgestellt:

Schwäbische Zeitung 5.8.2011:

Mahlzeit: Weststadtschule hat jetzt eine tolle Mensa
Der neue Anbau hat 795.000 Euro gekostet – Modellcharakter als zertifiziertes Passivhaus

OZ Ostsee-Zeitung 21./22.7.2012:

Wustrower Strandkieker schreiben Klimaschutz ganz groß

Neue Kindertagesstätte des Ostseebades ist Modell-Projekt.
Wirtschaftsminister weiht das 2,8-Millionen-Euro-Objekt ein.

Leipziger Internet Zeitung 1.10.2013:

Erich-Kästner-Schule: Erster Schulneubau als Passivhaus nun offiziell an Schüler und Lehrer übergeben

Bayerische Staatszeitung 6.12.2013:

Neubau einer Dreifachsporthalle für das Dürer-Gymnasium in Nürnberg

Im Passivhausstandard gebaut

Auch die breitere Bürgerschaft – über die unmittelbaren Nutzer hinausgehend – ist oftmals sehr interessiert. Viele Menschen haben Gelegenheit, die Gebäude zu besuchen, teilweise haben die Häuser über die unmittelbare Nutzung hinausgehend Publikumsverkehr. Meistens handelt es sich auch um im Stadtbild markante Anlagen. Entsprechend wird über die Ziele und Konzepte in den Medien, in Veranstaltungen und auch in gesellschaftlichen Gruppen berichtet.

Die Nutzer selber, nicht nur die unmittelbaren Nutzergruppen wie die Kinder, Schüler, Patienten, auch diejenigen, die hier in den verschiedenen Rollen beruflich tätig sind, tragen die Informationen, Erfahrungen und Meinungen in ihr Umfeld hinein. Was sie berichten, ist in der Regel für die öffentliche Meinungsbildung sehr wirksam.

Kommunikation der Themen – was fördert eine positive Wirkung der Konzepte?

Die Neubauprojekte wurden in ihrer Entstehungsphase von der Öffentlichkeit mit unterschiedlich großer Aufmerksamkeit verfolgt. In größeren Städten sind die Modellvorhaben eines unter vielen Themen und Projekten und stehen nicht kontinuierlich im Mittelpunkt der lokalen Diskussionen. Der Ulmer Bauherrenvertreter sagte während der Bauphase: „Das Projekt ist im Moment überhaupt nicht in der Presse, das wäre es nur, wenn es Probleme gäbe. Es gibt in Ulm wichtigere Probleme, es läuft so viel.“ In kleineren Gemeinden und Städten, wie zum Beispiel Schwaigen-Grafenaschau, Urbach oder Lohr, sind die Neubauprojekte mehr unter Beobachtung. Der Urbacher Architekt machte die Erfahrung: „Die Baustelle wird die ganze Zeit beobachtet. Ich wurde zum Beispiel gefragt, wieso es im Keller runde Fenster gibt – das waren Rohrdurchlässe – oder wieso die Fassade schwarz ist – das war die Dampfsperre.“

Nach Fertigstellung und zur Einweihung wurde in allen Modellvorhaben-Kommunen in der lokalen Presse und auch in überregionalen Veröffentlichungen darüber berichtet.

Auf die Wirkung der Konzepte in der Öffentlichkeit negativ auswirken kann sich:

- wenn Kostenerhöhungen diskutiert und von der Presse aufgegriffen werden, zum Beispiel war das Amt für Architektur und Gebäudemanagement in Ravensburg

aufgrund der Kosten zurückhaltend mit der Öffentlichkeitsarbeit,

- wenn es lange Bauverzögerungen gibt, wie zum Beispiel in Nürnberg,
- wenn Nutzer ein eher negatives Bild vom Gebäude verbreiten, wie es beim Modellvorhaben in Marburg der Fall ist.

Die Gebäude öffnen, zeigen und erklären, bei unterschiedlichen Veranstaltungsebenen und in Veröffentlichungen hat in der breiten Öffentlichkeit und bei Fachleuten eine positive Wirkung.

Sehr groß war das Interesse bei den Einweihungsfeiern der Modellvorhaben, die oft mit einem Tag der offenen Tür verbunden waren. Bei der Eröffnungsfeier in Schwaigen-Grafenaschau war der Großteil des kleinen Dorfes dabei. Zu den Festen kommen nicht nur die Zielgruppen der Einrichtungen. Der Architekt des Urbacher Kinderhauses erzählt: „Bei der Einweihung war es ein Querbeet-Publikum. Die letzte Hausführung der Leiterin war mit 70plus Leuten.“ Informationen zum Energiekonzept und zur Haustechnik wurden bei den Einweihungen auch angeboten, aber sie standen nicht im Vordergrund. Das Hauptinteresse der Besucher lag auf den Einrichtungen. Erfahrung aus Erlangen ist: „Bei der Einweihung gab es an der Kellerführung mit Informationen zur Haustechnik kein so großes Interesse.“ Zur Einweihung der Modellvorhaben haben manche Bauherren eine Veröffentlichung herausgegeben, zum Beispiel in Bad Urach und Urbach. Mit dieser können Interessierte über den Eröffnungstag hinaus über die Konzeption des Gebäudes informiert werden, sie kann ausliegen (im Haus selbst, im Rathaus, im Landratsamt usw.) und bei passenden Gelegenheiten verteilt werden. Öffentliche Aufmerksamkeit hat die Kaufmännische Schule Bad Urach 2013 außerdem durch die Auszeichnung „Baukultur Schwäbische Alb“ bekommen, zu der auch eine Broschüre erschienen ist, sowie 2014 durch ihre Auswahl im Auszeichnungsverfahren Beispielhaftes Bauen im Landkreis Reutlingen der Architektenkammer Baden-Württemberg.

Nicht nur die Einweihung, sondern auch andere Gelegenheiten werden genutzt, um die Modellprojekte der Öffentlichkeit und Fachleuten zu zeigen. Am Tag der Architektur konnten beispielsweise die Plus-Energie-Kindertagesstätte in Wustrow (2011, 2012), die Kaufmännische Schule Bad Urach (2012) und die Erich-Kästner-Schule in Leip-



Foto: Weeber+Partner



Foto: Peter Schneider

Einweihungsfeiern in Urbach und Schwaigen-Grafenaschau

zig (2014) besucht werden. Die Stadt Leinfelden-Echterdingen hat im Zusammenhang mit dem jährlich stattfindenden Energietag Baden-Württemberg in ihrem ersten Passivhaus-Kindergarten schon einen Architektentag veranstaltet und möchte das Kinderhaus Aicherweg/Layhweg bei einem nächsten Energietag auch als eines von mehreren öffentlichen Projekten in der Stadt vorstellen.

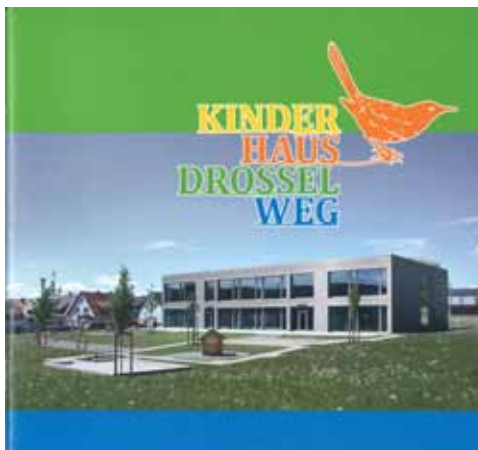
In der Kaufmännischen Schule in Bad Urach finden immer wieder Veranstaltungen statt, die mit der Schule nichts direkt zu tun haben: zum Beispiel eine Ausbildungsmesse, die Abschlussveranstaltung eines Naturschutzprojekts, die Inklusionskonferenz des Landkreises Reutlingen.

Beispiel Kaufmännische Schule Bad Urach: Auszeichnung und Broschüre Baukultur Schwäbische Alb



Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Tübingen, Architektenkammer Baden-Württemberg Kammerbezirk Tübingen (Hrsg.): Baukultur Schwäbische Alb Auszeichnungen 2013

Beispiele Kinderhaus am Drosselweg Urbach: Broschüre zur Einweihung



Gemeinde Urbach (Hrsg.) (2013):
Kinderhaus Drosselweg

Der Bauherrenvertreter des Landkreises ist der Meinung:"Es nützt nichts, nur Presseartikel zu schreiben. Besser ist, Veranstaltungen in die Schule zu holen und die Leute das Haus erleben lassen."

In der Fachwelt vorgestellt werden die Modellvorhaben durch Publikationen und Vorträge der Planungsbeteiligten bei Tagungen. Zum Beispiel wurde die Wustrower Plus-Energie-Kindertagesstätte bereits mehrfach in Fachbüchern veröffentlicht und der Architekt hat für dieses Projekt den PROM des Jahres 2013 in der Kategorie "öffentlich oder sozial genutzte Immobilien" erhalten (eine Initiative der RWE Energiedienstleistungen GmbH für Ener-

Plus-Energie-Kindertagesstätte Wustrow: Veröffentlichungen in Fachbüchern



Rudolf Lückmann (2012): Passivhäuser Schulen und Kindergärten. Musterprojekte, Konstruktionsdetails, Kennwerte. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG.

gieeffizienz, Nachhaltigkeit und soziale Integration bei Immobilien).

Anschluss- und Nachahmerprojekte – wie wird zukünftig gebaut?

Von Interesse ist, welche Konsequenzen die Bauherren aus ihren Erfahrungen mit Planung, Bau und Betrieb der Modellvorhaben im Niedrigstenergiegebäude-Standard für ihre nächsten Bauvorhaben ziehen. Die Ausgangssituationen in den Kommunen waren sehr unterschiedlich, es ging um:

- Umsetzung von kommunalen Passivhaus-Beschlüssen und teilweise kritisches Überdenken dieser Grundsatzent-

scheidungen am Modellvorhaben (wie zum Beispiel in Leipzig, Nürnberg, Ulm),

- Orientierung an verwaltungsinternen Leitlinien (wie zum Beispiel in Erlangen, Urbach),
- objektbezogene Entwicklung des energetischen Standards für das Modellvorhaben (wie zum Beispiel in Lohr, Ravensburg) oder
- Diskussion und Entwicklung zukünftiger kommunaler Standards am Beispiel des Modellvorhabens (wie zum Beispiel in Mainz).

Bisher ist von Bauherrenseite durchgängig zu hören, dass sie sich weiter an dem jeweiligen mit dem Modellvorhaben umgesetzten energetischen Standard orientieren wird. Der Architekt des Urbacher Kinderhauses meint dazu: „So ein Gebäude ist für die Gemeinde richtungsweisend, daran orientiert man sich. Man wird noch schlagkräftiger, wenn man zwei bis drei Jahre Erfahrungszahlen hat.“

Orientierung am mit den Modellvorhaben erprobten Standard heißt für die Bauherren jedoch nicht, dass dieser bei zukünftigen Projekten in absoluter Konsequenz wiederholt werden soll. In Frage stellen Bauherren wie Planer die unbedingte Erreichung des Heizwärmebedarfs von 15 kWh/(m² a) für den Passivhaus-Standard und insbesondere dessen Zertifizierung. Aus Urbach, wo das Kinderhaus zertifiziert wurde und es keinen grundsätzlichen Passivhaus-Beschluss gibt, heißt es vom Bauherrn: „Ob eine Zertifizierung und die 15 kWh/m² unbedingt sein müssen, ist offen. Den Standard wollen wir in diese Richtung halten, aber nicht bis ins letzte Extrem.“ Der Architekt bestätigt, „dass es auf die letzten 15 Watt nicht ankommt.“ In Nürnberg gibt es einen Passivhaus-Beschluss, der städtische Bauherrenvertreter sieht dessen unbedingte Umsetzung bei allen Projekten kritisch: „Mit einem Passivhaus kettet man sich an einen Zahlenwert. Man muss auch die Lage und Umgebung des Gebäudes berücksichtigen.“ Die Projektbeteiligten der Modellvorhaben empfehlen, unter Berücksichtigung der projektspezifischen und lokalen Gegebenheiten im Einzelfall über den energetischen Standard zu entscheiden. Wenn nicht vorgegebene Werte unter allen Umständen erreicht werden müssen, kann man bei Planung und Umsetzung etwas flexibler agieren. Auf maximalen Aufwand zur Erreichung der letzten Zehntel kann im Sinne der Wirtschaftlichkeit verzichtet werden.

In manchen Modellvorhaben-Kommunen ging man davon aus, dass sich mit der EnEV 2014, die der für die Modellvorhaben geltenden EnEV 2009 nachfolgt, die Diskussion über Standards erübrigt hat: „Dann erreicht man mit Mehraufwendungen nicht mehr viel mehr.“ Aber mit der EnEV 2014 werden die primärenergetischen Anforderungen an neu gebaute Nichtwohngebäude erst einmal nur einstufig und moderat ab 1.1.2016 um 25 Prozent verschärft. Bis zu den Standards der Modellvorhaben – KfW-Effizienzhaus 40 und 55 – und dem ab 2019 von der EU-Gebäuderichtlinie vorgegebenen Niedrigstenergiegebäude-Standard für öffentliche Gebäude ist es nach der EnEV 2014 nochmals ein größerer Schritt. Dafür ist – voraussichtlich 2017/18 – eine erneute Novellierung der EnEV erforderlich.

Für zukünftige Projekte sind für die Kommunen nicht nur die Erfahrungen mit dem energetischen Standard insgesamt hilfreich, sondern es geht auch darum, wie sich einzelne Komponenten bewähren. Zum Beispiel soll in Lohr 2016/2017 ein Schul- und Sportzentrum energetisch saniert werden, wofür auch ein Eisspeicher vorgesehen ist.

Erkenntnisse aus dem Betrieb des Eisspeichers der Stadtwerke können bis dahin in die Planung einfließen. Die Stadt Marburg hält für Neubauten am Passivhaus-Standard fest und setzt als Konsequenz aus den Erfahrungen beim Jugend- und Sozialamt eine verbesserte Lüftungstechnik ein.

Weil es in den Kommunen oft nicht so viele Möglichkeiten gibt, neu zu bauen, spielen über den energetischen Standard für Neubauten hinaus zwei andere Bereiche für sie eine wichtige Rolle:

- Standards und Techniken für die energetische Sanierung des Bestandes,
- Gesamtkonzepte für (Schul-)Quartiere als Kombination von Neubau, Sanierung, Energieversorgung (wie zum Beispiel in Bad Urach, Ravensburg, Ulm, Urbach).

Ein weiteres, zum Beispiel in Ulm diskutiertes, Thema bezüglich energetischer Standards ist, ob privaten Bauherren für ihre Neubauten ein bestimmter, über die EnEV hinausgehender Standard vorgeschrieben werden soll. Bislang gibt es in Ulm dazu keine generelle Regelung, sondern dies wird pro Baugebiet entschieden.

Im Überblick: Welche Projekte in den Kommunen der Modellvorhaben anstehen

Bauherren der Modellvorhaben	Anstehende Projekte
Stadt Erlangen	- Es gibt noch eine andere Passivhaus-Kindertagesstätte, die Erfahrungen werden verglichen und fließen in neue Projekte ein. - Aktuell werden eine Kinderkrippe und ein Verwaltungsgebäude für den Bauhof gebaut. - Es gibt einige Anbauten in verbessertem EnEV-Standard.
Stadt Leinfelden-Echterdingen	- Modellvorhaben ist zweiter Passivhaus-Kindergarten. - Für das Neubaugebiet wird noch ein Interimskindergarten gebaut. - Ein weiterer Kindergarten wird mit dem Standard EnEV minus 15 Prozent und Transmissionswärmeverlust EnEV minus 30 Prozent gebaut.
Stadtwerke Lohr	- Stadtwerke selbst planen keine weiteren Neubauten, aber sie wollen Vorbild für andere Projekte in Lohr sein. - Neubau Stadthalle Lohr mit Nahwärmenetz mit benachbartem Freibad. - Energetische Sanierung eines Schul- und Sportzentrums mit einem Eisspeicher.
Universitätsstadt Marburg	- Zwei Kindergärten und eine Schule wurden bereits im Passivhaus-Standard gebaut. - Es entstehen ein weiterer Kindergarten im Passivhaus-Standard und ein Plus-Energie-Kindergarten. - Im Oktober 2014 wurde ein neues Familienzentrum mit Kindertagesstätte begonnen. - Teilweise Umsetzung von Passivhaus-Komponenten bei Bestandssanierungen. - Sanierung einer Grundschule sowie eines Schulkomplexes mit 3.000 m² mit einem Standard von 25 kWh/m².
Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz	- Der Entsorgungsbetrieb selbst baut selten. - Gewählter Standard wird zum Maßstab für zukünftige städtische Projekte.
Stadt Nürnberg	- Zeitgleich zum Modellvorhaben wurde noch eine Dreifach-Sporthalle im Passivhaus-Standard gebaut. - wbg Nürnberg baute 2012/2013 acht neue Kindertagesstätten, mindestens vier davon im Passivhaus-Standard. - Auch die Stadt Nürnberg hat Passivhaus-Kindertagesstätten in Planung, aber die Nutzer sind skeptisch. - Eine Kindertagesstätte wird generalsaniert und die Hochschule für Musik saniert und erweitert, beides im Standard EnEV minus 30 Prozent. - Bei einem großen Projekt im Bestand mit Denkmalschutz geht kein Passivhaus.
Stadt Ravensburg	- Geplant ist eine Faktor10-Sanierung der an das Modellvorhaben angrenzenden Schule. - Im Bereich der Schulen liegt der Investitionsschwerpunkt auf der Sanierung bestehender Gebäude. - Das Kunstmuseum ist auch ein Passivhaus. - Ein Verwaltungsgebäude der Stadt, für das im Frühsommer 2014 der Wettbewerb lief, ist auch als Passivhaus geplant. - Es gibt (private) Bürogebäude, die beim energetischen Standard nachziehen.
Landratsamt Reutlingen	- Neubau einer Straßenmeisterei mit regenerativer Wärmeversorgung über Holzhackschnitzel aus dem eigenen Betrieb. - Neubau von Asylbewerberunterkünften in Zusammenarbeit mit einem Fertighaushersteller – in einfachstem Standard, für zeitlich begrenzte Nutzung. - Eine Schule wird mit 24 Klassenzimmern erweitert. - Ein größeres Verwaltungsgebäude steht an, eventuell wird dazu etwas angemietet. - Das zum Modellvorhaben benachbarte Kinderhaus der Stadt wurde auch mit einem energetisch hohen Standard gebaut.
Gemeinde Schwaigen-Grafenaschau	Neubau Mehrzweckhalle mit Räumlichkeiten für den Schützenverein im Untergeschoss; wird zusammen mit dem bestehenden Feuerwehrhaus mit Holzpellets beheizt.
Stadt Ulm	- Modellvorhaben ist das erste größere Passivhaus-Projekt, davor gab es nur einen Kindergarten, zwischenzeitlich noch eine Sporthalle. - Zwei weitere Kindergärten werden als Passivhaus geplant, gebaut und zertifiziert. - Am Kuhberg ist nach den Neubauten eine Sanierung der Bestandsbauten geplant, begonnen wird mit zwei Hauptgebäuden.
Gemeinde Urbach	- In einem Wohngebäude der Kreisbaugesellschaft nutzt die Gemeinde im Erdgeschoss zwei Mietwohnungen für einen weiteren Kindergarten, das Gebäude wird im EnEV-Standard gebaut. - Überlegung, einen alten, energetisch schlechten Kindergarten zu schließen, dann stellt sich Frage ob Neubau, Sanierung, Verlagerung.
Gemeinde Ostseebad Wustrow	- Gemeinde überlegt, bezahlbaren Wohnungsbau zu bauen, standardmäßig nach EnEV. - Neubauten kommunaler und sozialer Infrastruktur sind nicht geplant. - In der Nachbarschaft zum Modellvorhaben gibt es ein altes Gemeindezentrum, dazu wird eine Studie gemacht, was man daraus machen kann.

4 Die Modellvorhaben



Erlangen: Städtisches Kinderhaus Stadtinsel Bayern

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Erlangen
Architektur: Stadt Erlangen, Amt f.
Gebäudemanagement
Statik: Dr. Kreutz+Partner, Nürnberg
HLS: H+S Ingenieure GmbH, Nürnberg
Elektro: Ingenieurbüro Blomeier,
Nürnberg
Energieplanung: iaoe, Regensburg

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 854 m²
Baukosten KG 300 (netto): 1.096.882 €
Baukosten KG 400 (netto): 370.450 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.718 €/m²
Gesamtkosten (netto): 1.759.468 €
Baufertigstellung: Oktober 2012

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 16 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 41 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 124 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 67 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: 82 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,13 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
0,90 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,12 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,17 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle:
0,17 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Sole-Wasser-Wärmepumpe: 17 kW
3 Sonden mit je 85 m Bohrtiefe
Lüftungsanlage: max. 2,13 kW,
max. 3.400 m³/h, WRG 81 %
Passive Kühlung über Solekreislauf:
13 kW

Der Neubau in der Erlanger Innenstadt ist ein Ersatzbau für einen Kindergarten am selben Standort. Die Sanierung des Bestandes war als unwirtschaftlich bewertet worden. Im neuen, zweigeschossigen Kindergarten wurden eine Krippengruppe für Kin-



Fotos: Stadt Erlangen (oben), Weeber+Partner

der unter drei Jahren und drei Kindergartengruppen für Kinder ab drei Jahren eingerichtet. Im Juli 2011 wurde mit dem Bau begonnen, die Fertigstellung erfolgte im Oktober 2012. Seit November 2012 ist der Kindergarten in Betrieb.

Leinfelden-Echterdingen: Kinderhaus Aicherweg / Layhweg Baden-Württemberg

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Leinfelden-Echterdingen
Architektur: BSS Architekten, Nürnberg
Statik: Merz Kley Partner ZT GmbH,
Dornbirn

HLS: Ingenieurbüro Ralf Appel, Tamm
Bauphysik: Gutbrod Bau Physik,
Markgröningen
Elektro: Mueck & Schaber, Holzgerlingen

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 721 m²
Baukosten KG 300 (netto): 983.689 €
Baukosten KG 400 (netto): 259.778 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.724 €/m²
Gesamtkosten (netto): 1.814.332 €
Baufertigstellung: März 2013

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 47 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 51 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p:
186 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 73 %

Energieträger

Bezug: Erdgas, Solarenergie
Anteil erneuerbarer Energien: 21 %
(ohne PV-Anlage)
Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,11 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
0,80 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,09 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,11 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Gas-Brennwert-Kessel: 40 kW
Nennleistung
Photovoltaik-Anlage: 11,4 kWp,
Ertrag 10.760 kWh/a
Solarthermie-Anlage: 12 m²,
Ertrag 7.800 kWh/a



Fotos: Weeber+Partner

Mit dem Neubau des Kinderhauses wird in Echterdingen das Betreuungsangebot insbesondere für Kinder unter drei Jahren ausgebaut. Das in ein Neubaugebiet eingebundene Kinderhaus bietet Platz für 90 Kinder, davon sind 30 Kleinkinderplätze. Für den Kindergartenbereich im zweiten Oberge-

schoss gibt es ein offenes Konzept – mit Themenräumen zum Bauen und Konstruieren, für Rollenspiele, zum Lesen, mit einer Werkstatt. Im September 2011 war Baubeginn, Anfang Februar 2013 ging das Kinderhaus teilweise in Betrieb und wurde im März 2013 komplett fertiggestellt.

Urbach: Kinderhaus am Drosselweg Baden-Württemberg

Projektbeteiligte

Bauherr: Gemeinde Urbach
 Architektur: j+j Planconcept GmbH,
 Urbach
 Statik: Mihatsch Ingenieurbüro für
 Bauwesen, Urbach
 HLS: Clauss + Partner, Esslingen am
 Neckar
 Elektro: Ingenieurbüro Andreas Daiss,
 Urbach
 Passivhaus-Zertifizierung: ebök, Tübingen



Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 1.155 m²
 Baukosten KG 300 (netto): 1.160.000 €
 Baukosten KG 400 (netto): 298.000 €
 Baukosten KG 300/400 (netto): 1.263 €/m²
 Gesamtkosten (netto): 2.909.000 €
 Baufertigstellung: März 2013

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 44 kWh/(m² a)
 Primärenergiebedarf Q_p: 83 kWh/(m² a)
 EnEV-Anforderungswert Q_p:
 164 kWh/(m² a)
 Unterschreitung EnEV: 49 %



Energieträger

Bezug: Erdgas, Solarenergie
 Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,13 W/m²K
 U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
 0,73 W/m²K
 U-Wert Dachfläche: 0,07 /m²K
 U-Wert Bodenplatte: 0,11 W/m²K



Fotos: Weeber+Partner

Kennwerte Gebäudetechnik

Blockheizkraftwerk
 Photovoltaik-Anlage: 24 kWp

Das neue Kinderhaus liegt in einer Ortsrandlage von Urbach in Nachbarschaft einer Grundschule und Sporthalle und ist von Streuobstwiesen umgeben. Anlass für den Neubau ist der Ausbau der Kinderbetreuung für unter 3-Jährige. Geplant wurde das Haus erst für 40 Kinder, umgesetzt schließlich für 60 Kinder.

In den beiden Geschossen gibt es jeweils zwei Gruppenbereiche zu denen Gruppenraum, Nebenraum, Schlafraum und Sanitärbereich gehören. Mit dem Bau des Kinderhauses wurde im September 2011 begonnen, Anfang 2013 ging ein Teilbereich in die Nutzung und im März 2013 wurde das Kinderhaus fertiggestellt.

Wustrow: Plus-Energie-Kindertagesstätte Mecklenburg-Vorpommern

Projektbeteiligte

Bauherr: Gemeinde Ostseebad Wustrow
Architektur: Buttler Architekten, Rostock
Statik: Ingenieurbüro Schur, Elmenhorst
HLS: HKS Ingenieurbüro Ehlert, Rostock
Elektro: Ingenieurbüro Babendererde, Elmenhorst
Energieplanung: IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, Köln

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 958 m²
Baukosten KG 300 (netto): 1.069.838 €
Baukosten KG 400 (netto): 570.231 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.712 €/m²
Gesamtkosten (netto): 2.205.933 €
Baufertigstellung: Dezember 2011

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 37 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 26 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p:
139 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 81 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme, Solarenergie
Anteil erneuerbarer Energien: 100 %
Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,12 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
0,90 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,10 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,11 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Erdsonden
Sole-Wasser-Wärmepumpe
RLT-Anlage: 1.100 W bei 2.500 m³/h
Photovoltaik-Anl.: 36.137 kWh Jahresertr.
Solarthermie-Anlage: 6 Flachkollektoren

Die Kindertagesstätte mit Kinderkrippe, Kindergarten und Hort für 113 Kinder liegt im Zentrum des Ostseebads Wustrow. Sie dient auch den Familien aus der Nachbargemeinde Ahrenshoop. Gründe für den Neubau waren die steigende Anzahl von Kindern, der stark sanierungsbedürftige Zustand der beiden früheren Kindergärten und die Absicht, beide Standorte zusammen zu legen. Auf dem vorderen Teil des



Fotos: Weeber+Partner

Grundstücks befindet sich ein denkmalgeschützter Altbau, der als Jugend- und Seniorenzentrum genutzt wird. Die Kindertagesstätte ist seit Anfang 2012 in Betrieb. Sie ist das erste Plus-Energie-Gebäude in Mecklenburg-Vorpommern und wurde vielfach veröffentlicht. Der Architekt hat dafür den PROM des Jahres 2013 in der Kategorie „öffentlich oder sozial genutzte Immobilien“ erhalten.

Bad Urach: Kaufmännische Schule Baden-Württemberg

Projektbeteiligte

Bauherr: Landratsamt Reutlingen
Architektur: ArGe KSBU, Pfullingen
Statik: Ade-Fritz, Metzingen
HLS, Bauphysik, Monitoring:
ebök, Tübingen
Elektro: Heusel + Siess, Reutlingen

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 4.645 m²
Baukosten KG 300 (netto): 4.447.086 €
Baukosten KG 400 (netto): 1.669.041 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.317 €/m²
Gesamtkosten (netto): 9. 306.448 €
Baufertigstellung: August 2012

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 44 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 37 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p:
93 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 60 %

Energieträger

Bezug: Holzpellets, Strom
Anteil erneuerbarer Energien:
100 % (für Wärme)

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,11 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
0,86 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,10 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,16 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle:
0,26 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Lüftungsanlage: 2 x 7,5 kW, 18.00 m³/h, ca.
90 % WRG
Holzpelletsanlage: 80 kW
Solarthermie-Anlage

Der Neubau der Kaufmännischen Schule mit Wirtschaftsgymnasium, Berufsfachschule, Berufskolleg und kaufmännischer Berufsschule im östlich an die Innenstadt Bad Urachs angrenzenden Stadtgebiet wurde notwendig, weil Bestandsgebäude am selben Standort nicht mehr wirtschaftlich zu sanieren waren. Trotz des demografischen Wandels wird es an der Berufsschule durch neue Schulkonzepte und -module weiterhin großen Platzbedarf geben, seit 2012 gibt es



Fotos: Weeber+Partner

zum Beispiel eine erste Inklusionsklasse. Die Kaufmännische Schule hat mit Schuljahresbeginn 2012/2013 den Schulbetrieb aufgenommen. 2013 hat die Schule im Rahmen des Auszeichnungsverfahrens Baukultur Schwäbische Alb einen Preis erhalten und 2014 wurde sie im Auszeichnungsverfahren Beispielhaftes Bauen im Landkreis Reutlingen der Architektenkammer Baden-Württemberg ausgewählt.

Leipzig: Erich-Kästner-Schule und Dreifeldsporthalle Sachsen

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Leipzig
Generalplaner: pbr Planungsbüro Rohling AG, Magdeburg
Bauphysik: Krämer-Evers, Osnabrück

Gebäudekennwerte Schule / Sporthalle

Nettogrundfläche: 5.405 / 2.035 m²
Baukosten KG 300 (netto): 7.248.655 €
Baukosten KG 400 (netto): 1.719.916 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.205 €/m²
Gesamtkosten (netto): 12.352.689 €
Baufertigstellung: Juni 2013

Energieeffizienz geplant Schule / Sporthalle

Endenergiebedarf: 39 / 38 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p:
56 / 79 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p:
110 / 147 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 49 / 46 %

Energieträger

Bezug: Erdgas, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: 5 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,12 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
< 0,85 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,12 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,13 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Gas-Brennwert-Therme: 235 kW
Spiralkollektoren: 11 kW



Fotos: Weeber+Partner

Die Erich-Kästner-Schule wurde als vierzügige Grundschule mit Hort und Dreifeldsporthalle in der Innenstadt Leipzigs neu gebaut. Die Sporthalle wird nicht nur von der Schule, sondern auch von Vereinen genutzt. Das bisherige Schulgebäude in unmittelbarer Nachbarschaft des

Neubaus war veraltet und konnte die Anforderungen eines modernen Schulkonzepts nicht mehr erfüllen. Mit dem Neubau wurde im April 2011 begonnen, die Fertigstellung erfolgte im Juni 2013. Seit Schuljahresbeginn 2013/2014 sind Schule, Hort und Sporthalle in vollem Betrieb.

Nürnberg: Dreifachsporthalle und Erweiterung Dürer-Gymnasium Bayern

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Nürnberg
 Architektur: baurconsult, Haßfurt
 Statik: pss, Nürnberg
 HLS: Koppe, Nürnberg
 Bauphysik, Monitoring: Ing+Arch, Ehingen

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 3.239 m²
 Baukosten KG 300 (netto): 4.832.506 €
 Baukosten KG 400 (netto): 1.329.543 €
 Baukosten KG 300/400 (netto): 1.902 €/m²
 Gesamtkosten (netto): 9.882.730 €
 Baufertigstellung: September 2013

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 89 kWh/(m² a)
 Primärenergiebedarf Q_p: 59 kWh/(m² a)
 EnEV-Anforderungswert Q_p:
 171 kWh/(m² a)
 Unterschreitung EnEV: 65 %

Energieträger

Bezug: Fernwärme, Strom
 Anteil erneuerbarer Energien: 0 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,17 W/m²K
 U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
 0,95 W/m²K
 U-Wert Dachfläche: 0,12 W/m²K
 U-Wert Bodenplatte: 0,13 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Lüftungsanlage Klassentrakt: 32 kW,
 6.300 m³/h
 Lüftungsanlage Sporthalle: 65 kW,
 12.000 m³/h
 Lüftungsanlage Umkleiden: 24 kW,
 750 m³/h
 Fernwärme: Nennleistung Q_N 40 kW
 Wärmetauscher: 240 kW

Das westlich der Nürnberger Altstadt im Quartier Bärenschanze – nahe dem Ufer der Pegnitz – liegende Dürer-Gymnasium hat einen Erweiterungsbau mit einer über das Unter- und Erdgeschoss reichenden Dreifachsporthalle und einem Klassentrakt im ersten Obergeschoss mit acht Klassenräumen, einem Mehrzweckraum und verschiedenen Nebenräumen erhalten. Aus der unmittelbaren Nachbar-



Fotos: Weeber+Partner

schaft zur Justizvollzugsanstalt haben sich Anforderungen an den Entwurf ergeben: Gebäudehöhe, Sichtschutzwände, keine Fenster auf zur Justizvollzugsanstalt orientierten Gebäudeseite. Im September 2009 wurde mit dem Bau begonnen, weitestgehende Fertigstellung und Nutzungsbeginn waren im September 2013, Restarbeiten wurden danach abgeschlossen.

Ulm: Erweiterung Schulzentrum Kuhberg Schul- und Mensagebäude Baden-Württemberg

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Ulm
 Architektur: Meyer & Partner, Bayreuth
 Statik: Ingenieurbau Häussler,
 Illerkirchberg
 HLS: Schreiber Ingenieure Gebäudetechnik GmbH, Ulm
 Bauphysik: ebök, Tübingen
 Elektro: Conplaning GmbH, Ulm
 Projektsteuerung: Drees & Sommer



Gebäudekennwerte Schule / Mensa

Nettogrundfläche: 4.900 / 1.026 m²
 Baukosten KG 300 (netto):
 5.800.000 / 1.552.000 €
 Baukosten KG 400 (netto):
 2.062.000 / 1.496.000 €
 Baukosten KG 300/400 (netto):
 1.604 / 2.971 €/m²
 Gesamtkosten (netto):
 10.909.000 / 3.880.000 €
 Baufertigstellung: Januar 2014



Energieeffizienz geplant Schule / Mensa

Endenergiebedarf: 44 / 72 kWh/(m² a)
 Primärenergiebedarf Q_p:
 45 / 81 kWh/(m² a)
 EnEV-Anforderungswert Q_p:
 129 / 207 kWh/(m² a)
 Unterschreitung EnEV: 65 / 61 %

Energieträger

Bezug: Fernwärme, Solarenergie, Strom
 Anteil erneuerbarer Energien:
 Fernwärme 40 %, Strom 100 %
 Einspeisung: Strom



Fotos: Weeber+Partner

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,12 / 0,12 W/m²K
 U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
 0,72 / 0,80 W/m²K
 U-Wert Dachfläche: 0,09 / 0,09 W/m²K
 U-Wert Bodenplatte: 0,13 / 0,14 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Photovoltaik-Anlage: 85 kWp, 563 m²
 Modulfläche

Das Ulmer Schulzentrum Kuhberg, das mit 7.000 Schülerinnen und Schülern eines der größten Schulzentren Baden-Württembergs ist, wurde im Bereich der gewerblichen Schulen um ein dreigeschossiges Schulgebäude und ein zweigeschossiges Mensagebäude erweitert. Die neue Mensa

für den gesamten Schulbereich ist für 1.000 Essen in vier Schichten ausgelegt. Ziel der Stadt Ulm ist, weitere Innenstadtteinrichtungen an den Kuhberg zu bringen. Mit den Neubauten wurde im Dezember 2011 begonnen. Seit Februar 2014 sind Schule und Mensa in Nutzung.

Ravensburg: Schülermensa Grundschule Weststadt Baden-Württemberg

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadt Ravensburg
Architektur: Elwert & Stottele, Ravensburg
HLS: Lang + Lang, Ravensburg
Bauphysik, Passivhaus-Planung: ebök, Tübingen
Elektro: Ingenieurbüro Schwarz, Grünkraut
Passivhaus-Zertifizierung: eza!, Kempten

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 239 m²
Baukosten KG 300 (netto): 423.008 €
Baukosten KG 400 (netto): 186.079 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 2.548 €/m²
Gesamtkosten (netto): 797.140 €
Baufertigstellung: September 2011

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 82 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 121 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 237 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 49 %

Energieträger

Bezug: Erdgas, Strom, Solarenergie
Anteil erneuerbarer Energien: ca. 55 %
Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,10 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 0,78 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,08 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,08 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle: 0,17 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Lüftungsanlage: 8,7 kW, 2.780 m³/h,
82 % WRG
Photovoltaik-Anlage: max. 6 kW, 93 m²



Fotos: Weeber+Partner

Der Neubau einer Mensa für die Grundschule in der Ravensburger Weststadt wurde als Anbau an das bestehende Schulgebäude realisiert und fügt sich damit zwischen Schule (noch unsaniert) und Sporthalle (bereits energetisch saniert) ein. Das neue Gebäude wird hauptsächlich als Mensa genutzt, in zwei Schichten wird für 140

Schülerinnen und Schüler Essen ausgegeben. Es ist eine Ausgabe- und Spülküche eingerichtet, eine Warmzubereitung des Essens vor Ort ist nicht geplant, aber nachrüstbar. Mit dem Bau wurde im März 2011 begonnen, die Mensa ist zum Schuljahresbeginn 2011/2012 in Betrieb gegangen.

Berlin-Spandau: Sportzentrum (Anwärter) Berlin

Projektbeteiligte

Bauherr: Turn- und Sportverein Spandau
1860 e.V.

Planung: Ingenieurbüro casa, Berlin
HLS: Schiller & Drobka GmbH, Bad Belzig
Projektsteuerung: Spreeplan GmbH,
Berlin

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 1.589 m²
Baukosten KG 300 (netto): 1.841.570 €
Baukosten KG 400 (netto): 589.554 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.530 €/m²
Gesamtkosten (netto): 2.500.000 €
Geplante Baufertigstellung: offen

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 188 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 187 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 504 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 63 %

Energieträger

Bezug: Erdgas, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: 38 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,15 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 1,0 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,17 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,20 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Blockheizkraftwerk
Solarthermie-Anlage



Fotos: Weeber+Partner, TSV Spandau

Das geplante Sportzentrum liegt auf einem bisherigen Parkplatz im Falkenhager Feld im Bezirk Berlin-Spandau. In diesem Ortsteil mit ca. 35.000 Einwohnern leben sehr viele benachteiligte Bevölkerungsgruppen. Das Gelände wurde von dem Turn- und Sportverein TSV Spandau für einen symbolischen Preis von einem Euro vom Bezirk gekauft. Zum Nutzungsprogramm gehört ein umfangreiches Sportangebot, das durch Angebote zur Gesundheitsförderung, zur Begegnung und zum Lernen ergänzt wird. Die Baugenehmigung lag be-

reits vor. Die Beantragung der Fördermittel war aufwändig und langwierig, 2013 hat der TSV positive Bescheide der Sportförderung und für die Kreditaufnahme bekommen. Erste Ausschreibungsergebnisse führten zu erheblich höheren Kosten, die der Verein nicht selbst tragen kann, so dass Nachverhandlungen mit dem Fördermittelgeber aufgenommen wurden. Im Sommer 2014 ist eine Umplanung zu einem Sportzentrum mit Sport-Kindertagesstätte vorgesehen.

Lohr: Verwaltungs- und Betriebsgebäude der Stadtwerke Bayern

Projektbeteiligte

Bauherr: Stadtwerke Lohr a. Main
Planung, Statik, Bauphysik:
Ingenieurbüro Ruf, Lohr a. Main
HLS: Ingenieurbüro Zinßer,
Marktheidenfeld
Elektro: Ingenieurbüro Zink, Höchberg

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 1.981 m²
Baukosten KG 300 (netto): 2.150.000 €
Baukosten KG 400 (netto): 830.000 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.504 €/m²
Gesamtkosten (netto): 3.800.000 €
Baufertigstellung: Juni 2013

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 17 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 45 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 156 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 71 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme
Anteil erneuerbarer Energien: 100 %
Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,11 bzw. 0,20 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):
0,80 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,11 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,18 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle:
0,18 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Eisspeicher: 156 m³, 4.400 kWh/a
Energiepfähle: 102 Stück, 4.500 kWh/a
Photovoltaik-Anlage: 100 kW, 1.100 m²



Fotos: Weeber+Partner

Die Stadtwerke Lohr haben die Aufgabe, die Stadt mit Trinkwasser zu versorgen und das Abwasser zu beseitigen, außerdem betreiben sie die Lohrer Parkhäuser und den örtlichen Busverkehr. Ihr neues Verwaltungs- und Betriebsgebäude mit Werkstatt und Lager liegt in einem Mischgebiet südlich der

Lohrer Innenstadt. In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich eine Zimmerei und eine Gärtnerei. Mit vorbereitenden Maßnahmen wurde im Dezember 2011 begonnen, im Juli 2013 haben die Stadtwerke das Gebäude bezogen.

Mainz: Umweltbildungszentrum (Anwärter) Rheinland-Pfalz

Projektbeteiligte

Bauherr: Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz
Architektur: Ries + Ries, Budenheim
Statik: IBC Ingenieurbau-Consult GmbH, Mainz
HLS: Scheithauer, Oberneisen
Elektro: AH Ingenieurgesellschaft, Klein-Winternheim
Energieplanung: Innax Plan GmbH, Ingelheim;
IBC Ingenieurbau-Consult GmbH, Mainz



Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 504 m²
Baukosten KG 300 (netto): 643.000 €
Baukosten KG 400 (netto): 305.000 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.880 €/m²
Gesamtkosten (netto): 1.600.000 €
Geplante Baufertigstellung: offen



Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 35 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 89 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 196 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 55 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: 50 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,13 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 0,85 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,13 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,17 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle: 0,22 W/m²K (HT)



Fotos: Weeber+Partner, Visualisierung Ries + Ries

Kennwerte Gebäudetechnik

Luft-Wärmepumpe
Photovoltaik-Anlage (zu Demonstrationszwecken)
Klein-Windkraftanlage (zu Demonstrationszwecken)

Das neue Umweltbildungszentrum ist vor allem ein außerschulischer Lernort für Kinder mit einer Ausstellung zur energetischen Nutzung von Biomasse und ergänzend zu Restabfall. Das Bildungsangebot richtet sich an die Klassenstufen drei bis sechs. Das Zentrum soll auch für Erwachsenenbildung genutzt werden. Der Neubau liegt in extremer Hanglage in einem Steinbruch oberhalb des Rheins auf dem früheren Gelände der HeidelbergCement.

Das Umweltbildungszentrum ist ein Projekt des Wirtschaftsbetriebs Mainz und des Entsorgungsbetriebs der Stadt Mainz, eingebunden ist auch das Umweltamt der Stadt Mainz. Anfang 2013 wurde mit Erdarbeiten begonnen. Nachdem die ersten Ausschreibungsergebnisse im Frühjahr 2014 das Budget weit überschritten haben, wurde eine Überplanung des Gebäudes beauftragt. Vorgesehen ist die Verwendung von Recycling-Beton.

Marburg: Ergänztender Neubau Jugend- und Sozialamt Hessen

Projektbeteiligte

Bauherr: Universitätsstadt Marburg
Architektur: aplus, Gießen
Statik, PHPP-Nachweis: HAZ, Marburg
HLS: Ingenieurbüro Dönges, Biebertal
Elektro: Schaub und Kühn, Kirchhain

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 833 m²
Baukosten KG 300 (netto): 1.037.579 €
Baukosten KG 400 (netto): 280.303 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.582 €/m²
Gesamtkosten (netto): 1.577.229 Euro
Baufertigstellung: Januar 2012

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 76 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 83 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 151 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 45 %

Energieträger

Bezug: Holzpellets, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: 100 %
Einspeisung: Strom

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,14 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 0,90 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,12 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,14 W/m²K
mittlerer U-Wert der Gebäudehülle: 0,28 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Holzpelletsheizung: 16,3 kW
Lüftungsanlage: 9,6 kW, 1540 m³/h,
WRG 87 %
Photovoltaik-Anlage (extern betrieben):
25 kW



Fotos: Weeber+Partner

Das Jugend- und Sozialamt der Universitätsstadt Marburg befindet sich in innerstädtischer Lage auf einem Eckgrundstück. Der bisherige Seitenflügel wurde abgerissen und wird durch den dreigeschossigen Neubau ersetzt. Gleichzeitig wurden das Hauptgebäude aus den 1950er Jahren ener-

getisch saniert und ein eingeschossiger Eingangsbereich ergänzt. Über den Aufzug im Neubau wurden auch alle Bereiche des Bestandsgebäudes barrierefrei erschlossen. Baubeginn war im März 2010 und im Januar 2012 wurde das Gebäude fertiggestellt.

Schwaigen-Grafenaschau: Rathaus mit Kindergarten Bayern

Projektbeteiligte

Bauherr: Gemeinde
Schwaigen-Grafenaschau
Architektur, Bauphysik:
Kottermair & Rebholz, Murnau
Statik: Ingenieurbüro Anton Klöck, Murnau
HLS: Edenhofer+Partner, Weilheim;
TEGAplan, Murnau
Elektro: Ingenieurbüro Jeglinsky, Weilheim

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 495 m²
Baukosten KG 300 (netto): 655.000 €
Baukosten KG 400 (netto): 150.000 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.626 €/m²
Gesamtkosten (netto): 1.125.000 €
Baufertigstellung: September 2012

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 23 kWh/(m² a)
Primärenergiebedarf Q_p: 61 kWh/(m² a)
EnEV-Anforderungswert Q_p: 138 kWh/(m² a)
Unterschreitung EnEV: 56 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: bis 100 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,22 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 0,80 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,16 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,15 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Sole-Wasser-Wärmepumpe: 17,1 kW



Fotos: Weeber+Partner

Die Gemeinde Schwaigen-Grafenaschau mit 680 Einwohnern gehört zur Verwaltungsgemeinschaft mit Ohlstadt. Sie liegt in Oberbayern in einer von Wäldern, Grünland und Mooren geprägten Landschaft mit kleinen Dörfern und Weilern, nahe zu Murnau am Staffelsee. Mit dem neuen Kindergarten mit Krippe will die Gemeinde bessere Voraussetzungen für den Zuzug von Familien mit Kindern schaffen. Da auch die

Gemeindeverwaltung Bedarf an geeigneten Räumen hat, wurde das zentral gelegene nicht länger benutzbare alte Gebäude abgebrochen und ein Neubau erstellt. Ein denkmalwürdiges kleines Waschhaus wurde erhalten und wird als Spielhaus genutzt. Der Neubau wird auch zur städtebaulichen Aufwertung des Standortes genutzt. Der Altbau wurde 2011 abgerissen, der Neubau wird seit September 2012 genutzt.

Frankfurt: Klinikum Frankfurt Höchst Hessen

Projektbeteiligte

Bauherr: Zentrale
Errichtungsgesellschaft mbH
Architektur: woerner traxler richter,
Frankfurt am Main
Technische Ausrüstung: Brendel Ingenieure AG
Passivhausplanung: FAAG Technik GmbH

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 69.937 m² (beheizt)
(Stand 7/2014)
Baukosten KG 300 (netto): 75.674.297 €
Baukosten KG 400 (netto): 61.645.789 €
Baukosten KG 300/400 (netto): 1.963 €/m²
Gesamtkosten (netto): 181.092.436 €
Geplante Baufertigstellung: offen

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: ca. 90 kWh/(m²EBF a)
Primärenergiebedarf Q_p:
ca. 155 kWh/(m²EBF a)
EnEV-Anforderungswert Q_p:
noch keine Angaben
Unterschreitung EnEV: ca. 50 %
(Berechnung mit dem PHPP, Stand
Leistungsphase 2)

Energieträger

Bezug: Biogas, Erdgas, Strom
Anteil erneuerbarer Energien: Ziel 50 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,15 W/m²K
U-Wert Fenster (inkl. Rahmen): 0,80 W/m²K
U-Wert Dachfläche: 0,15 W/m²K
U-Wert Bodenplatte: 0,21 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Gas-Brennwertkessel, Blockheizkraftwerk
Kompressionskälte



Visualisierung: woerner traxler richter

Das Klinikum Frankfurt Höchst hat eine über 150-jährige Tradition und ist ein wichtiger Ankerpunkt im Stadtteil Höchst. Weil die Bestandsgebäude nicht mehr den heutigen Anforderungen und Bedarfen entsprechen, wird das Klinikum neu gebaut. Es entsteht ein 7-geschossiger gegliederter Baukörper mit Betten- und Funktionstrakten, ausgelegt als Krankenhaus der Maximalversorgung. Der Neubau ist für ca. 33.000 stationäre und ca. 70.000 ambulante Patienten pro Jahr vorgesehen, 2.000 Beschäftigte arbeiten dort. 2009 wurde die Zentrale Errich-

tungsgesellschaft mbH gegründet, die für alle Baumaßnahmen des Klinikums verantwortlich ist und Eigentümerin des Neubaus wird. Parallel zur Vorplanung und Entwurfsplanung des Neubaus wurde im Sommer 2011 mit Abbruchmaßnahmen begonnen. 2013 wurde die Fusion mit dem benachbarten Kreiskrankenhaus geprüft, so dass die weiteren Planungen aufgeschoben wurden. Im April 2014 wurden die Planungen wieder aufgenommen, der Bauantrag soll im Dezember 2014 eingereicht werden. Für Ende 2015 ist ein Spatenstich vorgesehen.

München: Teilersatzneubau Klinikum Harlaching (1. BA)

Bayern

Projektbeteiligte

Bauherr: Städtisches Klinikum München GmbH

Architektur: Schuster Pechtold Schmidt mit Gottfried Hansjakob, München

HLS: Brendel Ingenieure Dresden GmbH, Dresden

Bauphysik: W. Sorge Ingenieurbüro für Bauphysik

Projektsteuerung: SPM Stein Projektmanagement



Ansicht: SPS Architekten

Gebäudekennwerte

Nettogrundfläche: 35.500 m²

Baukosten KG 300 (netto): 46.300.000 €

Baukosten KG 400 (netto): 46.300.000 €

Baukosten KG 300/400 (netto): 2.608 €/m²

Gesamtkosten (netto): 137.078.000 €

Geplante Baufertigstellung: offen

Energieeffizienz geplant

Endenergiebedarf: 225 kWh/(m² a)

Primärenergiebedarf Q_p: 180 kWh/(m² a)

EnEV-Anforderungswert Q_p: 330 kWh/(m² a)

Unterschreitung EnEV: 45 %

Energieträger

Bezug: Umweltwärme, Fernwärme, Erdgas, Strom

Anteil erneuerbarer Energien: 50 %

Kennwerte Gebäudehülle

U-Wert Außenwände: 0,12 / 0,19 W/m²K

U-Wert Fenster (inkl. Rahmen):

0,70-0,80 / 1,00-1,30 W/m²K

U-Wert Dachfläche: 0,10 / 0,15 W/m²K

U-Wert Bodenplatte: 0,32 W/m²K

Kennwerte Gebäudetechnik

Blockheizkraftwerk

Solarthermie-Anlage

Das zum Städtischen Klinikum München gehörende Klinikum Harlaching – das akademische Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität – hat eine lange Tradition als Gesundheitsstandort. Es trägt als Akutkrankenhaus der Maximalversorgung maßgeblich zur medizinischen Versorgung der Menschen im Münchner Süden bei und hat einen Einzugsbereich von ganz Oberbayern und darüber hinaus. Der erste Bauabschnitt des Teilersatzneubaus des Klinikums mit insgesamt 354 Betten soll einen operativen Schwerpunkt haben

und ein Zentrum für Mutter, Kind und Familie enthalten. Geplant ist ein fünfgeschossiger Gebäudekomplex mit zwei weiteren Untergeschossen.

2013 wurde die gleichzeitige Umsetzung beider Bauabschnitte geprüft. Im Sommer 2014 hat der Münchner Stadtrat die Umsetzung eines Sanierungskonzepts für das gesamte Städtische Klinikum beschlossen, das eine Umstrukturierung aller fünf Standorte vorsieht. Damit ist vorerst offen, wie es mit der Planung für den Neubau in Harlaching weitergeht.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen



Foto: Weeber+Partner

Leipzig: Modell



Foto: Weeber+Partner

Lohr: Bau von Eisspeicher und Energiepfählen



Foto: Weeber+Partner

Erlangen: Monitoring



Foto: Weeber+Partner

Urbach: Kinderhaus am Drosselweg

5.1 Modifikatoren für den Bau von Niedrigstenergiegebäuden

Ein Niedrigstenergiegebäude ist in Planung, Bau und Betrieb ein komplexes System. Ob es sein Ziel – eine hohe Energieeffizienz – erreicht, wird von ganz verschiedenen Einflussgrößen bestimmt. Bei der Sensitivitätsanalyse der Modellvorhaben werden die Wirkungen und Interdependenzen der zwölf relevanten Einflussgrößen auf die Energieeffizienz untersucht. Eine hohe Aktivsumme (AS) – Positionierung im oberen Bereich des Diagramms – bedeutet, dass dieser Parameter große Auswirkungen auf andere Parameter hat. Eine geringe Passivsumme (PS) – Positionierung im unteren Bereich des Diagramms – steht für geringe gegenseitige Auswirkungen.

Die Identifikation der unterschiedlich wirkenden Parameter zeigt,

- wo bei den Modellvorhaben die wichtigen Schalthebel zur Erreichung des Niedrigstenergiegebäude-Standards liegen,
- welche Parameter bei ihrer Ausgestaltung große Auswirkungen auf andere

haben und deren Veränderungen erforderlich machen,

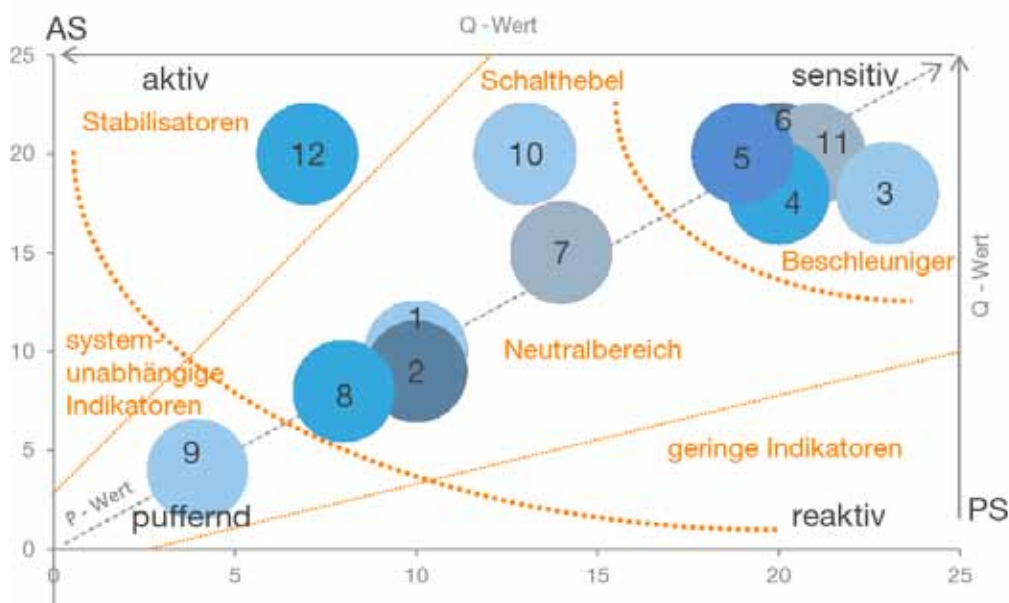
- auf welche Einflussgrößen besondere Sorgfalt gelegt werden muss
- und in welchen Bereichen sich Anstrengungen zur Optimierung besonders lohnen.

Die hohe Energieeffizienz ist ein (Erfolgs-) Faktor eines Niedrigstenergiegebäudes, es geht jedoch auch um eine ganzheitliche Ressourceneffizienz und einen dauerhaften Gebrauchswert. Dies wird mit dem integrierten Nachhaltigkeitskonzept in Kapitel 5.4 dargestellt.

Beschleuniger – Parameter im sensitiven Bereich

Die beschleunigenden Parameter haben untereinander große Wechselwirkungen. Sie bedingen sich gegenseitig. Wenn man an den Parametern im sensitiven Bereich etwas ändert, ändert sich das gesamte System. Beschleuniger sind geeignet, um als Initialzündung Dinge in Gang zu bringen. Aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit sind An-

Abbildung 54:
Sensitivitätsanalyse der Modellvorhaben – ausgewählte Kriterien des energieeffizienten Bauens



- | | |
|---|---|
| 1 Städtebauliche Optimierung | 8 energieeffiziente Gerätenutzung |
| 2 Integration in Netze städtischer Versorgung | 9 Ökologische Baustoffe |
| 3 vorgegebener Endenergiebedarf | 10 Hülle: Dämmung und Dichtheit |
| 4 Technik: Heizkonzept | 11 Kosteneffizienz (vorgegebene Amortisation) |
| 5 Technik: Lüftungskonzept | 12 Monitoring |
| 6 Technik: Kühlkonzept | |
| 7 Sommerlicher Wärmeschutz | |

Q-Wert = Energiegewinn; P-Wert = Signifikanzwert; AS = Aktivsumme; PS = Passivsumme

Eigene Darstellung nach Vester 2002

derungen an den sensitiven Parametern umsichtig abzuwägen.

Ändert man die Vorgaben zum Endenergiebedarf (3), hat dies selbstverständlich große Auswirkungen auf die anderen sensitiven Parameter. Und wenn die Kosteneffizienz (11), also die Vorgabe zur Amortisationszeit, zu stark im Vordergrund steht, hat man erhebliche Probleme, die vorgegebene Energieeffizienz zu erreichen.

Die Technik-Parameter (4, 5, 6) sind untereinander empfindlich und müssen gut aufeinander abgestimmt werden. Gleichzeitig wirken sie stark auf das Gesamtsystem. Die Heiz-, Lüftungs- und Kühlkonzepte sind die „Kostenmacher“ und beeinflussen die Kosteneffizienz (11) ganz besonders. Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten hängen stark von der gewählten Anlagentechnik ab. Hier liegt in der Planung auch unter dem Aspekt der Handhabbarkeit ein großes Optimierungspotenzial, das noch stärker ausgenutzt werden kann.

Parameter im Neutralbereich

Die im Neutralbereich liegenden Parameter steuern das Gesamtsystem nur schlecht, sie sind für die Selbstregulation aber gut geeignet. Wenn sensitive Parameter geändert werden, müssten die Parameter im Neutralbereich zur Erreichung einer hohen Energieeffizienz eigentlich mitverändert und angepasst werden. Wenn man dies unterlässt, wird das Gesamtsystem jedoch nicht zerstört, sondern es ist dann weniger effizient.

Die Hülle (10) und der sommerliche Wärmeschutz (7) liegen als „geduldige“ Parameter zwischen den Beschleunigern und den Stabilisatoren. Die Ausgestaltung der Fassade ist zwar stark abhängig von den sensitiven Parametern, aber wenn sie nicht gut auf diese abgestimmt ist, erfüllt sie ihre Aufgabe trotzdem. Bei den Modellvorhaben wurden die Fassaden zum Teil nicht optimal mit den technischen Konzepten abgeglichen (zum Beispiel hochgedämmte Fassade bei gleichzeitig konventionellem Heizsystem). Um eine bessere Effizienz zu erreichen, muss die Fassade auf die Beschleuniger abgestimmt werden.

Die städtebauliche Optimierung (1), die Integration in städtische Netze (2) sowie die Nutzung energieeffizienter Geräte (8) sind Parameter im Neutralbereich, die wenig Wirkungen auf andere Parameter haben. Es überrascht, dass bei den Modellvorhaben die städtebauliche Optimierung und die Netzintegration im neutralen Bereich liegen. Man hätte sie im sensitiven Bereich erwartet. Diese beiden Parameter sind überwiegend als Gegebenheiten in die Projekte eingeflossen und wurden weniger auf ihr Veränderungspotenzial untersucht. Die Modellvorhaben sind insgesamt wenig in städtebauliche Gesamtstrategien eingebunden. Diesbezüglich hat seit ihrer Planung eine Weiterentwicklung stattgefunden, so dass diese zwischenzeitlich wahrscheinlich in den Modellvorhaben-Kommunen eine größere Rolle spielen würden.

Stabilisatoren – Parameter im aktiven Bereich

Stabilisierende Parameter haben eine große (Effizienz-)Wirkung auf andere Parameter. Sie erzwingen jedoch keine Veränderungen der anderen Parameter, sondern sie stabilisieren das Gesamtsystem.

Aktiv und stabilisierend wirkt das Monitoring (12), das heißt das laufende Überwachen und Nachsteuern. Es kostet vergleichsweise wenig, hat aber eine große Wirkung auf die Effizienz des Gesamtsystems. Durch das Monitoring können Fehler im Betrieb der Technik behoben und Betriebskosten erheblich gesenkt werden. Das Monitoring führt zu einer Stabilisierung des Systems in Bezug auf Energieeffizienz und Ökonomie, ohne dass das System verändert werden muss.

Systemunabhängige Parameter

Ökologische Baustoffe (9) gehören zu den systemunabhängigen Parametern, die als wenig signifikante Schalthebel puffernd wirken. Sie haben keine Wirkung auf das Gesamtsystem und spielen für die Energieeffizienz eines Gebäudes keine spezielle Rolle.

5.2 Erkenntnisse für Entwicklung, Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden

Die Prozess- und Ergebnisevaluation der Modellvorhaben basiert auf

- der Bereisung aller Projekte und den ausführlichen, protokollierten Gesprächen mit den Projektbeteiligten,
- der Auswertung von Unterlagen und Verbrauchsdaten,
- Beiträgen und Diskussionen beim Workshop aller Modellprojekte im Oktober 2012 in Bad Urach sowie beim Werkstattgespräch im Mai 2014 in Bonn.

Dabei haben sich folgende zentrale Erkenntnisse für die Entwicklung und Planung, den Bau und die Inbetriebnahme und den Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden herauskristallisiert.

Für die Entwicklung und Planung von Niedrigstenergiegebäuden

Die Planungsphase war bei den Modellvorhaben am wenigsten kritisch. Die Bauherren und die anderen Planungsbeteiligten waren durchaus motiviert, für ihre Projekte energetisch ehrgeizige Ziele zu entwickeln und diese in der Planung umzusetzen. Als besonders wichtig zeigt sich dafür:

Ziele und Konzepte ganzheitlich abwägen

Der ehrgeizige Energieeffizienz-Standard wird hart erarbeitet, aber die Ambitionen erschöpfen sich nicht darin. Den Projekten geht es um ganzheitliche Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit insgesamt. Dazu gehören nicht nur Ökologie und Ökonomie, sondern auch städtebauliche und architektonische Qualitäten, innovative Nutzungskonzepte, Nutzerfreundlichkeit, Raumklima, Gesundheit etc.. Zu vermeiden ist, dass das Erreichen bestimmter Energiekennwerte zu einseitig als Ziel verfolgt wird.

Mehr Klarheit beim Umgang mit den verschiedenen Energieeffizienz-Standards

In der Praxis werden mit den von der Förderbank KfW (auf der Basis der EnEV) entwickelten KfW-Effizienzhaus-Standards und dem privat entwickelten Passivhaus-Standard nicht vergleichbare Standards angewendet. Es herrscht ein Durcheinander von Begrifflichkeiten und Berechnungsweisen. Dies erfordert Aufwand bei der Erarbei-

tung und bei der Verständigung darüber und erschwert die Kommunikation bei Entscheiden und in der Öffentlichkeit. Außerdem stellen die Rechenansätze der EnEV nach DIN 18599 keinen tatsächlich realistischen Verbrauchswert dar. Die Passivhaus-Berechnungen liegen aufgrund der ständigen Verbesserungen des PHPP-Rechenprogramms näher an den Verbrauchswerten. Um in der Planung das tatsächliche Verhalten von Gebäuden mit hoher Energieeffizienz beurteilen zu können, bewährt sich die Anwendung von Simulationstechniken.

Flexibilität bei der Umsetzung kommunal beschlossener Zielsetzungen beibehalten

Eine politische Vorgabe für hohe Energiestandards ist hilfreich. Gleichwohl ist eine einheitliche Vorgabe für alle Gebäude einer Kommune – häufig ist es der Passivhaus-Standard – nicht unbedingt sinnvoll. Standards sollten besser projektspezifisch flexibel handhabbar sein, so dass im Einzelfall unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen (zum Beispiel Grundstückssituation, Art der Nutzung) der geeignete Standard für das Gebäude gewählt werden kann.

Wirtschaftlichkeit und Lebenszykluskosten von Varianten betrachten

Es stellt sich immer wieder die Frage, ob die letzten Prozente Energieeinsparung bis zum besseren Standard noch sinnvoll erwirtschaftet werden können. Die Projektbeteiligten haben sich bemüht, ihren Investitionsentscheidungen Variantenvergleiche und Lebenszykluskosten zu Grunde zu legen. Das bewährt sich insbesondere bei Variantenvergleichen von überschaubaren Maßnahmen. Bei sehr komplexen Vergleichen stößt man in der Praxis an methodische Grenzen und die Unsicherheiten werden sehr groß, insbesondere auch aufgrund der Annahmen zur Entwicklung der Rahmenbedingungen und den langen Zeiträumen der Lebenszyklusbetrachtung. Es sichert dann die Nachhaltigkeit, wenn einer flexiblen Lösung der Vorzug vor einer irreversiblen gegeben wird.

Das komplette Planungsteam frühzeitig beauftragen

Eine ganzheitliche Planung aller wichtigen Fachdisziplinen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine hohe Energieeffizienz. Niedrigstenergiegebäude entstehen aus der Integration der Beiträge mehrerer speziali-

sierter Disziplinen. Alle Planungsbeteiligten müssen deshalb möglichst früh zusammenarbeiten. Es gibt aber erhebliche Spielräume bei der Rollenverteilung und Arbeitsweise, deshalb ist klar zu bestimmen, wer die Koordination der Energieeffizienz-Planungen übernimmt. Diese Rolle setzt viel Überblick und ausreichende Befugnisse voraus.

Vor allem auch den Endenergiebedarf optimieren

Bei der Berechnung nach EnEV steht der Primärenergiebedarf im Vordergrund. Dies führt dazu, dass durch Einrechnung einer großen Photovoltaik-Anlage oder Verwendung von Fernwärme mit einem sehr guten Primärenergiewert ein geringer Primärenergiebedarf relativ leicht erreicht werden kann. Entscheidend für die energetische Qualität des Gebäudes ist jedoch auch, dass tatsächlich wenig (End-) Energie verbraucht wird.

Weniger komplizierte Technik durch Ausschöpfen „passiver“ Lösungen ermöglichen

In der Regel werden in der Planung im ersten Schritt alle Register gezogen, um die Energieverbräuche baulich weitgehend zu reduzieren und im zweiten Schritt wird die Energieversorgung optimiert. Stets geht es um die Frage, wie viel und welche Technik Nutzen bringt. Hohe Nutzungsqualität und Energieeffizienz erfordern nicht unbedingt ein Maximum an Technik. Die Motivation, dafür viel moderne Technik einzusetzen oder aber wenn möglich andere Wege zu gehen, ist unterschiedlich. Bei einer gleich hohen Investition kann man im Einzelfall mit Hilfe des Entwurfs und der Konstruktionsweise der Gebäude den Bedarf an Technik und damit gegebenenfalls auch Folgekosten reduzieren. Der restliche Bedarf kann unter Umständen mit Komponenten gedeckt werden, die weniger Anforderungen an Bedienung, Überwachung und Wartung stellen. Zum Beispiel wurde die Einplanung einer passiven Nachtkühlung bei einem Teil der Modellvorhaben nicht ausreichend berücksichtigt.

Heizung, Lüftung, Kühlung für Nutzungsänderungen flexibel halten

Eine Grundsatzfrage ist, wie genau nutzungsspezifisch oder wie flexibel nutzbar ein Gebäude geplant und energetisch optimiert wird. Ein erheblicher Teil der Ener-

gieeinsparung wird dadurch erreicht, dass die technischen Anlagen genau auf den Bedarf ausgerichtet werden. Auch bei anfänglich klar definierten Nutzungen muss die Technik so ausgelegt werden, dass sie Nutzungsänderungen in einem bestimmten Rahmen mittragen kann oder entsprechend ausbaubar ist – Anpassbarkeit ist als Element der Nachhaltigkeit notwendig.

Die Nutzer frühzeitig einbinden

Wenn die (End-)Nutzer von Anfang in den Planungsprozess einbezogen werden, können sie sich auf das neue Gebäude besser einstellen. Sie sind dann offener, sich auf eine eventuelle (Nutzungs-)Umstellung und den Umgang mit neuer Technik einzulassen. Die Planer können die Vor- und Nachteile ihrer Entscheidungen für die Nutzer besser einschätzen. Das Umweltbewusstsein wird geschärft, die Idee der energiebewussten Nutzung verbreitet.

Monitoring-Konzept schon in der Planungsphase aufstellen

Das später im Betrieb wichtige Monitoring muss schon in der Planung vorbereitet werden, es können Szenarien für das Controlling

aufgestellt werden. Wenn die entsprechenden Messeinrichtungen von Anfang an eingeplant und eingebaut werden, ist es auch günstiger. Bei den Modellvorhaben ist den Akteuren teilweise erst spät bewusst geworden, dass eine komplexe Gebäudeleittechnik noch nicht automatisch die Messinfrastruktur für das Monitoring mitbringt, sondern diese zusätzlich einzuplanen und für den künftigen Betrieb zu optimieren (Transparenz, Handhabbarkeit) ist.

Für den Bau von Niedrigstenergiegebäuden

In der Umsetzung traten bei den Modellvorhaben beim Bauen übliche Schwierigkeiten auf, die sich dort durch die anspruchsvolle Bauaufgabe, die Unerfahrenheit der ausführenden Firmen sowie die angespannte Marktsituation potenzieren konnten. Besonders relevant ist dabei:

Steuermöglichkeiten bei der Bieterauswahl sind begrenzt

Es wird durchaus als schwierig erachtet, mit einem vom EU-Recht beeinflussten GWB-, VgV- und Länder-Vergaberichtlinien-konformen Ausschreibungs- und Vergabever-

fahren qualifizierte Handwerker zu finden. Eine öffentliche Ausschreibung führt keineswegs immer zu den fachlich geeigneten Wunschpartnern. Bei der Vergabe steht nicht die Qualifikation im Vordergrund, sondern der wirtschaftlich günstigste – in der Praxis heißt dies jedoch regelmäßig der billigste – Bieter muss beauftragt werden. Beschränkte Ausschreibungen werden als vorteilhafter gesehen, weil Listen mit Bietern zusammengestellt werden können, von denen eine erfolgreiche Umsetzung zu erwarten ist.

Qualifikation und Qualität in der Bauausführung priorisieren

Der Bau von Niedrigstenergiegebäuden mit seinen hohen Anforderungen an Detailausführungen ist für viele Handwerksunternehmen noch keine Routine. Es fehlt teilweise an technischem Verständnis und nicht selten scheitert es schon an mangelnder Sprachverständigung. Die Anforderungen an bauphysikalisch korrekte Ausführung müssen oft sehr mühsam vermittelt und durchgesetzt werden. Wichtig ist, dass die Firmen auf der Baustelle ihre Schnittstellen klären, kooperativ und lösungsorientiert zusammenarbeiten und sich nicht voneinander abgrenzen.

Bauleitung muss auf der Baustelle sehr präsent sein

Die Ausführungsqualität ist für die Zielerreichung des Niedrigstenergiegebäudes entscheidend. Für die Qualitätssicherung ist eine kontinuierliche Anwesenheit und Verfügbarkeit der Bauleitung am wichtigsten. Dabei bedeutet Bauleitung nicht nur Kontrolle, sondern auch Anleitung der Ausführenden, die mit der Materie oft wenig erfahren sind. Hilfreich sind ergänzende fachspezifische Bauleitungen, wie zum Beispiel eine bauphysikalische Baustellenüberwachung.

Die Planungen sind der Zulieferindustrie voraus

Produkte, die bei den Modellvorhaben eingesetzt werden sollten, waren teilweise am Markt nicht ausreichend oder noch gar nicht verfügbar. In einigen Bereichen mangelte es an zugelassenen oder zertifizierten Systemen. In der Folge war der Wettbewerb eingeschränkt und die Planungsbeteiligten mussten sich in hohem Ausmaß mit der Ausschreibung und den Produkten beschäftigen, was bis zur Entwicklung projektspezifischer Produkte ging. Vieles ist seither in Entwicklung, aber die Zulieferindustrie ist weiter gefordert, geeignete Produkte für die

Anforderungen des energieeffizienten Bauens zu entwickeln und weiter zu optimieren. Es versteht sich, dass Patchworksysteme auch schwerer zu beherrschen sind. Gute Handhabbarkeit setzt meist fortgeschrittene Integration voraus. Entwicklungsbedarf gibt es insbesondere auch für lokale Speichertechnologien für die vor Ort selbst erzeugte Energie.

Für die Inbetriebnahme und den Betrieb von Niedrigstenergiegebäuden

Die Phase der Inbetriebnahme sowie das Controlling des Gebäudebetriebs werden oft unterschätzt und vernachlässigt, wie die Erfahrungen und Schwierigkeiten der Modellvorhaben zeigen. Nutzer werden häufig zu wenig und teilweise zu spät mit den Besonderheiten des Neubaus vertraut gemacht und nicht ausreichend in den Betrieb des Gebäudes eingeführt. Beim Monitoring und der daraus abzuleitenden Optimierung der Einstellung und Regelung der Anlagentechnik bestehen sowohl messtechnische als vor allem auch organisatorische Hürden und die Einsicht in die Notwendigkeit all dessen fehlt noch häufig. Dies gefährdet die Zielerreichung der Niedrigstenergiegebäude erheblich. Von besonderer Bedeutung ist deshalb:

Aufmerksamkeit und Zeit für die Inbetriebnahme der Anlagentechnik einplanen

Die Inbetriebnahme der Anlagentechnik und ihrer Steuerung braucht meist deutlich mehr Zeit als dafür vorgesehen wird. Wichtig dabei ist, die Schnittstellen zwischen den beteiligten Gewerken zu definieren und aufeinander abzustimmen. Hilfreich für die Akzeptanz des Neubaus ist, den Nutzern deutlich zu kommunizieren, dass die Justierung der Gebäudetechnik ausgetestet werden muss und der Gebäudebetrieb gegebenenfalls nicht von Anfang an optimal funktioniert.

Ein kommunales Energiemanagement einrichten

In vielen Kommunen sind noch keine einheitlichen Prozesse für das Monitoring ihrer öffentlichen Gebäude festgelegt. Sie sind es oft nicht gewohnt, ein organisiertes Facility Management durchzuführen. Ein Problem ist es auch, wenn die für die Erstellung und die für den Betrieb zuständigen Abteilungen zu wenig kooperieren. Mit einem kommunalen Energiemanagement

können auf operativer Ebene Zuständigkeiten und Vorgehensweisen für die energetische Analyse und Optimierung des kommunalen Gebäudebestands geregelt werden. Kleine Städte und Gemeinden tun sich besonders schwer mit einem Energiemanagement, dort fehlen noch fast immer die notwendigen Verwaltungsstrukturen und Personalkapazitäten.

Monitoring konsequent durchführen

Controlling und Optimierung der Gebäudetechnik im Betrieb spielen, wie gesagt, bei den Niedrigstenergiegebäuden eine besondere Rolle. Nur mit einem stetigen Monitoring kann die Zielerreichung sichergestellt werden. Dazu gehören eine funktionsfähige Messinfrastruktur, ihre regelmäßige Ableitung und eine qualifizierte Auswertung der Verbräuche, auf deren Grundlage eventuelle Fehler im Betrieb erkannt und behoben und Potenziale unverzüglich genutzt werden können. Im Betrieb muss das Monitoring mit einem angemessenen Aufwand leistbar sein. In den ersten zwei bis drei Jahren ist es in der Regel intensiver, danach kann es in die Routine für den gesamten Gebäudebestand übergehen. Zu Fragen der optimalen Bewirtschaftung gibt es großen Entwicklungsbedarf. Zum Beispiel hat das BBSR im Herbst 2014 ein Forschungsprojekt zur Organisation und Durchführung von Monitoring im Neubau ausgeschrieben, seine Ergebnisse werden sich gegebenenfalls auch auf andere öffentliche Gebäude übertragen lassen.

Der Hausmeister hat eine zentrale Rolle

Einem gebäudebezogen verantwortlichen Hausmeister wird bei den Modellvorhaben eine zentrale Bedeutung für einen gut funktionierenden Betrieb der Niedrigstenergiegebäude beigemessen, als Vorstufe zum Facility Management. Er hat die Gebäudetechnik und ihre Steuerung im Blick, merkt schnell, wenn etwas nicht planmäßig funktioniert, und kann im besten Fall selbst eingreifen. Für die Nutzer ist der Hausmeister ein greifbarer Ansprechpartner vor Ort. Hausmeister-Teams mit Zuständigkeiten für viele Gebäude werden teilweise sehr kritisch gesehen, weil sich die wechselnden Personen nicht im Detail auskennen und so eine kontinuierliche Kommunikation nicht möglich ist. Wo es bei den Modellvorhaben keinen Hausmeister gibt, zeigen sich Defizite insbesondere beim Monitoring und bei der Optimierung des Gebäudebetriebs.

Die Nutzer mit dem Gebäude vertraut machen

Wie intensiv die verschiedenen Nutzer – Personal, Schüler, Kinder, Hausmeister, Putzkräfte usw. – in die Funktionsweise des Niedrigstenergiegebäudes und ein adäquates Nutzerverhalten eingewiesen werden können, ist davon abhängig, wie viele Nutzer es sind und wie ihr Bezug zum Gebäude ist. Bei vielen wechselnden Nutzern – wie zum Beispiel einer Berufsschule mit 300 Lehrern und fast 8.000 Schülern – gibt es Grenzen. Die Art und Weise der Information muss an die Nutzerstruktur angepasst werden. Alle Nutzer brauchen auf jeden Fall eine Basisinformation. Bei den Modellvorhaben erfolgte diese zum Beispiel über Aushänge, Flyer oder einen Artikel in einer Schulbroschüre. Ausführlichere Informationen wurden den Nutzern zum Beispiel bei Gebäudeführungen, Dienstversammlungen und mit Nutzerhandbüchern vermittelt. Die Nutzer müssen wissen, wie das Gebäude planmäßig funktioniert und wo und wie sie gegebenenfalls selbst steuernd eingreifen können (zum Beispiel Regelung von Heizung, Lüftung, Sonnenschutz, Beleuchtung, Öffnen der Fenster). Die Einweisung der Nutzer in ein Niedrigstenergiegebäude ist keine einmalige Angelegenheit, sondern aufgrund von ständigen Nutzerwechseln – bei den Mitarbeitern wie bei Schülern und Kindern – ein laufender Prozess.

Energieeffizienz offensiv und breit kommunizieren

Für die Akzeptanz und die weitere Etablierung von Niedrigstenergiegebäuden ist es wichtig, dass ihre Ziele und Erfolge bekannt gemacht werden. Dies gelingt nach den Erfahrungen bei den Modellvorhaben am besten, wenn die Häuser geöffnet werden und erlebbar sind. Eine Möglichkeit, eine breitere Öffentlichkeit zu erreichen, sind Tage der offenen Tür. Potenziellen Bauherren für vergleichbare Projekte – zum Beispiel aus Nachbarkommunen – kann eine Besichtigung angeboten werden. Und es können auch – unabhängig von der eigentlichen Gebäudenutzung – Veranstaltungen in die öffentlichen Gebäude geholt werden. Wenn in einem Niedrigstenergiegebäude seine Besonderheiten – wie zum Beispiel die Eigenerzeugung von Strom – visualisiert werden, ist dies eine anschauliche Werbung für solche Konzepte.

5.3 Empfehlungen zur Weiterentwicklung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der Förderpolitik

Die weitere Entwicklung und überzeugende Umsetzung des Niedrigstenergiegebäude-Standards kann durch eine Anpassung der Rahmenbedingungen erleichtert werden. Dazu können gehören:

Mehrere Wege zur Erreichung eines Niedrigstenergiegebäude-Standards offenhalten:

Noch ist offen, wie der durch die EU-Gebäuderichtlinie ab 2019 für öffentliche Gebäude vorgegebene Niedrigstenergiegebäude-Standard definiert werden wird. Dafür braucht es klare Vorgaben und verständliche, unverwechselbare Begrifflichkeiten. Für die Modellvorhaben galt das KfW-Effizienzhaus mit einer Unterschreitung der EnEV 2009 um 60 Prozent oder mindestens 45 Prozent. Die Erreichbarkeit des noch zu definierenden Niedrigstenergiegebäude-Standards sollte flexibel möglich sein. Es geht um Bandbreiten des „Zulässigen“ bei Primär- und bei Endenergie und um eine freiere Kombination der Parameter zur Erreichung der Niedrigstenergiegebäude-Standards. Der Jahres-Primärenergiebedarf QP und der Transmissionswärmeverlust H'T reichen als Richtwerte nicht aus. Bislang finden Nachtlüftung, Speicherkapazität sowie passive solare Energiegewinne nicht genügend Eingang in die Berechnung. Ein strenger Rahmen und das genaue Erreichen von Kennwerten wie beim Passivhaus-Standard sollte nicht angestrebt werden.

Vergleichbarkeit energetischer Standards herstellen und Rechenansätze verbessern:

Die Rechenansätze nach EnEV und nach Passivhaus-Standard unterscheiden sich durch die verschiedenen Kennwerte und die Verwendung teilweise gleicher Begriffe für unterschiedliche Dinge. Damit sind die meisten Planer zwar vertraut, in der kommunalen Praxis und in der Außendarstellung führt dies jedoch zu großer Verwirrung. Für das Verständnis und die Akzeptanz hoher energetischer Standards würde es sich lohnen, die Berechnungen und Ergebnisse vergleichbar zu machen. Die Rechenansätze der EnEV nach DIN 18599 soll-

ten außerdem verbessert werden, weil sie bislang keine realistischen Verbrauchswerte aufzeigen. Dies könnte man gegebenenfalls mit einem Korrekturfaktor, ermittelt aus der Auswertung von Verbräuchen vieler Gebäude, ausgleichen. Oder besser wäre es, die Rechenalgorithmen zu überarbeiten.

Leistungsphase 10 in der HOAI einführen:

Zur Leistungsphase 9 der HOAI gehört als einzige Leistung nach Ende der Bauphase nur die Mängelbeseitigung am Gebäude. Leistungen für die Durchführung eines Monitorings und die Optimierung des Gebäudebetriebs sind bislang nicht definiert. In der Praxis werden diese Aufgaben aufgrund unklarer Zuständigkeiten, nicht geregelter Verantwortlichkeiten und gegebenenfalls unterschiedlicher Interessenlage zwischen Betreiber und Nutzern sowie fehlender Finanzierung häufig vernachlässigt. Nur mit einer solchen Überprüfungs- und Optimierungsphase, die als Leistungsphase 10 in der HOAI eingeführt werden könnte, lässt sich die Zielerreichung eines Niedrigstenergiegebäudes sicherstellen. Wenn es die Verantwortung in Leistungsphase 10 gibt und dies bei Vertragsabschluss bekannt ist, stärkt das die Bemühungen um eine sehr gut funktionierende Gesamtplanung.

Monitoring-Leistungen fördern:

Nicht alle Modellvorhaben haben den im Rahmen des Forschungsprojekts angebotenen KfW-Sonderkredit in Anspruch genommen. Die Finanzierung der Planungs- und Baukosten hatten die Kommunen teilweise schon ohne Förderung aufgestellt. Für das Monitoring und die Optimierung des Gebäudebetriebs haben jedoch die wenigsten Kommunen ein Budget eingeplant und bereitgestellt. Um die Bedeutung des Monitorings herauszustellen und die Kommunen dabei zu unterstützen, würde eine Förderung gerade dieser Leistungen helfen.

Integrierte Planungsleistungen in der Richtlinie für Planungswettbewerbe berücksichtigen:

Niedrigstenergiegebäude erfordern schon im Wettbewerb einen integrierten Planungsansatz. In die Entwicklung eines energetischen Konzeptes müssen Fachingenieure einbezogen werden. Dies sollte in der Richtlinie für Planungswettbewerbe – aktuell RPW 2013 – eine stärkere Berücksichti-

gung finden. Es sollte nicht nur das ausgewählte Architekturbüro mit der Planung beauftragt werden, sondern gleichzeitig sollten auch die Fachingenieure, die mit diesem Architekten den Wettbewerbsbeitrag erarbeitet haben, einen Planungsauftrag bekommen. Eine erneute Auslobung von Fachingenieur-Leistungen ist unbillig und schadet potenziell der Objektqualität.

Entwicklung von Bau- und Gebäudetechnik weiter fördern:

Für den Bau der Modellvorhaben waren am Markt teilweise nicht die gewünschten oder die am besten geeigneten Baumaterialien, Bauteile und Geräte verfügbar. Zum Teil waren Sonderanfertigungen oder projektspezifische Produktentwicklungen notwendig. Die weitere Förderung der Entwicklung zukunftsfähiger Materialien und Technik, dazu gehören insbesondere auch Speichertechnologien, kann diesen Markt voranbringen.

5.4 Nachhaltigkeit von energieeffizienten Neubauten der kommunalen und sozialen Infrastruktur – Zusammenfassung

Für die Qualität, Akzeptanz und Verbreitung von Neubauten kommunaler und sozialer Infrastruktur im Niedrigstenergiegebäude-Standard ist es entscheidend, inwieweit sie im ganzheitlichen Sinne nachhaltig sind. Auch die Beteiligten der Modellprojekte strebten ganzheitliche Ressourceneffizienz und dauerhaften Gebrauchswert an. Der Erörterung der damit verbundenen Aufgaben und Ergebnisse legen wir das folgende integrierte Nachhaltigkeitskonzept zugrunde, das die Ziele und Aufgaben, um Nachhaltigkeit zu erreichen, komplexer und grundsätzlicher definiert.

- *Die drei Handlungsfelder zur Sicherung der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie, Soziales – stehen nicht zusammenhanglos als "Säulen" nebeneinander, sondern sind miteinander verflochten (in Anlehnung an die Matrixorganisation im Projektmanagement mit den mehrfachen Zuständigkeiten). Es geht um das gleichzeitige und gleichberechtigte Umsetzen von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen.*
- *Die folgenden drei Ziele und Aufgaben, um Nachhaltigkeit zu erreichen, gelten für alle drei Handlungsfelder (Ökologie, Ökonomie und Soziales)*

Abbildung 55:
Ganzheitliche Nachhaltigkeit



(1)
Siehe insbesondere Enquête-Kommission, Deutscher Bundestag (1998): Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung, Konzept der Nachhaltigkeit, vom Leitbild zur Umsetzung, S. 18ff

(2)
www.bionik-vitrine.de/hgf-anatz.html (Stand 8.10.2014)

Eigene Darstellung; die dargestellte Matrix einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit baut auf vorliegende Konzepte auf, insbesondere das Drei-Säulen-Modell¹ und das HGF-Konzept der Helmholtz Gemeinschaft²

- die menschliche Existenz zu sichern,
- die Produktivkräfte zu erhalten
- und die Entwicklungs- und Handlungsoptionen zu bewahren.
- Das *"Dach"* entsteht durch die Governance, das Zusammenwirken von Politik, Organisationen und Zivilgesellschaft. Sie steuern und praktizieren die Entwicklung und sorgen für die Wertschätzung und Integration der Belange sowie den Ausgleich der Interessen zwischen den Handlungsfeldern.

Mit diesem integrierten Konzept zur Nachhaltigkeit lassen sich wesentliche Ergebnisse aus der Begleitforschung des Modellvorhabens zusammenfassen und diskutieren:

Bereitstellung der kommunalen Infrastruktur

Zur Sicherung der menschlichen Existenz gehört es, dass die kommunale und soziale Infrastruktur mit einem hohen Standard im ökologischen, ökonomischen und sozialen Bereich gebaut und unterhalten werden kann. In den Modellvorhaben war zu erproben, inwieweit und wie das auch im Niedrigstenergiegebäude-Standard möglich ist. Die Antwort ist: grundsätzlich ja. Es sind Gebäude entstanden, die unter diesen Aspekten und in ihrer architektonischen Gestaltung insgesamt eine beachtliche Qualität haben. Die sehr unterschiedlichen Zweckbestimmung, auch die vielen variierenden Rahmenbedingungen aus Grundstückssituation, städtebaulichem Zusammenhang, architektonischem Konzept und finanziellen Ressourcen führen zu einem breiten Spektrum an Lösungen, auch im technischen Bereich. Alle Strom- und Wärmeverbräuche liegen mit unterhalb 100 kWh/m² a Endenergie bzw. 120 kWh/m² a Primärenergie sehr niedrig – das sind hervorragende Ergebnisse. Allerdings wurden die zum Teil noch ehrgeizigeren Ziele, die sich Modellvorhaben am Anfang gestellt hatten, oft nicht erreicht. Auch sind im Einzelfall noch viele Schwierigkeiten zu meistern und Kompromisse und Mehraufwand hinzunehmen, insbesondere in den Phasen Bau und der Inbetriebnahme.

Es wurde von allen Beteiligten intensiv, mit hoher Professionalität und kreativ gearbeitet, um den Niedrigstenergiegebäude-Standard zu erreichen, gleichzeitig die Kosten im Griff zu behalten und gute Nutzungsqualitäten zu erreichen. Modellversuche mit strengen Zie-

len sind hilfreich, um das Innovationspotenzial auszuschöpfen. Dieser Lernprozess hält noch an. In der Praxis werden mehr Spielräume insbesondere bei den energetischen und wirtschaftlichen Zielen es erleichtern, das projektspezifische Optimum zwischen den umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen zu finden. Einseitiges Maximieren von Ansprüchen wirkt sich für das Gesamtergebnis eher problematisch aus.

Erhaltung der Produktivkräfte – der menschlichen, dinglichen und wirtschaftlichen

Zur Erhaltung der Produktivkräfte gehören bei den hier in Rede stehenden Aufgaben insbesondere die Kompetenzen der Beteiligten für den Bau, die Unterhaltung und den Gebrauch des Gebäudes, ihr Wissen, Können und auch ihre Wertschätzung für diese Aufgaben.

In diesem Bereich gibt es noch viel zu tun: Für Bau und Unterhalt solcher anspruchsvollen Projekte ist die Basis ausreichend qualifizierter Unternehmen und ihrer Mitarbeiter noch wesentlich zu dünn. Auch die Prozesse von Produktentwicklung und Zertifizierung sind noch zu schwerfällig – der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist noch erheblich. Weiterhin fehlen Langzeiterfahrungen für eine effektive Bewirtschaftung komplexer Niedrigstenergiegebäude sowohl im technischen, als auch im wirtschaftlichen Bereich und bei der Organisation des Gebäudemanagements. Hierzu ist eine vergleichende Betriebswirtschaftlichkeitsuntersuchung energieeffizienter öffentlicher Gebäude, in die Investitions- und Betriebskosten einbezogen werden und mit der eine Analyse der Arbeits- und Prozessorganisation verbunden wird, von großem Interesse. Die Arbeitsstrukturen, Planungskultur und organisatorischen Rahmenbedingungen sollten noch konsequenter auf integrierte Planung mit allen Fachdisziplinen von Anfang an ausgerichtet sein.

Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsoptionen

Die Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsoptionen betrifft bei den hier in Rede stehenden Aufgaben vor allem das Thema der Flexibilität und Anpassungsfä-

higkeit im technischen, ökonomischen und sozialen Bereich. Mit enormer Geschwindigkeit verändern sich die Rahmenbedingungen in allen diesen Bereichen. Dass mit erheblichem Wandel zu rechnen ist, ohne dass man im Voraus wissen kann, was das beinhaltet, bringt erhebliche Unsicherheiten mit sich.

So könnten grundlegende Innovationen, zum Beispiel durch die Biotechnologie, zu völlig anderen Lösungen bei der Energieversorgung führen. Bei der Nachhaltigkeit der Technik spielt es auch eine große Rolle, ob die exakt aufeinander abgestimmten Systeme – mit denen die hohe Energieeffizienz in den Neubauten oft erreicht wird ausreichend robust sind, wenn Ersatz oder Änderungen notwendig werden und ob es tatsächlich sichergestellt ist, dass die Komponenten bei Ersatzbedarf langfristig noch zur Verfügung stehen.

Die Bemessung des Energieeinsatzes bei Neubauten wird eng auf die vorgesehenen Nutzungsprofile ausgerichtet, sowohl was die Zeit, die Personenzahl und die Tätigkeiten bei der Benutzung betrifft. Es ist heute noch offen, ob die angesichts des sozialen Wandels wünschbare Nutzungsflexibilität bei den Schulen, Kindertagesstätten, Mensen, Sportanlagen oder den Verwaltungsgebäuden in den Nachweisverfahren der EnEV und in der Pra-

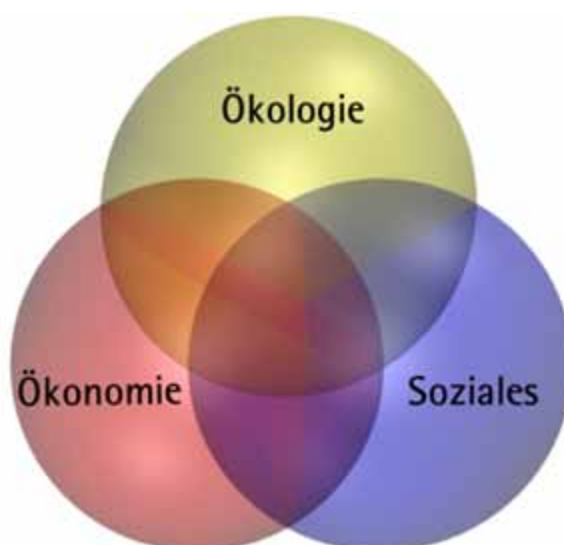
xis bereits ausreichend berücksichtigt ist. Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit können sich die Kalkulationsgrundlagen wesentlich ändern, seien es die Energiepreise, die Bau- und Bewirtschaftungskosten oder Probleme der Gewährleistung. Nicht von langer Dauer wird die derzeit noch vorherrschende Betrachtung der Kosten und Energieeinsparung nur auf Basis von quasi autarken Gebäuden sein.

Die Wirtschaftlichkeit kann sich günstiger darstellen, wenn die Gebäude als Bestandteil eines Netzsystems konzipiert sind und sich durch Vernetzung unterschiedlicher Nutzungsprofile und technischer Potenziale eine bessere Gesamtökonomie ergibt.

Governance

Ein Schlüsselthema für die Nachhaltigkeit energieeffizienten Neubaus kommunaler und sozialer Infrastruktur ist die Organisation der Prozesse, mit denen die Synthese zwischen den ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten hergestellt werden kann. Das Wissen darüber, wie eine Prozesssteuerung aussehen kann, die die erforderliche Mitwirkung und Kooperation der Beteiligten, ausgewogene Abwägungen bei den Entscheidungen und langfristig zuverlässige Umsetzungen in der Nutzungspraxis zustande bringt, ist noch ausbaufähig.

Abbildung 56:
Verflechtung der Handlungsfelder der Nachhaltigkeit:



Je mehr Überlappung es zwischen den Strategien und Projekten der Handlungsfelder gibt, desto mehr Synergien bestehen und dementsprechend leichter lassen sich die Ziele erreichen.

Eigene Darstellung

6 Literatur

- Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser (2012): Energieeffiziente Kantinen und Gewerkeküchen. Protokollband Nr. 47.
- ARGE Benchmark: Fortschreibung Energieverbrauchskenwerte für Nichtwohngebäude, Zukunft Bau Forschungsprojekt, laufend.
- BINE Informationsdienst FIZ Karlsruhe (Hrsg.) (2010): Gebäude energieeffizient betreiben. Den Anspruch der Planung einlösen. Themeninfo 1/2010.
- BINE Informationsdienst FIZ Karlsruhe (Hrsg.) (2009): Energieeffizienz im öffentlichen Neubau. Projektinfo 06/09.
- BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2012): Untersuchung zur Novellierung der EU-Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie (EPBD). Identifikation und Analyse von Hemmnissen beim Neubau von hocheffizienten (Niedrigstenergie-) Gebäuden und Entwicklung eines Konzepts zur Marktdurchdringung bis 2020. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 16/2012.
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Leitfaden Nachhaltiges Bauen.
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2009): Leitfaden für Energiebedarfsausweise im Nichtwohnungsbau. Ausgabe EnEV 2009. Berlin.
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumentwicklung im BBR Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2009): Fortschreibung der Nutzungsrandbedingungen für die Berechnung von Nichtwohngebäuden. BBSR-Online-Publikation Nr. 18/2009.
- EEWärmeG Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) vom 7. August 2008, in Kraft getreten zum 1. Januar 2009.
- EnergieAgentur.NRW (Hrsg.) (2009): Leitfaden - Energieeffizienz für Krankenhäuser. 2. Auflage. Düsseldorf.
- EnergieAgentur.NRW (o.J.): Energie im Krankenhaus. Ein Leitfaden für Kostensenkung und Umweltschutz durch rationelle Energieverwendung. Wuppertal/Duisburg.
- EnEV 2014 Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18.11.2013.
- EnEV 2009 Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 29. April 2009.
- Ernst & Young (2010): Krankenhauslandschaft im Umbruch. Wirtschaftskrise, Wettbewerb und neue Kundenwünsche. Stuttgart.
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Hrsg.): Besseres Lernen in energieeffizienten Schulen. Leitfaden.
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits und Energietechnik UMSICHT (2009): Analyse des Energieverbrauchs und exemplarische Best-practice-Lösungen für relevante Verbrauchssektoren in Krankenhäusern. Oberhausen.
- Goldmann, Marion (2012): Messen – Steuern – Regeln – und gewähren lassen. In: Deutsches Architektenblatt 4/2012.
- Hillmann, G. et al. (2012): Energieeffizienzstrategien in der KH-Planung am Beispiel Uniklinikum Frankfurt. Beitrag zur Wümek am 11./12.06.2012 in Würzburg. In: www.khplus.info/wp-content/uploads/2012/06/KHplus_W%C3%BCmek-Beitrag_2012.pdf (entnommen 19.12.2012)

- IWU Institut Wohnen und Umwelt (2013): Teilenergiekennwerte für Nichtwohngebäude im Bestand. Forschungsprojekt. TEK-Tool siehe: www.iwu.de/forschung/energie/laufend/teilenergiekennwerte-von-nicht-wohngebäuden/ (entnommen 29.1.2014)
- IWU Institut Wohnen und Umwelt (2013): Verbrauchsstrukturanalyse für Nichtwohngebäude. Forschungsprojekt.
- Jacob, Dirk (2012): Gebäudebetriebsoptimierung. Verbesserungen von Optimierungsmethoden und Optimierung unter unsicheren Randbedingungen. Dissertation.
- Lückmann, Rudolf (2012): Passivhäuser Schulen und Kindergärten – Musterprojekte, Konstruktionsdetails, Kennwerte. Weka Media GmbH und Co. KG
- Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, Montag Stiftung Urbane Räume (Hrsg.) (2012): Schulen planen und bauen. Grundlagen und Prozesse. jovis Verlag, Berlin / Friedrich Verlag, Seelze.
- Neumann, Christian; Jacob, Dirk; Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme (2010): Building EQ. Results of the projects. Tools and methods for linking EPDB and continuous commissioning.
- Neumann, Christian; Jacob, Dirk; Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme (2008): Guidelines for the Evaluation of Building Performance.
- Passivhaus Institut (2013): Umsetzung des Passivhaus-Konzepts in Krankenhäusern. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- Passivhaus Institut (2012): Zertifiziertes Passivhaus. Zertifizierungskriterien für Passivhäuser mit Nicht-Wohnnutzung.
- Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung).
- Schmidt, M. et. al. (2011): Krankenhaus Plus – Energieeffizienzstrategien im Krankenhaus. Beitrag zur WÜMEK vom 23.-25.5.2011. In: http://khplus.info/wp-content/uploads/2011/04/W%C3%BCmek_2011.pdf (entnommen 4.4.2013)
- Sinnesbichler, Herbert; Koller, Andreas; Fraunhofer-Institut für Bauphysik (2009): Studie zur Energieeffizienz innovativer Gebäude-, Beleuchtungs- und Raumklimakonzepte.
- Stimpel, Roland (2011): Politische Energiebilanz. In: Deutsches Architektenblatt 9/11.
- Technische Universität Berlin, Fachgebiet Entwerfen von Krankenhäusern und Bauten des Gesundheitswesens (Projektleitung): Krankenhaus Plus. Forschungsprojekt im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung EnOB. Laufend.
- Technische Universität Braunschweig, IIEK Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen (Projektleitung): Handbuch zur interdisziplinären Planung und Realisierung von zukunftsfähigen Krankenhäusern. Gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative "Zukunft Bau" des BBSR. Laufend.
- VDE Initiative MikroMedizin (Hrsg.) (2011): Blue Hospital - Nachhaltigkeit im Krankenhaus. Qualität - Ökologie - Effizienz. VDE-Positionspapier. Frankfurt am Main.
- Voss, Karsten und Musall, Eike (2011): Nullenergiegebäude. Redaktion DETAIL, München.
- Wagner, Andreas; Schakib-Ekbatan, Karin (2010): Nutzerzufriedenheit als ein Indikator für die Beschreibung und Beurteilung der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit. Bauforschungsbericht. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.