



ingenieure für energie- und versorgungstechnik

Nachhaltigkeit
hat Priorität



Ganzheitliches Energiekonzept für die Liegenschaften der Hochschulen in Weihenstephan

Beratungsleistung zur energetischen
Optimierung des Geländes
TUM und HSWT



Agenda

1. Team für Technik GmbH
2. Energiekonzept für Campus TUM/ HSWT
3. Projektphasen I bis V
4. Phase III - Energetische Gebäudegrobanalyse
5. Beispielgebäude
6. Beispielrechnung
7. Fragen und Diskussion
8. Organisation



Ganzheitlicher Ansatz

...Unsere wichtigsten **Lebensgrundlagen** hängen von langfristig intakten Ökosystemen ab.

...Die nachhaltige Bewirtschaftung fordert mehr denn je die **Innovationskraft** der Ingenieure.



Team für Technik GmbH

- Innovative Ingenieurgesellschaft im Bereich **Energie- und Versorgungstechnik**
- **Europaweite** Erfahrung in Beratung, Planung und Objektüberwachung
- Ökologisch und ökonomisch **nachhaltige** Lösungen



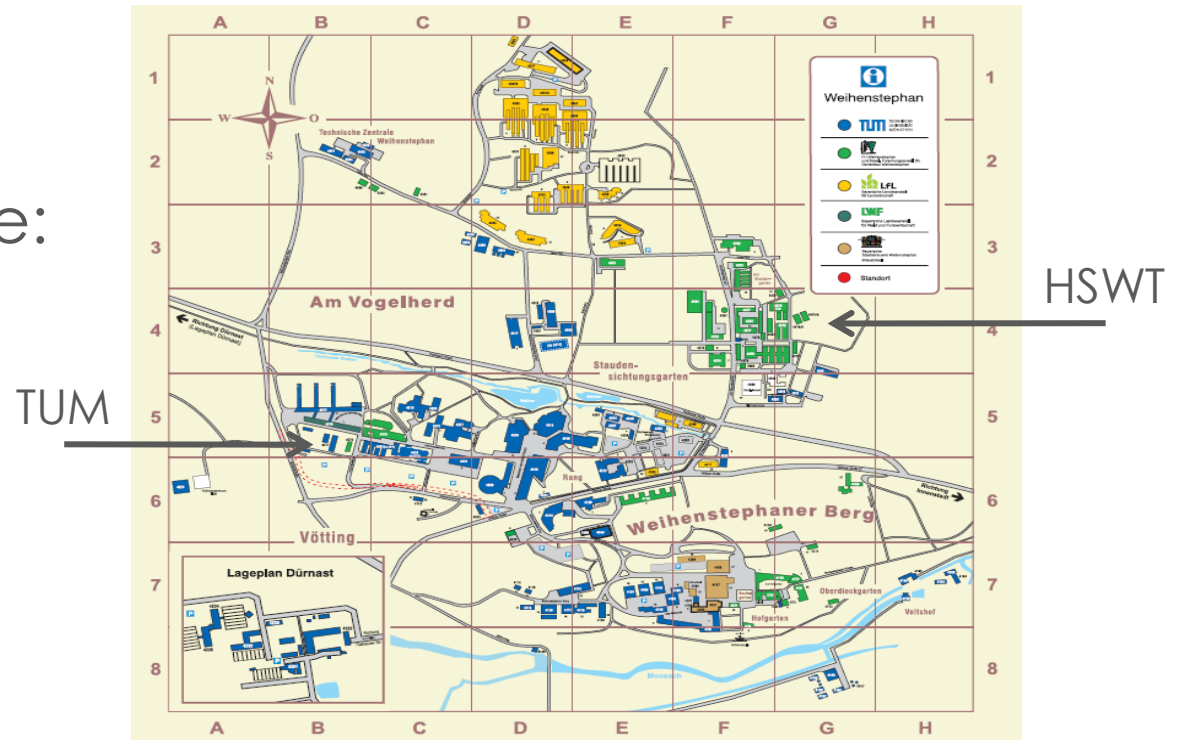


Projekthintergrund

- Auftraggeber:
Technische Hochschule München
- Fördergeldgeber:
Bundesumweltministerium, Forschungszentrum Jülich
- Projektaufgabe:
Ganzheitliches Energiekonzept
- Projektumfang:
TUM und HSWT

Rahmenbedingungen

- Projektzeitraum:
1 Jahr
- Anzahl Gebäude:
75 Stück
- Nutzer:
Fakultäten
- Fläche Gelände
285 Hektar



Projektziel

Projektziel:

Reduzierung der

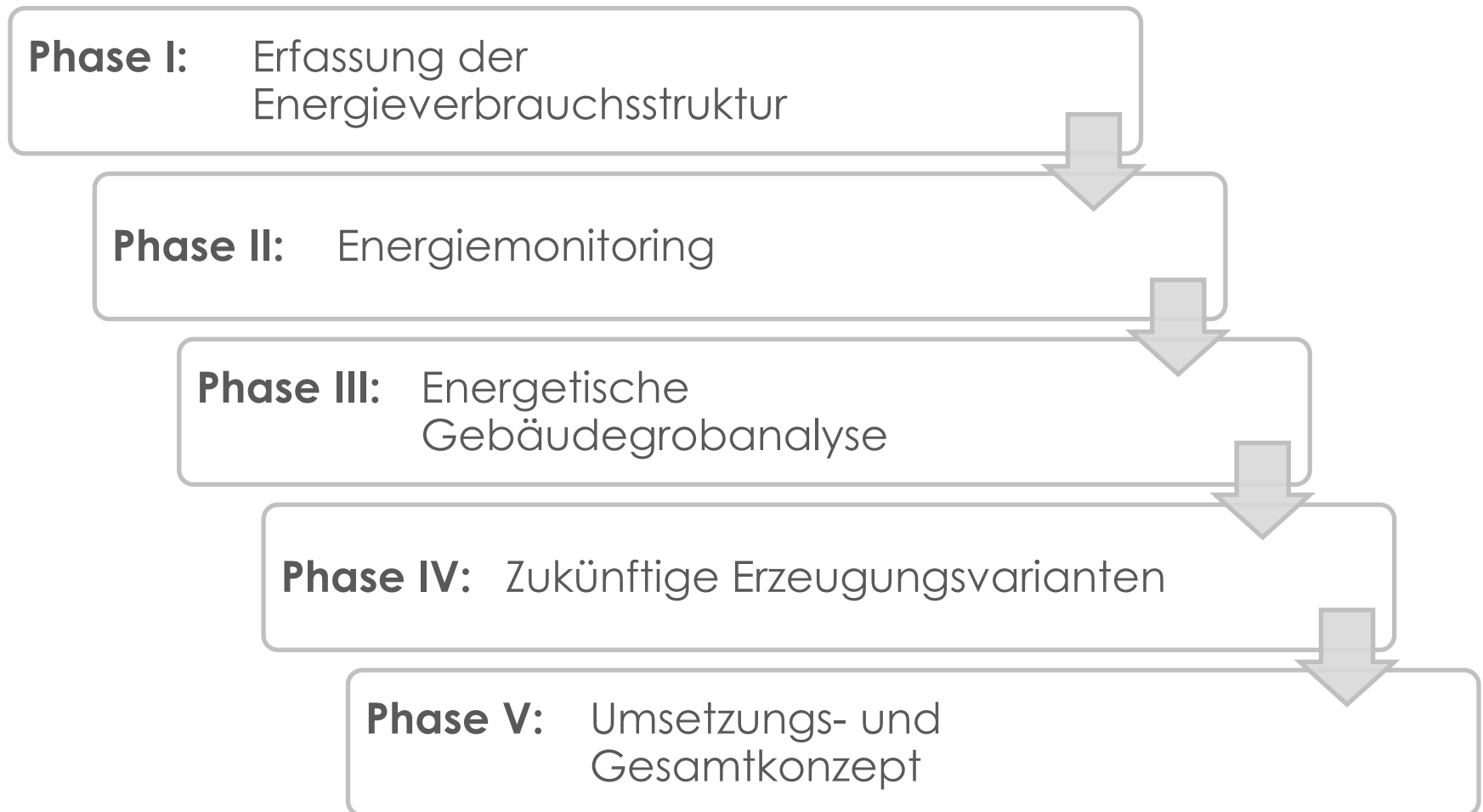
→ CO₂-Emmisionen

→ Energiekosten

Dreiklang

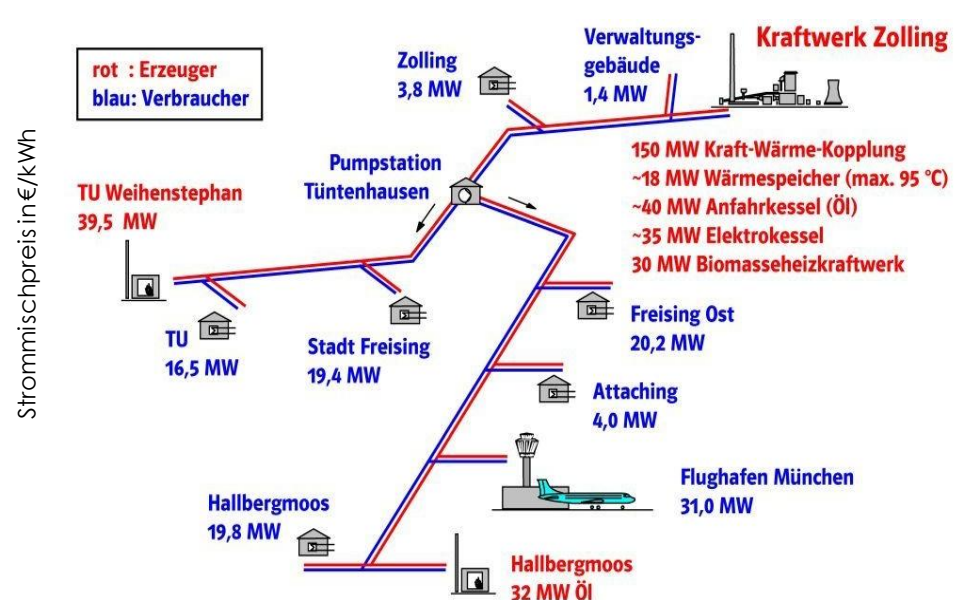
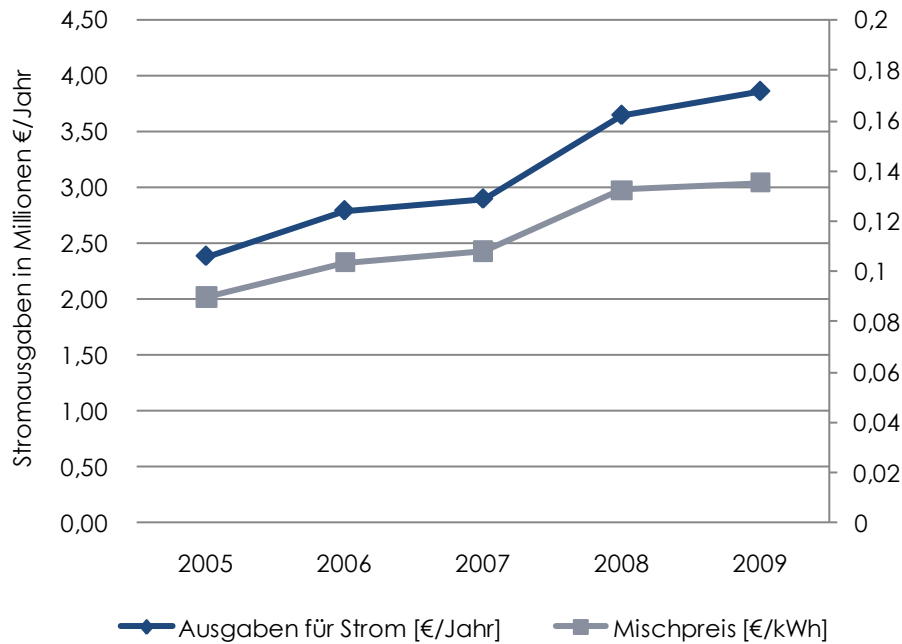
1. Energieverbrauch senken
2. Steigerung der Energieeffizienz
3. Einsatz von Erneuerbaren Energien

Projektphase I bis V - Projektablauf



Projektphase I bis V - Phase I

- Erfassung der Energieverbrauchsstruktur



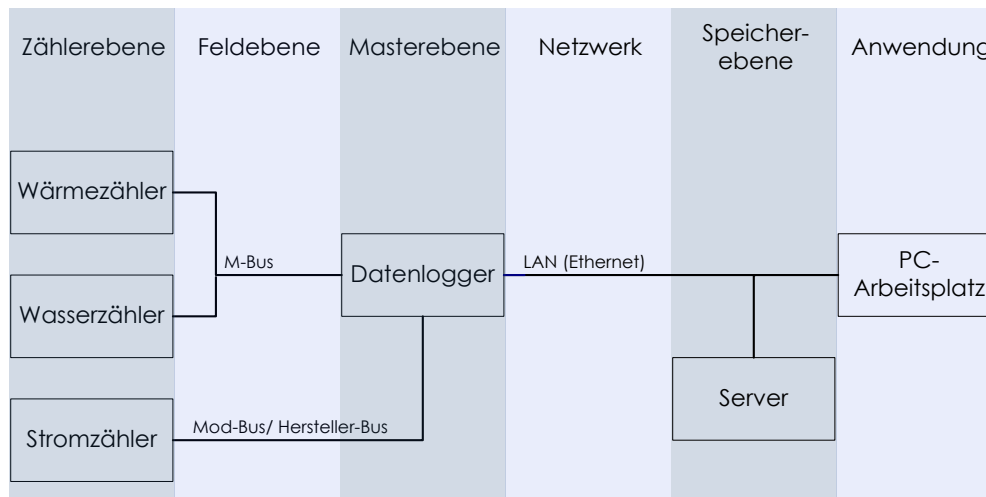
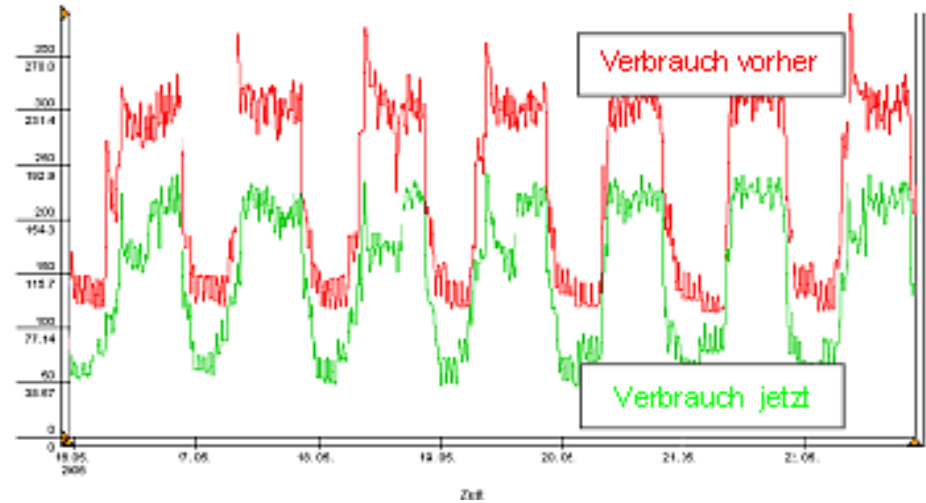
Projektphase I bis V - Phase I

- Erfassung der derzeitigen Energieversorgung und Energieverbrauchsstruktur
 - Sichtung und Auswertung Plan- und Datenmaterial
 - Erste orientierende Objektbegehungen
 - Auswertung der Energieabrechnungen
 - Prüfung von Lieferverträgen
 - Ermittlung von Jahresdauerlinien

→ Erstes Benchmarking

Projektphase I bis V - Phase II

- Energiemonitoring



Projektphase I bis V - Phase II

- Bestandteile Energiemonitoring:
 - Erfassen von Energieverbräuchen
 - Aufbereitung
 - Auswertung
 - Erfolgskontrolle

- Ablauf:
 - Erfassung bestehender Zählerstruktur
 - Infrastruktur, Hardware und Software
 - Personelle Kapazität
 - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Projektphase I bis V - Phase III

- Energetische Gebäude**grob**analyse



Projektphase I bis V - Phase III

- Ziel: Energieeinsparpotential ermitteln

- Gebäudebegehung:
 - Anlagentechnik
 - Bauphysik
 - Beleuchtung
 - Sanitäreanlagen
 - Nutzerverhalten

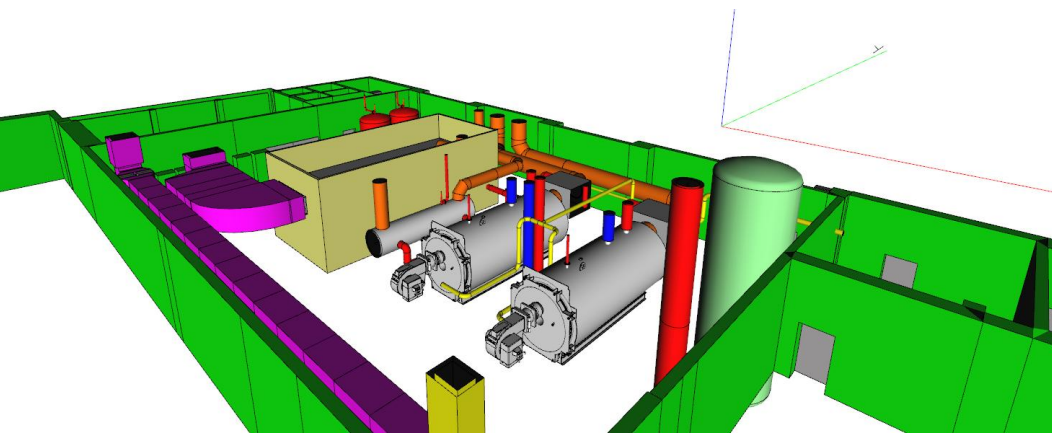
Projektphase I bis V - Phase III

- Ergebnis: Gebäudebericht
 - Übersicht der Ergebnisse
 - Benchmarking
 - Beschreibung der Schwachstellen mit Fotodokumentation
 - Maßnahmenkatalog mit Wirtschaftlichkeitsrechnung
 - Kennwerte



Projektphase I bis V - Phase IV

- Zukünftige Erzeugungsvarianten



Projektphase I bis V - Phase IV

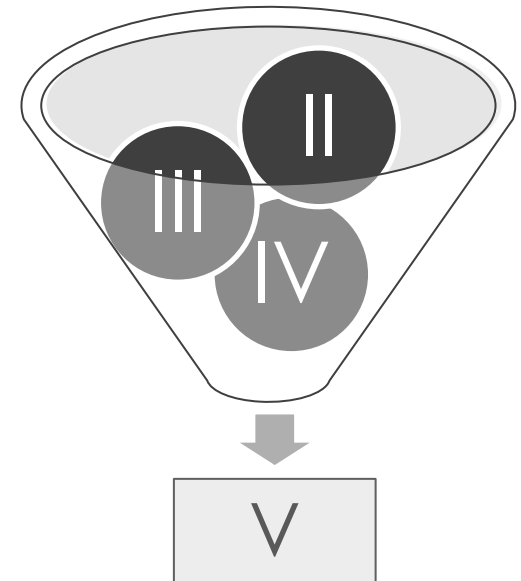
- Entwicklung von Bedarfsszenarien
- Entwicklung von Energieerzeugungsvarianten
 - Unabhängig vom bestehenden System
 - Als Ergänzung zum bestehenden System
- Dimensionierung/Auslegung wichtigster Anlagenkomponenten
- Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Energetische Bilanzierung
- Schadstoffbetrachtung

Projektphase I bis V - Phase V

Umsetzung- und Gesamtkonzept

Bestandteile:

- Zusammenfassung Phase I bis IV
- Aktualisierung der Ergebnisse
- Liegenschaftsübergreifender Maßnahmenkatalog
- Ablaufplan



Energetische Gebäudegrobanalyse

Phase I: Erfassung der
Energieverbrauchsstruktur

Phase II: Energiemonitoring

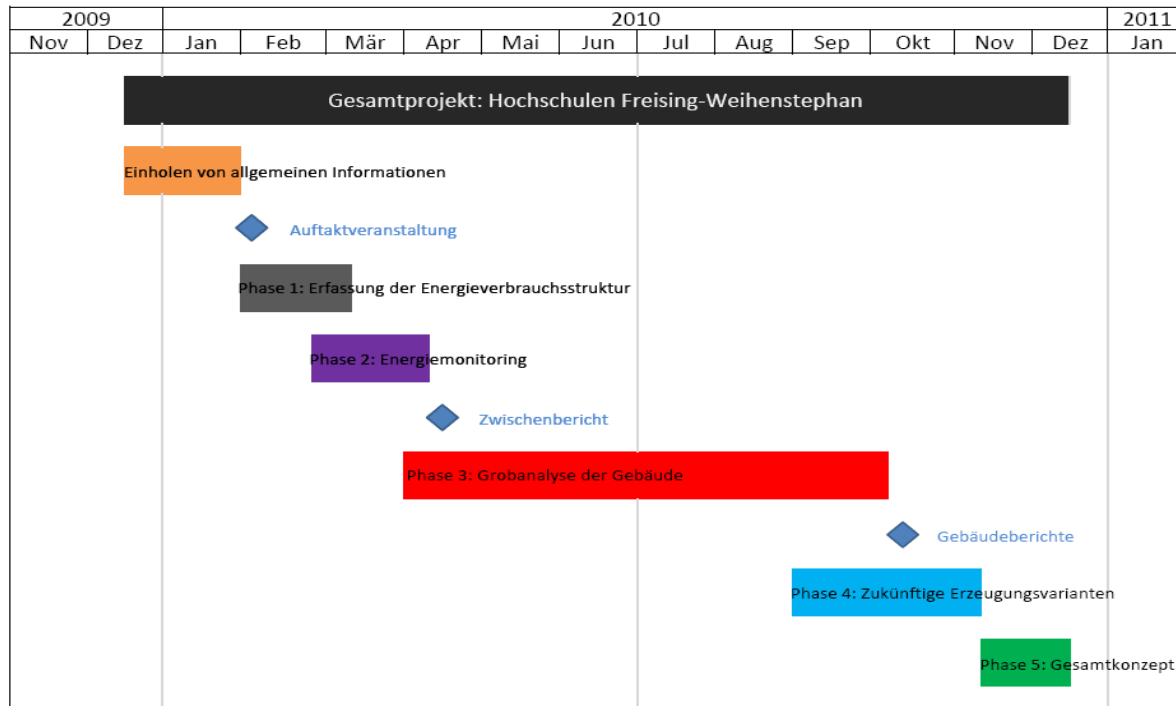
Phase III: Energetische
Gebäudegrobanalyse

Phase IV: Zukünftige Erzeugungsvarianten

Phase V: Umsetzungs- und
Gesamtkonzept

Energetische Gebäudegrobanalyse - Rahmenbedingungen Grobanalyse

- Projektzeitraum:
1 Jahr
- Projektdauer
Phase III:
6 Monate
- 75 Gebäude



Energetische Gebäudegrobanalyse - Energieeinsparmaßnahmen

Welche Energieeinsparmaßnahmen fallen Ihnen ein?



Energetische Gebäudegrobanalyse - Energieeinsparmaßnahmen

- Wärme
 - Thermostatventil
 - Wärmerückgewinnungsanlage
 - Wärmeschutzverglasung



- Wärme Dämmung
 - Oberste Geschossdecke
 - Dach
 - Kellerdecke
 - Außenwand



Energetische Gebäudegrobanalyse - Energieeinsparmaßnahmen

- Strom
 - Demontage 5-Liter-Untertischspeicher im WC-Bereich
 - Zeitschaltuhr für Untertischspeicher
 - Einbau von Frequenzumrichtern
 - Einbau von Hocheffizienzpumpen



Energetische Gebäudegrobanalyse - Energieeinsparmaßnahmen

- Strom

Beleuchtung:

- Energiesparlampe
- T5 Leuchtstoffröhre mit EVG und Reflektor
- T5 Leuchtstoffröhre mit dimmbarem EVG, Reflektor und
- tageslichtabhängiger Steuerung
- tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung



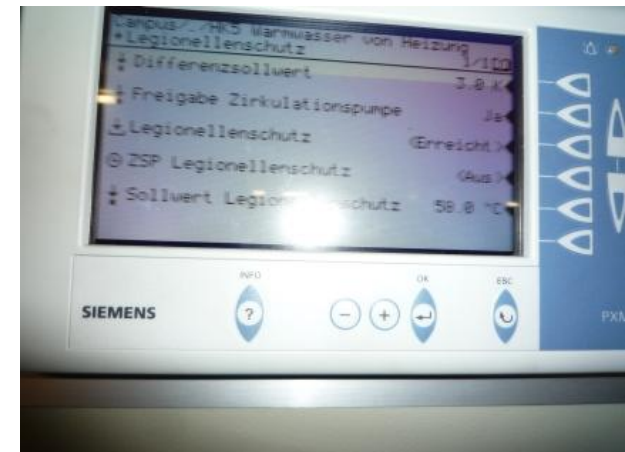
Energetische Gebäudegrobanalyse - Energieeinsparmaßnahmen

- Wasser
 - Spülkasten mit Spartaste



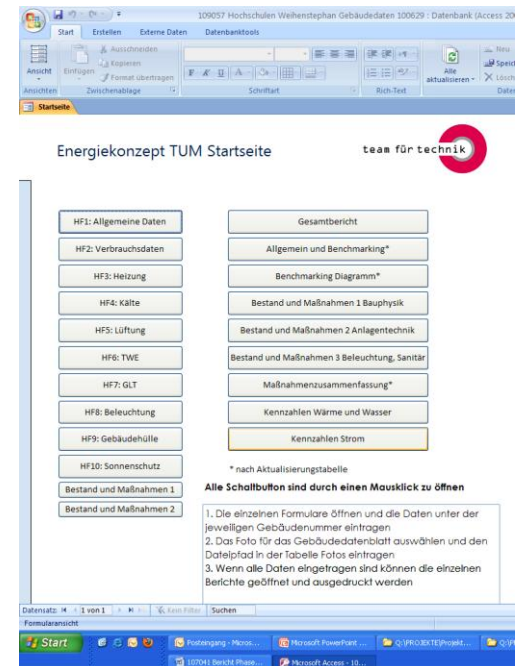
Energetische Gebäudegrobanalyse - Gebäudebegehung

- Begleitung durch Technischen Betrieb
- Material:
 - Gebäudepläne
 - Formulare
 - Fotoapparat
 - Messgeräte
- Aufnahme von:
 - Typenschilder
 - Aufbau der Anlagen
 - Regelung
 - Nutzerverhalten



Energetische Gebäudegrobanalyse - Datenbank

- Eintragen der Daten in Datenbank
- Funktion der Datenbank:
 - Archivierung
 - automatisierte Berechnung
 - Formeln
 - Kennzahlen
 - Preise
 - Erstellung einheitlicher Gebäudeberichte



Energetische Gebäudegrobanalyse - Gebäudebericht

Gebn.: 5101

team für technik

Gebäude 5101 Physik I, PH I, PD 1 1 Überblick



Allgemeine Daten

Gebäudenummer:	5101
GebäudeName:	Physik I, PH I, PD 1
Fakultät:	Fakultät für Physik
Baujahr:	1972
BGF:	23.280 m²

Gebäudenutzung

Lehre %:	9
Forschung %:	28
Verwaltung %:	16
Sondernutzung %:	3
Sonstige %:	45

Verbrauchsdaten Bestand *

Wärmeverbrauch 2007:	2.947.000 kWh/a
Stromverbrauch 2007:	3.292.000 kWh/a
Wasserverbrauch 2007:	8.743 m³/a

Bedarfsdaten nach Umsetzung der Maßnahmen der Prioritätsstufe 1-3

Wärmeverbrauch:	2.231.398 kWh/a
Stromverbrauch:	2.451.595 kWh/a
Wasserverbrauch:	8.743 m³/a

CO2-Einsparung: 632.002 kg/a

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Kosteneinsparung:	139.798 €/a	Investition:	2.295.020 €	Amortisation:	16 a
-------------------	-------------	--------------	-------------	---------------	------

Benchmarking

	Kennwert-SOLL	Kennwert-IST	Kennwert-EHSPARUNG
Wärme kWh/m²a:	149	127	96
Strom kWh/m²a:	60	141	103
Wasser l/m²a:	97	376	376

Gebn.: 5101

team für technik

3.2.2 Heizung: Verteilung

Bestand: Zehn Heizkreise. Hauptverteilungen verlaufen im Versorgungskanal des Gebäudes. Dämmung besteht aus einer mit Glaswolle gefüllten Pappummantelung.

Schwachstelle: Die zehn Heizkreise werden mit ungeregelten Pumpen betrieben. Der Betrieb des Heizkreises für die Lüftung der Bereiche „Mitte“ und „Ost“ scheint aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Der Heizkreis versorgt mehrere Lüftungsanlagen, die bis auf eine außer Betrieb genommen wurden. Trotzdem wird aus Frostschutzgründen das Heizregister der einzelnen Anlagen mit Heizwasser durchströmt. Die unzureichende und zum Teil beschädigte Dämmung führt zu erhöhten Wärmeverlusten.

Foto:

Maßnahme: Austausch der ungeregelten Pumpen durch drehzahlgeregelte Hocheffizienzpumpen (siehe Punkt 4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung). Anschluss des Heizregisters der noch betriebenen Lüftungsanlage an einen anderen Heizkreis und die Außerbetriebnahme des Heizkreises für die Lüftung der Bereiche „Mitte“ und „Ost“. Erneuerung der Isolierung der Hauptverteilung.

Gebn.: 5101

team für technik

4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Maßnahmenbeschreibung	Einsparungen					Investition €	Amo. a	Prio.	
	Wärme kWh/a	Strom kWh/a	Wasser m³/a	CO2 kg/a	Kosten €/a				
Thermostatventil	51.660	0	0	7.646	3.025 €	6.500 €	2	1	+
Dämmung Dach	256.478	0	0	37.959	15.019 €	450.000 €	30	3	+
Spölkasten mit Spartaste	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Dämmung Kellerdecke	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Dämmung oberste Geschossdecke	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Demontage 5-Liter-Untertonspeicher im WC-Bereich	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage*	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Einbau von Frequenzumformern	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Energiesparlampe	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
T5 Leuchtstoffröhre mit dimmbarem EVG, Reflektor und tageslichtabhängiger Steuerung	0	0	0	0	0 €	0 €	0	0	-
Zeitschaltung für Untertonspeicher	0	1.281	0	1.197	221 €	140 €	1	1	-
Steuerung Beleuchtung: tageslichtabhängiger und Bewegungsmelder	0	295.200	0	183.614	33.948 €	172.000 €	5	2	-
Einbau von Hocheffizienzpumpen	0	21.924	0	13.637	2.521 €	19.380 €	8	2	-
T5 Leuchtstoffröhre mit EVG und Reflektor	0	522.000	0	324.684	60.030 €	972.000 €	16	3	-
Wärmeschutzverglasung	427.464	0	0	63.265	25.032 €	675.000 €	27	3	-
Dämmung Außenwand	476.480	0	0	70.519	27.903 €	1.856.400 €	67	4	-

+ : Sofortige Umsetzung aufgrund von Verordnungen, Sicherheitsbestimmungen oder baulichen Schäden.

- : Keine sofortige Umsetzung notwendig.

* Die Ergänzung der bestehenden Lüftungsanlage mit einem Wärmerückgewinnungssystem bedarf einer Vorplanung, in der die technische Durchführbarkeit untersucht und die möglichen Zusatzkosten bestimmt werden.

Beispielgebäude



TUM am Standort Garching - Physik II

Beispielgebäude - Übersicht

- Allgemeine Daten
 - Baujahr: 1991
 - BGF: 2.500 m²
 - Gebäudenutzung: Forschung
- Verbrauchsdaten 2007
 - Wärmeverbrauch: 303.170 kWh/a
 - Stromverbrauch: 572.605 kWh/a
 - Wasserverbrauch: 391 m³/a

Beispielgebäude - Schwachstellen und Maßnahmen

Schwachstelle: Wärme

Handreguliertventil

- 2 Radiatoren
- Heizfläche: je 3,5 m²

Maßnahme: Wärme

Thermostatventil

Beispielgebäude - Schwachstellen und Maßnahmen

Schwachstelle: Strom

- 3 unregulierte Pumpen
250 W, 750 W, 1500W
- Untertischspeicher ohne
Zeitschaltuhr
20 Stück je 5 Liter
- manuelle Beleuchtungs-
steuerung
600 Leuchten
- T8 Leuchtstoffröhren mit KVG
ohne Reflektor
500 Leuchten

Maßnahme: Strom

- drehzahlgeregelte
Hocheffizienzpumpen
- Zeitschaltuhr für Untertisch-
speicher oder Demontage
- tageslicht- und
präsenzabhängige
Beleuchtungssteuerung
- T5 Leuchtstoffröhren mit EVG
und Reflektor

Beispielgebäude - Schwachstellen und Maßnahmen

Schwachstelle: Wasser

- WC- Spülung mit Druckspüler
55 Toiletten

Maßnahme: Wasser

- Spülkasten mit Spartaste

Beispielgebäude

Schätzen oder rechnen

Wie lautet der **neue**
Wärme-, Strom-, und Wasserbedarf
des Beispielgebäudes
nach Umsetzung der Maßnahmen?

Beispielgebäude - Ergebnis

- Bedarfsdaten nach Umsetzung der Maßnahmen
 - Wärme: 298.211 kWh/a
 - Strom: 473.639 kWh/a
 - Wasser: 216 m³/a
- CO₂-Einsparungen: 62.651 kg/a
- Kosteneinsparung: 12.000 €/a
- Investition: 127.256 €
- Amortisation: 10,6 Jahre

Beispielrechnung - Drehzahlgeregelte Hocheffizienzpumpe

- P_P = Anschlussleistung der Pumpe
- Bh_W = Betriebsstunden der Wärmeverteilung

$$Q_{\text{Strom}} = \frac{P_P \cdot 0,7 \cdot Bh_W}{1000}$$

$$Q_{\text{Strom}} = \frac{1000\text{W} \cdot 0,7 \cdot 3000\text{h/a}}{1000} = 2100\text{kWh/a}$$

Beispielrechnung - Drehzahlgeregelte Hocheffizienzpumpe

- Kosteneinsparung:

$$2100 \text{ kWh/a} \cdot 0,115 \text{ €/kWh} = 2415 \text{ €/a}$$

- Investition: 2400 €

- Amortisation: 1 Jahr

Leistung in [W]	Investition
bis 60	300 €
60 - 100	700 €
100 - 250	850 €
250 - 450	1.850 €
450 - 800	2.150 €
800 - 1160	2.400 €
1160 - 1550	3.780 €

Fragen und Diskussion

Wir sind offen für ...

Fragen

Anregungen

Ideen

Organisation

- **Termin:** Do 8.7 und Di 13.7
- **Uhrzeit:** 9 Uhr
- **Gebäude:**
 - 4214 Hörsaalgebäude
 - 4215 Praktikumgebäude
- **Dauer:** 2 Stunden
- **Personen:** 5
- **Ablauf:**
 - Eintragung in Teilnehmerliste
 - Begleitung von KM, ST und Technischer Betrieb
 - Aufgabenverteilung
 - Fragen und Erklärungen

Organisation



4214 und 4215



ingenieure für energie- und versorgungstechnik

Büro München

muenchen@tftgmbh.de

Büro Eichstätt

eichstaett@tftgmbh.de

Büro Regensburg

regensburg@tftgmbh.de

Büro Erding

erding@tftgmbh.de

www.tftgmbh.de