

# Bericht

zur durchgeführten Bedarfsplanung im Thema:  
**Wärmeversorgungslösungen und ihre Effekte**

Projekt: Energetische Sanierung  
**Grundschule 20, Gubener Str.10a in 99091 Erfurt**



**AUFTRAGGEBER:**

Landeshauptstadt Erfurt,  
Amt für Grundstücks-u. Gebäudeverwaltung  
Löberwallgraben 19  
99096 Erfurt

**VERFASSER:**

VEEBA Gebäudeenergieberatung  
Inh. Christian Nehdo  
Eugen-Richter-Straße 45  
99085 Erfurt

# Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	3
Objektbeschreibung	4
Energieverbrauchsdaten	5
Energiedatenanalyse	6
Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle	8
Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung	9
Beachtung der Raumluftqualität in Klassenräumen	14
Zusammenfassung der Maßnahmen	
Kosten-Nutzen Darstellung	16
Fotos Objekt	17

---

## Anlagen zum Bericht

Anlage 1	
Häufig gestellte Fragen zur EFRE-Förderung „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ (EFRE-NSE) im Förderschwerpunkt „Effiziente Stadt“ (Stand 10.12.2016)	22
Anlage 2	
Technische Mindestanforderungen KfW Programm 217/218, 220/219 Merkblatt 600 0003418 Stand 04/2015	34
Anlage 3	
Gute Luft in der Schule - Thüringer Landesamt für Verbraucherschutz	44

**Vertrag - Nr.: 23/H7/228-5199/142-2016**  
Grundschule 20; Gubener Straße 10a, 99091 Erfurt

Titel: Studie zur energetischen Sanierung / Bedarfsplanung der GS20

## Aufgabenstellung

Das Schulgebäude in der Gubener Straße 10a soll in Vorbereitung auf mögliche Planungsprozesse, methodisch, in Form einer kompakten Studie, hinsichtlich möglicher "Energetischer Sanierungsmaßnahmen" untersucht werden. Schwerpunkt der Arbeit soll ein Maßnahmenkatalog sein, in dem aufgezeigt wird, welche objektspezifischen Sanierungsmaßnahmen den energetischen Standard der Immobilie nachhaltig steigern und dabei den gesetzlichen Randbedingungen (EnEV / EEWärmeG) genügen.

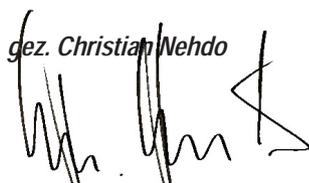
Zudem soll geprüft werden, inwieweit der Maßnahmenkatalog mit den Fördervoraussetzungen des EFRE-Programms "Nachhaltige Stadtentwicklung" korrespondiert. Eine detaillierte Variantenbetrachtung im Bereich der Heizwärmeversorgung soll aufzeigen, welche Techniken mit welchen Energieträgern den energetischen Zielparametern des Förderprogramms entsprechen. Parallel soll eine vorläufige Kostenannahme Aufschluss über die zu erwartenden Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten geben. Einhergehend mit der Analyse der derzeitigen Energieverbrauchsstruktur sollen Energieeinspar-Effekte aus der Umsetzung der betrachteten Varianten prognostiziert werden.

### Grundlagen und Hinweise:

Als Grundlage der Ausarbeitung dienen primär die vom Auftraggeber übermittelten Energiekennzahlen sowie Datenaufnahmen vor Ort.

Aus der Struktur der Beauftragung heraus, welche eine spezifische Erfassung des Gebäudes zum heutigen Zeitpunkt mit Blick auf Reduzierung der Planungskosten nicht vorgesehen hatte, wurde die rechnerische Simulation der Kennzahlen und Effekte auf Basis eines vorhandenen, typengleichen Objektes angelegt. Zur Optimierung der Aussagequalitäten wurden eine Korrektur der geografischen Ausrichtung des Gebäudes sowie eine Definition der tatsächlich vorhandenen Heizanlagentechnik vorgenommen. Trotz der Bemühung, durch diese korrigierenden Maßnahmen ein plausibles Abbild der Situation zu erhalten, müssen wir darauf hinweisen, dass es durchaus zu Abweichungen gegenüber einer objektspezifischen Gebäudeerfassung kommen kann.

Der folgende Bericht zur Studie wurde in Erfurt am 20.12.16 erstellt.

*gez. Christian Wehdo*  


VEEBA – Gebäudeenergieberatung  
Eugen-Richter-Straße 45  
99085 Erfurt

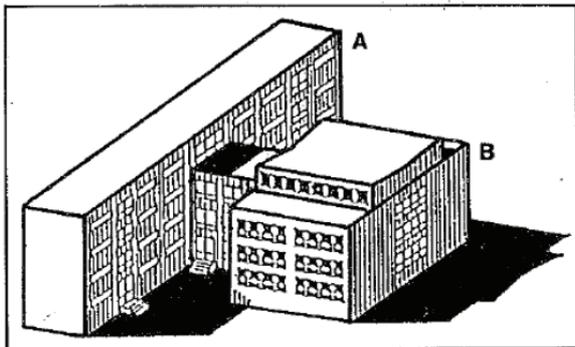
Tel: 0361-6607 390  
Fax: 0361-6607 391

## Objektbeschreibung

Bei dem Gebäude in der Gubener Straße 10a, 99091 Erfurt – Gispersleben handelt es sich um ein Schulgebäude, welches derzeit als offene Ganztagschule / Grundschule genutzt wird.

Das Gebäude wurde in den 1969 Jahren in sogenannter Plattenbauweise errichtet. Es handelt sich um einen seinerzeit genormten Bautyp „Schulbautyp Erfurt TS66“.

Die Schulanlage besteht aus 3 Gebäudetrakten A/B/C. Eine separate, bereits sanierte Turnhalle befindet sich ebenfalls auf dem Gelände. Das Turnhallengebäude wird über ein Nahwärmenetz aus der Heizzentrale (Trakt B – Schulgebäude) mit Heißwasser versorgt. Die Heizwärmebereitung erfolgt im Objekt durch eine Erdgas befeuerte Kesselanlage BJ 1993. Das Wärmenetz im Schulgebäude wurde primärseitig vermutlich in den Jahren des Heizanlagenbaus (93) modernisiert. Der Sekundärkreis ab Steigstrang (exklusive Fördertechnik/Pumpen) ist Stand – Erstausrüstung. Die Raumheizflächen bestehen aus Guss-Glieder-Radiatoren – Erstausrüstung. Thermostatische Regelarmaturen sind bereits vorhanden.



Isometrische Darstellung des Schulgebäudes

Quelle Bild: Planungshilfe für die Instandsetzung und Modernisierung von Typenschulen TS66/TS69 – ZNWB - Berlin, 94

Der Sanierungsstau des Schulgebäudes ist bereits mit bloßem Auge zu erkennen. Zum Teil wurden bereits Fensterelemente und einige Klassenräume saniert. Ein Großteil der restlichen Bau-Substanz befindet sich noch im Zustand der Erstausrüstung. Die Dacheindeckung der Trakte B/C wurde im Rahmen einer Sturmschaden-Behebung bereits saniert. Das Hauptdach (A) wurde am Tag der Objektbesichtigung nicht begangen. Durch örtliche Informationen kann davon ausgegangen werden, dass die Qualität des Dach Trakt A analog B/C ist. Auf Grundlage des Alters der Dacheindeckung (10-15 Jahre) kann von einer Dämmung unter der Abdichtungsebene ausgegangen werden. Bauzeittypisch wäre hier ein EPS Dämmstoff 120-140mm WLG 040. Bei der fortführenden Planung ist zu beachten, dass es sich bei diesem Dämmmaterial ggf. um HBCD haltiges Material handeln kann. Diese Stoffe müssen dann als Sondermüll entsorgt werden!

Die Nutzung des Objektes erfolgt im „offenen Ganztagschulen Prinzip“ (6.30-17.00Uhr). Partiiell befinden sich im Objekt derzeit Räumlichkeiten ohne Nutzung (Leerstand). Die Turnhalle der Schulanlage wird im Vormittagszeitraum durch den Schulsport genutzt. Außerhalb dieser Zeiten erfolgt unterwöchig eine kontinuierliche Vereinsportnutzung. An den Wochenenden wird die Halle temporär als Wettkampfstätte betrieben. In den Sommerferien ist die Turnhalle geschlossen.

[ siehe auch Fotodokumentation ab Seite 12 ]

# Energieverbrauchsdaten

Zur Analyse der Energie-Verbrauchsstruktur im Objekt GS20 wurden am 29.11.2016 von der Stadtverwaltung Erfurt, Amt 23 per E Mail, die folgenden Verbrauchsdatensätze zur Verfügung gestellt.

GS 20, Gubener Str.10a in 99091 Erfurt

## Verbrauchsdaten 2013

Energieträger	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktober	November	Dezember	Summe
Erdgas [m <sup>3</sup> ]	10.957	12.280	9.977	4.367	2.186	719	386	271	1.739	4.148	6.986	7.918	61.934
Strom [kWh]	7.450	7.670	5.520	6.610	6.930	5.500	4.450	5.020	8.550	9.850	10.650	9.950	88.150

## Verbrauchsdaten 2014

Energieträger	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktober	November	Dezember	Summe
Erdgas [m <sup>3</sup> ]	8.508	5.822	3.941	1.737	1.334	398	427	369	645	3.566	5.991	8.646	41.384
Strom [kWh]	11.700	10.050	10.260	7.700	8.350	6.010	4.920	3.900	7.600	9.850	10.010	10.200	100.550

## Verbrauchsdaten 2015

Energieträger	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktober	Nov.	Dezember	Summe
Erdgas [m <sup>3</sup> ]	8.794	8.218	7.314	4.476	321	371	177	407	1.638	5.429	5.949	8.615	51.709
Strom [kWh]	10.450	8.200	8.450	8.700	7.350	8.050	3.600	6.050	9.200	10.100	10.850	12.350	103.350

## Baseline

Die um den pauschalen Anteil (Verbrauch Turnhalle<sup>1</sup>) bereinigten Verbräuche wurden in einem arithmetisch gemittelten „Verbrauch-Schulgebäude“ (Tabelle 1) definiert. Dieser Wert bildet die Grundlage zur Einschätzung der Nutzungs- und Verbrauchsstruktur des Gebäudes und wird als Baseline dieser Studie betrachtet.

Tabelle 1

Medium	Verbräuche der Liegenschaft gesamt in:			Verbrauch Turnhalle <sup>1</sup> [kWh]	Ø Verbrauch 2013-2015 Schulgebäude
	2013	2014	2015		
Strom [kWh]	88150	100550	103350	10000	87350
Gas [kWh Hs]	687467	459362	573981	100000	473600

<sup>1</sup>) pauschaler Wert; ermittelt anhand vergleichbarer Verbrauchswerte von Turnhallen ähnlicher Nutzungsstruktur (Quelle: Erfurter Sportbetriebe, Verbrauchsdatenabrechnungen: Sporthalle – Albert-Einstein-Str.37 und Judohalle Wiesenhügel – In der Lutsche 10)

# Energiedatenanalyse

Abbildung der zeitlich bezogenen **Jahresarbeit Strom** auf dem Profil des jährlichen Gradtagzahlenverlaufs (GTZ)

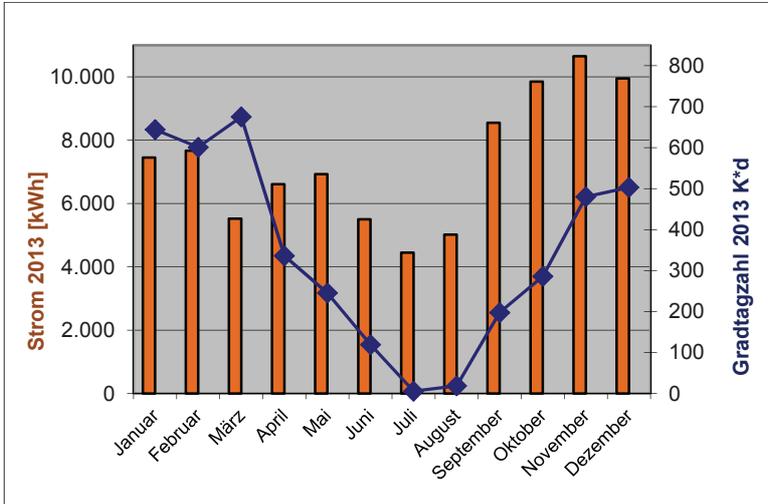


Diagramm 1 - [Jahr 2013]

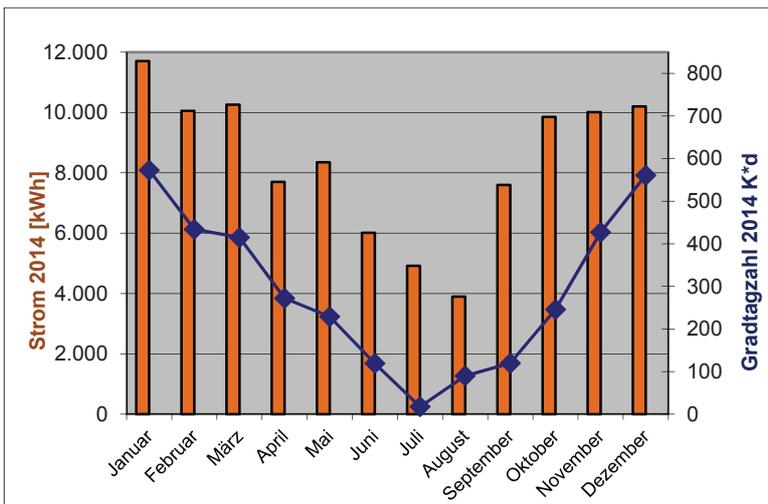


Diagramm 2 - [Jahr 2014]

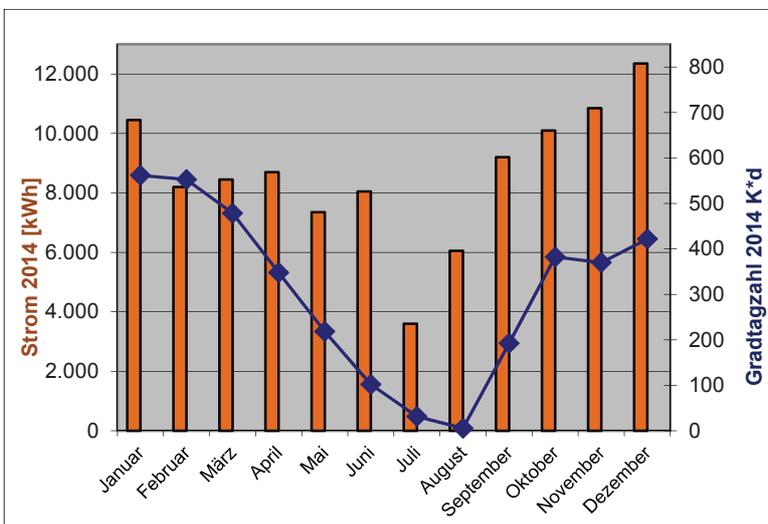


Diagramm 3 - [Jahr 2015]

## Aussage Diagramm 1-3

Es ist keine Plausibilität des Verhaltens von monatlichem Stromverbrauch und GTZ herstellbar. Erwartet werden dürfte eine Badewannenform, da keine elektrisch betriebene Kältemaschine für Raumluft vorhanden ist und der Stromeinsatz für Beleuchtung und für Medientransporte im Sommer gegenüber dem im Winter wesentlich geringer sein müsste.

Die Abweichungen vom erwarteten Verlauf des Stromeinsatzes sind besonders in den Sommermonaten auffällig. Speziell ist in den Ferienmonaten April, Juli und Oktober ist ein signifikantes Delta zwischen tatsächlicher Nutzung und Stromeinsatz zu erkennen.

Hier wäre eine Abflachung der Verbrauchsverläufe plausibel.

### Wertung

Es kann aufgrund der vorstehenden Analyseergebnisse auf Schwachstellen im mengenoptimierten Energieeinsatz geschlussfolgert werden.

# Energiedatenanalyse

Abbildung der zeitlich bezogenen Jahresarbeit Erdgas auf dem Profil des jährlichen Gradtagzahlenverlaufs (GTZ)

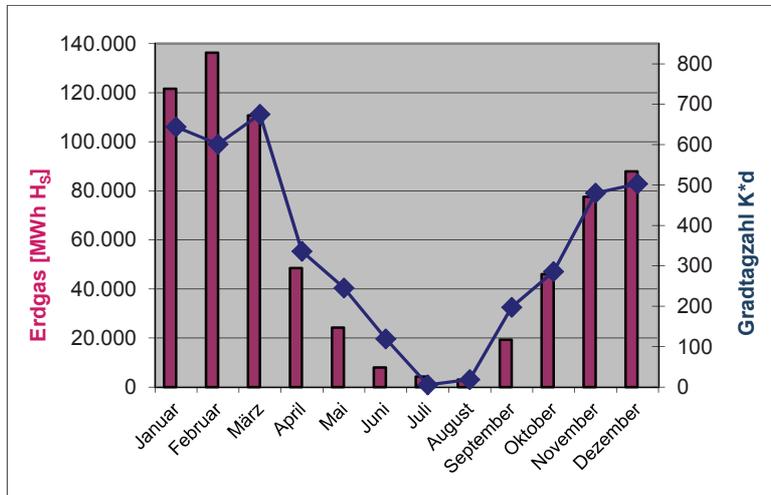


Diagramm 4 - [2013]

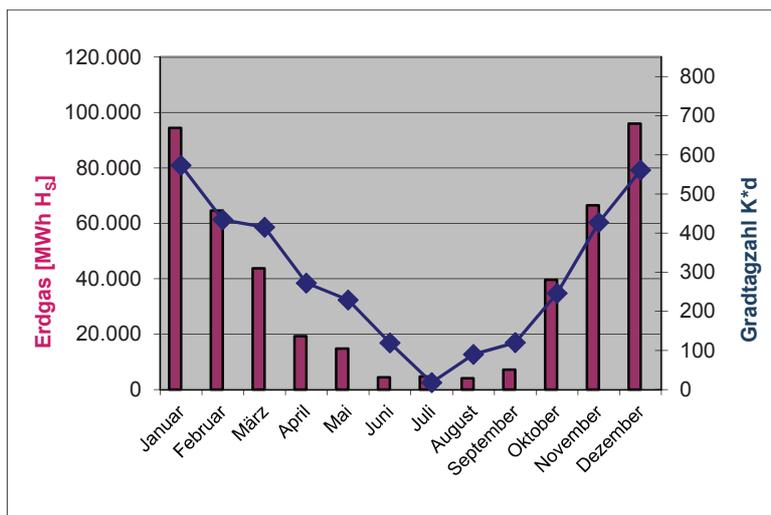


Diagramm 5 - [2014]

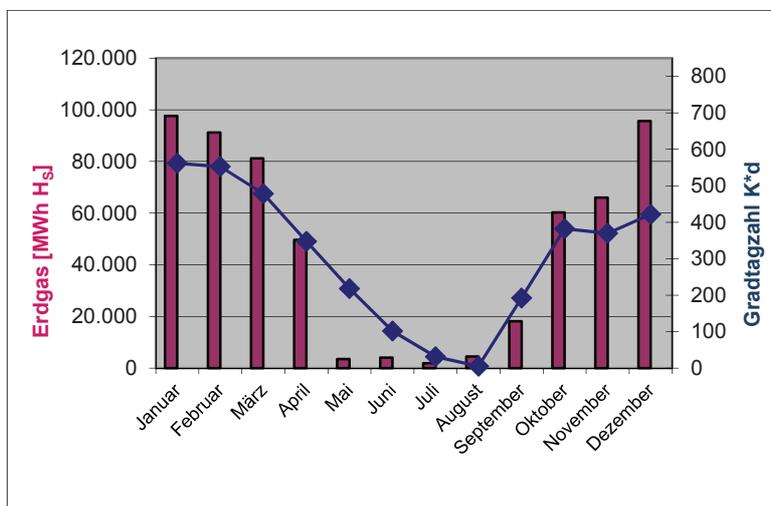


Diagramm 6 - [2015]

## Aussage Diagramm 4-6

Für die Monate mit geringem Wärmebedarf (4-9) ist eine gute Übereinstimmung zwischen Gradtagzahlverlauf und gradtagzahlabhängigen Erdgaseinsatz zu erkennen.

In den warmen Jahreszeiten in welchen auch die Ferienzeiten liegen erfolgt jedoch immer noch eine Wärmeabnahme.

Dies signalisiert, dass hier Energieeinsparpotentiale aktivierbar sind, die u. a. im Bereich der Effizienz der Energiewandlung von Erdgas in Wärme sowie in der Reduzierung von Bereitstellungsverlusten zu erwarten sind.

In den Wintermonaten erfolgt konstant eine Überschreitung des Wärmeverbrauches über die GTZ-Kurve. Das deutet auf eine zu hohe Wärmeinanspruchnahme in den kälteren Monaten hin.

Die daraus abzuleitenden Schwachstellen könnten durch erhöhte Transmissions-, Lüftungs- und Verteilungsverluste erklärt werden.

## Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle

Die Maßnahmen zur thermischen Ertüchtigung der Hüllflächenbauteile korrespondieren mit den „Energetischen Standards für Hochbaumaßnahmen der Stadt Erfurt“ [Pkt. Bestandsanierung, Stand 08.07.2015]

**Tabelle 2**

Geschoss	Bauteile	Aufbau	U-Wert [W/m²K]
KG	Böden	keine energetischen Maßnahmen geplant	-
KG	Außenwände erdberührt bzw. Spritzwasserbereiche	Perimeterdämmung WLG 035 d = 140mm  Material z.B. EPS 035 PW/PB	0,22
EG - 3.OG	Außenwände mit WDVS	WDVS Dämmung d ≥ 140mm WLG 035	≤ 0,22
	vorgehängten - hinterlüftete Fassaden	Fassadendämmung d ≥ 160mm WLG 032	≤ 0,22
	Flachdächer	Flachdachdämmung d ≥ 180mm WLG 032	≤ 0,18
	Pultdächer	Flachdachdämmung d ≥ 180mm WLG 032	≤ 0,18
KG - 3.OG	Fenster Kunststoff - neu	keine Maßnahmen	U <sub>w</sub> ca. 1,5
KG - 3.OG	Fenster Holz - alt	Fenster Kunststoff	U <sub>w</sub> ≤ 1,2
EG	Außentüren		U <sub>D</sub> ≤ 1,80
EG-2.OG	transparente Fassade Verbinder	Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Wärmeschutzverglasung	U <sub>CW</sub> ≤ 1,35
EG - 3.OG	Sonnenschutz an zu definierten Fensterflächen	Außenliegende Elemente Jalousien oder Raffstore mit drehbaren Lamellen  Sonnenschutzverglasung	F <sub>C</sub> – Wert ≤ 0,25  g ≤ 0,40

Für den Fall einer **bauteilbezogenen Sanierung gem. Anforderungen EFRE** sind die Bauteile Dach/ Fassade/ Fenster entsprechend KfW Programm 217/218 zu ertüchtigen

**Tabelle 2.1**

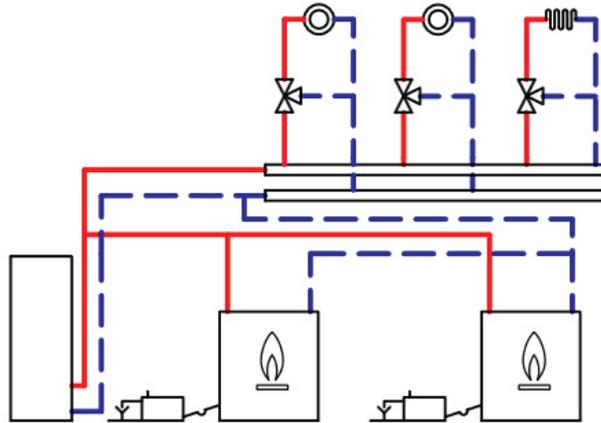
	Flachdächer	Flachdachdämmung d ≥ 220mm WLG 035	≤ 0,14
	Fassaden	WDVS Dämmung d ≥ 160mm WLG 035	≤ 0,20
	Fenster Holz - alt	Fenster Kunststoff (3fach VG)	U <sub>w</sub> ≤ 0,95

# Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung

## Variante 1

Ersatz der bestehenden Kesselanlage zugunsten eines

- Gas Brennwert Kessel
- Hydraulische Optimierung Primärkreis
- Separierung Speicherladung
  
- ggf. Redundanz durch einen der Bestandskessel schaffen



Schematische Darstellung Variante 1 [Quelle Viessmann]

**vorläufige Kostenannahme:**

KG 421 – 40000,- € / brutto

### Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE -

Durch Umsetzung der Variante 1 (Heizwärmeversorgung) in Verbindung mit den Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle kann das EnEV-Niveau (Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gem. §9 ff.) **eingehalten** werden.

Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude gemäß EEWärmeG 2011, §1 ff wird jedoch **nicht** entsprochen.

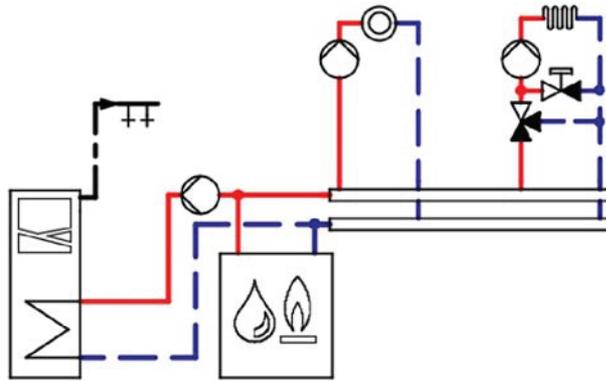
Die Fördervoraussetzungen des Thüringer EFRE-Programms 2014-2020 „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ können mit dieser Variante **nicht erfüllt** werden.

# Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung

## Variante 2

Ersatz der bestehenden Kesselanlage zugunsten eines

- Gas Brennwert Kessel
- Erneuerung des Gebäude- Wärmeverteilnetzes
- Erneuerung der Gebäude- Raumheizflächen
- Abluftwärmepumpentechnik zur Trinkwarmwasserbereitung
- Photovoltaikanlage zur Eigenstromproduktion  $\geq 5\text{kWp}$
- Erneuerung der Gebäude- Innenbeleuchtung (LED)



Schematische Darstellung Variante 2 [Quelle Viessmann]

### vorläufige Kostenannahme:

Quelle:

- Statistische Kostenkennwerte – BKI:  
Altbau/Modernisierung - Schulen u. Kindergärten
- vergleichbare Projekte

KG 421 –	40000,- € / brutto
KG 422 –	125000,- € / brutto
KG 423 –	150000,- € / brutto
KG 412 –	10000,- € / brutto
KG 442 –	15000,- € / brutto
KG 445 –	120000,- € / brutto

### Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE -

Durch Umsetzung der Variante 2 (Heizwärmeversorgung) in Verbindung mit den Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle kann das EnEV-Niveau (Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gem. §9 ff.) **eingehalten** werden.

Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude gemäß EEWärmeG 2011, §1 ff wird jedoch bei einer grundlegenden Renovierung §2 Abs.2 Satz 3 (Sanierung Hülle und Anlagentechnik in einem Zug) **nicht** entsprochen.

Ob eine Fördervoraussetzung im Thüringer EFRE-Programms 2014-2020 „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ besteht ist unklar. Da sich der Fördermittelgeber nur auf die Unterschreitung des Primärenergiebedarfs um  $\geq 20\%$  bezieht. Nach Klarstellung der Situation ob es sich um eine grundlegende Renovierung gem. §2 Abs.2 Satz 3 handeln wird, sollte hier eine separate Anfrage beim Fördermittelgeber gestellt werden.

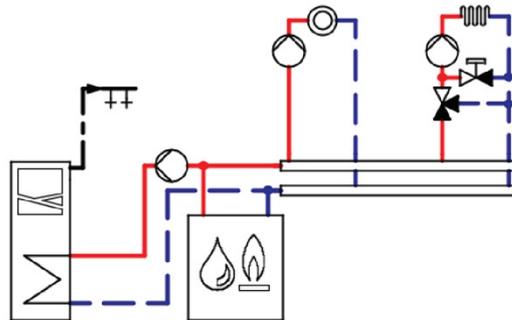
# Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung

## Variante 3

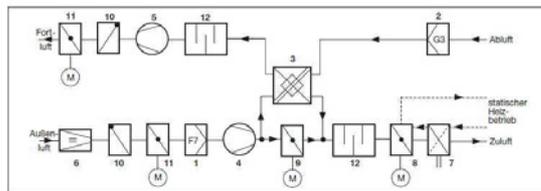
Ersatz der bestehenden Kesselanlage zugunsten eines

- Gas Brennwert Kessel
- Erneuerung des Gebäude- Wärmeverteilnetzes
- Erneuerung der Gebäude- Raumheizflächen
- Erneuerung der Gebäude- Innenbeleuchtung (LED)
- Abluftwärmepumpentechnik zur Trinkwarmwasserbereitung
- Raumlufttechnik mit Wärmerückgewinnung für die Zonen: „Klassenraum“

dezentral / zentral in ff. Leistungsphasen prüfen



Schematische Darstellung Variante 3 [Quelle Viessmann]



Schema einer Lüftungsanlage mit WRG [Quelle TROX GmbH]

## vorläufige Kostenannahme:

Quelle:

- Statistische Kostenkennwerte – BKI:
- Altbau/Modernisierung - Schulen u. Kindergärten
- vergleichbare Projekte

KG 421 –	40000,- € / brutto
KG 422 –	125000,- € / brutto
KG 423 –	150000,- € / brutto
KG 445 –	120000,- € / brutto
KG 431 –	170000,- € / brutto

## Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE -

Durch Umsetzung der Variante 3 (Heizwärmeversorgung) in Verbindung mit den Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle kann das EnEV-Niveau (Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gem. §9 ff.) **eingehalten** werden.

Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude gemäß EEWärmeG 2011, §1 ff **wird entsprochen**.

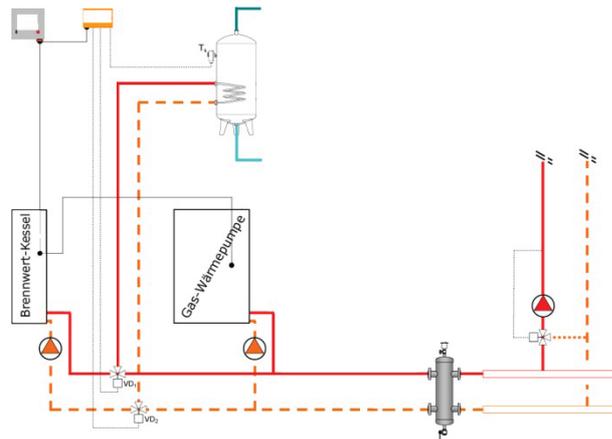
Die Fördervoraussetzungen des Thüringer EFRE-Programms 2014-2020 „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ können mit dieser Variante **erfüllt** werden.

# Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung

## Variante 4 = Vorzugsvariante

Ersatz der bestehenden Kesselanlage zugunsten eines **bivalenten Heizsystems**

- Gas betriebene Absorptionswärmepumpe mit Bohrung von Erdsonden ca. 350m
- Gas Brennwert Kessel (Spitzenlast +TWWB)
- *optional:*  
*Abluftwärmepumpentechnik zur Trinkwarmwasserbereitung Bedarf : Schule*
- Erneuerung des Wärmeverteilsnetzes
- Erneuerung der Raumheizflächen
- *separates Gas Brennwertgerät zur vollständigen Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung Zone: Turnhalle Errichtung in Heizzentrale-Schule Versorgung Zone Turnhalle über bestehendes Nahwärmenetz*
- Erneuerung der Gebäude-Innenbeleuchtungselemente (LED)



Schematische Darstellung Variante 4.1 [Quelle Robur]

### vorläufige Kostenannahme:

Quelle:

- Statistische Kostenkennwerte – BKI:
- Altbau/Modernisierung - Schulen u. Kindergärten
- vergleichbare Projekte

KG 421 –	110000,- € / brutto
KG 422 –	125000,- € / brutto
KG 423 –	150000,- € / brutto
KG 412 –	5000,- € / brutto
KG 445 –	120000,- € / brutto

### Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE -

Durch Umsetzung der Variante 4 (Heizwärmeversorgung) in Verbindung mit den Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle kann das EnEV-Niveau (Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gem. §9 ff.) **eingehalten** werden.

Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude gemäß EEWärmeG 2011, §1 ff **wird entsprochen**.

Die Fördervoraussetzungen des Thüringer EFRE-Programms 2014-2020 „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ können mit dieser Variante **erfüllt** werden.

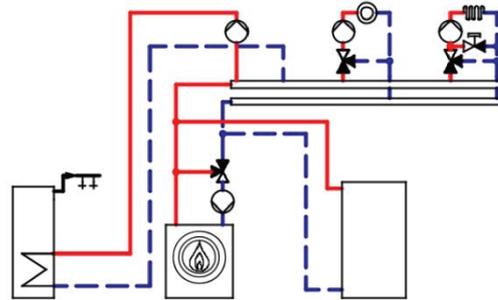
**Erschließung Erdwärmequelle:** Nach mündlicher Rückfrage beim zuständigen Umweltamt / Wasserbehörde steht dem Vorhaben nach erstem Blick nichts entgegen.

# Maßnahmen zur Sanierung der Heizwärmeversorgung

## Variante 5

Ersatz der bestehenden Kesselanlage zugunsten eines

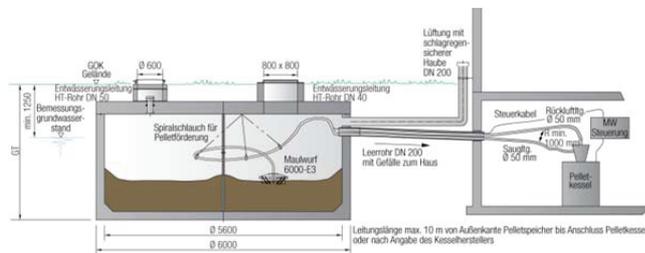
- Biomasse Heizkessels (Holzpellets)
- Erstellung eines Pellet-Erdspeichers 60m<sup>3</sup>
- Hydraulische Optimierung Primärkreis
- Separierung Speicherladung



Schematische Darstellung Variante 4 [Quelle Viessmann]

### optional:

- Erneuerung des Gebäude- Wärmeverteilnetzes
- Erneuerung der Gebäude- Raumheizflächen
- Erneuerung der Gebäude- Innenbeleuchtung (LED)
- Abluftwärmepumpentechnik zur Trinkwarmwasserbereitung



Darstellung Pellet-Erdspeicher mit Fördertechnik [Quelle Mall Umweltsysteme]

### vorläufige Kostenannahme:

KG 421 – 15000,- € / brutto

Quelle:

- Statistische Kostenkennwerte – BKI:
- Altbau/Modernisierung - Schulen u. Kindergärten
- vergleichbare Projekte

KG 422 – 125000,- € / brutto

KG 423 – 150000,- € / brutto

KG 412 – 20000,- € / brutto

KG 445 – 120000,- € / brutto

} optional

### Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE-

Durch Umsetzung der Variante 5 (Heizwärmeversorgung) in Verbindung mit den Maßnahmen zur Sanierung der Thermischen Hülle kann das **EnEV-Niveau** (Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gem. §9 ff.) **eingehalten** werden.

Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude gemäß EEWärmeG 2011, §1 ff **wird entsprochen**.

Die Fördervoraussetzungen des Thüringer EFRE-Programms 2014-2020 „Nachhaltige Stadt- und Ortsentwicklung“ können mit dieser Variante **erfüllt** werden.

Zur Erreichung der energetischen Zielvorgaben EFRE/ EnEV/ EEWärmeG sind die Maßnahmen der Kostengruppen 422,423,412,445 rechnerisch entbehrlich. Aus technischer sowie energiewirtschaftlicher Sicht ist die Umsetzung dieser Maßnahmen zu empfehlen.

# Beachtung der Raumlufqualität in Klassenräumen im Rahmen einer energetischen Sanierungen

## Tenor

Es ist allseits bekannt, dass die Raumlufqualität in deutschen Schulen oft nicht dem Anforderungsprofil an ein gesundes Lernumfeld entspricht. Untersuchungen ergeben, dass eine Kausalität zu sinkender Leistungsfähigkeit, Unkonzentriertheit, Risiken zur Krankheitsübertragung sowie Krankheitsbildern (Sick-Building-Syndrom) besteht.

## technisch-wissenschaftliche Vereine nenne das „Kind“ beim Namen

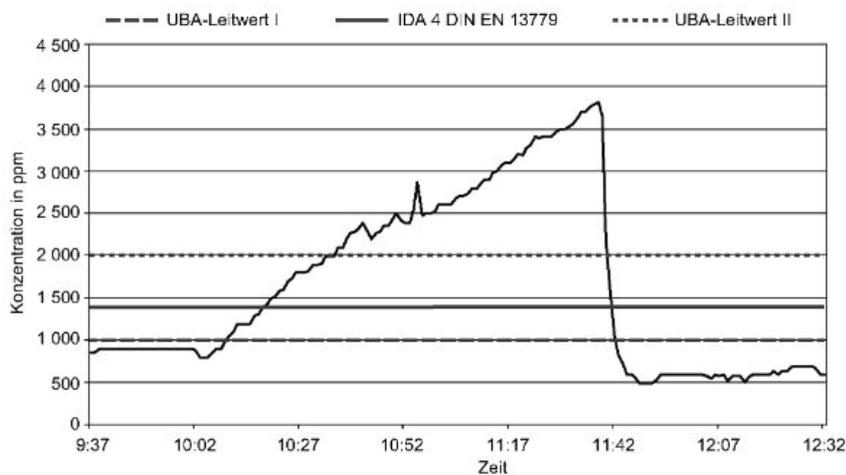
Zitat: *VDI 6040 / Blatt 1*

Raumlufqualität in Schulen wird in letzter Zeit verstärkt diskutiert/erörtert. Beim Neubau oder der Sanierung **werden häufig nur energetische Aspekte berücksichtigt**, die dazu führen, dass sich die Raumlufqualitäten in Schulen verschlechtert

## Staus quo

Um einen statistisch abgesicherten Überblick über Innenraumbelastungen in Schulen unter verschiedenen Nutzungs- und Lüftungsbedingungen zu gewinnen, haben die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen und ihre Vorgängerinstitutionen im Rahmen des Projektes „Gesunde Luft in Schulen“ umfangreiche Messungen unter anderem der CO<sub>2</sub> Konzentration in zufällig ausgewählten Klassenräumen durchgeführt.

Die folgende Grafik zeigt wie sich die CO<sub>2</sub> Konzentration in einem Klassenraum einer Grundschule über zwei Unterrichtsstunden ohne Lüftung entwickelt hat. Dieser Verlauf kann durchaus als exemplarisch mit Blick auf örtliche Situationen angenommen werden.



Quelle: [ Studie Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft von Dr.-Ing. Heinz-Dieter Neumann, Martin Buxtrup, Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf ]

# Beachtung der Raumlufqualität in Klassenräumen im Rahmen einer energetischen Sanierungen

## Historie

Bereits der Bayrische Chemiker Max von Pettenkofer vormolierte im Jahr 1858 die folgende Aussage:

„Ich bin auf das lebendigste überzeugt, dass wir die Gesundheit unserer Jugend wesentlich stärken würden, wenn wir in den Schulhäusern, in denen sie durchschnittlich fast den fünften Theil des Tages verbringt, die Luft stets so gut und rein erhalten würden, dass ihr Kohlensäuregehalt nie über **1 pro mille** anwachsen könnte.“

## Fazit

Im Rahmen fortführender Planungsphasen sollte methodisch geprüft werden, inwieweit sich unbedenkliche Raumlufqualitäten für die Lernenden bzw. Schützlinge (ASR) für die Lehrenden herstellen lassen.

Hierbei muss der Fokus auf einer gesamtheitlichen Betrachtung unter Einbezug der folgenden Aspekte liegen:

Lastenanalyse; Regeln der Technik; Investitionskosten; Betriebskosten; Nutzung; Nutzer; Komfort; Bedienung; energetische Aspekte; sommerlicher Wärmeschutz

Arbeitshilfen hierbei können sein:

- VDI 6040 Blatt 1/2
- DIN EN 13779
- DIN EN 15251
- VDI 6022
- LüAR
- DIN 18017
- Studien: Bine, ISE, Umwelt Bundesamt,
- ASR A3.6

---

## Hinweise - EnEV / EEWärmeG / EFRE -

Der Einbezug von Raumluftechnischen Anlagen ohne energetische Effekte (WRG) in den Maßnahmenkatalog zur Sanierung der Grundschule 20 wurde bereits in den Varianten geprüft. Bei bedarfsgerechter Auslegung führen diese Maßnahmen nicht zum Verlust des förderfähigen energetischen Niveaus (exclusive Variante 3).

Es ist mit dem Fördermittelgeber abzustimmen inwieweit Maßnahmen zur Verbesserung der Raumlufqualitäten als förderfähige Investitionskosten anzusetzen sind. Aus Projekten in anderen Bundesländern ist bekannt, dass auch Maßnahmen in diesem Segment ohne energetischen Nutzen (Hybride Lüftungssysteme) als förderfähige Kosten in EFRE anerkannt werden.

---

# Übersicht-Zusammenfassung Maßnahmen-Kosten-Nutzen

Tabelle 3

Nr.	Variante /Maßnahmen	EFRE	EnEV	EEWärmeG	Kosten <sup>1)</sup> Maßnahme [€-brutto]	Prognose <sup>2)</sup> Energieverbrauch [kWh/a]	Reduzierung <sup>3)</sup> Energiekosten um [€/a]
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas Brennwert Heizkessel / KG 421</li> </ul>	nein	ja	nein	40000	Gas: 300000 kWh Strom: 85000 kWh	9150
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas Brennwert Heizkessel / KG 421</li> <li>a) Wärmeverteilnetze / KG 422</li> <li>b) Raumheizflächen / KG 423</li> <li>c) Abluft-Wärmepumpe (Trinkwarmwasserbereitung) / KG 412</li> <li>d) Photovoltaik Anlage ≥ 5kWp / KG 442</li> <li>e) Beleuchtungsanlagen LED-Lichtbänder / KG 445</li> </ul>	?	ja	nein	40000 125000 150000 10000 15000 120000	Gas: 240000 kWh Strom: 70000 kWh	14650
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas Brennwert Heizkessel / KG 421</li> <li>Lüftungsanlagen mit WRG (in Zone: Klassenräume) / KG 431</li> <li>Maßnahmen a+b+c+e der Variante 2</li> </ul>	ja	ja	ja	40000 170000 405000	Gas: 200000 kWh Strom: 120000 kWh	7150
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>bivalentes Heizsystem</li> <li>Grundlast: Gas betriebene Absorptionswärmepumpe / KG 421</li> <li>Bohrung Erdsonde ca. 350m / KG 421</li> <li>Spitzenlast: Gas Brennwert Heizkessel / KG 421</li> <li>Maßnahmen a+b+e der Variante 2</li> <li>separates Gas Brennwertgerät zur vollständigen Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung Zone: Turnhalle</li> </ul>	ja	ja	ja	35000 20000 40000 395000 15000	Gas: 215000 kWh Strom: 75000 kWh	14900
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomasse Heizkessel (Holzpellets) / KG 421</li> <li>Pelletlager 40 Tonnen als Erdspeicher / KG 421</li> </ul> <p>Zur Erreichung der energetischen Zielvorgaben EFRE/ EnEV/ EEWärmeG sind die Maßnahmen (a-e) der Varianten zuvor in dieser Variante rechnerisch entbehrlich. Aus technischer sowie energiewirtschaftlicher Sicht sind die Maßnahmen (a+b+e) jedoch auch hier notwendig!</p>	ja	ja	ja	70000 80000	Pellets: 318000 kWh Strom: 90000 kWh	8750

1) Kosten [Statistische Kostenkennwerte – BKI: Altbau/Modernisierung – Schulen u. Kindergärten]

2) Prognose Energieverbrauch nach Durchführung der Maßnahme [Nutzungs- und Verbrauchsstruktur nach Baseline: Ø Verbrauch Strom u. Gas der Jahre 2013-2015]

3) Reduzierung Energiekosten(netto) [Baseline: Ø Verbrauch: Strom u. Gas der Jahre 2013-2015 abzüglich Prognosewerte (Energieverbrauch nach Durchführung) x 0,05€/kWh<sub>HS</sub> Gas; 0,20€/kWh Strom; 0,045€/kWh Pellets]

## Fotos / Ansichten Gebäude



Ansicht: West

Bild 1



Ansicht: Nord-Ost

Bild 2



Ansicht: Süd-Ost

Bild 3



Ansicht: Süd

Bild 4

## Fotos / unsanierte Klassenräume



Bild 5

unsanierter Klassenraum  
Fachunterrichtstrakt

- Fenster aus Erstausrüstung
- Heizkörper Guss Radiatoren



Bild 6

unsanierter Klassenraum  
Klassenraumtrakt

- Fenster/Oberlichter aus Erstausrüstung
- Heizkörper Guss Radiatoren
- Beleuchtung aus Erstausrüstung

## Fotos / Heizzentrale



Bild 7

Kessel Kaskade  
bestehend aus 2 Stk.  
Öl/Gas-Spezialheizkessel (NT)  
Typ: Lollar G 505W  
Fabr. Buderus  
Wärmeleistung: 390 kW  
Baujahr 1990



Bild 8

Zweistoffbrenner  
Betrieb: Erdgas  
Typ: ELG3A 465 R-2P/R-P  
Fabr. Elco  
Feuerungswärmeleistung: 113-465 kW  
Baujahr 1991



Bild 9

zentraler  
Trinkwarmwasserspeicher  
Typ: ST 301; Fabr. Buderus  
Baujahr 1993  
Zirkulation  
Versorgung: WC, Küche

## Fotos / Wärmeverteilnetze



Bild 10



Bild 11

Bild 10/11: Verteilung im KG / Speiseausgabe



Bild 12

Bild 12: Nahwärmetrasse Turnhalle  
Bild 13: Turnhalle mit Anbau neu



Bild 13



Bild 14



Bild 15

Bild 14: UV Turnhalle  
Bild 15: Trinkwarmwasserspeicher  
mit zusätzlicher E-Patrone