



Rheinland-Pfalz



2019

Energiebericht

Landesbetrieb

Liegenschafts- und Baubetreuung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
1. Verbräuche und Kosten LBB-Liegenschaften	5
1.1 Übersicht LBB-Liegenschaften + Hochschulen 2007–2017	5
1.2 LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen 2002–2017	6
1.2.1 Liegenschaftsstruktur des Landesbetriebs LBB und Flächenentwicklung	6
1.2.2 Übersicht Gesamtverbräuche und -kosten	6
1.2.3 Energieverbrauch Heizung/Warmwasser	7
1.2.4 Stromverbrauch	10
1.2.5 Wasserverbrauch	11
1.2.6 Kosten und Energiepreisentwicklung	12
1.2.7 Entwicklung der Emissionen im CO ₂ -Äquivalent	15
1.3 Hochschulen 2007–2017	17
2. Energieeffizientes Bauen als Unternehmensziel	20
2.1 Die 5-Säulen-Energiestrategie	20
2.2 LBB-Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren	21
2.2.1 Energieeffiziente Sanierungen	24
2.3 Einsatz von regenerativen Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	26
2.3.1 Fotovoltaik	26
2.3.2 Solarthermie	30
2.3.3 Erdwärme	31
2.3.4 Biomasse	31
2.3.5 Blockheizkraftwerke (BHKW)	33
2.4 Optimierter Gebäudebetrieb	35
2.5 Vertragsmanagement	36
2.6 Jahresenergiebericht und Controlling	38
3. Projektbeispiele	40
4. Zusammenfassung und Ausblick	52

Einleitung

Der Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (Landesbetrieb LBB) Rheinland-Pfalz legt mit seinem Energiebericht 2019 eine ausführliche Darstellung der Energieverbräuche und Energiekosten aller LBB-Liegenschaften inklusive der 2007 in das wirtschaftliche Eigentum des Landesbetriebs LBB übergegangenen rheinland-pfälzischen Hochschulen vor.

Kapitel 1 enthält zunächst Gesamtaussagen zu den LBB-Liegenschaften und Hochschulen, bevor sich dann detaillierte Verbrauchs- und Kostenaussagen zu den LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen (Finanzämter, Forstämter, Polizeigebäude, Gerichtsgebäude, Vermessungsämter, JVA's etc.) für die Jahre 2002 bis 2017 anschließen. Hier liegen bereits Daten seit 2002 vor, sodass Entwicklungstendenzen über einen längeren Zeitraum verfolgt werden können.

Es folgen Angaben zu Energieverbräuchen und -kosten der Hochschulliegenschaften. Diese Daten beziehen sich nur auf die Jahre 2007 bis 2017, da die Hochschulen erst 2007 in das Portfolio des Landesbetriebs LBB aufgenommen wurden. Die Verbrauchsdaten werden seitdem für die einzelnen Hochschulstandorte abgefragt und nach einheitlichen Kriterien ausgewertet.

Bei den Verbrauchsdaten für Wärme werden sowohl der tatsächliche Verbrauch mit Kosten als auch der klimabereinigte Verbrauch (Referenzstandort Würzburg) angegeben, um eine Vergleichbarkeit der Jahresverbräuche zu ermöglichen.

Kapitel 2 befasst sich mit den strategischen Zielen des Landesbetriebs LBB und zeigt die Entwicklungen im Bereich regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.

Kapitel 3 stellt einige besonders herausragende Bauprojekte im Bereich des energieeffizienten Bauens vor.

Kapitel 4 fasst die Kernaussagen zusammen und gibt einen Ausblick.

1. Verbräuche und Kosten LBB-Liegenschaften

1.1 Übersicht LBB-Liegenschaften + Hochschulen 2007–2017

Der Energiebericht des Landesbetriebs LBB stellte ab 2002 nur die LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen wie Finanzämter, Gerichtsgebäude, Polizeigebäude oder Justizvollzugsanstalten dar. Mit der 2007 erfolgten Eingliederung der Hochschulen in den Immobilienbestand des Landesbetriebs wurden auch die Verbräuche der Hochschulen in den LBB-Energiebericht aufgenommen. Die folgende Tabelle zeigt den klimabereinigten Gesamtverbrauch Wärme, den Strom- und den Wasserverbrauch für LBB- und Hochschulliegenschaften sowie die aus den Energieverbräuchen resultierenden Emissionen im CO₂-Äquivalent.

	Wärme			Strom		Wasser- und Abwasser		Treibhausgas-Emissionen im CO ₂ -Äquivalent to
	Verbrauch		Kosten Mio. €	Verbrauch GWh	Kosten Mio. €	Verbrauch Frischwasser Mio. m ³	Kosten Wasser und Abwasser Mio. €	
	unbereinigt	klimabereinigt						
	GWh	GWh						
2007	341,1	409,1	18,6	187,8	24,1	1,08	3,7	218.800
2014	303,9	379,4	19,1	197,0	37,0	1,01	3,8	214.050
2015	334,7	378,9	19,2	193,6	38,5	1,01	3,8	211.262
2016	327,1	376,2	17,4	191,3	35,4	0,97	3,9	206.816
2017	322,3	375,8	15,6	187,8	34,9	0,99	4,0	203.133

Tab. 1 Gesamtverbräuche und -kosten absolut

Insgesamt verbrauchten 2017 alle Liegenschaften etwa 322 Mio. Kilowattstunden Wärme, fast 188 Mio. Kilowattstunden Strom und rund 1 Mio. Kubikmeter Wasser. Die Gesamtkosten für alle Medien beliefen sich auf rund 54,5 Mio. Euro brutto, die flächenbezogenen Kosten-Kennwerte liegen bei circa 21,3 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche für die Medien Wärme, Strom, Wasser und Abwasser.

Die auf die Nettogrundfläche bezogenen Verbräuche und Kosten sind nachfolgend dargestellt.

	Verbrauch Heizung/Warmwasser kWh/m ² (klimabereinigt)			Stromverbrauch kWh/m ²			Wasserverbrauch l/m ²		
	LBB	Hochsch.	Mittel	LBB	Hochsch.	Mittel	LBB	Hochsch.	Mittel
	2007	146,9	164,4	153,7	47,7	106,7	70,5	429	369
2014	134,4	149,2	141,8	46,1	114,9	80,5	365	383	374
2015	133,8	151,5	142,6	46,2	112,5	79,4	363	394	379
2016	130,9	151,7	141,3	46,1	109,2	77,6	364	346	355
2017	129,7	151,5	140,6	45,6	105,9	75,7	362	367	364

Tab. 2 Gesamtverbräuche flächenspezifisch (Bezugsfläche NGF)

	Kosten Heizung/Warmwasser €/m ²			Kosten Strom €/m ²			Kosten Wasser+Abwasser €/m ²			Summe €/m ²	
	LBB	Hochsch.	Mittel	LBB	Hochsch.	Mittel	LBB	Hochsch.	Mittel	LBB	Hochsch.
	2016	6,3	6,7	6,5	8,1	20,9	14,5	1,58	1,25	1,4	16,0
2017	5,5	6,1	5,8	8,2	20,1	14,1	1,57	1,28	1,4	15,3	27,5

Tab. 3 Gesamtkosten flächenspezifisch (Bezugsfläche NGF)

1.2 LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen 2002–2017

1.2.1 Liegenschaftsstruktur des Landesbetriebs LBB und Flächenentwicklung

Die Aussagen dieses Kapitels beziehen sich nur auf LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen, die im Auswertungsjahr überwiegend von einer Landesdienststelle genutzt wurden und das ganze Jahr in Nutzung waren (kein Leerstand).

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Veränderungen der auszuwertenden Liegenschaften im LBB-Portfolio seit 2005. Dabei fallen unter „Zugänge“ und „Abgänge“ nicht nur Neubauten und Verkäufe, sondern auch Liegenschaften, die aufgrund einer Generalsanierung wieder in die oder aus der Auswertung genommen wurden (z. B. von 2008 auf 2009: Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur, ISIM)

Jahr	Veränderung	Anzahl Liegenschaften insges.	Zugänge		Abgänge		Summe NGF (m ²)
			Anzahl Liegenschaften	NGF (m ²)	Anzahl Liegenschaften	NGF (m ²)	
2005		382					
2006	von 2005 auf 2006	376	4	9.284	10	21.916	-12.633
2007	von 2006 auf 2007	372	8	29.019	12	38.289	-9.270
2008	von 2007 auf 2008	368	2	3.601	6	7.230	-3.629
2009	von 2008 auf 2009	373	7	25.488	2	5.570	19.918
2010	von 2009 auf 2010	377	7	18.485	3	4.915	13.570
2011	von 2010 auf 2011	381	6	12.225	2	7.225	5.000
2012	von 2011 auf 2012	372	0	0	9	7.725	-7.725
2013	von 2012 auf 2013	370	1	409	3	1.183	-774
2014	von 2013 auf 2014	360	1	11.732	11	40.557	-28.825
2015	von 2014 auf 2015	353	1	460	8	9.475	-9.015
2016	von 2015 auf 2016	350	0	0	3	2.877	-2.877
2017	von 2016 auf 2017	350	1	9.963	1	1.433	8.530

Tab. 4 Änderungen im ausgewerteten Liegenschaftsbestand ohne Hochschulen

Wie für die letzten Energieberichte wurden für die Liegenschaften, deren Bewirtschaftung und Rechnungskontrolle noch beim Nutzer liegt, die Rechnungen der Versorger beim Nutzer angefordert und daraus die Verbräuche ausgewertet. Die Daten der meisten Strom-, Gas-, Biomasse- und Fernwärmerechnungen wurden durch die in der LBB-Zentrale gebündelte Rechnungsprüfung erfasst.

1.2.2 Übersicht Gesamtverbräuche und -kosten

Nachfolgend sind die gesamten Medienverbräuche (Tab. 5) in Gigawattstunden (GWh) und die zugehörigen Kosten (Tab. 6) zusammengefasst. Als Bezugsgröße für flächenspezifische Kennwerte dient die Nettogrundfläche (NGF).

Die (wenigen) fehlenden Verbrauchsdaten wurden dabei über die Gesamtfläche aller auszuwertenden Liegenschaften hochgerechnet. Der Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser wurde für diesen Vergleich nicht klimabereinigt.

	Energieverbrauch Heizung/Warmwasser	Strom- verbrauch	Wasser- verbrauch	Abwasser
	GWh (unbereinigt)	GWh	m ³	m ³
2002	246,9	72,8	758.300	733.100
2014	169,6	76,7	606.876	576.532
2015	186,2	76,5	600.278	570.264
2016	188,7	76,0	600.148	570.140
2017	185,0	75,6	600.137	570.131
Veränderung zu 2002	-25,1%	3,9%	-20,9%	-22,2%

Tab. 5 Gesamtverbräuche LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

	Gesamtkosten Heizung/ Warmwasser	Gesamtkosten Strom	Gesamtkosten Wasser	Gesamtkosten Abwasser	Gesamt- kosten
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
2002	9.771.000	8.519.000	1.417.000	1.374.000	21.081.000
2014	11.166.684	15.788.424	1.225.890	1.204.953	29.385.951
2015	10.882.051	15.485.786	1.254.582	1.220.366	28.842.785
2016	10.387.358	13.394.519	1.314.323	1.296.319	26.392.520
2017	9.208.125	13.558.161	1.314.301	1.296.297	25.376.884
Veränd. zu 2002	-5,8%	59,2%	-7,2%	-5,7%	20,4%

Tab. 6 Gesamtkosten LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

1.2.3 Energieverbrauch Heizung/Warmwasser

Gesamtverbrauch

Die folgende Tabelle 7 zeigt, dass die klimabereinigten und auf einen Jahreszeitraum bezogenen spezifischen Verbräuche für Heizung und Warmwasser von 2002 bis 2017 stetig leicht gefallen sind.

Die Änderung der Nettogrundfläche ist im Wesentlichen auf Änderungen im Liegenschaftsbestand zurückzuführen, ergänzt um weitere Nutzungsänderungen in bestehenden Liegenschaften.

Jahr	abs. Verbrauch unbereinigt kWh	abs. Verbrauch klimabereinigt kWh	Fläche NGF (Nettogrundfläche) m ²	spezif. Verbrauch klimabereinigt kWh/m ²
2002	246.895.000	296.984.000	1.677.700	177,0
2014	169.696.317	223.257.433	1.662.675	134,2
2015	186.232.342	221.197.741	1.653.659	133,7
2016	188.728.123	216.138.598	1.650.783	130,9
2017	184.982.785	215.257.241	1.659.312	129,7
Veränd. zu 2002	-25,1%	-27,5%	-1,1%	-26,7%

Tab. 7 absoluter und spezifischer Energieverbrauch Heizung/Warmwasser der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

Der klimabereinigte Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser sank von fast 300 Gigawattstunden im Jahr 2002 auf 215 Gigawattstunden im Jahr 2017. Das entspricht einer Reduzierung um 27,5 Prozent. Gründe dafür liegen vor allem in den fortlaufenden Sanierungstätigkeiten im Bestand, die insbesondere auch energetische Verbesserungen mit sich bringen. Ebenso wird über die Energierichtlinie ein besonders energieeffizienter Standard für Neubau- und Sanierungsmaßnahmen sichergestellt, der die Verbräuche des Gesamtportfolios reduziert.

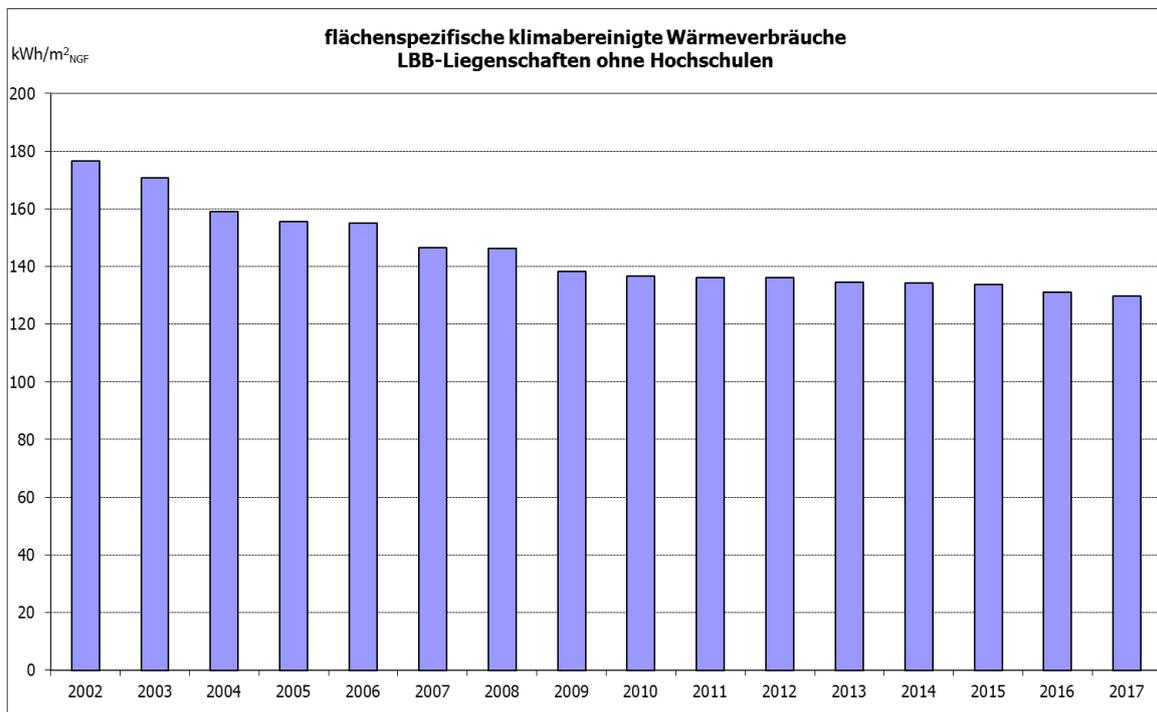


Abb. 1

Gesamtverbrauch nach Energieträgern

Zur Beheizung und Warmwasserbereitung wurde 2017 in den 350 ausgewerteten Liegenschaften zu 55,3 Prozent Erdgas, zu 26,8 Prozent Fernwärme und zu 1,4 Prozent Öl als Energieträger eingesetzt. Der Anteil der Fernwärme steigt, während der Anteil von Erdgas und Öl tendenziell sinkt. Der Anteil regenerativer Energien (unter „Biomasse“) wurde seit 2002 deutlich ausgebaut,

er liegt 2017 bei circa 6 Prozent. Extra ausgewiesen wurde der Anteil an Gas für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, der von 0,1 Prozent im Jahr 2002 auf 10,6 Prozent im Jahr 2017 gesteigert werden konnte. Die nachfolgenden Schaubilder (Abb. 2 und 3) verdeutlichen die Entwicklungstendenz seit 2002 und die weiterhin vorherrschende Dominanz des Energieträgers Gas.

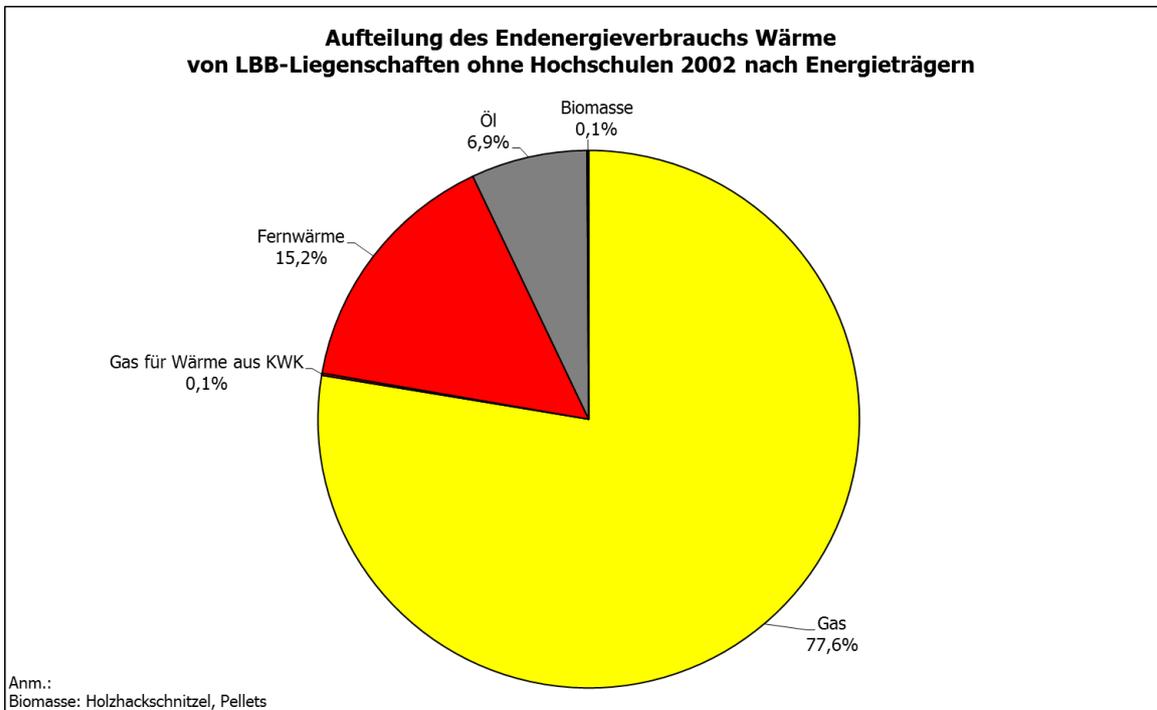


Abb. 2

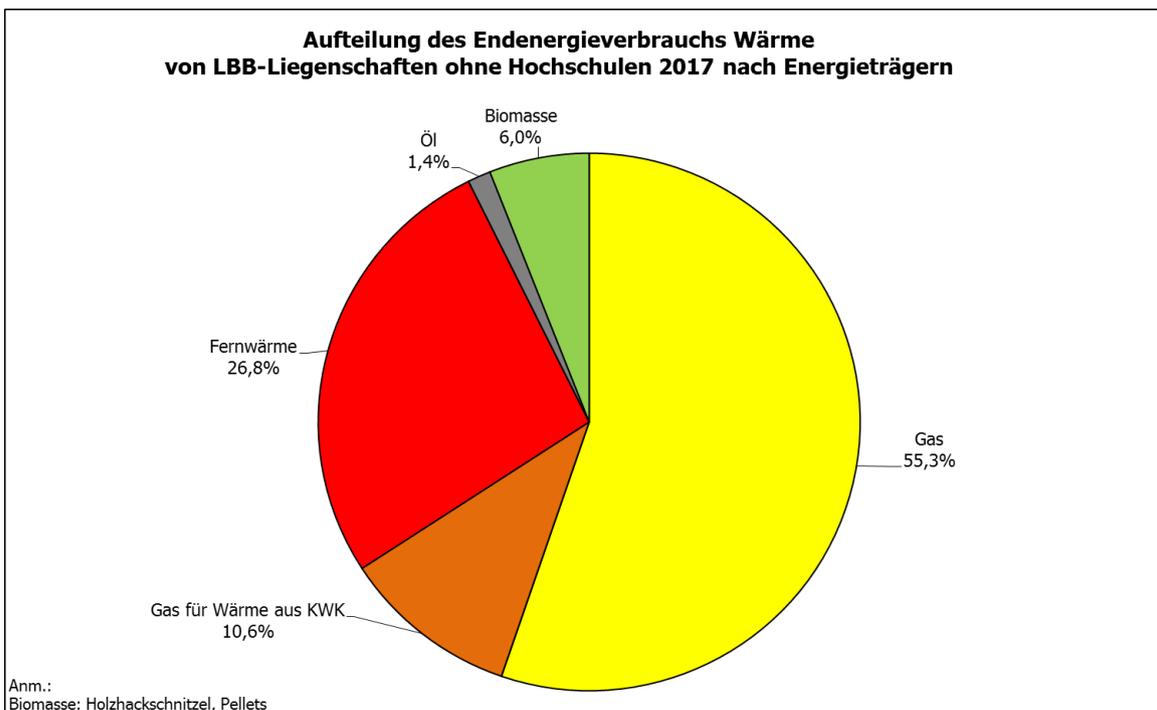


Abb. 3

1.2.4 Stromverbrauch

Gesamtverbrauch

Folgende Abbildung 4 zeigen, dass der auf die Nettogrundfläche und auf einen Jahreszeitraum bezogene spezifische Stromverbrauch von 2002 auf 2010 ansteigt. Der Anstieg ist u. a. auf die zunehmende Ausstattung im Bereich der EDV und auf den nachträglichen Einbau von Klimaanlage zurückzuführen. Mit einem Höhepunkt im Jahr 2010 scheint dieser Trend zum Stillstand gekommen zu sein, und für die Jahre bis 2017 ist eine fallende Tendenz festzustellen. Es wird jedoch weiterhin eine der vorrangigen Aufgaben sein, Maßnahmen zur Stromeinsparung zu verfolgen. Da der hier dargestellte Stromverbrauch zu wesentlichen Teilen auch den Strom für die Ausstattung mit elektrischen Geräten (Computer, Server ...) umfasst und somit vom Einkauf und vom Verhalten des Nutzers abhängt, müssen auch seitens der Nutzer weiterhin Anstrengungen unternommen werden, die Stromverbräuche zu senken. Eine effizientere und damit weniger Wärme produzierende Ausstattung bewirkt dabei im Sommer die Absenkung der Wärmelasten, die im Gebäude entstehen, und verringert somit auch den Aufwand für Gebäudekühlung.

Jahr	abs. Verbrauch kWh	Fläche NGF (Nettogrundfläche) m ²	spezif. Verbrauch kWh/m ²
2002	72.789.000	1.677.700	43,4
2014	76.727.448	1.662.675	46,1
2015	76.506.495	1.653.659	46,2
2016	76.071.365	1.650.783	46,1
2017	75.625.208	1.659.312	45,6
Veränd. zu 2002	3,9%	-1,1%	5,0%

**Tab. 8 absoluter und spezifischer Stromverbrauch der LBB-Liegenschaften
ohne Hochschulen**

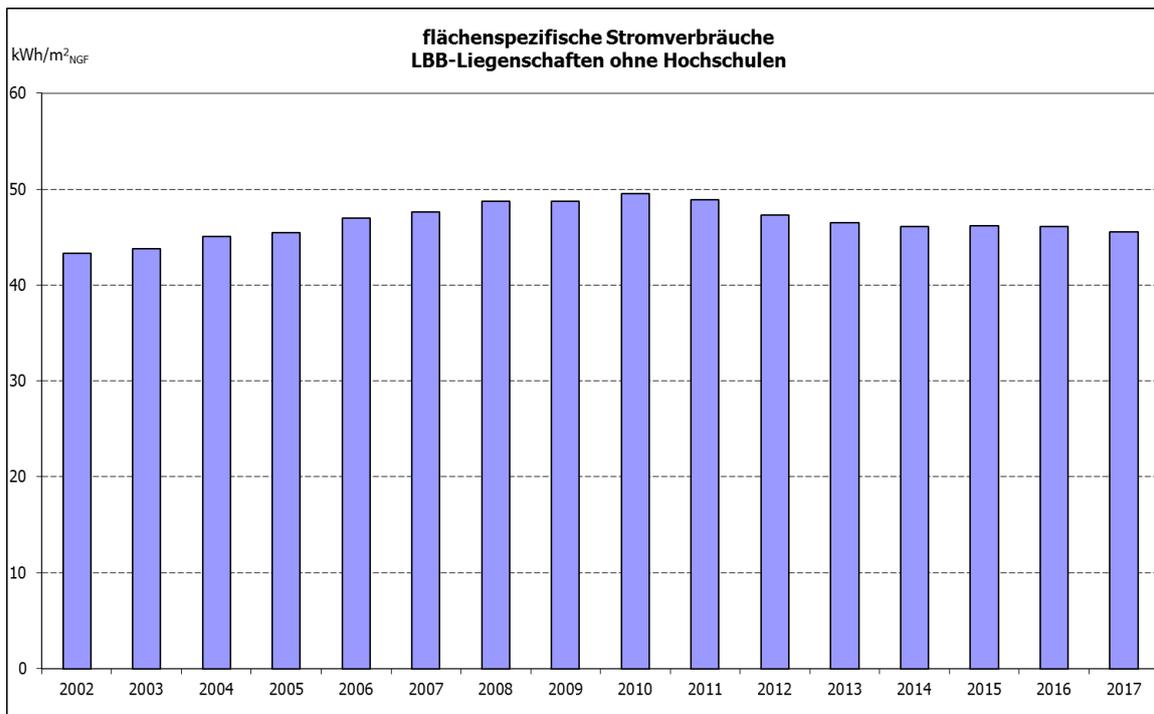


Abb. 4

1.2.5 Wasserverbrauch

Gesamtverbrauch

Die Wasserverbräuche sanken seit 2002 von rund 0,76 Mio. Kubikmeter auf 0,60 Mio. Kubikmeter im Jahr 2017. Das entspricht einer Einsparung von fast 21 Prozent.

Der auf die Nettogrundfläche bezogene Wasserverbrauch ist im Jahr 2017 gegenüber dem Jahr 2002 um 20 Prozent gesunken. Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des flächenbezogenen Wasserverbrauchs von 2002 bis 2017.

Jahr	abs. Verbrauch m ³	Fläche NGF (Nettogrundfläche) m ²	Personen	spezif. Verbrauch flächenbezogen l/m ²	spezif. Verbrauch personenbezogen l/Pers Tag
2002	758.300	1.677.700	45.900	452	45,3
2014	606.876	1.662.675	43.000	365	38,7
2015	600.278	1.653.659	42.500	363	38,7
2016	600.148	1.650.783	42.500	364	38,7
2017	600.137	1.659.312	42.300	362	38,7
Veränd. zu 2002	-20,9%	-1,1%	-7,8%	-20,0%	-14,5%

**Tab. 9 absoluter und spezifischer Wasserverbrauch der LBB-Liegenschaften
ohne Hochschulen**

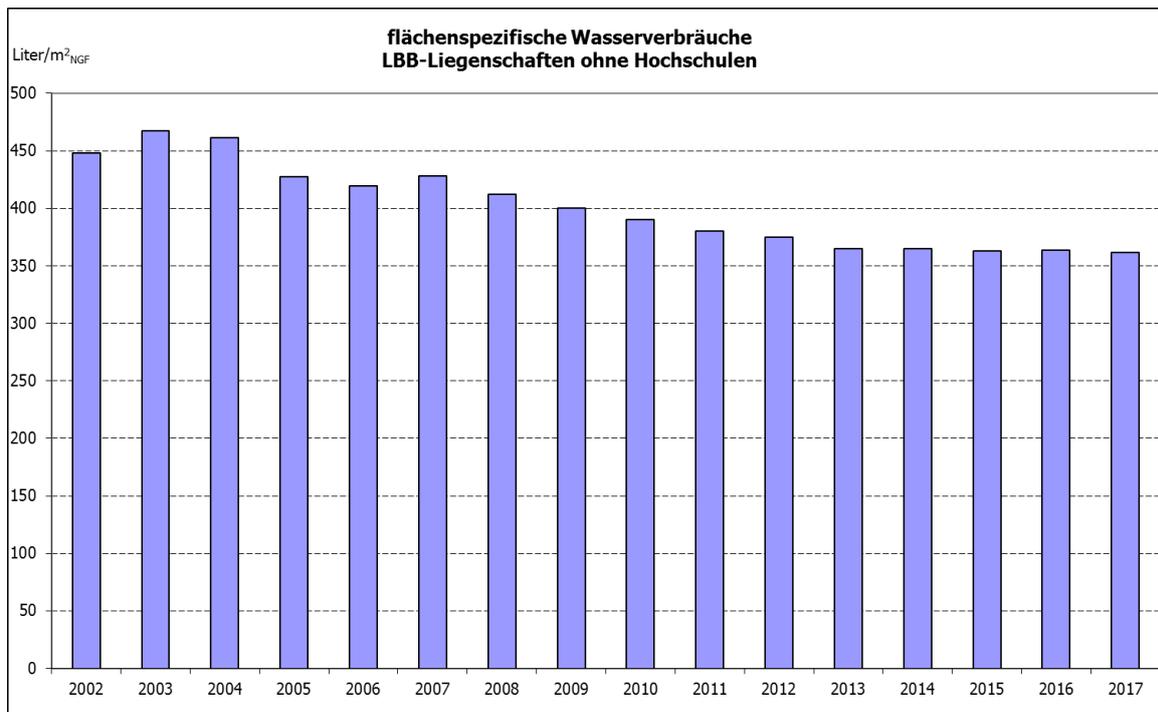


Abb. 5

1.2.6 Kosten und Energiepreisentwicklung

Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt, dass die auf die Fläche bezogenen Gesamtkosten für Wärme, Strom, Wasser und Abwasser von 2002 auf 2017 um fast 22 Prozent gestiegen sind.

Jahr	Gesamtkosten (Wärme, Strom, Wasser, Abw.) EUR	Fläche NGF (Nettogrundfläche) m²	spezif. Kosten EUR/m²
2002	21.079.791	1.677.700	12,56
2014	29.385.951	1.662.675	17,67
2015	28.842.785	1.653.659	17,44
2016	26.392.520	1.650.783	15,99
2017	25.376.884	1.659.312	15,29
Veränd. zu 2002	20,4%	-1,1%	21,7%

Tab. 10 spezifische Gesamtkosten der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

Abbildung 6 zeigt die Aufteilung der Kosten nach Medien. Es ist erkennbar, dass der Anteil der Wärme- und der Stromkosten gegenüber den Wasser- und Abwasserkosten dominant ist.

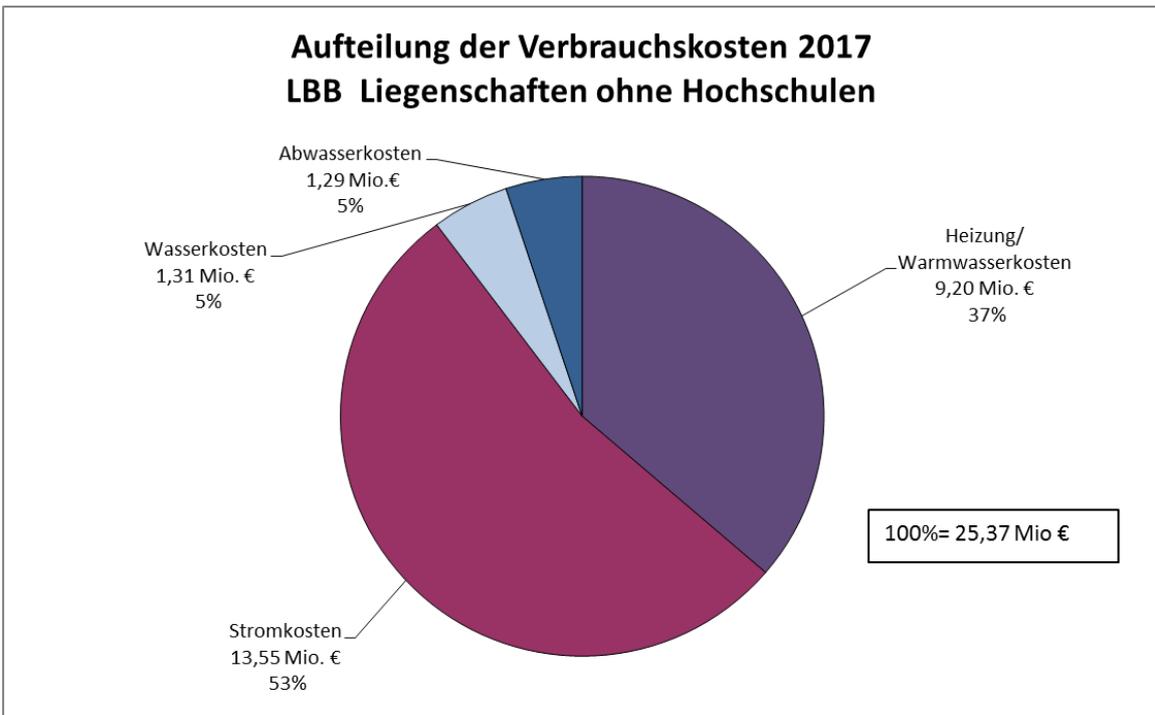


Abb. 6

Energiepreisentwicklung

Die folgende Abbildung 7 zeigt die bundesweite durchschnittliche Entwicklung der Energiepreise – getrennt nach Energieträgern – und des Wasserpreises seit 2000.

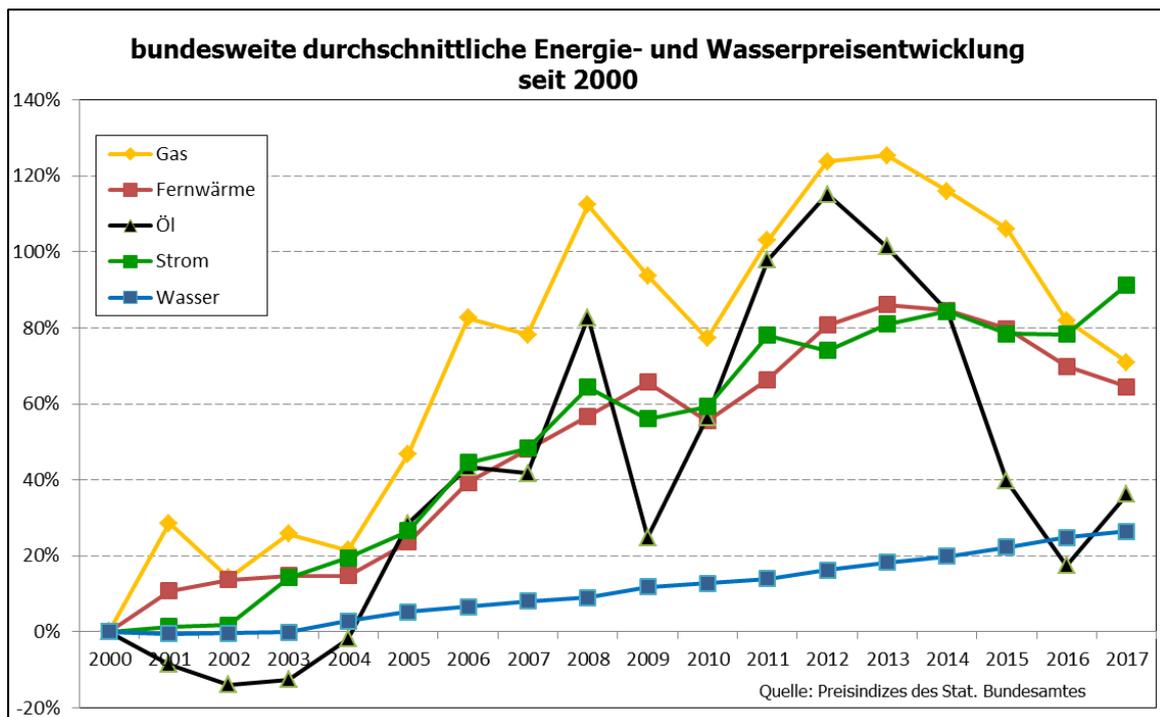
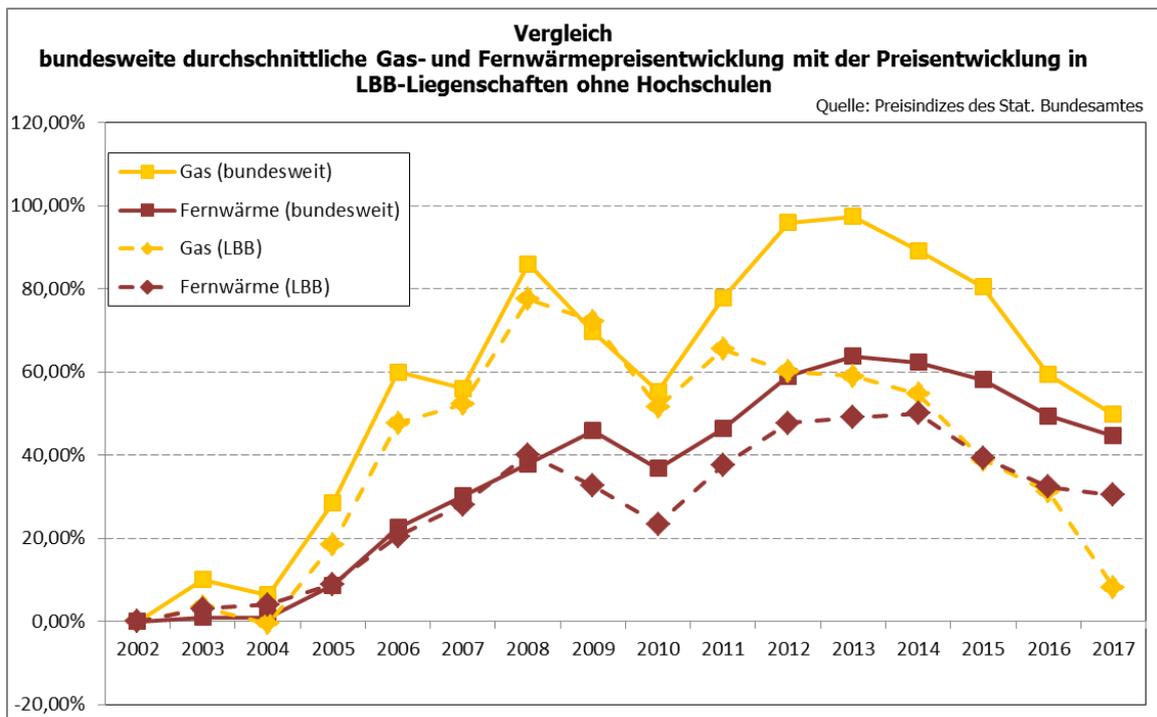


Abb. 7 bundesweite Energie- und Wasserpreisentwicklung seit 2000



**Abb. 8 Preisentwicklung für die Energieträger Gas und Fernwärme seit 2002
Vergleich zwischen Bundesdurchschnitt und LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen**

Durch die erfolgreichen Verhandlungen des Landesbetriebs LBB mit den Fernwärmeversorgern (z. B. Neuanschluss von großen Liegenschaften zu günstigen Fernwärmepreisen) und durch die seit 2010 durchgeführte Medianausschreibung im Bereich Gas liegt die Preisentwicklung für die Energieträger Gas und Fernwärme bei den Landesliegenschaften unter dem bundesweiten Durchschnitt.

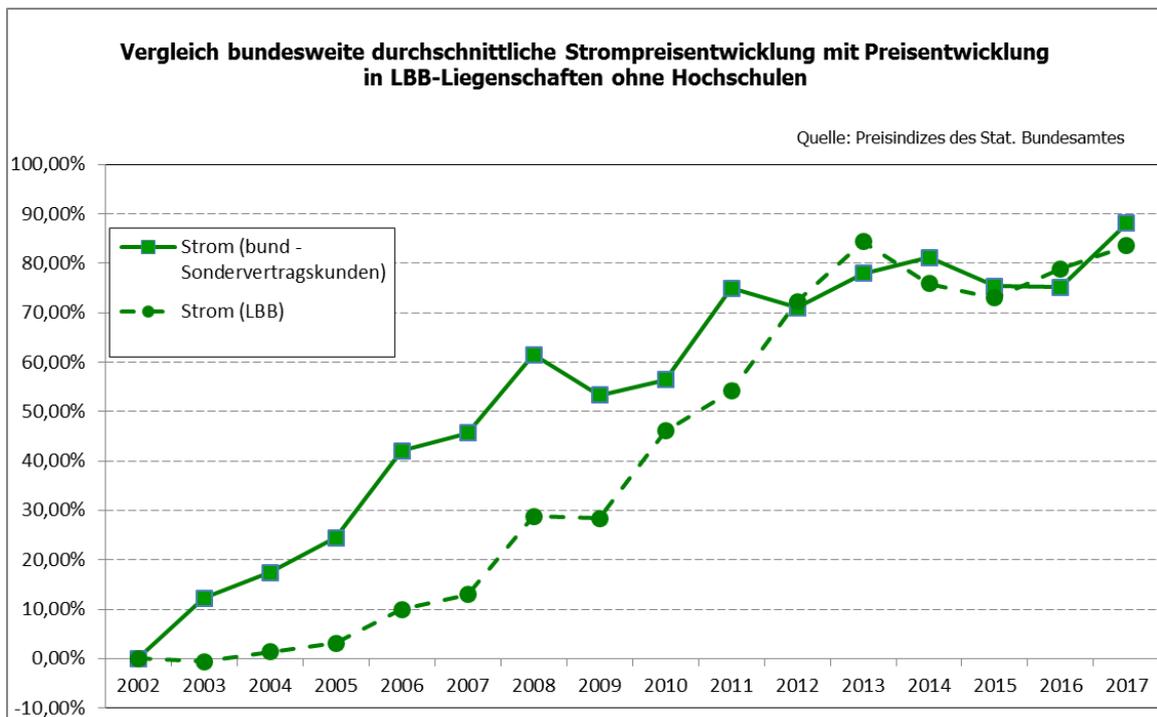


Abb. 9 Bundesweite Strompreisentwicklung im Vergleich zu der bei LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen seit 2002

Abbildung 9 zeigt die bundesweite Strompreisentwicklung im Vergleich mit der Preisentwicklung für die Landesliegenschaften ohne Hochschulen.

Tabelle 11 zeigt die Preisentwicklung für Energie und Wasser von 2002 bis 2017 im Mittel für alle LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen und im Vergleich dazu die Entwicklung im gleichen Zeitraum für den Bundesdurchschnitt gemäß Statistischem Bundesamt.

		Preise Gas Ct/kWh	Preise Fernwärme Ct/kWh	Preise Öl Ct/kWh	Preise Strom Ct/kWh	Preise Wasser EUR/m ³	Preise Abwasser EUR/m ³
	2002	3,66	5,82	3,08	11,70	1,87	1,87
	2014	5,66	8,74	7,63	20,58	2,02	2,09
	2015	5,08	8,12	5,31	20,24	2,09	2,14
	2016	4,80	7,71	4,70	20,93	2,19	2,16
	2017	3,96	7,59	5,05	21,48	2,19	2,16
Veränderung zu 2002	LBB	8,2%	30,4%	63,8%	83,6%	17,2%	14,2%
	bundesweit	49,8%	44,7%	58,3%	88,1%	26,9%	

Tab. 11 Energie- und Wasserpreisentwicklung der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

Tabelle 12 zeigt die mittlere jährliche Energiepreissteigerung von 2002 bis 2017. Aus ihr geht hervor, dass bei LBB-Liegenschaften in diesem Zeitraum für den Bereich Wärme jährlich eine mittlere Energiepreissteigerung von 1,9 Prozent zu verzeichnen war.

mittlere jährliche Energiepreissteigerung				
Zeitraum	Gas	Fernwärme	Öl	Strom
2002-2017	0,5%	1,8%	3,3%	4,1%
Mittelwert Wärme	1,9%			

Tab. 12 mittlere jährliche Energiepreissteigerung der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

1.2.7 Entwicklung der Emissionen im CO₂-Äquivalent

Insgesamt sanken zwischen 2002 und 2017 die Emissionen im CO₂-Äquivalent der LBB-Liegenschaften. Die Einsparungen im Bereich des Wärmeverbrauchs gleichen den Anstieg im Strombereich mehr als aus. Die gesamten Emissionen im CO₂-Äquivalent konnten von 2002 bis 2017 um 22 Prozent gesenkt werden.

Die Emissionen im CO₂-Äquivalent im Bereich des Wärmeverbrauchs konnten sogar um fast 33 Prozent reduziert werden.

Die jährlichen Anpassungen des CO₂-Äquivalentfaktors für Strom durch die Vergrößerung des regenerativen Anteils bei der Stromversorgung der Bundesrepublik sind hier nicht berücksichtigt. Die daraus resultierenden Einsparungen sowie die Einsparung durch den Bezug von Ökostrom sind somit bisher nicht dargestellt.

Die Reduzierungen der Treibhausgasemissionen ergeben sich hier nur durch die Erfolge des Landesbetriebs LBB in der Energieeinsparung und durch einen kontinuierlichen Ausbau von

Biomasse (Holzpellets, Holz hackschnitzel), Kraft-Wärme-Kopplung im Energieträgermix Wärme sowie von eigengenutzten Fotovoltaikanlagen in den LBB-eigenen Liegenschaften ohne Hochschulen.

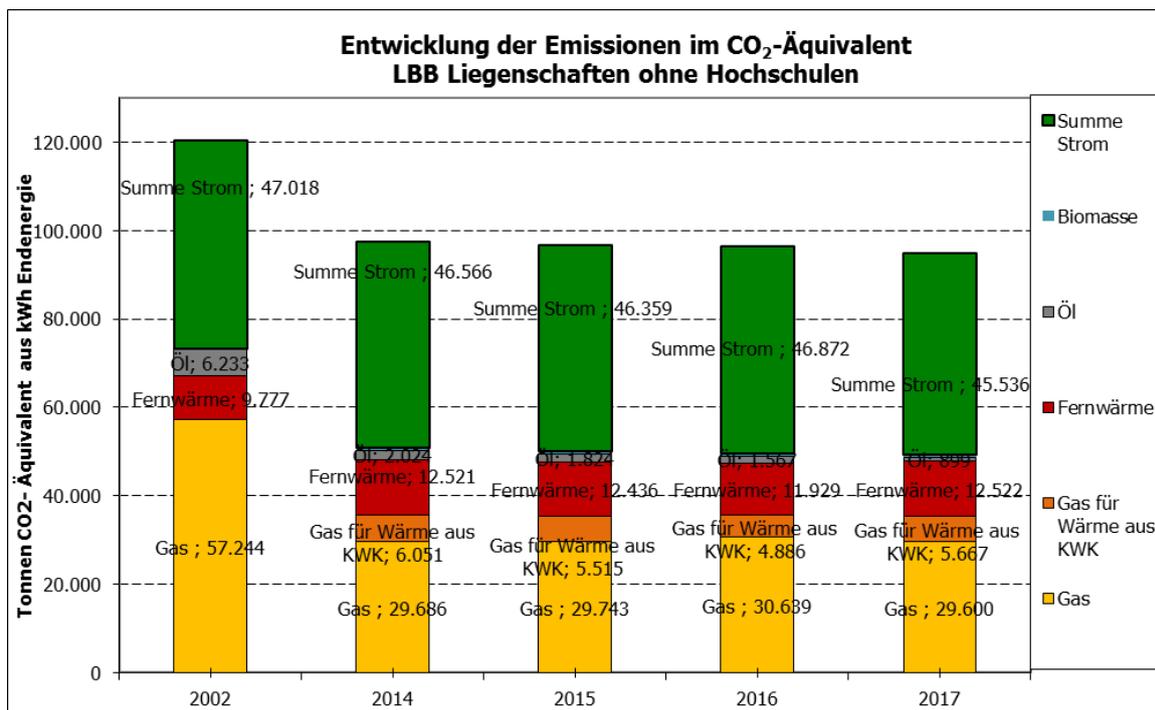


Abb. 10 Entwicklung der Emissionen im CO₂-Äquivalent der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

	Verbräuche klimabereinigt					CO ₂ -Äquivalent * g/kWh	Emission					Veränderung zu 2002 %
	2002	2014	2015	2016	2017		2002	2014	2015	2016	2017	
	Mio.kWh	Mio.kWh	Mio.kWh	Mio.kWh	Mio.kWh		t CO ₂					
Gas	229,89	119,22	119,45	123,05	118,88	249	57.244	29.686	29.743	30.639	29.600	-48,3%
Gas für Wärme aus KWK	0,40	24,30	22,15	19,62	22,76	249	100	6.051	5.515	4.886	5.667	5575,8%
Fernwärme	45,05	57,70	57,31	54,97	57,70	217	9.777	12.521	12.436	11.929	12.522	28,1%
Öl	20,57	6,68	6,02	5,17	2,97	303	6.233	2.024	1.824	1.567	899	-85,6%
Biomasse	0,18	15,44	16,10	13,22	12,85	42	8	648	676	555	540	7078,0%
Heizstrom	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	647	63	58	58	68	67	6,0%
Summe Heizung							73.424	50.988	50.253	49.644	49.294	-32,9%
flächenspezifische CO ₂ -Emissionen (kg/m ² NGF)							43,8	30,7	30,4	30,0	29,7	-32,1%
Strom Netzbezug	72,60	68,94	68,62	68,18	66,12	647	46.971	44.604	44.397	44.115	42.779	-8,9%
Strom aus KWK	0,19	7,78	7,88	9,57	11,07	249	48	1.962	1.962	2.757	2.757	5697,3%
Summe Strom							47.018	46.566	46.359	46.872	45.536	-3,2%
flächenspezifische CO ₂ -Emissionen (kg/m ² NGF)							28,0	28,0	28,0	28,4	27,4	-2,1%
Summe Heizung+Strom							120.443	97.554	96.612	96.516	94.830	-21,3%
flächenspezifische CO ₂ -Emissionen (kg/m ² NGF)							71,8	58,7	58,4	58,4	57,1	-20,4%
Gutschrift Fotovoltaik												
erzeugter Strom		2,01	2,10	2,15	2,24	-413	0	-830	-867	-887	-925	
Summe Heizung+Strom+Gutschrift Fotovoltaik							120.443	96.724	95.745	95.629	93.906	-22,0%
flächenspezifische CO ₂ -Emissionen (kg/m ² NGF)							71,8	58,2	57,9	57,5	56,8	-20,9%

* Quelle: IWU/GEMIS 4.3

Tab. 13 Emissionen im CO₂-Äquivalent der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen

1.3 Hochschulen 2007–2017

Die Hochschulliegenschaften wurden erst im Jahr 2007 in das wirtschaftliche Eigentum des Landesbetriebs LBB überführt. Die rechnungsmäßigen Verbrauchsdaten werden seitdem von den einzelnen Hochschulstandorten abgefragt und nach einheitlichen Kriterien ausgewertet. Im Rahmen des Energiecontrollings Hochschulen (vgl. S. 38) wird der Energieverbrauch der Hochschulgebäude seit Ende 2011 mit Hilfe einer neuen Zählerstruktur, Zählerfernauslesung und einer Monitoring-Software kontrolliert. Dadurch wird bei Unregelmäßigkeiten im Verbrauch ein sofortiges Eingreifen möglich und Energieeinsparpotenziale können direkt identifiziert werden.

In folgender Tabelle 14 sind die Medienverbräuche und -kosten der Hochschulen nach Versorgerabrechnungen seit 2007 angegeben.

	Wärme			Strom		Wasser- und Abwasser		Gesamtkosten
	Verbrauch		Kosten	Verbrauch	Kosten	Verbrauch	Kosten	
	unbereinigt	klimabereinigt						
	GWh	GWh	Mio. €	GWh	Mio. €	Mio. m ³	Mio. €	
2007	137,71	168,8	6,6	109,7	13,8	0,38	1,22	21,62
2008	145,53	167,0	8,1	113,5	14,8	0,37	1,20	24,10
2009	140,00	159,6	8,3	110,9	15,3	0,38	1,23	24,83
2010	155,40	154,5	7,9	111,3	16,2	0,36	1,17	25,27
2011	131,66	161,6	7,0	114,3	18,0	0,38	1,24	26,22
2012	143,47	153,2	9,2	117,9	19,1	0,37	1,25	29,51
2013	150,55	151,3	8,2	114,6	20,0	0,38	1,29	29,50
2014	134,26	156,1	7,9	120,2	21,3	0,40	1,19	30,38
2015	148,54	157,7	8,3	117,1	23,0	0,41	1,16	32,49
2016	138,35	160,1	7,0	115,1	22,0	0,37	1,32	30,32
2017	137,32	160,5	6,4	112,2	21,3	0,38	1,35	29,08

Tab. 14 Gesamtverbräuche und -kosten Hochschulen

Beim klimabereinigten Wärmeverbrauch der Hochschulliegenschaften für Heizung und Warmwasser ist von 2007 bis 2017 eine insgesamt leicht sinkende Tendenz festzustellen, welche allerdings Schwankungen unterworfen ist. Der Strombedarf dagegen steigt tendenziell an, Wasser- und Abwasserverbrauch bleiben nahezu konstant.

Im Gegensatz zu den LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen zeigt sich bei den Verbrauchskostenanteilen der Hochschulen ein deutlich höherer Anteil der Stromkosten, welcher den hochschulspezifischen Nutzungen geschuldet ist, etwa bei Labornutzungen und Flächen mit hohem Kühl- und Lüftungsbedarf.



Abb. 11

Die Emissionen im CO₂-Äquivalent der Hochschulliegenschaften sind zwischen 2007 und 2017 flächenspezifisch in etwa konstant. Die steigenden Emissionen im Strombereich werden durch die sinkenden Emissionen im Bereich Heizung- und Warmwasser ausgeglichen.

	Verbrauch klimabereinigt in Mio. kWh					CO ₂ -Äquivalent * g/kWh	CO ₂ -Emissionen in t				
	2007	2014	2015	2016	2017		2007	2014	2015	2016	2017
Gas	80,45	80,76	85,21	81,14	80,87	249	20.618	20.109	21.218	20.205	20.136
Gas für Wärme aus KWK				2,75	2,82	249				684	701
Öl	5,92	5,29	0,88	1,37	1,60	303	2.803	1.604	242	416	485
Fernwärme	64,90	70,12	70,51	72,20	72,15	217	16.665	15.216	15.200	15.667	15.656
Biomasse			2,51	2,65	3,10	42			106	111	130
Heizung gesamt	151,27	156,17	159,11	160,11	160,53		40.086	36.929	36.810	37.083	37.108
Strom	114,62	120,29	117,17	115,18	112,22	647	70.988	77.829	75.809	74.523	72.605
Gutschrift PV	0,94	0,96	0,98	1,01	1,18	-413	-101	-397	-405	-419	-485
Gesamtbilanz											
	CO ₂ -Emissionen absolut in t						110.973	114.361	112.214	111.187	109.228
	CO ₂ -Emissionen flächenspezifisch in kg/m ² _{NGF}						108,0	109,3	107,8	105,3	103,1

* Quelle: IWU/GEMIS 4.3

Tab. 15 Emissionen im CO₂-Äquivalent der Hochschulen

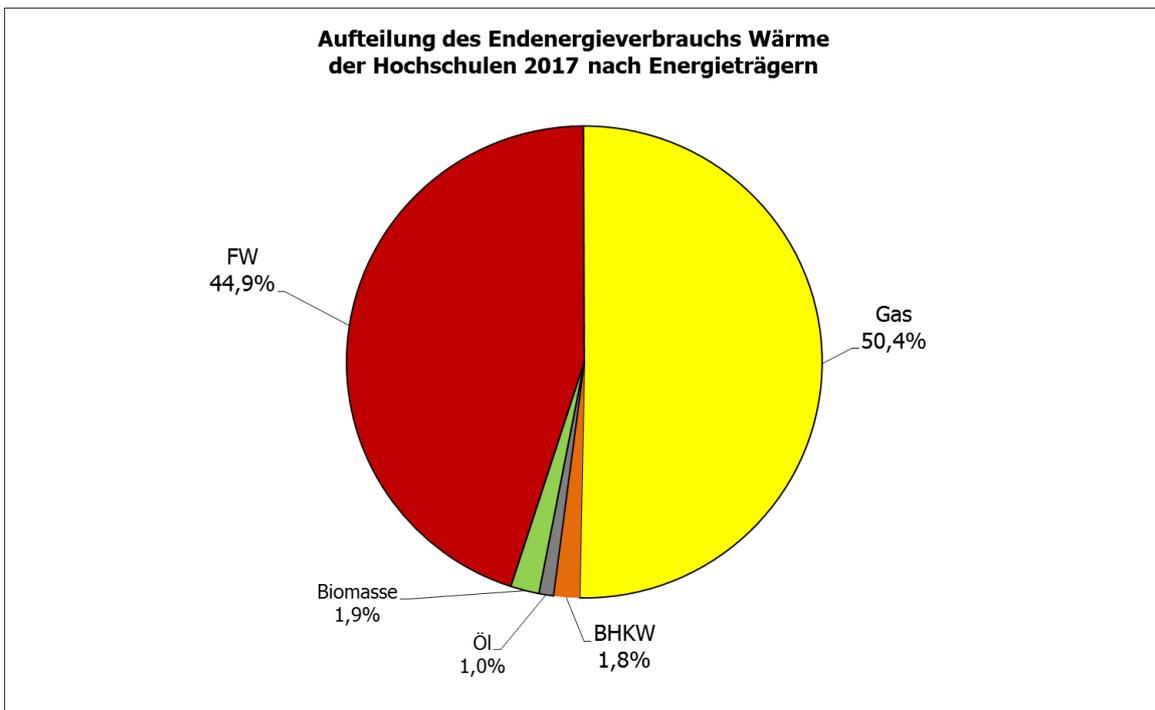


Abb. 12

Der Energieträgermix der Hochschulliegenschaften zeichnet sich 2017 durch eine hohe Fernwärme- und Gasquote aus. In 2017 wurde Biomasse als Energieträger Wärme ausgebaut. Für die verbleibenden Öl-Liegenschaften wird die Wärmeversorgung zu einem großen Teil bereits neu geplant.

2. Energieeffizientes Bauen als Unternehmensziel

2.1 Die 5-Säulen-Energiestrategie

Dass ökologische und ökonomische Aspekte bei der Entwicklung von Bauvorhaben nachhaltig beachtet werden, ist ein wichtiges Unternehmensziel des Landesbetriebs LBB – sowohl in Hinblick auf den Klimawandel als auch auf langfristig günstige Betriebskosten, speziell für Energie.

Der Landesbetrieb LBB verfolgt dieses Ziel des nachhaltigen Bauens mit einer eigenen Energiestrategie, bei deren Umsetzung das Energiemanagement (Standort 1: LBB-Zentrale Mainz; Standort 2: Competence Center Energiemanagement, Koblenz) durch die Leitstelle für regenerative Energien (Leitung: Landau) unterstützt wird.

Die 5 Säulen dieser Energiestrategie sind:

1. LBB-Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren
2. Einsatz von regenerativen Energieträgern und Kraft-Wärme-Kopplung
3. Optimierter Gebäudebetrieb
4. Vertragsmanagement
5. Energiemonitoring, Energiecontrolling und Jahresenergiebericht

2.2 LBB-Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren

Mit seiner Richtlinie „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“ sorgt der Landesbetrieb LBB seit 2006 konsequent für hohe energetische Qualitäten, indem beim Neubau und bei der Bestandssanierung die eigenen energetischen Ziele über die gesetzlichen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) hinaus deutlich höher angesetzt werden. Bei jedem Bauvorhaben wird geprüft, ob eine Realisierung in der besonders energiesparenden Passivhausbauweise möglich und wirtschaftlich darstellbar ist. In der 4. Auflage der Richtlinie wurden die verschärften Anforderungen der EnEV 2014 ab 2016 berücksichtigt. Die gesetzlichen Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung werden um bis zu 50 Prozent bei den Anforderungen an die Gebäudehülle übertroffen. Grundlegende Strategie dabei ist, mit einer sehr gut gedämmten Gebäudehülle den Wärmebedarf so weit abzusenken, dass der verbleibende Restwärmebedarf mit Hilfe von regenerativen Energieträgern in Anlagen vor Ort gedeckt werden kann, den nicht aus regenerativen Quellen zu deckenden Teil des Gebäudeenergiebedarfs zumindest bilanziell durch die Stromerzeugung einer Fotovoltaikanlage zu substituieren und somit den CO₂-Ausstoß des Gebäudes weiter zu senken. Damit unterstützen wir aktiv den Klimaschutz und erfüllen die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand.

Durch eine Entwurfsoptimierung lassen sich mit verhältnismäßigem Mehraufwand sehr energie- und kostenoptimierte Gebäude errichten. Dabei gilt es, eine Gesamtkostenbetrachtung anzustellen, die die Wirtschaftlichkeit nicht nur nach den anfänglichen Investitionskosten bemisst, sondern in die auch die Lebenszykluskosten einfließen und hier vor allem die Betriebs- und die Energiekosten über die gesamte Nutzungsdauer.

Die Richtlinie wurde zuletzt um Planungshinweise zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Erstellung von Energiekonzepten ergänzt. Im Rahmen der bevorstehenden Aktualisierung der Richtlinie zur Anpassung an das Gebäudeenergiegesetz sollen die baulichen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft werden.

Neben den Aspekten der Energieeffizienz und des Klimaschutzes in der Richtlinie hat die wirtschaftliche Erfüllung der Anforderungen an die thermische Behaglichkeit eine hohe Bedeutung. Eine besondere Beachtung finden dabei der sommerliche Wärmeschutz und die gleichzeitige Vermeidung der maschinellen Kühlung mittels herkömmlicher Kompressionskälteanlagen. Bei den neu geplanten Gebäuden wird mit Hilfe einer thermisch dynamischen Simulation geprüft, wie weit ein Außensonnenschutz, der Einbau von Lüftungsklappen für eine Nachtauslüftung und eine Begrenzung der Fensterflächen zur Vermeidung oder Reduzierung des Kältebedarfs beitragen können. Entsprechend diesem Grundsatz wurden zuletzt das Justizzentrum in Bad Kreuznach gebaut sowie zahlreiche weitere Gebäude, wie der Neubau Hochschule Ludwigshafen, Neubau Landesuntersuchungsamt in Koblenz oder zwei neue Polizeigebäude in Landau und in Landstuhl, geplant.

In allen diesen Gebäuden werden die gesetzlichen Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung an die Gebäudehülle deutlich übertroffen.

Im Neubau des Landesuntersuchungsamtes in Koblenz wird die Fassade aus stark gedämmten, großflächigen, vorgefertigten Holzrahmen-Elementen hergestellt und ein besonders fortschrittliches Energiekonzept realisiert. Dabei wird ein Anteil von über 50% des gesamten Jahresheizwärmebedarfs durch die Nutzung von Abwärme aus den zu kühlenden Bereichen mit Hilfe einer Wärmepumpe gedeckt und leistungsstarke Fotovoltaikanlagen gebaut. Somit wird die Anforderung der aktuellen EnEV an den Primärenergiebedarf deutlich unterschritten.

Die Errichtung von Gebäuden im besonders energiesparenden Passivhausstandard oder auf nahezu Passivhausstandard entsprechendem Niveau wird weiter vorangetrieben. Bereits im Jahr 2007 wurden das Forstdienstgebäude Trippstadt als erstes Passivhaus einer Landesverwaltung zertifiziert. Weil die Fotovoltaikanlage auf dem Dach mehr Energie erzeugt, als im gesamten Gebäude verbraucht wird, wird das Forstdienstgebäude Trippstadt sogar zum „Energiegewinnhaus“. Auf Niedrigstenergieniveau fertiggestellt wurden 2010 außerdem die Gebäude für die LBB-Bauleitung auf dem Unicampus Mainz und die Polizeiinspektion in Ludwigshafen-Oppau. Bis zum Sommer 2011 wurden zwei weitere Projekte als vom Passivhaus-Institut zertifizierte Passivhäuser fertiggestellt: das Felix-Klein-Zentrum (Mathe-Institut) an der TU Kaiserslautern und der 2. Bauabschnitt des Internatsgebäudes am Heinrich-Heine-Gymnasium Kaiserslautern.

In den Jahren 2012 und 2013 fertiggestellt wurden ferner folgende Projekte auf Niedrigstenergie- bzw. Passivhausniveau: die Neubauten für die Sozialwissenschaften und für die Anthropologie an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, der Laborneubau an der Universität Koblenz-Landau am Campus Koblenz sowie das Kommunikationszentrum mit Kindertagesstätte am Umweltcampus Birkenfeld.

2016 wurden – als weitere Referenzobjekte von besonderer ökonomischer und ökologischer Bedeutung – drei Gebäude der Erweiterung der Fachhochschule Kaiserslautern am Standort Kammgarn fertiggestellt. Neben einer Gebäudehülle, die die Anforderungen der EnEV 2014 übertrifft, sind die Bilanzkreise für den Wärme- und Kältebedarf CO₂-neutral ausgelegt. Dies wird mit Hilfe des am Campus entlangfließenden Wassers der Lauter und kompensierend unter Einsatz von Fotovoltaikanlagen erreicht.

In Planung im Bereich der besonders effizienten und nachhaltigen Neubauten befinden sich die Erweiterungen der Hochschulen Ludwigshafen und Mainz. Der 2. Bauabschnitt der Hochschule Mainz wird als Pilotprojekt des Landes nach den Anforderungen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) des Bundes geplant und es wird ein Zertifikat im Silberstandard angestrebt. Im Bereich der Gebäudesanierung wird für das Projekt Landtagsgebäude eine sinngemäße Anwendung gemäß des Leitfadens Nachhaltiges Bauen vorgenommen, ebenso werden der Neubauteil und die Außenlagen nach den entsprechenden Modulen des BNB bewertet.

Grundsätzlich werden beim Bau von landeseigenen Gebäuden die Möglichkeiten für CO₂-neutrale Gebäudekonzepte geprüft und bei sinnvoller Anwendung und vertretbarem Aufwand realisiert.

Weitere Informationen wie die Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren sind im Internet unter www.lbbnet.de (Presse, Infos > Publikationen ...) zu finden.

2.2.1 Energieeffiziente Sanierungen

Bei energetischen Sanierungen im Bestand sind oftmals individuelle Lösungen erforderlich. Die energetischen Ziele auf Niveau eines Neubaus lassen sich bei Sanierungen meist nicht oder nur mit erheblichem Aufwand realisieren. Belange des Denkmal- und des Brandschutzes, der Statik sowie vorgegebene Grundrisszuschnitte und gegebene konstruktive Details erschweren oft das Erreichen eines hohen energetischen Standards. Auch der Einsatz regenerativer Energien ist häufig nicht oder nicht wirtschaftlich umsetzbar. Trotzdem lassen sich durch Sanierungen der Gebäudehülle und der Haustechnik hohe Einsparungen im Vergleich zum Ausgangszustand erzielen. Energiekonzepte mit Variantenuntersuchungen im Vorfeld einer Sanierung dienen der Grundlagenermittlung und erleichtern die Entscheidungen im Planungsprozess. Nachfolgend sind einige Sanierungen der letzten Jahre mit verschiedenen Schwerpunkten aufgelistet.

- Sanierung JVA Diez (Energiekonzept Nahwärmenetz regenerativ, Holzhackschnitzelkessel)
- Sanierung Staatliches Eifelgymnasium Neuerburg (Biomassekessel, Fotovoltaikanlage)
- Sanierung Staatskanzlei in Mainz (Nutzung von Grundwasser zur Kühlung, Lüftung mit Wärmerückgewinnung, optimierte Regeltechnik, Fernwärme)
- Sanierung Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz in Neustadt/Weinstraße (Fotovoltaikanlage, Umstellung des Energieträgers auf Biomasse, Solarthermie)
- Sanierung Finanzamt Kaiserslautern, Eckelstraße (Sanierung Außenhülle)
- Sanierung Polizeidienstgebäude Kaiserslautern, Augustastraße (Sanierung Außenhülle: 16 bis 20 Zentimeter Dämmung WLG 032/040)
- Sanierung ASA Landau (Sanierung Gebäudehülle: 14 bis 20 Zentimeter Dämmung WLG 035, Sanierung Haustechnik, Fotovoltaikanlage, Intracting-Vereinbarung zwischen Landesbetrieb LBB und Nutzer)
- Sanierung JSA Schifferstadt (Sanierung Haustechnik: Biomassekessel, Fotovoltaikanlage + Blockheizkraftwerk decken circa 60 Prozent des Strombedarfs)
- Sanierung FH Trier AVZ-Gebäude D (Sanierung Gebäudehülle: Flachdach, Fassade: 20 Zentimeter Wärmedämmung WLG 035)



Abb. 13
Sanierung FH Trier AVZ-Gebäude D
vor Sanierung

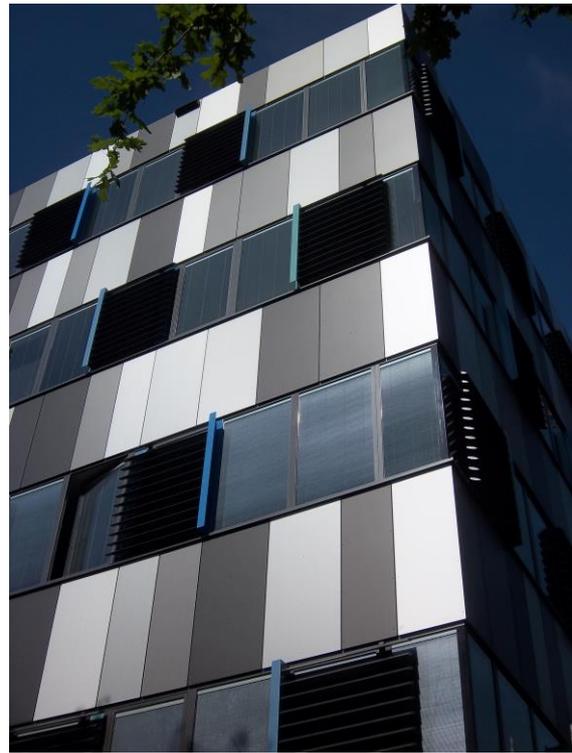


Abb. 14
Sanierung FH Trier AVZ-Gebäude D
nach Sanierung

Projekt Hocheffizienzpumpen für Heizsysteme

Ein Beispiel für die Effizienzsteigerung bestehender Anlagen ist das Projekt Hocheffizienzpumpen. Da die Pumpen für den Wasserkreislauf in den Heizungsanlagen über 6000 Betriebsstunden pro Jahr erreichen, kann der Ersatz einer alten und häufig unregelmäßig geregelten Pumpe durch eine moderne Hocheffizienzpumpe zu einer erheblichen Energiekosten-Einsparung führen. Aus diesem Grund werden in den Gebäuden des Landesbetriebs LBB im Rahmen einer vorgezogenen Bauunterhaltung die alten Heizungspumpen durch neue Hocheffizienzpumpen ersetzt. Die Entscheidung, welche Pumpen ausgetauscht werden, erfolgt nach einer Bestandsaufnahme durch das Energiemanagement des Landesbetriebs LBB.

Steckbrief der Maßnahme

Laufzeit	ca. 2014- 2020
geplante Investitionskosten in technische Anlagen und Geräte	circa 1 Mio. Euro, ohne Kosten der Ingenieurleistungen
jährliche Einsparung Energiekosten	circa 200 TEuro

Bisher wurden Heizungspumpen im Bereich der Niederlassungen Diez, Koblenz, Mainz und Trier erneuert (Ausgaben ca. 640 T€). Das Projekt wird aktuell im Bereich der Niederlassung Landau fortgeführt. Im Bereich der Niederlassungen Idar-Oberstein und Kaiserslautern werden die Heizungspumpen bei Bedarf im Rahmen des normalen Bauunterhalts erneuert.

2.3 Einsatz von regenerativen Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Der Landesbetrieb LBB ist bestrebt, für seine Immobilien den Anteil an regenerativ erzeugter Energie deutlich zu erhöhen. Dazu zählen vor allem der Einbau von Wärmeerzeugern, die mit Biomasse befeuert werden, der Einbau von Solarthermieanlagen zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung, der Einsatz von Fotovoltaikanlagen zur Stromerzeugung und die Nutzung von Erdwärme, in den meisten Fällen in Kombination mit Wärmepumpentechnik.

Ende 2017 betrug der Anteil des solar erzeugten Stroms am Stromverbrauch der LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen circa 3 Prozent. Dabei wurde der gesamte erzeugte Strom, einschließlich des eigenen und dem durch Dritte in das öffentliche Netz eingespeisten Anteils, berücksichtigt. Der Anteil der erzeugten Wärme aus Biomasse am Wärmeverbrauch der LBB-Liegenschaften belief sich auf über 6 Prozent.

2.3.1 Fotovoltaik

Ursprünglich hat der Landesbetrieb LBB seine landeseigenen Dachflächen durch Fremdinvestoren mit Fotovoltaikanlagen belegen lassen. Dabei stellte der Landesbetrieb LBB seine Dachflächen gegen eine Pacht einem privaten Investor zur Verfügung, der in die Fotovoltaikanlage investierte und dafür die Einspeisevergütung erhielt.

Um den Eigenverbrauch von solar erzeugtem Strom zu fördern, wurden mit der Novellierung des EEG in 2009 die Vergütungssätze für die Erzeugung von Solarstrom deutlich reduziert. Ziel der stetigen Reduzierung der Vergütungssätze war es, den Fördermechanismus so weiterzuentwickeln, dass eine wirtschaftliche Integration der Erneuerbaren Energien in den Energiemarkt ermöglicht wird. Da der Vergütungssatz bei einer Einspeisung in das öffentliche Netz deutlich unter dem Strombezugspreis liegt, ist es heute wirtschaftlicher den erzeugten Solarstrom direkt in der Liegenschaft zu verbrauchen.

Seit Einführung dieser Eigenverbrauchsregulierung, errichtet und betreibt der Landesbetrieb LBB deshalb die Fotovoltaikanlagen auf den landeseigenen Gebäuden in eigener Verantwortung.

Gerade aufgrund der geringen Anlagengrößen und der nutzungsbedingten Gleichzeitigkeit kann der solar erzeugte Strom in der Regel zu 80 bis 100 Prozent direkt in unseren Liegenschaften verbraucht werden.

Da die Errichtung einer Fotovoltaikanlage zur Verbesserung der Energiebilanz zudem in die ENEV Berechnungen (EnEV 2014) einbezogen werden kann, prüft der Landesbetrieb LBB die wirtschaftliche Einsatzmöglichkeit von eigenfinanzierten Fotovoltaikanlagen für den Neubaubereich. Dies wurde in seiner internen Richtlinie „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“ grundsätzlich festgeschrieben.

Die Integration von Fotovoltaikanlagen hat durch die Novellierung der ENEV eine enorme Aufwertung erfahren und ist für den Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung die kostengünstigste Möglichkeit um diese Anforderungen zu erfüllen.

Nachfolgende Übersicht (Tab. 16) zeigt die Anzahl, die installierte Leistung und die Modulfläche aller bis Ende 2015 in Betrieb genommenen Fotovoltaikanlagen. Die erzeugten Strommengen pro Jahr sind Tabelle 17 zu entnehmen.

	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung kW _{peak}	Installierte Modulfläche m ²
LBB	46	2.112	17.967
Hochschulen	18	1.208	10.780
Summe	64	3.320	28.747

Tab. 16 Fotovoltaikanlagen in LBB-Liegenschaften

Stromertrag Fotovoltaik MWh/a								
2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
39	54	624	1.261	1.464	1.564	1.749	2.364	2.775
2012	2013	2014	2015	2016	2017			
2.857	2.895	2.973	3.088	3.163	3.414			

Tab. 17 Stromertrag Fotovoltaik in LBB-Liegenschaften



Abb. 15 Fotovoltaikanlagen auf dem Pädagogischen Landesinstitut in Speyer

Elektromobilität als integraler Bestandteil moderner Landesimmobilien

Eine klimafreundliche Mobilität setzt voraus, dass der für den Betrieb der Elektrofahrzeuge erforderliche Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Überall dort, wo der Aufbau einer Ladeinfrastruktur geplant ist, wird deshalb geprüft, inwieweit die Versorgungsmöglichkeit mittels einer Fotovoltaik- oder BHKW-Anlage gegeben ist. Durch den Einsatz der Elektromobilität werden nicht nur die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen durch die Erhöhung des Eigenverbrauches verbessert, sondern gleichzeitig die hauseigenen Netze entlastet.

Mit dem erfolgreich umgesetzten Pilotprojekt Elektromobilität hat der Landesbetrieb LBB die Alltagstauglichkeit der eingesetzten Elektrofahrzeuge in den Niederlassungen festgestellt und in seinem Erfahrungsbericht vom Juni 2016 dokumentiert.



Abb. 16 Solarcarport in Landau

Bisher wurden alle Niederlassungen des Landesbetrieb LBB und fünf weitere Außenstellen mit einer Ladeinfrastruktur zur Betankung der angeschafften Elektrofahrzeuge ausgestattet, so dass heute insgesamt 24 Ladepunkte an 12 verschiedenen Standorten zur Verfügung stehen.

Für den Landesbetrieb LBB und für viele Nutzer der RLP-Landesverwaltungen liegt die Reichweite für rein elektrisch betriebene Fahrzeuge in einem Bereich, die für den Dienstbetrieb keinerlei Einschränkungen mehr erwarten lassen.

In weiteren Pilotprojekten werden die Einsatzmöglichkeiten der Elektromobilität auch für Sonderfahrzeuge untersucht, wie beispielsweise Fahrzeuge der Polizei mit einem besonders hohen Anspruch an die Einsatzbereitschaft.

Für die Fahrzeugflotten von Polizeidienststellen hat der Landbetrieb LBB für zukünftige Neubauplanungen die Errichtung von Solar-Carportanlagen in seine Nachhaltigkeitsstrategie mit aufgenommen. Durch die Schnee- und Eisfreihaltung kann hierdurch für die Fahrzeugflotte stets eine schnelle Einsatzbereitschaft sichergestellt werden. Gleichzeitig wird das Sicherheitsglas solcher Fahrzeuge durch den Sonnenschutz vor Eintrübung geschützt.

Für das Projekt sind entsprechende Datenleitungen vorgesehen, so dass für jeden einzelnen Ladepunkt, die Ladezyklen, Ladeströme und Ladezeiten erfasst und dokumentiert werden können. Mit der Untersuchung der Alltagstauglichkeit der verschiedenen Ladesysteme und Fahrzeugtypen, lassen sich durch die erweiterten Lademöglichkeiten entscheidende Erkenntnisse auch für zukünftige Planungen gewinnen. Gerade aufgrund des hohen Anspruches an den Dienstbetrieb von Polizeifahrzeugen, können die Ergebnisse des Praxisbetriebes hinsichtlich der Versorgungssicherheit und einer schnellen Verfügbarkeit hierzu einen wichtigen Beitrag leisten.

Mit seinem Engagement übernimmt der LBB eine besondere Vorbildfunktion für die öffentliche Verwaltung und für die vielen gewerblichen Fahrzeugflotten, deren Betreiber sukzessiv zum Aufbau eines Ladenetzwerkes beitragen können. Fotovoltaikanlagen und Elektromobilität sind eine konsequente Ergänzung zur Erhöhung des Eigenverbrauchs und der Wirtschaftlichkeit unserer solaren Stromerzeugungsanlagen.

2.3.2 Solarthermie

Solkollektoren erwärmen üblicherweise ein Sole-Wasser-Gemisch, das den Kollektor durchströmt und anschließend diese Wärme in einen Speicher für Warmwasser und/oder zur Beheizung eines Gebäudes überträgt. Im Wohnungsbau kann somit in den Sommermonaten der gesamte Warmwasserbedarf gedeckt werden. Betrachtet man das ganze Jahr, können circa 50 bis 60 Prozent der Energie zur Warmwasserbereitung eingespart werden. Bei Nichtwohngebäuden ist der Einsatz nur in Liegenschaften mit hohem Wasserverbrauch wirtschaftlich, etwa in Mensen oder Sporthallen von Hochschulen oder JVA's bzw. in großen Polizeiliegenschaften.

Bis 2017 waren folgende Solarthermieanlagen in LBB-Liegenschaften installiert (Tab. 18):

	Anzahl der Anlagen	Kollektorfläche m ²
LBB	10	340
Hochschulen	9	541
Summe	19	881

Tab. 18 Solarthermie in LBB-Liegenschaften



Abb. 17 Solarthermieanlage Justizvollzugsanstalt Zweibrücken

2.3.3 Erdwärme

Die Nutzung von Erdwärme erfolgt in LBB-Liegenschaften in der Regel über Erdsonden, die bis zu einer Tiefe von circa 150 Metern senkrecht gebohrt werden. Mittels einer zirkulierenden Flüssigkeit entziehen sie dem Erdreich entsprechend der Jahreszeit Wärme oder Kälte und machen sie für das Gebäude nutzbar. Dies geschieht in den meisten Fällen über eine Wärmepumpe, die im Winter und – je nach Typ auch im Sommer – die vom Erdreich gelieferten Temperaturen zu Heiz- oder zu Kühlzwecken nutzbar macht.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die bis 2017 errichteten Anlagen.

Liegenschaft	Erdsonden Anzahl und Tiefe	Wärmepumpe Leistung	Wärmepumpe Eigenschaft
FAWF Trippstadt	1 x 50 m 1 x 80 m	1 x 8 KW	aktiv Heizen, passiv Kühlen
DLR Mosel Bernkastel - Kues	16 x 110 m	1 x 55,6 KW 1x 39,6 KW	aktiv Heizen, passiv Kühlen
Polizeiinspektion Ludwigshafen - Oppau	8 x 99 m	1 x 32 KW	aktiv Heizen, passiv Kühlen
Heinrich Heine Gymnasium Kaiserslautern	1 x 100 m		Vorwärmung, Vorkühlung der Luft
Uni Koblenz-Landau, Laborgeb. M Standort Koblenz	15 x 150 m	2 x 55 KW, 2 x 50 KW	aktiv Heizen, aktiv Kühlen
Wirtschaftsgebäude JVA Wittlich	3 x 130 m 17 x 110 m	2 x 21 KW Tiefkühl, 3 x 96 kW Kühlraum, 2 x 108 KW Wärme/WW	aktiv Heizen, Trinkwassererwärmung, Tiefkühl- und Kühlräume

Tab. 19 Erdsonden in LBB-Liegenschaften

2.3.4 Biomasse

Bei Biomasse-Heizungen dienen statt der Energieträger Gas oder Öl sogenannte Pellets oder Hackschnitzel als Brennstoff. Diese entstehen aus Abfallprodukten der Holzindustrie, wobei Pellets aus Sägemehl gepresst werden und einer Normung unterliegen. Die Technik dieser Heizungen ist mittlerweile ausgereift und wird von einer Vielzahl von Herstellern auf dem Markt angeboten. Dabei ist der Bedienungs- und Regelungskomfort mit einer konventionellen Heizung vergleichbar. Nachfolgender Übersicht (Tab. 20) sind Anzahl und Gesamtleistung der bis 2017 in Betrieb genommenen Pellets- oder Hackschnitzelanlagen zu entnehmen.

	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung kW
LBB + HS	27	4.663

Tab. 20 Biomasseanlagen in LBB-Liegenschaften

Die nachfolgende Grafik (Abb. 17) zeigt die installierte Leistung der Biomasseanlagen in LBB Liegenschaften und die erzeugte Wärmemenge. In 2015 wurden die ersten großen Anlagen im Hochschulbereich an den Standorten Landau (Uni Koblenz-Landau) und Trier Schneidershof (HS Trier) in Betrieb genommen.

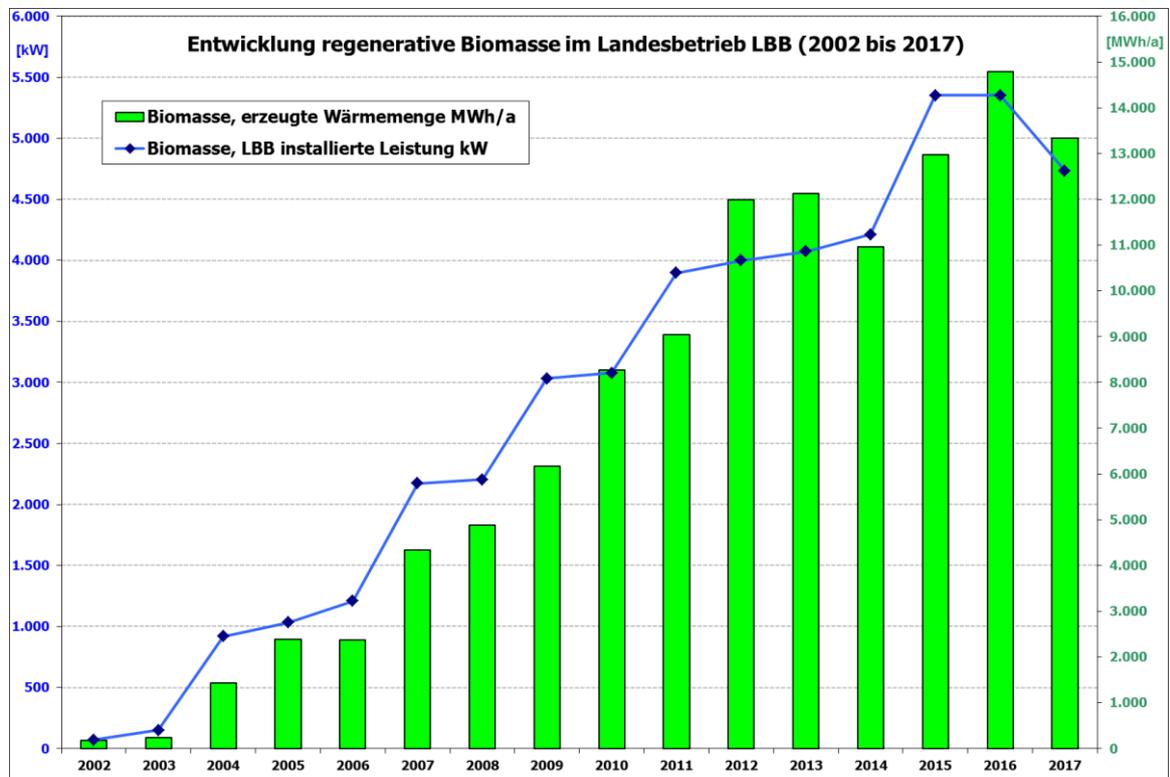


Abb. 18



Abb. 19 Pellets



Abb. 20 Holzhackschnittel

2.3.5 Blockheizkraftwerke (BHKW)

Auch der Anteil der über Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Energie wird ständig ausgebaut. Blockheizkraftwerke gehören zu den Kraft-Wärme-Kopplungs-Systemen (KWK), die wie ein Kraftwerk Strom und Wärme erzeugen. Dabei treibt ein Verbrennungsmotor, der meistens mit Gas betrieben wird, einen Generator zur Stromerzeugung an. Wärmetauscher wandeln die entstehende Abwärme des Motors in zum Heizen nutzbare Energie um. Die gemeinsame Erzeugung von Wärme und Strom vor Ort ist effizienter und damit umweltfreundlicher. Verglichen mit einem Ölkessel zur Beheizung und einem Kohlekraftwerk zur Stromerzeugung können damit beispielsweise circa 35 Prozent des Brennstoffbedarfs und circa 66 Prozent der CO₂-Emissionen eingespart bzw. vermieden werden – jeweils bezogen auf den Primärenergieeinsatz [Quelle: ASUE, zit. nach Buderus-Handbuch der Heizungstechnik].

Nachfolgende Übersicht (Tab. 21) zeigt die elektrische und thermische Leistung aller bis Ende 2017 in Betrieb genommenen Blockheizkraftwerke. In Liegenschaften, in denen der Einsatz dieser Technologie sinnvoll ist (stetige übers Jahr etwa gleichmäßig hohe Verbräuche, die zu langen Laufzeiten der BHKWs führen) wurde der Anteil seit 2004 konsequent weiter ausgebaut. Dies betrifft in erster Linie Justizvollzugsanstalten und Polizeiliegenschaften. Außerdem sind in Tab. 22 die erzeugten Strom- und Wärmemengen der BHKWs dargestellt.

	Anzahl der Anlagen	Leistung elektr. kW _{el}	Wärmeleistung kW _{therm}
LBB+HS	39	1.742	2.896

Tab. 21 Blockheizkraftwerke in LBB-Liegenschaften

	2002	2010	2011	2012	2013	2014
Erzeugte Wärme (kWh)	400.902	9.537.600	9.589.000	10.136.500	12.397.200	14.236.100
Erzeugter Strom (kWh)	190.984	5.112.100	5.139.700	5.392.600	6.832.600	7.778.400
	2015	2016	2017			
Erzeugte Wärme (kWh)	14.438.100	15.603.690	18.332.186			
Erzeugter Strom (kWh)	7.882.900	8.662.949	10.251.156			

Tab. 22 Blockheizkraftwerke: erzeugte Strom- und Wärmemengen

Die nachfolgende Grafik (Abb. 21) zeigt die installierten BHKW-Leistungen, die jährlichen, erzeugten Wärme- und Strommengen und die voraussichtliche Entwicklung dieser Größen.

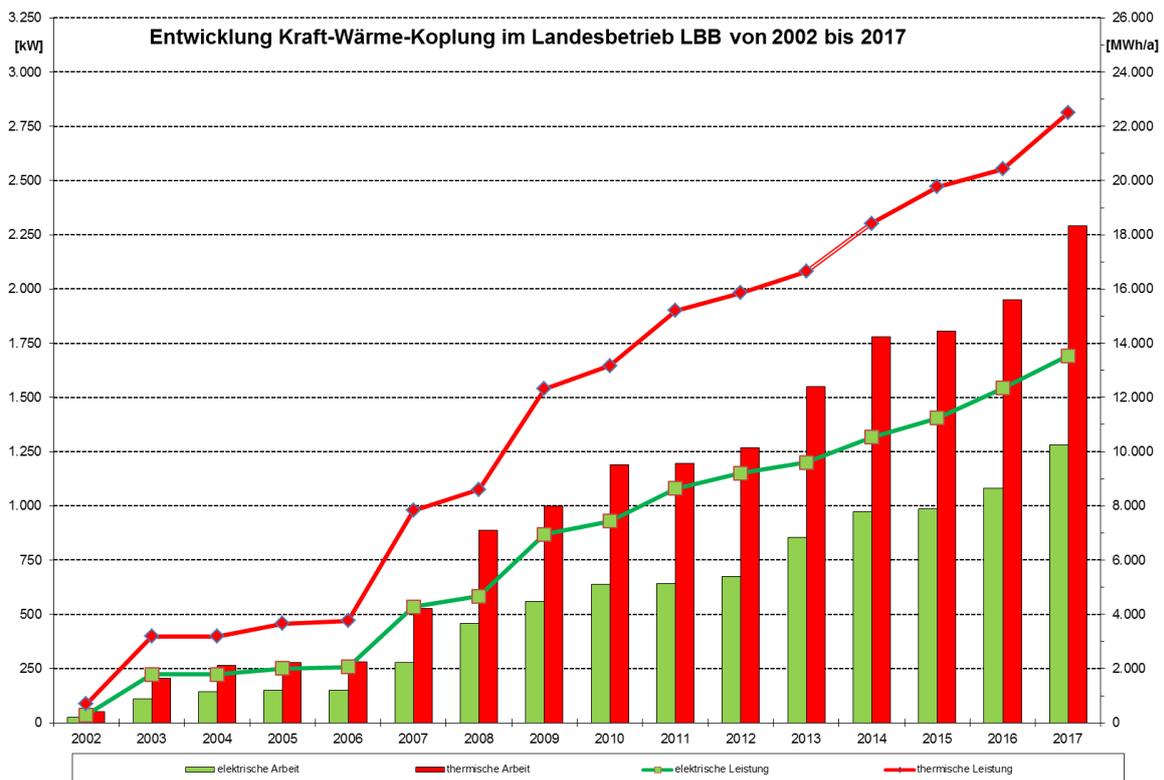


Abb. 21

Repowering von Blockheizkraftwerken

Durch das Ersetzen oder Grundüberholen von vorhandenen Blockheizkraftwerken können diese Anlagen nochmals nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz gefördert werden. Bei Anlagen bis 50 Kilowatt (elektrische Leistung) ist der übliche Förderzeitraum 10 Jahre (= Abschreibungszeitraum). Größere Anlagen werden bis zu 30.000 Vollbenutzungsstunden gefördert.

Planungen im Landesbetrieb LBB sind zu folgenden Projekten veranlasst:

- JVA Rohrbach (187 Kilowatt (elektrische Leistung); Baujahr 2002),
neu: 1 x 140 Kilowatt (elektrische Leistung) und 1 x 70 Kilowatt (elektrische Leistung)
- Bereitschaftspolizei Wittlich (112 Kilowatt (elektrische Leistung), Baujahr 2007),
neu: 2 x 50 Kilowatt (elektrische Leistung)

Die anderen BHKWs werden sukzessive in die Planung und Umsetzung aufgenommen.

2.4 Optimierter Gebäudebetrieb

Ergänzend zur Entwicklung und Anwendung vorbildlicher LBB-Energiestandards beim Bauen und Sanieren landeseigener Liegenschaften steht die Optimierung des Betriebs gebäudetechnischer Anlagen gleichermaßen im Fokus der Klimaschutzmaßnahmen.

Der Landesbetrieb LBB konzentriert sich dabei insbesondere auf Liegenschaften mit auffällig hohen Energieverbräuchen. Im ersten Schritt werden bei einem Ortstermin die Gebäudehülle und die technischen Gebäudeanlagen überprüft. Anschließend werden Sanierungs-/Optimierungskonzepte erarbeitet. Überwiegend im Rahmen der Bauunterhaltung werden z. B. Fassaden mit Wärmedämmsystemen versehen, hydraulische Abgleiche und Leistungsanpassungen von Heizungsanlagen und Optimierungen der Regelungs- und Steuerungstechniken durchgeführt.

Intracting/Energiespar-Contracting

Anders ist es bei Investitionen, die eine übliche Bauunterhaltungspflicht deutlich übertreffen. Hierzu zählt etwa die wirtschaftliche Modernisierung einer noch intakten technischen Anlage, die Umstellung der Heizung auf einen regenerativen Energieträger oder der Einbau einer Kraftwärmekopplung bzw. einer neuen Gebäudeleittechnik. In solchen Fällen wurden Vereinbarungen über ein „internes“ Contracting (Intracting) mit den betreffenden hausverwaltenden Dienststellen mit einer Laufzeit von einigen Jahren getroffen. Dabei setzt der Landesbetrieb LBB auf die Eigenfinanzierung von Energie-Einsparmaßnahmen. Hierbei werden die Kosten der investiven Anteile, die sich als Mehrkosten zum allgemeinen Bauunterhalt ergeben, aus den erzielten Energie-Einsparungen refinanziert.

Im Landesbetrieb LBB wird Intracting seit circa 12 Jahren angewendet. Insgesamt gab es bisher 44 Intracting-Projekte mit einem Investitionsvolumen von circa 9,2 Mio. Euro, circa 1,8 Mio. Euro pro Jahr Energiekosteneinsparung und circa 4,9 Mio. Kilogramm pro Jahr CO₂-Einsparung.

Externes Energieeinspar-Contracting kam bisher nur in der Hauptmensa der Universität Mainz zum Einsatz. Bei diesem Projekt wurde ein externer Contractor mittels Ausschreibung gesucht, der für die Finanzierung und die bauliche Umsetzung der Energiespar-Maßnahmen sowie für die Einspargarantie verantwortlich war. Der Landesbetrieb LBB war bei diesem Projekt für die Ausschreibung, Vergabe und die Ingenieurbetreuung der Leistungen verantwortlich.

Der Schwerpunkt dieses Projektes lag in der Optimierung der Heizungs-, Lüftungs- und Kältetechnik sowie der Dampfversorgung für die Küche. Dabei wurden ca. 896.000 Euro investiert und Einsparungen der Energiekosten von ca. 262.000 Euro/Jahr erreicht.

Der Landesbetrieb LBB bewertet die Anwendung des Energiespar-Contracting-Modells positiv, sodass neue Energiespar-Contracting-Projekte angestrebt werden. Aktuell wird in einigen LBB-Liegenschaften konkret geprüft, ob eine Ausschreibung des Energiespar-Contractings (externer Contractor) sinnvoll ist.

2.5 Vertragsmanagement

Um bei den Verbrauchsmedien Strom und Wärme Einsparungen zu erzielen, wird seit 2002 der Strombezug in regelmäßigem Turnus öffentlich ausgeschrieben. Ab dem Jahr 2006 wurde auch für die Energieträger Erdgas und Biomasse (Holzhackschnitzel und Holzpellets) so verfahren. Im Jahr 2012 wurde die Energiebeschaffung für nahezu alle Liegenschaften durch zentrale öffentliche Ausschreibungen organisiert.

Im Jahr 2005 begann der Landesbetrieb LBB, die Rechnungen der Versorger für die Medien Strom, Gas, Fernwärme und Holz zentral in der Gruppe Energiemanagement (EM) zu prüfen. Inzwischen kontrolliert die Gruppe EM alle Energierechnungen. Im Anschluss werden die geprüften Rechnungen zwecks Zahlungsanweisung an die jeweiligen Hausverwaltungen versandt. Der Auftraggeber zur Energielieferung ist der Landesbetrieb LBB.

Ab dem Jahr 2007 werden auch die Hochschulen und Universitäten im gleichen Maße mit in den Ausschreibungen und Rechnungsprüfungen berücksichtigt. Ausgenommen hiervon sind lediglich die Universitäten Mainz, Kaiserslautern und Trier, da diese Universitäten die Ausschreibung und Rechnungsprüfung bereits in eigener Regie durchführen.

Bei der erstmaligen Ausschreibung konnten Einsparungen von bis zu 15 Prozent erreicht werden. In den Wiederholungsausschreibungen wurden u. a. durch Optimierungsmaßnahmen in der Beschaffung günstige Marktpreise erreicht. Die Energiepreise werden dadurch transparent (Energie, Netz, Steuern und Abgaben) und vergleichbar. Einsparpotenziale in Bezug auf optimale Netzentgelte werden erkennbar und nutzbar, z. B. hinsichtlich einer Lastgangmessung im Strom- und Gasbereich.

Fernwärme

Der Landesbetrieb LBB bearbeitet systematisch die vorhandenen Fernwärmeverträge im Hinblick auf mögliche Einsparpotenziale durch mögliche Anpassungen von Vertragsleistungen und Preisen. Im Fall von Neuanschlüssen an Fernwärme werden diese von der Gruppe EM mittels Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und Preisvergleichen geprüft.

Aktuelle Beispiele hierfür sind:

- Hochschule Kaiserslautern, 2 Gebäude (2016)
- Forstamt, ADD-Reisekostenstelle und Vermessungs- und Katasteramt in Birkenfeld (Ende 2015)
- Finanzamt, Amtsgericht und DLR in Simmern (2016)

Verhandlungen sind derzeit in Kaiserslautern im Gange.

Stromausschreibung

Mit der Stromausschreibung für die Lieferjahre 2019, 2020 und 2021 wurde Ökostrom für etwa 1.500 Lieferstellen in einer Gesamtmenge von circa 115 Gigawattstunden pro Jahr ausgeschrieben. Die jährliche Einsparung im CO₂-Äquivalent durch den Bezug von Ökostrom nach Angaben der Stromversorger beträgt etwa 54.000 Tonnen (Strommix 2017 Deutschland 468 Gramm pro Kilowattstunde CO₂).

Erdgasausschreibung

Im Jahr 2014 wurde erneut eine Ausschreibung aller Lieferstellen öffentlich (europaweit) mit Lieferbeginn 01.01.2015 ausgeschrieben. Es wurden insgesamt 311 Lieferstellen mit einer jährlichen Gasabnahme von 163 Gigawattstunden ausgeschrieben. Durch die strukturierte Beschaffung zu gehandelten Börsenpreisen (EEX Börse in Leipzig) konnten sehr günstige und marktgerechte Einkaufspreise erreicht werden. Alle Kostenbestandteile werden in der Erdgasrechnung transparent aufgeführt.

Für den Lieferbeginn 2020 wird eine erneute Ausschreibung durchgeführt. Dabei werden vermehrt auch weitere Landesliegenschaften berücksichtigt.

Holzpellets- und Holzackschnitzelausschreibung

Im Jahr 2016 wurde erneut eine europaweite Ausschreibung von Holzpellets und Holzackschnitzeln durchgeführt. Lieferbeginn war am 01.11.2016. Insgesamt wurden 21 Liegenschaften mit einem jährlichen Pelletsbedarf von circa 1.600 Tonnen ausgeschrieben. Der Pelletspreis orientiert sich an monatlichen Preiserhebungen von Markanbietern; für diese Preiserhebungen konnten Preisnachlässe von bis zu 27 Prozent erreicht werden.

Nutzung von Lastprofilen im Strom- und Erdgasbereich

Für große Abnehmer (Strom: > 30 Kilowatt und > 30.000 Kilowattstunden pro Jahr; Erdgas: >500 Kilowatt und/oder > 1.500.000 Kilowattstunden pro Jahr) erhält der Landesbetrieb LBB die entsprechenden Messwerte (viertelstündlich bei Strom und stündlich bei Erdgas) monatlich zur Verfügung gestellt. Diese werden zur Rechnungsprüfung herangezogen. Des Weiteren werden diese Daten im Bedarfsfall weiterverwendet zur Betrachtung einer Energieeinsparung und zur Auslegung von technischen Anlagen, z.B. Heizkesseln oder BHKW.

2.6 Jahresenergiebericht und Controlling

Jahresenergiebericht

Der Landesbetrieb LBB erstellt für jedes Jahr einen Energiebericht mit Gesamtaussagen hinsichtlich des Strom-, Wärme- und Wasserverbrauchs und der damit einhergehenden Kosten und Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen). Darin werden detailliert Verbräuche und Kosten der Landesliegenschaften aufgezeigt, flächenbezogene Kennwerte gebildet und mit Benchmarks abgeglichen. Der jährliche Energiebericht liefert die Grundlage zur Beurteilung und Verbesserung der energetischen Qualität der Landesgebäude.

Energiecontrolling

Um die Energie- und Medienkosten effektiv zu überwachen, betreibt der LBB in einer Kooperation mit der Universität Mainz in Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch ein Energiecontrollingsystem mit Zählerfernauslesung und automatisierter Erfassung von Energieverbrauchsdaten in einer zentralen internetbasierten Energiecontrolling-Software.

In der ersten Ausbaustufe bis 2011 wurde dieses Energiecontrollingsystem für die Universität Mainz und für alle weiteren Hochschulen des Landes, ausgenommen Universität Kaiserslautern und Universität Trier, errichtet. An der Universität Kaiserslautern und der Universität Trier wurden eigenständige Energiecontrollingsysteme aufgebaut.

In der zweiten Ausbaustufe nach 2011 wurden bisher circa 26 weitere Landesliegenschaften mit einem hohen Energieverbrauch und Liegenschaften, in denen Blockheizkraftwerke betrieben werden, mit fernausgelesenen Zählern in das zentrale, internetbasierte LBB-Energiecontrollingsystem integriert.

Bei großen Neubauprojekten, z. B. Hochschule Kaiserslautern am Standort Kammgarn oder Justizzentrum Bad Kreuznach, und bei Projekten mit dem Ziel einer besonders hohen Energieeffizienz, z. B. Passivhaus-Standard, werden heute die Belange des Energiecontrollings von Anfang an berücksichtigt.

In Liegenschaften, in denen der bauliche Aufwand für eine automatisierte Zähler-Fernauslesung in keiner wirtschaftlichen Relation zu den Energiekosten steht, kann eine händische Zählerablesung sinnvoll sein. Die Erfassung der Verbrauchsdaten erfolgt in diesem Fall mit Hilfe von Ableseformularen, die aus der Energiecontrolling-Software heraus erzeugt und von dieser per E-Mail der ablesenden Person zugestellt werden. Die erfassten Verbrauchsdaten werden von der ablesenden Person über ein Internet-Portal eingegeben und an die Energiecontrolling-Software gesendet. Dies geschieht in der Regel zum 1. eines jeden Monats. Diese Systematik wurde mit Stand Juli 2019 in 45 Finanzämtern, 56 Gerichten, 7 JVA's, circa 81 polizeilichen Liegenschaften und circa 26 weiteren LBB-Liegenschaften eingeführt. Weitere Liegenschaften befinden sich in der Umsetzung.

Insgesamt werden im LBB-Energiecontrollingsystem Messwerte von ca. 5.000 Zählern, davon ca. 2.600 fernausgelesen, systematisch erfasst.

Parallel zum baulichen Ausbau der Liegenschaften werden die Energie-Verbrauchsdaten der aufgeschalteten Liegenschaften systematisch analysiert und entsprechend den Erkenntnissen bauliche und organisatorische Energiesparmaßnahmen initiiert. Durch die zeitnahe Darstellung der Energieverbräuche in anschaulichen Grafiken (Monitoring) und die Auswertung der erfassten Daten (Controlling) werden unwirtschaftliche Betriebszustände in den betreffenden Gebäuden erkannt und behoben.

Der Landesbetrieb LBB setzt bei der Verbrauchsoptimierung durch eine entsprechende Bedienung und Einstellung der Anlagen auf die Zusammenarbeit mit den Liegenschaftsnutzern. Außerdem bietet das Energiemanagement des Landesbetriebs LBB den hausverwaltenden Dienststellen Unterstützung bei der Auswertung der Energie-Verbrauchsdaten an.

3. Projektbeispiele

Beispielhaft sind nachfolgend einige richtungsweisende Projekte des Landesbetriebs LBB aufgeführt, die durch niedrige Betriebskosten der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand gerecht werden.

Justizzentrum Bad Kreuznach

- Fertigstellung: März 2018
- Nettogrundfläche: 10.013 Quadratmeter
- Primärenergiebedarf gegenüber der Anforderung der Energieeinsparverordnung 2013 um 13% unterschritten
- hochwärmegedämmte Gebäudehülle und dreifachverglaste Fenster
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung für die Gerichtssäle
- Nachlüftungskonzept mit wetter- und einbruchgeschützten Lüftungsklappen für die thermische Behaglichkeit während der warmen Jahreszeit
- Wärmeversorgung: Gasbrennwertkessel
- PV-Anlage mit einer Leistung von 52 KW-Peak (209 Module) zu Eigenstromversorgung



Erweiterung Hochschule Kaiserslautern am Standort Kammgarn

Der Standort befindet sich auf dem Areal der ehemaligen Kammgarnspinnerei, deren Verwaltung, angrenzende Hallen und Kraftwerk als Denkmalzone unter Schutz stehen. Das Areal ist landschaftlich geprägt durch hohe Sandstein-Abbruchkanten des historischen Kröckel' schen Steinbruchs nördlich und südlich des Geländes.

- Gebäude E
 - Sanierung des Bestandsgebäudes „Wollmagazin“
 - Bibliothek und Rechenzentrum
 - Nettogrundfläche: 5.366 Quadratmeter
- Gebäude F
 - Neubau, Verwaltung und Hochschulleitung
 - Nettogrundfläche: 4.602 Quadratmeter
- Fertigstellung 2016
- Gebäude E und F werden gemeinsam durch eine Wärmepumpe mit Wasser aus der Lauter (Kanal in der Schönstraße) beheizt und gekühlt
- Beide Gebäude wurden im Rahmen des Projekts „H.ausgezeichnet“, der Klimaschutzplakette für energiesparendes Bauen und Sanieren der Energieagentur Rheinland-Pfalz, ausgezeichnet



Abb. 22 Hochschule Kaiserslautern (HS KL), Kammgarn, Gebäude E , Gebäude A Bestand
Foto: Thomas Brenner, Kaiserslautern



Abb. 23 HS KL, Kammgarn, Gebäude F

Foto: Thomas Brenner, Kaiserslautern

Abb. 24

Lageplan HS KL Standort Kammgarn

Abb. 25

HS KL, Kammgarn, Gebäude F, Innenhof

Foto: Thomas Brenner



Institut für Anthropologie an der Universität Mainz

Energiestandard: Net-Zero-Energy-Building

Fertigstellung: 2013

Nettogrundfläche: circa 1.650 Quadratmeter

Massivbau mit hochwärmegedämmter Gebäudehülle und hoher Luftdichtigkeit

Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude

Stromsparkonzept, z. B. präsenzabhängige Steuerung der Haustechnik

Fotovoltaikanlage mit einem Jahresertrag von circa 10.500 Kilowattstunden

Wärmeversorgung: Fernwärme Mainz

In der engeren Wahl für den Architekturpreis 2013 der Architektenkammer Rheinland-Pfalz



Abb. 26 Foto: Rüdiger Mosler, Nochern

Institut für Sozialwissenschaften, Georg-Forster-Gebäude an der Universität Mainz

- Fertigstellung: April 2013
- Hauptnutzfläche: 10.575 Quadratmeter
- Die Vorgaben der Energieeinsparverordnung 2009 werden um 34 Prozent übertroffen
- Das Energiekonzept sieht Kühlung im Sommer und Beheizung im Winter über eine Betonkernaktivierung vor
- Ein Erdkanal unter der Bodenplatte dient der Vorkonditionierung der Außenluft und reduziert somit den Energieverbrauch
- Regenwasser wird in einer außenliegenden Zisterne gesammelt und als Brauchwasser genutzt



Abb. 27 Foto: Kühnl + Schmidt Architekten AG, Karlsruhe

Neubau Ausbildungszentrum für Forstwirte Hinterweidenthal

- Fertigstellung: 2012
- Nettogrundfläche: circa 402,44 Quadratmeter
- Massive Holzbauelemente
- Hochwärmedämmte Gebäudehülle
(Pulldach mit circa 400 Millimeter Einblaszellulose, circa 280 Millimeter Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit Wärmeleitgruppe (WLG) 035)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung
- Wärmeversorgung: vorh. Lüftungsanlage in der Grundauslastung und zusätzliche elektronisch geregelte Wandkonvektoren für die individuelle Steuerung
- Fotovoltaikanlage mit circa 30 Kilowatt (peak) Gesamtleistung



Abb. 28

Kommunikationszentrum Umwelt-Campus Birkenfeld

Energiestandard: Niedrigstenergiegebäude

- Fertigstellung: 2012
- Nettogrundfläche: circa 1.532 Quadratmeter
- Mischbauweise (Holzbau/Massivbau)
- Hochwärmegeämmte Gebäudehülle
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: Nahwärmeanschluss (Biomassekessel)



Abb. 29

Foto: Jörg Heieck, Kaiserslautern

Felix-Klein-Zentrum (Institut für Mathematik) an der TU Kaiserslautern

Energiestandard: zertifiziertes Passivhaus

- Fertigstellung: 2011
- Nettogrundfläche: circa 754 Quadratmeter
- Massivbauweise
- Hochwärmegeämmte Gebäudehülle (Gefälledach, WDVS, Dreifachverglasung)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: Nahwärmeanschluss an Heizzentrale der TU



Abb. 30

Internatsgebäude am Heinrich-Heine-Gymnasium Kaiserslautern

Energiestandard: zertifiziertes Passivhaus (2.Bauabschnitt)

- Fertigstellung: 2011
- Nettogrundfläche: circa 1.570 Quadratmeter
- Wände und Decken: Massivbauweise, Dach: Holzkonstruktion
- hochwärmegedämmte Gebäudehülle (WDVS, Dreifachverglasung)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Erdsonde zur Vortemperierung der Frischluft für die Lüftungsanlage
- Wärmeversorgung: Nahwärmeanschluss an Heizzentrale der Schule



Abb. 31

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel in Bernkastel-Kues

Energiestandard: Niedrigstenergiegebäude

- Fertigstellung: 2010
- Nettogrundfläche: circa 1.800 Quadratmeter (beheizt)
- Massivbauweise, hochwärmegedämmte Gebäudehülle (WDVS)
- Wärmeversorgung: 56- und 40-Kilowatt-Wärmepumpe, 16 vertikale Erdsonden mit 110 Metern Tiefe, Betonkerntemperierung der Geschosdecken



Abb. 32

Polizei-Inspektion Ludwigshafen-Oppau

Energiestandard: Niedrigstenergiegebäude

- Fertigstellung: 2010
- Nettogrundfläche: circa 1.031 Quadratmeter
- Massivbauweise, Hochwärmegedämmte Gebäudehülle (WDVS, Dreifachverglasung)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: 32-Kilowatt-Wärmepumpe, 8 Erdsonden, 24-Quadratmeter-Solarthermieanlage, Pufferspeicher, Betonkerntemperierung der Geschossdecken



Abb. 33 Foto: Rüdiger Mosler, Nochern

LBB-Bauleitung Campus Universität Mainz

Energiestandard: Niedrigstenergiegebäude

- Fertigstellung: 2009
- Nettogrundfläche: circa 410 Quadratmeter
- Massivbauweise
- Hochwärmegedämmte Gebäudehülle (Gefälledämmung, WDVS, Dreifachverglasung)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: Anschluss an Fernwärmenetz der Universität
- CO₂-neutrale Primärenergiebilanz aufgrund der Fotovoltaikanlage auf dem Flachdach



Abb. 34

Anbau Finanzamt Kaiserslautern

Energiestandard: zertifiziertes Passivhaus

- Fertigstellung: 2008
- Nettogrundfläche: circa 950 Quadratmeter
- Nutzung: Bürogebäude
- Massivbauweise (Kalksandstein, Stahlbeton)
- hochwärmegeämmte Gebäudehülle (WDVS, Dreifachverglasung mit gedämmtem Fensterrahmen)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: Anschluss ans Fernwärmenetz der Stadt
- Passivhaus: gemäß Vorgaben des Passivhaus-Instituts Darmstadt als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ zertifiziert



Abb. 35

Dienstgebäude der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Trippstadt

Energiestandard: Energiegewinnhaus und zertifiziertes Passivhaus

- Fertigstellung: 2007
- Nettogrundfläche: circa 300 Quadratmeter
- Nutzung: Bürogebäude
- gegenüber EnEV 2004 um circa 80 Prozent reduzierter Heizwärmebedarf
- Holzbauweise
- Hochwärmedämmte Gebäudehülle (Holzständerbauweise mit circa 380 Millimeter Zellulosedämmung, Dreifachverglasung mit gedämmtem Fensterrahmen)
- Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für das gesamte Gebäude
- Wärmeversorgung: 8-Kilowatt-Wärmepumpe und 2 Erdsonden
- Ökologische Baustoffe (Holz, Zellulose-Dämmung)
- Passivhaus: gemäß Vorgaben des Passivhaus-Instituts Darmstadt als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ zertifiziert
- Energiegewinnhaus: Die Fotovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt mehr Energie, als im Gebäude verbraucht wird (Heizung, Warmwasser, Kälte, Lüftung, Beleuchtung, Nutzerstrom wie Arbeitsmittel)



Abb. 36 **Energiegewinnhaus/Passivhaus Trippstadt**

Foto: Matthias Langer, Mainz

4. Zusammenfassung und Ausblick

Für die Hochschulliegenschaften ist zwischen dem ersten Berichtsjahr 2007 und 2017 insgesamt eine Reduktion des klimabereinigten Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser und ein Anstieg des Stromverbrauchs festzustellen. Die Verbrauchsdaten werden im Hochschulbereich durch standortweises Abfragen der rechnungsmäßigen Medienverbräuche ermittelt. Mit dem 2011 eingeführten Energie-Controlling-Programm, mit dem der Strom- und Wärmeverbrauch der meisten Hochschulgebäude über Dauermessungen erfasst wird, können sowohl der Nutzer als auch der Landesbetrieb LBB auf die gleiche Datenbasis zurückgreifen, die es ermöglicht, Energieeinsparpotenziale zu erkennen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Der Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Hochschulen ist allerdings stärker als in anderen Landesliegenschaften von speziellen Nutzungen und Forschungseinrichtungen abhängig.

Für die LBB-Liegenschaften ohne Hochschulen liegen Verbräuche und Kosten bereits seit 2002 vor. Es zeichnen sich folgende Entwicklungen ab: Der auf die Fläche bezogene klimabereinigte Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser sank innerhalb von 15 Jahren um insgesamt über 27 Prozent. Hier spiegeln sich vor allem die seit Jahren stattfindenden Sanierungen wider, die auch den Wärmeverbrauch reduzieren. Der flächenspezifische Stromverbrauch stieg dagegen aufgrund des erhöhten Ausstattungs- und Kühlbedarfs im gleichen Zeitraum um fast 4 Prozent. Als positives Zeichen ist allerdings zu werten, dass der Stromverbrauch seit 2008 nahezu konstant ist und seit 2010 eine sinkende Tendenz zu verzeichnen ist. Wir werden beobachten, ob sich der Trend fortsetzt. Auch von Nutzerseite müssen hierbei noch Anstrengungen unternommen werden (z. B. durch Beschaffung stromsparender Geräte).

Der spezifische Wasserverbrauch konnte um rund 20 Prozent gesenkt werden. Der verstärkte Einsatz von wassersparenden Armaturen und der bewusstere Umgang mit Wasser zeigen hier ihre Wirkung.

Positiv ist auch die Entwicklung der Emissionen im CO₂-Äquivalent. Die Emissionen im CO₂-Äquivalent seit konnten seit 2002 flächenspezifisch um fast 21 Prozent reduziert werden, die Gesamtemission klimabereinigt im Bereich Heizung und Warmwasser um fast 33%.

Die in 2006 eingeführte und zuletzt im Dezember 2016 aktualisierte LBB-Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren gibt sowohl beim Neubau als auch bei Sanierungen verbesserte energetische Standards für alle LBB-Liegenschaften vor. Die Richtlinie wurde zuletzt um Planungshinweise zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Erstellung von Energiekonzepten ergänzt. Im Rahmen der bevorstehenden Aktualisierung der Richtlinie zur Anpassung an das Gebäudeenergiegesetz sollen die baulichen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft werden.

Der Anteil regenerativer Energien, der Bau von Fotovoltaik- und Solarthermieranlagen auf Dächern von Landesliegenschaften und der Anteil von über Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) erzeugter Wärme werden weiter vorangetrieben und ausgebaut. Die über Biomasse (Pellets und Hackschnitzel) erzeugte Wärmemenge konnte innerhalb von 15 Jahren deutlich erhöht werden (2017 circa 7 Prozent des gesamten Wärmeverbrauchs). Circa 10 Prozent der gesamten Wärmemenge und rund 12 Prozent des gesamten Strombedarfs wurden 2017 über Kraft-Wärme-Kopplung gedeckt. Der über Fotovoltaikanlagen erzeugte Strom konnte seit 2003 ebenfalls deutlich gesteigert werden (2017: circa 3 Prozent des gesamten Stromverbrauchs).

Mit seinem erfolgreichen Pilotprojekt im Bereich der E-Mobilität übernimmt der LBB eine besondere Vorbildfunktion für die öffentliche Verwaltung. Eine klimafreundliche Mobilität setzt voraus, dass der für den Betrieb der Elektrofahrzeuge erforderliche Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Fotovoltaikanlagen und Elektromobilität sind eine konsequente Ergänzung zur Erhöhung des Eigenverbrauchs und der Wirtschaftlichkeit unserer solaren Stromerzeugungsanlagen.

Mit der Zentralisierung der Rechnungsprüfung (über 2000 geprüfte Versorgerrechnungen für die Medien Strom und Wärme im Jahr, Gesamtkosten von circa 44,5 Mio. Euro) und deren Auswertung übernimmt das Energiemanagement einen wichtigen Teil des Vertragsmanagements zur Optimierung der Energiekosten. Auch die europaweiten Strom-, Gas- und Biomasseausschreibungen tragen zur Kostenoptimierung in Landesliegenschaften bei.

In den Jahren 2010 und 2011 konnten insgesamt circa 80 Prozent (etwa 100 Gigawattstunden) der vom Landesbetrieb LBB ausgeschriebenen Sondervertragskunden ohne Zusatzkosten auf Ökostrom umgestellt werden.

Der zukünftige Schwerpunkt beim Bauen und Sanieren von Landesliegenschaften wird um den Bereich des nachhaltigen Bauens erweitert werden. Dazu wird zurzeit beim Landesbetrieb LBB eine Strategie entwickelt, wie dieser Aspekt zukünftig in die Planung und die Ausschreibung von Bauvorhaben einfließen und nachgewiesen werden kann. Ein wesentlicher Baustein zur Bewertung der Nachhaltigkeit wird die Berechnung von Lebenszykluskosten sein, die nicht nur die einmaligen Investitionskosten, sondern alle Bewirtschaftungskosten und vor allem die Energieverbräuche über die Nutzungsdauer eines Gebäudes bilanziert.

Quellen Bildmaterial:

Soweit nicht anders vermerkt: Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung Rheinland-Pfalz

Bilder Titel:

Rüdiger Mosler, Nochern

Herausgeber:

Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung Rheinland-Pfalz

Zentrale Mainz

Rheinstraße 4E (Fort Malakoff)

55116 Mainz

Tel.: (0 61 31) - 2 04 96-0

Fax: (0 61 31) - 2 04 96-251

E-Mail: postfach.zentrale@lbbnet.de

Besuchen Sie unsere Website: www.lbb.rlp.de

Stand:

Juli 2019

Auflage:

1.1, 08/2019