

Klimaschutzteilkonzept „Eigene Liegenschaften“ für die Stadt Schifferstadt



Ein Projekt der

Stadt Schifferstadt
Markplatz 2
67105 Schifferstadt

erstellt durch



Architektur - Facility Management - Projektentwicklung
Dipl.-Ing. FH Barbara Hort, Architektin, Energieberaterin BAFA
Dipl.-Ing. FH Claudia Hensel, Architektin
Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Hort, Architekt GEFMA

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

FKZ 03KS5520

Inhalt

TEIL 1 :	ALLGEMEINER ÜBERBLICK	4
1.	DIE AUFGABENSTELLUNG	5
2.	ZUR DATENERHEBUNG	5
3.	DIE GEBÄUDE	7
4.	ÜBERGEORDNETE EINSCHÄTZUNG	8
5.	DIE ENERGETISCHEN SANIERUNGSMABNAHMEN	8
6.	ÜBERSICHT MABNAHMENVORSCHLÄGE MIT KOSTENSCHÄTZUNG	10
7.	EINSTUFUNG NACH ZWECKMÄßIGKEIT DER MABNAHMEN PRO GEBÄUDE	15
8.	ANHANG	17
TEIL 2 :	MABNAHMEN	18
9.	KURZFRISTIGE MABNAHMEN	19
9.1	SENSIBILISIERUNG DES NUTZERVERHALTENS	20
9.2	SCHULPROJEKTE	21
9.3	RAUMTEMPERATUR UND RAUMKLIMA	43
9.4	NACHT- UND WOCHENENDABSSENKUNG	44
9.5	ENERGIEPREISE UND LASTMANAGEMENT	44
9.6	WARMWASSERBEREITUNG	46
9.7	BELEUCHTUNG	49

9.8	ENERGIECONTRACTING	52
9.9	FÖRDERMÖGLICHKEITEN (BMU)	55
9.10	TIPPS - KURZFRISTIGE MAßNAHMEN – SOFORT UMSETZBAR	57
10.	MITTELFRISTIGE MAßNAHMEN	60
10.1	NUTZUNG REGENERATIVER ENERGIEN	61
10.2	DÄMMUNG DER KELLERDECKE	64
10.3	DÄMMUNG DER OBERSTEN GESCHOSSDECKE	65
10.4	GEBÄUDEAUTOMATION	66
10.5	DER HYDRAULISCHE ABGLEICH	68
10.6	DOKUMENTATION DURCH ENERGIEBERICHT	69
11.	LANGFRISTIGE MAßNAHMEN	70
11.1	GEBÄUDEDÄMMUNG	71
11.2	WÄRMEERZEUGUNG	72
11.3	LÜFTUNGSVERHALTEN UND LÜFTUNGSANLAGEN	74

Klimaschutzteilkonzept
„Eigene Liegenschaften“
für die Stadt Schifferstadt

Teil 1 : Allgemeiner Überblick

1. Die Aufgabenstellung

Das Klimaschutzteilkonzept wurde im Januar 2014 durch Frau Bürgermeisterin Ilona Volk in Auftrag gegeben.

Ziel des Projektes ist es, für die zu untersuchenden Gebäude Reduktionspotenziale im Bereich energetisches Gebäudemanagement zu ermitteln und die Möglichkeiten aufzuzeigen, diese Einsparungen durch konkrete technische oder organisatorische Veränderungen zu realisieren.

Im vorliegenden Konzept wurden 19 gemeindeeigene Gebäude untersucht.

Die Aufgabenstellung sieht vor, für die Liegenschaften Bestandsanalysen durchzuführen und so die Schwachstellen der einzelnen Gebäude sowohl bezüglich der baulichen und technischen Ausstattung, als auch in Hinsicht auf das Nutzerverhalten aufzudecken.

Die Einsparpotenziale für die einzelnen Gebäude werden erläutert und individuelle bauliche und organisatorische Maßnahmen vorgestellt, um diese Möglichkeiten zu realisieren. Dies wird ergänzt durch eine Kostenschätzung sowie Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen im Sinne von kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Maßnahmen.

Die Ausführungen basieren auf den Vorgaben der BMU-Klimaschutzinitiative, wobei durch das Teilkonzept eine Planungsgrundlage und ein Steuerungsinstrument für die Verwaltung geschaffen werden sollen, durch die Treibhausgasemissionen und Energiekosten dauerhaft gesenkt werden können. Es handelt sich also um einen sogenannten „Masterplan“ für die kommenden Jahre und ermöglicht den großen Überblick in Ergänzung zu den schon bestehenden hausinternen Planungen und Maßnahmen zur CO₂-Einsparung.

2. Zur Datenerhebung

Allgemeine Datenerfassung zum Gebäude:

Die einzelnen Gebäude bzw. Liegenschaften werden begangen und mit Hilfe von Checklisten systematisch erfasst.

Hierbei wird insbesondere der Zustand der Gebäudehülle hinsichtlich der energetischen Effizienz (Außenwände, Dach, Keller, Fenster) dokumentiert.

Die Heizungsanlage und die Warmwasserversorgung wird hinsichtlich Bauart, Leistung, Alter der Anlage, allgemeiner Zustand des Kessels, der Verteilerleitungen, Armaturen etc. untersucht.

Aussagen zu Beleuchtungseinrichtungen, sonstigem Strom- und Wasserverbrauch fließen nicht in die Berechnung ein.

Die gesamte Bestandsaufnahme wird schriftlich und fotografisch dokumentiert.

Grundlage des Berichts sind die Jahresabrechnungen bezüglich Energie und Strom aus **2010, 2011, 2012**. Der Bericht stützt sich auf diese Unterlagen, etwaige Abrechnungs-Unstimmigkeiten die der Berichtersteller nicht kennt, sind nicht berücksichtigt.

Die Ausarbeitung basiert auf den „Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“ und gliedert sich in folgende Bausteine:

Baustein 1

Basisdatenbewertung

- Erfassung von Gebäudeart, Baujahr, Nutzfläche
- Energieverbrauch für Strom und Wärme
- Klimaschutzrelevante Schwachstellen
- Ermittlung Energiekennzahlen
- Analyse und Bewertung Ist-Situation
- Vergleich der Kennzahlen

Baustein 2

Gebäudebewertung

- Datenerhebung vor Ort
- Überschlüsse Hüllflächenaufnahme und technische Gebäudeausrüstung
- Hüllflächenbewertung an Hand von Typologien
- Bilddokumentation
- Bedarfsberechnung nach vereinfachtem Verfahren (DIN 4108-6 und DIN 4701-10)
- Abgleich mit Verbrauchsdaten
- Darstellung von Sanierungsoptionen
- Vereinfachte Ermittlung von Investitionskosten
- Zusammenfassung der Ergebnisse

3. Die Gebäude

Folgende Gebäude wurden begangen und dokumentiert:

1. Adler-Heimatmuseum
2. Altes Rathaus
3. Feuerwehrgerätehaus
4. Grundschule Nord
5. Grundschule Süd
6. Grüner Baum
7. Haus der Vereine
8. Jugendtreff
9. Kinderburg
10. Ochsen
11. Rathaus /Große Kapellentraße 3
12. Stadtbücherei
13. Wilfried-Dietrich-Halle
14. Kita St. Jakobus
15. Haus des Kindes
16. Bauhof
17. Stadtgärtnerei
18. Stadtwerke
19. Kläranlage

4. Übergeordnete Einschätzung

Die Betrachtung des Liegenschaftskonzeptes erstreckt sich auf die energetischen Einsparpotentiale bezogen auf das Nutzerverhalten, die baulichen Gegebenheiten und die Gebäudetechnik.

Grundsätzlich weisen die meisten der besichtigten Gebäude Potential zur Energieeinsparung auf.

Im Rahmen der Möglichkeiten und des jeweiligen Unterhaltungszwangs wurden an einzelnen Gebäuden bereits Dämmmaßnahmen und eine Optimierung der Anlagentechnik durchgeführt. Das hat zur unmittelbaren Folge, dass hier bereits eine Kostenersparnis in Sachen Energie erzielt werden konnte. Bei den meisten Gebäuden besteht jedoch erheblicher Handlungsbedarf in Sachen energetische Sanierung.

Die bereits durchgeführten Sanierungsschritte wurden in der Berechnung der einzelnen Gebäude berücksichtigt und sollten nun durch eine ganzheitliche Betrachtung und Komplettierung der Maßnahmen sowie weiteren Sanierungen ergänzt werden. Das Grundprinzip einer Sanierung sollte die Nachhaltigkeit der Maßnahmen erkennbar machen. Es ist unumgänglich alle Maßnahmen aufeinander aufbauend durchzuführen, so dass eine auch spätere Sanierung von Teilbereichen oder Maßnahmen ohne Probleme in die Gesamtsanierung eingebunden werden können.

Die genauen Bestandsdokumentationen entnehmen Sie bitte den einzelnen Gebäudemappen.

5. Die energetischen Sanierungsmaßnahmen

Die Maßnahmenvorschläge erstrecken sich über folgende Bereiche, jeweils auf das einzelne Gebäude individuell abgestimmt:

- Außenwanddämmung
- Dachdämmung oder Dämmung der obersten Geschoßdecke
- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmung von Bauteilen zu unbeheizten Bereichen
- Verminderung von Wärmebrücken
- Fensteraustausch
- Sanierung Heizungstechnik (Kessel, Pumpe, etc.)
- Isolierung von Rohrleitungen
- hydraulische Anpassung der Heizkreise
- Optimierung der Regelungstechnik

Bei den vorgeschlagenen Maßnahmen, die in den Gebäudemappen aufgelistet sind, handelt es sich nicht um verbindliche Gewerke-Beschreibungen, sondern um allgemeine Vorschläge und Anregungen für eine Sanierung. Die Kosten, die dafür angesetzt wurden, dienen daher lediglich als Richtwert und erste Grobeinschätzung. Die Maßnahmenvorschläge sind keine Beschreibung der Bauausführung und folglich ist es im Falle einer Umsetzung einzelner Maßnahmen unerlässlich, eine detaillierte Planung und Kostenermittlung durchzuführen.

In eine detaillierte Sanierungsplanung können dann die Voraussetzungen zur Inanspruchnahme von Förderprogrammen und die Beachtung von gesetzlichen Bestimmungen und EnEV-Vorgaben mit einfließen.

Die Beschreibung der Sanierungsschritte entnehmen Sie bitte den einzelnen Gebäudemappen.

6. Übersicht Maßnahmenvorschläge mit Kostenschätzung

	Gebäude	Baustein 1 - Basisdaten			Baustein 2 - Sanierung				CO2-Ausstoß kg/Jahr	Brennstoff- Ein- sparung %	CO2- Ausstoß kg/Jahr	Ein- stufung
		Baujahr	Brutto- Grund- fläche m²	Strom kWh/Jahr	Verbrauch Mittelwert aus 2010-2012 kWh/Jahr	Wärme kWh/Jahr	Schätzkosten Energetische Sanierung €					
1.	Aalerstube / Heimatmuseum	1715	1.240	1.570	31.715	68.761	132.260	51.764	32	51.764		
2.	Altes Rathaus	1558	750	4.161	55.178	37.465	96.100	30.476	27	30.476		
3.	Feuerwache	1964	2.100	30.410	200.351	108.000	364.840	64.638	48	64.638		
4. a	Grundschule Nord, Rehbachstr. 3	1900	11.500	45.279	710.732	72.491	162.630	49.840	37	49.840		
4. b	Grundschule Nord, Rehbachstr. 11	1900 / 1963	keine Einzelerfassung, siehe 4.a	keine Einzelerfassung, siehe 4.a	keine Einzelerfassung, siehe 4.a	181.040	387.095	109.221	42	109.221		
5. a	Grundschule Süd, Hauptgebäude	1953	1.900	102.768	866.861	113.155	96.500	97.059	18	97.059		
5. b	Grundschule Süd, Turnhalle	1983	750	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	122.592	161.965	97.065	25	97.065		
5. c	Grundschule Süd, Pavillons	1953	355 (1 Pavillon)	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	20.085	8.610	17.902	11	17.902		
5. d	Grundschule Süd, Verwaltung	1953	430	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	keine Einzelerfassung, siehe 5.a	31.744	71.550	23.120	31	23.120		
6.	Grüner Baum	1850 / 1998	1.150	9.199	49.494	50.967	97.040	38.764	25	38.764		
7.	Haus der Vereine	1868	880	4.998	54.963	39.432	126.600	21.862	50	21.862		
8.	Jugendtreff	8 / 1993	1.100	6.182	59.976							
9.	Kinderburg	1994	1.300	16.221	87.719	48.972	285.125	29.510	42	29.510		
10.	Ochsen mit Saal	1880 / 1920	1.500	x	x							
11.	Rathaus,	1959 / 1992	4.700	93.557	374.719	162.565	721.550	90.988	50	90.988		
	Große Kapellenstraße 3	1950	ca. 650	x	x	81.864	x	x	x	x		
12.	Stadtbücherei	1883	930	19.973	114.442	73.081	184.334	59.362	22	59.362		
13.	Wilfried-Dietrich-Halle	1967	4.500	151.779	614.581	363.333	480.340	264.401	33	264.401		
14.	Kita St. Jakobus	1972 / 1984 / 2010	1.365	x	x	110.580	452.530	61.640	46	61.640		
15.	Haus des Kindes	1992	1.200	25.933	119.940	99.968	231.690	91.590	29	91.590		
16.	Bauhof	1993	1.030	x	x	118.690	296.230	80.080	34	80.080		
17.	Stadtgärtnerei	1935 / 1981	96	x	x							
18.	Stadtwerte	1920 / 1985	2.368	x	x	298.625	398.145	78.187	46	78.187		
19.	Kläranlage	1974	1.450	x	x							
	Summe		42.239	512.030	3.340.671	2.203.410	4.755.134	1.357.469				

Einstufung Brennstoffeinsparung 50% und mehr
 Brennstoffeinsparung 49% bis 25%
 Brennstoffeinsparung unter 25%

Datenerhebung - Die Datenerhebung bezieht sich auf den Zeitraum 2010-2012 auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten vom Auftraggeber

Anmerkungen nur Basisdatenermittlung
 keine Erfassungsdaten vorhanden

Kosten für alle im Klimaschutzteilkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen

4.755.134 €

CO₂-Einsparung in % bei Umsetzung aller im Klimaschutzteilkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen

38 %

Einsparung in Euro/a bei Umsetzung aller im Klimaschutzteilkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen

202.421 €

Die betriebswirtschaftliche Amortisation kann für einzelne Dämmmaßnahmen sehr lang sein und durchaus 15 bis 30 Jahre betragen.

Zum Vergleich: in der Wirtschaft liegt die Akzeptanzgrenze für sinnvolle Investitionen bei rund 4 Jahren Amortisationszeit.

Trotzdem sind Dämmmaßnahmen sinnvoll. Zum einen kann man Klimaschutz nicht mit den Kriterien eines Unternehmers messen, der nicht weiß, ob sein Betrieb in 5 Jahren noch besteht und zum anderen hat der Eigentümer nur zwei Alternativen, entweder keine energetische Sanierung und hohe Energiekosten oder energetische Sanierung und niedrige Energiekosten. Ist die zweite Alternative in der Summe (Kosten für Energie + Kapital) billiger als die erste, so ist dies die bessere Wahl, unabhängig davon, ob sich die Maßnahme bei einer Lebensdauer von 30 Jahren schon nach 10 bzw. 15 oder erst nach 20 Jahren amortisiert. Die Qualität der Dämmung wird sich auch in der Bewertung bezüglich des Energieausweises bemerkbar machen. Immobilien mit gutem Dämmwerten erzielen bei Verkäufen wesentlich höhere Preise als energetisch unsanierte Gebäude.

Wirtschaftlichkeit bedeutet nicht unbedingt „kürzeste Amortisationszeit“.

Dies ist sicher ein Gesichtspunkt, andere sind z.B.:

- **das Wohlfühlen**
- **die Nachhaltigkeit**
- **die Wertsteigerung und der Werterhalt**
- **der maximale Fördergeldeinsatz**
- **steuerliche Vergünstigungen**
- **verantwortungsvollen Beitrag zur Verbesserung der Umweltqualität**
- **die Klimaschutzziele der Bundesregierung unterstützen**
- **das Image des Eigentümers, Betreibers und Nutzers verbessern**

7. Einstufung nach Zweckmäßigkeit der Maßnahmen pro Gebäude

Aus der Vielzahl der erhobenen Daten und daraus resultierenden Vorschläge und Ergebnisse wurden die einzelnen Gebäude in einer „Sanierungs-Hierarchie“ unterteilt, als Handlungswerkzeug für den Auftraggeber und als Grundlage zur längerfristigen Planung.

Gruppe 1

① Energetische Sanierung
sehr sinnvoll

Die energetische Sanierung des Gebäudes ist auf jeden Fall sinnvoll.
Die Brennstoffeinsparung liegt bei 50% und mehr.

Gruppe 1 beinhaltet folgende Schulgebäude:

- Haus der Vereine
- Rathaus

Gruppe 2

② Energetische Sanierung sinn-
voll

Die energetische Sanierung des Gebäudes ist noch sinnvoll.
Die Brennstoffeinsparung liegt bei 25 – 49%.

Gruppe 2 beinhaltet folgende Schulgebäude:

- Adlerstube / Heimatmuseum
- Altes Rathaus
- Feuerwache
- Grundschule Nord, Rehbachstraße 3
- Grundschule Nord, Rehbachstraße 11
- Grundschule Süd, Turnhalle
- Grundschule Süd, Verwaltung
- Grüner Baum
- Kinderburg
- Wilfried-Dietrich-Halle
- Kita St. Jakobus
- Haus des Kindes
- Bauhof

- Stadtwerke

Gruppe 3

③ Maßnahmen rein wirtschaftlich nicht zu empfehlen

Die energetische Sanierung des Gebäudes rechnet sich unter den angenommenen Eckpunkten unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht mehr. Das eingesetzte Kapital steht in keinem Verhältnis zu den Einsparungen. Die Brennstoffeinsparung liegt bei unter 25%.

Gruppe 3 beinhaltet folgende Schulgebäude:

- Grundschule Süd, Hauptgebäude
- Grundschule Süd, Pavillons
- Große Kapellenstraße 3
- Stadtbücherei

8. Anhang

Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren: Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Berechnungsprogramm: - Energieberater PLUS 7.5.0 - Hottgenroth Software -

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 01. Mai 2014.

DIN EN 832 : 2003 - 06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003 - 06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006 - 12	Energetische Bewertung heiz- und raumlufftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwasser, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998 - 12	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003 - 10	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077 - 1: 2006 - 12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701 - 12: 2004 - 02	Energetische Bewertung heiz- und raumlufftechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789: 1999 - 10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust - Koeffizient – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 - 2: 2003 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2 : Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1
DIN V 4108 - 3: 2001 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108 - 4: 2004 - 07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4 : Wärme und feuchteschutz-technische Bemessungswerte
DIN V 4108 - 5: 1981 - 08	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl. 2: 2006 - 03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524: 2000 - 07	Baustoffe und – produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

Klimaschutzteilkonzept
„Eigene Liegenschaften“
für die Stadt Schifferstadt

Teil 2 : Maßnahmen

9. Kurzfristige Maßnahmen

1. Sensibilisierung Nutzerverhalten
2. Schulprojekte
3. Raumtemperaturen und Raumklima
4. Nacht- und Wochenendabsenkung
5. Energiepreise- und Lastmanagement
6. Warmwasserbereitung
7. Beleuchtung
8. Energiecontracting
9. Fördermöglichkeiten
10. Tipps

9.1 Sensibilisierung des Nutzerverhaltens

Ein nicht zu unterschätzender Faktor beim Energieverbrauch ist durch technische Maßnahmen nicht zu beeinflussen: das Nutzerverhalten, d.h. der bewusste Umgang mit dem Wirtschaftsgut Energie.

Wenn es gelingt, die Mitarbeiter in der Verwaltung, sowie Schüler und Lehrer, für die in den öffentlichen Liegenschaften schlummernden Einsparpotentiale zu sensibilisieren und nachhaltige Verhaltensänderungen zu initiieren, sind in vielen Bereichen erhebliche Einsparungen möglich – ohne oder mit nur geringen Investitionen und ohne Komfortverzicht.

Nachlässiger Umgang mit Energie verbreitet

Beispiele aus der Praxis belegen: In fast allen Verwaltungsgebäuden sind die Türen zwischen unbeheizten Fluren und beheizten Büros oder zwischen beheizten Funktionsbereichen und ungeheizten Lagerräumen geöffnet. Hier genügt die gezielte Sensibilisierung (oder notfalls ein einfacher Türschließer, der für wenig Geld zu erhalten ist), um kostspielige Wärmeverluste einzudämmen. Auch finden die Berater häufig wenig genutzte Abstellflächen in hellen und gut geheizten Räumen vor – hier könnte der Schlüssel zur Energieeinsparung in einer anderen Raumaufteilung oder Nutzung liegen.

Sparmaßnahmen

Darüber hinaus gehen die Beschäftigten in vielen Einrichtungen auch nachlässig mit der „Edelenergie“ Strom um – oftmals einfach aus Unwissenheit. Auch hier können vereinfachte Maßnahmen – z.B. zur Vermeidung von Leerlaufverlusten durch „Stand by“ und „Scheinaus-Betrieb“ – wahre „Einsparwunder“ bewirken:

- nach Dienst- oder Unterrichtsende PC, Monitor und ggf. weitere Geräte der PC-Peripherie wie beispielsweise Drucker und Scanner mit Hilfe einer abschaltbaren Steckdosenleiste komplett vom Stromnetz trennen
- in Arbeitspausen, die länger als 15 Minuten dauern, den Monitor des PC ausschalten
- die Leuchtstofflampen in nicht benutzten Büros, Gemeinschaftsräumen und Klassensälen ausschalten – auch hier lohnt sich das Ausschalten schon ab 15 Minuten
- Energiesparfunktionen in Kopiergeräten und Druckern aktivieren
- Kaffee in Thermoskannen und nicht auf der Warmhalteplatte der Kaffeemaschine warm halten
- Untertisch-Warmwasserbereiter nicht auf maximaler Temperatur betreiben sowie in den Abend- und Nachtstunden mittels Zeitschaltuhren automatisch ausschalten
- Regelmäßiges Abtauen von Kühlschränken
- Treppe nutzen statt Aufzug fahren

Auch durch die konsequente Nutzung moderner Infrastruktur-Technik können Einrichtungen ein erhebliches Einsparpotential erschließen, wenn z.B. Rundschreiben durch interne Emails oder bedruckte bzw. kopierte Papierunterlagen durch elektronische Archive ersetzt werden.

Langfristige Verhaltensänderungen

Wichtig ist, dass diese Verhaltensweisen in „Fleisch und Blut“ übergehen, d. h. nicht nach einer kurzen Phase der Begeisterung wieder von alten Gewohnheiten abgelöst werden. Ein jährlicher Energiebericht kann Erfolge sichtbar darstellen.

Erfahrungen haben gezeigt, alle Einsparungen lassen sich ohne Komfortverluste am Arbeitsplatz und ohne Eingriffe in die Verwaltungsabläufe erzielen. Dennoch kann der Stromverbrauch durch solche Aktionen um 5 bis 10 %, in Einzelfällen sogar bis zu 15 % gesenkt werden.

Energiefresser aufspüren

Unsere Recherchen haben noch weitere Ergebnisse gezeigt: Die Verbrauchsmessungen können Energieleckagen im Gebäudebestand aufdecken, die aus den Kostenberechnungen allein nicht ersichtlich sind. Fehlerhafte Verbrauchsabrechnungen können aufgedeckt und korrigiert werden.

Auf einen Blick

- Auch ohne oder mit nur geringen Investitionen sind in vielen Einrichtungen bereits erhebliche Einsparungen möglich, wenn es gelingt, die Mitarbeiter, Schüler und Lehrer zu energiesparendem Verhalten zu motivieren.
- Durch Informationen und Einbeziehen der Mitarbeiter, Schüler und Lehrer können dauerhafte Verbesserungen beim Umgang mit Energie initiiert werden. Außerdem können in diesem Rahmen energetische Schwachstellen in der Gebäudetechnik festgestellt werden.

9.2 Schulprojekte

Zielsetzung

Das Thema „Energiesparen“ den Menschen bewusst zu machen, ist keine leichte Aufgabe in einer Zeit, in der vieles automatisiert ist und sehr technisch abläuft. Es ist für uns selbstverständlich, dass über die Gasleitung automatisch Heizenergie geliefert wird und elektrischer Strom scheinbar unbegrenzt aus der Steckdose kommt.

Anhand von konkreten Projekten fällt es den Menschen – und in diesem Fall den Schülern und Lehrern – leichter, ihr Bewusstsein zu erweitern. Das Ziel von sogenannten „Schulprojekten“ ist, dass die Schüler und Lehrer einen kritischen und verantwortungsbewussten Umgang mit der Ressource Energie erlernen.

Besonders erfolgversprechend stellen sich solche Schulprojekte bei jüngeren Kindern bzw. Jugendlichen dar, die die Projekte in den Schulalltag integrieren können, sich

Über ihr „Schüler-sein“ definieren und oft mit viel Spaß und Energie die Themen annehmen.

Bei den Berufsbildenden Schulen wird die Akzeptanz erfahrungsgemäß nicht mehr so hoch sein und die Bereitschaft sich zu engagieren, abnehmen. Die im Folgenden beschriebenen Systeme sind somit nicht für jeden Schultyp geeignet. Im Fokus stehen somit die jüngeren Kinder und Jugendlichen.

Verhaltensänderungen erfordern immer ein hohes Maß an Motivation. Bei Energie-sparprojekten ist der Erfolg von den Verhaltensänderungen durch den reduzierten Energieverbrauch messbar. Bonusmodelle oder auch Beteiligungsprämien-Systeme, bei denen ein Teil der eingesparten Energiekosten an die Schule rückvergütet wird (z. B. „fifty/fifty“), motivieren zusätzlich, das Verhalten zu ändern. Gleiches gilt für Aktivitätsprämien-systeme.

Derartige Modelle bieten die Chance, aktiv einen Beitrag für unsere Umwelt zu leisten und gleichzeitig etwas für die Schulkasse zu tun und stellen somit ein ausgezeichnetes Beispiel für die Vereinbarkeit von Ökonomie und Ökologie dar.

Ökologie

Durch Veränderung des Nutzerverhaltens können ohne kostspielige Technik im Durchschnitt ca. 10 % Energie gespart werden.

Ökonomie

Die Schule erhält einen Anteil der eingesparten Energiekosten zur freien Verfügung.

Das Thema „Energiemanagement an Schulen“ ist hervorragend geeignet, neue Lernformen zu erproben. Fachübergreifend werden Schüler in die Energiethematik eingeführt. Mit dem erlangten Wissen sollten die Schüler eine aktive Rolle im Energieprojekt spielen können, vorausgesetzt das Unterrichtsgeschehen wird handlungsorientiert gestaltet. Neben inhaltlich-fachlichem Lernen steht methodisch-strategisches und sozial-kommunikatives Lernen im Vordergrund.

Inhaltlich-fachliches Lernen	Methodisch-strategisches Lernen	Sozial-kommunikatives Lernen
<ul style="list-style-type: none"> • Wissen(Fakten, Regeln, Begriffe, Definition) • Verstehen(Phänomene, Argumente, Erklärungen) • Erkennen (Zusammenhänge) • Beurteilen (Thesen, Themen, Maßnahmen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Messen • Exzerpieren • Nachschlagen • Strukturieren • Organisieren • Gestalten • Ordnung halten • Planen • Entscheiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Argumentieren • Diskutieren • Kooperieren • Integrieren • Gespräche leiten • Zuhören • Präsentieren • Vortragen

Die Schüler lernen nicht für die Schule, sondern für sich selbst. Damit das Gelernte in der Praxis umgesetzt werden kann, muss der Unterricht stark an der Lebenswelt orientiert sein. Die Schüler lernen Möglichkeiten kennen, Energie bereitzustellen, sie umzuwandeln und zu nutzen. Sie messen den Energieverbrauch in der Schule, erstellen

Energiebilanzen und erproben Sparmaßnahmen sowie alternative Lösungen. Das ganze Schulgebäude wird zum Lernort. Hausmeister, Schüler und Lehrer setzen Verbesserungsvorschläge in die Tat um. Praktisches Tun, Reflexion, Begriffsbildung und fachbezogene Wissenserweiterung sind ständig miteinander verzahnt.

Über Umweltprobleme zu wissen, heißt noch lange nicht, auch umweltbewusst zu handeln.

Schüler, die erfolgreich ihre Ideen umsetzen, identifizieren sich eher mit der Schule als ihren Lebens- und Arbeitsort. Dadurch wächst das Verantwortungsgefühl und gleichzeitig nimmt die vielfach vorhandene Aggression gegen die Schule ab.

- Die Projekte und Ideen können an eigens initiierten Energietagen vorgestellt werden.
- Die Projekte können und sollen in das häusliche Umfeld getragen werden, so dass auch im privaten Bereich das (Selbst-)Verständnis für den Klimaschutz entsteht.

Mit erfolgreich durchgeführten Projekten können Schulen individuelle Schwerpunkte setzen und das Image der Schule heben. Für die Schulauswahl durch Schüler und Eltern sowie für die Bedeutung gewinnende Kooperation der Schulen mit der Wirtschaft ist dies von großer Bedeutung.

„Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Energiesparprojekte an den Schulen sehr vielen Zielen der Nachhaltigkeit aktiven Vorschub leisten und keinem der Ziele völlig entgegenlaufen. Sie können also als richtungssichere Positivbeispiele für eine mögliche Form der Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung angesehen werden.“

Ziele der Nachhaltigkeit

- Umwelt- und Klimaschutz, Ressourcenschonung:
durch energiesparendes Nutzungsverhalten können ca. 10% des Energieverbrauchs eingespart werden.
- Pädagogik:
Die Schüler entwickeln Umweltbewusstsein und üben die Übernahme von Verantwortung sowie selbständiges Arbeiten an einem praxisnahen Thema.
- Multiplikatoreffekt:
Energiesparprojekte an Schulen besitzen eine wichtige Multiplikator-Funktion durch die Wirkung auf die privaten Haushalte und auf das zukünftige Arbeitsumfeld der Schüler.
- Kostenentlastung:
Reduzierte Energiekosten entlasten die öffentlichen Budgets. Eine Erfolgsbeteiligung der Schulen an den erzielten Einsparungen erhöht die Motivation für Verhaltensänderungen.
- Arbeitsplätze:
Energiesparprojekte an Schulen können in den Bereichen Projektmanagement, Energieberatung und Handwerk Arbeitsplätze schaffen.

Energiemanagement – Organisatorische Struktur

Unter dem Begriff „Energiemanagement“ verstehen wir alle Bemühungen der Nutzer zur Realisierung von Energieeinsparungen. Energiemanagement umfasst das Schaffen arbeitsfähiger Strukturen, das Erfassen und Analysieren des Energieverbrauchs sowie das Entwickeln und Umsetzen konkreter Energiesparmaßnahmen.

Das Besondere an dem hier vorgestellten Ansatz eines „schulinternen“ Energiemanagements besteht in der aktiven Rolle der Lehrer und Schüler und im inhaltlichen Schwerpunkt – der Erschließung verhaltensbedingter und anderer nicht-intensiver Energiesparpotentiale-. Darin unterscheidet es sich vom Energiemanagement der Schulträger bzw. von ihnen beauftragter Energiedienstleistungsunternehmen (z. B. Contracting und andere Private-Public-Partnership-Modelle), welche vor allem auf die Verbraucherüberwachung und die Umsetzung intensiver Maßnahmen gerichtet sind. Gleichwohl lassen sich beide Ansätze miteinander kombinieren, wodurch zusätzliche Einsparungen erzielt werden können.

Offt wird in diesem Zusammenhang das Argument vorgebracht, die technische Instandsetzung sei Voraussetzung für energiesparendes Nutzerverhalten. Prinzipiell sind jedoch in allen Gebäuden Verhaltens- und nutzungsbedingte Energieeinsparungen möglich. Die technische Ausstattung sowie das Alter und der Zustand der vorhandenen Anlagen beeinflussen lediglich die Höhe der möglichen Einsparungen.

Durch den Aufbau einer klaren Organisationsstruktur erfolgt eine optimale Vernetzung innerhalb der Schule sowie nach außen (z. B. zu Sponsoren, Ämtern, externen Fachleuten, Medien). Das Kernstück des schulischen Energiemanagements bildet **das Projektteam**. Es ist verantwortlich für die Koordination aller Energiesparbemühungen der Schule.

Der Erfolg des Energiemanagements hängt im Wesentlichen davon ab, wie viele Nutzer mit einbezogen werden können. Möglichst viele Schüler können erreicht werden durch

- Energieverantwortliche in den Klassen
- Integration des Energiesparprojektes in den Fachunterricht
- Fächerübergreifenden Unterricht zum Thema Energie
- Energiesparwochen
- Energieprojekte an Projekttagen und im Rahmen von Schülerwettbewerben (z. B. „Jugend forscht“).

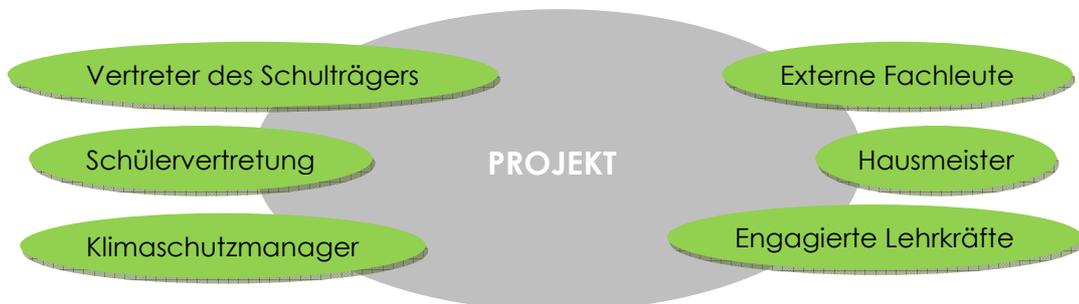
Das Projektteam

Die Einführung und Umsetzung eines Energiemanagements erfordert Zusammenarbeit, Einsatz und Motivation. Dabei sind nicht nur Lehrer und Schüler angesprochen

Je mehr Leute sich für das Projekt interessieren desto besser und schneller wird gute Arbeit gelingen.

Folgender Personenkreis soll zur Zusammenarbeit in einem Team, welches die Koordination des Energiemanagements übernimmt, motiviert werden:

- Engagierte Lehrkräfte
- Hausmeister
- Schülervvertretung
- Vertreter des Schulträgers
- Klimaschutzmanager, wenn vorhanden
- Externe Fachleute (z. B. Energieberater)



Die Leitung übernimmt ein Fachlehrer, der neben einigen Fachkenntnissen auch das notwendige Engagement aufbringt. Da diese Tätigkeit einen nicht unerheblichen Zeitaufwand erfordert, sollte sie durch Freistellung unterstützt werden.

Auch der Hausmeister trägt entsprechend zum Erfolg des Projektes bei. Da er sich um die betrieblichen Belange der Schule kümmert, von der Steuerung, Betreuung und Wartung der Haustechnik bis hin zur Aufsicht über das Reinigungspersonal, kennt er das technische Innenleben der Schule am Besten. Auf seine Bereitschaft kommt es maßgeblich an.

Der Hausmeister ist auch zu Zeiten da, in denen Schüler und Lehrer nicht in der Schule sind!

Da in den seltensten Fällen im Projektteam das fachliche Know-how vorhanden sein wird, muss der Schulträger für eine qualifizierte Betreuung in fachlichen Fragen sorgen. Diese kann entweder durch die für Energiebewirtschaftung zuständige Stelle selbst oder durch externe Fachleute erfolgen. Auch besteht die Möglichkeit für die Kommune, einen Klimaschutzmanager einzustellen, dieser wird vom BMU gefördert!

Das Projektteam koordiniert das Energiemanagement an der Schule. Im Einzelnen erfüllt es folgende Aufgaben:

- Kennenlernen der Energieversorgungssituation an der Schule (Energierundgang, Ermitteln und Bewerten des Energieverbrauchs)
- Erfassen und Überwachen der Zählerstände (Verbrauchsüberwachung)
- Aufspüren von Energiesparpotentialen und Erstellen eines Maßnahmenkatalogs
- Umsetzen von Energiesparmaßnahmen bzw. Unterbreiten von Vorschlägen für intensive Maßnahmen an die zuständige Behörde
- Organisieren von Projekten zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen für Projekttag, Vorbereiten von Energiesparwochen
- Schulung von Energieverantwortlichen in den Klassen
- Erstellen von Aushängen über Energieverbrauch, realisierte Maßnahmen, Einsparergebnisse

Im Normalfall können nicht alle angesprochenen Aufgaben auf einmal bewältigt werden. Daher empfiehlt sich ein schrittweises Vorgehen. Dabei müssen – unter Beachtung der Möglichkeiten und Fähigkeiten der Beteiligten sowie deren Zeitbudgets – Prioritäten gesetzt werden. Mit wachsender Erfahrung wird dann auch die Umsetzung anspruchsvollerer Maßnahmen möglich sein.

Allmählich kann sich das Projektteam durch verschiedene Dienstleistungen wie Verbrauchsmessungen, Überwachen energiesparenden Verhaltens oder Umsetzen von Energiesparmaßnahmen zu einem ernstzunehmenden Partner der Verwaltung bzw. des Energiedienstleisters entwickeln.

Energieverantwortliche in den Klassen

Wir empfehlen in jeder Klasse zwei (möglichst an dem Thema interessierte) Energieverantwortliche zu wählen, deren Aufgabe es ist, auf energiesparendes Verhalten ihrer Mitschüler und Lehrer zu achten. Insbesondere sollten sie folgende Maßnahmen umsetzen:

- Stoß- statt Dauerlüften
- Temperaturregelung (Thermostatventile einstellen)
- Beleuchtung in den Pausen und nach dem Unterricht abschalten
- Einzelne Lichtleisten nur bei Bedarf einschalten, Schalter kennzeichnen
- Unbenötigte elektrische Geräte abschalten
- Vorschläge für weitere Energiesparmaßnahmen in das Energieteam einbringen

Um die Energieverantwortlichen in die Lage zu versetzen, diese Aufgaben zu erfüllen und Probleme und Erfahrungen auszutauschen, sollten sie möglich monatlich, mindestens jedoch zweimal pro Heizperiode vom Projektteam geschult werden. Dadurch wird gleichzeitig der Informationsfluss zu den einzelnen Klassen gewährleistet.

Energiesparen im Fachunterricht

Im Fachunterricht können verschiedene Fragestellungen erarbeitet werden, die im Zusammenhang mit der Bestandsaufnahme zur Energieversorgung der Schule stehen, z. B.

- Energierundgang, beim dem eine Mängelliste erstellt wird
- Energiekennzahlen ermitteln, Energiebilanz erstellen
- Energieverbrauch erfassen und überwachen, statistisch auswerten und grafisch darstellen
- Verbrauchsanalyse auf der Grundlage einer Witterungsbereinigung
- Temperatur-, Beleuchtungsstärke- und Strommessungen
- Eine Energiesparwoche vorbereiten

Fächerübergreifender Unterricht zum Thema Energie

Möglichst viele Lehrer sollen das Thema Energie in ihre Fachdisziplin integrieren. Anknüpfungspunkte für einen fächerübergreifenden Unterricht bieten fast alle Unterrichtsfächer:

Biologie und Umweltkunde, Geografie

- Energiehaushalt in biologischen Systemen:
z. B. Bedeutung der Sonne als Energiequelle, Wirkungsgrad der Nahrungskette, Strategien zur Verminderung der Energieverluste (z.B. Winterschlaf)
- Schadstoffemissionen: Waldsterben
- Bedeutung des Kohlendioxids: Treibhauseffekt
- Nord-Süd-Konflikt aus Sicht des Klimaschutzes
- Regionale Verteilung aus Sicht des Klimaschutzes
- Regionale Verteilung der Vorräte
- Energie als Ursache für internationale Konflikte (z. B. Suezkrise, Golfkrieg)
- Nachhaltige Energieversorgung unserer Region
- Internationale Zusammenhänge in der Energiepolitik: Import von Waren (Problematik der Verlagerung von Anbauflächen für Kaffee, Orangensaftkonzentrat etc. in die Dritte Welt), Transporte über weite Strecken
- Energiepolitik: z. B. ökologische Steuerreform

Chemie und Physik

- Hauptansätze der Thermodynamik
- Energiearten, Energieumwandlungen
- Aufzeichnen des Energieverbrauchs an den Schulen, Umgang mit physikalischen Größen
- Energieeinheiten als Bezugsgröße im täglichen Leben:
z. B. Welche Dienstleistungen erhalte ich mit einer kWh (Wärmebedarf des Klassenzimmers, Warmwasserverbrauch, Stromverbrauch von Elektrogeräten, „graue“ Energie in Materialien)?
Welchen Aufwand muss ein Mensch betreiben um eine kWh umzusetzen?
Erarbeiten von interessanten Vergleichen (z. B. ein Autofahrer fährt 100km und isst dann in einem Gasthaus ein Schnitzel. Wie teuer war jeweils die kWh für den Treibstoff und die Nahrung (Nährwert)?)
- Erneuerbare Energieträger und neue Techniken (Kraft-Wärme-Kopplung, Elektro- und Hybridfahrzeuge)

Geschichte

- Geschichte der Energieträger
- Entwicklung des Energieverbrauchs
- Ressourcen: Entwicklung und Verknappung

Bildnerische Erziehung

- Umweltspiel entwerfen
- Karikaturen für das Projekt oder eine „Energiezeitung“ entwerfen
- Informationswände und Plakate gestalten
- Pressefotos für eine „Energiezeitung“ fotografieren
- Buttons, Aufkleber und Flyer gestalten

Deutsch

- Slogans zum Energiesparen
- Zeitungsartikel für „Energiezeitung“ oder für die Schulzeitung
- Umfrage durchführen
- „energetische“ Gedichte
- Theaterstück, Sketch oder Werbespot ausdenken und aufführen
- Vorträge zum Thema Energie („Redeübung“)
- Informationsblätter für schwarzes Brett in der Schule erstellen (evtl. einheitliche Gestaltung)
- Pressekonferenz einberufen
- Förderungen beantragen

Geometrisch Zeichnen/ Arbeitslehre / Informatik

- Formulare zum Eintragen der Messergebnisse gestalten
- Ergebnisse bzw. Zwischenergebnisse darstelle
- Heizplan darstellen

Werken

- Fahrrad zur Stromerzeugung umbauen (Standfahrrad, Generator)
- Einfache Energieumwandlungsanlagen bauen:
Windkonverter, Solarkocher, Solarkollektor, Photovoltaik-Bastelmodelle (Bausätze)
- Einfache Messgeräte bauen (z. B. Hygrometer, Thermometer)

Mathematik

- Berechnungen im Rahmen des Projekts (z. B. Umrechnen von Energieeinheiten, Abschätzung des Stromverbrauchs durch Beleuchtung: Anschlussleitungen, Leuchtdauer)

Energieprojekte an Projekttagen

Im Rahmen von Projekttagen ist ein sehr freier Umgang mit dem Thema Energie möglich. Deswegen eignen sich (neben der Beschäftigung mit regenerativen Energiequellen, Exkursionen usw.) auch zur Bestandsaufnahme der Energieversorgung und zur Umsetzung arbeitsintensiver Energiesparmaßnahmen an der Schule z. B.:

- Energierundgang
- Bestandsaufnahme und Analyse der Schulraumheizung (Aufnahme des räumlichen und zeitlichen Temperaturprofils)
- Ermittlung der Nutzfläche und der Raumbelastung

Wichtig ist eine gute Vorbereitung um innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit zu Ergebnissen zu kommen.

Energiesparwochen

Ein Projekt besonderer Art stellt die Energiesparwoche dar. Dabei wird die ganze Schule einbezogen und für eine Woche energiesparendes Verhalten geübt und umgesetzt. Die erzielten Einsparungen können dann – sofern Verbrauchserfassung möglich ist – durch den Vergleich mit dem Normalverbrauch ermittelt werden. In der Praxis zeigt sich zumeist, dass sich das energiesparende Verhalten einige Zeit fortsetzt, dann aber allmählich abebbt, so dass die Energiesparwoche nach einiger Zeit, spätestens jedoch nach dem Sommer, wiederholt werden sollte.

Schulinterne Öffentlichkeitsarbeit

Zunächst ist wichtig, die Nutzer über den Fortgang und die Ergebnisse des Projektes zu informieren, um für die Unterstützung des Projektes zu werben. Dabei sollten Möglichkeiten zur aktiven Beteiligung der Adressaten gefunden werden, z. B. durch:

- Einen Wettbewerb für Name und Logo des Energieprojektes an der Schule
- Umfragen, Interviews zum Projekt oder zum Thema Energie
- Informationsveranstaltungen
- Aktuelle Aushänge mit Verlauf und Ergebnissen des Projektes
- Exkursionen zu interessanten Energieprojekten (z. B. Windkraftanlagen, Niedrigenergiegebäuden, Solaranlagen).

Konkrete Anreizsysteme

Es gibt mehrere bewährte Anreiz-Systeme, um Klimaschutzprojekte an Schulen zu unterstützen. Näher erläutert werden im Folgenden:

- **Das Beteiligungs-Prämiensystem**
- **Das Aktivitäts-Prämiensystem**

Das Beteiligungsprämiensystem

Das hier beschriebene Modell sieht die Rückvergütung eines gewissen Anteils (z.B. 50%) der von der Schule eingesparten Energiekosten zur freien Verwendung vor.

Dabei geht es nicht um Energieeinsparungen durch intensive Maßnahmen wie Wärmedämmung der Fassade, neue Fenster oder der Heizungsanlage mit höherem Wirkungsgrad, für welche der Schulträger verantwortlich ist, sondern vielmehr um solche Maßnahmen, die nur durch die bzw. mit den Nutzern (Schülern, Lehrern, Hausmeister, externe Nutzer) an der Schule umgesetzt werden können, nämlich:

- Verhaltens- und Nutzungsänderungen
- Eigenständige Durchführung kleinerer nicht-intensiver Energiesparmaßnahmen
- Kooperation mit dem Schulträger bei intensiven Maßnahmen

Folgende Probleme sollten vor der Einführung eines finanziellen Anreiz-Systems zum Energiesparen an Schulen geklärt werden:

- Die Integration des Energiemanagements in den Schulbetrieb muss festgelegt werden: Welche Lehrer sind verantwortlich und wie wird deren Freistellung geregelt, wie werden das Lehrerkollegium, die Schüler und der Hausmeister einbezogen?
- Die Schulträger müssen die haushaltstechnischen Voraussetzungen und die Zuständigkeiten innerhalb der beteiligten Ressorts der Verwaltung klären. Sie sind für die Bereitstellung, Bewertung und Klimakorrektur der Energieverbrauchsdaten der Schule (zur Festlegung der Bemessungsgröße) verantwortlich

Vereinbarung zwischen Schule und Schulträger

Sind die Voraussetzungen für die Einführung des Anreiz-Systems erfüllt, sollten die Einzelheiten in einer schriftlichen Vereinbarung zwischen der Schule und dem Schulträger geregelt werden.

Diese hat folgenden Inhalt:

- Nennung der Vereinbarungspartner (in der Regel Schule und Schulträger)
 - Gemeinsames Ziel und Gegenstand der Vereinbarung (in der Regel einzubeziehende Medien: Strom, Wärme, Wasser, Abfall usw.)
 - Verpflichtungen der Schule
 - Verpflichtungen des Schulträgers
 - Verfahren zur Ermittlung der Kostenersparnis
 - Verteilungsschlüssel für die eingesparten Energiekosten
 - Modalitäten der Auszahlung
 - Laufzeit der Vereinbarung
-
- Eine Mustervereinbarung ist im Anhang zu finden

Anmerkungen

■ zur Kostenermittlung der Vergleichswerte und der Kostenersparnis:

Es gibt kein absolut gerechtes Berechnungssystem, das mit vertretbarem Aufwand eingeführt werden könnte.

Das Nutzerverhalten beeinflusst die Daten ebenso wie etliche andere Faktoren. Dazu zählen der energetische Zustand des Gebäudes, die Witterung, die Nutzungsdauer, Nutzungsveränderungen, das Verhalten der Drittnutzer und bauliche Maßnahmen. Einige dieser Faktoren wie bauliche Änderungen, die Witterung und teilweise auch Nutzungsänderungen können durch Korrekturfaktoren bei der Berechnung der Bemessungsgrundlage (des Startwertes) berücksichtigt werden, andere nicht. Das Bemessungsverfahren ist daher immer ein Kompromiss zwischen notwendiger Genauigkeit und geringstmöglichem Berechnungs- bzw. Schätzaufwand

■ zum Verteilerschlüssel für die eingesparten Energiekosten:

Um Motivation zu stärken, sollte das Belohnungssystem leistungsorientiert sein, d. h. es sollten diejenigen Schulen am meisten belohnt werden, die am meisten Energie sparen.

Beim „fifty/fifty“ (D) beispielsweise wird den Schulen die Hälfte der aus dem Energieminderverbrauch ermittelten finanziellen Einsparungen rückerstattet. Möglich sind auch andere Verteilerschlüssel.

Positiv zu bewerten sind Modelle, bei denen von vornherein ein bestimmter Prozentsatz der Einsparungen für (klein-)intensive Maßnahmenvorgesehen wird. Dadurch kann ein Schneeballeffekt für weitergehende Energiesparmaßnahmen unter Einbeziehung des investiven Bereichs ausgelöst werden. So kann der Verteilerschlüssel lauten: je 30% für Schule und Schulträger und 40% für weitere Energiesparmaßnahmen.

■ **Zur Laufzeit der Vereinbarung:**

Die Laufzeit der Vereinbarung sollte nicht zu kurz gewählt werden, denn häufig ist eine längere Anlaufzeit notwendig, um den vollen Effekt durch das Energiemanagement zu erzielen. Unsicherheiten über die Fortführung des Projektes bei nur einjähriger Laufzeit wirken kontraproduktiv.

Die Dauer beträgt im Idealfall drei bis 5 Jahre.

Während dieser Zeit sollten die Startwerte nicht verändert werden um die Motivation der Schulen nicht zu beeinträchtigen.

Ermittlung der Vergleichswerte und der eingesparten Energiekosten

Die eingesparte Energie ist die Differenz zwischen dem ermittelten Verbrauch der einzelnen Energieträger in den vergangenen zwei bis drei Jahren (Vergleichswert) und den im Rahmen des Projekts ermittelten Jahresverbräuchen. In der Regel liegen Verbrauchsdaten bei den Schulträgern vor.

Dort ist das Know-how für die erforderlichen Berechnungen vorhanden. Falls nicht können dafür externe Energiefachleute einbezogen werden oder ein hauseigener Klimaschutzmanager übernimmt diese Aufgabe.

In einem ersten Schritt ist es notwendig, die Energieverbräuche der Vergangenheit zu analysieren, um einen Vergleichswert zu erhalten. Im Idealfall wurde der Energieverbrauch für die verschiedenen Energieträger anhand einer Energiebuchhaltung (durch Hausmeister bzw. den Schulträger) aufgezeichnet.

Anderenfalls müssen die Jahresenergieverbräuche den Energierechnungen entnommen werden.

Damit die Vergleichswerte, die für jedes einbezogene Medium (Wärme, Strom, Wasser, Müll) separat ermittelt werden, die derzeitige Nutzung der Schule und den Gebäudezustand widerspiegeln, müssen die Verbräuche der einzelnen Jahre folgendermaßen korrigiert werden:

■ **Klimakorrektur:**

Die Strenge des Winters an einem bestimmten Ort (Länge der Heizperiode, Außentemperaturen) wird in den sogenannten Heizgradtagen berücksichtigt. Der Energieverbrauch für die Heizung eines bestimmten Jahres wird durch die Multiplikation mit einem Faktor (mittlere Heizgradtage dividiert durch Heizgradtage des aktuellen Jahres) korrigiert.

Falls der Energieverbrauch für die Heizung und für die Warmwasserbereitung nicht getrennt erfasst werden, muss mit dem Gesamtverbrauch gerechnet werden. Der dadurch bedingte Fehler ist relativ gering.

■ **Veränderung der beheizten Fläche**

(z.B. durch Zubauten, Beheizen zusätzlicher Räume) bzw. energetische Sanierungen (z.B. Wärmeisolierungen, Heizkesseltausch) müssen berücksichtigt werden. Die Bewertung dieser Einflüsse erfolgt durch Energieexperten oder den Klimaschutzmanager.

■ **Durch spezielle Ausstattungen**

(z. B. Brennöfen) kann fallweise der Energieverbrauch verändert worden sein. Diese Korrekturen sind ebenfalls von Energieexperten vorzunehmen.

Die während der Projektlaufzeit ermittelten aktuellen Verbrauchswerte müssen ebenfalls entsprechend korrigiert werden, damit sie sich auf den gleichen Zustand wie die Vergleichswerte beziehen. Die Differenz zwischen dem aktuellen Verbrauchswert und dem Vergleichswert multipliziert

mit den aktuellen, spezifischen Energiekosten stellt die eingesparten Energiekosten dar. In den spezifischen Energiekosten sind gegebenenfalls die Kosten für Leistung (z. B. bei Strom) und Messeinheiten (z. B. Zählermieten) entsprechend den Endabrechnungen der Energieversorger im Projektjahr enthalten.

Um die Berechnungen zu vereinfachen, sollten Beginn und Ende des Projektes mit den bisherigen Zeitpunkten der Energieverbrauchsaufzeichnungen übereinstimmen (z. B. Anfang Januar bei kalendermäßiger Energiebuchhaltung oder entsprechend den jährlichen Energierechnungen). Der Vergleichswert wird während der (mehrjährigen) Projektlaufzeit auf Grund auftretender Einsparungen nicht angepasst, sondern bleibt konstant.

Mustervereinbarung für das Beteiligungs-Prämiensystem

Zwischen [Schule] und [Schulträger] wird folgende Vereinbarung getroffen:

§ 1 Gemeinsame Absichtserklärung

Die Vertragspartner sind sich ihrer Verantwortung für einen sparsamen Umgang mit den Finanzmitteln des öffentlichen Haushaltes und eine schonende Verwendung natürlicher Ressourcen zum Erhalt einer lebenswerten Umwelt bewusst und beschließen deshalb einvernehmlich die erforderlichen Schritte zur Einsparung von

- Heizung und Warmwasser (Wärme)
- Elektrischer Energie

in der Schule zu unternehmen:

§ 2 Gemeinsame Absichtserklärung

1. Die Schule verpflichtet sich, durch ihre Lehrkräfte und sonstiges Personal sowohl im Unterricht und in Arbeitsgemeinschaften als auch bei anderen Aktivitäten die Gebäudenutzer zu einem sparsamen Umgang mit den unter § 1 aufgeführten Medien anzuleiten.
2. Zu diesem Zweck wird an der Schule eine Arbeitsgruppe (AG) gebildet, die für die Umsetzung der hier vereinbarten nichtintensiven Einsparmaßnahmen bei Wärme, Strom, Abfall und / oder Wasser in der Schule verantwortlich ist. In der AG sollen Hausmeister, Lehrkräfte, Schüler und soweit möglich Erziehungsberechtigte mitwirken.
Die fachliche Betreuung der AG erfolgt durch _____.
3. Die Schule verpflichtet sich, ihre Maßnahmen zu protokollieren und dem Schulträger mitzuteilen. Sie macht außerdem Vorschläge zu weitergehenden (auch intensiven) Einsparmaßnahmen, die nur vom Schulträger umsetzbar sind.

§ 3 Verpflichtung des Schulträgers

1. Der Schulträger ist für die Berechnung der Vergleichswerte gemäß § 4 und der erzielten Einsparungen zuständig.
2. Der Schulträger stellt der Schule alle zur erfolgreichen Durchführung des Projektes erforderlichen Unterlagen und Informationen zur Verfügung.
3. Zur Motivation der Schule verpflichtet sich der Schulträger. Die Schule an den Einsparungen zu beteiligen, entweder in Form eines fixen Bonus (Geldbetrag oder Sachleistung) oder einer erfolgsabhängigen Prämie gemäß § 5.

§ 4 Festlegung der Energiekosteneinsparung

Als Zeitpunkt für den Beginn des Projektes, Bezugsgrößen sowie Stichtag der jährlichen Abrechnung werden gemeinsam festgelegt (Mittelwert der vergangenen Jahre, Korrekturen für die Witterung oder anderer, den Verbrauch wesentlicher beeinflussender Änderungen bereits berücksichtigt):

Beginn des Projektes: _____

Bezugsverbrauch für Wärme: _____

Bezugsverbrauch für Strom: _____

Bezugsanschlusswert: _____

Bezugsleistung: _____

Stichtag der jährlichen Abrechnung: _____

Die Differenz des jeweiligen Bezugswertes zum Projekt festgestellten und korrigierten Energieverbrauch bzw. Leistungswertes multipliziert mit den aktuellen, spezifischen Kosten (z. B. pro kWh, pro KW) stellt die eingesparten Kosten dar. Wesentliche Nutzungsänderungen sowie Änderungen an der Bausubstanz, der Heizungsanlage und der technischen Ausstattung werden von der AG protokolliert. Die Vergleichswerte werden dann entsprechend angepasst.

§ 5 Verteilerschlüssel

Die eingesparten Mittel werden nach folgendem Schlüssel verteilt.

_____ % für Schule zur freien Verwendung

_____ % für die Haushaltsentlastung beim Schulträger,

_____ % für zusätzliche intensive Energiesparmaßnahmen an den Schulen

§ 6 Auszahlung und Mittelverwendung

Die Auszahlung der eingesparten Mittel erfolgt jährlich, sobald die erforderlichen Daten vorliegen, spätestens jedoch bis _____ (3 Monate nach Stichtag der Abrechnung gemäß § 4).

Über die Verwendung der Mittel entscheidet die Schul-, Gesamt- bzw. Lehrerkonferenz oder ein von ihr eingesetzter Ausschuss. Dabei ist die Beteiligung der für die Erfüllung des Einsparziels zuständigen AG sicherzustellen.

§ 7 Inkrafttreten und Laufzeit

Die Vereinbarung tritt am _____ in Kraft und ist zunächst auf _____ Jahre befristet.

Die Vergleichswerte bleiben während dieser Zeit unverändert:

Beide Parteien können eine Verlängerung vereinbaren.

Das Aktivitätsprämienystem

Das Beteiligungs-Prämienystem birgt sowohl Vor- als auch Nachteile in sich:

Vorteile:

- In den ersten Jahren können die tatsächliche Einsparung meist oft genau ermittelt werden.
- Das Beurteilungssystem ist relativ neutral.
- Die Verteilung der Mittel an die Schulen und Hausmeister gemäß Schülerzahl ist anfangs für die Verwaltung einfach zu handhaben.

Nachteile:

- Die Schulen mit den größten Einsparungen hatten vorher in der Regel den höchsten Verbrauch. Diejenigen, die bereits sehr sparsam waren, können mit dem Ökoschulprogramm nur noch geringere Verbrauchsminderungen erzielen.

(Um Ungerechtigkeiten gegenüber diesen Schulen zu vermeiden, die bereits vor Projektbeginn aktiv Energiesparmaßnahmen durchgeführt haben, wird bei solchen Schulen der Vergleichswert aus den Verbrauchsjahren vor den Einsparbemühungen einvernehmlich zwischen den Vertragspartnern festgelegt.)

- Das Angleichen der Basiszahlen an Änderungen wie z. B. Gebäudeerweiterungen, Sanierungen, Aufstellung von zusätzlichen Computern, Einrichtung von Ganztageschulen, usw. ist für die Verwaltung sehr zeitaufwendig und fast nicht durchführbar.
- Der Aufwand für die Auswertung der Einsparungen in den Bereichen Wasser, Heizung, Strom und Abfall wird deshalb immer zeitintensiver und ungenauer.

Falls es als absehbar erscheint, dass diese Nachteile überwiegen, kann auch das Aktivitäts-Prämienystem ein attraktives Modell darstellen:

Das Aktivitäts-Prämienystem verzichtet fast gänzlich auf eine Bilanzierung der Energieeinsparungen. Es wird nicht die absolute Höhe der Einsparung zur Prämienermittlung herangezogen, sondern die Projektaktivität in den Schulen. Mit Hilfe eines Fragebogens werden Maßnahmen und Aktionen in den Schulen in Form einer Punktevergabe festgehalten, die am Ende des Schuljahres mittels eines Schlüssels (relativ zu den Schülerzahlen einer Schule) in eine Prämienzahlung umgerechnet wird. Ergänzt wird der Fragebogen durch einen Projektbericht, den die Schule erstellt.

Ein wichtiger Vorteil ist die Entlastung der Verwaltung, da wie schon gesagt, die Berechnung der nutzerbedingten Einsparungen einen hohen Aufwand für

einzelne Verwaltungsmitarbeiter bedeutet. Die frei werdende Arbeitszeit kann in andere Projekte investiert werden und reduziert die Kosten.

Mit dem pädagogischen Prämienmodell soll nicht auf ein Energiecontrolling bei den Schulgebäuden verzichtet werden, da das Controlling allein schon zu Einsparungen führen kann. Lediglich die aufwändige Berechnung des Nutzeranteils an den Energieeinsparungen inkl. dem Herausrechnen von baulichen Änderungen oder Nutzungsänderungen entfällt.

Die Erfahrungen mit Energiesparprojekten an Schulen zeigen, dass gerade der pädagogische Effekt sehr groß ist. An aktiven Schulen ist zu beobachten, dass sich energieeffiziente Verhaltensweisen auch auf die Haushalte auswirken. Die dadurch erzielten Einsparungen lassen sich kaum abschätzen, sollten aber im Rahmen der bestehenden Klimaschutzpolitik gefördert werden. Diese pädagogischen Maßnahmen besitzen eine höhere Wirkungstiefe als zum Beispiel einmalige Korrekturen der Heizungsregelungseinstellungen, die bei einigen Schulen zu hohen Einsparungen und damit verbundenen hohen Prämien ohne weitere pädagogische Effekte führen.

Fragebogen zur Prämierung der durchgeführten Aktivitäten

Name der Schule: _____ Schuljahr: _____

Name der/des Lehrer/in (Ökoschulbeauftragten): _____

1. Grundvoraussetzungen

- 1.1 Gibt es in jeder Klasse Energiemanager?
ja (5) nein (0)
- 1.2 Gibt es ein E-Team?
ja (3) nein (0)
- 1.3 Gibt es eine/n Ökoschulbeauftragte/n?
ja (5) nein (0)
- 1.4 Gibt es jährliche Schulungen (Overhead-Foliensatz) der Energiemanager?
ja (5) nein (0)
- 1.5 Die Schulleitung kontrolliert die Durchführung dieser Schulung und die Benennung der E-Manager jährlich.
ja (3) nein (0)
- 1.6 Ist der Inhalt unserer Homepage unter **www.musterhausen.de** bekannt?
ja (3) nein (0)
- 1.7 Wird regelmäßig ein Fragebogen für Umweltdetektive an die Energiemanager verteilt.
ja (1) nein (0)
- 1.8 Wird für Kopierer und Drucker Recyclingpapier verwendet?
immer (3) manchmal (1) nie (0)

2. alle Lehrer/innen

- 2.1 Die E-Manager/innen werden bei ihrer schwierigen Aufgabe unterstützt.
ja (1) nein (0)
- 2.2 Es gibt Facharbeiten, Beiträge für die Homepage, Referate zu Umweltthemen.
Homepage (5) ja (3) nein (0)

3. Hausmeister/innen

- 3.1 Die Hausmeister/innen kontrollieren zusammen mit dem Lehrer-Schülerteam mindestens viermal im Schuljahr den Erfolg der Abfalltrennung (bitte ausgefüllte Müllchecklisten beifügen).
ja (8) nein (0)
- 3.2 Die Hausmeister/innen melden Defizite bei der Abfalltrennung an die Verwaltung.
ja (2) keine Defizite festgestellt (1) keine Rückmeldung (0)
- 3.3 Abends benützen Sportvereine häufig die Turnhallen. Die Hausmeister/innen kontrollieren die Turnhallen gemäß Dienstanweisung. Wasser und Licht aus?
ja (2) nein (0)

- 3.4 Bei Beanstandungen gibt es eine entsprechende Meldung an den/die Ökoschulbeauftragte/n.
ja (2) nein (0)
- 3.5 Gebäude, Türen, Fenster, Anlagentechnik, usw. auf Schäden, die das Öko-Schulprogramm betreffen, kontrolliert und das Ergebnis an die Schulleitung gemeldet?
ja (5) nein (0)
- 3.6 Ausgefüllten Betriebserfassungsbogen monatlich an die Verwaltung geschickt?
ja (5) nein (0)
- 3.7 Müllvolumen pro Schüler

< 3 l / Schüler	> 3 < 5 l /Schüler	> 5 < 7 l /Schüler	> 7 l /Schüler
(5)	(3)	(1)	(0)

4. Aktionen und Aktivitäten

- 4.1 Plakate im Schulhaus
ja (1) nein (0)
- 4.2 Lichtschaltermarkierung
ja (1) nein (0)
- 4.3 Projektstage zu Umweltthemen
ja (2) nein (0)
- 4.4 Teilnahme an Wettbewerben im Umweltbereich
ja (2) nein (0)
- 4.5 Verbesserungsvorschläge (bitte Nachweis beilegen)
ja (5) nein (0)
- 4.6 sonstige Aktionen (bitte Nachweis beilegen)
Ja (5) nein (0)
- 4.7 Sauberkeit in der Schule (Klassenzimmer, Gänge, Pausenhof usw.)
sehr gut (6) gut (4) befriedigend (2) schlecht (0)

5. Bemerkungen

(5) keine (0)

6. Aktionen, die aus dem Ökoschulprogramm in den Privatbereich wirken

Art der Aktionen: (5) (3) (0)

Datum _____

Unterschrift Schulleitung	Unterschrift Ökoschulbeauftragte/r	Unterschrift Hausmeister/in
------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

9.3 Raumtemperatur und Raumklima

Raumklima und Leistung

(Grundlage: Forschungsprojekt der Technischen Universität von Dänemark;)

Ergebnisse einer Studie:

- Das Raumklima hat Einfluss auf die Leistung von Schülern.
- Die Erhöhung der Lüftungsrate und/oder ein Absenken der Raumtemperatur im Sommer optimiert die Leistung und die Lernfähigkeit von Schülern.
- Die Schularbeiten werden schneller und mit geringer Fehlerrate ausgeführt.
- Die Fensterlüftung kann nicht die erforderliche Lüftungsrate sicherstellen.
- Die vorliegende Studie belegt, dass Luftqualität und Temperatur in Klassenräumen sehr wichtige Faktoren im Lernprozess sind, denen neben Lehrmethoden eine hohe pädagogische Bedeutung zukommt.

Die Problematik kann einerseits durch den Einbau von Be- und Entlüftungsgeräten angegangen werden, andererseits sollte auf eine bedarfsgerechte Temperierung der Schulungsräume das ganze Jahr über geachtet werden.

Ein überheizter Schulraum im Winter trägt nicht zur Konzentrationsfähigkeit bei.

Die Arbeitsstätten-Richtlinie gibt vor, bei sitzender Arbeitshaltung und leichter Arbeitsschwere eine Lufttemperatur von + 20 °C vorzuhalten, um ein gesundheitlich zuträgliches Klima zu gewährleisten.

Schon bei stehender Arbeitshaltung und mittlerer Arbeitsschwere wird eine Temperatur von 17 °C empfohlen.

Auszug aus der Arbeitsstätten-Richtlinie:

3. Lufttemperaturen in Arbeitsräumen

3.1 In Arbeitsräumen muss die Lufttemperatur mindestens betragen:

Überwiegende Arbeitshaltung	Arbeitsschwere		
	Leicht	Mittel	Schwer
Sitzen	+20 °C	+19 °C	-
Stehen und / oder gehen	+19 °C	+17 °C	+12 °C

Tabelle: Lufttemperaturen in Arbeitsräumen in Abhängigkeit von der Arbeitshaltung und der Arbeitsschwere

9.4 Nacht- und Wochenendabsenkung

Je nach Gebäudeart und -nutzung sowie Wärmedämmung und Speicherfähigkeit der Wände ist eine Heizenergieeinsparung zwischen 5 und über 10 % ohne Komfortverzicht möglich, wenn die Heizung außerhalb der Nutzungszeiten abgesenkt wird. Auch unter Berücksichtigung der Aufheizenergie spart man durch Nacht- und Wochenendabsenkung immer Energie ein.

Wichtig für die Akzeptanz der Nachtabsenkung ist allerdings, den Zeitpunkt für die morgendliche Aufheizung richtig zu wählen, damit die Räume rechtzeitig wieder angenehm warm sind. Moderne mikroprozessorgesteuerte Regelungen berechnen den optimalen Heizbeginn selbst. Hier muss die Zeit einprogrammiert werden, zu der die normale Raumtemperatur erreicht sein soll und nicht der Beginn der Aufheizzeit. Dies ist die optimale Lösung hinsichtlich Effizienz und Komfort.

Optimierung der Heizkurve

Die Vorlauftemperatur einer modernen Heizung wird gleitend an die jeweils herrschende Außentemperatur angepasst. Wie diese Anpassung erfolgt, wird an der Regelung über die so genannte Heizkurve eingestellt.

Zunächst wird in Abhängigkeit von der tiefsten zu erwartenden Außentemperatur, der sogenannten Auslegungstemperatur (meist -10° bis -15°C) und der dafür vorgesehenen Vorlauftemperatur eine Heizkurve ausgewählt. Bei -12°C Außenlufttemperatur soll die Vorlauftemperatur für eine Niedertemperaturheizung mit Brennwertkessel zum Beispiel 60°C betragen. Reicht dies nicht aus, um die Räume ausreichend zu erwärmen, kann die Vorlauftemperatur durch die Wahl einer anderen Heizkurve oder durch eine Parallelverschiebung angehoben werden.

Werden die gewünschten Raumlufttemperaturen nicht erreicht, sollte eine Anpassung in kleinen Schritten erfolgen. Für die Heizkurvenauswahl heißt das, die Raumtemperatur gradweise zu steigern oder die Heizkurve in Zwischenschritten anzuheben bzw. zu senken. Neueinstellungen sollten über einen Zeitraum von 1 bis 2 Tagen getestet werden – abhängig von der thermischen Trägheit von Gebäude und Heizungsanlage. Empfehlenswert ist, sich von der „unteren Seite“ her an die richtige Heizleistung heranzutasten. Dazu stellt man bei tiefen Außentemperaturen eine kleinere Heizkurve ein und misst, ob die gewünschten Raumtemperaturen erreicht werden.

9.5 Energiepreise und Lastmanagement

Durch eine Optimierung im Bereich des Tarifwesens lässt sich zwar keine Energie einsparen, dafür können aber häufig mit einfachen Mitteln die Energiekosten deutlich reduziert werden. Wenn die Einsparungen, die beispielsweise durch Vertragsoptimierung oder Versorgerwechsel erzielt werden, zur Finanzierung anderer Energiesparmaßnahmen reinvestiert werden, lässt sich die Haushaltsentlastung weiter verstetigen.

Liegen die eigenen durchschnittlichen, spezifischen Stromkosten deutlich oberhalb der Trendlinie, ist Ursachenforschung gefragt. Eine mögliche Erklärung ist eine steile Preisregelung mit vergleichsweise hohem Leistungspreis im Stromlieferungsvertrag. Diese Preiskomponente ist bei größeren Stromabnehmern durchaus üblich. Dabei werden die höchsten abgenommenen Leistungsspitzen ermittelt und – je nach Vertrag – nach unterschiedlichen Berechnungsformeln in Rechnung gestellt. Der Leistungspreis-Anteil an den Gesamtkosten kann durchaus bis zu 30 % betragen.

Optimierung des Lastgangs

Eine Reduzierung der Stromkosten kann daher –neben einer Verringerung des Stromverbrauchs – auch durch die Absenkung von Leistungsspitzen erzielt werden. Dazu sollte zunächst eine Aufzeichnung des elektrischen Lastgangs vom Energieversorger angefordert werden. Diese Dienstleistung wird in den meisten Fällen unentgeltlich angeboten.

Optimierung der Wärmeverteilung

Aber auch jenseits des Wärmeerzeugers gibt es erhebliche Energieeinsparpotentiale. So verursachen die Heizungsumwälzpumpen einen nicht unerheblichen Stromverbrauch. Dies gilt vor allem für unregelmäßig arbeitende Standardpumpen, die ständig mit gleicher Drehzahl arbeiten. Zudem sind viele Pumpen überdimensioniert. Vor diesem Hintergrund sollten Heizungspumpen möglichst elektronisch geregelt und exakt ausgelegt sein. Entsprechend der Energieeinsparverordnung sind ab 25 kW Heizleistung ohnehin elektronisch geregelte Pumpen vorgeschrieben. Eine Minimierung des Stromverbrauchs lässt sich durch Einsatz sogenannter Hocheffizienzpumpen erzielen. Selbst der vorzeitige Austausch noch intakter, unregelmäßig arbeitender Pumpen gegen solche mit der Energieeffizienzklasse A gelabelten Modelle rentiert sich in der Regel in wenigen Jahren.

Weiterhin sollte in unbeheizten Bereichen die Wärmeverteilung einschließlich der Pumpen und Armaturen ausreichend gedämmt werden, um die Verteilungsverluste auf das unvermeidbare Minimum zu beschränken. Hierzu werden auf dem Markt vorgefertigte Dämmschalen angeboten. In der Regel amortisieren sich die anfallenden Kosten innerhalb weniger Jahre.

Auf einen Blick:

- Bei veralteten oder überdimensionierten Wärmeerzeugern lässt sich eine zeitgemäße Energieeffizienz meist nur durch Austausch zumindest des Kessels erzielen.
- Erhebliche Einsparpotenziale sind auch durch Optimierung der Regelung durch Nacht- und Wochenendabsenkung und durch Anpassung der Heizkurve zu erreichen.
- Nicht zu vernachlässigen sind die Energieverluste, die durch unregelmäßig arbeitende Heizungspumpen, eine fehlende bzw. nicht zeitgemäße Dämmung der Verteilleitungen sowie ein hydraulisch nicht abgeglichenes Heizsystem entstehen.

9.6 Warmwasserbereitung

In öffentlichen Gebäuden differiert der Anteil der Brauchwassererwärmung am Gesamtenergieverbrauch erheblich. In Verwaltungsgebäuden beschränkt sich der Bedarf meist auf die Spülküche und Putzmittelräume, wohingegen der Verbrauch in Turnhallen und Schwimmbädern für Dusch- und Beckenwasser entsprechend hoch ist.

Legionellenprophylaxe

An die Warmwasserbereitung in öffentlichen Gebäuden werden strenge Anforderungen in Bezug auf den Hygienestandard gestellt. Maßgebend sind hier unter anderem die Trinkwasserverordnung und die DVGW-Arbeitsblätter W 551, W 552 und W 553. Die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben wird vom Gesundheitsamt überwacht.

Als erste Anhaltspunkte ergeben sich für die Praxis folgende Empfehlungen:

- In dem vorhandenen Warmwasserspeicher sollte eine möglichst gleichmäßige Temperatur angestrebt und der Speicherinhalt auf 60 C erhitzt werden.
- Zirkulationssysteme sollten nur möglichst geringe Zeiten unterbrochen werden; optimal ist ein durchgehender Betrieb.
- Die gewünschte Warmwassertemperatur sollte erst an der Entnahmestelle eingestellt werden.
- Nicht durchströmte Trinkwasserleitungen sollten vermieden werden.

Verbrauchsreduzierung

Der Warmwasserverbrauch kann durch den Einbau wassersparender Duschköpfe (9 l/min) oder von Durchflussmengenbegrenzungen reduziert werden. In Räumen, in denen keine Wasserzapfstellen erforderlich sind, sollten überflüssige Zapfstellen und Leitungsstränge stillgelegt werden.

Einsatz von Wärmerückgewinnung

Bei Anlagen mit hohem Warmwasserbedarf sollte geprüft werden, ob der Einsatz einer Wärmerückgewinnung sinnvoll ist.

Pumpenlaufzeit

Das DVGW-Arbeitsblatt lässt zu, dass bei hygienisch einwandfreien Verhältnissen Zirkulationssysteme in 24 h max. acht Stunden beispielsweise durch Abschalten der Zirkulationspumpe mit abgesenkten Temperaturen betrieben werden dürfen. Bei der Pumpentechnik sollte zudem darauf geachtet werden, dass stromsparende, elektronisch geregelte Pumpen zum Einsatz kommen.

Warmwasserbereitung außerhalb der Heizzeit

Oftmals stehen der Wärmebedarf für die Heizung und der Warmwasserbedarf in einem ungünstigen Verhältnis. Als Folge sind z.B. im Sommer Großkesselanlagen in Betrieb, nur um Hausmeisterwohnungen mit Warmwasser zu versorgen. Hier kann eine Abkopplung sinnvoll sein. Bei kleineren Anlagen gilt: Ein effizienter Kessel ist meist die kostengünstigste Variante der Warmwasserbereitung.

Speichervolumen

Das Volumen von Warmwasserspeichern ist oftmals überdimensioniert. Es sollte dem tatsächlichen Bedarf angepasst werden, bei Anlagen mit mehreren Speichern kann ggf. einer oder auch mehrere außer Betrieb gesetzt werden.

Verteileitungen

Die Verteileitungen zwischen Wärmeerzeuger und Zapfstelle müssen zur Minimierung von Wärmeverlusten entsprechend der Vorgaben der Energieeinsparverordnung gedämmt werden.

Dezentrale Versorgung

Weitverzweigte Anbindungen von Einzelzapfstellen sollten bei geringen Zapfmengen im Zuge von Umbaumaßnahmen ggf. gegen eine dezentrale elektrische Warmwasserbereitung ausgetauscht werden. Bei dieser Gelegenheit sollte jede Warmwasserzapfstelle auf ihre Notwendigkeit hin überprüft werden.

Zentral oder dezentral?

Ob eine zentrale oder dezentrale Warmwasserbereitung sinnvoller ist, hängt auch von der Gebäudenutzung ab. Eine differenzierte Betrachtung ist beispielsweise bei Schulgebäuden mit angeschlossenen Sporthallen erforderlich. Häufig findet man in Schulen noch alte zentrale Warmwasserbereitungssysteme mit großen Verteilnetzen und hohen Verlusten. Die Stilllegung alter Systeme und der Einsatz dezentraler Systeme an neuen Verbrauchsschwerpunkten können den Energieeinsatz deutlich reduzieren.

In der normalen Schulnutzung ist es sinnvoll, die Warmwasserbereitung durch dezentrale elektrische Systeme zu gewährleisten. Durchlauferhitzer sind Speichersystemen vorzuziehen. Letztere werden erfahrungsgemäß im Dauerbetrieb gefahren und verursachen damit einen hohen Stromverbrauch, obwohl sie nur selten genutzt werden. In Fachklassen ist eine bedarfsorientierte Kopplung der Warmwasserbereitung mit der Freigabe am Lehrerpult zu empfehlen.

Der Warmwasserbedarf in Schulturnhallen wurde in der Vergangenheit meist überschätzt. Der wesentliche Verbrauch findet in Schulen ohne Duschpflicht nach dem Sportunterricht abends beim Vereinssport statt. Eine Anpassung der Speichergröße an den Bedarf ist sinnvoll. Hier lohnt es sich im Vorfeld einen Wasserzähler in den Speichervorlauf zu setzen und den realen Verbrauch zu messen.

In Zusammenfassung mit der Sanierung der Warmwasserbereitung in Turnhallen, aber auch der Umkleiden in Schwimmhallen sollte man :

- die Anzahl der Duscharmaturen und der Wascharmaturen an den Bedarf anpassen
- die zentrale Mischbatterie ausbauen und thermostatische Brausearmaturen installieren (inkl. entsprechender Prophylaxe gegen Legionellen) sowie
- das Leitungsnetz der zentralen Warmwasserversorgung auf das erforderliche Minimum konzentrieren.

Auf einen Blick:

- Die Energieeffizienz bei der Warmwasserbereitung kann sowohl durch Verbrauchsreduzierung als auch durch Optimierung von Erwärmung und Verteilung erfolgen.
- Besonders sind die Anforderungen der Legionellenprohylaxe zu beachten.
- Viele Systeme sind überdimensioniert. Oftmals macht es zudem Sinn, die Umstellung einer zentralen auf eine dezentrale Warmwasserbereitung zu prüfen.

9.7 Beleuchtung

Gezielte Investitionen in eine energetisch optimierte Beleuchtung von öffentlichen Gebäuden sowie Außenbereichen können sich durch die zum Teil erheblichen Einsparungen bei der „Edelenergie“ Strom sehr schnell rechnen. Die nachfolgende Einführung ersetzt nicht die detaillierte, auf die Anforderungen der einzelnen Arbeitsplätze abgestimmte Beleuchtungsplanung nach DIN EN 12464-1:2003 (Beleuchtung von Arbeitsplätzen / früher DIN 5035).

Für die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage sind folgende Faktoren relevant:

- Lichtausbeute der eingesetzten Leuchtmittel (Lampen),
- Bauart der Leuchten / Art der Lichtlenkung sowie
- Reflexionsgrade der umgebenden Raumflächen und die Geometrie des Raumes.

Darüber hinaus kann die Beleuchtung durch eine gerechte Steuerung energetisch optimiert werden.

Leuchtmittel

Im Wesentlichen kommen drei Lampenarten zur Anwendung: Glühlampen, Leuchtstofflampen und Hochdrucklampen. Die Lichtausbeute (lm/W) einer Lampe ist der Lichtstrom (Lumen), den sie bezogen auf ihre elektrische Leistungsaufnahme (W) liefert. Sie ist ein Maß für die Effizienz der Energieumwandlung in sichtbares Licht.

Glühlampen vs. Energiesparlampen

Glühlampen sind kostengünstig, haben aber die geringste Energieeffizienz. Sie sollten nur bei niedriger Benutzungsdauer von weniger als 500 Stunden im Jahr oder bei täglicher mittlerer Einschaltdauer von weniger als 15 Minuten eingesetzt werden. Sie sind z.B. für schwach frequentierte Lager oder Toiletten geeignet. Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) benötigen demgegenüber nur etwa 25 % der Energie einer lichtstromgleichen Glühbirne und haben die achtfache Lebensdauer. Übrigens: Halogenleuchtstofflampen sind energetisch nur unwesentlich besser als Glühlampen und sollten nur für spezielle Beleuchtungszwecke (z.B. dekorative Spots) verwendet werden.

Leuchtstofflampen

Eine höhere Lichtausbeute haben Leuchtstofflampen, die bei hoher Betriebsstundenzahl die wirtschaftlichste Lampenart sind. Es wird unterschieden zwischen Standardleuchtstofflampen mit mäßiger Farbwiedergabe. Dreiband-Leuchtstofflampen mit guter Farbwiedergabe und De-Luxe-Leuchtstofflampen mit sehr guter Farbwiedergabe.

Aufgrund ihrer hohen Lichtausbeute und ihrer guten Farbwiedergabe sind Dreiband-Leuchtstofflampen meist die beste Wahl. Nur bei sehr hohen

Anforderungen an die Farbwiedergabe sollten die De-Luxe-Leuchtstofflampen verwendet werden, da diese nur eine um 30 % niedrigere Lichtausbeute haben.

Beim Vergleich des Stromverbrauchs von Leuchtstofflampen müssen die Vorschaltgeräte mit berücksichtigt werden. Hier kommen drei Typen zum Einsatz:

- Konventionelle Vorschaltgeräte (KVG)
- Verlustarme Vorschaltgeräte (VVG)
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)

So benötigt zum Beispiel eine 58 W Dreiband-Leuchtstofflampe zusammen mit einem KVG eine Anschlussleitung von 71 W. Bei der Verwendung eines EVG verringert sich die Systemleistung auf 55 W. Außerdem erhöhen EVG den Beleuchtungskomfort und die Beleuchtungsqualität.

Dampflampen

Die Lampen mit der höchsten Lichtausbeute (ca. 150 lm/W) sind Natrium-Niederdruckdampflampen. Sie haben aber eine schlechte Farbwiedergabe, daher werden sie überwiegend zur Außenbeleuchtung verwendet. Eine gute Lichtausbeute von ca. 100 lm/W bei besserer Farbwiedergabe haben Natrium-Hochdruckdampflampen. Bei höheren Ansprüchen an die Farbwiedergabe sind Halogen-Metaldampflampen besser geeignet, die mit 80 lm/W ähnlich effektiv wie gute Leuchtstofflampen sind. Aufgrund ihrer mäßigen Lichtausbeute sollte auf Quecksilberdampflampen möglichst verzichtet werden.

Lichtlenkung und -verteilung

Auch ein hoher Leuchtenwirkungsgrad und eine geeignete Lichtverteilung der Leuchte sind für den optimalen Betrieb einer Beleuchtungsanlage wichtig. Die Lichtlenkung als wichtigste Aufgabe der Leuchte beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort, beispielsweise durch Minimierung der Blendwirkung. Um eine optimale Funktion der Leuchten zu gewährleisten, müssen Abdeckungen, Reflektoren und Lampen regelmäßig gereinigt werden.

Freistrahrende Leuchtstofflampen, die in Lichtreihen aufgehängt sind, können relativ kostengünstig mit nachträglich aufsetzbaren Reflektoren nachgerüstet werden. Durch die verbesserte Lichtlenkung kann die Anzahl der Leuchtstofflampen mitunter um 30 bis 50 % reduziert werden.

LED-Systeme

Durch die Entwicklungssprünge bei der Leuchtdiodentechnologie können auch LED in absehbarer Zeit ihren Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung finden und dort Glühlampen bzw. Halogenlampen ersetzen.

Steuerung von Beleuchtungsanlagen

Durch eine geeignete Steuerung wird die Beleuchtungsstärke dem unterschiedlichen Lichtbedarf am Arbeitsplatz stufenweise oder stufenlos angepasst. So sollten nicht

benötigte Lichtquellen durch Zeitschaltuhren, Bewegungsmelder oder Tageslichtsensoren automatisch ausgeschaltet werden. Diese Steuerungen verursachen in der Regel nur geringe Kosten. Allerdings nimmt die Lebensdauer von Leuchtstofflampen mit zunehmender Schaltheufigkeit ab. Es muss daher im Einzelfall ein Vergleich zwischen den Lampenwechselkosten und den eingesparten Betriebskosten angestellt werden.

Eine kostenintensivere Möglichkeit ist, die Beleuchtungsstärke durch die kontinuierliche Steuerung des Lichtstromes mittels Phasenanschnittsteuerung konstant zu halten. Durch eine Fotozelle wird die vom Arbeitsplatz reflektierte Beleuchtungsstärke gemessen und entsprechend zu- oder abgedimmt. Üblicherweise werden hierzu Leuchtstofflampen mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräten verwendet. Das Einsparpotential kann bis zu 70 % betragen.

Räumliche Umgebung

Weitere Optimierungschancen bieten Umbauten und Renovierungen. So sollten Wände und Decken hell gestrichen werden. Denn um die gleiche Beleuchtungsstärke zu erhalten, muss für einen dunkel gefärbten Raum bis zu 50 % mehr Strom aufgewendet werden.

Wenn in hohen Räumen nicht die gesamte Höhe genutzt wird, sollten die Leuchten so tief wie möglich gehängt werden. So kann die Zahl der benötigten Lampen deutlich gesenkt werden. Eine Verringerung der Leuchtenhöhe von 2,5 m auf 2 m kann bis zu 20 % Strom einsparen.

Auf einen Blick:

- Energiesparlampen oder Leuchtstofflampen statt Glühlampen
- Ersatz konventioneller Vorschaltgeräte durch verlustarme oder elektronische Vorschaltgeräte
- Möglichst hocheffiziente Leuchten mit zweckmäßiger Lichtverteilung (z. B., Spiegelrasterleuchten) verwenden.
- Abstand der Leuchte von der Arbeitsfläche (Leuchtenhöhe) verringern.
- Verwendung heller Farben für Decken und Wände
- Bedarfsgerechte Steuerung der Beleuchtung: zeitgesteuert, tageslichtabhängig, anwesenheitsgesteuert

Lampeneigenschaften im Vergleich

	Lichtausbeute	Anlaufdauer	Wiederzündung	Dimmbarkeit
Glühlampe	12 lm/W	keine	sofort	sehr gut
Halogenglühlampe	21 lm/W	keine	sofort	sehr gut
Kompaktleuchtstofflampe	66 lm/W	keine	sofort	sehr gut
Leuchtstofflampe	64–84 lm/W	keine	sofort	sehr gut
Quecksilberdampf Lampe	50 lm/W	ca. 5 min.	5 – 15 min.	möglich
Halogen-Metaldampf Lampe	84 lm/W	ca.- 2–3 min	5 – 10 min	möglich
Natrium-Hochdruckdampf Lampe	99 lm/W	ca. 5 min.	sofort bis ca. 5 min.	möglich
Natrium-Niederdruckdampf Lampe	147 lm/W	ca. 10-20 min.	sofort bis ca. 5 min.	Nicht möglich

9.8 Energiecontracting

Um die ohnehin stark strapazierten öffentlichen Kassen nicht zusätzlich zu belasten, werden vielerorts längst überfällige Modernisierungsinvestitionen in die zum Teil sehr komplexen haustechnischen Anlagen von Verwaltungsgebäuden, Schulen, Veranstaltungsstätten etc. auf die lange Bank geschoben. Zwar ist den meisten Entscheidern durchaus bewusst, dass der unnötig hohe Energieverbrauch, aber auch die im laufenden Betrieb der Altanlagen anfallenden Instandhaltungskosten den Haushalt langfristig weitaus höher belasten, jedoch reichen die – insbesondere in den kommunalen Vermögenshaushalten zur Verfügung stehenden Mittel - nur selten für zielgerichtete Investitionen aus.

Um die vorhandenen wirtschaftlichen Einsparpotenziale dennoch zu nutzen und dabei –zumindest mittel- bis langfristig– auch Kosten zu sparen, ist Contracting, eine interessante Alternative. Dabei plant, finanziert, baut, betreibt und wartet ein externes Unternehmen die neue Anlage in Eigenregie innerhalb der jeweiligen kommunalen Liegenschaft. Die Kommune bezahlt für die bereitgestellte Energiedienstleistung, die Investitionskosten trägt der Contractor.

Anwendungsbereiche und Vorteile

Grundsätzliches Ziel eines Contracting-Konzeptes ist eine wirtschaftlich optimale Bereitstellung einer benötigten Energiedienstleistung, d. h. im kommunalen Bereich z. B.

- die Modernisierung der Wärmeversorgung öffentlicher Gebäude oder auch kommunaler Mietwohnungen.
- der Einbau und Betrieb einer Kraft-Wärme-Koppelungsanlage zur Wärme- und Stromversorgung
- der Ersatz einer veralteten Dampf- oder Kälteversorgung.

Neben der Installation modernen Energieerzeugungsanlagen können durch Contracting-Lösungen auch Maßnahmen zur Reduzierung des Nutzenergiebedarfs oder eine Energieträgerumstellung realisiert werden. Die aus dem Contracting-Projekt resultierenden Energieeinsparungen reichen im Idealfall zur gesamt-kostenneutralen Refinanzierung aus. Folglich hat die Kommune trotz der Ausgaben für den Contractor keine höheren Gesamt-Energiebereitstellungskosten (Arbeit, Leistung, Wartung/Instandsetzung, Kapitaldienst). Weiterer Vorteil: In der Verwaltung werden nicht mehr Personalkapazitäten als nötig in diesem Aufgabenbereich gebunden.

In der Praxis haben sich speziell zwei Formen des Contracting etabliert:

- Energieliefer-Contracting
- Einspar-Contracting

Energieliefer-Contracting

Energieliefer-Contracting (auch Anlagencontracting oder Nutzenergielieferung genannt) ist die am Markt erfolgreichste Variante. Anwendungsschwerpunkt dieses

Modells ist die Erneuerung bzw. Erstinstallation oder Übernahme von energietechnischen Erzeugungsanlagen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, bei denen der Contractor, je nach Leistungsumfang, Planung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb (Instandhaltung und Bedienung) sowie häufig auch den Energieein- und Nutzenergieverkauf auf eigenes Risiko übernimmt.

Fehlendes Eigenkapital, geringes energetisches Know-how, nicht ausreichende Personalstärke oder einfach der Wunsch nach Outsourcing stellen die Gründe dar, die komplette Verantwortung für die Energieversorgung seines Gebäudes auf einen externen Spezialisten zu übertragen.

Dieser liefert dem Contractingnehmer aus einer für das Objekt konfigurierten Anlage die gewünschte Nutzenergie z. B. in Form von Wärme oder Licht in definierter Menge und Qualität.

Die Leistungsvergütung des Contractors ist in der Regel projektbezogen kalkuliert und unabhängig von etwaigen Energieeinsparungen. Die Vergütung besteht bei Energieliefer-Contracting in der Regel aus einem Entgelt für die bezogene Nutzenergiemenge (Arbeitspreis), für die Vorhaltung der Energieerzeugeranlage (Grundpreis) und gegebenenfalls für die Abrechnung (Messpreis). Da ein vereinbarter Preis für die bereitzustellende Nutzenergie vertraglich abgesichert ist, geht das Nutzungsgradrisiko der Energieerzeugeranlage zu Lasten des Contractors. Mit anderen Worten: Ein Contractor hat ein ureigenes wirtschaftliches Interesse an effizienter Anlagentechnik und Betriebsführung, was sich auf den Primärenergieverbrauch und die Emissionsbelastung positiv auswirkt. Vertragslaufzeiten von Energieliefer-Contracting-Verträgen belaufen sich im Normalfall auf ca. 10 bis 15 Jahre.

Häufig findet eine Vollamortisation der getätigten Investitionen innerhalb dieser Zeit statt, d. h. alle Aufwendungen des Contractors einschließlich seines Gewinns werden durch die geleisteten Zahlungen abgegolten. Energieliefer-Contracting eignet sich für den Gebäudebestand und Neubauten gleichermaßen. Eine Zusammenfassung von Liegenschaften zu einem Gebäudepool kann die Attraktivität für einen Contractor deutlich erhöhen.

Einspar-Contracting

Beim Einspar-Contracting (auch Performance-Contracting) oder Energiesparcontracting genannt) findet eine gewerkeübergreifende Optimierung der vorhandenen Gebäudetechnik und des Gebäudebetriebs durch einen Contractor auf Basis einer partnerschaftlich gestalteten Zusammenarbeit statt. Leitgedanke dieser Variante ist die garantierte Ergebnisverbesserung insbesondere im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit. Energieeinsparung, Gebäudesubstanzwert sowie Gebäudekonditionierung.

Im Gegensatz zu anderen Contracting-Varianten bilden die im Vergleich mit dem Zustand vor Umsetzung des Contracting-Modells (der sogenannten Baseline) eingesparten Energiekosten die Grundlage für die Refinanzierung der Investitionen und des Deckungsbeitragspotential des Contractors. Wird die vertraglich vereinbarte

Einspargarantie nicht erreicht, so geht dies ausschließlich zu finanziellen Lasten des Contractors.

Sofern der Contractingnehmer nicht mit Vertragsbeginn an den finanziellen Einsparungen beteiligt wird, wirken sich die vollen wirtschaftlichen Vorteile für ihn erst nach Ablauf einer üblichen Vertragsdauer von 5 bis 10 Jahren aus, die Umwelt profitiert dagegen sofort.

Das Dienstleistungspaket eines Einspar-Contractors umfasst üblicherweise Planung, Finanzierung und Errichtung von Komponenten zur Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung einschließlich deren Bedienung und Instandhaltung.

Anwendungsschwerpunkte bilden bei diesem Modell Anlagen aller Verbrauchsbereiche, die noch nicht am Ende ihrer Nutzungszeit angelangt sind, einen hohen Energieverbrauch verursachen und bei denen durch gezielte Maßnahmen mit relativ geringem spezifischen Investitionsaufwand hohe Energie(kosten)einsparungen erreichbar sind.

Als Beispiele können hier genannt werden: moderne Mess-, Steuer- und Regelungstechnik für Beleuchtungs-, Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Kälteanlagen sowie Wärmerückgewinnungsanlagen, Pumpen und motorische Antriebe.

Zur Einhaltung der garantierten Einsparquote werden durch Contractoren im Regelfall fernüberwachte Energie-Management-Systeme installiert, die es erlauben, den Betrieb der Anlagen zentral über einen Leitrechner zu steuern und zu überwachen. Auch die Einbindung der Nutzer und deren Schulung sind nicht selten Bestandteil beim Einspar-Contracting.

Vermietete Gebäude sind aus der Praxis heraus nicht für ein Einspar-Contracting geeignet. Einzelliegenschaften sollten als Kenngröße jährliche Energiekosten von mindestens 100.000 € aufweisen. Die Zusammenfassung mehrerer Objekte zu einem Gebäudepool kann auch hier eine sinnvolle Verbundlösung von kleinen unwirtschaftlichen mit gut geeigneten Gebäuden darstellen.

Auf einen Blick

- Beim Energieliefer-Contracting können uneffizient arbeitende Altanlagen – Heizung, Kälteversorgung, Dampf- oder Stromerzeugung – ohne Eigenmittel erneuert werden. Die Investitionen übernimmt ein externes Unternehmen, das die neue Anlage auf eigene Verantwortung errichtet und die gewünschte Nutzenergie liefert.
- Beim Einspar-Contracting werden bestehende Anlagen durch den Contractor optimiert, der seine Investitionen durch die eingesparten Energiekosten refinanziert.

9.9 Fördermöglichkeiten (BMU)

Aktuelle Fördermöglichkeiten in Anspruch nehmen!

Mögliche Fördermittel sind unter untenstehenden Links aktuell zu erheben, da die Förderrichtlinien einer stetigen Veränderung unterliegen.

Weiterführende Literatur und Links:

WÄRMEDÄMMSTOFFE IM VERGLEICH;
Umweltinstitut München e. V., 7. Auflage 2000

RATGEBER ENERGIESPAREN, KLIMA SCHÜTZEN;
Umweltinstitut München e. V., 2. Auflage 1998

MODERNISIERUNGSRATGEBER ENERGIE;
Deutsche Energie Agentur GmbH, Mai 2003

ENERGIESPAREN IN KIRCHENGEMEINDEN, EIN LEITFADEN;
Energieagentur NRW

MIT ENERGIE VORAN...;
Kooperationsprojekt Energiebausteine der ev.-Luth. Landeskirche Hannovers Arbeitsstelle Umweltschutz und des BUND, 2001

ÖKOLOGISCHE LEITLINIEN FÜR DIE EVANGELISCHE LANDESKIRCHE IN WÜRTTEMBERG
2. Auflage 1987

KIRCHLICHES UMWELTMANAGEMENT
KATE-Kontaktstelle für Umwelt & Entwicklung e. V. 2003

PRIVATER STROM AUS DER SONNE –
Leitfaden zur Photovoltaik für Bürgerinnen und Bürger des Landes Rheinland-Pfalz
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement ifaS, Januar 2005

ERNERUERBARE ENERGIEN UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNG
Landesumweltministerium (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit, 1999

VERORDNUNG ÜBER ENERGIESOARENDE WÄRMESCHUTZ UND ENERGIESPARENDE WÄRME-
TECHNIKEN BEI GEBÄUDEN (Energieeinsparverordnung EnEV) *)
1. Oktober 2007

VERORDNUNG ÜBER ENERGIESOARENDE WÄRMESCHUTZ UND ENERGIESPARENDE WÄRME-
TECHNIKEN BEI GEBÄUDEN (Energieeinsparverordnung EnEV) *)
1. Oktober 2009

Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau:

<http://www.kfw-foerderbank.de>

Förderung durch das Land Rheinland-Pfalz:

<http://www.energiefoerderung.info/mufv-rlp/>

<http://www.unserener.de/>

Linkliste Regenerativer Energien:

<http://www.eurosolar.org>

<http://www.lichtblick.de>

<http://www.naturenergie.de>

<http://www.naturstrom.de>

<http://www.stromtarife.de>

<http://www.vku.de>

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
Lokale Agenda 21 in Witten
Branchenatlas Zukunftsenergien NRW
Bundesverband Windenergie
Energieagentur NRW
Eurosolar e.V.

<http://www.energreen.de>
<http://www.dbu.de>
<http://www.ostwind.de/index1.htm>
<http://www.oekobank.de>
<http://www.photon.de>
<http://www.naturstromboerse.de>
<http://www.naturstrom-rlp.de>
<http://www.rwe.com/web/cms/de/8/rwe/>

Fördergesellschaft erneuerbare Energien e.V.
Berlin
Greenpeace
Landesinstitut für Bauwesen NRW (REN-Programm)
Öko-Institut Freiburg
Schönauer Zukunftsinitiativen
Solarenergie-Förderverein e. V.

9.10 Tipps - Kurzfristige Maßnahmen – sofort umsetzbar

Grundsätzlich

Eine Reihe von Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien oder umweltfreundlicher Energietechnik werden durch EU, Bund, Länder und Gemeinden durch viele unterschiedliche Förderprogramme unterstützt.

Stecker ziehen

oder Steckdosenleiste mit Netzschalter kaufen. Allein nur Stand-by-Betrieb kostet jährlich 30 Euro. Wenn mehrere Geräte an einer Steckdosenleiste angeschlossen sind, genügt ein Knopfdruck zum Abschalten.

Computer abschalten

70 % der Energie schluckt der Computer auch dann, wenn gar nicht damit gearbeitet wird. Schon bei kürzeren Arbeitspausen abschalten! Außerdem: Hochgerüstete Computer sind Stromfresser, Flachbildschirme allerdings sparsamer als Bildröhren. Energieoptionen des PC's nutzen.

Energiesparlampen

einsetzen. Sie sind über ihre Lebensdauer hinweg trotz ihres höheren Anschaffungspreises kostengünstiger als entsprechend viele Glühlampen. Energiesparlampen sollen vorrangig dort eingesetzt werden, wo die Lampen besonders lange brennen. Ihr Stromverbrauch beträgt nur ein Fünftel der gleich hellen Glühlampen und sie halten in der Regel etwa zehn Mal so lang.

Licht ausschalten oder brennen lassen?

Häufigen Ein- und Ausschalten verkürzt die Lebensdauer von Leuchtstoffröhren beträchtlich. Eine „Auszeit“ von mindestens 20 bis 30 Minuten ist anzuraten. Moderne Energiesparlampen mit elektronischem Vorschaltgerät können hingegen häufig geschaltet werden, ohne dass sich dadurch ihre Lebensdauer nennenswert verkürzt. Optimal ist eine Pause von zwei Minuten vor dem erneuten Anschalten.

Nicht mit Strom heizen

Die Erwärmung der Raumluft mit Elektrogeräten ist die teuerste Variante des Heizens. Heizlüfter und Ölradiatoren gehören zu den unrentabelsten Heizmethoden. Auch Klimaanlage sind die reinsten Stromfresser.

Kurz und kräftig lüften

Zum Lüften Heizung abdrehen und Fenster weit öffnen. Keinesfalls zum Lüften die Fenster kippen. Stattdessen sollte mehrmals am Tag „stoßgelüftet“ werden, also ca.

5 Minuten die Fenster weit öffnen, dann jedoch wieder schließen. Die Luft wird ausgetauscht, die Wände bleiben warm.

Heizung herunter drehen

Jedes Grad weniger spart rund 6 % Heizenergie. Für ein gesundes Raumklima reichen in Büroräumen 18 – 20 C. Natürlich sollte man die Heizung nicht ganz ausschalten, denn man verbraucht wesentlich mehr Energie, wenn man das Gebäude erst wieder richtig aufheizen muss. Erfolgt keine automatische Nachtabsenkung der Heizung kann das auch durch herunter drehen der Thermostatventile von den Mitarbeitern oder Hausmeistern selbst gemacht werden.

Undichte Fenster und Türen

kann man unter Umständen relativ preisgünstig selbst abdichten, abends und nachts sollten die Rollläden geschlossen werden. **Heizkörper dürfen auf keinen Fall zugestellt werden!** Büromöbel oder Heizkörperverkleidungen verhindern die gleichmäßige Wärmeverteilung im Raum und führen oft zu einem Wärmestau.

Wartung

Die Heizungsanlage bzw. der Ofen einer Gasetagenheizung sollte jährlich, am besten vor Beginn der Heizperiode gewartet werden, damit die Heizung optimal funktioniert. Ruß im Heizkessel kann den Brennstoffverbrauch um bis zu 5 % erhöhen.

Warmwasserspeicher

Die Dimensionierung und somit die benötigte Bereitstellungsenergie sollten an den wirklichen Bedarf angepasst werden. Überdimensionierte Warmwasserspeicher sind unwirtschaftlich und verbrauchen unnötige Energie.

Dämmplatten

Hinter Heizkörpern können Dämmplatten oder -Folien angebracht werden. An den warmen Heizkörpernischen geht bei dünnen, nicht isolierten Wänden besonders viel Wärme nach außen verloren. Hier lässt sich mit einer einfachen Isolierung, wie mit wärmedämmenden Reflexionsplatten oder Folien die Wärme in den Raum zurückstrahlen.

Die Kraft der Sonne zur Heizungsunterstützung nutzen

Sonnenkollektoren fangen die Wärmestrahlung der Sonne ein, auch bei bedecktem Himmel. Mit ihrer Hilfe lässt sich nicht nur das Brauchwasser erwärmen, sondern auch die Heizung unterstützen.

Wasserdurchflußbegrenzer

in Kombination mit Perlatoren reduzieren die aus Wasserhähnen fließende Menge um fast die Hälfte, ohne dass man es „spürt“.

Wasserverlust vermeiden

Tropfende Wasserhähne oder defekte Dichtungen im Toilettenkasten reparieren lassen. Ein einziger tropfender Wasserhahn verschwendet im Jahr 2.000 Liter Wasser. Toilettenspülungen mit **Wasserstopptaste** nachrüsten. Das meiste Wasser verbraucht die Toilettenspülung: ca. 50 Liter Trinkwasser (!) pro Tag und Person.

Aber Achtung:

Speziell in älteren Gebäuden mit klein dimensionierten Abwasserleitungen kann das zu Verstopfungen führen, da keine ausreichende Menge Wasser mehr durchgespült wird.

10. **Mittelfristige Maßnahmen**

1. Nutzung regenerativer Energien
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke
4. Gebäudeautomation
5. Hydraulischer Abgleich
6. Dokumentation durch Energiebericht

10.1 Nutzung regenerativer Energien

Offt wird die Nutzung unerschöpflicher Energiequellen für kommunale Liegenschaften von vornherein als zu teuer oder unwirtschaftlich angesehen, ohne dass der Einsatz ernsthaft geprüft wird. Dass es demgegenüber durchaus wirtschaftlich sinnvolle Einsatzbereiche und Projekte gibt, beweisen viele erfolgreiche Beispiele aus der Praxis.

Thermische Solaranlagen

Gerade bei der Sonnenenergie gibt es immer mehr Anwendungsfälle, die – nicht nur bei den derzeit hohen Energiepreisen – neben der Umweltentlastung auch finanzielle Vorteile bieten. So kann der Warmwasserbedarf in Verwaltungsgebäuden und Schulen außer mit Strom und Gas auch mit thermischen Solaranlagen gedeckt werden.

Thermische Solaranlagen in Schulen sind besonders dann sinnvoll, wenn in größeren Mengen warmes Wasser benötigt wird. Dies ist üblicherweise in Sporthallen und gewerblichen Schulen der Fall. Obwohl räumlich weit von der Heizzentrale entfernt, ist die Turnhalle oftmals an das zentrale Heizungsnetz angeschlossen. Die Leitungsverluste, die bei der Wärmebereitstellung für Heizung und Warmwasser außerhalb der Heizperiode überwiegend gedeckt werden. Die Bereitstellungsverluste der zentralen Wärmeversorgung werden minimiert.

Photovoltaik

Auf Grund der derzeit günstigen Förderkulisse bestehen für den Einsatz von Photovoltaikanlagen an Schulen gute Rahmenbedingungen. Die Investition trägt sich meist selbst und die Solaranlage erwirtschaftet darüber hinaus häufig jährliche Gewinne, die dann beispielsweise der Schule für weitere Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden können.

Grundsätzlich sollte die Realisierung von Photovoltaikanlagen an allen Schulen geprüft werden. Mit kaum einer anderen Technik ist eine vergleichbare Multiplikatorenentwicklung erreichbar. Schon eine kleine Anlage mit rund 2 kW₂ (20 m²) reicht aus, um für die Themen „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“ zu sensibilisieren. Da eine Solaranlage in den Schulalltag integriert werden sollte, ist ein großes Anzeigendisplay im Eingangsbereich der Schule sinnvoll. Auch eine Aufschaltung der Solaranlage in das EDV-Netz der Schule zur Auswertung der Betriebsdaten ist zu empfehlen.

Neben dem Einsatz von Photovoltaikanlagen an Schulen gibt es aber noch weitere mögliche Anwendungsgebiete der Photovoltaik im kommunalen Umfeld. Wie das Beispiel solarbetriebener Parkscheinautomaten zeigt, kann es bei Einrichtungen mit geringem Stromverbrauch außerhalb vorhandener Leitungsnetze wirtschaftlich sinnvoll sein, Photovoltaikzellen zur Stromversorgung einzusetzen.

Verpachtung von Dachflächen

Eine weitere Möglichkeit zur Forcierung des Einsatzes der Photovoltaik in Kommunen und Verbänden ist die Verpachtung von Dachflächen. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn in der Kommune keine ausreichenden finanziellen Spielräume für einen Eigenbetrieb zur Verfügung stehen. Alternativ zu einem einzelnen Betreiber kann auch eine Betreibergemeinschaft eine Solaranlage realisieren. In diesem Fall müssen sich Investitionswillige Bürger zusammenfinden, um gemeinsam die Vorteile (z. B. geringere spezifische Kosten, gute Förderbedingungen) zu nutzen. Für die Kommune ist dies eine gute Möglichkeit bürgernah zu agieren. Nähere Infos hierzu gibt es z. B. unter

www.solardachboerse.de.

Biomassen

Bioenergie ist als heimische Energiequelle in allen Regionen von Rheinland-Pfalz vorhanden und nutzbar. Dabei stehen heute für fast jeden Bereich und in allen Leistungsklassen praxisbewährte technische Konzepte zur Verfügung. In vielen Kommunen werden heute bereits Reststoffe aus der Forstwirtschaft zur Wärmebereitstellung durch Heizkessel genutzt.

Vor dem Hintergrund qualitativ hochwertiger Brennstoffe, stabiler Brennstoffpreise und dem verstärkten Aufbau regionaler Märkte hat die Bioenergie damit alle Chancen, um in der zukünftigen Energieversorgung eine feste Größe mit außerordentlich positiven Synergien für Wirtschaft und Arbeitsmarkt in den Regionen zu werden. Daneben kann die Bioenergie einen Beitrag zu Ressourcenschonung und Klimaschutz, sowie einer Verringerung der Abhängigkeit von den internationalen Energiemärkten leisten.

Erdwärme

Ein erprobtes und traditionelles Verfahren, Heizwärme mittels unerschöpflicher Energiequellen bereitzustellen, ist die Wärmepumpe. Sie nutzt dazu Wärme aus der Umgebung (Luftdruck, Erdreich, Wasser) oder sonst nicht anders nutzbaren Wärmequellen (z. B. Abwärme von Kühlanlagen) und bringt diese mit Hilfe des vom Kühlschrank bekannten thermodynamischen Prinzips auf ein Temperaturniveau, das beispielsweise für die Gebäudebeheizung geeignet ist.

Durch direkte Erdwärmennutzung – z.B. in Form spezieller Belüftungskanäle im Erdreich – kann im Winter die Heizung entlastet werden.

Positive Imagewirkung

Der Einsatz regenerativer Energien sollte in Kommunen und Verbänden nicht immer nur nach streng betriebswirtschaftlichen Kriterien bewertet werden. Vielmehr sollten auch die Vorbildfunktion und Image-Aspekte einbezogen werden. Wenn z. B. thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung genutzt werden oder fassadenintegrierte Photovoltaikanlagen zur solaren Stromerzeugung öffentlichkeitswirksam installiert werden, signalisiert dies Innovationskraft und ökologisches Verantwortungsbewusstsein.

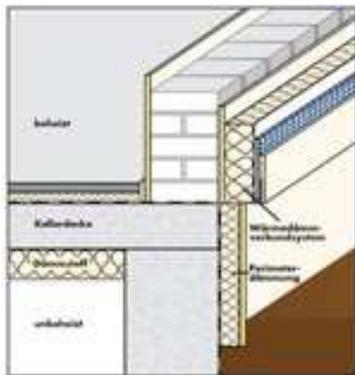
Auf einen Blick

- Die Nutzung unerschöpflicher Energiequellen wie Sonne, Erdwärme oder Biomasse kann für Kommunen in etlichen Bereichen auch wirtschaftliche Vorurteile haben.
- Nicht zu unterschätzen sind Imagegewinn und Vorbildfunktion, die sich durch den demonstrativen Einsatz regenerativer Energien erzielen lassen.
- Die Bereitstellung kommunaler Dachflächen für privat betriebene Photovoltaikanlagen ist eine zunehmend nachgefragte Möglichkeit für eine Kommune, auch ohne eigene Investitionsmittel zur weiteren Verbreitung der Solarenergienutzung beizutragen.

10.2 Dämmung der Kellerdecke

In Erdgeschoss von Gebäuden wird häufig über „Fußkälte“ geklagt. Da die Kellerdecke oft nicht gegen den unbeheizten Keller gedämmt ist, entstehen verhältnismäßig geringe Temperaturen auf der Oberseite. Das führt zu hohen Energieverlusten und manchmal sogar zu Schimmelpilzbildung.

Mit einer Dämmung auf der Unterseite der Kellerdecke ist dieses Problem leicht in den Griff zu bekommen. Bei Massivdecken werden Dämmplatten an die Kellerdecke geklebt oder gedübelt. Dabei richtet sich die Dämmstoffdicke nach der vorhandenen Raumhöhe im Keller und nach der verbleibenden Höhe für Fenster- und Türstürze. Empfehlungen für entsprechende Dämmstärken werden individuell vor Ort festgelegt.



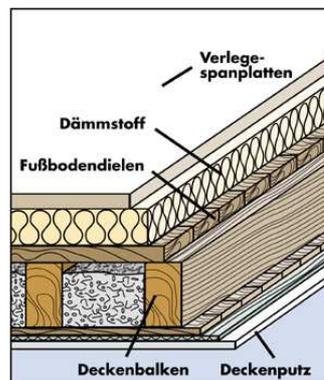
Kellerdecken mit ungerader und unebener Unterseite (Kappen- oder Gewölbedecken) können nur mit Hilfe einer Unter- oder Tragkonstruktion nachträglich gedämmt werden. Dabei müssen alle Fugen und Rundanschlüsse so ausgeführt werden, dass keine kalte Kellerluft hinter die Dämmung gelangen kann.

Weiterhin gibt es die Möglichkeit, Zellulose im sogenannten „Spray-On-Verfahren“ unter die Kellerdecke zu blasen. Diese Methode eignet sich, wenn Leitungen unter der Decke liegen.

10.3 Dämmung der obersten Geschossdecke

In Gebäuden, in denen das Dach z.B. aufgrund zu geringer Höhe nicht ausgebaut werden kann oder soll, der Dachraum aber zugänglich ist, schreibt die Energieeinsparverordnung die nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecke vor.

Aus energetischen Gesichtspunkten sollte eine Dämmung der obersten Geschossdecke in jedem Fall sofort durchgeführt werden.



Hier bieten sich vielfältige Dämmstoffe an. Eine Besonderheit – bei geringer Raumhöhe – stellt die offen aufgeblasene Dämmung dar.

Offen aufgeblasene Dämmung:

Diese Dämmvariante ist die kostengünstigste. Die Dämmung wird offen auf die oberste Geschossdecke aufgetragen. Der vorhandene Dachboden ist dann vollflächig und fugenfrei gedämmt. Es ist möglich, zusätzlich begehbare Podeste zu montieren, wenn bestimmte Stellen im Dachboden noch erreicht werden müssen (Kamin, Dachluke, Elektrik). Diese Methode ist ideal für große Deckenflächen in Kirchen, Turnhallen oder Wohnanlagen. Die Montage der Dämmung ist in kurzer Zeit, fugenlos montiert.

Es gibt keinen Zu- und Verschnitt, keine Transportzeiten auf der Baustelle und im Vergleich zu anderen Dämmverfahren weniger Müll, der beseitigt werden muss. Ein durchschnittlich großes Dach kann an einem Tag setzungssicher und fugenfrei gedämmt werden. Zusätzlich bietet Zellulosedämmung einen guten Schallschutz sowie einen sommerlichen Wärmeschutz.

5° kühlere Dachgeschosse gegenüber herkömmlichen Dämmstoffen !!!

10.4 Gebäudeautomation

Betriebskostensenkungen von 10 bis 30 % bei einer Kapitalrückflusszeit von 4 bis 5 Jahren lassen sich durch Systeme der Gebäudeautomation erzielen. Die Gebäudeautomation umfasst alle Anlagen der Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnik für die automatisierbaren Baukonstruktionen, technischen Anlagen, Außenanlagen und Ausstattungen. Das heißt, die Gebäudeautomation geht heute über die ursprünglichen Mess- und Regelaufgaben für die haustechnischen Anlagen weit hinaus. Sie dient zusätzlich als Managementsystem für die Analyse, Anpassung und Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen und kann weitere Aufgaben, z. B. Überwachung (Zugangskontrolle), Brandschutz und -meldung sowie gebäudeübergreifende Datenbereitstellung für die kommunale Gebäudewirtschaft übernehmen.

Der Zweck der Gebäudeautomation ist dabei vornehmlich die Minderung der Energie- und Betriebskosten sowie die Erhöhung des Komforts für den Gebäudebenutzer

Aufgaben der Gebäudeautomation

Die Gebäudeautomation übernimmt vor allem die Regelung der haustechnischen Einrichtungen der Gebäude. Diese sind im Besonderen:

- Optimierung der Gebäudetemperaturen durch Regelung
 1. von Heizungsanlagen
 2. von Lüftungsanlagen
 3. von Kühlanlagen
 4. des Sonnenschutzes
 5. der freien KühlungDurch die Möglichkeit der Einzelraumregelung kann hierbei auf den Bedarf der Nutzer speziell eingegangen werden. Für die rationelle Einbindung regenerativer Energien ist das Vorhandensein einer Gebäudeautomation schon fast eine zwingende Voraussetzung.
- Tageslichtabhängige und nutzerorientierte Beleuchtungssteuerung
- Kappung von Leistungsspitzen im Strom- und Gasbezug durch ein tarifabhängiges Schalten (z.B. Höchstlastbegrenzung oder Lastmanagement)
- Wirkungsgradoptimierung von Kälteaggregaten, Eisspeichern, Wärmetauschern etc.
- Schaltung von Wärmerückgewinnungsanlagen

Es können auch weitere Aufgaben, die z.T. nicht im Bereich der haustechnischen Anlagen liegen, von der Gebäudeautomation übernommen werden. Hier gilt es für den Betreiber, die für die jeweilige Liegenschaft wichtigen Funktionen auszuwählen. Dabei sollte man jedoch darauf achten, dass die wesentlichen Komponenten von Anfang an installiert werden, da eine spätere Ergänzung in der Regel aufwändig ist.

Nutzen der Gebäudeautomation

Die Installation einer Gebäudeautomation im Neubau oder in der Gebäudesanierung hat das Ziel, die Energie- und Betriebskosten zu vermindern und den Komfort der Nutzer zu steigern. Die erreichbaren Einsparungen sind im Vergleich zu einer dezentralen Regelung der Einzelanlagen berechnet und teilweise nicht gleichzeitig erreichbar. Die Potentiale sind bei einzelnen Anwendungen nur erzielbar, wenn technische Einrichtungen installiert sind, die nicht zwingend erforderlich sind. So kann z.B. eine Energieeinsparung durch den Einsatz der freien Kühlung über die Gebäudeleittechnik nur zu einer Reduktion der Energiekosten führen, wenn eine Kälteerzeugung zur Klimatisierung vorhanden ist. Ist keine Klimatisierung vorgesehen, wird durch die freie Kühlung der Nutzerkomfort gesteigert. Im Extremfall kann gerade durch die Möglichkeiten der Gebäudeautomation, wie hier durch eine optimale freie Nachtkühlung auf Anlagentechnik – in diesem Fall die Klimaanlage – verzichtet werden.

Weitere Kosteneinsparpotentiale ergeben sich durch die Verlängerung der Anlagenlebensdauer (kürzere Laufzeiten durch Regelung) und Instandhaltungsoptimierung (Organisation der Ersatzteile) sowie durch Personaleinsparungen durch geringeren Aufwand der manuellen Regelung und Wartung.

Der Nutzerkomfort wird durch die optimale Gestaltung der Parameter Raumluft und Beleuchtung gesteigert. Störungen der Betriebsabläufe durch Ausfallzeiten der Haustechnik werden durch angepasste Instandhaltungsmaßnahmen reduziert. Es ist jedoch immer zu beobachten, dass die Technik den Mensch nur unterstützen kann. Dem Nutzer muss der Eingriff in das System in dem Maße möglich sein, dass er seine Umgebung nach seinen Wünschen gestalten kann.

Einsparungen durch Gebäudeautomation

Funktion	Einsparung
Sollwertreduzierung um 1 K	5 % möglich durch höhere Regelqualität im Vergleich zu Analogregler
Sollwertanpassung gleitend	3 – 20 % temperatur- und zeitgesteuert
Zeitschalten	3 – 20 % Tages-, Wochen- und Jahresprogramme
Nachtabenkung	1 – 5 %
Mischluft-Klappsteuerung	1 – 4 % Temperaturumschaltung
Freie Nachtkühlung	1 – 5 %
Kesselfolgeschaltung	1 – 3 %
Höchstlastbegrenzung	Ca. 6 %
Gleitende Schalten	5 – 15 %
Laufzeitreduzierung durch ereignisabhängiges Schalten / Intervallbetrieb	3 – 10 %

Wirtschaftlichkeit der Gebäudeautomation

Die Wirtschaftlichkeit von Gebäudeleittechnik-Systemen ist stark von den Rahmenbedingungen der Gebäude abhängig. Hier ist vor allem der Energieverbrauch der Gebäude ein entscheidender Parameter.

Einsparungen durch die Gebäudeautomation ergeben sich häufig nicht automatisch aus der Inbetriebnahme des Systems, da hierdurch nur die Voraussetzungen für einen automatischen und bedarfsorientierten Betrieb geschaffen werden. Es ist in der Regel erforderlich, eine Optimierung des Systems während der Nutzung der Gebäude durchzuführen. Die Anpassungszeit beträgt 2 Jahre.

Ein großer Teil der möglichen Einsparpotentiale kann nur durch das Personal erschlossen werden. Dieses muss mit der Systemtechnik sowie der Gebäudetechnik und deren Möglichkeiten vertraut sein. Dazu sind Schulungen unerlässlich.

Auf einen Blick

- Die Gebäudeautomation geht heute weit über die ursprünglichen Mess- und Regelaufgaben hinaus. Sie dient zusätzlich als Managementsystem für gebäudetechnische Anlagen, kann aber auch weitere Aufgaben wie Zugangskontrolle, Brandmeldung sowie Datenbereitstellung für die Gebäudewirtschaftung übernehmen.
- Energieeinsparungen ergeben sich vor allem durch die kontinuierliche Optimierung des Systems während des laufenden Betriebs.

10.5 Der hydraulische Abgleich

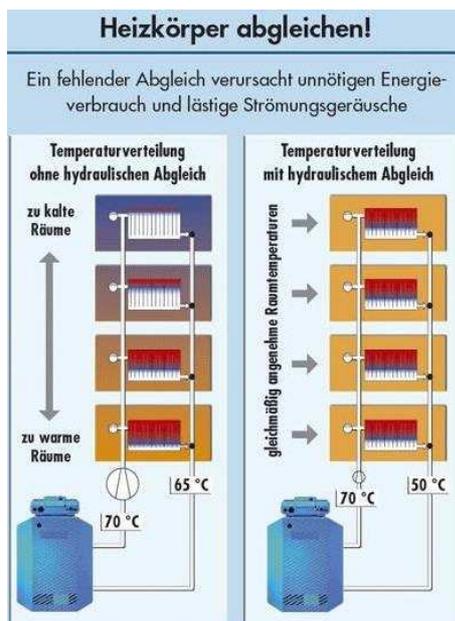
Der hydraulische Abgleich

In der Optimierung von Heizungsanlagen schlummert ein riesiges Einsparpotential. Nicht voreingestellte Thermostatventile sowie zu große Heizungsumwälzpumpen, tragen zur Energieverschwendung in erheblichem Maße bei. Der hydraulische Abgleich von Heizungsanlagen ist dabei von entscheidender Bedeutung.

Der hydraulische Abgleich hat das Ziel, jeden Heizkörper, bei stetig wechselnden hydraulischen Verhältnissen im Heizsystem, mit der erforderlichen Heizwassermenge zu versorgen. Er wird ohne großen Aufwand durch Voreinstellungen am Heizkörperventil vorgenommen und bezieht die optimale Einstellung der Umwälzpumpe und der Druckhaltung mit ein. Der hydraulische Abgleich führt zu einer gleichmäßigen Wärmeverteilung und somit zu einem höheren Behaglichkeitsgefühl in allen Räumen. Bei geringem Arbeits- und Investitionsaufwand reduzieren sich so zudem die Energiekosten deutlich.

Bestehen Sie deshalb bei Ihrer Heizungsanlage oder auch als Mieter auf den hydraulischen Abgleich. Dieser wird übrigens in der verbindlichen VOB (Verdingungsordnung für Bauleistungen) DIN 18380 vorgeschrieben.

Ähnlich wie bei einem Wasserschlauch hat man bei Heizkörpern in der Nähe der Heizungsumwälzpumpe einen hohen Druck und weit entfernt einen geringen Druck vorliegen. Heizkörper in der Nähe der Pumpe werden stärker durchströmt und sind heißer als weit entfernte. Um auch in den letzten Räumen genug Wärme zu erhalten, erhöht man in der Regel den Pumpendruck oder die Temperatur. Beides erhöht den Energieverbrauch unnötig. Stattdessen wäre ein hydraulischer Abgleich sinnvoll. Durch den hydraulischen Abgleich werden alle Rohrwiderstände so eingestellt, dass alle Heizkörper mit dem passenden Volumenstrom versorgt werden und damit auch die gewünschten Temperaturen erreichen können.



Wichtig: Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs gehört in die Hände eines Fachmannes.

10.6 Dokumentation durch Energiebericht

Ein umfassendes Energiemanagement setzt regelmäßige Kontrolle der Verbrauchsdatenentwicklung und eine laufende Erhebung der Energiekennzahlen für die wesentlichen Gebäude voraus.

Ein systematisches Controlling ist erforderlich!

Nicht zu unterschätzen ist die Bedeutung der **Öffentlichkeitsarbeit** durch ihre Multiplikator- und Motivationswirkung. Ein jährlicher Energiebericht – möglichst in Kurzfassung – sollte ebenso selbstverständlich sein wie regelmäßige Pressemeldungen und Kurzmitteilungen für Politik und Verwaltung.

11. Langfristige Maßnahmen

1. Gebäudedämmung
2. Wärmeerzeugung
3. Lüftung mit Wärmerückgewinnung

11.1 Gebäudedämmung

Maßnahmen zum baulichen Wärmeschutz im Gebäudebestand reduzieren nicht nur den Heizenergieverbrauch, sie verbessern ebenso den Raumkomfort und steigern den Wert eines Gebäudes. Dämmmaßnahmen sollten, da sie häufig mit hohen Investitionen verbunden sind, mit ohnehin notwendigen Sanierungsmaßnahmen verknüpft werden. Da die Zyklen für die Erneuerung von Fassaden und Fenstern mit rund 30 Jahren relativ lang sind, sollte jede Sanierung eines Gebäudes für die Verbesserung des Energiestandards genutzt werden.

Vor allem viele Schulgebäude sind sanierungsreif: Bauschäden, fehlende Wärmedämmung und alte Fenster tragen erheblich zu erhöhtem Energieverbrauch bei. Der größte Anteil kommunaler Gebäude wurde vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut und weist somit einen verhältnismäßig schlechten Wärmedämmstandard auf.

Empfehlungen zur Wärmedämmung

Bei der energetischen Sanierung eines Gebäudes sollte zuerst die Dämmung der Gebäudehülle vorgenommen werden. Die Heizungsanlage wird dann dem verringerten Wärmebedarf des Gebäudes angepasst.

Mindestwärmeschutz nach Energieeinsparverordnung 2009

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	bei Gebäuden mit 12 bis 19°C Innentemperatur	bei Gebäuden ab 19°C Innentemperatur
Bauteil	U-Wert (W/m ² K)	U-Wert (W/m ² K)
Außenwände	0,35	0,24
Fenster	1,90	1,30
Steildächer, Decken	0,35	0,24
Flachdächer	0,35	0,20
Oberste Geschosßdecken	0,35	0,24
Kellerdecken, Bodenplatten	---	0,30

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt bei der Sanierung von Gebäuden Mindestwerte für den Wärmeschutz vor. Die vorgegebenen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für die Sanierung von einzelnen Bauteilen dürfen nicht überschritten werden.

Eigentümer von Wohngebäuden sowie von Nichtwohngebäuden, die nach ihrer Zweckbestimmung jährlich mindestens vier Monate und auf Innentemperaturen von mindestens 19 Grad Celsius beheizt werden, müssen dafür sorgen, dass bisher ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschosßdecken beheizter Räume so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschosßdecke 0,24 Watt/(m²·K) nicht überschreitet. Die Pflicht nach Satz 1 gilt als

erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüber liegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt ist.

Begehbare, bisher ungedämmte oberste Geschossdecken beheizter Räume sind gem. Absatz 3 EnEV nach dem 31. Dezember 2011 entsprechend zu dämmen.

Sowohl aus wirtschaftlicher Sicht wie auch aus energetischer Notwendigkeit ist es sinnvoll, Dämmstärken zu wählen, die weit über die rechtlichen Anforderungen hinausgehen. Gerade bei Gebäuden mit erhöhten Innentemperaturen wie beispielsweise Altenwohnheime (ca. 24 °C) oder Schwimmbäder (ca. 30 °C) empfiehlt sich die Erhöhung der Dämmstärke.

Die Güte eines Dämmstoffs wird über seine Wärmeleitgruppe angegeben. Übliche Dämmstoffe gehören zu den Wärmeleitgruppen 040, 035, 030 und 025. Je geringer dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmwirkung des Materials. Und je besser die Dämmwirkung, um so geringer muss die Dämmstoffstärke ausfallen.

11.2 Wärmezeugung

Im Heizungsbereich besteht ein erhebliches Einsparpotential – bei älteren Anlagen durchaus bis zu 25 %. Aber aufgrund der langen Lebensdauer von Heizungsanlagen von rund 20 Jahren ist es nicht kurzfristig erschließbar. Daher ist es umso wichtiger, bei jeder notwendigen Erneuerung auf den Einsatz einer möglichst effizienten Technik zu achten und diese Maßnahmen mittelfristig vorzubereiten.

In der Vergangenheit wurden Heizkessel oft sehr großzügig dimensioniert – frei nach dem Motto: „sicher ist sicher“. Wenn dann im Laufe der Zeit die benötigte Heizleistung – zum Beispiel durch den Einbau von besseren Fenstern oder einer nachträglichen Dämmung – verringert wurde, hatte der Kessel nicht selten eine mehr als doppelt so hohe Leistung als (am kältesten Tag des Jahres) benötigt wurde.

Bei alten „konventionellen“ Kesseln mit konstanter Kesseltemperatur geht allerdings der Nutzungsgrad rapide zurück, wenn sie nicht voll ausgelastet sind. Da die maximal benötigte Heizleistung nur an wenigen Tagen im Jahr (Auslegungstemperatur -10 bis -15° C) kurzzeitig erreicht wird, ist aber gerade der Teillastbereich für den Jahresnutzungsgrad entscheidend. Über die Hälfte der zu erbringenden Heizarbeit fällt bei einer Auslastung von unter 50 % an. Wenn der Kessel auch noch deutlich zu groß ist, wird die volle Auslastung praktisch nie erreicht. Eine Überdimensionierung führt also bei mit konstanter Temperatur betriebenen Kesseln zu einem sehr schlechten Jahresnutzungsgrad und damit zu einem überhöhten Energieverbrauch.

Bei modernen Niedertemperatur- oder Brennwertkesseln ist heutzutage der Betrieb unter Teillast deutlich effizienter. Brenner passen die Leistung automatisch dem Bedarf an („Modulieren“). Bei Brennwertkesseln steigt der Nutzungsgrad im Teillastbereich sogar an. Eine bewusste Überdimensionierung ist trotzdem nicht ratsam. Generell sollten Kessel mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ eingesetzt werden, die über gute Nutzungsgrade und niedrige Emissionswerte verfügen.

Erneuerung von Heizkesseln

Durch eine Erneuerung kann der Nutzungsgrad in der Regel um 15 % verbessert und entsprechend viel Energie eingespart werden. Eine gesetzliche Nachrüstpflicht auf den Stand der Technik gibt es nur, wenn die vorgeschriebenen Abgasverluste trotz Nachjustierung nicht mehr eingehalten werden können oder ein bestimmtes Alter überschritten wird.

Aber auch wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist, sollte gehandelt werden:

- Ist der Kessel älter als 20 Jahre, sollte er sehr genau überprüft werden.
- Wenn die Anforderungen der 1. Bundesemissionsschutzverordnung nicht mehr eingehalten werden, wird der Schornsteinfeger hierüber informieren. Dann ist bei alten Kesseln in der Regel eine komplette Erneuerung anzuraten.
- Die Energieeinsparverordnung schreibt eine Erneuerung des Heizkessels vor, wenn der alte Kessel vor dem 01.11.1978 eingebaut wurde.
- „Alarmzeichen“ sind außerdem Abgastemperaturen über 200 °C.
- Überhöhte Bereitschaftsverluste können an der Oberflächentemperatur der Kesselummantelung festgestellt werden. Diese sollte nur lauwarm werden und keinesfalls die Temperatur der Heizkessel erreichen.
- Wenn eine größere, kostenintensive Reparatur fällig ist, sollte dies Anlass sein, eine Erneuerung zu überprüfen.

Auch die Bereitstellung eines neuen Energieträgers (Anschluss an das Gas- oder Fernwärmenetz) kann Anlass sein, den alten Heizkessel stillzulegen. Ein vorzeitiges Umsteigen auf einen anderen Energieträger lohnt sich jedoch unter wirtschaftlichen Aspekten meist nicht. Auf jeden Fall sollten bei einer Entscheidung alle Kosten mit berücksichtigt werden (Demontage des Kessels, Säuberung und ggf. Entfernung von Öltanks etc.). Eine Umrüstung von Öl auf Gas ist meist auch ohne neuen Kessel durch Austausch des Brenners möglich.

Optimierung der vorhandenen Wärmeerzeugung

Möglichkeiten zur energetischen Verbesserung der Wärmeerzeugung ohne Kesselerneuerung sind

- periodische Messung des CO₂-Gehalts der Abgase, der Abgastemperatur, der Rußziffer und des Feuerraumdrucks. Überprüfung und Anpassung der Systemtemperaturen
- periodische Kontrolle und gegebenenfalls Reinigen der Heizflächen/Kesselheizflächen
- Beseitigung undichter Stellen im Bereich des Feuerraums,
- hydraulisches Entkoppeln der Wärmeerzeuger bei Mehrkesselanlagen,
- automatische arbeitende Folgeschaltung für Mehrkesselanlagen,
- Ergänzung, Verbesserung oder Erneuerung der Wärmedämmung an den Wärmeerzeugern, den Armaturen und der Wärmeverteilung sowie
- Installieren von automatisch arbeitenden Abgas- oder Verbrennungsluftklappen

Regelung von Heizungsanlagen

Mit steigendem Dämmstandard des Gebäudes gewinnt eine zuverlässige und schnelle Regelung an Bedeutung. Im Mittelpunkt steht das zentrale Regelgerät an der Heizanlage.

- Anpassung der Vorlauftemperatur an die Außentemperatur: Je kälter es draußen ist, desto heißer soll das Heizungswasser in den Heizkörpern sein. Bei wärmerer Witterung wird die Vorlauftemperatur reduziert. Dadurch sinken auch die Wärmeverteilungsverluste des Heizungsnetzes.
- Brennerregelung: Ältere Kessel fahren mit (hoher) konstanter Kesseltemperatur und einfach Ein-Aus-Regelung des Brenners. Eine größere Spreizung zwischen den Ein- und Ausschalttemperaturen des Brenners reduziert die Anzahl der Brennerstarts und die Bereitschaftsverluste. Bei Niedertemperaturkesseln wird die Kesseltemperatur in der Regel zurückgenommen, wenn die Wärmenachfrage abnimmt.

Gegebenenfalls Einbeziehung der Warmwasserbereitung: Bei zentraler Warmwasserbereitung wird auch diese zentral über die Regelung gesteuert (Aufrechterhaltung der eingestellten Speichertemperatur, optimierte Brennerlaufzeit).

11.3 Lüftungsverhalten und Lüftungsanlagen

Wir verbringen ca. 90 % unserer Zeit in Innenräumen. Gerade in Büroräumen und Schulgebäuden, wo sich eine größere Anzahl von Menschen in verhältnismäßig kleinen Räumen aufhalten, ist ein regelmäßiger Luftaustausch und eine dauerhaft niedrige Kohlendioxidkonzentration (CO₂) entscheidend für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Nutzer.

Richtig Lüften – aber wie?

Eine unzureichende Belüftung, die mit unkontrollierter Fensterlüftung entgegengewirkt wird, stellt eine große Schwachstelle im Bereich des Energiemanagements dar. Lange Kipplüftungen bringen kaum eine Verbesserung für das Raumklima, geben aber unnötig Heizwärme nach außen ab. Besonders in den kalten Monaten sind kurze, aber regelmäßige Stoßlüftungen effektiver. Sie gewähren einen kompletten Luftaustausch, ohne die Raumoberflächen unnötig abzukühlen. Ein bedarfsorientiertes Lüftungsverhalten ist erlernbar, einfache Lüftungsregeln helfen bei der Vermeidung unkontrollierter Wärmeverluste. Einfache Technologien können sowohl bei reiner Fensterlüftung als auch bei mechanischer Regulierung die Kontrolle der Raumluft unterstützen:

Grundsätzliches zur Planung

Eine unterstützende mechanische Lüftung kann die Luftqualität deutlich verbessern. Prinzipiell gilt bei der Planung von Lüftungsanlagen: Das bauliche und haustechnische Konzept sollte möglichst einfach gestaltet werden, basierend auf einem Nutzungskonzept und einem aktuellen Brandschutzkonzept. Die

Schalldruckpegel sollten dabei kleiner oder gleich 25 dB(A) liegen. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung reduzieren die Wärmeverluste auf ein Minimum.

Energieeffizienz durch Querlüftungsprinzip

Bei der zentralen Versorgung muss unterschieden werden zwischen Anlagen, die raumbezogen arbeiten und solchen, die das Querlüftungsprinzip berücksichtigen. Beim Querlüftungsprinzip strömt die Frischluft in den Raum, die verbrauchte Luft über die Flurbereiche und wird in Toilettenräume oder Atrien abgesaugt. Der Vorteil ist, dass die Luft mehrfach genutzt wird und geringere Luftmengen bewegt werden. So werden die „internen Wärmequellen“ der aktuell durch Personen genutzten Räume dazu genutzt, Nebenbereiche wie Flure und Atrien mit zu temperieren. Ein Nachteil dieses Prinzips besteht in einem hohen Aufwand für den Brandschutz.

Regelungstechnik

Die Lüftung eines Raums sollte jeweils bedarfsabhängig erfolgen. Dies kann z.B. über einen Präsenzmelder geschehen, wie er auch für die Beleuchtungssteuerung eingesetzt wird. Die Regelung über einen Luftqualitätsfühler und variablen Volumenstromregler ist möglich, aber mit einem recht hohen technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Bisher haben sich vor allem CO₂-orientierte Messfühler und Mischgassensoren als praxisgerecht erwiesen. Welches Regelungssystem am besten geeignet ist, orientiert sich an verschiedenen Faktoren wie die Gebäudegröße und dem Fördervolumen. Aber auch das Nutzungsprofil oder eine potentielle Belastung durch Schadstoffemissionen sind zu berücksichtigen.

Energetische Optimierung

Bei zentralen Anlagen ist eine reproduzierbare Einregulierung Voraussetzung für einen energiesparenden Betrieb. Zu- und Abluftanlagen müssen ausbalanciert sein, unabhängig von der Anzahl der versorgten Räume. Das Lüftungszentralgerät sollte so regelbar sein, dass es sich wechselnden Betriebsverhältnissen anpassen kann. Sinkt der notwendige Volumenstrom, muss der Ventilator seine Leistung entsprechend reduzieren. Dies erfolgt durch den Einsatz effizienter Gleichstrommotoren mit möglichst geringer Stromaufnahme oder durch den Einsatz von Frequenzumformern in Verbindung mit einer zentralen Volumenstrommessung (Druckmessung).

Bei zentralen Anlagen haben sich die Volumenstromregler als sehr hilfreich erwiesen. Sie sorgen für nahezu gleichen Volumenstrom pro Raum unabhängig vom Vordruck der Lüftungsanlage. Damit keine Zegerscheinungen auftreten, sollten Lüftungsauslässe mit einer hohen Induktionswirkung eingesetzt werden. Das Kanalnetz muss druckverlustarm ausgelegt werden, um die Betriebskosten niedrig zu halten.

Auf einen Blick

- Eine unzureichende Belüftung ist ein häufiges Problem in öffentlichen Gebäuden und Schulen. Ein zu hoher CO₂-Wert beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit und kann schlimmstenfalls zu gesundheitlichen Schädigungen führen.
- Ein falsches Lüftungsverhalten ist oft Ursache unnötiger Energieverluste. Bedarfsorientiertes Lüften durch kurze und regelmäßige Stoßlüftungen gewährt einen kompletten und energieschonenden Luftaustausch.
- Lüftungsanlagen können die Versorgung mit Frischluft unterstützen. Die Grundlage für einen energiesparenden Betrieb ist eine sorgfältige Einregulierung der Anlage.

Das vorgelegte Klimaschutzteilkonzept wurde durch die freundliche Unterstützung und Zusammenarbeit von

Frau Bürgermeisterin Ilona Volk
Frau Elke Reimer
Herr Stefan Gütter

Frau Theresa Böhmer
Herr Manfred Schwaninger

erstellt. Unser Dank gilt sämtlichen Beteiligten in der Verwaltung sowie in den begutachteten Liegenschaften.



Architektur - Facility Management - Projektentwicklung
Dipl.-Ing. FH Barbara Hort, Architektin, Energieberaterin BAFA
Dipl.-Ing. FH Claudia Hensel, Architektin
Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Hort, Architekt GEFMA

Erstellt:
Kaiserslautern, im Oktober 2014