



# Gebäudewirtschaft der Stadt Köln

## Umsetzungskonzept für Energieanalysen 2007 und 2010

Bezirksrathaus Kalk

Joseph-DuMont-Berufskolleg Meerfeldstraße

Gemeinschaftsgrundschule Nußbaumer Straße

Gemeinschaftsgrundschule Pfälzer Straße

Berufskolleg Humboldtstraße

Berufskolleg Kartäuser Wall



## Inhaltsverzeichnis

Umsetzungskonzept zu den Energieanalysen.....	3
1 Bezirksrathaus Kalk (Energieanalyse 2007).....	7
1.1 Allgemeine Beschreibung .....	7
1.2 Betriebszeiten .....	7
1.3 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	7
1.4 Einsparpotential .....	8
1.5 Maßnahmenkatalog Bezirksrathaus Kalk .....	9
2 Joseph-DuMont-Berufskolleg, Meerfeldstraße 50-52 (Energieanalyse 2007) ...	10
2.1 Allgemeine Beschreibung .....	10
2.2 Betriebszeiten .....	10
2.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude .....	10
2.4 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	10
2.5 Einsparpotential .....	11
2.6 Maßnahmenkatalog Joseph-DuMont-Berufskolleg .....	12
3 Gemeinschaftsgrundschule Nußbaumer Straße 254-256 (Energieanalyse 2010).....	13
3.1 Allgemeine Beschreibung .....	13
3.2 Betriebszeiten .....	13
3.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude .....	13
3.4 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	13
3.5 Einsparpotential .....	14
3.6 Maßnahmenkatalog GGS Nußbaumer Straße .....	15
4 Gemeinschaftsgrundschule Pfälzer Straße 30-34 (Energieanalyse 2010) .....	16
4.1 Allgemeine Beschreibung .....	16
4.2 Betriebszeiten .....	16
4.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude .....	16
4.4 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	16
4.5 Einsparpotential .....	17
4.6 Maßnahmenkatalog GGS Pfälzer Straße .....	18
5 Berufskolleg Humboldtstraße 41 (Energieanalyse 2010) .....	19
5.1 Allgemeine Beschreibung .....	19
5.2 Betriebszeiten .....	19
5.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude .....	19
5.4 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	19
5.5 Einsparpotential .....	20
5.6 Maßnahmenkatalog Berufskolleg Humboldtstraße .....	21
6 Berufskolleg Kartäuser Wall 30 (Energieanalyse 2010) .....	22
6.1 Allgemeine Beschreibung .....	22
6.2 Betriebszeiten .....	22
6.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude .....	22
6.4 Optimierungsmaßnahmen Technik .....	23
6.5 Einsparpotential .....	23
6.6 Maßnahmenkatalog Berufskolleg Kartäuser Wall .....	24

## Umsetzungskonzept zu den Energieanalysen

In den Jahren 2007, 2008 und 2010 wurden gemäß dem Konzept „Aktives Energiemanagement der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln“ verschiedene Gebäude einer Energieanalyse unterzogen.

Es wurden folgende Objekte untersucht:

### 2007

- Bezirksrathaus Kalk, Kalker Hauptstraße 247-273, Köln-Kalk
- Grundschulen Erlenweg 16, Köln-Bickendorf
- Gemeinschaftshauptschule Tiefentalstraße 66, Köln-Mülheim
- Joseph-DuMont-Berufskolleg Meerfeldstraße 50-52, Köln-Longerich
- Kindertagesstätte Meerfeldstraße 50-52, Köln-Longerich

### 2008

- Bezirksrathaus Mülheim, Wiener Platz 2a, Köln-Mülheim
- Gemeinschaftsgrundschule An St. Theresia 1, Köln-Buchheim
- Kita Kalk-Mülheimer Straße 216, Köln-Kalk

### 2010

- Gemeinschaftsgrundschule Nußbaumer Straße 254-256, Köln-Neuheitenfeld
- Gemeinschaftsgrundschule Pfälzer Straße 30-34, Köln-Innenstadt
- Berufskolleg Humboldtstraße 41, Köln-Innenstadt
- Berufskolleg Kartäuser Wall 30, Köln-Innenstadt

Diese Objekte wurden für eine Energieanalyse ausgewählt, weil die Energiekennwerte der Gebäude im jeweiligen Vorjahr erhöhte Abweichungen vom Verbrauchskennwert für vergleichbare Gebäude gemäß der ages-Studie 2005<sup>1)</sup> (Energieanalysen 2007) bzw. von den Vergleichswerten der EnEV (Energieanalysen 2008 und 2010) vorwiesen.

Objekte mit unterschiedlichen Nutzungsbereichen (z. B. Schule, Turnhalle, Mensa) für die nur ein einziger Verbrauchswert vorliegt, werden über einen individuellen Vergleichskennwert bewertet, welcher aus den flächengewichteten Vergleichswerten der Einzelnutzungen ermittelt wird. Diese Verfahrensvorschrift führt zu unterschiedlichen, von den jeweiligen Gebäudenutzungen abhängigen, individuellen Energiekennwerten.

<sup>1)</sup> Ages-Studie ages GmbH, Forschungsbericht, Verbrauchskennwerte 2005, Energie- und Verbrauchskennwerte in der BRD; die Referenzwerte aus der EnEV dienen nicht als Vergleichsgrundlage, da zum Zeitpunkt der Gebäudeauswahl die EnEV 2007 noch nicht in Kraft getreten war.

Objekt- bezeichnung	Energie- kennwert des Gebäudes 2005	Verbrauchs- kennwert ages-Studie 2005	Differenz zum Vergleichs- wert	Energie- kennwert des Gebäudes 2005	Verbrauchs- kennwert ages-Studie 2005	Differenz zum Vergleichs- wert
	<b>Heizung</b>			<b>Strom</b>		
	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]
Bürgeramt Kalk, Kalker Hauptstr.	115,8	87	33,1%	48,7	35	39,1%
Grundschulen Erlenweg	410,2	106	287,0%	32,3	10	223,0%
Gemeinschafts- hauptschule Tiefentalstr.	234,8	128	83,4%	41,9	11	280,9%
Joseph-DuMont- Berufskolleg Meerfeldstr.	282,5	102	177,0%	19,3	19	1,6%
Kindertagesstätte Meerfeldstr.	293,0	123	138,2%	18,5	18	2,8%

Abb. 1: Energieanalysen 2007: Vergleich Gebäude-Energiekennwert mit Verbrauchskennwert ages-Studie

Objekt- bezeichnung	Energie- kennwert des Gebäudes 2005	Vergleichs- wert EnEV 2007	Differenz zum Vergleichs- wert	Energie- kennwert des Gebäudes 2005	Vergleichs- wert EnEV 2007	Differenz zum Vergleichs- wert
	<b>Heizung</b>			<b>Strom</b>		
	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]
Bezirksrathaus Mülheim, Wiener Platz	66,5	150,0	-55,7%	69,9	40,0	74,8%
Gemeinschafts- grundschule An St. Theresia	243,5	155,0	57,1%	72,9	15,0	386,0%
Kita Kalk-Mülheimer Str.	392,8	160	145,5%	44,8	25	79,2%

Abb. 2: Energieanalysen 2008: Vergleich Gebäude-Energiekennwert mit Vergleichswerten der EnEV

Objekt- bezeichnung	Energie- kennwert des Gebäudes 2009	Vergleichs- wert EnEV 2007	Differenz zum Vergleichs- wert	Energie- kennwert des Gebäudes 2009	Vergleichs- wert EnEV 2007	Differenz zum Vergleichs- wert
	<b>Heizung</b>			<b>Strom</b>		
	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]
Gemeinschafts- grundschule Nussbaumer Str.	204,1	155,0	31,7%	14,5	17,7	-18,1%
Gemeinschafts- grundschule Pfälzer Str.	242,8	155,0	56,6%	16,9	15,0	12,7%
Berufskolleg Humboldtstr.	154,1	116,8	31,9%	11,3	25,7	-56,0%
Berufskolleg Kartäuser Wall	249,0	115	116,5%	18,1	25	-27,6%

Abb. 3: Energieanalysen 2010: Vergleich Gebäude-Energiekennwert mit Vergleichswerten der EnEV

Die Energieanalyse 2007 wurde im Zeitraum Oktober 2007 bis März 2008 und die Energieanalyse 2008 im Zeitraum Oktober 2008 bis März 2009 von der Firma wat aus Karlsruhe durchgeführt. Die Energieanalyse 2010 führte die Firma e&u aus Bielefeld im Zeitraum Oktober 2010 bis März 2011 durch. Zu Beginn der Arbeiten erfolgte eine umfangreiche Bestandsaufnahme des Gebäudezustands und der installierten Technik. Darüber hinaus wurden Messungen durchgeführt, um Informationen über den Strom- und Wärmeverbrauch zu erhalten. Ein weiterer Bestandteil war eine Nutzerbefragung, um auch hier Einsparpotentiale ermitteln zu können. Anhand der Bestandsaufnahme ergaben sich diverse Vorschläge zur Umsetzung.

Aus den Untersuchungsergebnissen werden durch die Gebäudewirtschaft nun die Maßnahmen zur Umsetzung vorgeschlagen, die technisch erforderlich sind und sich als Energieeinsparmaßnahme wirtschaftlich darstellen. Diese sind in den jeweiligen Tabellen zusammengefasst und wurden durch Angaben zur Investition, Amortisation und CO<sub>2</sub>-Einsparung ergänzt.

Gleichzeitig wurde Einvernehmen zwischen den beteiligten Fachdienststellen über die Definition einer „kurzfristigen“ Amortisation erzielt. Demnach werden Maßnahmen mit einer Amortisationszeit bis 16 Jahre als zuschussfähig bewertet. Somit können nicht alle Objekte bzw. Maßnahmen in das Umsetzungskonzept aufgenommen werden, so dass diese sukzessive im Rahmen der Instandsetzung berücksichtigt werden.

Die Energieanalysen wurden einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen, d. h. es werden sowohl die Verzinsung als auch Preissteigerungsraten einkalkuliert.

Objekte, die nicht in das Umsetzungskonzept aufgenommen werden:

- Grundschulen Erlenweg (Energieanalyse 2007)  
Zurzeit wird für beide Schulen eine Generalinstandsetzung durchgeführt. Hierbei werden bereits die Ergebnisse aus der Energieanalyse beachtet und umgesetzt.
- Gemeinschaftshauptschule Tiefentalstraße (Energieanalyse 2007)  
Durch die Schwimmbadsanierung wird bereits ein Großteil der Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog realisiert.
- Kindertagesstätte Meerfeldstraße (Energieanalyse 2007)  
Die Amortisationszeit der Maßnahmen übersteigt die erforderliche, maximale Amortisationsdauer von 16 Jahren. Die baulichen und technischen Maßnahmenvorschläge aus der Energieanalyse werden bei Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.
- Bezirksrathaus Mülheim (Energieanalyse 2008)  
Die hauptsächlichen Maßnahmenvorschläge bedingen die Strategieeinbindung der Kesselanlage. Da diese jedoch von der Rheinenergie gestellt wird, sind Kosten und Einsparprognosen nicht abzuschätzen, so dass das gesamte Maßnahmenpaket entfällt. Die weiteren Ergebnisse der Energieanalyse werden bei Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.
- Grundschule An St. Theresia (Energieanalyse 2008)  
Die Amortisationszeit der Maßnahmen übersteigt die erforderliche, maximale Amortisationsdauer von 16 Jahren. Die baulichen und technischen Maßnahmenvorschläge aus der Energieanalyse werden bei Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.
- Kita Kalk-Mülheimer Str. (Energieanalyse 2008)  
Die Amortisationszeit der Maßnahmen übersteigt die erforderliche, maximale Amortisationsdauer von 16 Jahren. Die baulichen und technischen Maßnahmenvorschläge aus der Energieanalyse werden bei Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.

## 1 Bezirksrathaus Kalk (Energieanalyse 2007)

### 1.1 Allgemeine Beschreibung

Das Bezirksrathaus an der Kalker Hauptstraße besteht aus vier Gebäudeteilen, die miteinander verbunden sind. Es besteht aus einem fünfgeschossigen Hauptbau, zwei viergeschossigen Trakten und einem zweigeschossigen Trakt. Außerdem ist eine zweigeschossige Tiefgarage vorhanden. Im Hauptbau und Trakt D erfolgt die Erschließung der Geschosse über einen überdachten Innenhof. Das Gebäude wurde Anfang der 1990er Jahre in Skelettbauweise errichtet.

Folgende Nutzungseinheiten sind in dem Gebäude untergebracht:

- Meldehalle
- Stadtteilbibliothek
- Frauenberatung
- Jugendgerichtshilfe
- Amt für öffentliche Ordnung
- Fraktionen
- Gaststätte, Küche, Kantine
- Veranstaltungssaal
- Volkshochschule

### 1.2 Betriebszeiten

Das Gebäude wird an fünf Tagen in der Woche von 6:00-19:00 Uhr genutzt. In Ausnahmefällen werden Teilbereiche im Verwaltungsbereich bis 20:30 Uhr betrieben. Der Vortragssaal ist ca. fünf Mal im Monat auch in den Abendstunden belegt. Die Volkshochschule nutzt die Räume in Trakt D an vier Tagen in der Woche bis 21:30 Uhr.

### 1.3 Optimierungsmaßnahmen Technik

Die Heizungsanlage ist in einem dem Alter entsprechenden, aber technisch guten Zustand. Die hydraulische Verteilung in der Anlage ist jedoch ungünstig ausgeführt, so dass vor allem in den Übergangszeiten hohe Bereitschaftsverluste entstehen. Die Einstellungen der Regelung sind nicht immer den Nutzungszeiten angepasst und einige Steuer- und Regelungskomponenten funktionieren nicht mehr einwandfrei. In vielen Räumen ist die Raumtemperatur angemessen. In den Fluren und manchen Teilbereichen überschreitet die Raumtemperatur die Sollwerte für städtische Gebäude. Die Mängel an der Regelung werden im Rahmen der Instandhaltung behoben. Die Lüftungsanlagen befinden sich in einem altersentsprechenden, aber guten Zustand. Eine Wärmerückgewinnung existiert in keiner der Anlagen. Ebenso fehlt eine Regelung, die die Luftmengen dem momentanen Bedarf anpasst. Durch eine optimierte Einstellung und kleinere Umbauten der technischen Anlagen kann eine erhebliche Einsparung erzielt werden. Folgende Maßnahme wird hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren vorgeschlagen:

- Einbau einer hydraulischen Weiche im Heizungssystem und eines DDC-Moduls zur lastabhängigen Steuerung

## 1.4 Einsparpotential

Das Bezirksrathaus Kalk hatte 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 1.865.700 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 881.800 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>1.865.700</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>50.000</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>3</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>3.000</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>45.500</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>11</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.



### 1.5 Maßnahmenkatalog Bezirksrathaus Kalk (Energieanalyse 2007)

Maßnahmen	Mengen		Gesamt- investition brutto	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynamische Amortisations- zeit	Jährliche CO <sub>2</sub> -Ersparnis
			€ brutto	kWh/ a Heizung	€/ a brutto	a	t/ a
Hydraulische Weiche im Heizungssystem, DDC-Modul zur lastabhängigen Kesselsteuerung	1	psch.	45.500 EUR	50.000	3.000 EUR	15	11
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>			<b>45.500 EUR</b>	<b>50.000</b>	<b>3.000 EUR</b>		<b>11</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>						<b>15</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 15 Jahren ist die Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.

## **2 Joseph-DuMont-Berufskolleg, Meerfeldstraße 50-52 (Energieanalyse 2007)**

### **2.1 Allgemeine Beschreibung**

Das Berufskolleg Meerfeldstraße wurde in den 1960er Jahren in Massivbauweise errichtet. Es handelt sich um einen dreigeschossigen Hauptbau (Trakt A) und zwei eingeschossige Trakte, die um zwei Innenhöfe angeordnet sind. Hier ist außerdem eine Gymnastikhalle integriert. In dem eingeschossigen Komplex ist die Rheinische Musikschule untergebracht. Im Berufskolleg werden etwa 900 Schüler/ Woche unterrichtet.

### **2.2 Betriebszeiten**

Der Schulbetrieb findet in der Zeit von 7:45 bis 16:00 Uhr statt. Der Unterricht in der Rheinischen Musikschule findet von 13:30 bis 21:30 statt. Der Schulbetrieb für das Berufskolleg und die Musikschule findet an fünf Tagen in der Woche statt. Die Turnhalle wird an fünf Tagen in der Woche bis 22:00 Uhr genutzt.

### **2.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude**

Die einzelnen Bauteile der Gebäude wurden in einer Bestandsaufnahme aufgenommen und bewertet. Die Wände und Dächer sind weitgehend in einem ordnungsgemäßen Zustand. Sie erfüllen jedoch nicht die Anforderungen an heutige Dämmstandards. In Teilbereichen ist noch eine Einfachverglasung vorhanden. Die Decken zu ungeheizten Kellerräumen sind nicht gedämmt. An der Kellerdecke ist keine Dämmung vorhanden. Für das Berufskolleg wird hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren folgende Maßnahme vorgeschlagen:

- Dämmung der Kellerdecke

### **2.4 Optimierungsmaßnahmen Technik**

Die Heizungsanlage ist in einem funktionsfähigen Zustand. Durch das Fehlen einer hydraulischen Weiche entstehen für die Rücklauftemperatur an den Kesseln unstete Bedingungen und im Heizsystem kann es zu Fehlzirkulationen kommen. Die Regelungseinstellung der Heizungsanlage ist nicht optimal dem Betrieb der Schule angepasst. Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Regelungsanlage und ein eventueller Ersatz defekter Teile erfolgt im Rahmen der Instandhaltung. In der Heizzentrale sind stellenweise ungedämmte Armaturen und Rohrleitungen vorzufinden. Die Beleuchtungsleistung in den Unterrichtsräumen ist teilweise zu hoch.

Folgende Maßnahme wird hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren vorgeschlagen:

- Einbau einer hydraulischen Weiche, inkl. Steuerung

## 2.5 Einsparpotential

Das Joseph-DuMont-Berufskolleg hatte 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 648.100 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 61.870 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>648.100</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>64.936</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>10</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>4.100</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>61.500</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>21</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

## 2.6 Maßnahmenkatalog Joseph-DuMont-Berufskolleg (Energieanalyse 2007)

Maßnahmen	Mengen		Gesamt- investition brutto	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynamische Amortisations- zeit	Jährliche CO <sub>2</sub> -Ersparnis
			€ brutto	kWh/ a Heizung	€/ a brutto	a	t/ a
Hydraulische Weiche im Heizungssystem inkl. Steuerung	1	Stck.	22.500 EUR	40.000	2.500 EUR	8	13
Dämmung von Decken in nicht geheizten Kellerräumen	400	m <sup>2</sup>	39.000 EUR	24.936	1.600 EUR	17	8
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>			<b>61.500 EUR</b>	<b>64.936</b>	<b>4.100 EUR</b>		<b>21</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>						<b>12</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 12 Jahren ist die gesamte Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.

### **3 Gemeinschaftsgrundschule Nußbaumer Straße 254-256 (Energieanalyse 2010)**

#### **3.1 Allgemeine Beschreibung**

Die GGS Nußbaumer Straße besteht aus insgesamt fünf Gebäuden: Hauptgebäude, Turnhalle, drei Pavillons. Für das viergeschossige Hauptgebäude wurden 1959 Putzbauten auf vorhandenen Bruchsteinsockeln errichtet. Im Süden befinden sich zur Straße hin zwei zweigeschossige Schulbaracken. Im Norden stehen auf dem Schulhof zwei alte, eingeschossige Schulbaracken nebeneinander. Die Turnhalle wurde 1963 errichtet. An der Gemeinschaftsgrundschule werden ca. 350 Schüler unterrichtet.

#### **3.2 Betriebszeiten**

Der Schulbetrieb findet an 5 Tagen in der Woche von Montag bis Freitag ab 8:00 Uhr statt. Nach dem regulären Schulbetrieb werden Teilbereiche der Schule für den offenen Ganztagsbetrieb (OGTS) bis 17 Uhr genutzt. Die Turnhalle wird täglich bis ca. 22 Uhr genutzt.

#### **3.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude**

Die einzelnen Bauteile der Gebäude wurden in einer Bestandsaufnahme aufgenommen und bewertet. Die Außenwände und Flachdächer des Hauptgebäudes und der Turnhalle weisen schlechte Wärmedämmwerte auf und erfüllen nicht die Anforderungen an heutige Dämmstandards. Dies gilt ebenso für einen Großteil der Fenster, die teilweise noch einfachverglast sind und starke Undichtigkeiten aufweisen. Auf Grund von eindringender Feuchtigkeit sind die Rahmen einiger Fenster stark verwittert. Bei dem nicht ausgebauten Dachboden der Turnhalle sollte die oberste Geschossdecke wärmegeklämt werden. Die Decken zu den ungeheizten Kellerräumen weisen ebenfalls keine Dämmung auf, so dass hohe Wärmeverluste entstehen. Hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren werden für das Umsetzungskonzept folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmung oberste Geschossdecke der Turnhalle

#### **3.4 Optimierungsmaßnahmen Technik**

Die Heizungsanlage hat ihre technische Lebensdauer überschritten. Die Regelung ist größtenteils nicht funktionstüchtig. Die Beleuchtung ist funktionsfähig und in fast allen Gebäudeteilen ausreichend, jedoch veraltet. Kessel, Verteilung und Regelung sollen nach Ablauf der nächsten Heizperiode im Zuge der Instandsetzung erneuert werden, so dass keine technischen Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden können, die unterhalb der erforderlichen Amortisationszeit liegen.

### 3.5 Einsparpotential

Die GGS Nußbaumer Straße hatte 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 1.082.100 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 76.900 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>1.082.100</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>96.545</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>9</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>5.800</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>66.500</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>22</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

### 3.6 Maßnahmenkatalog GGS Nußbaumer Straße (Energieanalyse 2010)

Maßnahmen	Mengen		Gesamt- investition	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynamische Amortisations- zeit	Jährliche CO <sub>2</sub> - Ersparnis
			€	kWh/a	€/ a	a	t/a
			brutto	Heizung	brutto		
Dämmung Kellerdecke	240	m <sup>2</sup>	18.500 EUR	18.358	1.100 EUR	17	4
Dämmung oberste Geschossdecke Turnhalle	580	m <sup>2</sup>	48.000 EUR	78.187	4.700 EUR	11	18
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>			<b>66.500 EUR</b>	<b>96.545</b>	<b>5.800 EUR</b>		<b>22</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>						<b>12</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 12 Jahren ist die gesamte Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.

## **4 Gemeinschaftsgrundschule Pfälzer Straße 30-34 (Energieanalyse 2010)**

### **4.1 Allgemeine Beschreibung**

Die 1960 errichtete Schule besteht aus zwei identischen Bauten, einer Turnhalle und einem OGTS-Bau. Bei den Schulgebäuden sind jeweils ein viergeschossiger und ein dreigeschossiger Gebäudeteil mit einem geschwungenen Verbindungsflügel miteinander verbunden. In jedem Schulbau befindet sich eine Aula. Das vordere Schulgebäude wird von der GGS Pfälzer Straße mit ca. 150 Schülern genutzt, das hintere wird von der Förderschule am Marienplatz als Nebenstelle genutzt. Der eingeschossige OGTS-Bau wurde 2007 erstellt.

### **4.2 Betriebszeiten**

Der Schulbetrieb findet an 5 Tagen in der Woche von Montag bis Freitag ab 8:00 Uhr statt. Nach dem regulären Schulbetrieb werden Teilbereiche der Schule für den offenen Ganztagsbetrieb (OGTS) bis 16:30 Uhr genutzt. Die Turnhalle wird täglich bis ca. 22 Uhr genutzt.

### **4.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude**

Die einzelnen Bauteile der Gebäude wurden in einer Bestandsaufnahme aufgenommen und bewertet. Die Außenhülle der beiden Schulgebäude weist eine mangelhafte Dämmung mit schlechten U-Werten und aufgrund von nach außen durchgehenden Geschosdecken erhebliche Wärmebrücken auf. Eine außen angebrachte Wärmedämmung ist durch Vorgaben des Denkmalschutzes nicht umsetzbar und hätte erheblichen Einfluss auf die architektonische Wirkung des gesamten Gebäudes. Somit kommt für die Verbesserung des Wärmeschutzes nur eine Innendämmung in Frage. Die Flachdächer besitzen eine minimale Wärmedämmung und die Sheddach-ähnlichen Auladächer weisen Beschädigungen durch Feuchtigkeit auf. Die Decken zu den ungeheizten Kellerräumen sind nicht gedämmt, so dass auch hier die Wärmeverluste sehr hoch sind. Des Weiteren sind noch viele unsanierte, undichte und ungedämmte Alu- und Stahlfenster und Türen vorhanden. Hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren werden für das Umsetzungskonzept folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Dämmung der Kellerdecke
- Innendämmung der Außenwände

### **4.4 Optimierungsmaßnahmen Technik**

Die beiden Schulbauten, die Turnhalle und die OGTS werden über eine Fernwärmestation versorgt, die sich im Schulgebäude der GGS Pfälzer Straße befindet. Von den beiden vorhandenen Pumpensteuerungen zur Versorgung der beiden Schulgebäude ist eine defekt, so dass zwei Pumpen auf eine Steuerung aufgelegt wurde. Dies bedeutet, dass beide Schulgebäude zu den Nutzungszeiten der Gemeinschaftsgrundschule mit Wärme versorgt werden, obwohl die Förderschule z. Zt. nur nachmittags genutzt wird. Daher sollte die Pumpensteuerung erneuert werden. Die Regelungsanlage ist veraltet. Mischer sind



nicht vorhanden, und Langzeittemperaturmessungen zeigen, dass die Regelung defekt ist und die Heizkreise unauszureichend geregelt werden. Die Pumpe in der Verteilung ist veraltet und sollte gegen eine effizientere Pumpe ausgetauscht werden. In den Verwaltungsbereichen sind die Heizkörper mit Elektroheizstäben ausgestattet. Da keine Verriegelung vorhanden ist, kann ein unnötiger Betrieb bei laufender Heizung nicht vermieden werden. Bei normalem Betrieb der Heizstäbe kann zudem eine Wärmeabfuhr durch Konvektion einsetzen. Im ehemaligen Kiosk, welcher als Spielzeuginnenraum genutzt wird, befindet sich ein Elektrospeicher, der z. Zt. unregelmäßig betrieben wird, weil sich im dem Raum eine Wasserleitung befindet. Nach Abtrennen dieser Leitung kann der Betrieb des Elektrospeichers eingestellt und dieser abgebaut werden. Hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren werden für das Umsetzungskonzept folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Erneuerung der Regelung
- Pumpenerneuerung
- Hydraulischer Abgleich

#### 4.5 Einsparpotential

Die GGS Pfälzer Straße/Nebenstelle Förderschule am Marienplatz hatten 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 1.142.400 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 79.500 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>1.142.400</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>257.678</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>23</b>	<b>%</b>
Gesamtenergiebedarf Strom	<b>79.500</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Strom	<b>1.350</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Strom	<b>2</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>20.800</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>260.500</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>20</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

#### 4.6 Maßnahmenkatalog GGS Pfälzer Straße (Energieanalyse 2010)

Maßnahmen	Mengen		Gesamt- investition	Einspar- prognose	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynamische Amortisations- zeit	Jährliche CO <sub>2</sub> -Ersparnis
			€ brutto	kWh/a Heizung	kWh/a Strom	€/ a brutto	a	t/a
Innendämmung Außenwände	1000	m <sup>2</sup>	169.000 EUR	141.500		11.300 EUR	16	11
Dämmung Kellerdecke	370	m <sup>2</sup>	33.500 EUR	26.178		2.100 EUR	16	2
Regelung/Abgleich, Pumpenerneuerung	1	psch.	58.000 EUR	90.000		7.200 EUR		7
					1.350	200 EUR	8	0
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>			<b>260.500 EUR</b>	<b>257.678</b>	<b>1.350</b>	<b>20.800 EUR</b>		<b>20</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>							<b>14</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 14 Jahren ist die gesamte Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.

## **5 Berufskolleg Humboldtstraße 41 (Energieanalyse 2010)**

### **5.1 Allgemeine Beschreibung**

Das Berufskolleg Humboldtstraße wurde 1956 errichtet und besteht aus einem voll unterkellerten Schulbau mit einer halbrund geschwungenen Aula, die durch einen eingeschossigen Brückentrakt mit dem Hauptgebäude verbunden ist. Im Brückentrakt befindet sich der Verwaltungsbereich. Die Aula wird als Gymnastikhalle genutzt. Auf dem Schulhof befindet sich zudem noch eine Schulbaracke mit Holzfenstern.

Im Berufskolleg werden ca. 1.000 Schüler unterrichtet.

### **5.2 Betriebszeiten**

Das Schulgebäude wird von Montag bis Freitag von 7:30-22:00 Uhr genutzt. Dabei wird die Gymnastikhalle in den späten Abendstunden und an Wochenenden von Vereinen belegt.

### **5.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude**

Die einzelnen Bauteile der Gebäude wurden in einer Bestandsaufnahme aufgenommen und bewertet. Die Außenwände und Flachdächer des Hauptgebäudes und der Aula/Turnhalle weisen eine schlechte Wärmedämmung auf. Da eine außen angebrachte Wärmedämmung durch Vorgaben des Denkmalschutzes nicht umsetzbar ist und erheblichen Einfluss auf die architektonische Wirkung des gesamten Gebäudes hätte, kommt für die Verbesserung des Wärmeschutzes nur eine Innendämmung in Frage. Die Fenster der gesamten Berufsschule wurden bis heute nicht ausgetauscht oder saniert und entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz. Fenster und Türen weisen gleichermaßen Undichtigkeiten auf. Die Decke zum unbeheizten Teil des Kellergeschosses des Hauptgebäudes und der Brückengang sollten ebenfalls wärmegeklämt werden, um die hohen Wärmeverluste zu mindern. Hinsichtlich der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren werden für das Umsetzungskonzept folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Innenwanddämmung Hauptgebäude
- Innenwanddämmung Brückengang
- Innenwanddämmung Aula
- Dämmung Kellerdecke
- Unterseitige Brückengangdämmung

### **5.4 Optimierungsmaßnahmen Technik**

Der Wärmetauscher der Heizungsanlage hat seine technische Lebensdauer überschritten, ist jedoch noch funktionstüchtig. Um den Anlagenbetrieb besser dem Bedarf anpassen zu können, sollte die veraltete und nur beschränkt funktionsfähige Regelung ausgetauscht werden. Im Zuge dessen sollte die Verteilung im Heizungskeller erneuert werden,

wobei die vorhandenen Heizungspumpen wiederverwendet werden können. Nach einem anschließenden hydraulischen Abgleich ist eine Einsparung von Pumpenstrom und eine bessere Regelfähigkeit der Anlage zu erwarten. Die Einzelfeuerstätten im Verwaltungsbereich sollten nach Optimierung des Wärmedämmstandards und Erneuerung der Regelung stillgelegt werden. Für dieses Objekt wird aufgrund der maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren folgende Maßnahme vorgeschlagen:

- Erneuerung der Regelung

## 5.5 Einsparpotential

Das Berufskolleg Humboldtstraße hatte 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 1.257.100 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 92.200 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>1.257.100</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>367.277</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>29</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>29.400</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>358.000</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>29</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

## 5.6 Maßnahmenkatalog Berufskolleg Humboldtstraße (Energieanalyse 2010)

Maßnahmen	Mengen		Gesamt- investition	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynamische Amortisationszeit	Jährliche CO <sub>2</sub> - Ersparnis
			€	kWh/a	€/ a		
			brutto	Heizung	brutto		
Innenwanddämmung Hauptgebäude	1.600	m <sup>2</sup>	169.000 EUR	136.208	10.900 EUR	16	11
Innenwanddämmung Brückengang	200	m <sup>2</sup>	22.000 EUR	27.630	2.200 EUR	10	2
Innenwanddämmung Aula	450	m <sup>2</sup>	47.500 EUR	48.303	3.900 EUR	13	4
Dämmung Kellerdecke	320	m <sup>2</sup>	30.000 EUR	25.362	2.000 EUR	15	2
Unterseitige Brückengangdämmung	270	m <sup>2</sup>	55.000 EUR	29.774	2.400 EUR	23	2
Erneuerung der Regelung	1	psch.	34.500 EUR	100.000	8.000 EUR	5	8
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>			<b>358.000 EUR</b>	<b>367.277</b>	<b>29.400 EUR</b>		<b>29</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>						<b>13</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 13 Jahren ist die gesamte Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.

## 6 Berufskolleg Kartäuser Wall 30 (Energieanalyse 2010)

### 6.1 Allgemeine Beschreibung

Das Berufskolleg ist auf einem Grundstück mit dem Berufskolleg Ulrichgasse untergebracht und denkmalgeschützt. Die Gebäude stammen zum größten Teil aus den 1950er Jahren. Ein Anbau erfolgte Mitte der 1970er Jahre. Folgende Gebäude werden vom Berufskolleg Kartäuserwall genutzt:

- Trakt C: eingeschossiger Brückentrakt mit Unterrichtsräumen, der an das benachbarte Berufskolleg Ulrichgasse angrenzt; unterhalb des Brückentraktes befindet sich ein Chemielager
- Trakt D: Schulgebäude mit Unterrichtsräumen, Foto- und Biolaboren; eingeschossiger Anbau mit Chemielaboren, der zur Zeit umgebaut und saniert wird
- Trakt E: Schulgebäude mit Verwaltungstrakt, wurde 2008 saniert, weshalb die Optimierungsmaßnahmen nicht für dieses Gebäude gelten
- Trakt F: Laborgebäude für Biologie mit zwei großen Forschungslaboren für Tiere und Pflanzen, einem klimatisierten Tierhaltungsbereich (Laborratten) und Gewächshäusern

An dem Berufskolleg werden etwa 2.400 Schüler unterrichtet.

### 6.2 Betriebszeiten

Der Schulbetrieb findet an 5 Tagen in der Woche von Montag bis Freitag von 8:15 bis 15:00 Uhr statt. Anschließend wird das Schulgebäude ab 15:00 Uhr gereinigt. Von 17:30 bis 21:30 findet an diesen Tagen die Abendschule statt. Samstags wird von 7:30 bis 14:00 Uhr unterrichtet. Die Reinigung erfolgt im Anschluss.

### 6.3 Optimierungsmaßnahmen Gebäude

Die einzelnen Bauteile der Gebäude wurden in einer Bestandsaufnahme aufgenommen und bewertet.

Die Außenwände, die Tonnendächer und das Flachdach des Brückengangs weisen eine unzureichende Wärmedämmung auf. Lediglich die Außenwände des Brückentraktes sind teilweise saniert und im Bereich der Klassenräume mit einer innenseitigen Dämmung versehen. Ein Großteil der Fenster wurde ebenfalls bereits saniert und entspricht den heutigen Anforderungen des Wärmeschutzes. Bei den übrigen Fenstern und Eingangstüren, die sich überwiegend noch im Originalzustand befinden, sind erhebliche Mängel hinsichtlich der Luftdichtheit und Wärmedämmeigenschaften vorzufinden. Das Steildach des Gebäudes Trakt D wurde 2010 neu eingedeckt, jedoch nicht wärmetechnisch verbessert. Hier sollte die oberste Geschossdecke zum ungenutzten Dachraum genauso wie die Kellerdecke gedämmt werden.

Bei Berücksichtigung der geforderten, maximalen Amortisationszeit von 16 Jahren werden für das Umsetzungskonzept folgende bauliche Maßnahmen vorgeschlagen:

- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmung obere Geschossdecke Trakt D
- unterseitige Brückengangdämmung
- Innendämmung Außenwand Brückengang
- Innendämmung der Außenwände Trakt D
- Innendämmung Labor Trakt F

#### 6.4 Optimierungmaßnahmen Technik

Im Hinblick auf die bisher durchgeführten baulichen Sanierungsmaßnahmen in der Ulrichgasse und Trakt E muss überprüft werden, ob die bestellte Fernwärmeanschlussleitung reduziert werden kann, wodurch erhebliches Einsparpotential entsteht. Dies wird zurzeit durch das Energiemanagement durchgeführt. Die veralteten und verschlammten Wärmetauscher der Heizungsanlage, die Verteilung und Regelung sollen nach Ablauf der nächsten Heizperiode im Zuge der Instandsetzung erneuert werden, so dass keine technischen Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden können, die unterhalb der erforderlichen Amortisationszeit liegen.

#### 6.5 Einsparpotential

Das Berufskolleg Kartäuser Wall hatte 2009 einen witterungsbereinigten Energieverbrauch von ca. 2.015.700 kWh/a für Heizung und einen Energieverbrauch von ca. 148.900 kWh/a für Strom. Durch die aufgeführten Maßnahmen können folgende Einsparungen erzielt werden:

Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>2.015.700</b>	<b>kWh/ a</b>
Energieeinsparung Heizung	<b>483.469</b>	<b>kWh/ a</b>
Anteil am Gesamtenergiebedarf Heizung	<b>24</b>	<b>%</b>
Energiekostensparnis brutto im 1. Jahr	<b>38.700</b>	<b>€/ a</b>
Gesamtinvestition brutto	<b>440.500</b>	<b>€</b>
CO <sub>2</sub> –Reduktion	<b>38</b>	<b>t/ a</b>

Die Maßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

## 6.6 Maßnahmenkatalog Berufskolleg Kartäuser Wall (Energieanalyse 2010)

Maßnahmen	Gesamt- investition	U-Wert alt	U-Wert neu	Einspar- prognose	Energiekosten- ersparnis im 1. Jahr	Dynam. Amorti- sations- zeit	Jährliche CO <sub>2</sub> - Ersparnis
Dämmung Kellerdecke	57.000 EUR	2,18	0,27	64.197	5.100 EUR	12	5
Dämmung obere Geschossdecke Trakt D	78.000 EUR	2,76	0,19	97.552	7.800 EUR	11	8
Brückengangdämmung unterseitig	91.000 EUR	2,90	0,23	55.138	4.400 EUR	21	4
Innenwanddämmung Brückengang	15.500 EUR	1,95	0,29	20.723	1.700 EUR	10	2
Innenwanddämmung Trakt D	160.000 EUR	1,70	0,30	210.420	16.900 EUR	10	17
Innenwanddämmung Labor Trakt F	39.000 EUR	1,41	0,33	35.439	2.800 EUR	14	3
<b>Gesamtsummen Umsetzungskonzept</b>	<b>440.500 EUR</b>			<b>483.469</b>	<b>38.700 EUR</b>		<b>38</b>
<b>Dynamische Amortisationszeit</b>						<b>12</b>	

Mit einer Amortisationszeit von 12 Jahren ist die gesamte Maßnahme bei einer erwarteten Gebäudelebensdauer von 30 Jahren und länger wirtschaftlich. Bei dieser Betrachtung wurden steigende Energiepreise berücksichtigt.