



Technische
Universität
Braunschweig

TU was:
Spare Energie!



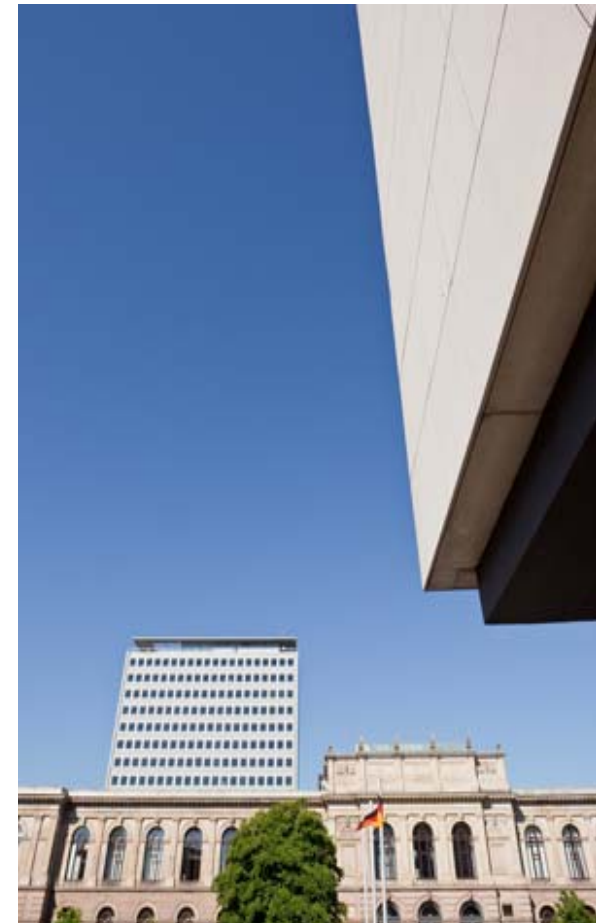
Energiekostenbudgetierung an der TU Braunschweig

Jörg Jaspers, Leiter Geschäftsbereich Gebäudemanagement

Dietmar Smyrek, Hauptberuflicher Vizepräsident

Gliederung

1. Zahlen, Daten, Fakten TU Braunschweig
2. Motivation zur Einführung der Energiebudgetierung
3. Randbedingungen
4. Vorgehensweise zur Einführung
5. Umsetzung der Energiebudgetierung



1. Zahlen, Daten, Fakten



Zahlen, Daten, Fakten

1	Universität
6	Fakultäten
71	Studiengänge
122	Institute
1.875	Wissenschaftler/innen
2.823	Erstsemester
3.418	Hochschulbeschäftigte
17.192	Studierende
78	Mio. Euro Drittmittel
287	Mio. Euro Gesamtfinanzvolumen



Zahlen, Daten, Fakten

Die TU ist Betreiber von

- ca. 400.000 m² Bruttogeschossfläche in 180 Gebäuden mit ca. 13.000 Räumen
- Ca. 250.000 m² Hauptnutzfläche ohne Forschungszentren
- ca. 2 Mio. m² Außenanlagen
- über 1.000 technischen Anlagen und Forschungsgroßgeräten
- eigenen Fernwärme-, Strom- und Abwassernetzen in den verschiedenen Campus



Zahlen, Daten, Fakten



GEBÄUDEÜBERSICHT TU BRAUNSCHWEIG

LEGENDE:

- 42 (with circle icon) GEBÄUDE-NUMMER
- LAUFENDE NUMMER
- PLANQUADRAT-NUMMER
- (with yellow circle icon) GEBÄUDE IM EIGENTUM DER TU BS
- (with orange circle icon) GEBÄUDE ANGEMietet

STAND: 04.2014



AUFGESTELLT:
TU BRAUNSCHWEIG
GESCHÄFTSBEREICH 3

PLANGRUNDLAGE:
- STADT BRAUNSCHWEIG, FACHBEREICH STADTPLANUNG
UND UMWELTTECHNIK MIT GEOINFORMATION
- BEHÖRDE FÜR GEOINFORMATION, LANDENTWICKLUNG
UND LEGENDEKARTEN (GALL BRAUNSCHWEIG)
- AUSZUG AUS DEN GEODATENSATZEN DER NIEDERSÄCHSISCHEN
VERMESSUNGS- UND KARTENVERWALTUNG



Gebäudebestand



<u>von der TU eigenen Gebäudeflächen wurden errichtet...</u>		NF 1-9	
Gesamtfläche TU-EIGENER Gebäude		389.398,50 m ²	
davon...			
... vor 1900		35.635,00 m ²	9,15%
... zwischen 1900 und 1950		64.245,00 m ²	16,50%
... zwischen 1950 und 1980		217.534,50 m ²	55,86%
... nach 1980		71.984,00 m ²	18,49%
Summe		389.398,50 m ²	100,00%



In Bau befindliche **Forschungszentren**

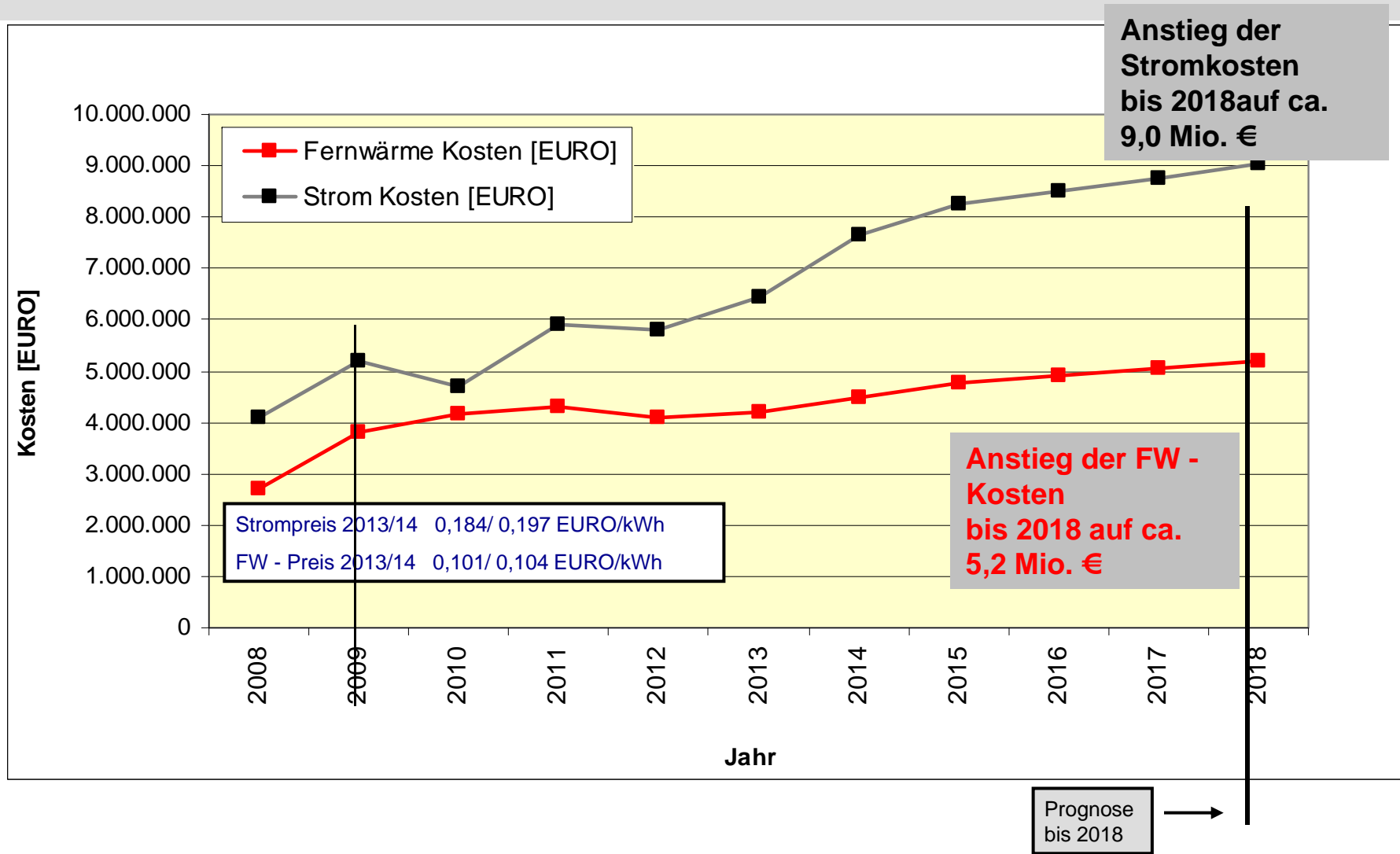
- Zusätzliche Fläche bis 2016: **15.740 m² HNF (6,31 % Zuwachs)**
- **Keine Förderung** zusätzlicher Betriebskosten durch Bund und oder Land



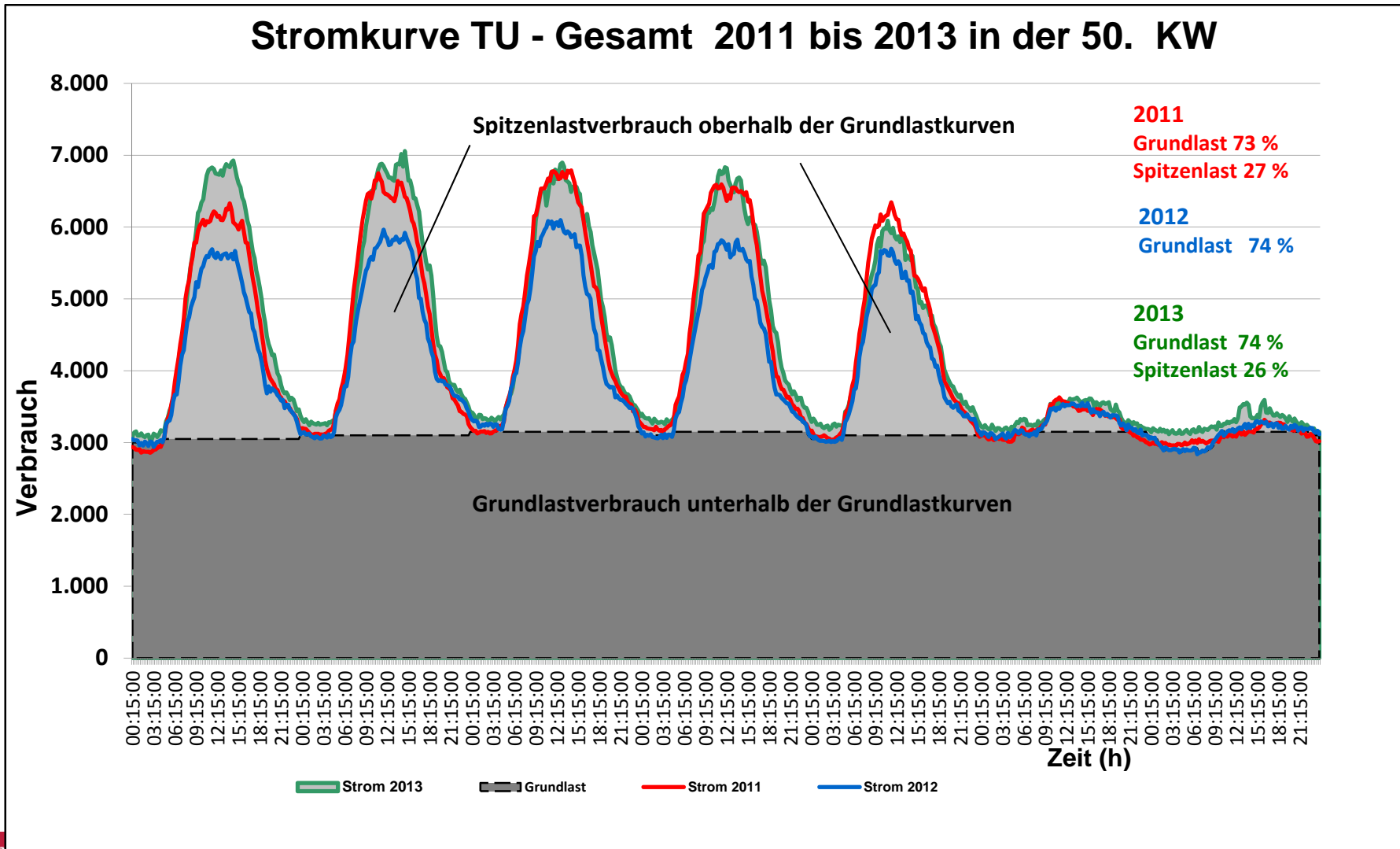
2. Motivation



Entwicklung Energiekosten



Grundlast Strom



3. Randbedingungen



Randbedingungen

- Die TU hat bereits seit 2008 eine dezentrale Budgetierung (Fakultätsbudgetierung) und eine **dezentrale Mittelbewirtschaftung** in allen 120 Instituten. Das kaufmännische Berichtssystem ist SAP. Energiekosten wurden zentral vom Präsidium getragen.
- Die **Strom-Rahmenverträge** des Landes Niedersachsen sind bindend und schränken Möglichkeiten der **Eigenerzeugung** im Wesentlichen auf Photovoltaik ein
- Durchgängige gebäudebezogene **Vergangenheitswerte** sind aus der GLT vorhanden
- Vor Projektbeginn waren **keine Ansätze** zu einem energiesparenden oder umweltbewussten Handeln etabliert
- Diejenigen Institute, die im Bereich Energie forschen, waren weitgehend **unvernetzt** untereinander
- Erfolgreiche **Vorarbeiten** im Projekt EnEFF Campus

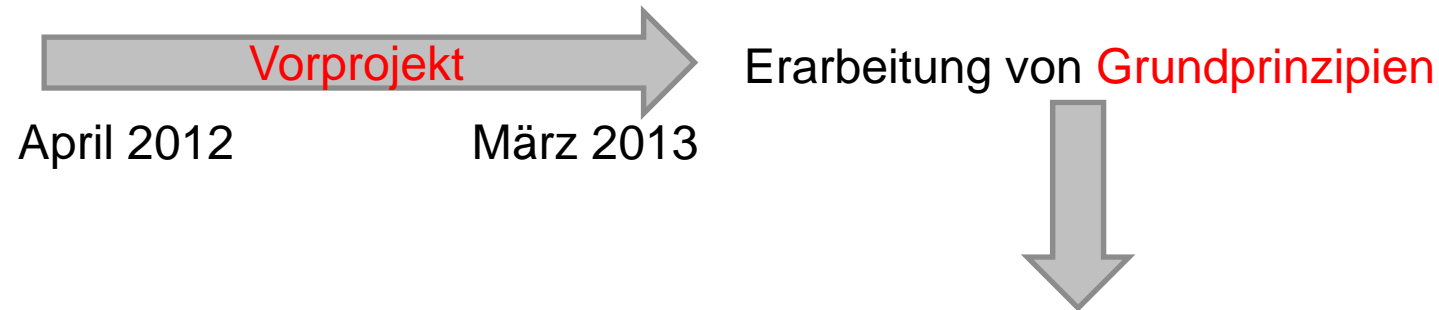


4. Vorgehensweise zur Einführung



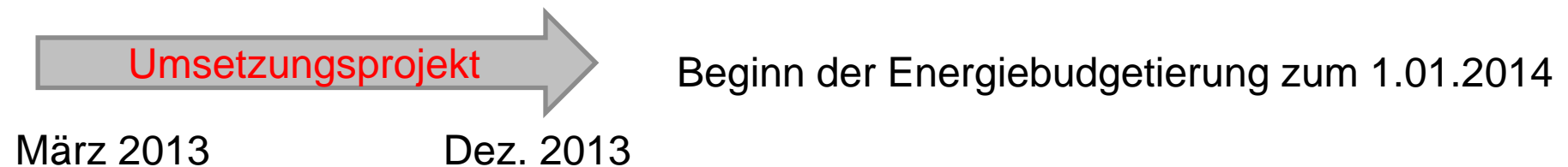
Projektaufbau

1. Fragestellung: wie müsste ein auf uns passender Energieeinsparmechanismus funktionieren?

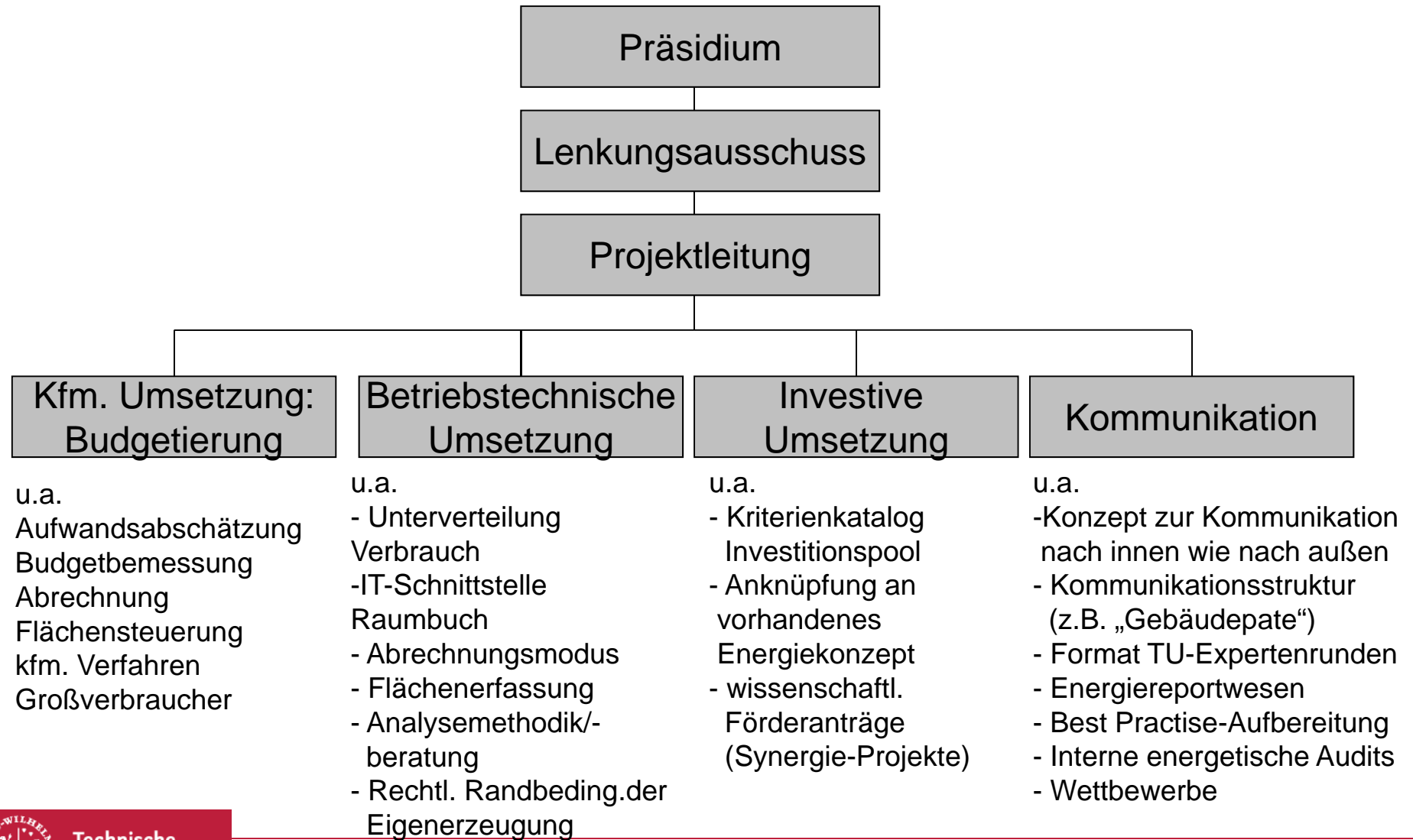


Entscheidung im Senat und Präsidium zugunsten Budgetierung

2. Fragestellung: wie wird dies konkret technisch umgesetzt ?



Projektstruktur



Projektvorgaben

- Berücksichtigung von Strom und Wärme
- Budgetvergabe auf Basis von vorhandenen **gebäudebezogenen Vergangenheitswerten** ; Gewichtung nach Nutzungsarten, auf Basis der genutzten Fläche
- **Budgetdeckel** für 2014 ff. ist das Energiekostenbudget des Jahres 2012
- Sicherstellung einer **hohen Datenaktualität** zur Versorgung mit unterjährigen Steuerungsinformationen
- Zulassen von **institutsfinanzierten** Energieeinsparmaßnahmen
- Parallele **technische und bauliche** Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz:
 - Energieberater
 - Bildung eines Investitionspools
- wissenschaftliche Forschungsprojekte bringen **Synergie-Effekte**



Projektziel und -kosten

Konservativer Ansatz:

Einsparziel für die Jahre 2014 bis 2018 (und darüber hinaus) ist

- eine jährliche Einsparung des **Stromverbrauches** von mindestens **2 %** und
- eine jährliche Einsparung des **Fernwärmeverbrauchs** von mindestens **1 %**
- Einsparpotential bis 2018: 1,2 Mio Euro

Jährliche **Projektkosten** sind mit ca. 250,0 T€ angesetzt. Dazu weitere einmalige Projektkosten: 200,0 T€ Investitionspool und 50,0 IT-Aufbau



Erste Projektergebnisse

Das Nutzerverhalten ändert sich wahrnehmbar:

- Umgang mit Energie ist jetzt ein **Thema** in der TU Braunschweig
- Rückgang des **Wärmeverbrauchs** in den ersten 5 Monaten in Höhe von 12,6 % (witterungsbereinigt) gegenüber dem Vergleichszeitraum im Jahr 2013
- Rückgang des **Stromverbrauchs** in den ersten 5 Monaten 2014 in Höhe von 5,1 % gegenüber dem Vergleichszeitraum im Jahr 2013
- **Gesamteinsparung** Strom und Fernwärme in den ersten 5 Monaten 2014 beträgt ca. 423 T€. Hochgerechnet auf das Jahr wären dies ca. 763 T€.



5. Umsetzung der Energiebudgetierung



Energiekostenbudgetierung an der TU Braunschweig

Gliederung

- Festlegung der Systematik – Aufschlüsselung der Verbrauchswerte auf die Nutzflächenarten NF 1-6
- Technische Infrastruktur
 - Verbrauchserfassung / Zählerstrukturen
 - Software zur Datenerfassung und Auswertung- Datenbankgestütztes Messstellen-Dokumentationssystem
- Software Infrastruktur
 - CAFM-System – Von der Flächenverwaltung zur Energiebudgetierung
 - Berichtswesen, Webbasierende Verbrauchs- und Budgetdarstellung
 - Budgetzuweisung und Abrechnung – Conject und SAP
- Personelle Ressourcen
 - Energieberater
 - Energienutzungskoordinatoren
 - Die Nutzer
- Optimierung der baulichen Infrastruktur
 - Bauliche und technische Maßnahmen zur Energieeinsparung
- Weiteres Vorgehen
 - Großverbraucher, Sondertatbestände, Härtefälle



Festlegung der Systematik

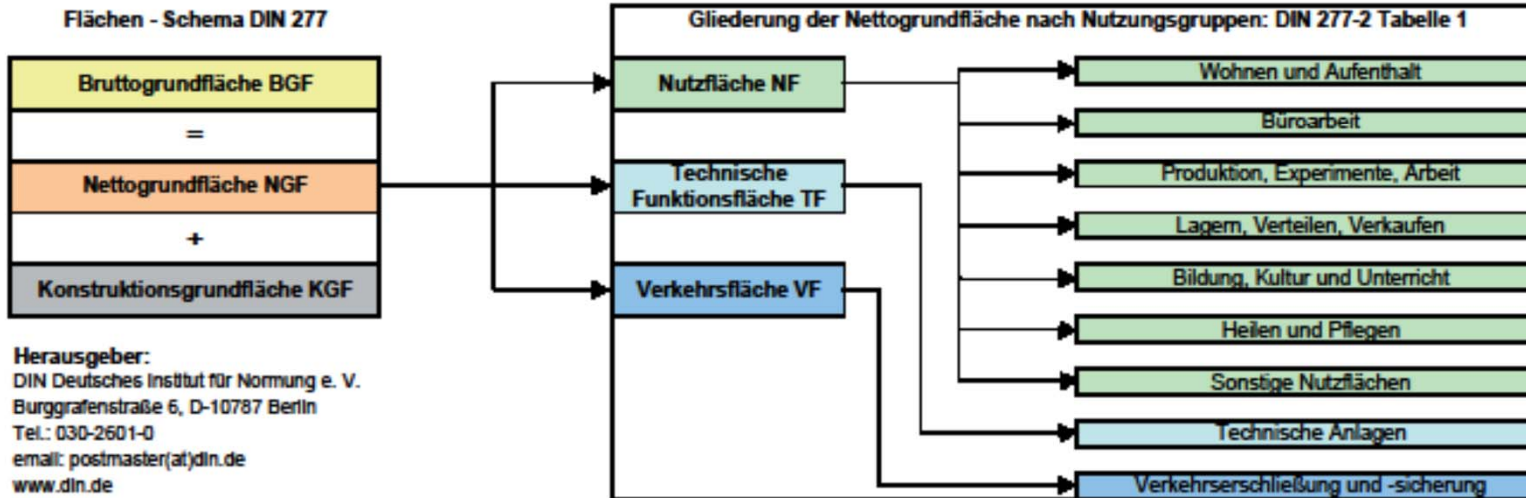
Aufschlüsselung der Verbrauchswerte auf die Nutzflächenarten NF 1-6

Alle Räume werden entsprechend der DIN 277 mit den Nutzflächenarten belegt
 Gemäß den Vorgaben der ENEC werden die **Energieverbrauchsgewichtungen** für die Nutzungsart den Flächen zugewiesen

Flächenübersicht nach DIN 277, Stand Februar 2005

Zusammensetzung der Flächen:
 Brutto-Grundfläche
 Netto-Grundfläche
 Konstruktions-Grundfläche

BGF = Bildet die Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerkes (BGF = NGF + KGF)
 NGF = Die Netto-Grundfläche gliedert sich in Nutzfläche (NF), Technische Funktionsfläche (TF) und Verkehrsfläche (VF)
 KGF = Die Summe der Grundflächen der aufgehenden Bauteile aller Grundrissebenen eines Bauwerkes ergeben die KGF



Herausgeber:
 DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
 Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin
 Tel.: 030-2601-0
 email: postmaster(at)din.de
 www.din.de



Festlegung der Systematik

Aufschlüsselung der Verbrauchswerte auf die Nutzflächenarten NF 1-6

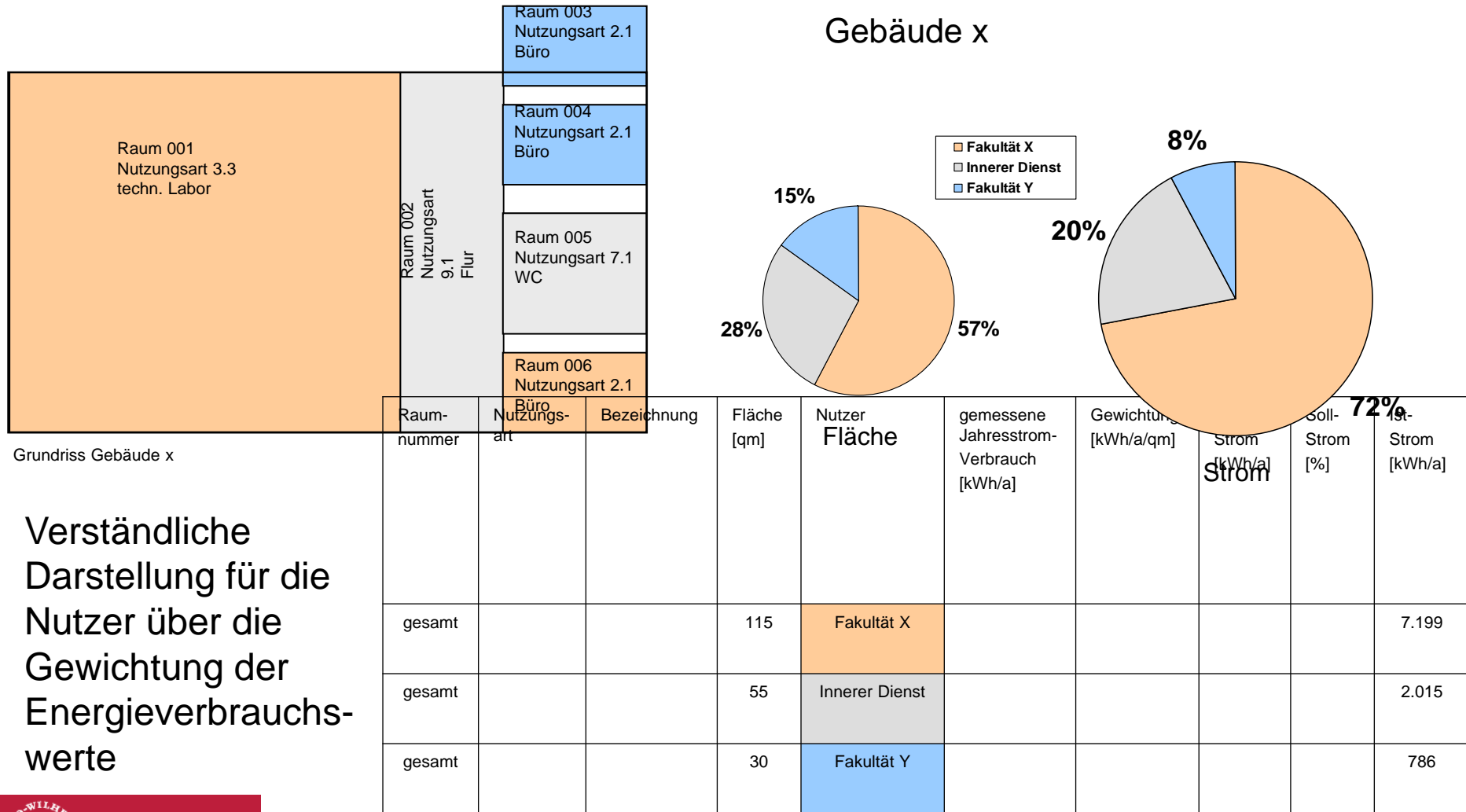
- Bei der Betrachtung der Flächenverteilung wird die Besonderheiten einer Technischen Universität deutlich. Von der NF 1-6 mit 259.554 m² sind **35,4% Laborflächen** (91.968 m²).
- 82% des Gebäudebestands sind vor 1980 errichtet, damit bis zur ersten Wärmeschutzverordnung von 1977.
- **55% aller Gebäude sind zwischen 1950 und 1980 errichtet worden.** Neben den bauphysikalischen Defiziten sind in dieser Gruppe auch die bautechnischen Mängel besonders hoch.

Gebäude:	203	(inkl. Anmietungen)	
	185	(ohne Anmietungen)	
Nettogrundfläche NF 1-9	402.447,50 m ²		
Nutzfläche NF 1-6 ehemals HNF	259.554,00 m ²		
Bürofläche NF 2 (nur 2.1 bis 2.3., ohne Bürotechnik)	64.138,00 m ²		24,7 % von NF 1-6
NF2 gesamt:	71.440,00 m ²		27,5 % von NF 1-6
Laborfläche/Technik: NF 3 (nur 3.3., 3.4., 3.5. und Praktikumslabore, OHNE Küchen, Tierhaltung, Werkstätten und Werkhallen)	49.538,00 m ²		19,1 % von NF 1-6
NF3 gesamt:	76.767,00 m²		29,6 % von NF 1-6
zzgl. Praktikumslabore 5.3:	15.201,00 m²		5,9 % von NF 1-6
			35,4 % von NF 1-6
Flächenzuwachs durch Zentren: NF 1-6 (geplant bis 2018)	15.740,00 m ²		6,06 % von NF 1-6 Stand 2014



Festlegung der Systematik

Aufschlüsselung der Verbrauchswerte auf die Nutzflächenarten NF 1-6



Grundriss Gebäude x

Verständliche Darstellung für die Nutzer über die Gewichtung der Energieverbrauchswerte



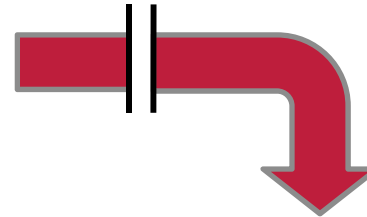
Technische Infrastruktur

Verbrauchserfassung / Zählerstrukturen / Energo

Skalar (Datenlogger)
ca. 150 Stück



Manuelle
„Schnittstelle“
Energo/conject



	A	B	C
1	Messpunkt	Stand	Datum
26	H_FWUHAG_000	16006933	01.02.2014
27	H_FWUSOM_000	11450998	01.02.2014
28	H_FWUSTR_000	75159500	01.02.2014
29	H_H11301_0KG	784585	01.02.2014
30	H_H11325_0KG	875199	01.02.2014
31	H_H11327_0KG	499085	01.02.2014
32	H_H11328_0KG	962025	01.02.2014
33	H_H11404_0KG	632319	01.02.2014
34	H_H11405_0EG	438805	01.02.2014
35	H_H11407_0KG	276215	01.02.2014
36	H_H11409_0EG	175744	01.02.2014



Export Budget
pro Kostenstelle,
Energieart u.
Monat

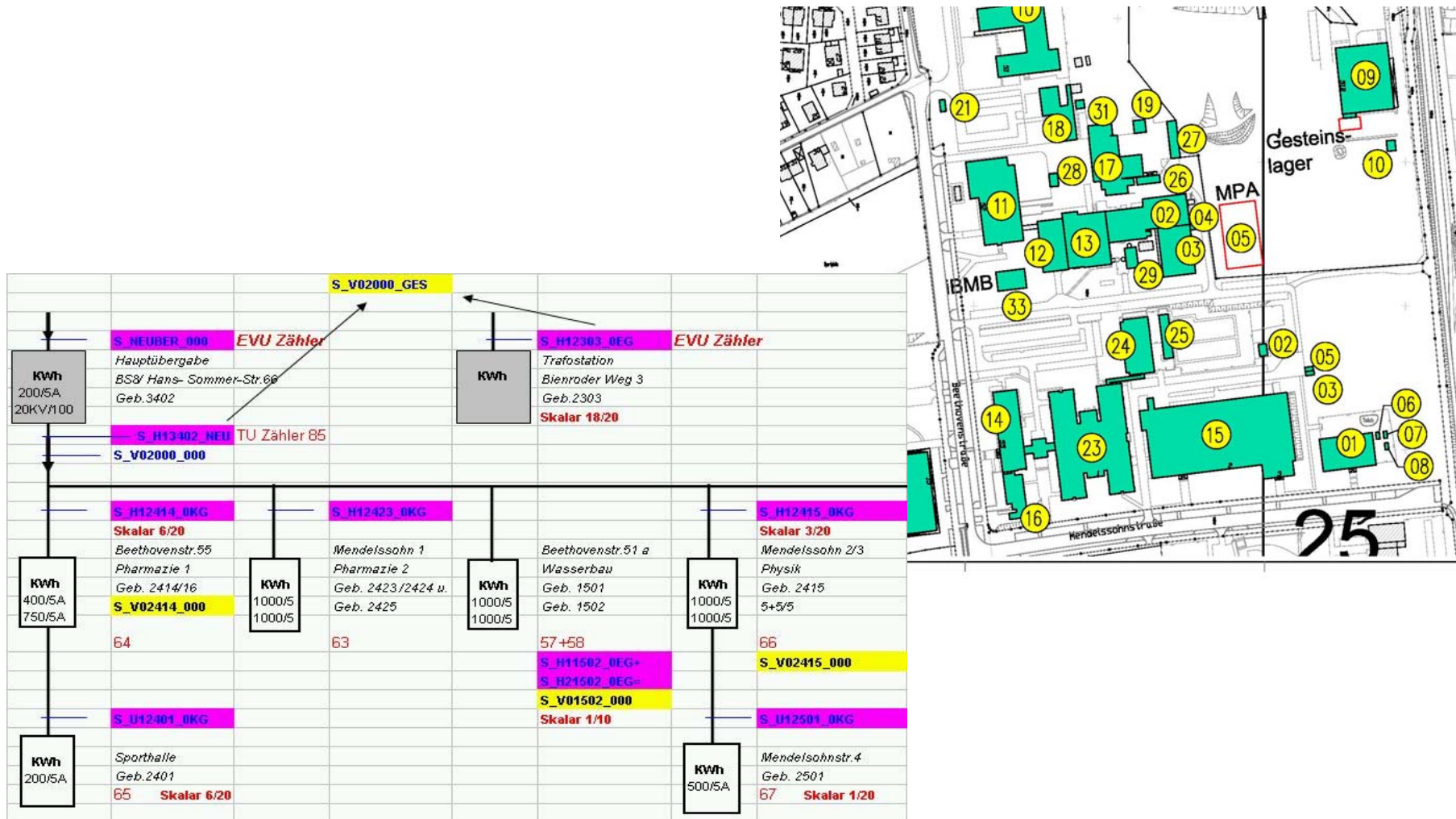


Manueller
Import: Eine
Datei/ Monat



Technische Infrastruktur

Verbrauchserfassung / Zählerstrukturen / Energo



Software Infrastruktur

CAFM-System – Von der Flächenverwaltung zur Energiebudgetierung

Das CAFM-System (Conject) der Hochschule wurde in erster Linie für die Flächenverwaltung genutzt. Die Zuordnung der Energieverbrauchswerte zu den Flächen kann nur über das CAFM-System erfolgen. Hierzu müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein.

- Alle Räume müssen eine **Flächennutzung nach DIN 277** haben
- Alle Räume müssen den richtigen Nutzern zugeordnet sein (Im Vorfeld Abfrage bei allen Nutzern)
- **Jeder Raum benötigt eine Kostenstelle** die den Nutzer identifiziert (Sonderfälle: Zentral verwaltete Räume, Räume im Umbau, Räume ohne Nutzung)
- Die Kostenstellen müssen **aus dem SAP** bereit gestellt werden
- Die Zähler der technischen Infrastruktur müssen im CAFM-System nachgebildet werden
- Die Daten aus dem Energieerfassungssystem (Energio) müssen an das CAFM-System übergeben werden (Keine Automatisierung zur Kontrolle der Verbrauchswerte)
- Das CAFM-System muss allen Flächen eine **verbrauchsspezifische Flächengewichtung** zuweisen



Software Infrastruktur

CAFM-System – Von der Flächenverwaltung zur Energiebudgetierung

Typische Darstellung der Zählerstruktur im CAFM-System.

Gewachsene technische Infrastrukturen entsprechen nicht immer den Anforderungen einer Abbildung in den Datenbanken.

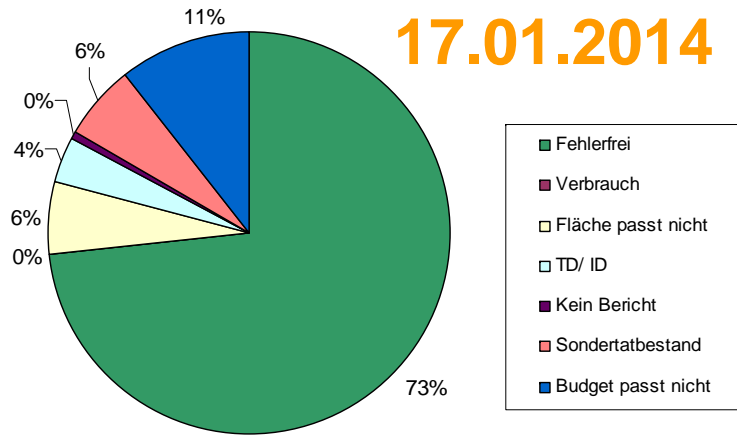
Bei Gebäudekomplexen müssen auch virtuelle Zähler abgebildet werden.

Objektbezeichnung	S_H11301_OKG
Objektklasse	EM_Messpunkt
Objektart	Real
Messpunkt-Nr.	S_H11301_OKG
Energieart	Strom
Zähler-Nr.	2175369
Einheit	kWh
Skalar-Eingang	1
Eigentümer	TU BS
Messpunkttyp	Ablesung +
Zählertyp	Berg DCI 462 WTP
Klemme PRM-Modul	15/16
Wandlerfaktor	
Impulskonstante	1000
Flächenrelevant	<input checked="" type="checkbox"/>
Stromwandlerverhältnis	150/ 5 A
Spannungswandlerverhältnis	
Rechnungsrelevant	<input checked="" type="checkbox"/>
Energiebezugsfläche	Braunschweig/TU Braunschweig Gebäude/1301
Flächenwert (m²)	77672,8000
Messpunkt-Konstante	
aktueller Ablesestand	252702,89
Zählwerksverbrauch	5188,5
Ablesedatum von	28.02.2014
Ablesedatum bis	31.03.2014
Letztes Rechnungsdatum	
Vertrags-Nr.	
Aktiv	<input checked="" type="checkbox"/>
Aktivierungsdatum	
Deaktivierungsgrund	
Deaktivierungsdatum	

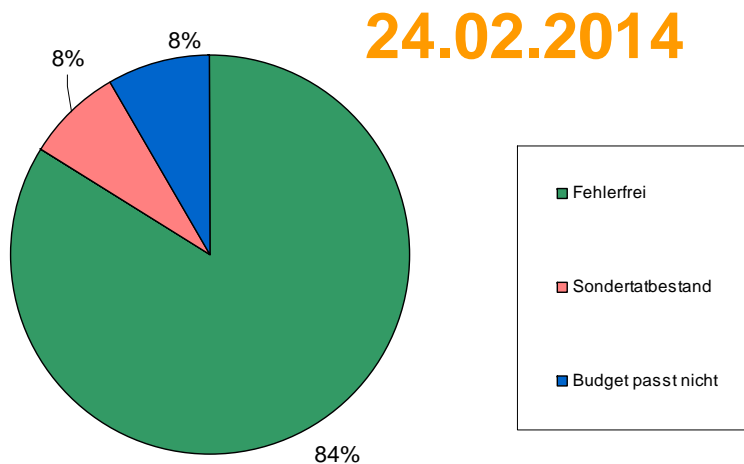


Software Infrastruktur

Berichtswesen, Webbasierende Verbrauchs- und Budgetdarstellung



1.100 Berichte



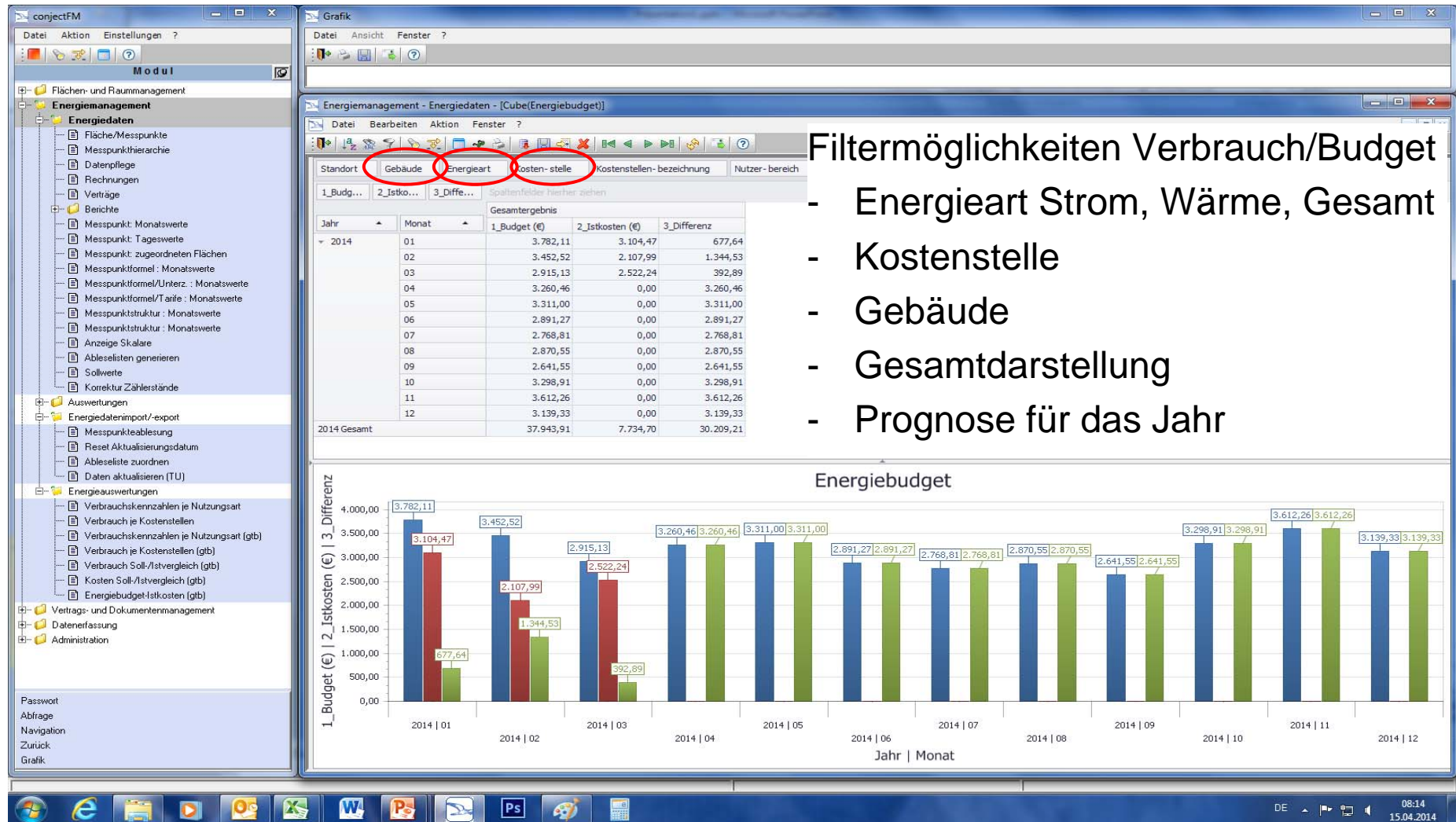
Korrekturen der Flächen, Anpassung der Zählerstruktur im Conject, Sondertatbestände, Budget passt nicht

Fehlerfreie Berichte am **17.03.2014**



Software Infrastruktur

Berichtswesen, Webbasierende Verbrauchs- und Budgetdarstellung



- Filtermöglichkeiten Verbrauch/Budget
- Energieart Strom, Wärme, Gesamt
 - Kostenstelle
 - Gebäude
 - Gesamtdarstellung
 - Prognose für das Jahr



Software Infrastruktur

Budgetzuweisung und Abrechnung – Conject und SAP

Im CAFM-System wird die **Kostenstelle zum Leitattribut**. Die Kostenstellenhierarchie aus dem SAP weicht vom Organigramm der Hochschule ab. (Ein Nutzer → zwei Kostenstellen, übergeordnete Kostenstellen (z.B. Fakultäten) lassen sich aus dem Zahlencode nicht direkt ablesen)

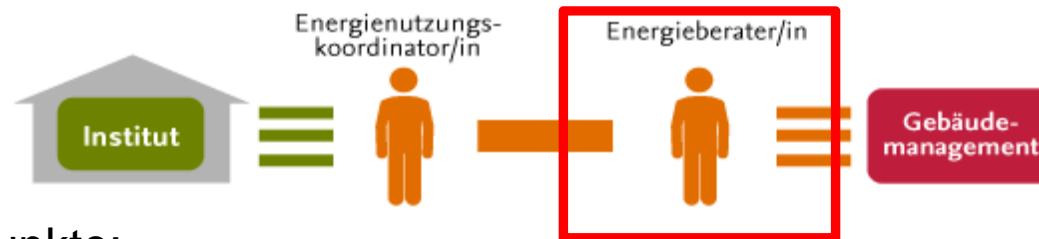
- Die Kostenstellenstruktur muss in das CAFM-System eingespielt werden
- Aus der Flächen, der Flächengewichtung und den zugeordneten Verbrauchswerten muss der gewichtete Verbrauch berechnet werden
- Für die Budgetbildung muss der gewichtete Verbrauchswert mit dem mittleren Kosten berechnet werden
- Das zur Verfügung stehende Gesamtbudget beruht auf den Werten des Jahres 2012 und nur dies kann in Summe zugewiesen werden
- Das CAFM-System muss Auswertemöglichkeiten (Berichtswesen) zulassen
- Die Daten müssen über eine Matchingliste an das SAP übergeben werden
- Die Verbrauchswerte und Energiekosten müssen monatlich abgerechnet werden
- Die Verbrauchskosten müssen monatlich im SAP gebucht werden



Personelle Ressource

Energieberater

Die Energieberater initiieren und koordinieren die Energieeinsparmaßnahmen im Geschäftsbereich 3. Sie sind die **ersten Ansprechpartner** für alle Fragen zum Thema Energiebudgetierung.



Arbeitsschwerpunkte:

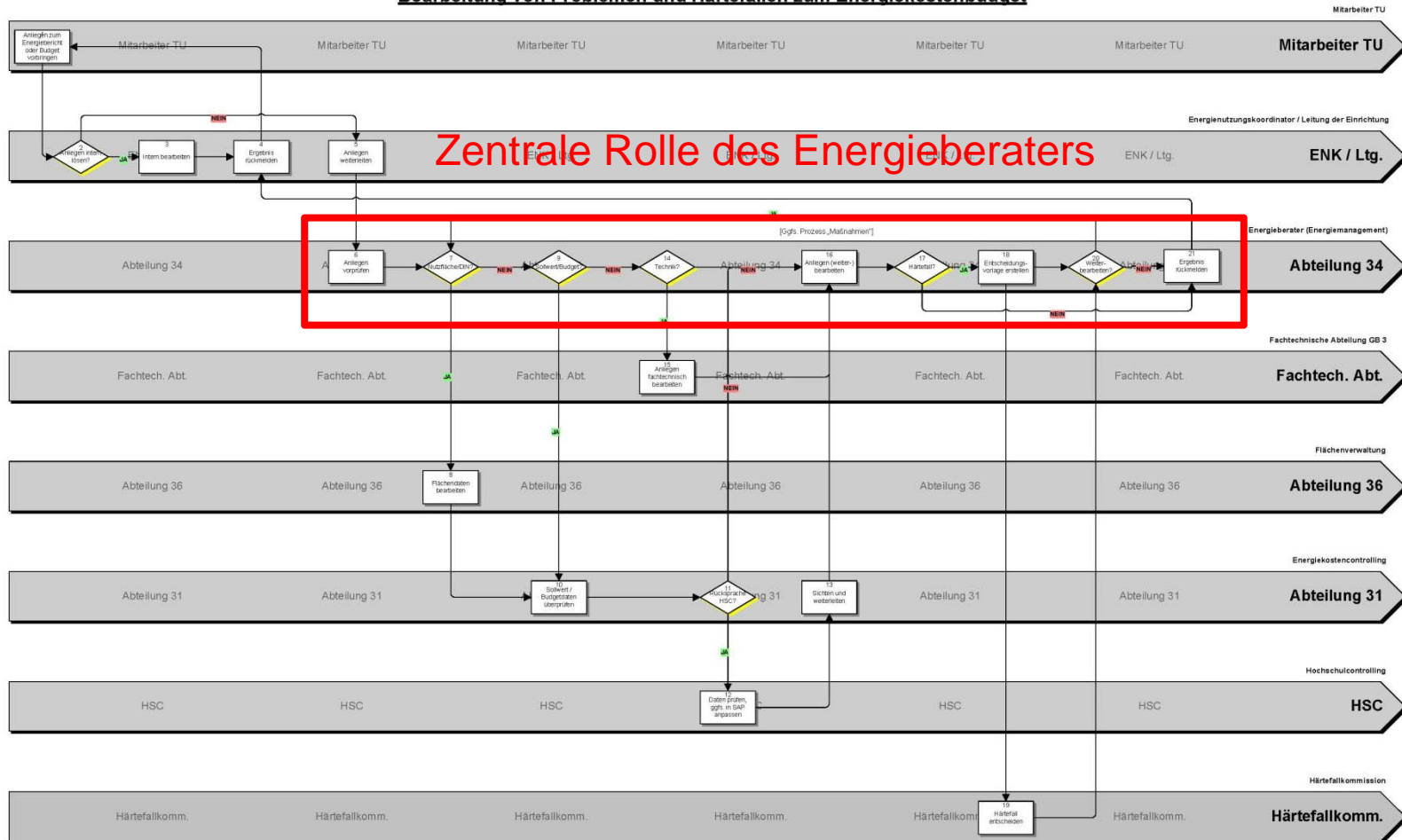
- Beratung der Institute und Einrichtungen nach Bedarf (bis jetzt >100 Gespräche)
- Entwicklung von Energieeffizienzmaßnahmen
(Schwerpunktthemen 2014: Lüftung, Beleuchtung, Pumpen u. Antriebe)
- Führen Gebäudebegehungen mit den Nutzern durch und führen vor Ort Beratungen durch
- Zeitaufwändige Bearbeitung von zahlreichen Unstimmigkeiten, Sondertatbeständen und Härtefallanträgen



Personelle Ressource Energieberater

Bearbeitung von Problemen und Härtefällen zum Energiekostenbudget

Entwurf 16.01.2014



Zentrale Rolle des Energieberaters

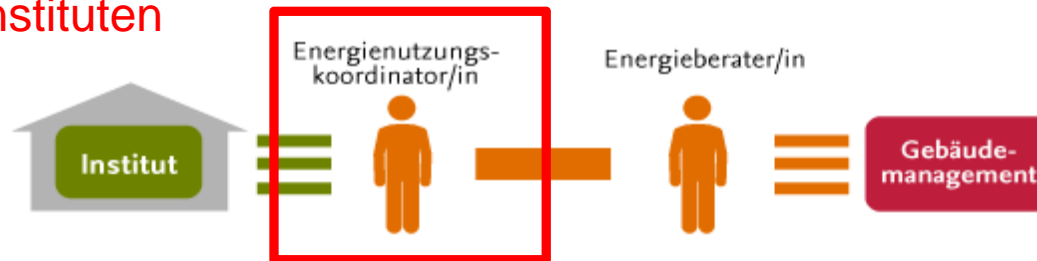
UW
UW
UW
UW



Personelle Ressource

Energienutzungs-koordinatoren

Sie sind **Schnittstelle** zwischen dem **Gebäudemanagement** und den **Einrichtungen/Instituten**



Die Aufgaben:

- Die zentral verfügbaren Energiesparhinweise und -maßnahmen in Ihren Einrichtungen bekannt machen
- Ihre Kolleginnen und Kollegen beim Thema Energiesparen unterstützen
- Sammeln der Energiesparhinweise und koordinieren die Umsetzung in ihrer Einrichtung
- Vermutete Energiesparpotentiale an zentralen Anlagen der Einrichtung aufzeigen
- Sie stehen der Energieberatung als Ansprechpartner/in für Ihre Einrichtung zur Verfügung
- Sie leiten die Vorschläge für bauliche und technische Maßnahmen zur Energieeinsparung an die Energieberater weiter



Personelle Ressource

Die Nutzer

Energiespartipps

Nachfolgend finden Sie Energiespartipps speziell für Mitglieder und Angehörige der TU Braunschweig. Gehen Sie dabei nach den [fünf Schritten zum Energiesparen](#) vor.

Kategorieauswahl:

Computer & IT Geräte Anschaffung neuer Geräte
 Beleuchtung Heizung Lüftung
 Büroräume Laborräume Seminar- / Besprechungsräume Serverräume
 Teeküchen

 Sortieren nach:

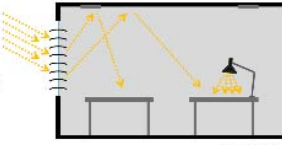
- » Tipp: Türen und Fenster schließen, wenn die Klimaanlage im Labor in Betrieb sind ★★★★□
- » Tipp: Mitarbeiter/innen für die optimale Lagerungsplatznutzung sensibilisieren ★★★
- » Tipp: Anzahl Gefrierschränke reduzieren
- » Tipp: Digestorien effizient nutzen
- » Tipp: Einen Timer für Heizblöcke nutzen
- » Tipp: Ungenutzte Laborgeräte
- » Tipp: Neue Studierende und Mitarbeiter einweisen
- » Tipp: Gefrierschränke regelmäßig
- » Tipp: Gefrierschränke in Räumen

Unterstützung und Hilfe durch Tipps, Ratschläge und Vorgehensweisen auf der Internetseite der TU

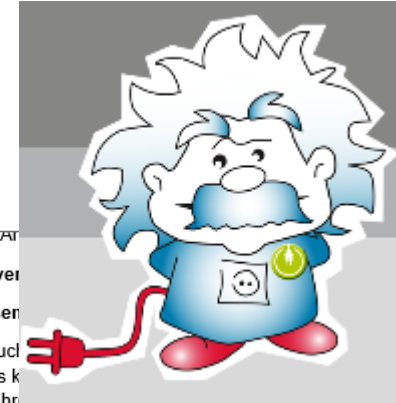
Energieeffizienter Arbeitsplatz:

Nutzen Sie Ihre Beleuchtung sinnvoll:

Achten Sie auf die Stellung der Lamellen Ihrer Sonnenschutz-Jalousien. Leiten Sie das Sonnenlicht gegen die Decke Ihres Büros.



(vergrößern)



Geraten Sie in einem energieeffizienten Arbeitsplatz...
 » Schritt 1: ...
 Energieverbraucher ver...
 hnen oder messen...
 Energieverbrauch...
 auf dieser Basis k...
 nnen. Um aber an Ihre...
 ...gründig machen zu können, ist es notwendig den...
 einzelner Geräte und Ausstattungen zu betrachten.

...es zwei Möglichkeiten den Energieverbrauch eines Gerätes zu ermitteln. Sie können zum einen die Leistung direkt am Gerät ablesen und damit anhand der Betriebszeiten den Verbrauch hochrechnen. Dies ist zum Beispiel bei Leuchtstoffröhren möglich.

...anderen können Sie mit Hilfe eines Messgeräts die Leistung oder sogar direkt den Verbrauch während des Betriebes messen. Auch der Verbrauch des Gerätes im Standby kann gemessen werden. Anhand des ermittelten Verbrauches eines Gerätes, können Sie von diesem auf weitere Geräte (z.B. ähnlich Computermodelle im Institut) schließen und den gesamten Verbrauch hochrechnen.

...sen Daten können Sie abschätzen, welche Geräte den Großteil des Energieverbrauchs in Ihrer Einrichtung ausmachen und welche Geräte eventuell bereits energieeffizient arbeiten. Außerdem können Sie vergleichen, ob es sich lohnt in neue Geräte zu investieren.

- Schritt 3: Energiespartipps unserer Webseite entnehmen
 - Schritt 4: Nutzung der Geräte erfragen und Energieeinsparpotenziale bestimmen
 - Schritt 5: Maßnahmen umsetzen und ggf. mit Energieberatern/-innen abstimmen
- Nutzerinnen und Nutzer einbinden**



Optimierung der baulichen Infrastruktur

Bauliche und technische Maßnahmen zur Energieeinsparung

Investitionspool:

Für 2014 zentral zur Verfügung gestellt 200 T€ davon 50 T€ für Sofortmaßnahmen
Dezentral auch von den Nutzern möglich. Einsparung verbleibt dann bei der
Einrichtung.

Schwerpunkthemen 2014

1. Beleuchtungsanlagen

1. Austausch von Leuchtmitteln – Retrofitleuchten mit Problemen
2. Nachrüstung von Regelung
3. Modernisierung von Anlagen

2. Lüftungsanlagen

1. Prüfung von Luftmengen und Nutzungszeiten
2. Inspektion von Ansaugöffnungen
3. Suche von Leckagen
4. Regelung (bei großen Anlagen mit flexibler Nutzung)
5. Erneuerung von Zentralgeräten

3. Antriebe

1. Modernisierung ineffizienter Pumpen und Ventilatoren



Weiteres Vorgehen

Großverbraucher, Sondertatbestände, Härtefälle

Budgetprobleme durch fehlerbehafteten und fehlende Basiswerte

z.B. Flächen die 2012 nicht belegt waren, Flächen die ab 2012 hinzugekommen sind

Mehrverbrauch durch Inbetriebnahme von energieintensiven Großgeräten

z.B. Triebwerksversuchsstand mit 3,5 MW

Identifizierung von Großverbrauchern und Anpassung der separaten messtechnischen Erfassung.

Forschungszentren – **Flächenzuwachs** in den nächsten Jahr um ca. 15.000 m²

Hierfür gibt es keine erhöhte Budgetzuweisung



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Fragen ?

<https://www.tu-braunschweig.de/energiesparen>

