

# Energiekonzept Sportanlage Frankfurt - Höchst



Auftraggeber: Stadt Frankfurt am Main  
Der Magistrat - Hochbauamt (Amt 65) -  
Gerbermühlstraße 48  
60594 Frankfurt am Main

Projekt: Energiekonzept Sportanlage Höchst  
Am Stadtpark 1  
65929 Frankfurt-Höchst

Durchführender  
Berater:

**WK.concept**

Architekten + Energieberater

Marcus Kempf Dipl.-Ing./Architekt, Zert. Gebäude-Energieberater  
Jürgen Werner Dipl.-Ing./Architekt, Zert. Gebäude-Energieberater

Eckenheimer Landstraße 69  
60318 Frankfurt am Main  
Tel. 069/ 59797741  
Fax 069/ 59797742  
energie@wk-concept.de  
www.wk-concept.de

Mitarbeiter: Alec v. Fersen Dipl.-Ing. Elektrotechnik  
Alexander Klein Dipl.-Ing. Tech. Gebäudeausrüstung

Frankfurt/M 18.09.2009 .....  
Jürgen Werner  
Projektleitung WK.concept

---

## Zusammenfassung/ Kurzfassung

Die energetischen Einzelmaßnahmen und Maßnahmenpakete für die Gebäude der Sportanlage Höchst werden nachfolgend zusammengefasst. Es wurden die entwickelten **Maßnahmenvarianten** für das Umkleidegebäude und Verwaltungsgebäude mit Hilfe der Gesamtkostenberechnung (Rechentoll HBA Frankfurt/Energiemanagement) energetisch und wirtschaftlich bewertet. Die Energiesparmaßnahmen werden für jedes Gebäude separat aufgezeigt.

Die Einzelmaßnahmen Gebäudehülle des Umkleidegebäudes und Verwaltungsgebäudes werden im Energiekonzept unter Punkt 4.2 + 4.3 ausführlich beschrieben. Die beschriebenen Einzelmaßnahmen der Gebäudehülle, sowie die Erneuerung der Heizungs- u. Lüftungsanlage wurden zu Maßnahmenvarianten zusammengefasst.

### Umkleidegebäude

#### **Maßnahmenvariante-2**

Die **Maßnahmenvariante-2** beinhaltet die Dämmung aller Hüllflächenbauteile, die Erneuerung der bestehenden Heizungsanlage, Einbau einer Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie Unterstützung der Warmwasserbereitung durch eine thermische Solaranlage.

##### **Dämmstandard Leitlinien - FFM + Brennwertkessel + Solar WW + Be- u. Entlüftungsanl. +WRG**

- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Dämmung Außenwand/erdberührter Bereich m. Perimeterdämmung, d= 160mm
- Dämmung Kellersohle, d= 120mm
- Erneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifach-Wärmeschutzverglasung
- Dämmung Flachdach, d=250mm
- Einbau neuer Gas-Brennwertkessel
- Einbau thermische Solaranlage für die Warmwasserbereitung
- Einbau Be- u. Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

#### **Maßnahmenvariante-3**

Die **Maßnahmenvariante-3** beinhaltet die Wärmedämmung aller Hüllflächenbauteile; bei der Erneuerung der Heizungsanlage wird auf die thermische Solaranlage verzichtet; bei der Lüftungsanlage nur eine einfache Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung empfohlen.

### **Dämmstandard Leitlinien - FFM + Brennwertkessel + Abluftanlage**

- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Dämmung Außenwand/erdberührter Bereich m. Perimeterdämmung, d= 160mm
- Dämmung Kellersohle, d= 120mm
- Erneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifach-Wärmeschutzverglasung
- Dämmung Flachdach, d=250mm
- Einbau neuer Gas-Brennwertkessel
- Einbau Abluftanlage

### **Verwaltungsgebäude**

#### **Maßnahmenvariante-2**

Die **Maßnahmenvariante-2** beinhaltet die Dämmung aller Hüllflächenbauteile nach den Anforderungen der Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2008/ Stadt Frankfurt. Da das Verwaltungsgebäude durch die Heizungsanlage des Umkleidegebäudes versorgt wird, werden für den Bereich Heizungstechnik keine Maßnahmen empfohlen.

#### **Dämmstandard Leitlinien-FFM**

- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Teilerneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifach-Wärmeschutzverglasung
- Dämmung Dachfläche, Aufsparrendämmung, d=200mm
- Dämmung Decke u. Wandfläche z. Lagerraum, d=100mm

Aufgrund des energetisch sanierungsbedürftigen Zustands aller Hüllflächenbauteile und die dadurch notwendigen Sanierungsarbeiten wurden die Maßnahmenvarianten entwickelt. Auf die energetische und wirtschaftliche Bewertung der Einzelmaßnahmen wurde verzichtet.

Nachfolgend werden die Einzelmaßnahmen und Maßnahmenvarianten für das Umkleide- u. Verwaltungsgebäude nochmals in einer Tabelle zusammengefasst. Die in der Zusammenstellung dargestellten Werte sind an den tatsächlichen Energieverbrauch angepasste Werte.

## Zusammenstellung Einzelmaßnahmen / Maßnahmenvarianten

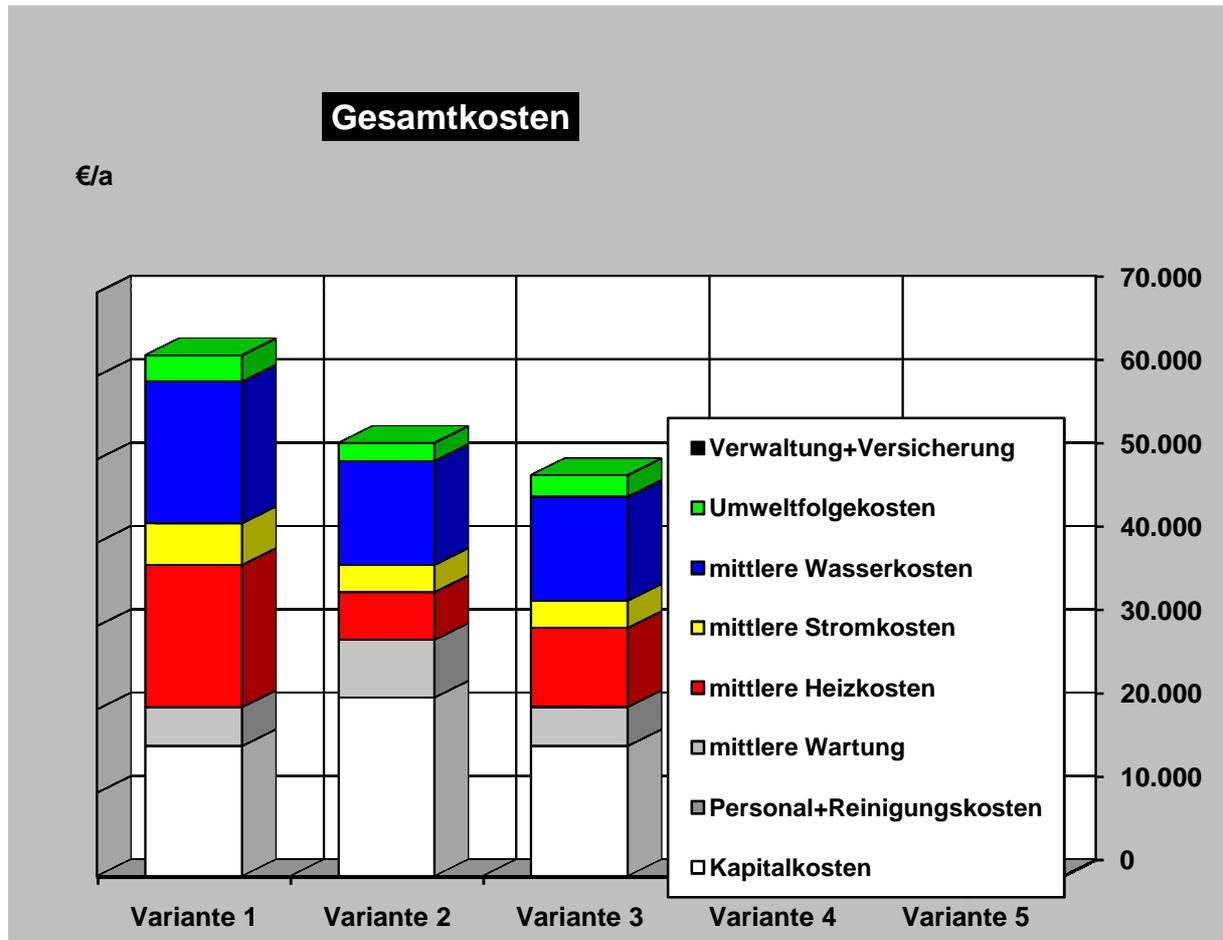
Gebäudeteil	Nr.	Einzelmaßnahmen / Maßnahmenvarianten	Investitios- kosten- schätzung	Prioritäten- zahl *	jährl. Heizwärme bedarf	jährl. CO2 Emission -en	jährl. Energie- einspar- ung	jährl. Gesamt- kosten	Amortisation d. Investition
	0	<b>Ist-Zustand</b>			<b>196</b>	<b>47</b>		<b>62.482</b>	
<b>Umkleide- + Verwaltungs- gebäude</b> (690 m² NGF)	1	Dämmung Außenwand m. WDVS, d=160mm (Umkleide- + Verwaltungsgebäude)	97.000	<b>1,28</b>					
	2	Dämmung Kellersohle, (Umkleidegebäude)	7.200	- **					
	3	Erneuerung d. Fenster + Türelemente (Umkleide- + Verwaltungsgebäude)	38.100	- ***					
	4	Dämmung Dachflächen d= 200 / 250mm (Umkleide- + Verwaltungsgebäude)	45.500	<b>0,59</b>					
	5	Erneuerung Beleuchtung (Umkleidegebäude)	7.700	<b>7,52</b>					
	6	<b>Maßnahmen- variante-2</b> Zusammenfassung aller Dämmmaßnahmen Gebäudehülle + Brennwertkessel + Solar WW + Be-/ Entlüftungsanlage	373.000	<b>1,19</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>66,5</b>	<b>51.967</b>	<b>39,5</b>
	7	<b>Maßnahmen- variante-3</b> Zusammenfassung aller Dämmmaßnahmen Gebäudehülle + Brennwertkessel + Abluftanlage	269.000	<b>1,71****</b>	<b>87</b>	<b>30</b>	<b>44,6</b>	<b>48.096</b>	<b>28,4</b>

\* Die **Prioritäten-zahl** wurde wie folgt berechnet: jährliche Energieeinsparung (m. Mittelwertfaktor Energie) der Maßnahme geteilt durch die jährliche Zins u. Tilgungskosten (Annuitätsfaktor) der energetischen Mehrinvestitionen. Bei der Prioritäten-zahl  $\geq 1$  sind die jährlichen Energieeinsparungen größer als die jährlichen Kapitalkosten.

\*\* Es entstehen keine energet. Mehrinvestitionen d. energiesparende Maßnahmen, da Bestand bereits gedämmt od. Sanierung als konv. Maßnahme durchgeführt wird

\*\*\* Energet. Mehrinvestitionen sind durch den Standard Leitlinien FFM / Fenster mit Dreifachverglasung nicht differenzierbar

\*\*\*\* Die Erneuerung der Heizungsanlage und Abluftanlage werden als konv. Sanierungsmaßnahmen angenommen und nicht als energetische Mehrkosten eingerechnet



## Resümee

Durch die Ausführung der Maßnahmenvarianten-2 werden im Umkleide- u. Verwaltungsgebäude ca. 66,5% od. ca. 6.100 Euro Heizkosten im Jahr gegenüber dem Ist-Zustand eingespart. Die Maßnahmenvariante-3 spart 44,6 % ein od. 4.100 Euro. Die hohen Investitionskosten für die Be- u. Entlüftungsanlage (Maßnahmenvariante-2) lassen sich in der Lebensdauer der Anlage nicht amortisieren.

Aufgrund dieser Ergebnisse wird die Ausführung des Dämmstandards der Maßnahmenvariante-2, mit thermischer Solaranlage für die Warmwasserbereitung u. Be- u. Entlüftungsanlage empfohlen.

# 1. INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG/ KURZFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>7</b>
<b>2. ALLGEMEINE HINWEISE .....</b>	<b>9</b>
2.1 AUFGABENSTELLUNG.....	9
2.2 GRUNDLAGENERMITTLUNG.....	9
2.3 VORLIEGENDES PLANWERK.....	9
2.4 UNTERLAGEN VERBRAUCHSERFASSUNG U. GEBÄUDEUNTERSUCHUNG.....	9
2.5 BERECHNUNG ENERGIEBEDARF U. WIRTSCHAFTLICHKEIT DER ENERGIEEINSPARMASSNAHMEN .....	9
2.6 ENERGIEEINSPARVERORDNUNG/ ENEC .....	9
2.7 ART DER ERMITTLUNG DER WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENTEN/ U-WERTE .....	10
2.8 ALLGEMEINE HINWEISE ZUM ENERGIEKONZEPT.....	10
<b>3. IST-ANALYSE.....</b>	<b>11</b>
3.1 OBJEKTBSCHREIBUNG.....	11
3.2 ALLGEMEINE DATEN GEBÄUDE.....	11
3.3 NUTZUNGSPROFIL FUNKTIONSGEBÄUDE .....	12
3.4 BERECHNUNG DER BAUTEILE DES GEBÄUDES IM BESTAND, U-WERTE .....	12
3.5 U-WERTE DER BAUTEILE IM BESTAND IM VERGLEICH ZU ENEC .....	13
3.6 UNKONTROLLIERTE LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTE.....	13
3.7 BESCHREIBUNG DES IST-ZUSTANDS DER BAUTEILE - HÜLLFLÄCHE .....	14
3.7.1 KELLERDECKE/ ERDGESCHOSS-FUSSBODEN.....	14
3.7.2 AUSSENWÄNDE .....	14
3.7.3 FENSTERELEMENTE .....	15
3.7.4 DACHFLÄCHE .....	16
3.7.5 WÄRMEBRÜCKEN .....	16
3.8 BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS-, LÜFTUNGS- UND SANITÄRANLAGEN.....	17
3.8.1 HEIZUNGSANLAGE .....	17
3.8.2 LÜFTUNGSANLAGEN.....	19
3.8.3 SANITÄRANLAGEN / BERECHNUNGSANLAGE .....	19
3.9 ERFASSUNG DES IST-ZUSTANDS BELEUCHTUNG U. ELEKTR. ANLAGEN .....	20
3.9.1 BESTEHENDE BELEUCHTUNG U. ELEKTR. ANLAGEN IN DEN GEBÄUDEN .....	20
3.10 ANALYSE DER VERBRÄUCHE, ENERGIEKENNWERTE, ENERGIEAUSWEIS .....	22
3.10.1 VERBRAUCHSWERTE FLÜSSIGGAS, WASSER U. STROM.....	22
<b>4. ENERGIESPARRMASSNAHMEN GEBÄUDEHÜLLE.....</b>	<b>24</b>
4.1 ÜBERSICHT BAUTEILE DES GEBÄUDES MIT MASSNAHMEN ZUR ENERGETISCHEN SANIERUNG.....	24
4.2 EINZELMASSNAHMEN VERWALTUNGSGEBÄUDE.....	25
4.2.1 DÄMMUNG AUSSENWAND.....	25
4.2.2 DÄMMUNG DACHFLÄCHE.....	25
4.2.3 TEILERNEUERUNG FENSTERELEMENTE .....	26
4.2.4 DÄMMUNG DACH- U. WANDFLÄCHEN ZUM UNBEHEIZTEN GERÄTERAUM.....	26
4.2.5 MASSNAHMENVARIANTE-2.....	27
4.3. EINZELMASSNAHMEN UMKLEIDEGEBÄUDE.....	27
4.3.1 DÄMMUNG AUSSENWAND.....	28
4.3.2 DÄMMUNG KELLERSOHL E .....	28
4.3.3 ERNEUERUNG FENSTERELEMENTE .....	28
4.3.4 DÄMMUNG DACHFLÄCHE.....	29
4.3.5 MASSNAHMENVARIANTE-2 .....	30

---

4.3.6 MASSNAHMENVARIANTE-3 .....	30
4.3.7 BESEITIGUNG WÄRMEBRÜCKEN .....	31
<b>5. ENERGIESPARRMASSNAHMEN HEIZUNGS- U. LÜFTUNGSANLAGEN .....</b>	<b>32</b>
5.1. ERNEUERUNG HEIZUNGSANLAGE MIT THERMISCHER SOLARANLAGE .....	32
5.2. ERNEUERUNG VERTEILERSTATION / TRENNUNG HEIZKREISE .....	35
5.3. HEIZUNGSREGLUNG DURCH PRÄSENZMELDER .....	36
5.4. SANITÄRANLAGEN / BEREGNUNGSANLAGE .....	36
5.5. EINBAU BE- U. ENTLÜFTUNGSANLAGE .....	37
5.6. ZUSAMMENFASSUNG MASSNAHMEN HAUSTECHNIK .....	37
<b>6. ENERGIESPARRMASSNAHMEN BELEUCHTUNG U. ELEKTR. ANLAGEN .....</b>	<b>38</b>
6.1. SANIERUNG BELEUCHTUNG .....	38
6.2. ERFASSUNG DER ENERGIEDATEN .....	38
6.3. REDUZIERUNG ANTRIEBSLEISTUNG PUMPEN .....	39
6.4. VERBESSERUNG FLUTLICHTANLAGEN .....	39
<b>7. SONSTIGE MASSNAHMEN .....</b>	<b>41</b>
7.1 NICHTIVESTIVE UND ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN .....	41
7.2 SONNENSCHUTZ VERWALTUNGSGEBÄUDE .....	41
7.3 CONTRACTING .....	41
<b>8. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARRMASSNAHMEN .....</b>	<b>43</b>
<b>9. ANHANG .....</b>	<b>45</b>

---

## **2. Allgemeine Hinweise**

### **2.1 Aufgabenstellung**

Unser Büro WK.concept wurde vom Hochbauamt Frankfurt beauftragt für die Funktionsgebäude der Sportanlage Höchst, Am Stadtpark 1, 65929 Frankfurt-Höchst ein Gesamtenergiekonzept zu erstellen. Untersucht wird der Ist-Zustand der baulichen Hüllfläche, Anlagentechnik und Beleuchtungsanlagen und daraus resultierend werden Maßnahmen zur energetischen Sanierung entwickelt.

### **2.2 Grundlagenermittlung**

Bei dem vorliegenden Gutachten wurden die ausgehändigten Unterlagen durch eine Erhebung vor Ort ergänzt. Bei einer am 29.01.2009 stattgefundenen Vorortbegehung der Gebäude wurden die baulichen Details, Heizungsanlagen, Pumpen, Regeleinrichtungen und Beleuchtungsanlagen erfasst. Im Umkleidegebäude waren bei der Vorortbegehung einige Heizkörper voll in Betrieb obwohl keine Nutzung des Gebäudes stattfand. Auch ein Wasserhahn war undicht und verlor dauerhaft erhebliche Mengen von Wasser. Derr Platzwart der SG Höchst war zurzeit der Vorortbegehung anwesend. Die Mängel wurden Herrn Hilpert/Sportbezirksverwaltung III mitgeteilt. Der Platzwart der SG Höchst, Herr Alexander Klier, teilte mit, dass die Beregnungsanlage offensichtlich undicht ist und erhebliche Mengen an Wasser verliert.

### **2.3 Vorliegendes Planwerk**

Planunterlagen: Hochbauamt/ Energiemanagement: Lageplan M= 1:1000, umfangreiche Planunterlagen aus dem ISPASS-Hochbauamt

### **2.4 Unterlagen Verbrauchserfassung und Gebäudeuntersuchung**

Folgende Unterlagen der Verbrauchserfassung und Gebäudeuntersuchung wurden uns vom Hochbauamt/ Energiemanagement übergeben:

- Jahreskosten und Verbräuche Wasser aus EVU - Rechnungen v. 2002 – 2007
- Verbrauchsabrechnungen für Wasser, Strom, Flüssiggas der letzten Abrechnungsperioden v. Sportamt Frankfurt
- Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2008 Stadt Frankfurt, Hochbauamt

### **2.5 Berechnung Energiebedarf u. Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen**

Die Berechnung der Energiekennwerte und Wirtschaftlichkeit wurde mit der Gesamtkostenberechnung des Hochbauamtes/Abtl. Energiemanagement durchgeführt (Version 10.0 v. 17.03.2009)

### **2.6 Energieeinsparverordnung/ EnEV**

Grundlage ist die gültige Energieeinsparverordnung 2007, - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung) -, ausgegeben Bonn 26.07.2007

## **2.7 Art der Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten/ U-Werte**

Die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten/ U-Werte im Bestand beruht auf den Detailaufnahmen der Bestandsanalyse Vorort, und wenn vorhanden, auf vorhandene Detail- u. Ausführungspläne. Bei den verwendete Baustoffen und deren Wärmeleitfähigkeiten wurden aufgrund fehlender genauer Angaben für die Bauzeit typischen Werte angenommen. Bei Bauteilaufbauten deren Aufbau Vorort nicht zu ermitteln war, sowie keine Detailpläne vorhanden waren, wurde für die Bauzeit typische Detailaufbauten in der Berechnung angesetzt.

## **2.8 Allgemeine Hinweise zum Energiekonzept**

Dieses Energiekonzept soll helfen, Entscheidungen für wirtschaftlich sinnvolle und Umwelt entlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung durchzuführen. Es gilt zu beachten, dass die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen Richtwerte darstellen, und von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen können. Das Energiekonzept, und die darin beschriebenen energetischen Sanierungsmaßnahmen können nur als allgemeiner Handlungsfaden dienen. Sie ersetzen nicht die notwendige Betreuung der Sanierungsmaßnahmen durch einen erfahrenen Planer. Es sollten Detaillösungen gefunden werden die bauphysikalisch, brandschutztechnisch und detailoptimiert eine schadensfreie Ausführung gewährleisten.

### 3. IST-ANALYSE

#### 3.1 Objektbeschreibung

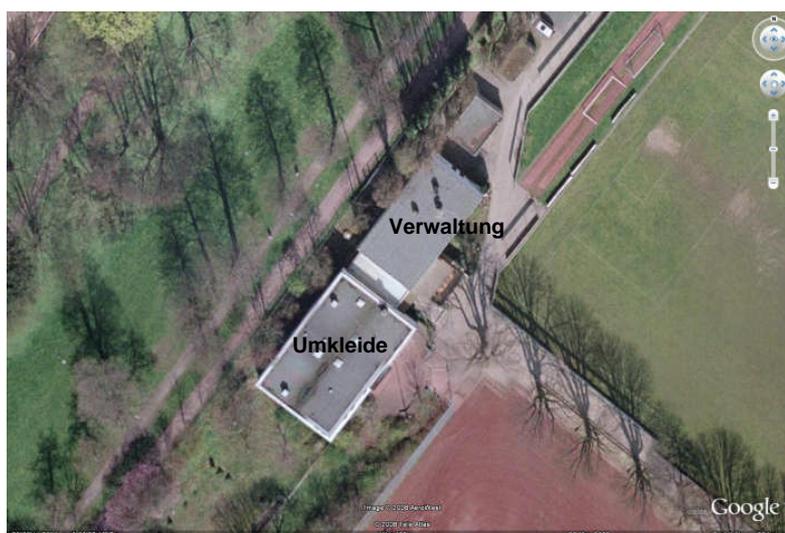
Bei den untersuchten Gebäuden handelt es sich um Funktionsgebäude der Sportanlage in Frankfurt- Höchst. Das jetzige Verwaltungsgebäude wurde nach Datierung der originalen Baupläne ca. 1966 erbaut. Ursprünglich wurde das jetzige Verwaltungsgebäude mit einem angrenzenden Umkleidegebäude im Jahre 1966 erbaut. 1989 wurde das alte Umkleidegebäude durch einen Neubau ersetzt. Das Umkleidegebäude wird von der Sportgemeinschaft 01 Höchst (Fußballverein) genutzt. Der zweigeschossige Verwaltungsbau wird Obergeschoss durch die Verwaltung des Sportbezirks III genutzt. Außer den Büroräumen der Verwaltung ist eine Wohneinheit, die durch einen Mitarbeiter der Sportbezirksverwaltung bewohnt wird, im Obergeschoss vorhanden. Im Erdgeschoss sind Sozialräume des nahen Betriebshofs des Sportbezirks, sowie Platzwartraum der SG Höchst, und ein Lager/Technikraum vorhanden. Das heute als Verwaltungsgebäude genutzte Gebäude wurde früher als reines Funktionsgebäude genutzt. Zwischen den beiden Gebäuden ist der eingeschossige, unbeheizte Geräteraum platziert.

#### 3.2 Allgemeine Daten Gebäude

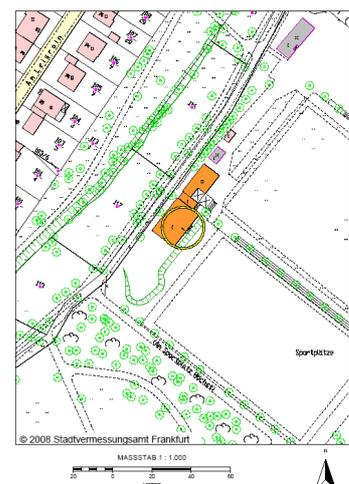
Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Funktionsgebäude u. Verwaltungsgebäude Sportanlage
Standort	65929 Frankfurt-Höchst
Straße	Am Stadtpark 1
Baujahr	Umkleidegebäude ca. 1989, Verwaltungsgebäude ca. 1966
Bezugsfläche/ beheizte Nettogrundfläche* ANGF	Umkleidegebäude: 440 m <sup>2</sup> , Verwaltungsgebäude: 171 m <sup>2</sup> (ohne Whg.) 250m <sup>2</sup> (mit Whg.) Gesamte Funktionsgebäude: 690 m <sup>2</sup>
Beheizte Volumen Ve	Umkleidegebäude Ve: 1.925 m <sup>3</sup> Verwaltungsgebäude: 815 m <sup>3</sup>
Lüftung	Natürliche Lüftung

Hochbauamt - Energiemanagement



Luftbild Funktionsgebäude/ Stand 03-2002



Lageplan

Im Energiekonzept werden die verschiedenen Gebäude als Umkleidegebäude und Verwaltungsgebäude bezeichnet (Lage siehe Luftbild).

### 3.3 Nutzungsprofil Funktionsgebäude

(Inhalte/ Gespräch mit dem Herrn Hilpert/ Stellv. Leiter Sportbezirk III am 29.01.2009 im Verwaltungsgebäude Sportanlage Höchst)

Das Umkleidegebäude wird von den Fußballvereinen von Montag bis Freitag zwischen ca. 15:00 - 22:00 Uhr genutzt. Am Wochenende verlängert sich Nutzung auf ca. 9:00 - 20:00 Uhr. Das Verwaltungsgebäude wird von der Sportverwaltung und dem Betriebshof ganzjährig zu den üblichen Arbeitszeiten genutzt.

### 3.4 Berechnung der Bauteile des Gebäudes im Bestand, U-Werte

Im Folgenden werden alle Bauteile des Gebäudes im Bestand mit Einbauzustand, U-Werten und den Konstruktionsnamen aufgelistet.

#### Umkleidegebäude

Tabelle 2a : Übersicht der Bauteile im Bestand, Umkleidegebäude

P.	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert W/m <sup>2</sup> K	Konstruktion
1	Wand	Erdreich	0,51	AW, 1989, STB + 5 XPS
2	Wand	Außenluft	0,50	AW, 1989, STB + 5 XPS
3	Wand	Außenluft	0,60	AW, 1989, Poroton, d=30
5	Wand	unbeh. Räume	2,00	IW, 1989, KS, d= 11,5
6	Fenster	Außenluft	2,90	Isolierglasfenster, alt
7	Fenster	Außenluft	3,50	Lichtkuppel, alt
8	Tür	Außenluft	4,00	Tür, Stahltür m. DVG
9	Dach	Außenluft	0,35	FLD, 1989, STB + 100 Dämm.
10	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte	0,34	BP 1989 m. Dämm.

#### Verwaltungsgebäude

Tabelle 2b : Übersicht der Bauteile im Bestand, Verwaltungsgebäude

P.	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert W/m <sup>2</sup> K	Konstruktion
1	Wand	Außenluft	1,71	AW ,1966, HBL, d=24
2	Wand	unbeheizte Räume	1,48	AW, 1966, HBL, d=24
3	Fenster	Außenluft	2,90	Isolierglasfenster
4	Fenster	Außenluft	1,50	Wärmeschutzglasfenster
5	Tür	Außenluft	2,00	Standardtür
6	Decke	Außenluft unterhalb	0,95	Decke OG z. Eingangsbereich/ Außenbereich
7	Decke	unbeheizte Räume unterhalb	1,05	Decke OG z. Lagerraum Geräte/EG
8	Dach	Außenluft	0,33	Dach, 1966, m. Dämm.
9	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte	1,25	Bodenplatte, 1966

### 3.5 Vergleich der Bauteile des Gebäudes im Bestand zur Anforderungen der gültigen Energieeinsparverordnung/EnEV

Der Zustand der Gebäudehülle ist im Vergleich zur heute gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) wie folgt einzustufen:

Anforderungen an Wärmedurchgang bei Einbau, Ersatz o. Erneuerung nach der heute gültigen EnEV, Anlage 3

Tabelle 3 : Vergleich U-Werte Bauteile im Bestand mit Anforderung EnEV

Bauteil	Einbauzustand	Vorhandener U - Wert W/m <sup>2</sup> K	maximaler U-Wert EnEV in W/m <sup>2</sup> K
<b>KG/ EG - Fußboden</b>	gegen Erdreich	Verwaltungsgeb.:1,25 Umkleidegeb.: <b>0,34</b>	<b>&lt;= 0,40</b> bei außenseit. Dämm. <b>&lt;= 0,50</b> bei innenseit. Dämm.
<b>Wandflächen</b>	gegen Außenluft	Verwaltungsgeb.:1,71 Umkleidegeb.: <b>0,51/ 0,60</b>	<b>&lt;= 0,35</b>
<b>Dachflächen</b>	gegen Außenluft	Verwaltungsgeb.:0,33 Umkleidegeb.: <b>0,35</b>	<b>&lt;= 0,25</b> bei Flachdach <b>&lt;= 0,30</b> bei Schrägdach
<b>Fenster</b>	gegen Außenluft	Verwaltungsgeb.: <b>2,9/ 1,5</b> Umkleidegeb.: <b>2,9/ 3,5</b>	<b>&lt;= 1,70</b>

### 3.6 Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste

Lüftungswärmeverluste können im Bereich der undichten Fenster- und Türelemente entstehen. Die alten Fensterdichtungen und undichten Fensteranschlüsse zu den Bauteilen können Lüftungswärmeverluste, wie auch Zugerscheinungen, verursachen. Speziell die Eingangstür/ alte Stahltür des Umkleidegebäudes weist aufgrund fehlender Dichtungen hohe Undichtigkeiten auf. Die Dachfläche/ Holzkonstruktion des Verwaltungsgebäudes wurde an einer Stelle im Bereich der abgehängten Decke überprüft. Die Dampfsperre in diesem Bereich war luftdicht verklebt.



Eingangstür/ alte Stahltür Umkleidegebäude mit fehlender Bodendichtung

### 3.7 Beschreibung des Ist-Zustands der Bauteile

#### 3.7.1 Kellergeschoss- /Erdgeschossfußboden

##### Umkleidegebäude

Im Kellergeschoss des Umkleidegebäudes werden außer den Technik- u. Abstellräumen die Umkleide- u. Duschräume beheizt. Die Sohlplatte des Umkleidegebäudes weist Feuchteschäden auf. Der Bauteilaufbau der Sohlplatte war nicht bekannt. Nur die Stärke der Sohlplatte (d= 40cm WU-Beton) und die Höhe des Fußbodenaufbaus ist dem Gebäudeschnitt zu entnehmen. Aufgrund des im Schnitt angegebenen hohen Fußbodenaufbaus von 16,5 cm wurde ein Bauteilaufbau mit Betonplatte und schwimmenden Estrich mit einer Dämmstärke von d=10cm/ Polystyrol in der Berechnung angesetzt.

##### Verwaltungsgebäude

Das Verwaltungsgebäude ist nicht unterkellert. Im Erdgeschoss werden bis auf den Technik/ Lagerraum alle Räume beheizt. Der Bauteilaufbau der Sohlplatte war nicht bekannt. Es wurde ein Bauteilaufbau mit Betonplatte und schwimmenden Estrich mit einer geringen Dämmlage von d=3cm/ Polystyrol in der Berechnung angesetzt.



Umkleideraum KG/ Umkleidegebäude



Sozialraum EG/ Verwaltungsgebäude

#### 3.7.2 Außenwände

##### Umkleidegebäude

Die Außenwände des ca. 1989 entstanden Umkleidegebäudes sind im Erdgeschoss als 30cm starkes Porotonmauerwerk ausgeführt. Die Außenwände des Kellergeschosses sind als 30cm starke Betonwände mit außenliegender Dämmung aus d=50mm XPS (Styrodur) ausgeführt. Die Kellergeschosswände liegen zu 2/3 im erdberührten Bereich. Die Außenwandflächen des Kellergeschosses weisen Feuchteschäden auf.

##### Verwaltungsgebäude

Die Außenwände des ca. 1966 entstandenen jetzigen Verwaltungsgebäudes sind als 24cm starke Mauerwerkswände ausgeführt. Genaue Angaben über das verwendete Mauerwerk waren nicht vorhanden. Es wurde für die Bauzeit typische Ausführung als Bimssteinmauerwerk in der Berechnung angesetzt.



Südostfassade Umkleidegebäude



Südostfassade Verwaltungsgebäude

### 3.7.3 Fensterelemente

#### Umkleidegebäude

Die Fensterelemente des Umkleidegebäudes sind als isolierverglaste Holzfenster ausgeführt. Alle Fenster besitzen aus Sicherheitsgründen außenliegende Stahlgitter. Die Stahl-Eingangstür ist als Glastelement mit Isolierverglasung und Brüstungselementen ausgeführt. Im Obergeschoss sind im Flachdachbereich einzelne Lichtkuppeln eingebaut.

#### Verwaltungsgebäude

Die alten Fenster des Verwaltungsgebäudes wurden in Erdgeschoss und Teilbereichen des Obergeschosses durch neue Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ersetzt. Im Bereich der Wohnung/ Obergeschoss sind nach Aussage der Sportbezirksverwaltung noch alte Holzfenster mit Isolierverglasung erhalten.



Holzfenster Umkleidegebäude



Holzfenster Verwaltungsgebäude

### 3.7.4 Dachflächen

#### Umkleidegebäude

Die Dachfläche des Umkleidegebäudes ist als Flachdach ausgeführt. Auf der massiven Betondecke ist nach den originalen Bauplänen eine 100mm starke Dämmlage aufgebracht.

#### Verwaltungsgebäude

Die Dachfläche des Verwaltungsgebäudes ist flach geneigtes Pultdach ausgeführt. Die vorhandene Holzkonstruktion ist nach den originalen Plänen als Sparrenkonstruktion 8/20 ausgeführt. Die Dämmstärke der Konstruktion konnte aufgrund fehlender Detailpläne nicht festgestellt werden. Es wurde eine Dämmstärke von 120mm/WLG 040 in der Berechnung angesetzt.



Dachfläche v. unten Verwaltungsgebäude



Dachrand Flachdach Umkleidegebäude

### 3.7.5 Wärmebrücken

Wärmebrücken verschlechtern das thermische Verhalten. Aufgrund der niedrigen Oberflächentemperaturen kann es zu Tauwasserbildung besonders im Bereich der Wärmebrücken und an Stellen unzureichender Lüftung kommen. Das Nicht-Lüften bei hohen Raumluftfeuchten (>60%) kann zur Tauwasserbildung führen und die Schimmelpilzbildung begünstigen.

Die erfolgte thermographische Untersuchung zeigt, dass die Gebäude erhebliche Schwachstellen aufweisen. Als besondere Schwachstellen sind die Deckenaufleger, alte Fenster- u. Türelemente zu erkennen. Das auskragende, nicht thermische getrennte Vordach des Umkleidegebäudes, sowie die nicht thermisch getrennte Balkonplatte des Verwaltungsgebäudes, bedingen einen erhöhten Wärmeabfluss, und zusätzlich die Gefahr von Tauwasserbildung durch geringe Oberflächentemperaturen im Innenbereich.



Nicht thermisch getrennte Balkonplatte



Nicht thermisch getrenntes Vordach

### 3.8 Beschreibung der Heizungs-, Lüftungs- u. Sanitäranlagen

#### 3.8.1 Heizungsanlage

Derzeit werden die Gebäude auf dem Gelände des Sportplatzes über Flüssiggas wärmetechnisch versorgt. Dabei ist die Heizungsanlage der Dienstwohnung von der der anderen Gebäude getrennt. Allerdings erfolgt die Versorgung mit Flüssiggas aus einem Erdtank.

Die Heizungsanlage der Sportgebäude hat eine Leistung von 235 kW und wurde 1989 installiert. Bei dem Kessel (siehe Abbildung) handelt es sich um ein Modell der Firma Strebel.

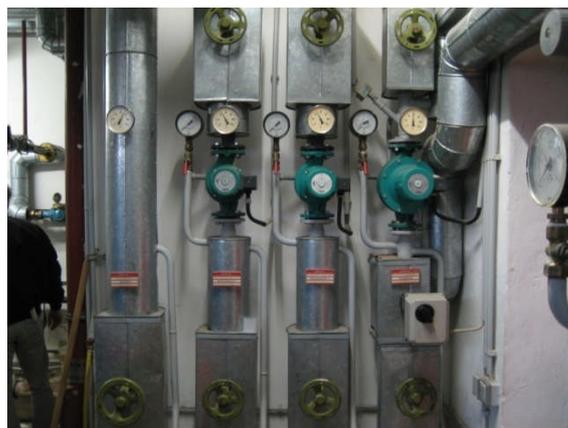


Abb.: Kesselanlage und Verteilerstation in der Sportanlage

Bei der Verteilerstation wurden im Laufe der Jahre alle Pumpen der einzelnen Heizkreise ausgetauscht. Insgesamt verfügt die Liegenschaft über drei Heizkreise: zwei Warmwasser Doppelspeicher mit je 2.000 l, insgesamt 8.000 l und ein Heizkreis für die statische Heizung der Umkleiden und Gäste-WC.

Die Heizungsverteilung ist folgendermaßen aufgebaut:

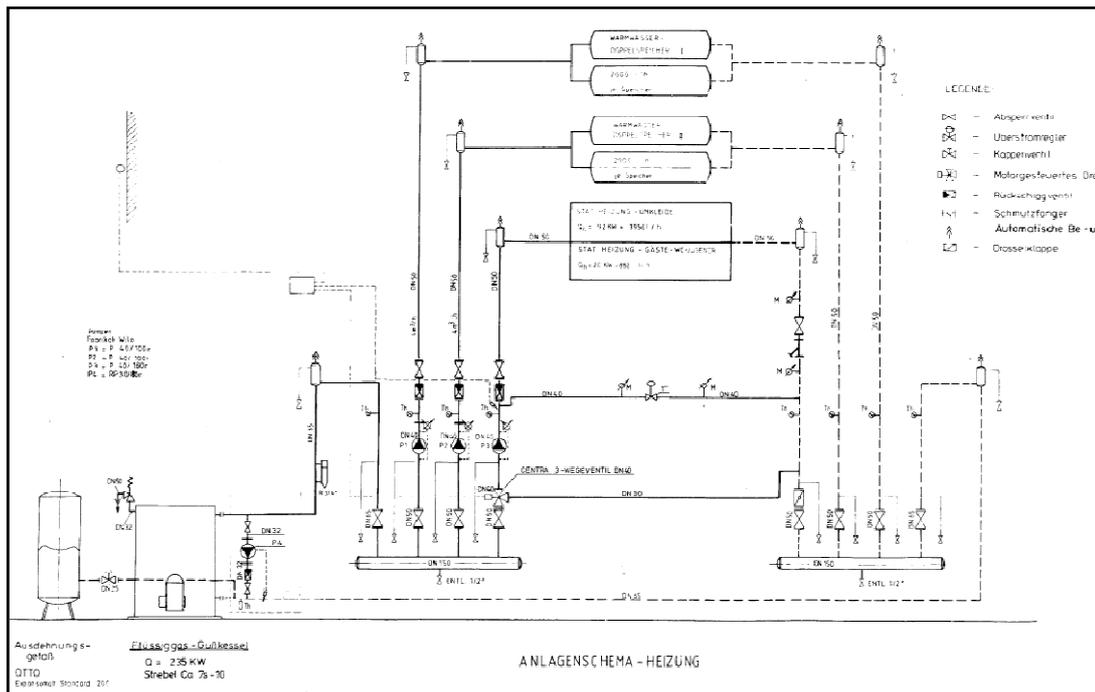


Abb.: Anlagenschema Heizung

Die Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes erfolgt über ein Heizungssystem nach dem Tichelmann – Prinzip. Die Heizkörper stammen von Baufa Monoplan. In der folgenden Abbildung ist das Strang – Schema des Gebäudes aufgezeigt.

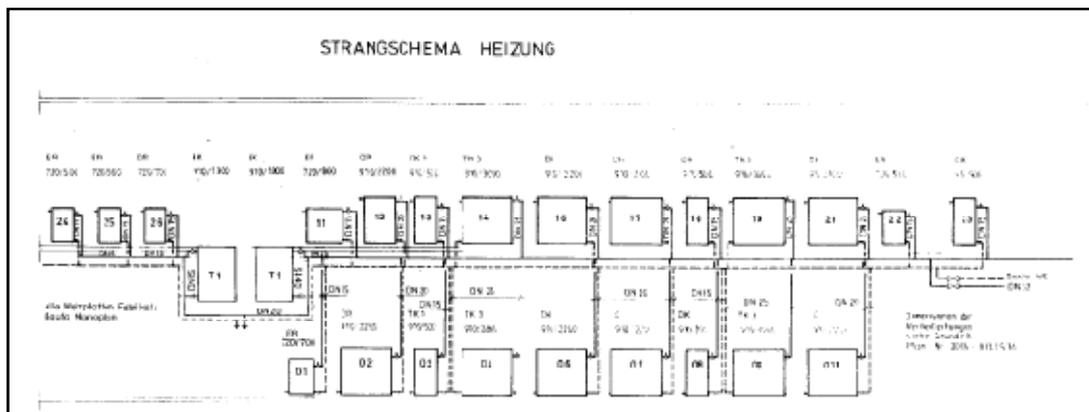


Abb.: Strangschema Heizung

In der untersuchten Liegenschaft sind insgesamt 28 Heizkörper installiert.

### 3.8.2 Lüftungsanlage

Zurzeit befindet sich im Umkleidegebäude eine reine Abluftanlage. In der folgenden Abbildung ist die Anordnung der Lüftungsanlage auf dem Dach aufgezeigt:

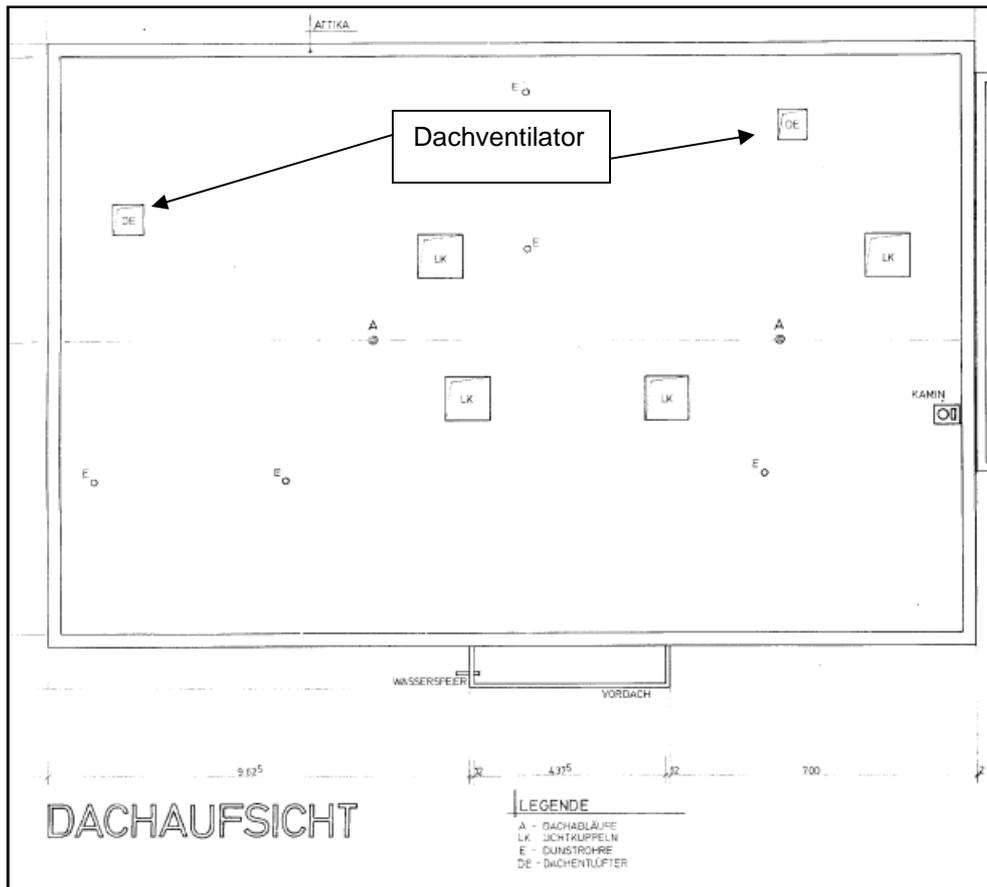


Abb.: Dachaufsicht der Sportanlage Höchst

### 3.8.3 Sanitäranlagen / Beregnungsanlage

Derzeit befinden sich folgende Sanitäreinrichtungen in der untersuchten Liegenschaft, sie verteilen sich auf vier verschiedene Umkleidebereiche, sowie drei Schiedsrichterumkleideräume:

- 19 Waschbecken
- 6 Toiletten
- 6 Urinale
- 31 Duschplätze

Die Duschseinrichtungen und die Waschbecken besitzen automatische Stopp - Einrichtungen, die Toiletten und Urinale haben noch keine integrierte Spülstopp – Einrichtung.

Einige der Waschtischarmaturen sind undicht und verlieren dadurch eine unbekannte Menge an Wasser.

Die Beregnungsanlage versorgt die Rasenplätze mit Feuchtigkeit, zu diesem Zweck stehen 12 Regner zur Verfügung. Es sind 10 Randregner und 2 Mittelfeldregner installiert.

Durchschnittliche Laufzeiten für den Regner werden mit einmal bis zweimal pro Woche angegeben, wobei der Regner ca. 1 Stunde läuft.

Auch die Beregnungsanlage soll undichte Stellen haben und Wasser in unbekannter Höhe verlieren.

### 3.9 Erfassung des Ist-Zustands Beleuchtung u. elektr. Anlagen

#### 3.9.1 Bestehende Beleuchtung in Gebäuden

Der Sportplatz besteht aus 3 Bauwerken und 4 Sportfeldern mit mechanischer Feldbewässerung, 3 Sportfelder sind mit Flutlichtanlagen ausgestattet.

Gebäude der Liegenschaft			
Bezeichnung	Fläche	Funktion	Beschreibung
Umkleidehalle	440 m <sup>2</sup> NGF	Umkleideräume, Toiletten, Flure, Dusch- und Lagerräume	2 stöckig, Bj. 63, Umbau 87
Geräteraum	33 m <sup>2</sup> NGF	Lager für Geräte	
Verwaltungsgebäude	171 m <sup>2</sup> NGF	Büroräume, Hausmeisterwohnung	2 stöckig
Trafostation		Techn. Bauwerk	enthält auch den ZP

Zwischen Umkleidehalle und Verwaltungsgebäude befindet sich ein einstöckiger garagenartiger Lagerraum für Sportgeräte mit ca. 33 m<sup>2</sup>.

Die Elektrizitätszähler werden 1x jährlich abgelesen. Es liegen keine Lastgänge vor. Es liegen keine Lastgänge vor. Mit dem erfassten Geräteinventar der Umkleidehalle lässt sich der jährliche Energieverbrauch nur zu ca. 1/3 erklären. Vermutlich geht der Verbrauch für die Sportfeldbeleuchtung von mindestens einem Sportfeld ebenfalls über den Zähler für die Umkleidehalle. In den Schaltplänen werden die Sportfelder „SG Höchst“ und „FC Fortuna“ als separat gezählt ausgewiesen.

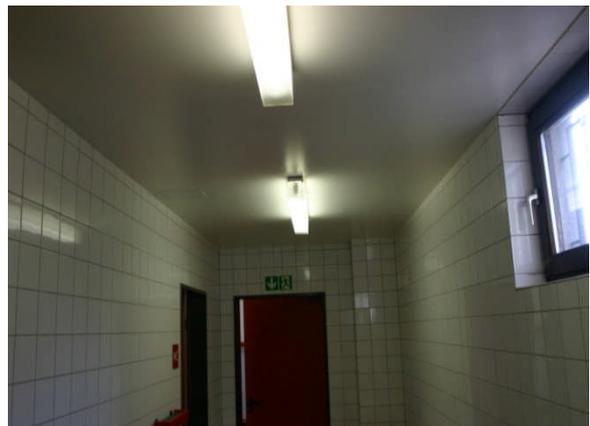
Für die Abklärung müsste eine Lastgangmessung vorgenommen werden

#### Umkleidegebäude

Die Beleuchtung in der Umkleidegebäude besteht aus Ridi Aufbauleuchten GPLF 158 (KVG, 1x 58 W) mit Opalwanne, bzw. Kristallwanne aus Kunststoff. Einige Leuchten sind in als Feuchtraumleuchten in IP 65 ausgeführt. Die Leuchten sind am Ende ihrer Lebensdauer, in einigen Fällen fehlen die Kunststoffwannen



Leuchte im Flur/ Umkleidegebäude



Leuchten im KG/ Umkleidegebäude

#### Verwaltungsgebäude

Der Verwaltungsgebäude- Sozialräume Bauhof wurden downlights realisiert, bestückt mit 2 x 26 Watt Energiesparlampen. Die Leuchten sind gruppenweise schaltbar.

#### Hilfsstrom Heizungsanlage, Abluftanlage u. Platzbewässerung

Im EG der Umkleidegebäude befindet sich die Heizungsanlage mit WW-Speichern. Die Leistung ist mit 235 kW für die Größe der Liegenschaft recht groß dimensioniert.

Heizungsumwälzpumpen			
Nr.	Typ	Leistung	
1	Wilo 40/100 r	134 W	
2	Wilo 40/100 r	134 W	
3	Wilo 40/160 r	134 W	
4	Wilo RP30/80 r	340 W	

Für die Platzbewässerung findet sich eine Pumpe (5,5kW) und zwei Steuergeräte. Die Laufzeiten ließen sich nicht ermitteln. Wenn die Bewässerung genutzt wird, läuft sie 6-8 h. Sie wird bedarfsweise nach Wetterlage und Zustand des Platzes eingeschaltet. Die Bewässerung wird vielfach von den Vereinen bedient.



Förderpumpe Platzbewässerung



Eine Steuerung Platzbewässerung

Auf dem Dach des Umkleidegebäudes befinden sich 4 Radiallüfter. Sie konnten nicht besichtigt werden. Die Leistungen sind aus den Planunterlagen geschätzt. Die Lüfter können von Hand geschaltet werden, werden jedoch nach Aussage der Bauhofmitarbeiter nicht genutzt.

Dachlüfter				
Nr.	Typ	Leistung	Fördermenge	
1	RDA 21-1819	60 W	350 m <sup>3</sup> /h	
2	RDA 31-4550 – 6D	160 W	4.260 m <sup>3</sup> /h	
3	RDA 31-4550 – 6D	120 W	3.380 m <sup>3</sup> /h	
4	RDA 21-1819	60 W	350 m <sup>3</sup> /h	

### 3.10 Analyse der Verbräuche, Energiekennwerte, Energieausweis

#### 3.10.1 Verbrauchswerte Flüssiggas, Wasser u. Strom

##### Flüssiggasverbrauch

##### Energieverbrauch Flüssiggas - Heizungsanlage Umkleidegebäude + Verwaltungsgebäude

Jahr	Flüssig./L	kWh
2006	21.287	139.856
2007	23.428	153.922
2008	26.412	173.527

Derzeitig entspricht der Wärme u. Warmwasserverbrauch nach Einstufung im Energieausweis-Frankfurt (Verbrauchsausweis) bei **283 kWh/m<sup>2</sup>a**, langfristig sollte der Verbrauch aber auf **148 kWh/m<sup>2</sup>a (Zielwert d. Ages Studie) oder besser** durch entsprechende Energiesparmaßnahmen reduziert werden. Der Vergleichswert der EnEV im Energieausweis-Frankfurt für diese Gebäudekategorie liegt bei **162 kWh/m<sup>2</sup>a**.

##### Stromverbrauch - Umkleidegebäude + Verwaltungsgebäude (ohne Whg.)

Jahr	kWh
2006	29.360
2007	37.438
2008	34.061

Der Stromverbrauch liegt nach der Einstufung im Energieausweis-Frankfurt (Verbrauchsausweis) bei **52,0 kWh/m<sup>2</sup>a**. Dieser Verbrauchswert liegt oberhalb des im Energieausweis als Vergleichswertes der EnEV angegeben Wert von **41 kWh/m<sup>2</sup>a**. Durch die Sanierung der Beleuchtung/Lüftungsanlage u. Heizungspumpen im Umkleidegebäude kann dieser Wert gesenkt werden.

##### Stromverbrauch der Trainingsbeleuchtung

Jahr	kWh
2005	7.220
2006	11.140
2007	19.000
2008	11.250

Die Effizienz der Beleuchtungsmittel der Trainingsbeleuchtung sollte überprüft werden.

##### Wasserverbräuche aus den letzten drei Jahren

Der Gesamtwasserverbrauch der letzten drei Jahre wurde mit folgenden Werten angegeben:

2006	9.052 m <sup>3</sup> gesamter Wasserverbrauch
2007	9.658 m <sup>3</sup> gesamter Wasserverbrauch
2008	10.103 m <sup>3</sup> gesamter Wasserverbrauch

Wasserverbrauch für das Umkleide- u. Verwaltungsgebäude nach Angaben des Frankfurter Energiemanagement:

2006	2.863 m <sup>3</sup>
2007	4.319 m <sup>3</sup>
2008	2.695 m <sup>3</sup>

## Beregnungsanlage

Daraus ergibt sich folgender Wasserverbrauch für die Beregnungsanlage:

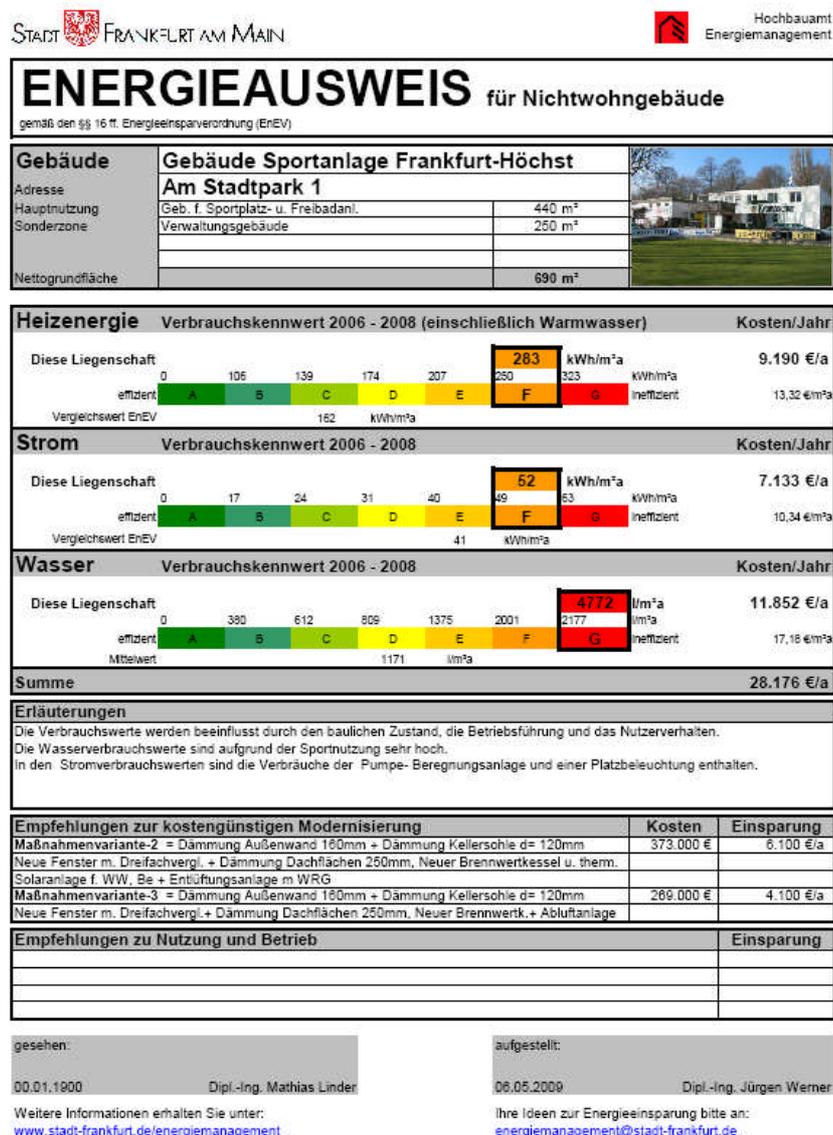
2006	6.189 m <sup>3</sup>
2007	5.339 m <sup>3</sup>
2008	7.408 m <sup>3</sup>

Es ist ein hoher Wasserverbrauch der Beregnungsanlage zu erkennen. Eine Überprüfung der Dichtheit der Beregnungsanlage sollte erfolgen.

Der Wasserverbrauch für die Beregnungsanlage wird derzeit nicht getrennt aufgenommen.

## Energieausweis-Frankfurt auf Verbrauchsdaten

Es wurde auf Grundlage der Verbrauchsdaten ein Energieausweis erstellt. Alle Verbrauchskennwerte (Heizenergie, Strom, Wasser) zeigen eine schlechte Einstufung. Durch die im Energiekonzept aufgezeigten Maßnahmen können die Werte erheblich verbessert werden. Der Heizenergieverbrauchskennwert kann bis auf **94 kWh/m<sup>2</sup>a** bei der Ausführung der **Maßnahmenvariante-2**, oder auf **157 kWh/m<sup>2</sup>a** bei der Ausführung der **Maßnahmenvariante-3** gesenkt werden.



## 4. Energiesparmaßnahmen Gebäudehülle

### 4.1 Übersicht Bauteile des Gebäudes mit Maßnahmen zur energetischen Sanierung, neue U-Werte

#### Umkleidegebäude

Tabelle 13a: Im Folgenden werden die zur energetischen Sanierung vorgeschlagen Bauteile des Gebäudes mit Einbauzustand, neuen U-Werten und beschriebenen Maßnahmen aufgelistet.

P.	Bauteil	Einbauzustand	U – Wert neu W/m <sup>2</sup> K	Maßnahme
1	Außenwand	Außenluft	0,16	Außendämmung mit WDVS, d= 160mm, WLG 035 W/mK
2	Außenwand	Erdreich	0,18	Außendämmung, Perimeterdämmung, d= 160mm, WLG 030 W/mK
3	Fenster	Außenluft	0,85	Erneuerung durch Fensterelemente mit Dreifachverglasung
4	Fenster, Lichtkuppel	Außenluft	1,40	Erneuerung der Lichtkuppeln
5	Dach	Außenluft	0,13	Erneuerung d. Dachdämmung, d= 250mm, WLG 035 W/mK
6	Grundfläche	Erdreich	0,29	Dämmung Bodenplatte, oberhalb, d= 120mm, WLG 035 W/mK

#### Verwaltungsgebäude

Tabelle 13b: Im Folgenden werden die zur energetischen Sanierung vorgeschlagen Bauteile des Gebäudes mit Einbauzustand, neuen U-Werten und beschriebenen Maßnahmen aufgelistet.

P.	Bauteil	Einbauzustand	U – Wert neu W/m <sup>2</sup> K	Maßnahme
1	Außenwand	Außenluft	0,19	Außendämmung mit WDVS, d= 160mm, WLG 035 W/mK
2	Außenwand	unbeheizte Räume	0,28	Dämmung v. Kaltseite mit d=100mm, WLG 035 W/mK
3	Fenster	Außenluft	0,85	Teilerneuerung durch Fensterelemente mit Dreifachverglasung
4	Decke	unbeheizte Räume	0,26	Dämmung v. Kaltseite mit d=100mm, WLG 035 W/mK
3	Dach	Außenluft	0,11	Aufsparrendämmung d=200mm, WLG 0,35 W/mK

## 4.2 Einzelmaßnahmen Verwaltungsgebäude

### 4.2.1 Dämmung Außenwand

#### **Dämmung Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem/ WDVS, d= 160mm/ WLG 035**

Die Außenwände des ca. 1966 entstandenen jetzigen Verwaltungsgebäudes sind als 24cm starke Mauerwerkswände ausgeführt. Genaue Angaben über das verwendete Mauerwerk waren nicht vorhanden. Es wurde für die Bauzeit typische Ausführung als Bimssteinmauerwerk in der Berechnung angesetzt.

Es wird vorgeschlagen die Außenwand mit einem 160 mm starken Wärmedämmverbundsystem (z.B. Polystyrol, WLG 035) zu dämmen. Um den Wärmebrückeneffekt der Betonplatte zu mindern, sollte die Außendämmung im erdberührten Bereich (Perimeterdämmung) bis unterhalb der Sohlplatte geführt werden. Im Bereich der Fenster- Laibungsdämmung wird das Abschlagen des Putzes empfohlen. Dies ermöglicht den Einbau stärkerer Dämmplatten im Laibungsbereich; die Dämmstärke sollte im Laibungsbereich 20mm nicht unterschreiten. Unterhalb der neuen Fensterbänke sollte zwischen Mauerwerk und neuen Fensterbank eine Dämmlage eingebracht werden. Konstruktiv ist in diesem Bereich nur eine dünne Dämmlage möglich (Einbau eines Dämmstoffes mit hoher Wärmedämmeigenschaft z.B. PUR/ Resol-Hartschaum WLG 022 - 025 W/mK wird empfohlen).

Alte Fenster mit normaler Isolierverglasung (Bereich Dienstwohnung) sollten vor den Dämmmaßnahmen erneuert werden, da die Anschlusspunkte an die Dämmung (z.B. Putzanschlussleiste) beim nachträglichen Fensteraustausch aufgebrochen werden, und das nachträgliche Anbringen von dauerelastischen Fugen die Anschlussqualität mindert. Bei der Ausführung der Außendämmung wird die Verlängerung des Daches im First- u. Ortgangbereiches notwendig. Eine gleichzeitig Dämmung der Dachfläche innerhalb der Dämmmaßnahme Fassade wird empfohlen. Weiter sollte die an die Außenluft angrenzende Betondecke des Eingangsbereich (unterhalb Büronutzung Obergeschoss) mit gleicher Dämmstärke v. 160mm gedämmt werden.

U-Wert, alt: 1,70 W/(m<sup>2</sup>K)

**U-Wert, neu: 0,19 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,20 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., EnEV: 0,35 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 0,24 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 31.700 € (ca. 150 €/m<sup>2</sup>)

### 4.2.2 Dämmung Dachfläche

#### **Dämmung Dachfläche, Aufsparrendämmung, d= 200mm/ WLG 035**

Aufgrund der notwendigen Dachverlängerungen bedingt durch die Dämmung der Fassade, sowie den bauphysikalischen Risiken der bestehenden Dachkonstruktion, wird die Dämmung der Dachfläche in Kombination mit der Dämmung der Fassade vorgeschlagen.

Die Dachfläche des Verwaltungsgebäudes ist flach geneigtes Pultdach ausgeführt. Die vorhandene Holzkonstruktion ist nach den originalen Plänen als Sparrenkonstruktion 8/20 ausgeführt. Der Dachaufbau konnte bei der Vorortbegehung an einer Stelle der abgehängten Decke von unten begutachtet werden. Es ist eine vollflächige Dampfsperre zu erkennen, die an den Durchdringungen/ z.B. Elektroleitungen mit Klebbändern verklebt ist. Diese Ausführung lässt auf eine zwischenzeitliche energetische Sanierung der Dachfläche schließen. Die Dämmstärke der Konstruktion konnte aufgrund fehlender Detailpläne nicht festgestellt werden. Es wurde eine Dämmstärke von 120mm/WLG 040 in der Berechnung angesetzt.

Inwieweit es sich um eine Warm- oder Kaltdachkonstruktion handelt kann ohne Bauteilöffnung

nicht festgestellt werden. Bei einer Ausführung als Warmdach entspricht die vorhandene Konstruktion mit innerer dichter Dampfsperre und äußerer Dachabdichtungsbahn nicht dem heutigen Stand der Technik. Es wird die Verlagerung des Taupunktes in den Bereich der Aufsparrendämmung empfohlen. Bei einer Kaldachkonstruktion sollte der Hinterlüftungszwischenraum vorab ausgedämmt werden. Nach der Entfernung der Dachabdichtungsbahn sollte auf der vorhandenen Schalung eine neue Dampfsperre luftdicht verklebt werden. Auf der Dampfsperre sollte die Dämmung (z.B. Polystyrol, PUR) aufgebracht werden. Vor der Ausführung der Maßnahme sollte eine bauphysikalische Berechnung die Ausführung absichern.

U-Wert, alt: 0,34 W/(m<sup>2</sup>K), Bauteilaufbau war nicht bekannt, es wurden 12cm Dämmstärke in Berechnung angesetzt

**U-Wert, neu: 0,11 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,15 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., EnEV: 0,30 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 0,20 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 14.500 € (ca. 130 €/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.3. Teilerneuerung Fensterelemente

**Teilerneuerung der Fenster, neue Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung, Uw= 0,85 W/m<sup>2</sup>K**

Die alten Fenster des Verwaltungsgebäudes wurden in Erdgeschoss und Teilbereichen des Obergeschosses durch neue Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ersetzt. Im Bereich der Wohnung/ Obergeschoss sind nach Aussage der Sportbezirksverwaltung noch alte Holzfenster mit Isolierverglasung erhalten.

Es wird der Austausch der alten Holzfenster mit Isolierverglasung durch neue, wärmeschutzisolierte Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung und wärmetechnisch verbesserten Glasrandverbund empfohlen. (Fenster Uw= 0,85 W/m<sup>2</sup>K oder besser). Beim Einbau der Fenster ist zu beachten, dass die Anschlüsse zum Mauerwerk luft- und winddicht ausgeführt werden.

Die Teilerneuerung der Fenster sollte vor der Dämmmaßnahme Fassade ausgeführt werden.

Bei der Feststellung U-Werte der Fenster wurden Schätzwerte angenommen. Der jeweilige Uw-Wert der Fenster muss spezifisch für jedes Fensterelement unter Zugrundelegung des Verglasungs- und Rahmenanteils berechnet werden.

Uw-Wert, alt: ca. 2,90 W/(m<sup>2</sup>K)

**Uw-Wert, neu: 0,85 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

Uw-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,90 W/(m<sup>2</sup>K),

Uw-Wert max., EnEV: 1,70 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 1,30 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 9.1000 € (ca. 700 €/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.4. Dämmung Wand- und Deckenflächen zum unbeheizten Geräteraum

**Dämmung Wand u. Deckenflächen zum unbeheizten Geräteraum von der Kaltseite mit d=100mm, WLG 035**

Die Deckenflächen und Wandflächen zum unbeheizten Geräteraum sind ungedämmt. Es wird empfohlen die Wand- u. Deckenflächen von der Kaltseite/v. Geräteraum mit einer 100mm starken Dämmung (z.B. Polystyrol, WLG 035) zu dämmen. Auch die Wandflächen des Geräteraums zum Außenbereich sollten im oberen Bereich mit einem Verzögerungsdämmstreifen (h= ca. 50cm, Wärmebrückenreduzierung) gedämmt werden.

U-Wert, alt: 1,48 Wand, 1,05 Decke W/(m<sup>2</sup>K),

**U-Wert, neu: 0,28 Wand, 0,26 Decke W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,30 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., EnEV: 0,40 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 0,30 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Kostenschätzung: ca. 1.500 € (ca. 40 €/m<sup>2</sup>)

#### 4.2.5. Maßnahmenvariante-2

Nachfolgend sind die Einzelmaßnahmen zu einer Maßnahmenvariante zusammengefasst. Die **Maßnahmenvariante-2** beinhaltet die Dämmung aller Hüllflächenbauteile nach den Anforderungen der Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2008/ Stadt Frankfurt.

##### Dämmstandard Leitlinien-FFM

- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Teilerneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifach-Wärmeschutzverglasung
- Dämmung Dachfläche, Aufsparrendämmung, d=200mm
- Dämmung Decke u. Wandfläche z. Lagerraum, d=100mm

Kostenschätzung: ca. 61.000 €

### 4.3 Einzelmaßnahmen Umkleidegebäude

#### 4.3.1 Dämmung Außenwand

##### Dämmung Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem/ WDVS, d= 160mm/ WLG= 035 und erdberührter Bereich mit Perimeterdämmung, d=160mm/ WLG 030

Die Außenwände des ca. 1989 entstandenen Umkleidegebäudes sind im Erdgeschoss als 30cm starkes Porotonmauerwerk ausgeführt. Die Außenwände des Kellergeschosses sind als 30cm starke Betonwände mit außenliegender Dämmung aus d=50mm XPS (Styrodur) ausgeführt. Die Kellergeschosswände liegen zu 2/3 im erdberührten Bereich. Die Außenwandflächen des Kellergeschosses weisen Feuchteschäden auf.

Es wird vorgeschlagen die Außenwand mit einem 160mm starken Wärmedämmverbundsystem (z.B. Polystyrol, WLG 035) zu dämmen. Werden die Fenster, wie empfohlen, außenkantenbündig Mauerwerk eingebaut, entfällt somit die aufwendige Laibungsdämmung. Im Bereich der Dachattika muss der Bauteilanschluss an die neue Dämmstärke angepasst werden. Die Dämmung des Wärmedämmverbundsystems sollte bis Oberkante Gelände geführt werden und im erdberührten Bereich als Perimeterdämmung (z.B. XPS, WLG 030) mit gleicher Dämmstärke weitergeführt werden. Innerhalb der neuen Abdichtungsarbeiten der Kelleraußenwand kann die Erneuerung der Perimeterdämmung kostengünstig hergestellt werden.

Auch die Außenwandflächen, angrenzend zu dem nicht beheizten Geräteraum, sollten mit gleicher Dämmstärke (von innen) wie an der Fassade gedämmt werden.

U-Wert, alt: 0,60/ 0,50 W/(m<sup>2</sup>K)  
**U-Wert, neu: 0,16/ 0,18 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**  
 U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,20 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U-Wert max., EnEV: 0,35 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 0,24 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Kostenschätzung: ca. 65.000 € (ca.150 €/m<sup>2</sup>)

### 4.3.2 Dämmung Kellersohle

#### Dämmung Kellersohle von oberhalb mit $d=120\text{mm}$ / WLG 035

Im Kellergeschoss des Umkleidegebäudes werden außer den Technik- u. Abstellräumen die Umkleide- u. Duschräume beheizt. Die Sohlplatte des Umkleidegebäudes weist Feuchteschäden auf. Der Bauteilaufbau der Sohlplatte war nicht bekannt. Nur die Stärke der Sohlplatte ( $d=40\text{cm}$  WU-Beton) und die Höhe des Fußbodenaufbaus ist dem Gebäudeschnitt zu entnehmen. Aufgrund des im Schnitt angegebenen hohen Fußbodenaufbaus von  $16,5\text{ cm}$  wurde ein Bauteilaufbau mit Betonplatte und schwimmenden Estrich mit einer Dämmstärke von  $d=10\text{cm}$ / Polystyrol in der Berechnung angesetzt. Die Feststellung der genauen Dämmstärke ist erst nach einer Bauteilöffnung möglich.

Aufgrund der vorhandenen Feuchteschäden im Bereich der Sohlplatte ist von einem Abbruch des vorhandenen Estrichs inkl. Dämmlage auszugehen. Nach der Erneuerung der Abdichtung wird die Einbringung einer  $120\text{mm}$  starken Dämmlage/ WLG 035 empfohlen.

Sind die Abdichtungsarbeiten der Sohlplatte auch ohne den Abbruch des Estrichs mit Dämmlage möglich, sollte auf die vorgeschlagene Dämmmaßnahme verzichtet werden, da eine Erneuerung der Dämmung nur in Verbindung mit der Erneuerung der Abdichtung inkl. Abbruch des alten Fußbodenaufbaus als sinnvoll angesehen werden kann.

U-Wert, alt:  $0,34\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  Bauteilaufbau war nicht bekannt, es wurden  $10\text{cm}$  Dämmstärke in Berechnung angesetzt

**U-Wert, neu:  $0,29\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  Anforderung Leitlinien erfüllt**

U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008:  $0,30\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert max., EnEV:  $0,50\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009:  $0,30/0,50\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Kostenschätzung: ca.  $7.200\text{ €}$  (ca.  $30\text{ €/m}^2$ )

### 4.3.3 Erneuerung Fensterelemente

#### Erneuerung der Fenster, neue Fenster u. Eingangstür mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung, $U_w=0,85\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ , neue Lichtkuppeln mit $U_w=1,40\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Die Fensterelemente des Umkleidegebäudes sind als isolierverglaste Holzfenster ausgeführt. Alle Fenster besitzen aus Sicherheitsgründen außenliegende Stahlgitter. Die Stahl-Eingangstür ist als Glästürelement mit Isolierverglasung und Brüstungselementen ausgeführt. Im Obergeschoss sind im Flachdachbereich einzelne Lichtkuppeln eingebaut.

Es wird der Austausch der alten Holzfenster mit Isolierverglasung durch neue, wärmeschutzisoliertverglaste Fenster mit Dreifachverglasung und wärmetechnisch verbesserten Glasrandverbund empfohlen. (Fenster  $U_w=0,85\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  oder besser). Um die Wärmebrücken im Laibungsbereich zu reduzieren, wird empfohlen die neuen Fensterelemente außenkantenbündig Außenwand zu montieren. Dieser Einbauzustand verhindert Schwachstellen aufgrund zu geringer Dämmung im Laibungsbereich, und reduziert die optische Laibungstiefe von außen (Schießscharteneffekt). Die Erneuerung der Fenster sollte vor der Dämmmaßnahme Fassade ausgeführt werden.

Das große Eingangstürelement sollte in der gleichen energetischen Qualität wie die Fenster ausgeführt werden. Die geschlossenen Brüstungselemente können in hoher wärmetechnischer Qualität als VIP-Elemente (VIP=Vakuuminisationspaneele) ausgeführt werden. Das Versetzen des Türelementes außenkantenbündig Mauerwerk wird empfohlen.

Die vorhandenen Lichtkuppeln sollten innerhalb der Dachsanierungsarbeiten erneuert werden. Es wird der Einbau von Elementen mit Zweifach-Wärmeschutzverglasungen ( $U=1,4\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ) empfohlen. Energetisch bessere Lichtkuppeln sind nach unseren Erkenntnissen zurzeit nicht am Markt erhältlich. Wird der Einbau einer einfachen Abluftanlage geplant, können die Zuluftöffnungen als Fensterventile in den Rahmen des Fensters eingebaut werden.

Bei der Feststellung U-Werte der Fenster wurden Schätzwerte angenommen. Der jeweilige  $U_w$ -Wert der Fenster muss spezifisch für jedes Fensterelement unter Zugrundelegung des Verglasungs- und Rahmenanteils berechnet werden.

Kostenschätzung gesamte Elemente: ca. 29.000 €

#### **Fenster**

Uw-Wert, alt Fenster: ca. 2,90 W/(m<sup>2</sup>K)

**Uw-Wert, neu: 0,85 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

Uw-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,90 W/(m<sup>2</sup>K),

Uw-Wert max., EnEV: 1,70 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 1,30 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 700 €/m<sup>2</sup>

#### **Eingangstürelement**

Uw-Wert, alt Fenster: ca. 4,00 W/(m<sup>2</sup>K)

**Uw-Wert, neu: 0,85 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

Uw-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,90 W/(m<sup>2</sup>K),

Uw-Wert max., EnEV: 2,90 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: z. Zt. nicht bekannt W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 800 €/m<sup>2</sup>

#### **Lichtkuppel**

Uw-Wert, alt Fenster: ca. 3,5 W/(m<sup>2</sup>K)

**Uw-Wert, neu: 1,40 W/(m<sup>2</sup>K)**

Uw-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,90 W/(m<sup>2</sup>K),

Uw-Wert max., EnEV: 1,70 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 1,40 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 1.000 €/m<sup>2</sup>

### **4.3.4 Dämmung Dachfläche**

#### **Dämmung Flachdach, d= 250mm/ WLG 035**

Die Dachfläche des Umkleidegebäudes ist als Flachdach ausgeführt. Auf der massiven Betondecke ist nach den originalen Bauplänen eine 100mm starke Dämmlage aufgebracht.

Durch die Ausführung der Dämmmaßnahme Außenwand sind die kompletten Attikaanschlüsse zu erneuern. Aufgrund der erheblichen Anpassungsarbeiten wird die Sanierung des Flachdaches empfohlen. Es wird die Aufbringung einer Dämmlage (z.B. Polystyrol, WLG 035) von d= 250mm empfohlen. Der Aufbau kann auf d= 180mm Dämmung reduziert werden, wenn ein Dämmstoff mit besserer Wärmedämmeigenschaft (z.B. Polyurethan/PUR, WLG 025) eingesetzt wird. Inwieweit die alte Dämmung erhalten werden kann, sollte nach einer Bauteilöffnung entschieden werden. Innerhalb der Dachsanierung wird auch die Erneuerung der alten Lichtkuppeln empfohlen (siehe Beschreibung Erneuerung Fensterelemente).

U-Wert, alt: 0,35 W/(m<sup>2</sup>K),

**U-Wert, neu: 0,13 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderung Leitlinien erfüllt**

U-Wert max, Leitlinien z. wirtsch. Bauen 2008: 0,15 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., EnEV: 0,25 W/(m<sup>2</sup>K)

U-Wert max., Entwurf EnEV 2009: 0,20 W/(m<sup>2</sup>K)

Kostenschätzung: ca. 31.500 € (ca. 130 €/m<sup>2</sup>)

### 4.3.5 Maßnahmenvariante-2

Nachfolgend sind die Einzelmaßnahmen zu einer Maßnahmenvariante zusammengefasst. Die **Maßnahmenvariante-2** beinhaltet die Dämmung aller Hüllflächenbauteile, die Erneuerung der bestehenden Heizungsanlage, Einbau einer Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie Unterstützung der Warmwasserbereitung durch eine thermische Solaranlage.

#### **Dämmstandard Leitlinien-FFM + Brennwertkessel + Solar WW + Be- /Entlüftungsanl. +WRG**

- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Dämmung Außenwand/erdberührter Bereich m. Perimeterdämmung, d= 160mm
- Dämmung Kellersohle, d= 120mm
- Erneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifach-Wärmeschutzverglasung
- Dämmung Flachdach, d=250mm
- Einbau neuer Gas-Brennwertkessel
- Einbau thermische Solaranlage für die Warmwasserbereitung
- Einbau Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Kostenschätzung: ca. 312.000 € (Baukonstruktion: ca. 131.000 €, Haustechnik: ca.181.000 €)

### 4.3.6 Maßnahmenvariante-3

Die **Maßnahmenvariante-3** beinhaltet die Wärmedämmung aller Hüllflächenbauteile; bei der Erneuerung der Heizungsanlage wird auf die thermische Solaranlage verzichtet; bei der Lüftungsanlage nur eine einfache Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung empfohlen.

- **Dämmstandard Leitlinien-FFM + Brennwertkessel + Abluftanlage** -
- Dämmung Außenwand m. Wärmedämmverbundsystem, d= 160mm
- Dämmung Außenwand/erdberührter Bereich m. Perimeterdämmung, d= 160mm
- Dämmung Kellersohle, d= 120mm
- Erneuerung d. Fensterelemente, Einbau neuer Fenster m. Dreifachwärmeschutzverglasung
- Dämmung Flachdach, d=250mm
- Einbau neuer Gas-Brennwertkessel
- Einbau Abluftanlage

Kostenschätzung: ca. 208.000 € (Baukonstruktion ca. 131.000, Haustechnik 77.000 €)

Den Vergleich der Maßnahmenvarianten bezüglich Energieeinsparung, Emissionen, Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit wird mit Hilfe der Gesamtkostenberechnung in der Zusammenfassung/ Kurzfassung vorgenommen.

#### **4.3.7 Beseitigung Wärmebrücken**

Die Schwachstellen im Bereich der Fassaden werden durch die Dämmung der Außenwand und Erneuerung der Fensterelemente beseitigt.

Die Schwachstelle des nicht thermisch getrennten Vordaches des Umkleidegebäudes kann nur durch eine umlaufende Dämmung (z.B. 60-80mm Polystyrol) aller Bauteilflächen beseitigt werden. Eine nur unterseitige Dämmung ist unzureichend. Die gleiche Sanierung wird für die nicht thermisch getrennte Balkonplatte des Verwaltungsgebäudes empfohlen. Die Sanierung der Balkonplatte von oben bedingt jedoch den Neuaufbau des kompletten Fliesenbelages mit Dämmlage sowie die Veränderung der vorhandenen Balkontür.

---

## 5. Energiesparmaßnahmen Heizungs- und Lüftungsanlage

### 5.1 Erneuerung der Heizungszentrale

Die Heizungsanlage ist aufgrund des Alters und der Effizienz der Heizungsanlage zu erneuern. Zur Zeit erfolgt die Beheizung über Flüssiggas, nach Auskunft der Mainova AG Energiedienste sind in diesem Bereich der Stadt Frankfurt keine Erdgasleitungen verlegt und auch ist in absehbarer Zeit diese nicht geplant. Daher ist der Einsatz einer Erdgasheizung nicht möglich.

Des Weiteren ist der Einbau einer Wärmepumpe auch kritisch zu sehen. Der Warmwasserverbrauch ist in dieser Art von Liegenschaft so hoch, dass die benötigte Leistung nicht durch eine konventionelle Wärmepumpenanlage im Hinblick auf die Wassertemperatur realisiert werden kann.

Bei den folgenden Betrachtungen muss beachtet werden, dass es sich bei der Heizungsanlagen – Auslegung um die derzeitig verbrauchten Wärmemenge handelt, sollten Modernisierungsmaßnahmen in Form eines Wärmeschutzes geplant sein bzw. werden, kann die Leistung der Heizungsanlage in entsprechender Form reduziert werden, was zu weiteren Kosteneinsparungen führen kann.

Bei der folgenden Betrachtung muss darauf hingewiesen werden, dass es sich um eine Kostenschätzung handelt. Eine genauere Kostenberechnung ist erst zu einem späteren Zeitpunkt möglich, wenn die genauen Randbedingungen für dieses Projekt festgelegt sind.

#### **Die Umstellung der Heizungsanlage auf Holzpellets**

Bei der Überlegung der Umstellung der Heizungsanlage muss beachtet werden, dass die Leistung der Kesselanlage nach den derzeitig geltenden Richtlinien berechnet wurden. Bei einem Höchstverbrauch von 173.527 kWh im Jahr 2008 und einer durchschnittlichen Vollbenutzungsstundenzahl von 1.200 Stunden, ergibt sich eine benötigte Leistung von 144 kW für die neu zu installierenden Heizungsanlage. Bei der Umstellung der Heizungsanlage auf Holzpellets ist mit einem Investitionsaufwand von ca. 75.000 € zu rechnen

## Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Holzpellettheizung und Flüssiggasheizung

Energiekonzept -Wirtschaftlichkeitsbetrachtung			
Beschreibung		Variante Holzpellets	Variante Flüssiggas
<b>Beschreibung</b>			
Pelletkessel		144 kW	
Gas-Brennwertkessel			144 kW
Solaranlage			
<b>Investitionskosten</b>			
Herstellkosten Technik		80.000,00 €	20.000,00 €
Herstellkosten Bau + Fernleitungen		0,00 €	0,00 €
Fördermittel		-17.000,00 €	0,00 €
Planungskosten		12.000,00 €	3.000,00 €
<b>Summe Investitionskosten gesamt</b>		<b>75.000,00 €</b>	<b>23.000,00 €</b>
<b>Investitionskosten Technik</b>		<b>75.000,00 €</b>	<b>23.000,00 €</b>
<b>Investitionskosten Bau+Fernleitungen</b>		<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Energiepreise, aktuell</b>			
Flüssiggas, Durchschnittspreis		0,059 €/kWh	0,059 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis		0,038 €/kWh	0,038 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis		0,140 €/kWh	0,140 €/kWh
<b>Verbrauchskosten incl Steigerung um 0%</b>			
Flüssiggas, Durchschnittspreis	100%	0,059 €/kWh	0,059 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis	100%	0,038 €/kWh	0,038 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis	100%	0,140 €/kWh	0,140 €/kWh
Kosten Flüssiggas		0,00 €/a	11.006,61 €/a
Kosten Pellets		7.137,39 €/a	0,00 €/a
Kosten Strom für Anlagenbetrieb		0,00 €/a	0,00 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>		<b>7.137,39 €/a</b>	<b>11.006,61 €/a</b>
<b>Betriebskosten</b>			
Wartung Anlagentechnik, prozentual		1,5%	1,5%
Wartung Anlagentechnik, jährlich		1.200,00 €/a	300,00 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>		<b>1.200,00 €/a</b>	<b>300,00 €/a</b>
<b>Zusammenstellung</b>			
Kapitalkosten		7.893,19 €/a	2.420,58 €/a
Verbrauchskosten		7.137,39 €/a	11.006,61 €/a
Betriebskosten		1.200,00 €/a	300,00 €/a
<b>Summe Jahreskosten</b>		<b>16.230,59 €/a</b>	<b>13.727,19 €/a</b>
<b>Rang</b>		<b>3</b>	<b>1</b>
		93,93 €/MWh,a	79,44 €/MWh,a

Abb.: Investitionskostenaufwand für eine Holzpellettheizung im Vergleich zu einer Flüssiggasheizung (nur Wärmeerzeugung)

Der Investitionskostenaufwand für eine Flüssiggasheizung belaufen sich auf 23.000 €. Aufgrund der geringen Vollbenutzungsstunden rentiert sich der Bau einer Holzpellettheizung in diesem Fall nicht.

### Thermische Solaranlage

Gemäß Berechnungen des Handbuchs für Heizungstechnik von Buderus beträgt der Wärmebedarf 1,675 kWh/Pers. für einen Duschvorgang. Für die Berechnungen werden folgende Werte angenommen. Es duschen pro Woche 180 Personen in 38 Spiel- und Trainingswochen, daraus ergeben sich 6.840 Duschvorgänge pro Jahr.

Daraus ergibt sich ein Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung von 11,5 MWh/a.

$$1,675 \text{ kWh/Pers.} \cdot 180 \text{ Pers./Woche} \cdot 38 \text{ Wochen/a} = 11.457 \text{ kWh/a} = 11,5 \text{ MWh/a}$$

Diese Wärmemenge kann nicht komplett über eine Solaranlage bereitgestellt werden. Es wird vorgeschlagen eine Solaranlage mit 38 m<sup>2</sup> Kollektorfläche vorzusehen. Die Kosten für eine Solaranlage dieser Größe kann mit 24.000 € angenommen werden, eine Förderung kann in Höhe von ca. 1.260 € in Anspruch genommen werden. Daraus ergeben sich folgende Kosten:

## Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Holzpellettheizung mit thermischer Solaranlage und Flüssiggasheizung mit therm. Solaranlage

Energiekonzept -Wirtschaftlichkeitsbetrachtung			
Beschreibung		Variante Holzpellets + Solar	Variante Flüssiggas + Solar
<b>Beschreibung</b>			
Pelletkessel		144 kW	
Gas-Brennwertkessel			144 kW
Solaranlage		38 m <sup>2</sup> Solarfläche	38 m <sup>2</sup> Solarfläche
<b>Investitionskosten</b>			
Herstellkosten Technik		105.000,00 €	35.000,00 €
Herstellkosten Bau + Fernleitungen		0,00 €	0,00 €
Fördermittel		-18.000,00 €	-1.260,00 €
Planungskosten		15.750,00 €	5.250,00 €
<b>Summe Investitionskosten gesamt</b>		<b>102.750,00 €</b>	<b>38.990,00 €</b>
<b>Investitionskosten Technik</b>		<b>102.750,00 €</b>	<b>38.990,00 €</b>
<b>Investitionskosten Bau+Fernleitungen</b>		<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Energiepreise, aktuell</b>			
Flüssiggas, Durchschnittspreis		0,059 €/kWh	0,059 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis		0,038 €/kWh	0,038 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis		0,140 €/kWh	0,140 €/kWh
<b>Verbrauchskosten incl Steigerung um</b>			
	<b>0%</b>		
Flüssiggas, Durchschnittspreis	100%	0,059 €/kWh	0,059 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis	100%	0,038 €/kWh	0,038 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis	100%	0,140 €/kWh	0,140 €/kWh
Kosten Flüssiggas		0,00 €/a	9.559,19 €/a
Kosten Pellets		6.198,79 €/a	0,00 €/a
Kosten Strom für Anlagenbetrieb		0,00 €/a	0,00 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>		<b>6.198,79 €/a</b>	<b>9.559,19 €/a</b>
<b>Betriebskosten</b>			
Wartung Anlagentechnik, prozentual		1,5%	1,5%
Wartung Anlagentechnik, jährlich		1.575,00 €/a	525,00 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>		<b>1.575,00 €/a</b>	<b>525,00 €/a</b>
<b>Zusammenstellung</b>			
Kapitalkosten		9.272,43 €/a	3.518,56 €/a
Verbrauchskosten		6.198,79 €/a	9.559,19 €/a
Betriebskosten		1.575,00 €/a	525,00 €/a
<b>Summe Jahreskosten</b>		<b>17.046,22 €/a</b>	<b>13.602,75 €/a</b>
<b>Rang</b>		<b>4</b>	<b>1</b>
		98,65 €/MWh,a	78,72 €/MWh,a

Abb.: Investitionskostenaufwand für eine Holzpellettheizung im Vergleich zu einer Flüssiggasheizung, beide Anlagen in Zusammenhang mit einer Solaranlage (nur Wärmeerzeugung)

Die Kosten für eine Holzpelletanlage in Zusammenhang mit einer Solaranlage sind zwar geringer aber weiterhin oberhalb einer Flüssiggasanlage. Daher wird vorgeschlagen eine Solaranlage in Zusammenhang mit einer Flüssiggasanlage in der untersuchten Liegenschaft zu installieren.

Bei Einsatz einer Solaranlage sollte der Einbau eines Warmwassermischers beachtet werden, wenn eine Speichertemperatur höher sein darf als eine Zapftemperatur, wie es bei einer Solaranlage der Fall ist, muss darauf geachtet werden, dass es zu keinen Verbrühungen kommen kann. Der Einbau eines Drei-Wege-Mischers kann dies verhindern. Der Mischer besitzt die Anschlüsse Warmwasserabgang des Speichers, Anschluss an das Kaltwassernetz und einen Abgang von dem das vermischte Warmwasser in das Netz abgegeben wird.

## Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Flüssiggasheizung und Flüssiggasheizung mit therm. Solaranlage mit Energiepreissteigerung für den Zeitraum 20 Jahre

Energiekonzept -Wirtschaftlichkeitsbetrachtung			
Beschreibung		Variante Flüssiggas	Variante Flüssiggas + Solar
<b>Beschreibung</b>			
Pelletkessel			
Gas-Brennwertkessel		144 kW	144 kW
Solaranlage			42 m² Solarfläche
<b>Investitionskosten</b>			
Herstellkosten Technik		20.000,00 €	40.000,00 €
Herstellkosten Bau + Fernleitungen		0,00 €	0,00 €
Fördermittel		0,00 €	-1.260,00 €
Planungskosten		3.000,00 €	6.000,00 €
<b>Summe Investitionskosten gesamt</b>		<b>23.000,00 €</b>	<b>44.740,00 €</b>
<b>Investitionskosten Technik</b>		<b>23.000,00 €</b>	<b>44.740,00 €</b>
<b>Investitionskosten Bau+Fernleitungen</b>		<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Energiepreise, aktuell</b>			
Flüssiggas, Durchschnittspreis		0,059 €/kWh	0,059 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis		0,038 €/kWh	0,038 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis		0,140 €/kWh	0,140 €/kWh
<b>Verbrauchskosten incl Steigerung um 63%</b>			
Flüssiggas, Durchschnittspreis	163%	0,096 €/kWh	0,096 €/kWh
Holz Pellets, Durchschnittspreis	163%	0,062 €/kWh	0,062 €/kWh
Strom, Durchschnittspreis	163%	0,228 €/kWh	0,228 €/kWh
Kosten Flüssiggas		17.940,77 €/a	15.333,13 €/a
Kosten Pellets		0,00 €/a	0,00 €/a
Kosten Strom für Anlagenbetrieb		0,00 €/a	0,00 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>		<b>17.940,77 €/a</b>	<b>15.333,13 €/a</b>
<b>Betriebskosten</b>			
Wartung Anlagentechnik, prozentual		1,5%	1,5%
Wartung Anlagentechnik, jährlich		300,00 €/a	600,00 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>		<b>300,00 €/a</b>	<b>600,00 €/a</b>
<b>Zusammenstellung</b>			
Kapitalkosten		2.420,58 €/a	4.037,45 €/a
Verbrauchskosten		17.940,77 €/a	15.333,13 €/a
Betriebskosten		300,00 €/a	600,00 €/a
<b>Summe Jahreskosten</b>		<b>20.661,35 €/a</b>	<b>19.970,58 €/a</b>
<b>Rang</b>		<b>2</b>	<b>1</b>
		119,57 €/MWh,a	115,57 €/MWh,a

## 5.2 Erneuerung Verteilerstation / Trennung Heizkreise

Bei der Modernisierung der Heizungsanlage sollte die Erneuerung der Verteilerstation mit vorgenommen werden. Es sind mittlerweile alle Heizkreispumpen ausgetauscht worden, allerdings kann durch den Einsatz hocheffizienter drehzahl geregelter Pumpen der Stromverbrauch der Pumpen reduziert werden. Des Weiteren sollte über eine Einzelraumregelung über eine zentrale Gebäudeleittechnik nachgedacht werden, dadurch besteht die Möglichkeit alle Räume bedarfsoptimiert zu steuern und damit unnötige Beheizung der Räume zu vermeiden.

Es wird angeraten auch den Heizkreis für das Bürogebäude von den Heizkreisen des Umkleidegebäudes zu trennen, wie es bereits bei der Dienstwohnung gehandhabt wird. Diese Trennung der Wärmeversorgung hat den Vorteil auf die verschiedenen Nutzungszeiten von Umkleidegebäude und Bürogebäude bei der Beheizung der Liegenschaft besser eingehen zu können. So kann eine unnötige Beheizung des Bürogebäudes während des Wochenendes vermieden werden.

### 5.3 Heizungsregelung durch Präsenzmelder

Durch die nur zeitweise Nutzung der Umkleieräume ist über den Einsatz von Präsenzregler nach zu denken. Präsenzregler sind Geräte die aufgrund von Bewegungsmeldern angeschlossene Geräte ein und ausschaltet. Diese Präsenzregler können auch für die automatische Beheizung von Räumen genutzt werden. Dabei ist zu beachten, dass solche Geräte zwar bei Betretung der Räume sich einschalten, aber die Beheizung von Räumen ein träges System ist. Bei Einschalten der Heizungsanlage benötigt das System eine gewisse Zeit zur Erwärmung der Räume, daher bietet sich die Nutzung solcher Präsenzregler an zur Abschaltung der Heizungsanlage. Da bedeutet das Heizungssystem wird zu einem bestimmten Zeitpunkteingeschaltet und schaltet sich zeitverzögert nach der letzten Bewegung im Raum ab. Daher kann individuell auf die Nutzungszeiten der Umkleieräume reagiert werden.

### 5.4 Sanitäranlagen / Beregnungsanlage

Durch die Nutzung der Liegenschaft als Sportanlage ist ein relativ hoher Verbrauch von Wasser nicht zu vermeiden, allerdings ist durch den Einsatz spezieller Techniken die Reduzierung des Wasserbrauches möglich.

Bei den Modernisierungsmaßnahmen sollten die gesamten Sanitäreinrichtungen auf Wasserverlust überprüft werden. Durch die getrennte Aufnahme der Wasserverbräuche von Warmwasser, Kaltwasser und Beregnungswasser wäre auch eine detaillierter Aussage des Einsparungspotentials möglich. Im Folgenden wird eine Simulation des Wasserverbrauches aufgeführt, welcher nach einer vergleichbaren Sportanlage anzunehmen wäre. Es wird davon ausgegangen, dass an 266 Tagen im Jahr (38 Jahreswochen) ein spiel- und Trainingsbetrieb stattfindet.

**Kaltwasser:** Eine Toilette verbraucht durchschnittlich 9 l/Spülvorgang. Durch den Einbau von Spülstopptasten bei den Toiletten ist pro Spülvorgang eine Einsparung von 3 l möglich.

Bei einer Benutzung von 20 Personen der Toiletten pro Tag ergibt sich ein Wasserverbrauch von 180 l/d Wasser für den Spülvorgang, nach Einbau der Spülstopptasten kann der Verbrauch auf 120 l/d reduziert werden. Im Jahr ergibt sich daraus eine Wassereinsparung von 31.920 l/a. Die Urinale verbrauchen nach der Modernisierung gar kein Wasser mehr. Daher beträgt der Wasserbedarf für Spülvorgänge dann **32 m<sup>3</sup>/a**.

Für die Handwaschbecken wird ein Wasserverbrauch von 3 l/d und Person angenommen, daher erhöht sich der Kaltwasserbedarf um **85 m<sup>3</sup>/a** und liegt dann bei **117 m<sup>3</sup>/a**.

$5 \text{ l/min} * 0,8 \text{ min/Pers.} * d * 80 \text{ Pers.} * 266 \text{ d/a} = 85.120 \text{ l/a} = 85,12 \text{ m}^3/\text{a}$

**Warmwasser:** Durchschnittlich erfolgen 180 Duschvorgänge pro Woche durch den Spiel- und Trainingsbetrieb. Bei 38 Jahreswochen erfolgen 6.840 Duschvorgänge im Jahr. Bei einer vergleichbaren Sportanlage werden pro Duschvorgang 15,6 l warmes Wasser verbraucht. Daraus ergibt sich folgender Warmwasserverbrauch:

$180 \text{ Duschvorgänge/Woche} * 38 \text{ Wochen/Jahr} * 15,6 \text{ l/Duschvorgang} = 106.704 \text{ l/a} = 107 \text{ m}^3/\text{a}$

**Beregnungsanlage:** Ein Mittelfeldregner fördert ca. 20 m<sup>3</sup> pro Stunde und ein Randfeldregner fördert ca. 17 m<sup>3</sup>/h. Die Beregnungsanlage bezieht kein Niederschlagswasser bei der Steuerung mit ein. Die Beregnungsanlage wird händisch vom Platzwart gesteuert. Daraus ergibt sich folgender Wasserverbrauch für die Beregnungsanlage:

$2 \text{ Mittelfeldregner} * 1,5 \text{ h/Woche} * 20 \text{ m}^3/\text{h} * 15 \text{ Wochen/a} = 900 \text{ m}^3/\text{a} \text{ Wasser}$

$10 \text{ Randfeldregner} * 1,5 \text{ h/Woche} * 17 \text{ m}^3/\text{h} * 15 \text{ Wochen/a} = 3.825 \text{ m}^3/\text{a} \text{ Wasser}$

In Summe ergibt das einen Wasserverbrauch von **4.725 m<sup>3</sup>/a** für die Beregnungsanlage.

Nach diesen Berechnungen dürfte der Wasserverbrauch nach den Modernisierungsmaßnahmen nur noch **4.949 m<sup>3</sup>/a** betragen.

## 5.5 Einbau Be- und Entlüftungsanlage

Da sich derzeit eine reine Abluftanlage im untersuchten Gebäude befindet ist bei möglicher Anbringung eines Vollwärmeschutzes nicht mehr ausreichend. Im Falle eines Vollwärmeschutzes muss über den Einsatz einer Be- und Entlüftungsanlage des Gebäudes nachgedacht werden. Zur Energieeinsparung und optimalen Ausnutzung der eingesetzten Energie sollte die Lüftungsanlage mit einer Wärmerückgewinnung gekoppelt werden. Durch den Einsatz einer Wärmerückgewinnung ist eine weitere Reduzierung des Wärmebedarfes möglich. Die Lüftungsanlage sollte über eine Regelung aufgrund der tatsächlich bestehenden Belastung verfügen. Diese Regelung wäre wiederum über einen Präsenzregler zu steuern.

## 5.6 Zusammenfassung Maßnahmen Haustechnik

Bei der untersuchten Liegenschaft handelt es sich um ein Gebäude, welches täglich über längere Zeiten gar nicht genutzt wird und dann wieder von sehr vielen Menschen innerhalb kürzester Zeit. Um diesem Umstand gerecht zu werden bedarf es einer entsprechenden Regelungstechnik. Daher werden folgende weitere Vorgehensweisen vorgeschlagen:

- Überprüfung, Reparatur und Modernisierung der Sanitäreinrichtungen
- Überprüfung der Beregnungsanlage auf Undichtigkeiten und gegebenenfalls Austausch defekter Anlagenteile.

Aufgrund der vorliegenden Annahmen und Berechnungen ist davon auszugehen, dass nur durch den Einsatz von moderneren Sanitäreinrichtungen und Überprüfung der Beregnungsanlage der Wasserverbrauch auf rund die Hälfte des jetzigen Wasserverbrauches gesenkt werden.

- Modernisierung der Kesselanlage auf Basis einer neuen Flüssiggasanlage in Zusammenarbeit mit einer Solarthermischen Anlage.
- Neuaufbau der Heizkreise und der Verteilerstation
- Einbau einer Be- und Entlüftungsanlage
- Einbau von Präsenzreglern

### Geprüfte Alternative Erdgasanschluss

Bezüglich des möglichen Erdgasanschlusses sind folgende Erkenntnisse erlangt worden.

Ein Anschluss der Liegenschaft an eine Erdgasversorgung ist grundsätzlich möglich, da in der Entfernung von 200 m vorhanden ist. Allerdings müsste für die Verlegung und den Anschluss der Liegenschaft mit Kosten von 300 € /lfm gerechnet werden. Dies bedeutet Anschlusskosten von min. 60.000 €. Dem gegenüber steht eine bestehende Lageranlage für Flüssiggas.

Die Kosten pro kWh müssen mit 0,059 € für Flüssiggas angenommen werden und die Kosten für Erdgas mit 0,055 €/kWh. Daraus ergibt sich ein monetärer Vorteil von 0,004 €/kWh beim Erdgas. Um allerdings die zusätzlichen Kosten von 60.000 € für die Herstellung des Gasanschlusses decken zu können, wäre ein Erdgasverbrauch von 15.000.000 kWh nötig, da der jährliche Energieverbrauch bei ca. 195.000 kWh liegt, wäre ein Vorteil der Liegenschaft an das öffentliche Gasnetz erst nach knapp 77 Jahren erreicht.

Aus diesen Gründen kann der Anschluss der Liegenschaft an das öffentliche Gasnetz nicht empfohlen werden. Die Investition in eine Gaskesselanlage, welche mit Flüssiggas betrieben wird, sowie die Investition in eine Solaranlage wie vor beschrieben, zeigt sich nach den genannten Erkenntnissen als die zu präferierenden Variante.

Im Folgenden ist der nötige Trassenverlauf dargestellt sowie der Ansprechpartner bei der Mainova genannt.



Die Trasse hat eine Länge 200 m, dieser Wert wurde auch von Herrn Tischbierek (069 / 213 – 26628) von der Mainova bestätigt.

## 6. Energiesparmaßnahmen Beleuchtung u. elektr. Anlagen

### 6.1 Sanierung der Beleuchtung

Austausch aller Leuchten im Umkleidegebäude. Ersatz durch Feuchtraum-Anbauleuchten mit Plexiglaswanne und Reflektor, EVG, T5, 39 bzw. 58 W.

### 6.2 Erfassung von Energiedaten

Augenblicklich ist die wirtschaftliche Bewertung von Energiesparmaßnahmen schwierig, da keine Monatswerte oder gar Lastgänge vorliegen. Eine monatliche Ablesung und Erfassung der Stromzähler und die Installation und Auswertung eines Betriebsstundenzählers an der Förderpumpe zur Platzbewässerung können die erforderlichen Informationen liefern. Da große Verbraucher, die Flutlichtanlagen (21-24 kW) und die Platzbewässerung (44kWh/d) von Mitgliedern verschiedener Vereine geschaltet werden, sollte eine zeitnahe auswertbare automatische Energiedatenerfassung erwogen werden, die beim Auflaufen von höheren Energiekosten frühzeitig Hinweise geben kann, um das Nutzerverhalten positiv zu beeinflussen.

Ein solches System (z.B. ELV – Energiemonitor) wird nachfolgend beschrieben:  
Der Monitor speichert intern 5min Intervalle und errechnet daraus die angezeigten Werte.  
Es können genauso Leistungen (Momentan-, Durchschnitt- und Spitzenleistung) wie  
Verbrauchsprognosen dargestellt werden.

Bis zu 12 Sensoren für Stromzähler und/oder Gaszähler können ihre Daten liefern. Die  
Sensoren tasten die Elektrizitäts- bzw. Gaszähler optisch ab und übermitteln die Impulse per  
Funk an den Energiemonitor. Die Daten werden intern gespeichert und können über eine  
USB-Schnittstelle zur Verbrauchsdatenerfassung des Hochbauamtes exportiert werden.  
Bei einem Sensor fasst der Speicher 100 Tage. Bei 12 Sensoren 9 Tage.  
Das Gerät kostet mit Software und einem Sensor 110 €. Die Montage und Einweisung ist  
einfach.

Mit dem Energiemonitor hat der Energieverantwortliche vor Ort eine zeitnahe und sehr  
verfügbare Verbrauchsinformation, mit deren Hilfe er seine Liegenschaft besser steuern kann.  
Das Hochbauamt kann kostengünstig weitere Messpunkte realisieren.  
Der Aufwand für die „manuelle“ Zählerablesung sinkt, bei Verbesserung der Datenqualität.

Das System ist geeignet, wenn die Voraussetzungen für die Funkverbindung zwischen  
Sensoren und Anzeige gegeben sind und ein Energieverantwortlicher vor Ort die Daten z.B.  
monatlich an das Hochbauamt übermittelt.

Es gibt eine große Zahl von Energieerfassungssystemen.  
Dieses System schlagen wir vor, weil es für kleine und mittlere Objekte ein gutes  
Preis/Leistungsverhältnis aufweist und Nutzwert für alle Beteiligten liefert.

### **6.3 Reduzierung der Antriebsleistung der Umwälzpumpen**

Im Rahmen der geplanten Sanierung der Heizungsanlage können nach Klärung der  
Dimensionierung - vermutlich effizientere Umwälzpumpen eingesetzt werden.

### **6.4 Verbesserung Flutlichtanlagen**

Von den 4 Sportfeldern der Liegenschaft sind 3 mit Flutlichtanlagen ausgestattet.  
Eine Anlage wird nach Auskunft eines Mitarbeiters grundsätzlich nicht mehr genutzt. Ein Mast  
dieser Anlage sei wegen Baufälligkeit demontiert worden. (Anlage "A")  
Es liegen keine Pläne oder Auslegungsberechnungen zu den Flutlichtanlagen vor. Das  
Baujahr kann nur geschätzt werden. Baujahr etwa Mitte der 60er Jahre für Anlage A und  
Baujahr etwa Mitte der 80er Jahre für die Anlagen "Hartplatz" (H) und "Kunstrasen" (K).  
Anlage "A" sollte aus Altersgründen ersetzt oder demontiert werden.

Im Folgenden werden nur noch die Flutlichtanlagen für die Anlagen "H" und "K" betrachtet.  
Die Masten der Anlagen "H" und "K" können möglicherweise weiterverwendet werden, wenn  
sie nicht aufgrund der Anforderungen aus Blitzschutz und Allgemeinzustand (Korrosion,  
Standfestigkeit, etc.) ersetzt werden müssen.

Jede Flutlichtanlage ist mit 6 Befestigungspunkten für Leuchten ausgestattet. Die  
Befestigungspunkte haben Ausleger für jeweils 2 Leuchten.

"H" und "K" nutzen 3 Masten gemeinsam.

Jedes Sportfeld ist mit 12 Leuchten bestückt.

Hersteller und Leuchtentyp konnten nicht ermittelt werden.

Die Leuchten werden mit Halogenmetaldampflampen 2kW betrieben.

Bei der Sportanlage Höchst gibt es keine Trennung von Zuschauern und Spielern (Kasse,  
Tribüne, Toiletten). Die Sportanlage ist als Trainingsanlage einzuordnen.

Es gilt die neu herausgegebene Richtlinie DIN EN 12193:2008-04 (im Ersatz für die Ausgabe  
1999), die für die Beleuchtung von Sportstätten aktuell anzuwenden ist.

Die Norm teilt die Beleuchtung von Sportstätten in 3 Klassen ein:

- Klasse I: Internationale und nationale Wettkämpfe auf Hochleistungsniveau sowie Hochleistungstraining.
- Klasse II: Örtliche und regionale Wettkämpfe auf mittlerem Niveau sowie Leistungstraining.
- Klasse III: Örtliche und Vereinswettkämpfe auf niedrigem Niveau, allgemeiner Freizeit und Schulsport sowie allgemeines Training.

Die neue Richtlinie hat das geforderte Beleuchtungsniveau für Klasse III geringfügig abgesenkt. (von 80 auf 75 Lux).

Für die Nutzung der Sportfelder im Bereich der Klasse III ist die installierte Leistung pro Feld mit 24 kW überdimensioniert; diese Auslegung hat den seinerzeit üblichen Wert von 150 Lux für "gelegentliche Wettkämpfe" angestrebt.

Bei der Verwendung marktüblicher Technik könnte die installierte elektrische Leistung um ein Drittel reduziert werden, wenn der geringere Wert von 75 Lux für die Nutzung als Trainingsplatz vom Betreiber akzeptiert wird. Die nächst höhere Klasse II fordert eine Beleuchtungsstärke von 200 Lux.

Da keine Daten vorliegen, ist nicht abschätzbar, ob die Anlage bedarfsgerecht genutzt wird. Die Erfassung des Lastgangs am Zählerplatz könnte Aufschluss geben, auch hinsichtlich einer Neuplanung.

Da die Anlagen am Ende ihrer Lebensdauer sind, möglicherweise Nachrüstungen aus Gründen des Blitzschutzes erforderlich sind und die vorhandene Dimensionierung die aktuellen Anforderungen für den Betrieb gem. Klasse I überschreitet und gem. Klasse II unterschreitet sollten sie in den nächsten Jahren erneuert werden.



Gemeinsamer Mast mit Leuchten für Hartplatz und Kunstrasen

## 7. Sonstige Maßnahmen

### 7.1 Nichtinvestive und organisatorische Maßnahmen

Es wird empfohlen, die Überwachung der Heizkörperregelung sowie evtl. auftretende Undichtigkeiten der Wasserarmaturen zu überwachen. Eine zeitgesteuerte, oder präsenstgesteuerte Regelung der Heizungsanlage nach Nutzungs-/Anwesenheitszeiten wird empfohlen. Die Trennung der Heizungsstränge des Umkleidegebäudes und Verwaltungsgebäudes wird dafür notwendig.

### 7.2 Sonnenschutz Verwaltungsgebäude

Im Zuge der Dämmmaßnahme Südostfassade des Verwaltungsgebäudes wird der Einbau eines außen liegenden Sonnenschutzes empfohlen. Ein außen liegender Sonnenschutz bietet die effektivste Maßnahme zum Schutz vor Überhitzung der Räume in den Sommermonaten. Das Sonnenschutzelement kann flächenbündig in das Wärmedämmverbundsystem eingebaut werden. Dabei entsteht zwischen Sonnenschutz und bestehendem Mauerwerk eine geringere Dämmdicke, die mit einem Dämmstoff mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit (z.B. Polyurethan  $\lambda = 0,024 \text{ WmK}$ , Resol-Hartschaum  $\lambda = 0,022 \text{ WmK}$ ) ausgeführt werden sollte. Es wird der Einbau von Sonnenschutzlamellen/Raffstore empfohlen. Die Raffstore ermöglichen eine Regulierung des Tageslichteinfalls durch die Einstellung der Lamellen. Der Sonnenschutz sollte mit Sonnen- und Windwächter mit Zeitreglung betrieben werden, jedoch auch individuell manuell bedienbar bleiben.

### 7.3 Contracting

**Contracting** ist ein Oberbegriff für verschiedene Arten von **Energiedienstleistungen**, die gerade auf den liberalisierten Energiemärkten in Europa eine immer stärkere Rolle spielen.

**Contracting** ist insbesondere zur Umsetzung von Effizienzverbesserungen bei Energieumwandlungs- und Verteilungsanlagen in generell allen Verbrauchsbereichen geeignet, da oft die Erschließung wirtschaftlicher Energiesparpotenziale in Gebäuden sowohl in der Privatwirtschaft als auch bei der öffentlichen Hand durch knappe Investitionsmittel verhindert wird. Somit wird ein Teil des technischen Gebäudemanagements Facility Management ausgelagert (Outsourcing).

#### Formen von Contracting

Weiterhin werden vier verschiedene Contracting-Varianten in ihren reinen Ausprägungen definiert und die Aspekte: - Leistungskomponenten, - Art der Leistungsvergütung, - Anwendungsbereiche und relevante rechtliche Grundlagen erläutert. Bei den vier Contracting-Varianten handelt es sich um:

Das **Energieliefer-Contracting** (auch Anlagen-Contracting oder Nutzenergie-Lieferung genannt) beinhaltet das Betreiben einer Energieerzeugungsanlage auf eigenes Risiko zur Nutzenergielieferung durch einen Contractor auf Basis von Langfristverträgen (übliche Laufzeiten: zehn bis 15 Jahre).

Das **Einspar- Contracting** (auch Performance-Contracting oder Energie-Einspar-Contracting genannt) hat die gewerkeübergreifende Optimierung der Gebäudetechnik und des Gebäudebetriebes durch einen Contractor auf Basis einer partnerschaftlich gestalteten Zusammenarbeit (übliche Laufzeiten: fünf bis zehn Jahre) zur Aufgabe. Im Gegensatz zu den anderen Contracting-Varianten bilden hier die im Vergleich mit dem Zustand vor Umsetzung des Contracting-Modells (der so genannten "Baseline") eingesparten Energiekosten die Grundlage für die Refinanzierung der Investitionen und die Gewinnerwartung des Contractors. Wird die vertraglich vereinbarte Einspargarantie jedoch nicht erreicht, so geht dies ausschließlich zu finanziellen Lasten des Contractors.

**Finanzierungs-Contracting** (auch Third-Party- Financing oder Anlagenbau-Leasing genannt) wird zur Bereitstellung einer abgegrenzten technischen Einrichtung oder Anlage genutzt, um einen sicheren, wirtschaftlichen und umweltschonenden Betrieb zu ermöglichen.

Das **technische Anlagenmanagement** (auch Betriebsführungs- Contracting oder Technisches Gebäudemanagement genannt) beinhaltet die Umsetzung technischer Dienstleistungen durch einen Contractor, um einen sicheren, wirtschaftlichen und umweltschonenden Betrieb von technischen Anlagen sicherzustellen und zu erhalten.

mehr dazu unter [www.forum-contracting.de](http://www.forum-contracting.de) und [www.pecu.de](http://www.pecu.de)

## 8. Förderung von Energiesparmaßnahmen

Da es eine Vielzahl von Förderprogrammen gibt, erhebt die nachfolgende Übersicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie stellt vielmehr eine Auswahl von Fördermöglichkeiten dar, die für die vorgeschlagenen Sanierungsmöglichkeiten in Frage kommen könnten. Teilweise sind die Programme, je nach den jeweils zur Verfügung stehenden Mitteln, auch nur zeitweise verfügbar.

### BAFA

Der Bund fördert im Rahmen des **Marktanreizprogrammes - Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt** - über das **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)** die drei Bereiche thermische Solar-, Biomasse- und Wärmepumpenanlagen.

Auszüge aus dem Förderprogramm, Förderung im Gebäudebestand  
Gefördert werden

1. **Thermische Solaranlagen** bis 40m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
**zur Warmwasserbereitung** - Förderung 60 € / pr. m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
**zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung** - Förderung 105 € / pr. m<sup>2</sup> Kollektorfläche
2. **Pelletkessel** 5 kW bis max. 100 kW, Förderung 36 € / pr. kW Leistung
3. **Umwälzpumpe Heizungsanlage**: 200 € je Heizungsanlage
4. **Solarpumpe**: 50 € je Pumpe

ggf. Kesselaustauschbonus, Effizienzbonus, Regenerativer Kombinationsbonus, Innovationsförderung

Weitere Förderungen für

**Mini- KWK-Anlagen**  
**Energieeffiziente gewerbliche Kälteanlagen**  
**Stromvergütung KWK-Anlagen**  
**Energiesparberatung Wohngebäude**

Weitere Informationen erhalten Sie bei

**Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**

Frankfurt Straße 29-35

D-65760 Eschborn

Tel. 06196/ 908-625

www.bafa.de

### KfW-Förderbank

#### KfW - Programm Erneuerbare Energien

##### Zinsvergünstigter Investitionskredit für Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Auszüge aus dem Förderprogramm

Gefördert werden

1. **Thermische Solaranlagen** mit mehr als 40m<sup>2</sup> Kollektorfläche zur Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung, Bereitstellung von Prozesswärme oder solaren Kälteerzeugung
2. **Biomasse - Anlagen** zur Verbrennung v. fester Biomasse für die thermische Nutzung
3. **KWK- Biomasseanlage** über 100 kW
4. **Wärmenetze** die aus erneuerbaren Energien gespeist werden
5. **Große Wärmespeicher** mit mehr als 20m<sup>3</sup> aus erneuerbaren Energien gespeist

6. **Anlagen zur Aufbereitung von Biogas und Biogasleitungen**
7. **Anlagen zur Erschließung und Nutzung von Tiefengeothermie** (mehr als 400 Meter Bohrtiefe)

ggf. Tilgungszuschüsse, Bonuszahlungen

## **Kfw – Investitionskredit Kommunen**

### **Finanzierung (Kredite) von Investitionen der Kommunen in die kommunale und soziale Infrastruktur sowie im Bereich der Wohnwirtschaft**

Auszüge aus dem Förderprogramm

Gefördert werden

1. Investitionen sowie Investitionsfördermaßnahmen im Rahmen des Vermögenshaushaltes/ Vermögensplanes des aktuellen Haushaltsjahres (inklusive Haushaltsreste des Vorjahres)
2. Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur
3. Investitionen in wohnwirtschaftliche Projekte
4. Aufwendungen lokaler Mikrofinanzierer, für den Auf- und Ausbau der betrieblichen Infrastruktur in der Kommune

Weitere Informationen zu den Förderprogrammen erhalten Sie bei

#### **KfW-Förderbank**

Beratungszentrum

Bockenheimer Landstraße 104

60325 Frankfurt am Main

Info-Hotline Förderkredite, Tel. 0180-1335577

[www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de)

## **9. Anhang**

Nachfolgend sind detaillierte Beschreibungen einzelner Förderprogramme, Berechnungsblätter Gesamtkostenberechnung/HBA-Energiemanagement, Energieausweis/Verbrauchsausweis u. Planunterlagen der Gebäude angefügt.