

Stefan Plesser, Adrian Görtgens
Nicolas Ahrens-Hein, Daniel Houschka

Betriebsoptimierung in komplexen Nicht-Wohngebäuden

F 2988

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2016

ISBN 978-3-8167-9651-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung



Betriebsoptimierung in komplexen Nicht-Wohngebäuden

Abschlussbericht
Zum Deutschen Teil
des Europäischen Projekts Re-Commissioning



Aktenzeichen	II 3-F20-11-1-022 / SWD – 10.08.18.7-12.40
Förderer	Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) vertreten durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Fördernehmer	energydesign braunschweig GmbH Mühlenpfordtstraße 23 38106 Braunschweig
Projektleitung	Dr.-Ing Stefan Plesser
Bearbeitung	Adrian Görtgens, B.Eng. Nicolas Ahrens-Hein, staatl. gepr. Techniker HKL Daniel Houschka, Industriemeister Elektrotechnik (IHK)
Gebäudepartner	Technische Universität Braunschweig
Laufzeit	10/2012 bis 9/2014
Datum	30.09.2014

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Carsten Bremer
Dr.-Ing. Stefan Plesser

Handelsregisternummer:
HRB 200015

St.Nr.: 2314 01421000870
Ust ID.: DE243664925

Bankverbindung
Konto: 1 9999 4500
BLZ: 250 500 00
BIC/Swift: NOLADE2HXXX
IBAN: DE97250500000199994500

Braunschweigische
Landessparkasse BLSK



Dieser Forschungsbericht entstand im Rahmen des Europäischen Projekts Re-Commissioning (Re-Co) und des deutschen Projektteils „Betriebsoptimierung in komplexen Nicht-Wohngebäuden“. Er enthält neben den Ergebnissen der Bearbeitung durch die Autoren dieses Berichts auch Ergebnisse, die im Rahmen des europäischen Projekts durch das Re-Co-Projektteam erarbeitet wurden.

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-022 / SWD – 10.08.18.7-12.40)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.



Die Bearbeitung erfolgte im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts und wurde gefördert durch die Europäische Union, vertreten durch EACI und IEE, auf Basis von Grant Agreement No. IEE/10/328/SI2.589423.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Die Autoren danken den Fördergebern, der Technischen Universität Braunschweig und den Europäischen Projektpartnern für Ihre intensive Unterstützung und die hervorragende Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1 ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN	5
2 ZUSAMMENFASSUNG	6
3 STAND DES WISSENS UND DER TECHNIK	7
3.1 RE-COMMISSIONING PROZESSKONZEPTE	7
3.1.1 Energetische Inspektionen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV)	7
3.1.2 Energieeffizienz als Betreiber Aufgabe im Gebäudemanagement	9
3.1.3 EXCEO2	10
3.1.4 Energiemanagementsysteme nach DIN ISO 50001	10
3.1.5 Re-Commissioning in den USA und Canada	11
3.1.6 Kommunikation	12
3.2 RE-COMMISSIONING HILFSMITTEL UND WERKZEUGE	13
3.2.1 Energieverbrauchsanalysen nach VDI 3807	13
3.2.2 IPMVP	13
3.2.3 CAD/CAFM	13
3.2.4 Digitalkameras und Smartphones	14
3.2.5 Energiemesssysteme	14
3.2.6 Gebäudeautomation	14
3.3 FORSCHUNGSBEDARF FÜR ERFOLGREICHE RE-CO-DIENSTLEISTUNGEN	14
4 DAS EUROPÄISCHE RE-CO PROJEKT	16
5 DAS RE-CO KONZEPT	18
5.1 RE-CO FAHRPLAN MIT MEILENSTEINEN	21
5.2 DESIGN (M0 – M3)	22
5.3 ANALYSE (M4 – M5)	24
5.4 UMSETZUNG (M6)	25
5.5 EVALUATION (M7 – M9)	26
5.6 KONTINUITÄT	28
6 RE-CO AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG	29
6.1 DESIGN (M0-M3)	29
6.2 ANALYSE (M4-M5)	33
6.3 UMSETZUNG (M6)	35
6.3.1 TU Sporthalle - 2401	37
6.3.2 Chemie - 3316	40
6.3.3 Universitätsbibliothek - 4203	42
6.4 EVALUATION (M7-M9)	51
6.5 KONTINUITÄT	56
6.6 ZEITLICHER VERLAUF DER MAßNAHMEN AN DER TU BRAUNSCHWEIG	57
6.7 EINGESETZTE HILFSMITTEL UND WERKZEUGE	58
6.7.1 Checklisten und Klemmbrett	58
6.7.2 Online-Checklisten	58
6.7.3 Smartphones	60
6.7.4 Mobile Messtechnik	60
6.7.5 Energiemesssysteme	60
6.7.6 Gebäudeautomation	60
6.7.7 Fazit	61
7 ERGEBNISSE DES EUROPÄISCHEN PROJEKTS	62
7.1 BASISDATEN DER PILOTPROJEKTE	62
7.2 ERREICHTE EINSPARUNGEN DURCH VERSCHIEDENE ANSÄTZE UND MAßNAHMEN	64
7.3 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER RE-CO MAßNAHMEN	66
7.4 ERFOLGREICHE MAßNAHMEN AUS SICHT DER RE-CO DIENSTLEISTER	70

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweigtel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

7.5	SOZIO-PSYCHOLOGISCHE EVALUATION DER BEARBEITUNG	71
7.5.1	Grundlagen	71
7.5.2	Workshops	72
7.5.3	Evaluation	73
8	ALTERNATIVE RE-CO KONZEPTE	74
8.1.1	Maßnahmen-Katalog	74
8.1.2	Energiekosten-Budgetierung	76
9	FAZIT UND AUSBLICK	77
10	ANHANG	78
10.1	RE-Co PROJEKT-WEBSITE	78
10.2	RE-Co GUIDEBOOK UND -BROSCHÜRE	80
10.3	RE-Co(MMUNITY)	81
10.4	VERANSTALTUNGEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN	82
10.4.1	Veranstaltungen	82
10.4.2	Veröffentlichungen	85
10.5	POSTER	95
10.5.1	Universitätsbibliothek	95
10.5.2	TU Sporthalle	96
10.6	CHECKLISTEN DER BESTANDSAUFNAHMEN	97
10.6.1	Innenraum	97
10.6.2	Gebäudetechnik	99
10.7	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	101
10.8	TABELLENVERZEICHNIS	103
10.9	QUELLENVERZEICHNIS	104

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



1 ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN

Ergebnis des Re-Co Projekts ist ein Dienstleistungskonzept zur Umsetzung von nicht- bzw. gering-investiven Optimierungsmaßnahmen in Gebäuden. Wir empfehlen die Anwendung insbesondere durch Ingenieurbüros und durch Energiemanager. Ingenieurbüros können durch Re-Co Dienstleistungen ihr Serviceportfolio erweitern und die Instandhaltung insbesondere von Eigentümern großer Liegenschaften, wie zum Beispiel von Landesbaubetrieben oder Krankenhäusern, zu unterstützen. Im Gegensatz dazu können Energiemanager - als Mitarbeiter in der Instandhaltung - den Re-Co Ansatz auch als interne Dienstleistung auf Seiten des Bauherrn erbringen.

Für eine erfolgreiche Multiplikation in der Praxis halten wir neben den Publikationen als Bericht und als einzelne Fachpublikation insbesondere die Umsetzung von Re-Commissioning Projekten durch die öffentliche Hand mit exemplarischem Charakter und anschließender Veröffentlichung der Ergebnisse für sinnvoll. Hierzu sollten geeignete Liegenschaften identifiziert und mit dem Re-Co Ansatz bearbeitet werden. Als Ergebnis dieser Projekte würde nicht nur in erheblichem Maße Energie eingespart, sondern es würden auch weitere Erfahrungen gesammelt, wie die öffentliche Hand Re-Co Dienstleistungen ausschreiben und umsetzen kann. Damit würde aus der im Re-Co Projekt erarbeiteten und evaluierten Methodik entsprechende Arbeitsgrundlagen für die Anwendung von Re-Commissioning Leistungen als Standard in der Instandhaltung geschaffen.

Um entsprechende exemplarische Projekte zu generieren, schlagen wir vor, insbesondere die entsprechenden Bundesbehörden, die Landesbaubetriebe sowie andere institutionelle Liegenschaftsbetriebe über die Ergebnisse des Re-Co Projektes zu informieren. Als besonders geeignet für die Verbreitung sehen wir hier Fachvorträge zum Beispiel in Fachgruppen des AMEV oder im Energieforum der „HIS - Hochschulentwicklung“, der „Laborrunde“ oder auf dem „Deutschen Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten“ des Deutschen Instituts für Urbanistik. Zur Dokumentation und Evaluierung sollte eine wissenschaftliche Begleitung beauftragt werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



2 ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht dokumentiert die Bearbeitung und die Ergebnisse des deutschen Forschungsprojekts „Re-Co - Betriebsoptimierung in komplexen Nicht-Wohngebäuden“ sowie zentrale Ergebnisse des Europäischen Projekts „Re-Commissioning (Re-Co)“.

Gebäude sind komplexe Systeme. Sie werden von zahlreichen, verschiedenen Personen konzipiert, entworfen, errichtet und über Jahrzehnte betrieben und benutzt. Daher stellt die Aufrechterhaltung des Gebäudebetriebs mit optimaler Performance eine große Herausforderung dar. Tatsächlich wird dies in vielen Gebäuden nicht erreicht. Untersuchungen haben Energieeinsparpotenziale von 5 bis 30% aufgezeigt, die durch die Optimierung von Betrieb und Nutzung der Gebäude ausgeschöpft werden können¹.

Die genannten Defizite können ihre Ursache in allen vorgelagerten Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden haben, ihre Lösung im Gebäudebestand ist dann aber immer Aufgabe der Instandhaltung. Re-Co-Dienstleistungen bieten entsprechend einen Ansatz zur Unterstützung der Instandhaltung, um durch gering-investive Maßnahmen die „niedrig hängenden Früchte“ der Energieeinsparung zu ernten.

Das hier entwickelte und erprobte Konzept ist dazu inhaltlich offen gestaltet und kann sowohl technische wie auch organisatorische Maßnahmen enthalten. Es kann dabei sowohl von externen Dienstleistern wie auch durch eine Stelle innerhalb des Gebäudemanagements angewendet werden. Auf Grund der Komplexität der Aufgabe ist eine offene, vertrauensvolle und partnerschaftliche Bearbeitung mit dem Gebäudemanagement in jedem Fall eine Voraussetzung für den Projekterfolg.

Im Zuge des Europäischen Re-Co Projekts wurden 15 Gebäude analysiert und optimiert. Die Bearbeitung erfolgte weitgehend entlang einer einheitlichen Vorgehensweise, die kontinuierlich zu einem allgemein anwendbaren Re-Co Konzept zur nicht- bzw. geringinvestiven energetischen Betriebsoptimierung von Gebäuden entwickelt wurde. Im Rahmen der Bearbeitung der energydesign braunschweig GmbH wurde dieser Ansatz mit Unterstützung der Forschungsinitiative Zukunft Bau auf Gebäude der Technischen Universität Braunschweig angewendet und konzeptionell ergänzt.

Die Bearbeitung zeigt, dass Re-Co Dienstleistungen einen hochwirtschaftlichen Beitrag zur energetischen Optimierung des Gebäudebestands leisten können. Die Europäischen Pilotprojekte erreichten im Mittel Reduzierungen des Endenergieverbrauchs von 10%, das Projekt an der TU Braunschweig im Mittel knapp 15% an drei Gebäuden. Die statische Amortisation der direkten Maßnahmenkosten lag bei rund 0,7 Jahren, die Gesamttrendite unter Berücksichtigung der Kosten der Dienstleistung lag bezogen auf eine angenommene Wirkungszeit der Maßnahmen von mehreren Jahren im Mittel bei 73 %.

Die Projekterfahrungen in Deutschland zeigten, dass diese Erfolge Teamwork von Dienstleistern und Gebäudemanagement voraussetzen. Die Auswahl „potenzialreicher“ Gebäude erwies sich als weiterer zentraler Baustein. Und nicht zuletzt muss das Projektteam auf beiden Seiten die Disziplin haben, die Bearbeitung energisch auf hochwirksame, kostengünstige und schnell umsetzbare Maßnahmen zu fokussieren und dabei im Zweifelsfall auch andere mögliche Potentiale liegen zu lassen.

Werden diese Aspekte berücksichtigt, können Re-Co Dienstleistungen aus Sicht der Autoren ein attraktives Geschäftsfeld für Ingenieurbüros sein und einen signifikanten und hochwirtschaftlichen Beitrag zur Energiewende im Gebäudebestand leisten.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



3 STAND DES WISSENS UND DER TECHNIK

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH

Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555

fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de

www.energydesign-bs.de



Die Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden ist eines der wichtigsten Ziele der Energiewende. Auf Grund der langen Lebensdauer, wechselnden Nutzungsbedingungen und vielfältigen Veränderungen, die ein Gebäude durchlaufen kann, besteht die Gefahr, dass Gebäude trotz sorgfältiger Planung und Errichtung im Betrieb eine nur suboptimale Performance erreichen.

Deshalb kann ein Re-Commissioning (engl. Re-Commissioning = Wiederinbetriebnahme; Wiederherstellung der ursprünglich intendierten Betriebsleistung) helfen, eine optimale Performance eines Gebäudes dauerhaft zu erhalten bzw. diese wieder zu erreichen. Dieser Abschnitt stellt Prozesskonzepte und Werkzeuge vor, die das Ziel unterstützen, den Energieverbrauch bestehender Gebäude zu reduzieren bzw. die Qualität Ihrer Performance zu erhalten.

3.1 Re-Commissioning Prozesskonzepte

Zahlreiche Forschungsprojekte haben in den letzten Jahren und Jahrzehnten auf energetische Qualitätsdefizite im Betrieb von Gebäuden hingewiesen¹. Es ist naheliegend, dass unter dem Druck steigender Energiekosten Prozesskonzepte und Dienstleistungen entstehen, die die Reduzierung dieser Qualitätsdefizite und damit eine Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden im Betrieb zum Ziel haben. Im Folgenden werden einige dieser Ansätze vorgestellt, um die Bandbreite der Konzepte zu erläutern.

3.1.1 Energetische Inspektionen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV)

Zweck der seit kurzem gültigen zweiten „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013“² ist die Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudebestand. Sie macht entsprechende Vorschriften sowohl für neu zu errichtende Gebäude als auch Sanierungen sowie zu Gebäuden im Bestand. Dazu werden Grenzwerte für Eigenschaften der Gebäudehülle und für den Jahres-Primärenergiebedarf festgelegt. Diese sind im Wesentlichen bei Neubau und Sanierungsmaßnahmen nachzuweisen.

In Bezug auf den Gebäudebetrieb wird für „Anlagen der Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung“³ (Abschnitt 4) in §11 „Aufrechterhaltung der energetischen Qualität“ festgelegt: „(1) Außenbauteile dürfen nicht in einer Weise verändert werden, dass die energetische Qualität des Gebäudes verschlechtert wird. Das Gleiche gilt für Anlagen und Einrichtungen nach dem Abschnitt 4, soweit sie zum Nachweis der Anforderungen energieeinsparrechtlicher Vorschriften des Bundes zu berücksichtigen waren.“⁴

Konsequent fordert der folgende Absatz, dass „energiebedarfssenkende Einrichtungen in Anlagen nach Absatz 1 [...] vom Betreiber betriebsbereit zu erhalten und bestimmungsgemäß zu nutzen“⁵ sind. „Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung sind vom Betreiber sachgerecht zu bedienen. Komponenten mit wesentlichem Einfluss auf den Wirkungsgrad solcher Anlagen sind vom Betreiber regelmäßig zu warten und instand zu halten“⁶.

In diesen Formulierungen sind zwei Aspekte in Bezug auf Re-Commissioning bemerkenswert: Zum einem wird die Energieeffizienz des Gebäudes als *Qualität* bewertet. Zum anderen wird unterstellt, dass die im EnEV-Nachweis berechneten energetischen Ziele und die angesetzten Randbedingungen im Betrieb möglicherweise nicht aufrechterhalten werden können und so ein Qualitätsdefizit, also ein erhöhter Energieverbrauch entstehen kann.

¹ Eine Übersicht über entsprechende Forschungsberichte findet sich z.B. in: Plesser et al., „Der Energie-Navigator: Entwicklung eines teilautomatisierten Werkzeugs für die energieoptimierte Betriebsführung von Gebäuden“, Braunschweig 2013

Entsprechend führte schon die EnEV 2007⁷ eine Verpflichtung für Betreiber zur Durchführung regelmäßiger Energetischer Inspektionen von „Klimaanlagen mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als zwölf Kilowatt“⁸ ein. Diese Anlagen müssen nach einer Betriebszeit von 10 Jahren entsprechend einem definierten Prozess von Fachpersonal in Bezug auf ihre energetische Qualität im Betrieb hin inspiziert werden. Damit hat der Gesetzgeber auf dem Wege einer Verordnung einen Baustein eines kontinuierlichen Re-Commissioning-Prozesses für Gebäude definiert.

DIN EN 15239⁹ und 15240¹⁰ definieren den Umfang der Inspektionen für Heizungs- und Lüftungsanlagen. Die Prüfungen umfassen unter anderem Vollständigkeit, Sauberkeit, Stand der Wartung, Wirkungsgrade und regelungstechnische Funktionen. Entsprechend beider Normen soll zu jeder Inspektion ein Bericht erstellt werden, der auch Verbesserungsvorschläge macht. Konkrete Anleitungen zu Durchführungen werden in Form von Checklisten gegeben, siehe Abbildung 1.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Nr.	Text	Wärmerückgewinnungsteil			
		Einzelheiten	C	B	A
M.7.1.1	Dokumentation	keine <input type="radio"/> unvollständig <input type="radio"/> vollständig <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.1.2	Fehlende Teile		x	x
M.7.2	Art der Rückgewinnungsanlage		x	x	x
M.7.3.1	Wärmerückgewinnungskapazität – Auslegungswert kW	x		
M.7.3.2	gemessen kW		x	x
M.7.4	Betriebstemperatur	Vorlauf °C Rücklauf °C			x
M.7.5	Beschilderung	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Erforderlich <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.6	Dämmung	Sichtprüfung ausreichend <input type="radio"/> unzureichend <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.7	Nenn-Hilfsleistung				
M.7.8	Messgeräte	Vorhanden <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.9	Zähler	Vorhanden <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.10	Betriebsart	Modulierend <input type="radio"/> Nach Bedarf <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.11.1	Regelungssystem	Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Art	x	x	x
M.7.11.2	Einstellung	ausreichend <input type="radio"/> unzureichend <input type="radio"/>		x	x
M.7.12	Wärmerückgewinnung, Nennleistung			x	x
M.7.13	Messgeräte	Vorhanden <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/>		x	x
M.7.14	Zähler	Vorhanden <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/>		x	x
M.7.15	Wartungsstand	regelmäßig <input type="radio"/> nach Bedarf <input type="radio"/> keine <input type="radio"/>	x	x	x
M.7.16	Betriebszustand	ausreichend <input type="radio"/> unzureichend <input type="radio"/>	x	x	x
	Optional				

Abbildung 1 Auszug aus DIN EN 15239¹¹ zur energetischen Inspektion von Lüftungsanlagen

Der Fachverband Gebäude-Klima e.V. hat hierzu die Status-Reports 5 „Energetische Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlagen“¹², 6 „¹³ und 27 „Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen“¹⁴ veröffentlicht, der entsprechende Hinweise zur Durchführung gibt, siehe Abbildung 2.

lfd. Nr.	3. Klimaanlage	Bemerkung J/N	Wie ist es zu tun?	Warum ist es zu tun?	Konsequenzen
	Stimmen bei einem Riemenantrieb die Riemensscheibenpaarungen mit der Auslegung überein?		Überprüfen anhand der Dokumentation und der Herstellerangaben	Der Ventilator sollte im Optimum des Wirkungsgrades betrieben werden. Dazu muss der Antrieb ordnungsgemäß arbeiten	Reparatur
	Ist bei einem Ventilator mit direktem Antrieb der Motor drehzahlregelbar?		Überprüfen anhand der Dokumentation und der Herstellerangaben	Der Ventilator sollte im Optimum des Wirkungsgrades betrieben werden. Dazu muss der Antrieb ordnungsgemäß arbeiten	Reparatur
	Stimmt die Kupplung bei einem direkt angetriebenen Ventilator mit Auslegung überein?		Überprüfen anhand der Dokumentation und der Herstellerangaben	Der Ventilator sollte im Optimum des Wirkungsgrades betrieben werden. Dazu muss der Antrieb ordnungsgemäß arbeiten	Reparatur
	Sind die Lager geschmiert?		Optische Überprüfung und Vergleich mit Dokumentation	Zur sicheren Funktion erforderlich	Reparatur
	Sind Auszugseinrichtungen für einen Motorwechsel geplant und auch vorhanden?		Optische Überprüfung und Vergleich mit Dokumentation	Zur sicheren Wartung und Reparatur erforderlich	Abstimmung

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 2 Auszug aus der „Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen“¹⁵

3.1.2 Energieeffizienz als Betreiber Aufgabe im Gebäudemanagement

Innerhalb der DIN 32637¹⁶ "Gebäudemanagement" wird der Leistungsblock "Energie-Management" dem Technischen Gebäudemanagement zugeordnet und differenziert in folgende Leistungen:

- „Gewerke-übergreifende Analyse der Energieverbraucher
- Ermitteln von Optimierungspotentialen
- Planen der Maßnahmen unter betriebswirtschaftlichen Aspekten
- Berechnen der Rentabilität
- Umsetzen der Einsparungsmaßnahmen
- Nachweisen der Einsparungen.“¹⁷

Das Gebäudemanagement ist demnach für den energieeffizienten Gebäudebetrieb verantwortlich, was in etwa der oben genannten *sachgerechten* Bedienung nach EnEV entspricht. Auffällig ist hier, dass die Aufgabe als Verbesserungsmaßnahme und nicht als Prüfung oder Erhaltung einer Qualität definiert wird.

Genauso ist die Auffassung der GEFMA-Richtlinie 124 „Energiemanagement“ⁱⁱ (EM): „Ein wesentliches Ziel des EM besteht darin, die Gesamtkosten für den Prozess der Energiebereitstellung, -verteilung und -anwendung im Gebäude (Bezeichnung hier: Prozesskosten) bei einem definierten Level der Nutzungsqualität zu minimieren“¹⁸.

In GEFMA Richtlinie 124-2¹⁹ werden einzelne Methoden beschrieben, die in den verschiedenen Stufen des dargestellten Prozesses zur Anwendung kommen können. Dabei werden zunächst Begriffe und Methoden wie Energiekonzept, Energiebilanz, Benchmark, Nutzwertanalyse und Energiecontrolling mit Bezügen zu anderen Normen und Richtlinien definiert oder Darstellungsweisen für Energieflüsse beschrieben, der jeweilige Zweck erläutert und Vorgaben für die Anwendung gemacht.

ⁱⁱ Die Teile 124-3 „Berufsbilder(Einsatzfelder) im Energiemanagement“ und 124-4 „Qualifizierung von Beratern für das Energiemanagement“ sind noch nicht veröffentlicht.

Konkrete technische Vorgehensweisen zur Optimierung der Energieeffizienz von Gebäuden beschränken sich dann auf die Nennung von Einzelmaßnahmen wie den hydraulischen Abgleich von Heizungssystemen, das Lastmanagement für den Strom- und Wärmebezug sowie die allgemeine Anlagenoptimierung: „Unter Anlagenoptimierung ist die Auswahl und Einstellung optimaler Betriebsparameter an gebäudetechnischen Anlagen zu verstehen. Das Ziel besteht in der Senkung des Energieverbrauchs bzw. des Leistungsbezugs“²⁰.

Neben ingenieurtechnischen Analysen, der Identifikation und der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung wird hier auch eine Überwachung energetischer Ziele als Aufgabe des Gebäudemanagements beschrieben.

3.1.3 EXCEO2

Ein Expertensystem im Sinne einer Re-Commissioning Dienstleistung hat das Forschungsprojekt EXECO2²¹ entwickelt. Als geeignetes Mittel zur Erschließung geringinvestiver Maßnahmen wurde die Form der Checkliste identifiziert. Auf dieser Basis wird ein nach Gewerken strukturiertes Prüfkonzept entwickelt, dass Analysen anhand von Fragen, technischen Hinweisen und Handlungsempfehlungen organisiert.

H_V 2	Bestandsaufnahme Rohrnetz	Ja	Nein
H_V 2.1	Gibt es eine detaillierte Druckverlustberechnung und / oder eine Dokumentation des hydraulischen Abgleichs des jeweiligen Heizkreises?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hinweis wenn H_V 2.1 mit „Ja“ beantwortet wurde: Prüfen, ob die Einstellorgane und – armaturen gemäß den Berechnungen eingestellt sind. Bitte vergleichen sie die Ergebnisse der Rohrnetzberechnung speziell den Wert der Förderhöhe oder der Betriebsstufe mit den Einstellungen an den Umwälzpumpen. (Siehe Kapitel H_V 1.7 und 1.8) Weichen die Einstellungen und die Pumpeleistung von den Rohrnetzberechnungen ab, müssen diese, bzw. der hydraulische Abgleich, angepasst werden?			
		Ja	Nein
H_V 2.2	Sind seit dieser Berechnung Veränderungen am Verteilsystem vorgenommen worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn H_V 2.2 „Ja“ Beschreibung der Änderungen(z.B. neue Verbraucher angeschlossen, Verteilsystem ausgeweitet, Bereiche außer Betrieb genommen werden.)			
Hinweis wenn H_V 2.2 mit „Ja“ beantwortet wurde: Wurden Änderungen am Verteilsystem vorgenommen, muss auf jedem Fall nach Indikatoren für einen fehlerhaften hydraulischen Abgleich gesucht werden (H_V 2.3 – 2.5).			

Abbildung 3 Auszug aus einer Checkliste nach EXECO2²²

3.1.4 Energiemanagementsysteme nach DIN ISO 50001

Ziel der ISO-Norm 50001 ist es „Organisationen in die Lage zu versetzen, die Systeme durch Prozesse aufzubauen, welche zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung [...] erforderlich sind“²³. Kern ist der in den 70er Jahren entwickelte PDCA-Zyklus, siehe Abbildung 4, mit dem eine kontinuierliche Verbesserung erreicht werden soll.

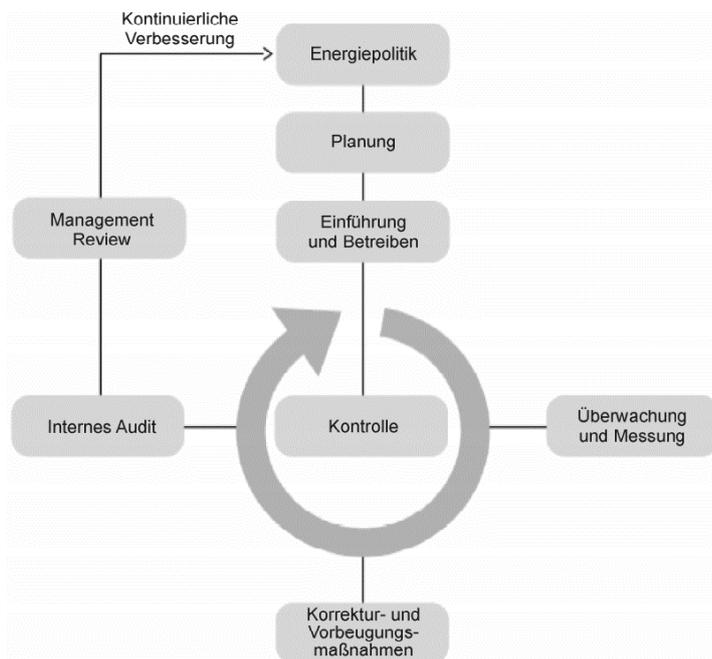


Abbildung 4 PDCA-Zyklus zur kontinuierlichen Verbesserung²⁴

Die Norm ist nicht begrenzt auf die Optimierung von Gebäuden, sondern umfasst auch z.B. Industrieanlagen. Auffallend im Vergleich zu den oben genannten Konzepten ist die starke Orientierung in Richtung des Prozesses, der für die Erreichung der Ziele definiert wird. Hierbei wird nicht in erster Linie ein technisches Prüfkonzept entwickelt, sondern eine administrative Umgebung für den Optimierungsprozess definiert, der im Kern zunächst eine Verortung der Energiekosten innerhalb der Kostenstellenstruktur eines Unternehmens anstrebt.

3.1.5 Re-Commissioning in den USA und Canada

In Nord-Amerika ist der Begriff Commissioning weit verbreitet und bezeichnet die am Bau üblichen Prozessschritte der Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe von Anlagen und Gebäuden. Während diese Aufgaben in Deutschland durch die HOAI²⁵ und VOB²⁶ zwischen Bauherr, Fachplaner und Errichter geregelt werden, erfolgen diese Leistungen in angelsächsischen Ländern oft in Zusammenarbeit mit speziellen Dienstleistern. Entsprechend hat sich auch der Begriff des *Re-Commissioning* für die wiederholte und der des *Continuous Commissioning* für die „kontinuierliche“ Inbetriebnahme verbreitet. Entsprechende Leitfäden, wie der „Recommissioning Guide for Building Owners and Manager“²⁷ oder das „Continuous Commissioning Guidebook“²⁸ schlagen konkrete Schritte für die Einführung von Re-Commissioning-Prozessen für Gebäude vor, siehe Abbildung 5, und geben dabei konkrete Ratschläge für die Beschaffung oder Einführung entsprechender Leistungen.

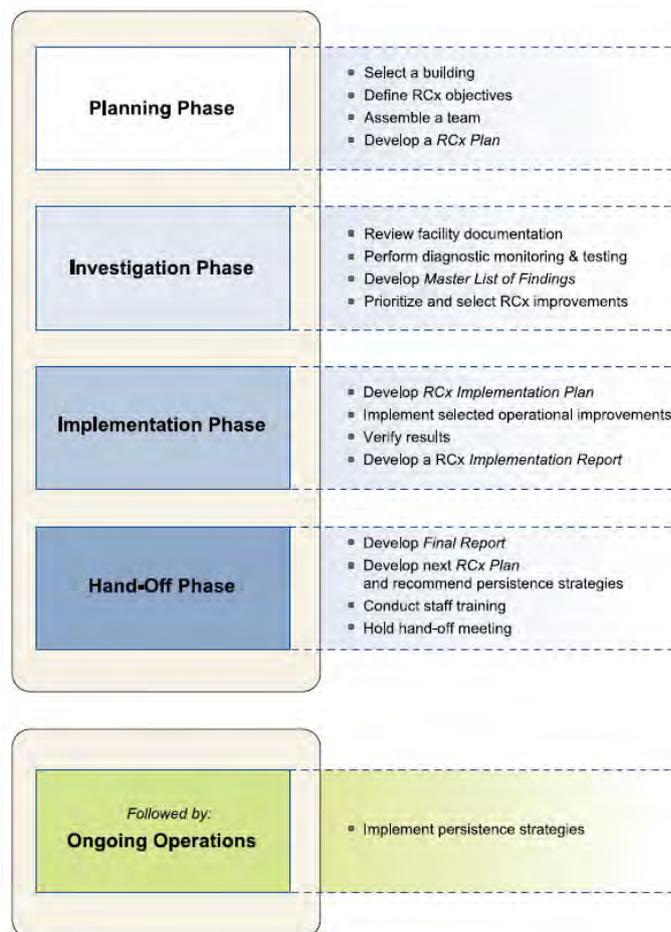


Abbildung 5 Prozessschritte des kanadischen Leitfadens für Recommissioning-Services²⁹

Auffallend sind hier wiederum der praxisnahe Bezug der Leitfäden und die konkrete Adressierung einzelner einzubindender Akteure, wie ein Finanzvorstand oder ein Energiemanager. Daraus ergeben sich auch unmittelbar konkrete Vorgehensweisen zur Umsetzung der Prozesse, die die Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung technischer Maßnahmen schaffen.

3.1.6 Kommunikation

Noch weiter in die strategische und prozessuale Umgebung technischer Maßnahmen greifen organisatorische Maßnahmen aus, die nicht unmittelbar auf die Umsetzung von Re-Commissioning Maßnahmen zielen, sondern durch Schulung und Information insbesondere den fachlichen Austausch zwischen Experten und die Aufmerksamkeit bei Laien fördern sollen.

Neben professionellen, kommerziell angebotenen Schulungen werden entsprechende Aktivitäten auch von zahlreichen Arbeitskreisen, wie z.B. dem „Energieforum“ der HIS-Hochschulentwicklung, Hannover, die „Laborrunde“³⁰ als Netzwerk von Experten für Laborgebäude oder die „GLT-Anwendertagung“³¹ durchgeführt.

Eine besondere Form der Netzwerke ist das Konzept Ökoprofit³², bei dem Unternehmen in sogenannten Verbänden Maßnahmen im Rahmen eines Umweltmanagements durchführen. Neben der fachlichen Qualifikation und der konkreten Umsetzung von Maßnahmen soll hier auch der Austausch zwischen den Teilnehmern und die Motivation der Personen gefördert werden. Einen ähnlichen Ansatz verfolgen auch die Angebote der LEEN GmbH³³. Teilnehmer der kostenpflichtigen Netzwerke setzen in moderierten Gruppen Maßnahmen zur Energieeinsparung um.

Mit dem Fokus auf den Nutzer von Gebäuden sind in den vergangenen Jahren auch zahlreiche Forschungsprojekte und Aktionen zur Information, Schulung und Motivation von Nutzern durchgeführt worden, wie z.B. das Change-Projekt³⁴ der Ruhr-Universität Bochum oder die Aktion „TU Was“³⁵ der Universität Osnabrück, bei der u.a. durch themenspezifische Poster in Räumen der Hochschule auf energieeffizientes Nutzerverhalten hingewiesen wird.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



3.2 Re-Commissioning Hilfsmittel und Werkzeuge

Da Re-Commissioning die Qualitätssicherung bzw. Optimierung des Betriebs technischer Anlagen beschreibt, sind entsprechend alle Werkzeuge für die Betriebsführung zunächst auch Re-Co Werkzeuge, wie z.B. die gesamte Palette messtechnischer Geräte zur Messung von Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten, Drücken etc., die auch zum Einregulieren von Gebäuden genutzt werden. Im Folgenden werden Werkzeuge beschrieben, die insbesondere für Re-Commissioning Projekte bedeutsam sind.

3.2.1 Energieverbrauchsanalysen nach VDI 3807

VDI 3807:2007-03³⁶ definiert unter anderem Berechnungsmethoden für Energiekennwerte von Gebäuden. Gemessene Energieverbrauchsdaten können durch Berechnungen zur Witterungs- und Zeitbereinigung normalisiert werden, so dass ein Vergleich zwischen verschiedenen Messperioden oder Gebäuden ermöglicht wird.

3.2.2 IPMVP

Das "International Performance Measurement & Verification Protocol"³⁷ beschreibt vier grundsätzliche Methoden zur technischen und wirtschaftlichen Bewertung von Einsparmaßnahmen:

- Option A Teilmessung und Schätzung: Bewertung des Energieverbrauchs einer Anlage vor und nach der Umsetzung einer Maßnahme durch Messung oder hinreichend genaue ingenieurtechnische Schätzung.
- Option B Teilmessung: wie Option A, aber ohne Schätzung.
- Option C Gebäudemessung: Messung des gesamten Energieverbrauchs des Gebäudes vor und nach der Umsetzung einer Maßnahme.
- Option D kalibrierte Simulation: Erstellung und Kalibrierung eines Simulationsmodells des Gebäudes oder der Anlage und Simulation der umgesetzten Maßnahmen.

VDI 3807 und IPMVP bieten gute methodische Voraussetzungen für die Bewertung des technisch-wirtschaftlichen Erfolgs von Energieeinsparmaßnahmen.

3.2.3 CAD/CAFM

Computer Aided Design und Computer Aided Facility Management sind Grundlage für eine gute Gebäudedokumentation und können damit auch ein wichtiger Ausgangspunkt für Re-Co-Dienstleistungen sein. Ein externer Dienstleister muss sich in der Regel zunächst mit einem Gebäude vertraut machen. Dazu sind CAD-Pläne der Gebäude eine erhebliche Hilfe. Allerdings ist es nicht unwahrscheinlich, dass gerade in Gebäuden, in denen eine schlechte Dokumentation vorliegt, auch eine wenig effiziente Betriebsführung vorliegt, so dass sicherlich oft mit weniger guten Voraussetzungen gearbeitet werden muss.

3.2.4 Digitalkameras und Smartphones

Da Dienstleistungen in Gebäuden neben Plänen in der Regel auch immer eine Begehung der Gebäude und deren Dokumentation erfordern, sind Digitalkameras und Smartphones mittlerweile zu einem unerlässlichen Werkzeug im Re-Commissioning geworden. Mit dem Smartphone können alle relevanten sichtbaren Aspekte eines Gebäudes fotografisch festgehalten werden, Maßnahmen und Messungen dokumentiert und mit entsprechenden Apps auch gleich vor Ort kommentiert werden.

3.2.5 Energiemesssysteme

Im Zuge der Einführung der ISO 50001 „Energiemanagementsysteme“³⁸ sind in den letzten Jahren zahlreiche Systeme zur messtechnischen Erfassung von Energieverbrauchswerten entwickelt worden. Diese bestehen in der Regel aus Messeinheiten – Wärme-, Kälte- und Stromzählern – einer Infrastruktur zum Sammeln der Daten sowie einer Software zur Speicherung und Visualisierung von Daten.

Energiemesssysteme können eine Re-Co-Dienstleistung erheblich unterstützen, um zum Beispiel innerhalb eines großen Pools von Gebäuden diejenigen mit großem Einsparpotential zu identifizieren, um den Gebäudebetrieb anhand von Lastgangdaten zu analysieren, Effekte von Maßnahmen unmittelbar zu prüfen und um Maßnahmen langfristig in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit zu bewerten.

Allerdings gilt auch hier der Hinweis, der schon bei den CAD-Systemen gemacht wurde: ist eine solche Infrastruktur längere Zeit vorhanden, sind wesentliche (und vor allem einfache und wirtschaftliche) Maßnahmen möglicherweise bereits erfolgt, so dass die wirtschaftliche Erbringung einer externen Re-Co-Dienstleistung erschwert wird.

3.2.6 Gebäudeautomation

In gleicher Weise wie Energiemesssysteme bieten heute auch viele Gebäudeautomationssysteme, insbesondere mit einer Leit- bzw. Managementebene, die Möglichkeit, den Gebäudebetrieb in vielfältiger Weise zu überwachen. So kann der Gebäudemanager oder Dienstleister über Visualisierungswerkzeuge oft eine Vielzahl der Datenpunkte der Gebäudeautomation analysieren.

3.3 Forschungsbedarf für erfolgreiche Re-Co-Dienstleistungen

Die Recherchen zeigen, dass sowohl hinsichtlich der methodischen Grundlagen wie auch der verfügbaren Werkzeuge gute Voraussetzungen für die Umsetzung von Re-Co Services bestehen. Trotzdem konnten sich entsprechende Dienstleistungen in Deutschland noch nicht in großem Maße durchsetzen. Als mögliche Ursachen wurden zwei wesentliche Aspekte identifiziert.

Zum einen sind sämtliche Leistungen von Re-Co Services formal bereits Teil der bestehenden Leistungsbilder der Planung und Instandhaltung. Entsprechend gibt es in den meisten Gebäuden bereits klare Verantwortlichkeiten für eine optimale Betriebsführung. Der Anbieter von Re-Co Services tritt hier entsprechend immer ein Stück weit als Kontrolleur oder Wettbewerber der verantwortlichen Betreiber auf, ist aber im Weiteren trotzdem immer auf eine konstruktive Zusammenarbeit mit genau diesem Verantwortlichen angewiesen. Die entsprechenden Interessenkonflikte wirken hemmend auf die Umsetzung der Re-Co Services und führen im schlimmsten Fall zum Scheitern eines Projekts.

Die zweite Ursache liegt nicht so sehr in den Gegebenheiten der Baubranche, sondern der Struktur der potenziellen Dienstleister. Die in den bestehenden Re-Co Guidebooks dargestellten Prozessmodelle sind zum Teil sehr komplex und umfangreich, sodass ihre Einführung zum Beispiel in einem Ingenieurbüro einen langen Vorlauf, umfangreiche Mitarbeiterkompetenz und erhebliche Vorab-Investitionen erforderlich macht. Diesem Aufwand stehen nur schwer zu kalkulierende Erfolgchancen für die tatsächliche Umsetzung von Re-Co Projekten gegenüber, sodass eine strategische Einführung entsprechender Leistungen in das Portfolio eines Ingenieurbüros eine vergleichbar riskante unternehmerische Entscheidung darstellt.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Ein neues Re-Co Konzept muss deshalb folgende Anforderungen erfüllen:

- Das Leistungsbild muss für Kunden übersichtlich und transparent erkennbar sein.
- Re-Co Leistungen sollen die Instandhaltung ergänzen und nicht als Konkurrenzdienstleistung wirken.
- Der Leistungsumfang muss innerhalb eines Projektes individuell gestaltbar sein.
- Der Geschäftsprozess auf Seiten des Dienstleisters muss so kompakt sein, dass seine Einführung ohne umfangreiche Vorab-Investitionen und ggf. sukzessive erfolgen kann.

Mit diesen Zielsetzungen hat die energydesign braunschweig GmbH das Pilotprojekt an der Technischen Universität Braunschweig im Rahmen des Europäischen Re-Co Projektes bearbeitet.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



4 DAS EUROPÄISCHE RE-CO PROJEKT

Das Ziel des Europäischen Re-Co-Projekts war die Stimulation von Dienstleistungen zur Reduktion der Energiekosten von Gebäuden. Die Maßnahmen sollten ohne respektive durch möglichst geringe Ausgaben als Teil der Instandhaltung allein durch die Optimierung des Gebäude- und Anlagenbetriebs, des Gebäudemanagements und des Nutzerverhaltens erreicht werden.

Im Re-Co-Projekt wurden dazu von 2011 bis 2014 Pilotgebäude im Rahmen eines Re-Commissionings bearbeitet, die eine Senkung des Endenergiebedarfs um 10% erreichen sollten. Das Projekt wurde von 10 Partnern aus 8 Ländern bearbeitet, siehe Abbildung 6.



Abbildung 6 Das Re-Co-Team – 15 Pilotprojekte von 10 Partner in 8 Ländern

Der Fokus des Projekts lag auf Nichtwohngebäuden – Universitätsgebäuden, Bürogebäuden und Krankenhäusern. Insgesamt wurden 15 Pilot-Projekte in den verschiedenen europäischen Ländern umgesetzt. Die Projektpartner sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Motivation:

- Energie- und Kosteneinsparung in komplexen Dienstleistungsgebäuden

Teilnehmer:

- 15 Pilotprojekte aus 8 europäischen Ländern

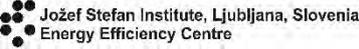
Laufzeit:

- Ende 2011 bis Anfang 2014

Ziele von „Re-Co“ (Re-Commissioning):

- 10% Endenergieeinsparung durch nicht-investive Maßnahmen
- Entwicklung von Optimierungsstrategien
- Entwicklung von geeigneten Tools
- Wissensaustausch und –transfer
- Kombination und Vernetzung von Nutzer, Betriebstechniker und Management

Tabelle 1 Liste der Projektpartner

PROJEKTPARTNER	KONTAKT
	Factor4, Belgium - Johan Coolen
	EDB, Germany - Stefan Plessner, Adrian Görtgens
	JSI, Slovenia - Barbara Petelin Visocnik
	VTT, Finland - Jorma Pietiläinen
	E7, Austria - Klemens Leutgöb, Georg Benke
	SEVEn, Czech Republic - Jana Szomolanyiova
	Alcina, Croatia – Ivan Vrdoljak, Niksa Bozic
	NEE, Norway - Thea Marie Mork
	STZ, Germany - Boris Mahler, Ursula Rieger
	GEA, Austria - Reinhard Ungerböck, Kathrin Kauran

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweigtel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

Die Bearbeitung an der TU Braunschweig wurde durch den Projektpartner energydesign braunschweig GmbH durchgeführt.

5 DAS RE-CO KONZEPT

Im Zuge des Europäischen Projekts und der Umsetzung der Pilotanwendungen wurde ein allgemeines Konzept für Re-Co Dienstleistungen entwickelt, angewendet und optimiert. Die Ergebnisse sind umfangreich auf der Projekt-Website www.re-co.eu dokumentiert und werden in Folgenden in kompakter Form vorgestellt.

Der Re-Co Prozess umfasst fünf Schritte, siehe Abbildung 7.



Abbildung 7 Die fünf Schritte des Re-Co Konzepts

Das Re-Co-Konzept folgt im Wesentlichen den Schritten der prozessorientierten nord-amerikanischen Leitfäden. Tabelle 2 zeigt die wesentlichen Bearbeitungsinhalte der einzelnen Schritte.

Tabelle 2 Schritte und Bearbeitungsinhalte des Re-Co Konzepts

Schritt	Bearbeitungsinhalte
Ziele und Konzept	Dienstleister und Auftraggeber entwickeln eindeutige Ziele und Rahmenbedingungen für die Bearbeitung. Für beide Seiten muss klar sein, welche Leistungen von beiden Partnern erbracht werden. Die Ziel-Indikatoren sollten einschließlich der Berechnungsmethoden so klar wie möglich definiert werden – ob Einsparung, Amortisation oder Nutzerzufriedenheit: die Definition sollte auch in Zahlen, nicht nur in Worten, erfolgen.
Untersuchung	Die Kenntnis des Gebäudebestands ist eine Voraussetzung für die Bearbeitung. Wichtig ist hierbei die schnelle und zielgerichtete Bestandsaufnahme. Diese muss sich am festgelegten Konzept orientieren und kann – je nach gewähltem Re-Co-Ansatz und angestrebten Maßnahmenfeldern – sehr unterschiedlich ausfallen. Die Identifikation von Maßnahmen erfolgt in der Regel im Zuge der Untersuchung.
Umsetzung	Die Umsetzung der Maßnahmen allein ist bei Re-Co Maßnahmen in der Regel recht kompakt. Allerdings erfolgen Sie im laufenden Gebäudebetrieb und sind deshalb keine typischen „Bau-Projekte“, sondern Teil der laufenden Aufgaben des Gebäudemanagements. Es ist deshalb frühzeitig zu klären, wie einzelne Maßnahmen konkret umgesetzt werden können.
Evaluation	Die Evaluation dient der Erfolgskontrolle der Maßnahmen und des gesamten Projekts. Sie orientiert sich an den im Konzept festgelegten Zielindikatoren. Eine übergreifende Auswertung kann auch für eine strategische Optimierung des Re-Co Prozesses genutzt werden.

Kontinuität

Viele Re-Co Optimierungen sind Maßnahmen mit geringer Robustheit, das heißt, sie betreffen Verbesserungen, die leicht wieder rückgängig gemacht – wie z.B. die Optimierung von Soll-Werten der Gebäudeautomation – oder – wie ein verbessertes Nutzerverhalten – wieder verlernt werden können. Deshalb sollte ein Konzept für die kontinuierliche Überwachung der Betriebsoptimierung implementiert werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Bei allen Konkretisierungen des Re-Co Prozesses für ein individuelles Projekt ist zu beachten, dass ein Re-Co Projekt für beide Seiten wirtschaftlich verlaufen muss. Deshalb ist zu empfehlen, bei der Auswahl der Gebäude und Maßnahmen strikt zu priorisieren und sorgfältig auszuwählen. Nicht alle Einsparpotentiale sind es – im wahrsten Sinne des Wortes – wert, gehoben zu werden. Umfang und Aufwand für die Umsetzung von Maßnahmen, ihre Evaluierung und kontinuierliche Überwachung müssen mit angemessenen Mitteln umgesetzt werden, die sich immer an den möglichen Einsparungen orientieren sollten.

Ein Re-Commissioning-Prozess kann auf verschiedene Maßnahmenfelder fokussieren. Die Auswahl der richtigen Schwerpunkte sollte sich an den Möglichkeiten im Gebäude, dem Interesse bzw. der Bereitschaft des Kunden und den Fähigkeiten des Re-Co-Beraters orientieren.

Maßnahmenfeld	Definition
Technische Anlagen	Dieses Maßnahmenfeld umfasst die klassischen technischen Maßnahmen der Betriebsoptimierung. Es umfasst alle Maßnahmen, die direkt an den technischen Anlagen von Gebäuden durchgeführt werden. Besonders effektive Maßnahmen können als Best-Practice definiert werden und von vorneherein in den Mittelpunkt eines Re-Co-Projekts gestellt werden.
Gebäude-automation	Obwohl die Gebäudeautomation auch eine technische Anlage ist, kommt ihr als zentrales und übergreifendes Nervensystem eines Gebäudes eine besondere Schlüsselrolle zu. Für Re-Co-Dienstleistungen ist sie besonders interessant, da mit ihr zahlreiche Optimierungen ohne jede Investition in die Anlagentechnik sehr schnell umgesetzt werden können, z.B. durch veränderte Laufzeiten, Sollwerte etc. Voraussetzung für diese Maßnahmen ist in der Regel eine Gebäudeleittechnik, von der aus zentral Analysen durchgeführt und Maßnahmen umgesetzt werden können.
Gebäude-management	Maßnahmen im Gebäudemanagement ermöglichen die Umsetzung von strategischen Maßnahmen über einzelne technische Optimierungen hinaus. Schulungen des Betreiberpersonals können dabei ebenso als Ansatz angesehen werden wie die Einführung eines Energiemanagements als Teil des Gebäudemanagements.

Nutzer

Die Einbindung der Nutzer erwies sich als eines der Schlüsselkonzepte in vielen Gebäuden und konnte Potenziale erschließen, die ansonsten nicht zugänglich gewesen wären. Der Nutzeransatz kann durch Informationskampagnen, Poster, Websites, Workshops und oder – wie an der TU Braunschweig eingeführt – die Beratung von Nutzern durch geschulte Energienutzungskoordinatoren aus der Belegschaft erfolgen.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



In Ergänzung zu den oben genannten Maßnahmenfeldern können zahlreiche weitere Ansätze mit Blick auf die individuellen Gegebenheiten eines Kunden gewählt werden. Ein erfolgreiches Beispiel ist die Einführung einer Energiekostenbudgetierung an der TU Braunschweig. Hier werden die Energiekosten dezentral auf Budgets der Institute umgelegt, so dass dort eine unmittelbare Motivation zum Energiesparen entsteht.

Im Folgenden wird ein detaillierter Fahrplan vorgestellt, der helfen soll, Re-Co-Projekte technisch und wirtschaftlich erfolgreich umzusetzen.

5.1 Re-Co Fahrplan mit Meilensteinen

Der Fahrplan in Tabelle 3 zeigt die fünf Schritte des Re-Co Konzepts, ergänzt um die Meilensteine 0-9, die im Projektverlauf nachverfolgt werden sollten.

Tabelle 3 Der Re-Co Fahrplan

Meilenstein	Bearbeitungsinhalte
	Ziele und Konzept
M0: Auftakt	Der Projektstart ist in der Regel der erste Kontakt der Projektpartner und umfasst eine allgemeine Abstimmung der Projektziele und Randbedingungen sowie eine erste Sichtung des Gebäudebestands und möglicher Maßnahmenfelder.
M1: Vertrag	Vertragsabschluss zum Re-Co Projekt.
M2: Gebäude	Auswahl der Gebäude für die Bearbeitung, ggf. mit einer weiteren Selektion nach einer ersten Analysephase.
M3: Ausgangsgrößen	Festlegung von Ausgangsgrößen für die Zielindikatoren als Grundlage der späteren Evaluation.
	Untersuchung
M4: Audits	Nachvollziehbare technische und wirtschaftliche Beschreibung der geplanten Maßnahmen.
M5: Maßnahmen	Freigabe zur Umsetzung der Maßnahmen einschließlich der Bereitstellung der dazu erforderlichen Mittel (Budget) und Voraussetzungen (z.B. Personal, Fremdfirmen) sowie ggf. notwendiger Abstimmungen mit relevanten Akteuren (Personalrat, Datenschutzbeauftragter etc.).
	Umsetzung
M6: Implementierung	Die Umsetzung der Maßnahme ist erreicht, wenn die Einsparwirkung der Maßnahme beginnt.
	Evaluation
M7: Evaluation Maßnahmen	Die Evaluation je Maßnahme erfolgt durch eine nachvollziehbare und belastbare Bewertung einer Maßnahme.
M8: Evaluation Gebäude	Die Evaluation der Gebäude erfolgt durch eine nachvollziehbare und belastbare Bewertung aller Maßnahmen in einem Gebäude.
M9: Evaluation Projekt	Die Evaluation des Re-Co Projekts umfasst eine nachvollziehbare und belastbare Bewertung aller Maßnahmen des Re-Co Projekts sowie eine Evaluierung der Projektziele anhand der festgelegten Indikatoren.
	Kontinuität

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Im Folgenden werden Empfehlungen für die Bearbeitung der einzelnen Abschnitte des Re-Co-Prozesses gegeben.

5.2 Design (M0 – M3)

M0: Auftakt	Empfehlungen
<p>Was sind Ihre Ziele/ Kompetenzen/ Motivationen/ Kapazitäten?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wählen Sie Aktivitäten, die zu Ihren Fähigkeiten passen: Haben Sie keinen Experten für Kältemaschinen, investieren Sie allein nicht zu viel in dieses Thema, denn diese Systeme und Verbesserungen sind komplex! - Für den Fall, dass Sie zusätzliches Wissen brauchen, sollten Sie sich auf Experten berufen können, z.B. andere Ingenieurbüros.
<p>Was sind die Ziele/ Kompetenzen/ Motivationen/ Kapazitäten des Eigentümers?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stellen Sie sicher, dass der Eigentümer und Sie die gleichen Ziele verfolgen: Soll das Projekt hauptsächlich kosteneffektiv oder (zu einem gewissen Grad) eine gemeinsame Lernerfahrung sein? - Ziele können sein: Kosten, Energie, CO2, Nutzerkomfort, Lernen (Nutzer/ Personal), Image, ... - Finden Sie Befürworter des Projekts im Personal des Gebäudes.
<p>Was ist im Rahmen des Projekts möglich, gibt es NoGo's?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wie (schnell) können Maßnahmen umgesetzt werden: Gibt es ausreichend Personalkapazitäten? Sind Ausschreibungen nötig? Gibt es ein Standardverfahren, um Investitionen vorzuschlagen? - Z.B.: Lassen Sie das IT-Zentrum wie es ist! Involvieren Sie nicht die Chefärzte! Keine Fragebögen für Mitarbeiter!

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



M1: Vertrag	Empfehlungen
<p>Vertragsunterzeichnung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ein Re-Co Projekt ist Teamarbeit: Stellen Sie sicher, dass das allgemeine Konzept des Re-Co Projektes definiert ist. Die Ziele und Aufgaben aller Beteiligten müssen klar sein.

M2: Gebäude	Empfehlungen
<p>Wie ist der allgemeine Zustand des Gebäudes?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Überprüfen Sie grob (!), was vorhanden ist und in welchem Zustand es sich befindet: Nutzung? Fassade und Konstruktion? Gebäudetechnik? Nutzerverhalten? Personalverhalten? - Optimierung setzt Potenzial voraus: die Gebäudeauswahl ist essentiell!
<p>Gibt es ein Energiemesssystem oder eine GA-Leittechnik und welche Funktionen sind vorhanden (Management, Datenvisualisierung, Datenexport)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gibt es keine Gebäudeautomation und kein Energiemesssystem, können einige wichtige Potentiale verloren gehen. - Betriebspläne und Systemtemperaturen sind wichtig, um Einsparungen am BMS zu erzielen. Überprüfen Sie, ob diese vorliegen. - Überprüfen Sie, wie die Energiemessungen ablaufen: Wo sind die Zähler? Wem gehören sie? Haben Sie Zugang zu den Messdaten? Was für Daten werden geliefert (z.B. monatliche Ablesung oder online Updates im 15 Min. Takt?)
<p>Versuchen Sie, die Ziele des Eigentümers, mit den Gebäudepotentialen und Ihren eigenen Kompetenzen zu verbinden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Versuchen Sie, die möglichen Maßnahmen bis zu Ende zu denken (wie erfolgt die Evaluation?) - Können Sie die Maßnahmen bewerten (z.B. Nutzer- und Mitarbeiterschulung)? - Können Maßnahmen ohne Kosten implementiert werden? Wie schnell kann alternativ ein Budget bereitgestellt werden? - Betreffen die Maßnahmen andere Bereiche? Wird ein System eingesetzt, um die Fehlfunktion eines anderen Systems zu kompensieren?

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de





M3: Ausgangsgrößen	Empfehlungen
Legen Sie für individuelle Maßnahmen Indikatoren und ein Monitoring-System fest	<ul style="list-style-type: none"> - Stimmen Sie die potentiellen Maßnahmen mit den Erwartungen des Gebäudeeigentümers und der existenten/ benötigten Messtechnik ab. - Gibt es keine historischen Daten, definieren Sie einen Zeitplan, um sie einzurichten oder definieren Sie ein Bewertungskonzept auf Basis von mobilen Messungen. - Definieren Sie (einfache) Datenkorrektur-Methoden.
Erstellen Sie für das gesamte Projekt Indikatoren und einen Entwurf für das Monitoringsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Neben individuellen Indikatoren für individuelle Maßnahmen sollten Sie auch Indikatoren für das Gesamtprojekt definieren (Geld, CO2, Lehren, etc.). - Definieren Sie, wie Sie den Erfolg von Re-Co Maßnahmen, gerade im Bereich der Veränderung des Nutzerverhaltens, messen können.

5.3 Analyse (M4 – M5)

M4: Audits	Empfehlungen
Bestandsaufnahme: Technik	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Systeme wollen Sie sich ansehen (Potential des Systems; Kompetenz Ihres Unternehmens; Schwerpunkte Ihres Eigentümers)? - Was wollen Sie über die Systeme wissen (Hydraulischer Systemaufbau? Funktionelles Design? Sollwerte und Zeitpläne? Betriebsdaten?) - Wie sammeln Sie Daten: Excel-Tabellen, Fotos, Word-Dokumente, Datenbank? Abhängig von der Situation des Gebäudeeigentümers, kann es nützlich sein, Ihre Datenerfassung mit den Dokumentationen des Eigentümers zu verbinden. Ihre Datensammlung kann eine nützliche Ergänzung zu den bestehenden Daten sein.
Bestandsaufnahme: Nutzer	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Zielgruppen möchten Sie ansprechen (Ärztenschaft, Pflegepersonal, Besucher, Personal der Gebäudemanagements, Verwaltung ...)? - Wie können sie erreicht werden? - Wie sind Ihre Kompetenzen in Ausbildung, Sensibilisierungskampagnen, etc.?

Für diese Phase des Re-Co-Prozesses wurde im Pilotprojekt an der TU Braunschweig ein ergänzender Prozessschritt entwickelt. Der Ansatz sieht vor, in einer frühen Projektphase gemeinsam mit dem Gebäudemanagement einen Katalog von Optimierungsmaßnahmen zu definieren und so die gesamte Bearbeitung zu verschlanken und zu fokussieren. Dieser Ansatz wird ausführlicher im Abschnitt 8 „Alternative Re-Co-Konzepte“ erläutert.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



M5: Maßnahmen	Empfehlungen
Aktivitäten und Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Maßnahmen sollen umgesetzt werden? - Welche Aktivitäten müssen dazu wann erfolgen? - Welche Schritte sollen auf jeden Fall erfolgen? (SOLL-Kriterien)? - Welche Schritte können idealerweise erledigt werden (KANN-Kriterien)? - Wie erfolgen die Aktivitäten im Detail und wer ist verantwortlich für ihre Umsetzung? - Wer wird über die jeweiligen Aktivitäten informiert? - Wer braucht Unterstützung bei der Umsetzung? - Wie ist der Zeitrahmen für die einzelnen Aktivitäten? - Welche Werkzeuge (Pläne, Checklisten, Informationen) sind für die Umsetzung des Prozesses nötig/ hilfreich?
Reflexion der Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfen Sie, ob die identifizierten Maßnahmen den allgemeinen Zielen des Projekts (Zeit, Geld, Ökologie, etc.) entsprechen und ob durch Ihre Indikatoren eine Bewertung erfolgen kann.

5.4 Umsetzung (M6)

M6: Implementierung	Empfehlungen
Plan für die Implementierung	<ul style="list-style-type: none"> - Entwerfen Sie einen realistischen Zeitplan (einschließlich der Zeit, die andere brauchen, um Aufgaben auszuführen, auf die Sie angewiesen sind, z.B. Angebote, Installation von Messeinrichtungen etc.). - Vervollständigen Sie ihr Monitoring-System: Prüfen Sie, ob die identifizierten Maßnahmen den allgemeinen Zielen des Projekts (Zeit, Geld, Ökologie, etc.) entsprechen und ob durch eine richtige Bewertung erfolgen kann. - Definieren Sie eine Strategie für die Integration der Menschen: Was versprechen Sie? Welches Feedback wollen Sie ihnen geben? - Fokussieren Sie sich auf die Maßnahmen mit hohem Potential!



<p>Auswertung und Bericht</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen Sie eine Vorlage für die Bewertung und Berichterstattung. Es ist sehr hilfreich einen exemplarischen(!) Bewertungsbericht zu diesem Zeitpunkt zu schreiben. Damit können Sie sicherstellen, dass Sie alle nötigen Informationen haben, oder mögliche Defizite identifizieren. Zusätzlich können Sie feststellen, ob der Bericht Ihrem Kunden das Projekt gut erläutert. Der Bericht kann Ihnen auch helfen Ihren Arbeitsaufwand dem Kunden darzulegen. - Die Aufstellung sollte die Kosten (Investitionen, Ihr Personal, das Personal Ihres Kunden), Einsparungen und die Amortisation umfassen. Benutzen Sie einfache und transparente Methoden. - Inhalt (Gebäudezustand, Maßnahmen, Zeit, Kosten, Einsparungen etc.) und Format (Word, PowerPoint, Website, Terminologie etc.) sollten klar mit dem Kunden abgesprochen sein. Dies schließt auch Ihre Art der Kommunikation mit dem Kunden ein: schriftliche, monatliche Berichte? Notfallmeldungen, immer wenn Sie ein Problem entdecken? Monatliche Arbeitstreffen?
<p>Informieren und erklären</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Melden und erklären Sie alle Aktivitäten den relevanten(!) Partnern (beziehen Sie nicht jeden mit ein: Veränderungen können zu Widerstand oder zusätzlichen Wünschen führen!).
<p>Implementierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementieren Sie die Maßnahmen sorgsam! Seien Sie gegenüber jeder Art von Reaktion (des Gebäudes, der Nutzer etc.) sensibel. - Stellen Sie sicher, dass die notwendigen Messstationen arbeiten und dass sie plausible Daten erhalten! Prüfen Sie dies zeitnah nach der Implementation!

5.5 Evaluation (M7 – M9)

<p>M7: Evaluation Maßnahmen</p>	<p>Empfehlungen</p>
<p>Bewertung der Maßnahmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bewerten Sie alle Maßnahmen nach Ihrem Monitoring-Konzept. - Bewerten und prüfen Sie die individuellen Indikatoren. - Erklären Sie sowohl Erfolge als auch Misserfolge.
<p>Führen Sie ein Logbuch für die Umsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentieren Sie die Umsetzung kontinuierlich einschließlich aller wichtigen Aktivitäten und Entscheidungen. Abhängig von Ihrem Vertrag ist dies essentiell für die Dokumentation Ihrer Arbeit.



	<ul style="list-style-type: none"> - Halten Sie die relevanten Partner über Ihre Aktivitäten stets auf dem Laufenden: Dies kann eine rein informelle und interne Benachrichtigung oder selbst Teil einer Sensibilisierungsmaßnahme sein (z.B. Newsletter, Neuigkeiten auf der Projektwebsite). - Prüfen Sie die Messdaten stets auf ihre Plausibilität und testen Sie, ob sie zu Ihrem Bewertungsbericht passen.
Re-Design von Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Während der Umsetzung kann es bei einigen Maßnahmen zu Änderungen kommen. Damit es möglich ist, eine aussagekräftige Bewertung abzugeben, sollten diese vor der Evaluation überarbeitet werden. <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Änderung einer Nutzung bedarf einer Korrektur der Ausgangsgrößen; - Wurde eine Maßnahme anders implementiert, als geplant, ist die Berechnung der Einsparungen anzupassen.

M8: Evaluation Gebäude	Empfehlungen
Bewertung auf Gebäudeebene	<ul style="list-style-type: none"> - Bewerten Sie die Erfolge auch auf Gebäudeebene soweit möglich als Summe der Maßnahmen und unter Bewertung der gesamten Energieverbräuche des Gebäudes

M9: Evaluation Projekt	Empfehlungen
Bewertung des Projekts	<ul style="list-style-type: none"> - Bewerten Sie das Projekt als Ganzes in Bezug auf den technischen und wirtschaftlichen Erfolg. - Bewerten und prüfen Sie die individuellen Indikatoren. - Erklären Sie sowohl Erfolge als auch Misserfolge.

5.6 Kontinuität

Ein Re-Co Projekt sollte nicht mit Ablauf des Vertrags enden. Vielmehr sollte es Ziel sein, den ablaufenden Re-Co Prozess mit seiner Infrastruktur und seinen Mechanismen für die weitere Überwachung und Optimierung aufrechtzuerhalten.



Kontinuität	Empfehlungen
Infrastruktur	- Halten Sie die technische Infrastruktur auf einem Niveau, das eine kontinuierliche Überwachung ermöglicht.
Bewertung	- Viele Re-Co Verbesserungen sind „weiche“ Maßnahmen, auf die möglicherweise ein Rebound-Effekt oder eine Degression der Wirkung folgt. Daher wird die kontinuierliche Evaluierung der Maßnahmen empfohlen, um Einsparungen zu halten und Rückschläge schnell zu identifizieren.
Weitere Optimierung	- Prozesse die einmal erfolgreich durchgeführt wurden, sind anschließend leichter zu vervielfältigen: So kann der Re-Co Prozess einfach auf andere Gebäude übertragen werden und, dank der Erfahrungen aus dem ersten Projekt, noch erfolgreicher sein als vorher.

6 RE-CO AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Im Folgenden wird die Bearbeitung der energydesign braunschweig GmbH am Gebäudebestand der TU Braunschweig als einer der beiden deutschen Beiträge zum Europäischen Projekt vorgestellt. Die Darstellung folgt den Meilensteinen des Re-Co-Konzepts und ist damit weitgehend chronologisch aufgebaut. Dabei sind die Inhalte, die sich unmittelbar auf das oben beschriebene Re-Co Konzept beziehen, in den grünen Meilenstein-Tabellen, Ergebnisse und zusätzliche Bearbeitungsschritte als normaler Text dargestellt.

6.1 Design (M0-M3)

Das Re-Co-Projekt begann im September 2011. Die Forschungstätigkeiten starteten mit einem Workshop bei den Koordinatoren der Grazer Energieagentur. Auch die Bearbeitung der Gebäude an der Technischen Universität Braunschweig (TUBS) begann mit einem Auftaktgespräch noch im September 2011.

Milestone M0: Kickoff	
Was sind Ihre Ziele/ Kompetenzen/ Motivationen/ Kapazitäten?	Auf Grund der besonderen Situation, einer Bearbeitung im Rahmen eines Forschungsprojekts, stand für energydesign braunschweig GmbH (edbs) als Re-Co Dienstleister das Erlernen einer effektiven Prozessanwendung im Vordergrund unserer Zielsetzungen. Da edbs eine Ausgründung von Mitarbeitern der TU Braunschweig ist, lag hier eine außergewöhnlich Nähe zum Kunden vor.
Was sind die Ziele/ Kompetenzen/ Motivationen/ Kapazitäten des Eigentümers?	Die TU Braunschweig sah sich in den letzten Jahren mit kontinuierlich steigenden Energiekosten konfrontiert, die nicht durch zusätzliche Landesmittel aufgefangen wurden und so den allgemeine Etat der Universität belasteten. Ziel des Projekts war es deshalb, als Unterstützung der Instandhaltungstätigkeiten kostengünstige und einfach zu implementierende Maßnahmen zur Reduzierung der Energiekosten umzusetzen. Dabei waren geringe Investitionen bei entsprechender Wirtschaftlichkeit nicht ausgeschlossen.
Was ist im Rahmen des Projekts möglich, gibt es NoGo´s?	Grundsätzlich gab es zunächst keine Bereiche, die von der Betrachtung ausgeschlossen waren. Alle möglichen Maßnahmenfelder standen zur Bearbeitung offen.
M1: Vertrag	
Vertrags- unterzeichnung	Da die Bearbeitung im Rahmen des F&E-Projekts erfolgte, wurde lediglich eine Absichtserklärung zur Teilnahme am Projekt, jedoch kein formaler Dienstleistungsvertrag von den Partnern unterzeichnet.

M2: Gebäude	
<p>Wie ist der allgemeine Zustand des Gebäudes?</p>	<p>Die erste Herausforderung der Projektbearbeitung war, sich einen Überblick über die vorhandenen Gebäude zu verschaffen. Hierbei konnte auf die Kenntnisse und Daten des Gebäudemanagements der TUBS zurückgegriffen werden.</p> <p>Jedoch war es wirtschaftlich nicht möglich, z.B. detaillierte Auditierungen oder auch nur Begehungen der knapp 200 Gebäude durchzuführen.</p> <p>Deshalb wurde zunächst festgelegt, welche Gebäude grundsätzlich für eine Bearbeitung geeignet sind. Kriterien waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Gebäude wird noch mind. 5 Jahre genutzt. - Größe, technische Ausstattung und der spezifische Energieverbrauch des Gebäudes lassen Einsparpotenziale erwarten. - Keine oder einfache Einbindung der Nutzer möglich. - Besonderes Interesse der TU Braunschweig. <p>Als weicher Faktor wurde auch berücksichtigt, dass Gebäude eine für Hochschulen typische Nutzung aufwiesen, also z.B. keine reinen Bürogebäude waren.</p> <p>In Gesprächen mit der TUBS wurden auf Basis der Jahresenergiekennwerte und der Sichtung der allgemeinen Unterlagen zum Gebäudebestand einzelne Gebäude für die Bearbeitung identifiziert.</p>
<p>Gibt es ein EIS/EMS/BMS und welche Funktionen sind vorhanden (Management, Datenvisualisierung, Datenexport)?</p>	<p>Als großer Vorteil für die Bearbeitung erwies sich das Vorhandensein eines Energiemesssystems. Dieses wurde ab 2008 sukzessive aufgebaut und umfasste zum Projektbeginn Messdaten von fast allen Gebäuden für den Strom- und Wärmeverbrauch in 15-minütiger Auflösung. Die Daten konnten aus dem System exportiert und für die Bearbeitung verwendet werden.</p>
<p>Versuchen Sie, die Ziele des Eigentümers, mit den Gebäudepotentialen und Ihren eigenen Kompetenzen zu verbinden</p>	<p>Da die TU Braunschweig parallel zum Re-Co-Projekt die Einführung einer dezentralen Energiekostenbudgetierung vorbereitete, wurden Maßnahmen mit hohem Multiplikationspotenzial für die TUBS angestrebt. Dies korrespondierte mit den Interessen von edbs, da hier ein Dienstleistungsangebot entwickelt werden sollte, dass eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einfache Maßnahmen mit sicheren Einsparerfolgen erreichen sollte.</p>

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 8 zeigt die Lage der stadtnahen Campusbereiche der TU Braunschweig. Markiert sind die im ersten Schritt als potentielle Re-Co-Gebäude identifizierten Objekte. In den grün markierten Gebäuden wurden später Maßnahmen umgesetzt.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb



Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

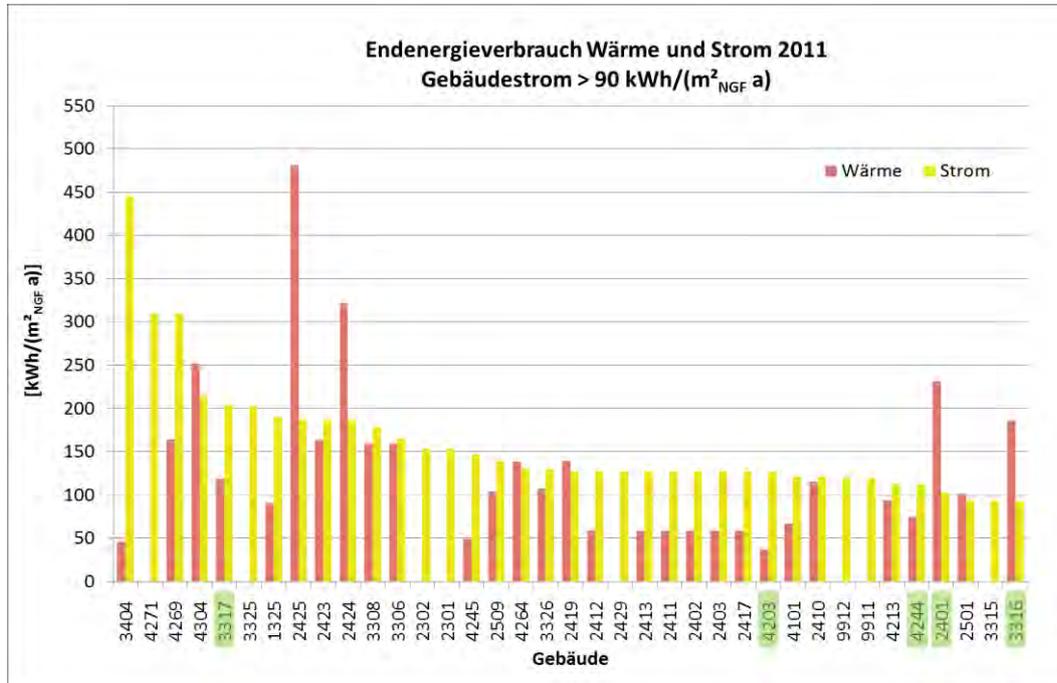
info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 8 Gebäudebestand TU-Braunschweig (Ausschnitt, Stand 03.2011)

Abbildung 9 zeigt die flächenbezogenen Energieverbrauchskennwerte für die größten Gebäude der TU Braunschweig. Die Daten lagen vor, da die TUBS bereits einige Jahre zuvor begonnen hatte, ein Energiemesssystem aufzubauen.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb



Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 9 Übersicht über die spezifischen Endenergieverbrauchsdaten der größeren Gebäude der TUBS für Strom und Wärme 2011

Aus dem ca. 200 Gebäude umfassenden Portfolio der TU Braunschweig wurden entsprechend der oben genannten Kriterien die folgenden Gebäude als für eine Bearbeitung sinnvoll identifiziert. Einige Gebäude wurden auf Wunsch des Gebäudemanagements zusätzlich untersucht (2414, 3420, 4207, 4310), siehe Tabelle 4.

Von den 9 untersuchten Gebäuden stellten sich – gemäß der Kriterien in M2 - drei Gebäude als geeignet heraus. In diesen drei Gebäuden wurden detailliertere Untersuchungen mit anschließenden Optimierungsmaßnahmen durchgeführt.

Tabelle 4 Gebäude in der näheren Auswahl für die Bearbeitung im Re-Co-Projekt

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. 2401 - TU Sporthalle | (Bj. 1973, 2.441 m ²) |
| 2. 2414 - Pharmazie 1 | (Bj. 1966, 6.328 m ²) |
| 3. 3316 - Chemie | (Bj. 1962, 9.526 m ²) |
| 4. 3317 - Werkstoff Institut | (Bj. 1972, 9.536 m ²) |
| 5. 3420 - Sportzentrum | (Bj. 1964, 670 m ²) |
| 6. 4203 - Universitätsbibliothek | (Bj. 1971, 14.409 m ²) |
| 7. 4207 - Lebensmittelchemie | (Bj. 1877, 8.962 m ²) |
| 8. 4244 - Biologie Institut | (Bj. 1950, 981 m ²) |
| 9. 4310 - Verwaltungsgebäude | (Bj. 1885, 735 m ²) |

Für diese Gebäude erfolgte im nächsten Schritt eine Bestandsaufnahme im Rahmen einer Begehung. Hierzu wurden im Rahmen des Forschungsprojekts im Vorfeld umfassende Gebäude-Bestandsaufnahmebögen in Tabellenform entwickelt und konventionell in Papierform angewendet, siehe Anhang 10.6.



Abbildung 10 Gebäudebestandsaufnahme in Räumen und Technikzentralen

Für die Erfassung von Heizungsanlagen wurde zusätzlich eine Online-Version der Checklisten mit der Software „task manager“ der synavision GmbH entwickelt und erprobt. Näheres hierzu ist in Abschnitt 6.7.2 erläutert.



<p>M3: Ausgangsgrößen</p>	
<p>Legen Sie für individuelle Maßnahmen Indikatoren und ein Monitoring-System fest</p>	<p>Auf Grund der vorhandenen Messinfrastruktur lagen für fast alle Gebäude Lastprofile und Energiekennwerte als Baseline vor. Diese ermöglichten nicht nur die Berechnung von flächenbezogenen Jahresendenergiekennwerten, sondern auch die Verwendung detaillierter Indikatoren, wie Grund- und Spitzenlasten, die aus den Lastprofilen abgeleitet werden konnten. Diese ermöglichten später sowohl eine Gesamtbewertung der Maßnahmen, als auch den plausiblen Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen.</p> <p>Zur Vergleichbarkeit der Verbrauchsdaten wurde eine Witterungsbereinigung der Wärmeverbrauchsdaten nach VDI 3807 (GTZ 20/15) vereinbart.</p>
<p>Erstellen Sie für das gesamte Projekt Indikatoren und einen Entwurf für das Monitoringsystem</p>	<p>Für die einzelnen Gebäude wurden Kennwerte für den flächenbezogenen Jahres-Endenergieverbrauch für Wärme und Strom berechnet. Das Energiemesssystem stand für die gesamte Projektlaufzeit zur Verfügung.</p>

6.2 Analyse (M4-M5)

<p>M4: Audits</p>	
<p>Bestandsaufnahme Technik</p>	<p>Für alle Gebäude lagen die oben genannten Daten aus dem Energiemesssystem vor. Zusätzlich waren für die Bibliothek auch Daten aus der Gebäudeautomation verfügbar.</p> <p>Auf dieser Basis sollten Analysen zur Identifikation von Optimierungspotentialen durchgeführt werden. Um eine hohe Wirtschaftlichkeit der Dienstleistung zu erreichen, wurde vor der Durchführung eine sorgfältige Analyse möglicher Maßnahmen durchgeführt und sinnvolle Schwerpunkte</p>



identifiziert. Als Ergebnis wurden Lüftungsanlagen und Beleuchtungsanlagen als Arbeitsschwerpunkte festgelegt. Hier sollten unter anderem folgende Aspekte untersucht werden:

- Lüftung:
 - Zeitprogramme (Gebäudeautomation)
 - Luftmengen (Mobile Messung)
 - Stromaufnahme (Mobile Messung)
 - Leckagen und unnötige Druckverluste (Sichtprüfung)
- Beleuchtung:
 - Regelung (Begehung und Sichtprüfung)
 - Austausch von Leuchtmitteln, wenn möglich mit LED-Replacements (Begehung und Sichtprüfung)

Weitere Auffälligkeiten, die im Zuge der Begehungen identifiziert würden, sollten dokumentiert und anschließend in Bezug auf eine Umsetzung bewertet werden.

Eine vertiefte Analyse von Heizungsanlagen wurde verworfen, da die Gebäude mit Fernwärme versorgt werden und das wirtschaftliche Optimierungspotenzial im Rahmen von Re-Co-Maßnahmen entsprechend als gering eingestuft wurde. Auch Kälteanlagen wurde nicht näher betrachtet, da diese eine aufwändige Bestandsanalyse und eine intensive Betreuung durch das Gebäudemanagement erfordert hätten.

Es wurde vereinbart, dass die erfassten Daten dem Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt werden. Ein unmittelbares Bereitstellen in bestimmten Dateiformaten oder in Dokumente wurde nicht vereinbart.

Bestandsaufnahme Nutzer

Die TU Braunschweig zeigte sich offen für den Versuch, Energiekosten durch die Schulung und Information von Nutzern zu senken. Dies war insbesondere interessant, da die TUBS die Einführung einer Energiekostenbudgetierung vorbereitete, deren Kernziel die Motivation energiesparenden Verhaltens bei den Nutzern sein sollte.

Für die Bearbeitung im Projekt wurde ein für Hochschulen besonders attraktives Feld identifiziert: das Nutzerverhalten bei der Arbeit an Digestorien in Chemie- und Biologiegebäuden. Diese verursachen hohe Stromverbräuche, um die erforderlichen Luftmengen für die Abführung von Schadstoffen über die Abzüge zu gewährleisten. Dieser Verbrauch steigt erheblich an, wenn die Nutzer Digestorien nicht unmittelbar nach Abschluss von Versuchen räumen, schließen und ggf. ausschalten. Der Energieverbrauch wird also in erheblichem Maße durch das Nutzerverhalten bestimmt.



Als Maßnahme wurden Informationsworkshops mit den Nutzern gewählt, da dieses Konzept in ähnlicher Weise aktuellen Forschungstätigkeiten und Kompetenzen der beteiligten Psychologen entsprach und eine gute Grundlage für die Tätigkeit der Energieberater bilden konnte, die im Zuge der Energiekostenbudgetierung an der TUBS eingestellt werden sollten.

M5: Maßnahmen	Empfehlungen
Aktivitäten und Werkzeuge	<p>Auf Basis der Begehungen und des Maßnahmenkatalogs wurden rund ein Duzend Maßnahmen konkretisiert und ihre Umsetzung mit dem Gebäudemanagement abgestimmt. Eine nähere Beschreibung der einzelnen Maßnahmen ist unten dargestellt.</p>
Reflexion der Ziele	<p>Die identifizierten Maßnahmen konnten fast alle mit geringem Aufwand und nahezu ohne Einbindung weiterer externer Dienstleister umgesetzt werden, sodass eine zügige Umsetzung zu erwarten war.</p> <p>Die Nutzer in den Gebäuden standen den Maßnahmen positiv gegenüber.</p>

6.3 Umsetzung (M6)

M6: Implementierung	
Plan für die Implementierung	<ul style="list-style-type: none"> - Die einzelne Maßnahmen wurden individuell vorbereitet und die Umsetzung mit dem Gebäudemanagement abgestimmt. - Da fast keine externen Dienstleister eingebunden werden mussten, konnten die Terminfindungen zeitnah zwischen edbs und den Mitarbeitern des Gebäudemanagements organisiert werden. - Auf Grund des vorher festgelegten Maßnahmenkatalogs konnten die meisten Maßnahmen zügig umgesetzt werden.
Auswertung und Bericht	<ul style="list-style-type: none"> - Die Berichte und Auswertungen wurden in Excel- Listen und PowerPoint-Präsentationen aufbereitet, ohne diese Dokumentationsformen zu formalisieren. - Die Messdaten wurden im Rahmen des Forschungsprojekts kontinuierlich in Excel-Tabellen ergänzt.

	<ul style="list-style-type: none"> - Berichte und Abstimmungsgespräche wurden informell und entsprechend des unmittelbaren Projektbedarfs organisiert.
Informieren und erklären	<ul style="list-style-type: none"> - Ungewöhnlich für ein typisches Re-Co-Projekt war, dass einige Instandhaltungsarbeiten in Eigenarbeit umgesetzt wurden. Auch dadurch entstand an vielen Stellen ein enger Kontakt zu den Nutzern, denen die Maßnahmen intensiv erläutert wurden.
Implementierung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Maßnahmen wurden in enger Kooperation mit dem Gebäudemanagement durchgeführt. - Die Maßnahmen konnten mit Hilfe des Energiemesssystems kontinuierlich überwacht werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



In sechs Gebäuden waren keine Möglichkeiten zur Umsetzung von Einsparmaßnahmen aus dem oben genannten Maßnahmenkatalog erkennbar. In den restlichen drei Gebäuden wurden jedoch einige Maßnahmen identifiziert, berechnet und umgesetzt. Für die einzelnen Maßnahmen werden im Weiteren die Daten nach Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 Kenndaten der Maßnahmen

Kennzahl	Daten
Investition (Direkte Kosten):	Kosten für Material und Dienstleistungen (ohne Eigenleistungen der TUBS und des Re-Co-Dienstleisters)
Einsparung Strom:	Endenergieeinsparung pro Jahr
Einsparung Kosten	Energiekosteneinsparung pro Jahr auf Basis der mittleren Energiekosten der TUBS
Umsetzung:	Zeitpunkt, ab dem die Maßnahme wirksam war
Amortisation:	Statische Amortisation
Anmerkungen	Besonderheiten und Auffälligkeiten bei der Umsetzung

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die geplanten und umgesetzten Maßnahmen.

Alle Daten zur Berechnung der Maßnahmen wurden im Rahmen der Gebäudebegehung erfasst. Die prognostizierten Einsparungen ergeben sich aus den veränderten Laufzeiten/Leistungen und die damit verbundenen Einsparungen von kWh und €.

6.3.1 TU Sporthalle - 2401

Die Sporthalle (Baujahr 1973, 2.441 m²) besteht im Wesentlichen aus drei Teilen: Turnhalle, Fitnessstudio und Umkleidebereich. Die Halle lässt sich mit elektrisch betriebenen Vorhängen in drei gleichgroße Segmente aufteilen. An der Westwand befindet sich eine große Kletterwand. Im Außenbereich ist ein großer Rasenplatz angegliedert, siehe Abbildung 11.

Es wurden zahlreiche Optimierungspotenziale identifiziert, von denen zwei umgesetzt wurden. Die anderen ausgearbeiteten Maßnahmen wurden als Konzept zur weiteren Verfolgung an das Gebäudemanagement übergeben, konnten aber aus zeitlichen Gründen nicht im Rahmen des Projekts bearbeitet werden (WRG/Umluftkonzept und Freie Lüftung über Dachkuppeln und Nachström-Öffnungen in der Nordwand).



Abbildung 11 Sporthalle der TU Braunschweig

6.3.1.1 LED Replacements

Nach ersten erfolgreichen Einsätzen von LED-Replacement-Kits sollten auch in der Sporthalle LED Röhren zum Einsatz kommen. Da die vorhandenen Gehäuse – auch aus Kostengründen – erhalten bleiben sollten, mussten die elektrischen Anschlüsse im Inneren durch einen Elektriker umverkabelt werden. Dies verschlechterte zwar die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme, sorgte aber im Gegenzug für ein großes Interesse an der Thematik der Energieeinsparung in der Turnhalle im Allgemeinen. Sowohl Mitarbeiter als auch interessierte Studenten informierten sich über die neue Beleuchtung in den Fluren. Dies hatte zur Folge, dass edbs zur Information und für weitere Details Poster mit allen relevanten Informationen anfertigte und direkt im Gebäude aushängte, siehe Anhang 10.5.2.

Die jeweils vier Leuchtstoffröhren einer Leuchte in den beiden Stichfluren wurden durch LED-Replacements und die Starter durch spezielle LED-Starter ersetzt. Durch die neue Beleuchtung wirken die Flure heller und freundlicher.



Abbildung 12 Einbau der LED-Replacements; LED-Kit; Vorher-Nachher; Stichflur

Die Maßnahme wurde im September 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	360 € (Demontage & Montage, LED-Röhren)
Einsparung Strom:	1.520 kWh/a
Einsparung Kosten:	275 €/a
Umsetzung:	Sep. 2012
Amortisation:	1,3 Jahre
Anmerkungen	Eine 4er Leuchte hatte vorher eine Anschlussleistung von 74 W, nach der Umrüstung sind es noch 44 W. Die längere Lebensdauer wurde direkt mit der Investition verrechnet (5 Minuten je Röhre bei 35€/h).

6.3.1.2 Helligkeits- und Präsenzsensoren

Die Sporthalle der Universität wurde oft unnötig beleuchtet, dies fiel auf als bei der Begehung während vollem Sonnenschein die komplette Halle künstlich beleuchtet wurde. Das Licht wird zentral am Bedientableau im Kontrollraum eingeschaltet. In der Hallendecke befinden sich 45 Dachkuppeln, durch die jedoch bei entsprechender Außenhelligkeit die Halle ausreichend ausgeleuchtet wird. Durch die Installation von je zwei Funk-Kombisensoren pro Hallensegment soll nun die Umgebungshelligkeit sowie die Präsenz registriert werden. Bei ausreichender Helligkeit oder bei Nichtbelegung sollten die Beleuchtung und – so zuerst angedacht – die Lüftung ausgeschaltet werden. Im Nachhinein hat es sich aber als effektiver herausgestellt, die CO₂-Sensoren zur Belüftungsregelung zu nutzen.

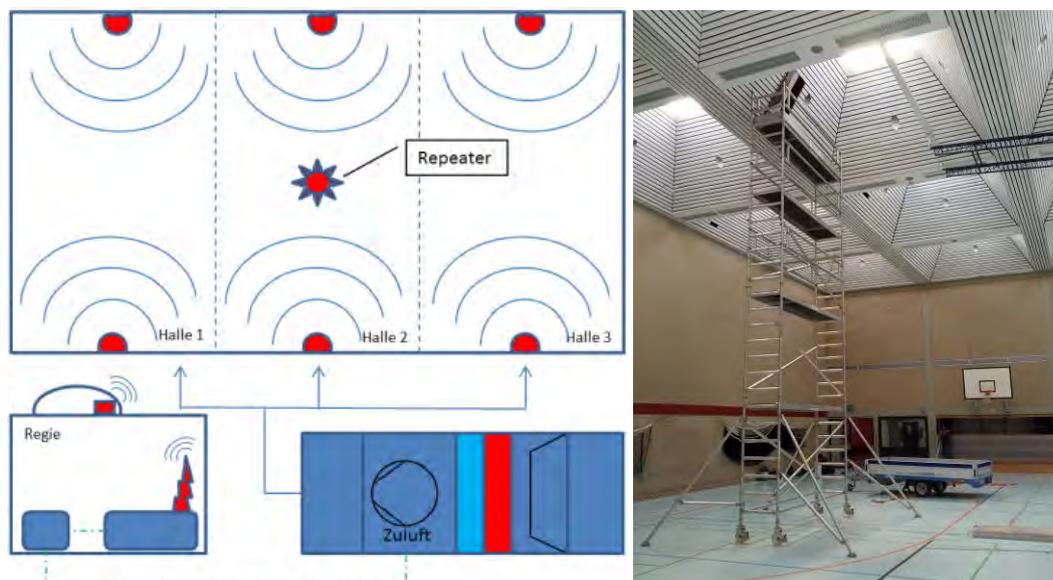


Abbildung 13 Schema der Helligkeits- und Präsenzsensoren; Installation Repeater in der Hallendecke

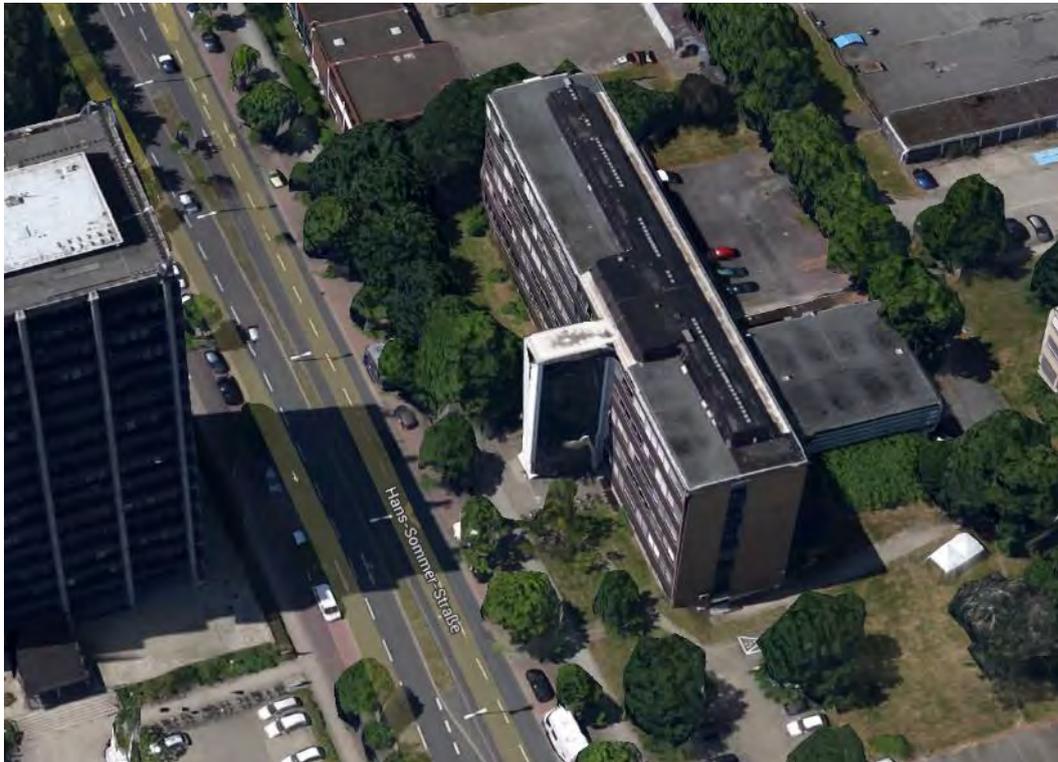
Die Maßnahme wurde im Januar 2013 umgesetzt, siehe Tabelle 7.

Tabelle 7 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	5.100 € (Sensorik, Verkabelung, Installation, Inbetriebnahme)
Einsparung Strom:	6.500 kWh/a
Einsparung Kosten	1.170 €/a
Umsetzung:	Jan. 2013
Amortisation:	4,4 Jahre
Anmerkungen	Diverse Komplikationen haben die Fertigstellung mehrfach behindert: Obwohl letztlich alle Probleme gelöst wurden, war diese Maßnahme ein Beispiel dafür, wie die Wirtschaftlichkeit von Re-Co-Maßnahmen durch kleine technische und organisatorische Fallstricke massiv gemindert werden kann.

6.3.2 Chemie - 3316

Das Chemiegebäude (Bj. 1962, 9.526 m²) befindet sich in der Hans-Sommer-Straße. In dem fünfstöckigen Kasten-Gebäude mit außenliegendem Treppenhaus sind mehrere Institute untergebracht, siehe Abbildung 14.



Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 14 Chemiegebäude

Da der Leiter eines der Institute aus dem Chemiegebäude bereits früh von dem Re-Co Projekt erfahren hatte, bot er sich und seine Mitarbeiter für eine Maßnahme zur Energieeinsparung durch Veränderung des Nutzerverhaltens an. Daraufhin wurde das Gebäude intensiv in Bezug auf Nutzereinflüsse untersucht. Es wurde im Wesentlichen eine Maßnahme zum Nutzerverhalten erarbeitet, für die jedoch noch einige Voraussetzungen geschaffen werden mussten.

6.3.2.1 Energie-Coaching

Grundlage für diese Maßnahme war die Instandsetzung der Zuluftanlage. Eine zentrale Zuluftanlage mit Lufterhitzer versorgt die Etagen über Luftauslässe in den Fluren mit Luft. Der Zuluftvolumenstrom ist über eine elektrische Widerstandsregelung direkt an die Anzahl der im Betrieb befindlichen Abluft-Digestorien gekoppelt. Insgesamt werden im Gebäude 60 Digestorien mit jeweils eigenen Abluftventilatoren betrieben. Die Motoren befinden sich in dem Technikraum auf dem Gebäudedach.

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung war der Frequenzumformer der Zuluft defekt. Der entstehende Unterdruck bei Betrieb von Abluftdigestorien wurde über außer Betrieb befindliche Abluftkanäle einiger Digestorien ausgeglichen. Hierbei kam es oft zur direkten Ansaugung der Versuchsabluft. Um diesen als Geruchsbelästigung wahrgenommenen Effekt zu vermeiden, schalteten die Nutzer alle Abluftventilatoren an, was zu einem zusätzlich erhöhten Unterdruck im Gebäude führte. Der Unterdruck wurde über die Undichtigkeiten in der Fassade abgebaut, was im Winter zum Einströmen von kalter Außenluft führte. Daraufhin stellten viele Nutzer elektrische Heizlüfter auf. So entstand ein stark erhöhter Stromverbrauch bei gleichzeitig eingeschränktem Nutzerkomfort.

Die Maßnahme beinhaltete zunächst lediglich vier Digestorien in ausgewählten Testräumen. Die Nutzer der Testräume erhielten ein kurzes Energie-Coaching und wurden über den sachgemäßen Umgang mit Digestorien und Chemieschränken mit Dauerabluft informiert: Bei Versuchen soll die Abluft des Digestoriums per Handschalter aktiviert werden. Nach Abschluss des Versuchs sollen der Teststand abgebaut und alle Chemikalien in den Chemikalienschrank gesperrt werden. Die Abluft sollte über den Handschalter des Digestoriums deaktiviert werden (die Chemikalienschränke besitzen eine 24h-Dauerabluft).

Zur energetischen Bewertung der Maßnahme wurden die Abluftmotoren der 4 Testdigestorien mit mobilen Stromloggern versehen, hier ließ sich im anschließenden Monitoring unmittelbar der Erfolg dieser Nutzermaßnahme bewerten, siehe Abbildung 15.



Abbildung 15 Digestorium in einem Chemielabor; Mobile Strommessung; Abluft Dachzentrale

Nach dieser Test-Maßnahme wurde im Anschluss in einem Workshop ein intensives Energie-Coaching durchgeführt. Die Informationen sollten anschließend an das gesamte Versuchspersonal weitergegeben werden. Das Coaching bestand im Wesentlichen aus einer Heranführung an die Thematik. Es wurde erläutert, wie viel eine Verhaltensänderung bewirken kann (in kWh als auch in €) und wie diese möglichst zielführend an die Nutzer weitergegeben werden kann.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Maßnahme zunächst gut angenommen wurde, nach ca. 4 Monaten kehrte jedoch die alte Routine wieder ein. Hier würde sich ein Folge-Coaching bzw. ein Aushang/Poster/Schild anbieten um die Maßnahme im Gedächtnis zu halten.

Die Maßnahme wurde im Oktober 2013 umgesetzt, siehe Tabelle 8.

Tabelle 8 Daten zur Maßnahme

	Daten (Test-Maßnahme)	Daten (Gesamtgebäude)
Investition:	100 € (Coachinggespräche)	600 €
Einsparung Strom:	8.400 kWh/a	126.200 kWh/a
Einsparung Kosten	1.515 €/a	22.700 €/a
Umsetzung:	Feb. 2013	Okt. 2013
Amortisation:	0,4 Jahre	0,03 Jahre
Anmerkungen	4 Digestorien, Testräume	60 Digestorien, Gebäude

6.3.3 Universitätsbibliothek - 4203

Die Universitätsbibliothek (Baujahr: 1971, 14.409 m²) besteht aus einem Altbau von 1971, in Abbildung 16 rechts, und einem neueren Anbau. Das Gebäude liegt in der Pockelsstraße am Forumsplatz des Zentralcampus. 2012 wurde das Dach des Altbaus saniert.



Abbildung 16 Universitätsbibliothek der TU Braunschweig

Die energetische Performance der Universitätsbibliothek wurde in intensiver Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement und der Leitung der Universitätsbibliothek analysiert. Dabei wurden zahlreiche Optimierungspotenziale identifiziert, die auch über die vorab definierten Standard-Maßnahmen hinausgingen. Insgesamt wurden neun Maßnahmen umgesetzt.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



6.3.3.1 Buchförderbandanlage

Durch die Re-Aktivierung der vorhandenen Start-Stopp-Steuerung werden die Betriebszeiten der Buchförderbandanlage in den Untergeschossen der Bibliothek erheblich reduziert. Die MitarbeiterInnen starten das benötigte Förderbandsegment nach dem Auflegen eines Buches durch Taster. Die für den Transport benötigten Bänder schalten nach Transport des Buches zur Buchausgabe automatisch ab. Vorher lief das Buchförderband während der Öffnungszeiten dauerhaft, was neben dem permanenten Schallpegel auch zu einer erhöhten Abnutzung der Bänder und Rollen führte. Die Magazin-Untergeschosse (je zwei in Alt- und Neubau) waren aufgrund der hohen Laufzeiten von Buchförderband und Beleuchtung dauerhaft überhitzt. Die Reduzierung der Laufzeiten wirkt dem entgegen und sorgt neben der Stromersparnis der Förderbandmotoren für eine Einsparung der einzubringenden Kälteleistung (wurde in der Berechnung nicht betrachtet).

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

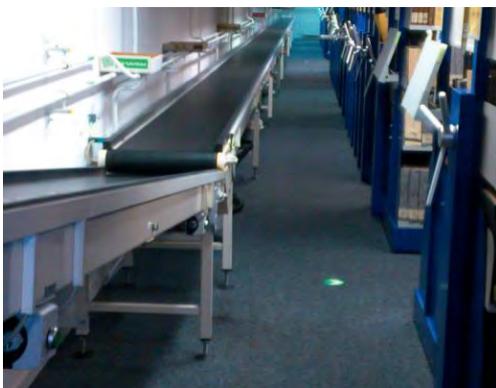


Abbildung 17 Ein Teil Buchförderbandanlage im 1. UG des Neubaus

Die Maßnahme wurde im September 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 9.

Tabelle 9 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	1.070 € (Sanftanlauf, Austausch defekter Taster)
Einsparung Strom:	33.000 kWh/a
Einsparung Kosten	5.900 €/a
Umsetzung:	Sep. 2012
Amortisation:	0,2 Jahre
Anmerkungen	Alle Förderbandmotoren in Summe haben eine elektrische Anschlussleistung von 11 kW. Zusätzlich wurde ein „Sanft-Anlauf“ am Motor des Transportbandes zwischen den Geschossen installiert, um die Geräusche beim Anlaufen zu mindern.

6.3.3.2 LED-Replacements Erdgeschoss

Durch einen Austausch der herkömmlichen Leuchtstoff-Röhren und den Einbau von insgesamt 245 LED-Replacement-Röhren im EG des Altbaus, bei denen die vorhandene Leuchte erhalten bleibt, wird die Anschlussleistung von 15,2 kW auf 4,1 kW reduziert. Gleichzeitig entsteht durch die tageslichtähnliche Lichtfarbe eine angenehmere Atmosphäre. Die LED-Röhren haben zudem eine gegenüber der ursprünglich verbauten Variante ca. 6-mal längere Lebensdauer.



Abbildung 18 Einbau der LED-Replacements im Erdgeschoss der Bibliothek

Die Maßnahme wurde im August 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 10.

Tabelle 10 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	8.200 € (Demontage & Montage, LED-Röhren)
Einsparung Strom:	52.500 kWh/a
Einsparung Kosten	9.450 €/a
Umsetzung:	Aug. 2012
Amortisation:	0,9 Jahre
Anmerkungen	<p>Die längere Lebensdauer und die daraus resultierende Einsparung an Personalkosten beim Leuchtentausch wurde direkt mit der Investition verrechnet (5 Minuten je Röhre bei 35€/h).</p> <p>Die Tauschzeit von einer Röhre + Starter inkl. Entfernen und wieder Einsetzen des Reflektorblechs und der Abdeckblenden dauerte etwa 1 Minute.</p>

6.3.3.3 Beleuchtung Ausstellungsveritrenen

Für die Ausstellungsveritrenen im Foyer der Bibliothek wurde eine Zeitschaltuhr eingestellt. Dadurch wird eine Reduzierung der Vitrenenbeleuchtung vom 24h-Betrieb auf die Öffnungszeiten, von Werktags 7-24 Uhr und samstags von 10-20 Uhr, erreicht.

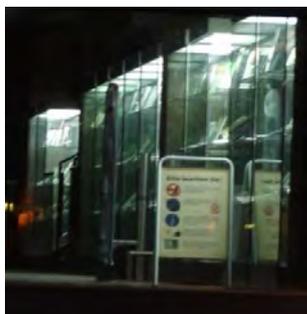


Abbildung 19 Ausstellungsveritrenen im Erdgeschoss der Bibliothek

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Die Maßnahme wurde im Juli 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 11.

Tabelle 11 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	100 € (Inbetriebnahme Zeitschaltuhr)
Einsparung Strom:	3.325 kWh/a
Einsparung Kosten	600 €/a
Umsetzung:	Jul. 2012
Amortisation:	0,2 Jahre
Anmerkungen	Eine Zeitschaltuhr war bereits vorhanden, sie lief allerdings im Dauerbetrieb. Es wurden lediglich die Laufzeiten eingestellt.

6.3.3.4 Reinigung Außenluftgitter RLT

Durch eine Reinigung des Außenluftgitters und der Zuluftkanäle im Innenhof wurde der Luftwiderstand im Zuluftkanal reduziert. Dadurch ergibt sich eine Drehzahlreduzierung beim Zuluftventilator und eine entsprechende Strom einsparung.



Abbildung 20 Entnommenes Außenluftgitter

Die Maßnahme wurde im August 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 12.

Tabelle 12 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	1.475 € (Reinigung)
Einsparung Strom:	6.350 kWh/a
Einsparung Kosten	1.140 €/a
Umsetzung:	Aug. 2012
Amortisation:	1,29 Jahre
Anmerkungen	-

6.3.3.5 Neudimensionierung Außenluftschalldämpfer RLT

Durch eine Druckdifferenzmessung wurde festgestellt, dass der Schalldämpfer in der Zuluft zu klein bemessen war. Der neue Schalldämpfer wurde dimensioniert und installiert. Dadurch wurden eine Drehzahlreduzierung des Zuluftventilators und eine Reduktion der Stromaufnahme um 25% erreicht.

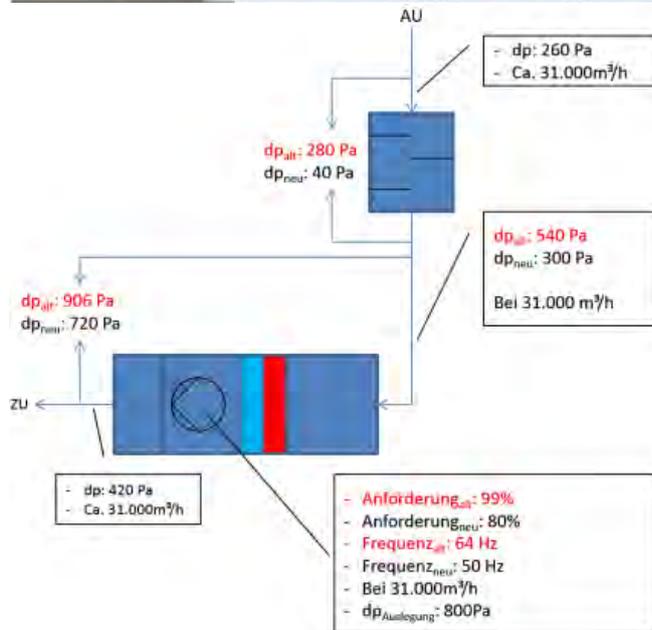
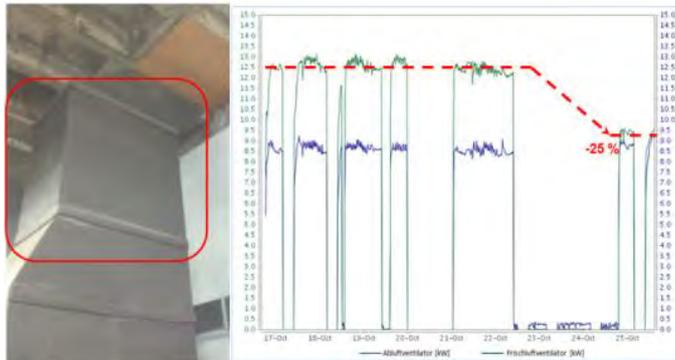


Abbildung 21 Schalldämpfer alt; Spotmonitoring Leistungsreduktion; Daten Vorher - Nachher

Die Maßnahme wurde im Oktober 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 13

Tabelle 13 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	3.510 € (Demontage & Montage, Schalldämpfer)
Einsparung Strom:	15.500 kWh/a
Einsparung Kosten	2.800 €/a
Umsetzung:	Okt. 2012
Amortisation:	1,25 Jahre
Anmerkungen	-

6.3.3.6 Tageslichtregelung im „Lichthof“

Die Beleuchtung unterhalb der Sheddächer wurde 2011 saniert. Eine Tageslichtregelung wurde von der Hardware bereits teilweise vorgesehen, jedoch nicht vollständig umgesetzt. Durch die Nachrüstung weniger Komponenten wurde durch die Re-Co Maßnahme eine tageslichtabhängige Beleuchtung im „Lichthof“ möglich.



Abbildung 22 „Lichthof“ der Bibliothek

Die Maßnahme wurde im Oktober 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 14.

Tabelle 14 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	900 € (Verkabelung, Inbetriebnahme, Helligkeitssensor)
Einsparung Strom:	7.650 kWh/a
Einsparung Kosten	1.375 €/a
Umsetzung:	Okt. 2012
Amortisation:	0,65 Jahre
Anmerkungen	Nach der Installation musste die SOLL-Helligkeit zwei Mal nach oben korrigiert werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



6.3.3.7 Temperaturanpassung im Traforaum

Die beiden Trafos versorgen die Universitätsbibliothek sowie das Nachbargebäude und haben jeweils einen eigenen Aufstellraum und eine eigene Zuluft. Die Trafos sind öl-/luftgekühlt und dürfen nicht über einer Raumtemperatur von 45°C betrieben werden. Der Zuluftventilator wird jeweils mit einem Raumthermostat geschaltet. Einer der beiden Thermostate hatte einen Schwellwert von 10°C eingestellt, was einen Dauerbetrieb verursachte. Die Schwellwerte wurden auf 35°C hochgesetzt, dadurch reduzierten sich die Lüfterzeiten. Zur Kontrolle wurden temporäre Raumtemperaturlogger installiert.

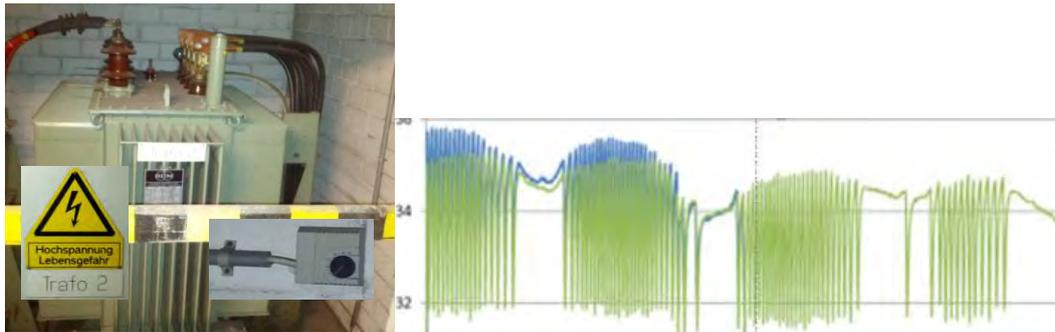


Abbildung 23 Trafo und Thermostat; Grafik der Temperaturmessung

Die Maßnahme wurde im Juli 2012 umgesetzt, siehe Tabelle 15.

Tabelle 15 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	85 € (Änderung Sollwert)
Einsparung Strom:	4.340 kWh/a
Einsparung Kosten	780 €/a
Umsetzung:	Jul. 2012
Amortisation:	0,1 Jahre
Anmerkungen	Das Temperaturprofil zeigt, dass die Temperatur im Traforaum nach der Optimierungsmaßnahme zwischen 32°C und 35°C pendelt (Solltemperatur: 35°C, Hysterese 3K).

6.3.3.8 CO₂-geführte Lüftung Altbau

Die Änderung der Betriebsart der Lüftungsanlagen im Altbau, von Konstant- zu CO₂-geführtem Luftwechsel, führt zu einer erheblichen Einsparung von elektrischer Energie bei den Ventilatoren. Thermische Einsparungen ergeben sich ebenfalls, werden in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme jedoch nicht berücksichtigt. Komforteinbußen werden nicht spürbar, da ein CO₂-Grenzwert von 850 - 1.200 ppm berücksichtigt wird. Zur Kontrolle der Raumluftqualität und –temperatur, wurden in allen Etagen temporäre CO₂- und Temperaturlogger aufgestellt.

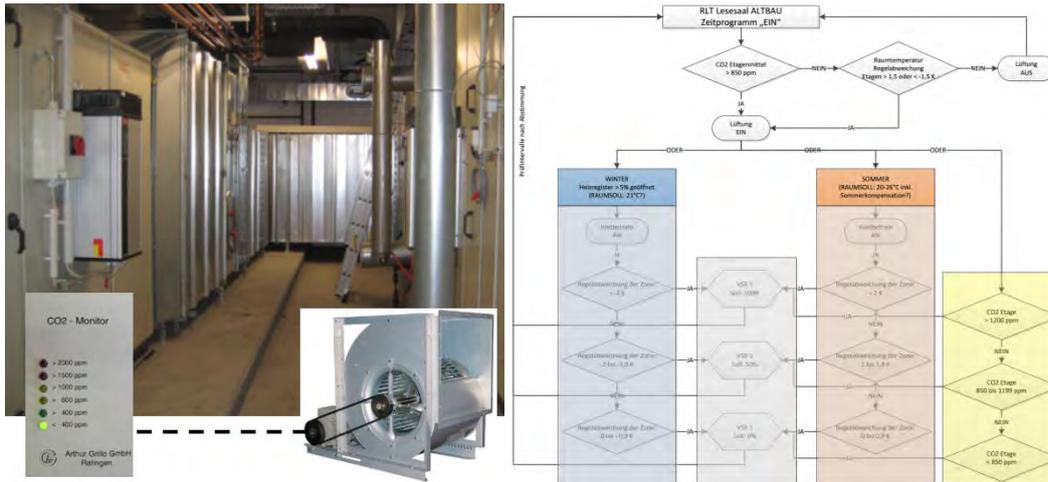


Abbildung 24 Lüftungsanlage Altbau; neues CO₂-Regelkonzept

Die Maßnahme wurde im Januar 2013 umgesetzt, siehe Tabelle 16.

Tabelle 16 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	1.800 € (Sensorik, Implementierung in Regelung)
Einsparung Strom:	182.300 kWh/a
Einsparung Kosten	32.800 €/a
Umsetzung:	Jan. 2013
Amortisation:	0,05 Jahre
Anmerkungen	In intensiver Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement wurde ein neues CO ₂ -Regelkonzept erstellt und anschließend direkt in der Programmierung zur Regelung der Lüftungsanlage implementiert.

6.3.3.9 CO₂-geführte Lüftung Neubau

Die Änderung der Betriebsart der Lüftungsanlagen im Neubau, von Konstant- zu CO₂-geführtem Luftwechsel, führt zu einer erheblichen Einsparung von elektrischer Energie bei den Ventilatoren. Thermische Einsparungen ergeben sich ebenfalls, werden in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme jedoch nicht berücksichtigt. Komforteinbußen werden nicht spürbar, da ein CO₂-Grenzwert von 850 - 1.200 ppm berücksichtigt wird. Zur Kontrolle der Raumluftqualität und –temperatur, wurden in allen Etagen temporäre CO₂- und Temperaturlogger aufgestellt.

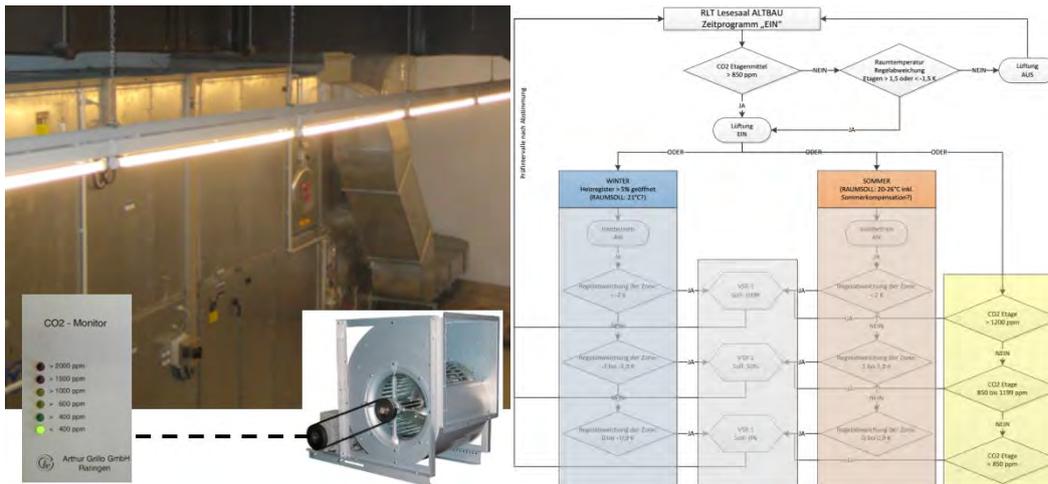


Abbildung 25 Lüftungsanlage "Neubau"; neues CO₂-Regelkonzept

Die Maßnahme wurde im Juni 2013 umgesetzt, siehe Tabelle 17.

Tabelle 17 Daten zur Maßnahme

	Daten
Investition:	1.800 € (Sensorik, Implementierung in Regelung)
Einsparung Strom:	144.800 kWh/a
Einsparung Kosten	26.050 €/a
Umsetzung:	Jun. 2013
Amortisation:	0,07 Jahre
Anmerkungen	In intensiver Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement wurde ein neues CO ₂ -Regelkonzept erstellt und anschließend direkt in der Programmierung zur Regelung der Lüftungsanlage implementiert.

6.4 Evaluation (M7-M9)



M7: Evaluation Maßnahmen	
Bewertung der Maßnahmen	<p>Alle umgesetzten Maßnahmen wurden durch Prüfung der Lastprofile der Gebäude im Energiemesssystem sowie auf Basis von mobilen Kurzzeit-Messungen geprüft. Insbesondere die übertragbaren Maßnahmen waren so erfolgreich, dass sie als Empfehlung an die neu eingestellten Energieberater der TU Braunschweig übergeben wurden. Die Ergebnisse sind unten im Detail aufgeführt.</p>
Führen Sie ein Logbuch für die Umsetzung	<p>Es wurde ein tabellarisches Logbuch geführt, in dem für jeden Monat formlos die wichtigsten Projektaktivitäten eingetragen wurden.</p>
Re-Design von Maßnahmen	<p>Ein Re-Design von Maßnahmen war nicht erforderlich.</p>

M8: Evaluation Gebäude	
Bewertung auf Gebäudeebene	<p>Auf Grund des vorhandenen Energiemesssystems konnten für alle bearbeiteten Gebäude die Lastgangdaten für Wärme und Strom kontinuierlich erfasst und witterungsbereinigt werden.</p>

M9: Evaluation Projekt	
Bewertung des Projekts	<p>Das Projekt war sowohl aus Sicht der TU Braunschweig als auch von energydesign braunschweig GmbH ein Erfolg. Die Einsparungen übertrafen die Erwartungen. Überraschend und eine wichtige Erkenntnis für alle Beteiligten waren die langen Bearbeitungs- und Umsetzungszeiten, bei Maßnahmen mit geringen Investitionen und vermeintlich geringem Umfang.</p>

In Tabelle 18 ist eine Zusammenstellung der erwarteten Investitionen und der vorab berechneten Energie- und Kosteneinsparungen jeder Maßnahme aufgeführt. Die Einsparung wurde für 2013 mit 14,5%, bezogen auf das Referenzjahr 2011, berechnet.

Da fast alle Maßnahmen eine Amortisationszeit von unter einem Jahr aufweisen, wurde auf eine dynamische Amortisationsberechnung verzichtet.

Tabelle 18 Übersicht der Maßnahmen mit berechneten Einsparungen

	Maßnahme	Investition ⁱⁱⁱ	Einsparung		Stat. Amortisation
			Energie (Strom)	Energiekosten ^{iv}	
		[€]	[kWh/a]	[€/a]	[a]
3.1	Sporthalle				
3.1.1	LED Replacements	360	1.520	274	1,32
3.1.2	Helligkeits- und Präsenzsensoren	5.100	6.500	1.170	4,36
3.2	Chemie				
3.2.1	Energy-Coaching	595	126.225	22.721	0,03
3.3	Universitätsbibliothek				
3.3.1	Buchförderbandanlage	1.070	32.811	5.906	0,18
3.3.2	LED-Replacements EG ^v	9.200	52.500	9.450	0,97
3.3.3	Beleuchtung Ausstellungsvitrinen	100	3.325	599	0,17
3.3.4	Reinigung Außenluftgitter RLT	1.475	6.350	1.143	1,29
3.3.5	Neudimensionierung Außenluftschalldämpfer RLT	3.510	15.542	2.798	1,25
3.3.6	Tageslichtregelung "Lichthof"	900	7.650	1.377	0,65
3.3.7	Temperaturanpassung Traforaum	85	4.338	781	0,11
3.3.8	CO ₂ -geführte Lüftung Altbau	1.800	182.263	32.807	0,05
3.3.9	CO ₂ -geführte Lüftung Neubau	1.800	144.756	26.056	0,07
	Gesamtmaßnahme	25.995	583.780	105.082	0,25^{vi}

Die Gesamteinsparungen aller Maßnahmen wurden lediglich auf Gebäudeebene gemessen, da eine temporäre Messinstallation jeder einzelnen Maßnahme zu aufwändig gewesen wäre.

Die Maßnahmen wurden zusätzlich teilweise mit Hilfe von Lastprofilanalysen und mobilen Messungen und durch entsprechende Berechnungen bzw. Plausibilisierungen evaluiert. Auf eine Darstellung im Einzelnen wird an dieser Stelle verzichtet, da die Nachweise konventioneller Art (Prüfung der Lastabnahme, Verkürzung der Betriebszeit etc.) waren.

ⁱⁱⁱ Die Investitionen umfassen nicht die Transaktionskosten

^{iv} Inkl. MwSt.; 2012/ 2013: 0,18 €/ kWh_{el}

^v Die Einsparung der Wartungskosten durch die längere Lebensdauer der LEDs wurde direkt mit der Investition verrechnet.

^{vi} Amortisation berechnet aus der Summe der Investitionen und der Summe der Einsparungen.

Der zeitliche Verlauf der umgesetzten Maßnahmen ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Die ersten Optimierungsmaßnahmen wurden im Februar 2012 identifiziert bzw. konkret erarbeitet. Die Bearbeitung der letzten Umsetzung wurde im Oktober 2013 abgeschlossen. Maßnahmen wie LED-Replacements erfordern in der Regel keine lange Vorbereitungszeit und können handwerklich schnell umgesetzt werden, ebenso wie eine Reinigung von Außenluftgittern oder der gut vorbereitete Tausch eines Schalldämpfers.

Die Nachrüstung einer CO₂-geführten Lüftungsregelung dauerte in unserem Fall mit am längsten, da sich erstens Bedenken bzgl. Luftqualität der großen Lesesäle beim Betreiber äußerten. Zweitens mussten die Sensoren beschafft und drittens ein neues Regelkonzept in die Automation programmiert werden.

Schwierig gestaltete sich die zuerst unproblematisch erscheinende Maßnahme zur Helligkeitsregelung im Lichthof. Hier gab es massive Verzögerungen bei der endgültigen Inbetriebnahme, insbesondere auf Grund der Zusammenarbeit mit dem Hersteller.

Die Helligkeits- und Präsenzsteuerung in der Sporthalle war aufgrund unvorhersehbarer technischer Komplikationen des funkbasierten Systems ebenfalls sehr langwierig.

Die Ergebnisse der Evaluation werden im Folgenden für die Summe der drei bearbeiteten Gebäude angegeben. Abbildung 26 bis Abbildung 28^{vii} zeigen den gemessenen Endenergieverbrauch, die Energiekosten und die CO₂-Bilanzen von 2010 bis einschließlich 2013. Die gemessenen Energieeinsparungen betragen 2013 bezogen auf das Referenzjahr 2011 witterungsbereinigt rund 111.000 €/a bzw. 15%. Die gemessenen Einsparungen übertreffen damit geringfügig die Vorhersage von 14,5%. Die im Re-Co Projekt angestrebte Einsparung von Endenergie von 10% wurde deutlich übertroffen.

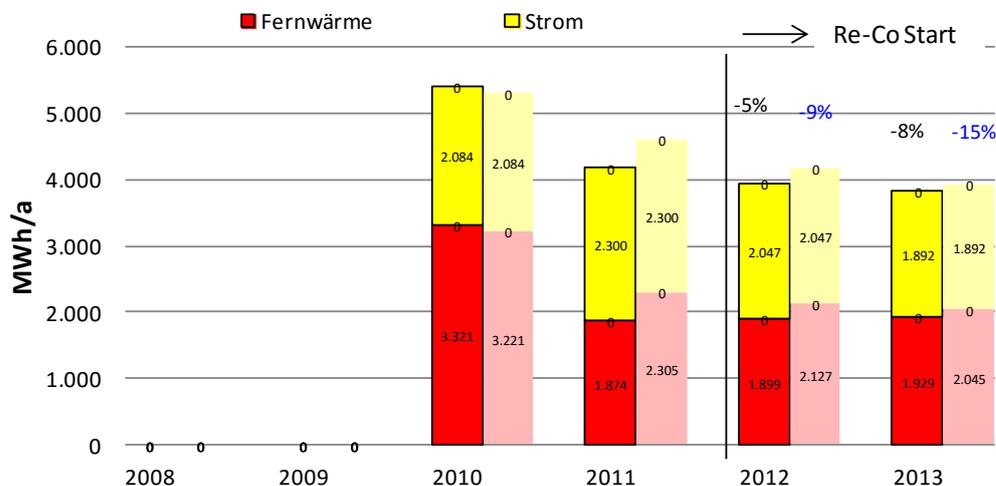


Abbildung 26 Gemessener Energieverbrauch vor und nach Re-Co
(transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt)

^{vii} Die Grafiken sind aus dem Abschlussbericht, D5-04, des Europäischen Projekts übernommen und ins Deutsche übersetzt worden.

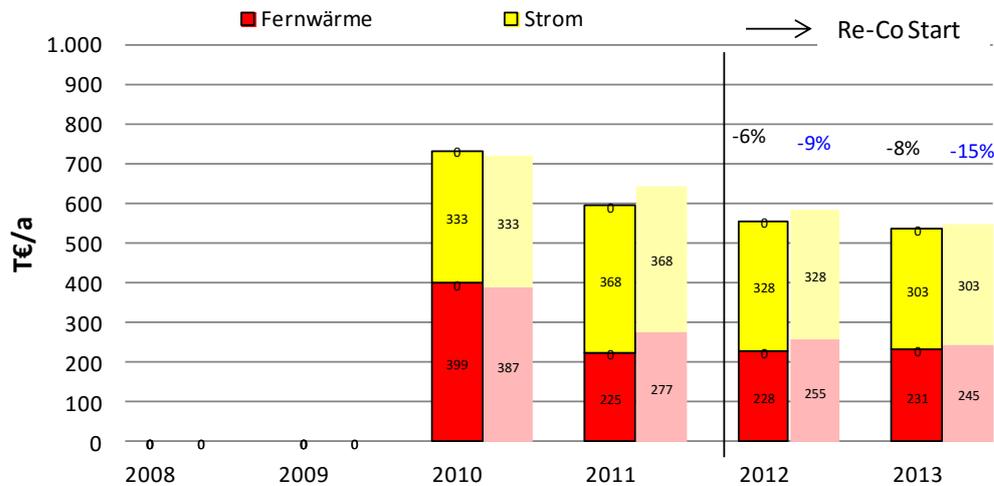


Abbildung 27 Energiekosten vor und nach Re-Co (transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt, Energiepreise inkl. MwSt. von 2011)

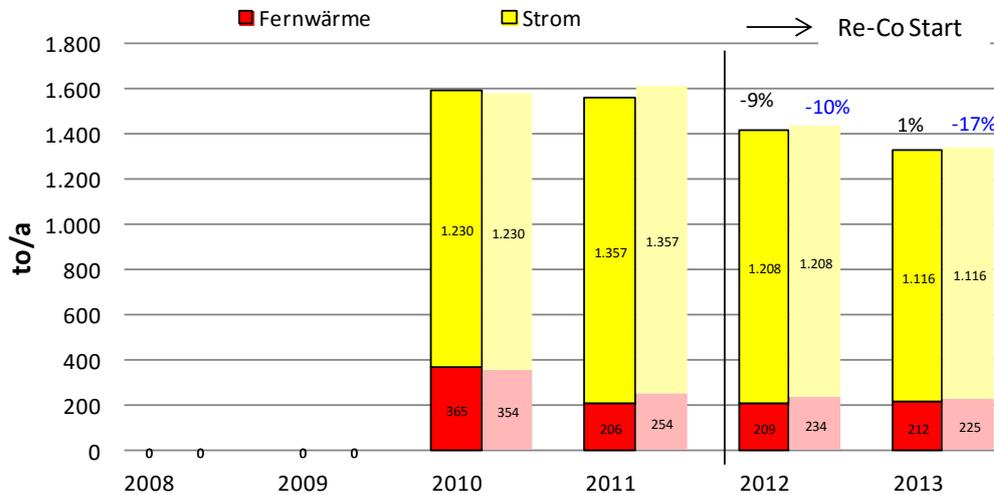


Abbildung 28 Energiebezogene CO₂-Emissionen vor und nach Re-Co (transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt)

Tabelle 19 zeigt die Einsparungen je Gebäude.

Tabelle 19 Einsparungen Endenergie je Gebäude und je Energieträger

Gebäude	Fernwärme [MWh]		Strom [MWh]	
	vorher (2011)	nachher (2013)	vorher (2011)	nachher (2013)
TU Sporthalle	644	404 (-37%)	251	188 (-25%)
Chemie-Gebäude	1.055	1.133 (+7%)	525	495 (-6%)
Universitätsbibliothek	607	507 (-16%)	1.524	1.209 (-21%)
Gesamt (Ziel: -10%)	2.305	2.044 (-11%)	2.300	1.892 (-18%)

6.5 Kontinuität

Kontinuität	Empfehlungen
Infrastruktur	Das Energiemesssystem wird von der TU Braunschweig kontinuierlich genutzt.
Bewertung	Das Gebäudemanagement / Energiemanagement der TU Braunschweig überwacht laufend die Energieverbräuche aller Gebäude, so dass die Nachhaltigkeit der Einsparungen langfristig bewertet werden kann.
Weitere Optimierung	Die Erfahrungen und Erfolge wurden aufbereitet und an das Gebäudemanagement kommuniziert. Unter anderem wurden einzelne Maßnahmen in einer Veranstaltung mit rund 160 Vertretern von Instituten der TU Braunschweig vorgestellt. Weitere Optimierungen sollen in Zukunft sowohl von zwei zusätzlich eingestellten Energieberatern als Mitarbeiter der TU Braunschweig initiiert, als auch bei Bedarf auch von externen Dienstleistern betreut werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

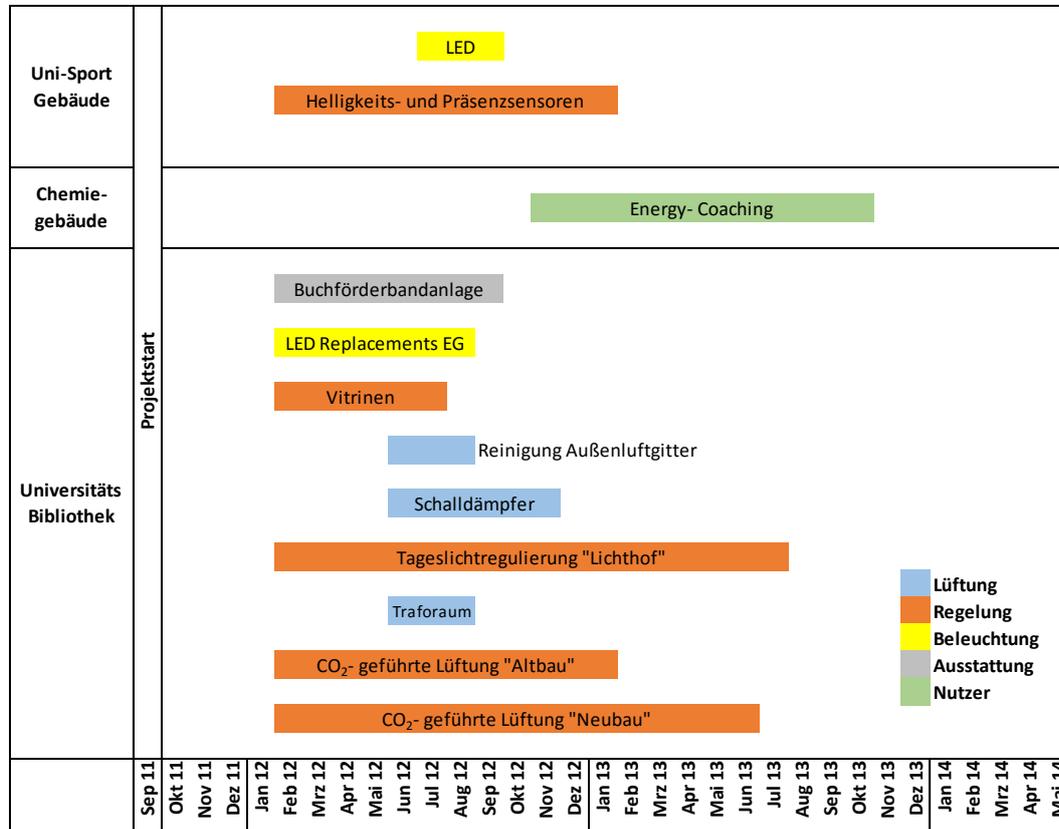
info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



6.6 Zeitlicher Verlauf der Maßnahmen an der TU Braunschweig

Abbildung 29 zeigt den zeitlichen Verlauf der Maßnahmen im Projekt, jeweils vom Zeitpunkt der Identifikation des Optimierungspotenzials bis zum Beginn der Einsparwirkung.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb



Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 29 Zeitlicher Verlauf der Maßnahmen an der TU Braunschweig (Identifikation - Umsetzung)

Eine wichtige Erkenntnis aus der Bearbeitung des Projekts ist, dass die Umsetzung der Maßnahmen nach der Identifikation, obwohl sie nur gering-investiv waren, oft ein Jahr und länger dauerte. Bei Projekten sollten deshalb frühzeitig effektive Umsetzungsstrategien abgestimmt werden. Dies ist insbesondere zu berücksichtigen, wenn der Re-Co-Vertrag erfolgsabhängig geschlossen wird.

6.7 Eingesetzte Hilfsmittel und Werkzeuge

Im Zuge der Bearbeitung wurden verschiedene Hilfsmittel und Werkzeuge eingesetzt. Im Folgenden werden die Anwendungsgebiete und die Erfahrungen dokumentiert.

6.7.1 Checklisten und Klemmbrett

Checklisten sind das klassische Instrument zur Organisation und Dokumentation von Prüfungen. Damit sind sie auch prädestiniert für die Durchführung von Bestandsaufnahmen in Gebäuden sowie von technischen Prüfungen an Anlagen. Für den Baubereich allgemein liegt eine Vielzahl entsprechender Checklisten vor und auch für Re-Co Services und energetischen Inspektionen sind, wie oben genannt, verschiedene Vorlagen verfügbar.

Bei der Vorbereitung der Bestandsaufnahmen zeigte sich, dass die vorhandenen Checklisten durch ihren großen Prüfumfang keine effektive Grundlage zur Identifikation von Optimierungsmaßnahmen bieten würden. Entsprechend wurden unter Berücksichtigung vorhandener Vorlagen eigene Checklisten erstellt und auf einen Umfang reduziert, der es ermöglichte, die ausgewählten Gebäude innerhalb von rund einem halben Tag zu begehen. Auf dieser Basis wurden im zweiten Schritt die Schwerpunkte für die Umsetzung einzelner Optimierungsmaßnahmen gebildet.

Als Werkzeug bei den Bestandsaufnahmen mit Checklisten dienten Zettel, Stift und Klemmbrett. Obwohl diese Werkzeuge angesichts moderner IT-basierter Werkzeuge etwas archaisch wirken, funktionierte ihre Anwendung vor Ort einfach und effektiv. Allerdings bieten Papierchecklisten nur begrenzte Möglichkeiten der Dokumentation und Nachverfolgbarkeit eines Prozesses, sodass die Qualität der Anwendung stark von der einzelnen Person abhängt. Dies kann ein Hemmnis der Multiplikation von Re-Co Services darstellen. Deshalb wurde im Projekt auch ein Webservice zur Erstellung und Anwendung von Online-Checklisten erprobt.

6.7.2 Online-Checklisten

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekts EVAgreen (DBU AZ: 29391-25) wurde ein Webservice der synavision GmbH erprobt. Der „task manager“ ermöglicht es, Checklisten für die Anwendung in Webbrowsern ohne Programmierkenntnisse individuell zu konfigurieren. Dabei bietet das Werkzeug verschiedene für Webservices typisch Vorteile.

- Der Anwender wird durch Ein- und Ausklappen von Menüs übersichtlich durch die Prüfprozesse geführt.
- Zusatzinformationen und Bedienungsanleitungen können verlinkt und entsprechend gezielt hinterlegt und einfach genutzt werden^{viii}.
- Die Checklisten können nach der Anwendung übergreifend archiviert und ausgewertet werden.
- Der Webservice kann für eine beliebige Zahl von Anwendern zentral bereitgestellt und dezentral genutzt werden.

Da Papier-Checklisten insbesondere bei der Bereitstellung von Hintergrundinformationen und der zentralen Auswertung Defizite aufwiesen, wurde eine Bestandsaufnahme für das Gewerk Heizung beispielhaft im *task manager* abgebildet und erprobt, siehe Abbildung 30.

^{viii} Dieser Ansatz wurde ausführlich und informativ im oben genannten EXECO2-Projekt eingesetzt, führte dort jedoch zu sehr umfangreichen Checklisten.

#26

Bestandsaufnahme_Universitätsbibliothek

TestProject







Titel: Bestandsaufnahme_Universitätsbibliothek Erstellt von goertgens@energydesign-bs.de am 30.09.2014 16:07

Zugewiesen zu: goertgens@energydesign-bs.de Letzte Änderung von goertgens@energydesign-bs.de am 30.09.2014 16:07

Status: geschlossen

▶ **Allgemeine Daten**

▼ **allgemeine Gebäudedaten:**

Gebäudebezeichnung/-nummer: 4203

Gebäudeart/-nutzung: Nicht-Wohngebäude

sonstige Gebäudeart/-nutzung:

Adresse: Pockestraße 13
38106 Braunschweig
Deutschland

Baujahr: 1971

Anzahl Geschosse: 5

Anzahl Wohneinheiten:

typische Wohnungsgröße:

Bauweise: -Bitte wählen- ?

Sanierungsmaßnahmen/Erweiterungen: Dachsanierung Sied-Gächer Abbau: 2011

Fotodokumentation:  ?

Bemerkungen: Anbau von 1995

▼ **Heizung**

Anzahl Wärmeerzeuger: 1

▼ **Wärmeerzeuger 1**

versorgter Bereich WE 1: Abbau

Art des Wärmeerzeugers 1: Nah- und Fernwärme

auch für TWW:

VL-/ RL-Temperaturen WE 1: 90 °C / 70 °C

Nenn-Wärmeleistung WE 1: 1.300 ?

Fabrikat WE 1: Hersteller
Bezeichnung/ Typ

Energieträger WE 1: Fernwärme

sonstiger Energieträger WE 1:

Pufferspeicher WE 1:

▶ **Regelung 1**

Fotodokumentation WE 1: 

Abbildung 30 Synavision „task manager“: Gebäudebestandsaufnahme Universitätsbibliothek

Die genannten Vorteile bestätigten sich in der Pilotanwendung. Als wünschenswerte Erweiterung zur Verbesserung der Nutzung in der Praxis wurde die Umsetzung des Webservices als App erkannt, die eine Bearbeitung auch ohne ständige Internetverbindung ermöglichen würde, da insbesondere in Technikzentralen häufig nur eine eingeschränkte Verbindung möglich ist. Insgesamt wird die Verwendung von Webservices und entsprechenden Applikationen zur Anwendung auf mobilen Endgeräten für Re-Co-Services als sehr hilfreich bewertet.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH

Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555

fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



6.7.3 Smartphones

Mobile Endgeräte mit Fotofunktion und ggf. Diktier- und Schreibmöglichkeiten waren für die gesamte Bearbeitung ein äußerst hilfreiches Werkzeug. Die gesamte Fotodokumentation kann weitgehend kostenneutral und von allen Mitarbeitern uneingeschränkt umgesetzt werden. Jegliche visuelle Information bis hin zu Zählerständen kann dokumentiert werden. Für die sofortige Bearbeitung von Fotos mit grafischen Markierungen oder textuellen Anmerkungen stehen kostengünstige Applikationen zur Verfügung. Smartphones oder Tablet-PCs sind damit ein zentrales Werkzeug für die Bearbeitung von Re-Co-Services.

6.7.4 Mobile Messtechnik

Mobile Messtechnik wurde im Re-Co-Projekt an der TU Braunschweig insbesondere für Strommessungen, Luftmengenmessungen (Anemometer) und Messungen des Raumkomforts eingesetzt. Die Messungen unterstützten Analysen der Betriebsweisen von Lüftungs- und Kälteanlagen und ermöglichten den transparenten und zeitnahen Nachweis von veränderten Betriebsweisen und Einsparungen. Die Komfortmessungen, insbesondere zu Raumtemperaturen und CO₂-Konzentration dienten nicht der Identifikation von Optimierungspotentialen, sondern dem Nachweis der Einhaltung entsprechender Anforderungen bei veränderter Betriebsführung der Lüftungsanlagen.

Für die Luftmengen- und Komfortmessungen stehen am Markt kostengünstige und einfach zu nutzende Lösungen zur Verfügung. Bei den Strommessungen ist zu beachten, dass die Installation von einer entsprechend qualifizierten Person durchgeführt werden muss, so dass Ingenieurbüros als Re-Co-Dienstleister hier in der Regel auf zusätzliches Personal zurückgreifen müssen.

6.7.5 Energiemesssysteme

Das Vorhandensein eines umfangreichen Energiemesssystems an der TU Braunschweig bot eine hervorragende Grundlage für die Bearbeitung. Zur Verfügung standen historische Daten für rund zwei Jahre als ¼-stündlich aufgelöste Lastprofile von rund 500 Messstellen. Damit lag für fast jedes Gebäude ein Strom-, Wärme- und Wasserverbrauchsprofil vor. Insbesondere die Auswahl der Gebäude, eine erste Analyse der Lastprofile und der Nachweis von Einsparungen unter Verwendung historischer Daten waren unter diesen Bedingungen möglich.

Zu beachten ist jedoch, dass diese Infrastruktur unabhängig vom Re-Co-Projekt und mit einem Vorlauf von rund fünf Jahren aufgebaut wurde. Eine Umsetzung als Teil eines Re-Co-Projekts erscheint deshalb nicht möglich. Bei den meisten europäischen Pilotprojekten standen deutlich weniger Daten zur Verfügung, häufig nur ein zentraler Zähler jeweils für Strom und Wärme und dies oft auch ohne automatisierte Erfassung von Messwerten.

6.7.6 Gebäudeautomation

Wie Energiemesssysteme kann die Gebäudeautomation in der Regel nicht komplett im Rahmen eines Re-Co-Projekts nachgerüstet werden. Aufwand und Investition sind erheblich und technisch anspruchsvoll.

Auch hier konnten an der TU Braunschweig Daten bereits vorhandener Anlagen genutzt werden, allerdings ohne die Möglichkeit eines automatisierten Datenexports. Auch bei den anderen Europäischen Projekten konnten nur sehr begrenzt Daten genutzt werden, und wenn, dann in der Regel ohne Datenexport direkt an einem Leitrechner.

An der TU Braunschweig konnte die vorhandene Automation jedoch effektiv genutzt werden, um z.B. Sollwerte für Raumtemperatur- und CO₂-Regelungen sowie Zeitprogramme zu prüfen. Teilweise konnten auch einzelne Funktionen mit geringem Kostenaufwand ergänzt werden.

Oftmals war hier die Automation Hilfsmittel und Problem in einem. Zwar konnten die genannten energieeffiziente Regelungen genutzt werden, um den Energieverbrauch zu senken, jedoch betraf dies oft Funktionen, die eigentlich schon umgesetzt waren, jedoch wegen unvollständiger Inbetriebnahmen oder Störungen nicht funktionierten.

Als besonders wichtige Voraussetzung für die Nutzung sehen die Autoren den uneingeschränkten Zugriff auf die Daten der Gebäudeautomation. Moderne Automationssysteme sind in der Lage, alle im Betrieb der Anlage verarbeiteten Daten entweder ereignisorientiert („cov“ – „change-of-value“) oder in äquidistanten Zeitschritten (z.B. 15 Minuten) als Momentanwerte zu speichern und in einem technologie- und produktoffenen Dateiformat in Spalte-Zeilen-Struktur (z.B. als .csv-Datei – „comma-separated-values“) zu übergeben. Anschließend können die Daten mit beliebigen Datenanalysewerkzeugen gespeichert, verarbeitet, analysiert und visualisiert werden. Diese Funktion sollte grundsätzlich bei allen Automationsanlagen umgesetzt werden.

6.7.7 Fazit

Die Bearbeitung der Gebäude an der TU Braunschweig hat die Potenziale innovativer Technologien bestätigt. Insbesondere mobile Endgeräte mit entsprechenden Applikationen und Webservices bieten gute Hilfestellungen für die Optimierung von Gebäuden. Auch Mess- und Automationssysteme können Re-Co-Services unterstützen. Einzelmaßnahmen zur Ergänzung oder Reparatur einzelner Funktionen bestehender Automationssysteme können dabei wirtschaftlich und kurzfristig umgesetzt werden. Der Aufbau der kompletten Systeme wird jedoch im Rahmen von Re-Co-Projekten auf Grund der hohen Kosten und der erforderlichen Umsetzungszeiten in der Regel nicht möglich sein.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



7 ERGEBNISSE DES EUROPÄISCHEN PROJEKTS

Dieser Abschnitt zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse aus allen Pilotgebäuden im Europäischen Projekt^{39, ix}.

7.1 Basisdaten der Pilotprojekte

Das Europäische Re-Co Projekt hatte das Ziel, mit geringen Investitionen in bestehenden komplexen Gebäuden Energie einzusparen. Um einen systematischen Ansatz zu erarbeiten und zu zeigen, dass Einsparungen von 10% möglich sind, wurde der Re-Commissioning Prozess in 15 Pilotprojekten in 8 europäischen Ländern umgesetzt, siehe Tabelle 20.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

Tabelle 20 Übersicht über die Pilotprojekte

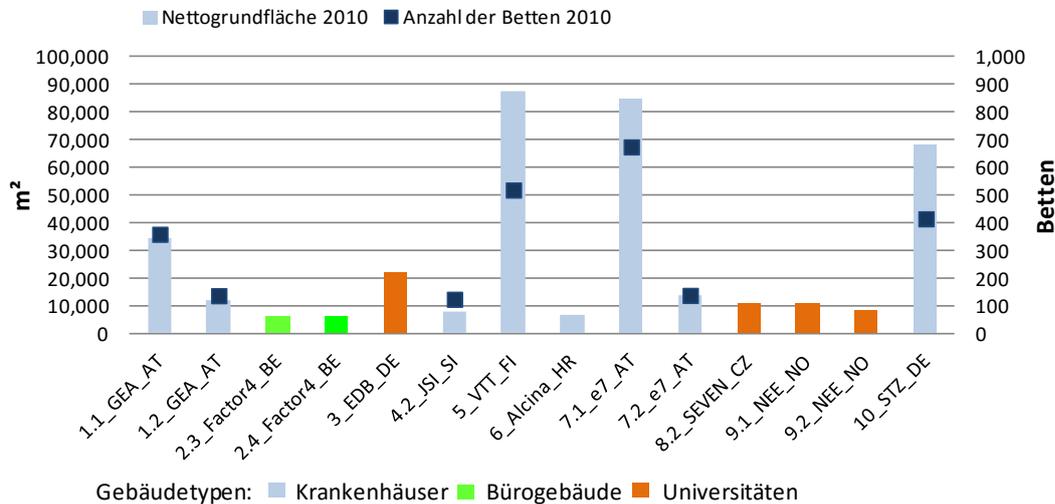
Pilot Projekt Nr.	Projektpartner	Land	Gebäudetyp	Energie in das Gebäude							aus dem Gebäude						
				Eigenes Heizsystem	Gas für Heizung	Öl	Fernwärme	Kühlung	Kälte	Strom	Dampf	Gas zur Erzeugung von Dampf	Gas zum Kochen	Gas für Forschung der Universität	Fernwärme	Strom in das Netz	
1.1	GEA	AT	Krankenhaus				x	x		x						x	x
1.2	GEA	AT	Krankenhaus				x	x		x							
2.3	Factor4_4	BE	Büro	x	x						x						
2.4	Factor4_4	BE	Büro	x	x					x							
3	EDB	DE	Universität				x	x		x					x		
4.2	JSI	SI	Krankenhaus	x	x	x		x		x							
5	VTT	FI	Krankenhaus				x	x		x	x						
6	Alcina	HR	Krankenhaus	x	x					x							
7.1	e7	AT	Krankenhaus				x			x		x					
7.2	e7	AT	Krankenhaus	x		x				x			x				
8.2	SEVEN	CZ	Universität				x	x		x							
9.1	NEE	NO	Universität				x			x							
9.2	NEE	NO	Universität				x			x							
10	STZ	DE	Krankenhaus				x	x	x	x		x					



Die Pilotprojekte zeigen, dass der Re-Co Ansatz für verschiedene Typen komplexer Gebäude anwendbar ist. Ein Großteil der Re-Co Projekte wurde in Krankenhäusern umgesetzt. Insgesamt testeten 8 Krankenhäuser aus Österreich, Deutschland, Kroatien, Finnland und Slowenien, die Umsetzung der Re-Co Idee. Zusätzlich gab es eine Gruppe von Universitäten aus Deutschland, Norwegen und der Tschechischen Republik. Einige der Universitätsgebäude sind typische Verwaltungsgebäude, während andere bestimmten Hochschulzwecken dienen, beispielsweise als Bibliothek oder Labore. Belgien nahm mit 2 Bürogebäuden am Re-Co Projekt teil.

^{ix} Grafiken und Texte sind aus dem Abschlussbericht, D5-04, des Europäischen Projekts übernommen und ins Deutsche übersetzt worden.

Die Gebäude sind von sehr unterschiedlicher Größe mit beheizten Nettogrundflächen zwischen 5.000 bis 90.000 m², siehe Abbildung 31.



Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 31 Übersicht über die Pilotprojekte (Gebäudetyp, Nettogrundfläche, Betten)

Die Pilotprojekte mit dem höchsten Energieverbrauch waren Krankenhäuser in Finnland, Österreich und Deutschland. Die am häufigsten genutzte Energiebereitstellung für Wärme war Fernwärme. Gas wurde nur in 4 Gebäuden genutzt, Öl nur in einem. Zusätzlich wird Gas häufig zur Dampferzeugung in Sterilisationsprozessen genutzt. Der Stromverbrauch für Licht, Geräte, Klimaanlage, Kälteanlagen etc. macht einen weiteren großen Anteil am Energieverbrauch aus. 7 der Gebäude waren an Nahkältenetze angeschlossen, die übrigen produzieren Kälte aus Strom.

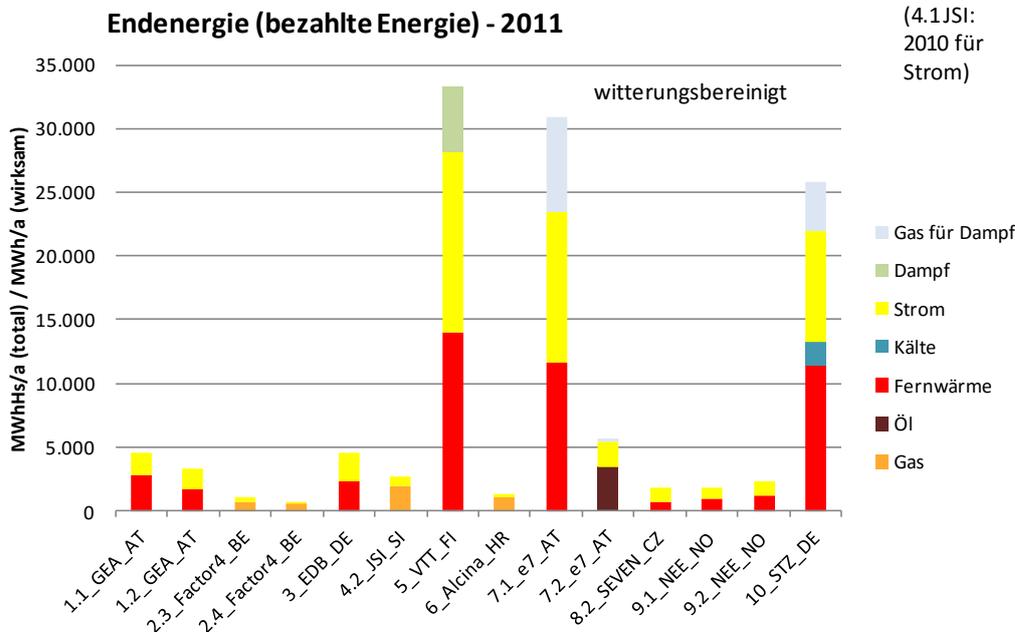


Abbildung 32 Übersicht über die Pilotprojekte (Endenergie*)

* Die Angaben zur Endenergie beziehen sich auf die Übergabestellen des Energieversorgers.



7.2 Erreichte Einsparungen durch verschiedene Ansätze und Maßnahmen

In den Gebäuden wurden zahlreiche Maßnahmen entsprechend dem Re-Co-Konzept umgesetzt und erhebliche Einsparungen erzielt. Abbildung 33 zeigt die berechneten Einsparungen aller Projekte. Im Durchschnitt wurden die angestrebten 10% erreicht. Die blauen Säulen zeigen hierbei das vorab berechnete insgesamt identifizierte Einsparpotenzial, die gelben die tatsächlich gemessenen Einsparungen der umgesetzten Maßnahmen. Einige Maßnahmen konnten in dieser Zeit noch nicht umgesetzt werden, da ihre Implementierung verschoben wurde oder noch über die Maßnahme selbst entschieden werden muss.

Die Einsparungen variieren, mit zwei Ausnahmen, zwischen 5 und 23 Prozent. Die Ausnahme bilden zwei Projekte, wo das erste Pilotprojekt abgebrochen wurde und die Arbeit am Ersatzgebäude erst später begonnen werden konnte. Trotz dieser Schwierigkeiten und der Tatsache, dass das Ziel des Projektes primär darin bestand, den Nutzerkomfort zu erhöhen, liegt das Potenzial dieses Projekts noch bei 5%.

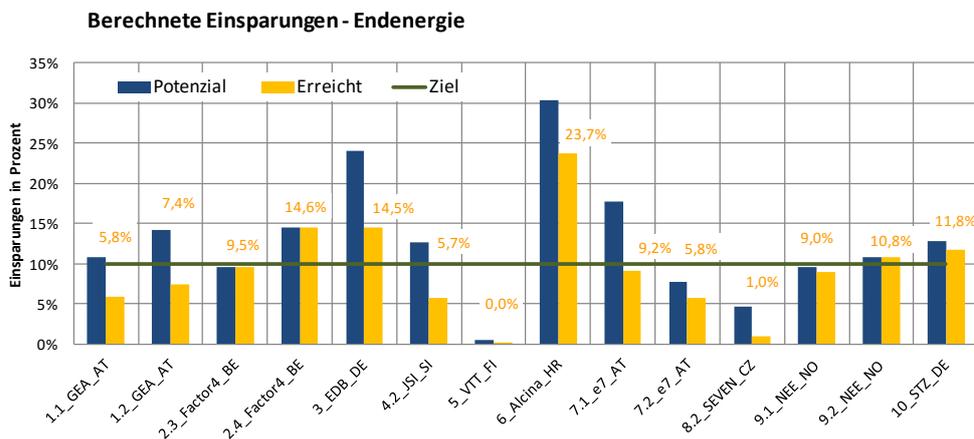


Abbildung 33 Übersicht über die Einsparungen in den Pilotprojekten

Die folgenden Grafiken zeigen differenziert, durch welche Maßnahmen die oben genannten Einsparungen erreicht werden konnten.

Die größten Einsparungen wurden im Bereich „Wärme“ mit insgesamt ca. 8.000 MWh/a erreicht. Im Bereich „Elektrizität“ konnten rund 4.000 MWh/a eingespart werden, siehe Abbildung 34.

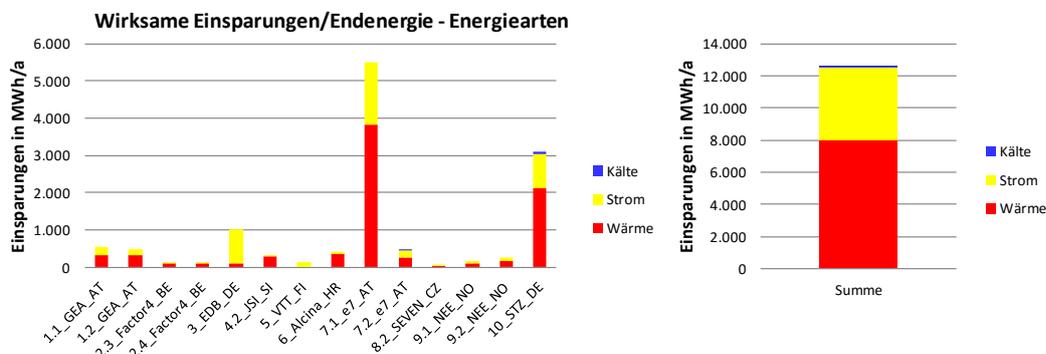


Abbildung 34 Erreichte Einsparungen, differenziert nach Energiearten

Mit Ausnahme des Projekts von energydesign braunschweig GmbH lag der Schwerpunkt der Energieeinsparungen jeweils auf der Wärme. An der TU Braunschweig wurde fast ausschließlich Strom eingespart.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Die Maßnahmen wurden an verschiedenen technischen Systemen der Gebäude durchgeführt, z.B. Heizung, Lüftung, Beleuchtung etc. Abbildung 35 zeigt die Aufteilung der Maßnahmen auf die unterschiedlichen Systeme, in die das Re-Commissioning in den einzelnen Gebäuden eingegriffen hat.

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

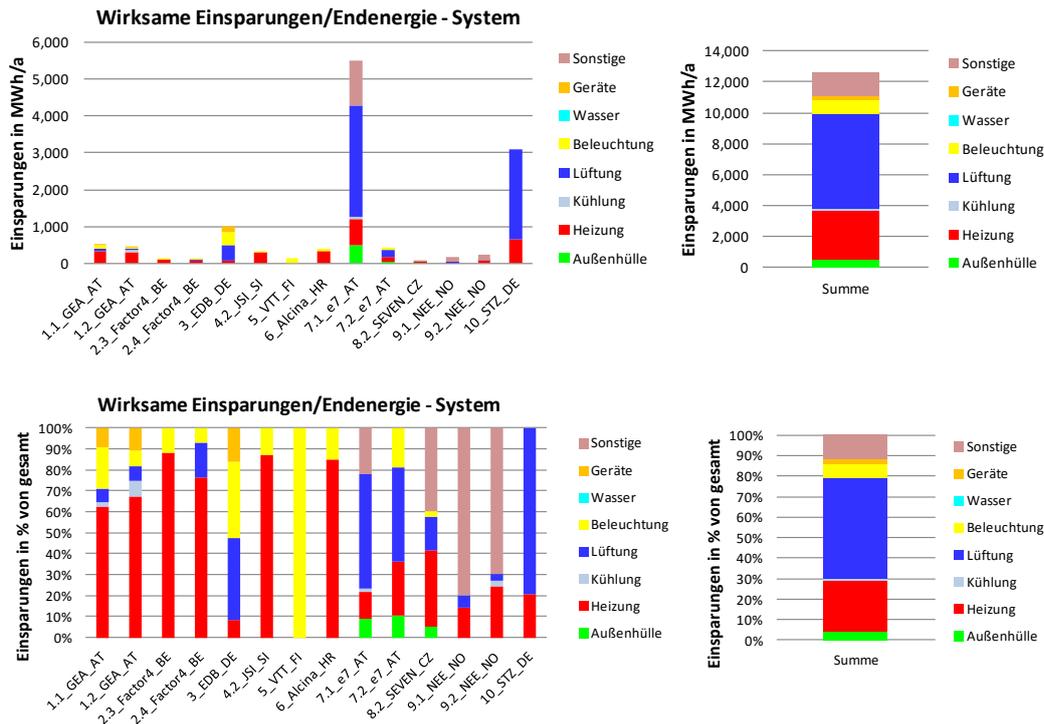
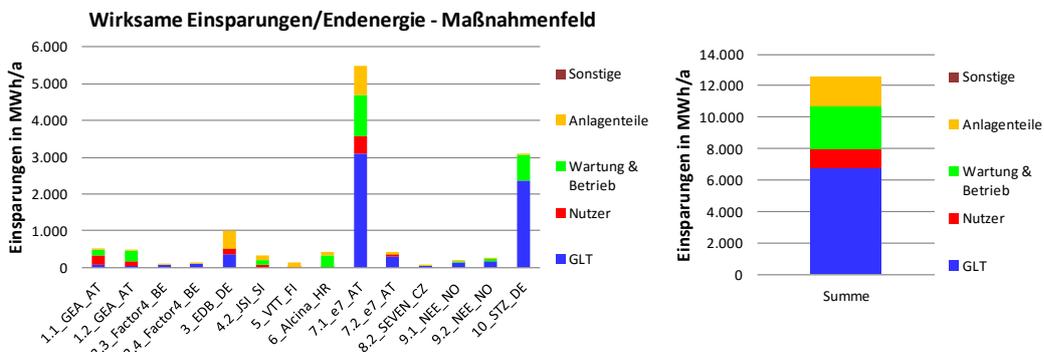


Abbildung 35 Erreichte Einsparungen, differenziert nach betroffenen Systemen

Große Einsparungen wurden über die Optimierung von Lüftungssystemen erreicht, gefolgt durch die Heizsysteme.

Abbildung 36 zeigt die Umsetzung von Maßnahmen der jeweiligen Re-Co Pilotprojekte entsprechend der verschiedenen Maßnahmenfelder.



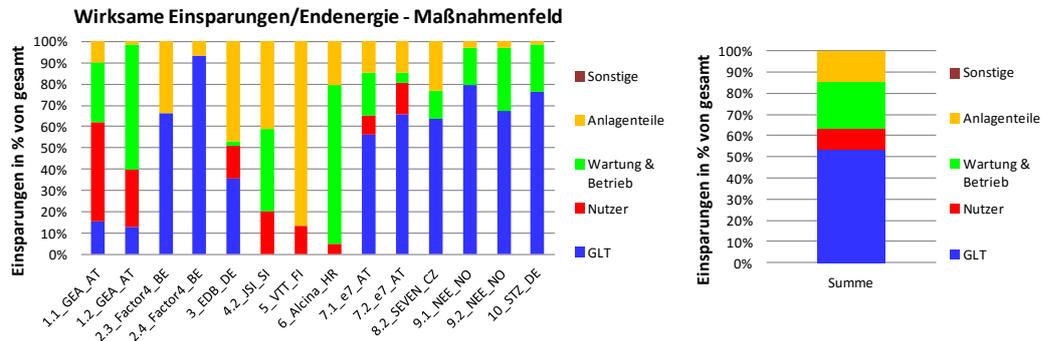


Abbildung 36 Erreichte Einsparungen, differenziert nach betroffenen Maßnahmenfeldern

Rund die Hälfte der Einsparungen wurde durch die Nutzung der Gebäudeautomationssysteme erreicht, gefolgt vom Gebäudemanagement (Wartung und Betrieb).

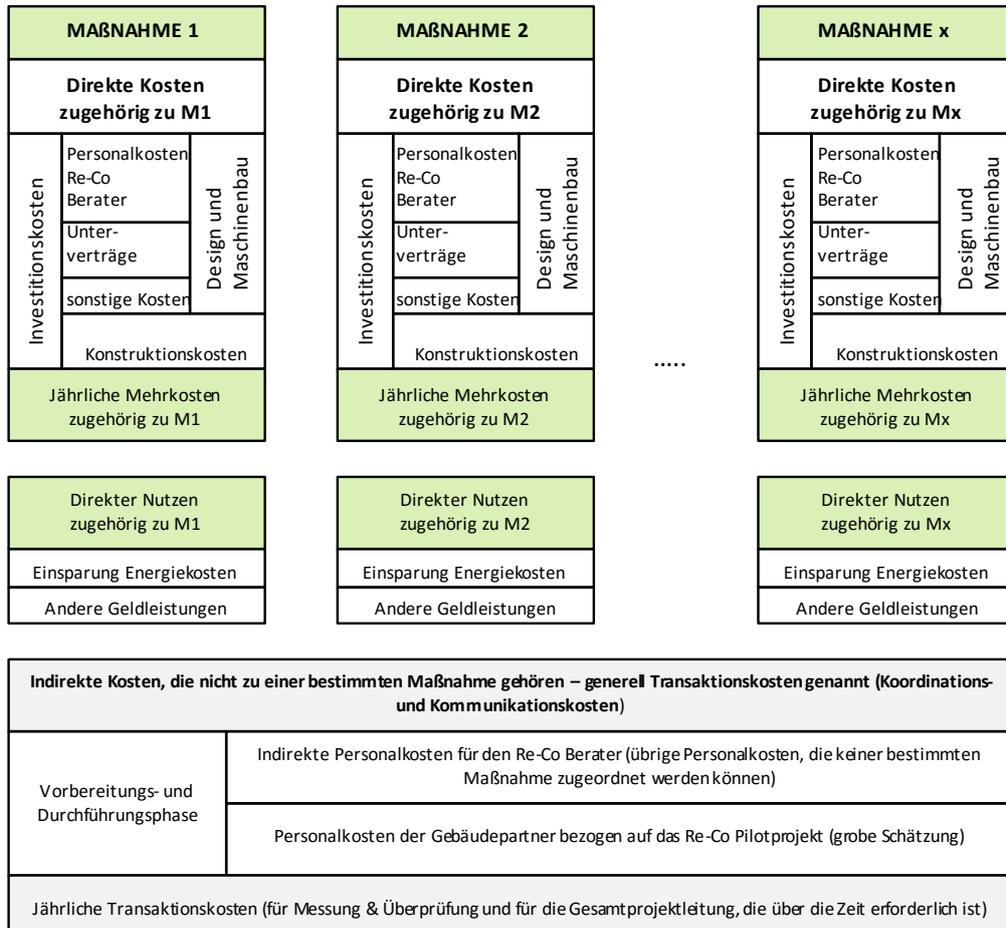
7.3 Wirtschaftlichkeit der Re-Co Maßnahmen

Häufig beinhaltet die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen nur jene Kosten, die in direktem Bezug zu der Maßnahme selbst stehen. Üblicherweise werden alle Kosten, die in der „Vorbereitungsphase“ entstehen (Gebäudeanalyse, Identifikation der passenden Maßnahmen, etc.) und alle Kosten, die sich auf das benötigte Projektmanagement beziehen, nicht (oder nicht vollständig) berücksichtigt.

Im Re-Co Projekt hat das Projektteam beschlossen, alle Pilotprojekte in Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit in umfassender Weise zu analysieren. Deshalb wurden alle Kosten und Nutzen eines Projekts berücksichtigt:

- Die **direkten Kosten** können direkt einer Maßnahme zugeordnet werden: Diese beinhalten Kosten für Entwurf, Technik und Konstruktion sowie die zusätzlichen jährlichen (laufenden) Kosten, die direkt von den Maßnahmen ausgelöst werden (z.B. Wartung).
- Der **direkte Nutzen** beinhaltet Energiekosteneinsparungen und den wirtschaftlichen Nutzen, die direkt einer Maßnahme zugeordnet werden können, z.B. die potenzielle Reduktion der Wartungskosten durch eine bestimmte Maßnahme.
- **Indirekte Kosten** sind alle Kosten, die nicht direkt einer Maßnahme zugeordnet werden können. Normalerweise werden diese Kosten „Transaktionskosten“ genannt und der Projektkoordination, Kommunikation und dem allgemeinen technischen Know-how, welches für die erfolgreiche Implementation eines Re-Co Projektes wichtig ist, zugewiesen. Indirekte Kosten laufen während der Vorbereitungs- und Umsetzungsphase, z.B. für Analyse und Identifikation von Energiesparmaßnahmen, auf.

Abbildung 37 fasst die unterschiedlichen Kosten- und Nutzenkategorien, die in den Re-Co Projekten berücksichtigt wurden, zusammen. Für jedes Pilotprojekt sammelten die Projektpartner den ganzen Satz an Kostenelementen.



Ingenieurgesellschaft für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 37 Systematik der Wirtschaftlichkeitsberechnung im Re-Co-Projekt

Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeit der Re-Co-Maßnahmen und der Projekte dargestellt. Die teils erheblichen Einsparungen wurden mit überwiegend sehr geringen (direkten) Investitionskosten erreicht. Dies führt für die einzelne Maßnahme unter Berücksichtigung der direkten Kosten zu sehr kurzen Amortisationszeiten von fast immer unter zwei, in den meisten Fällen sogar von unter einem Jahr, siehe Abbildung 38.

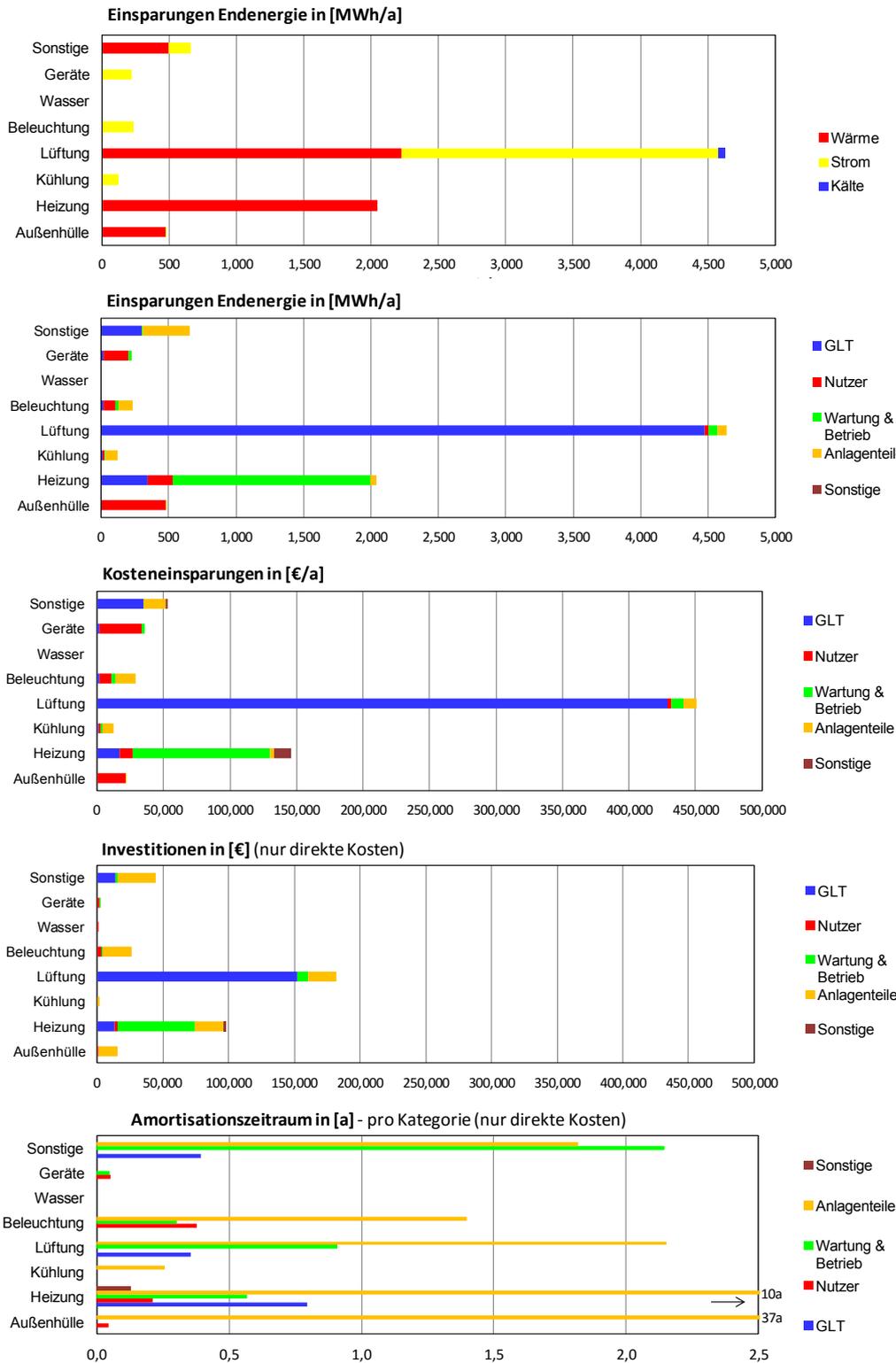


Abbildung 38 Investitionen und Einsparungen der Re-Co Maßnahmen

Tabelle 21 fasst die Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung der Re-Co Pilotprojekte zusammen. Auf der einen Seite wird die Bewertung auf der Ebene der direkten Kosten und Nutzen der Maßnahmen berücksichtigt. Zusätzlich ist eine umfassende Bewertung der Gesamt-Rentabilität dargestellt, die alle indirekten Kosten des Projektmanagements, der Energie-Audits, Maßnahmenidentifikation etc. beinhaltet.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

Tabelle 21 Überblick über die wirtschaftliche Bewertung der Pilotprojekte

Gebäude	Energiekosten und Einsparungen			Rentabilität der einzelnen Maßnahmen ⁽¹⁾		Gesamt-Rentabilität ⁽⁴⁾	
	Energiekosten	Energiekosteneinsparung		Direkte Investitionen ⁽¹⁾	Statische Amortisation der direkten Invest.	Gewinn	Rendite
	(A)	(B)	(A/B)	(C)	(C/A)		
	€/Jahr	€/Jahr	%	€	Jahr	€/Jahr	%
Center of Public Health Zagreb	106.181	20.586	19%	27.922	1,4	15.574	69%
General hospital Brežice	229.296	12.798	6%	10.920	0,9	5.095	46%
Hospital Güssing	247.274	19.841	8%	N/A ⁽²⁾	N/A ⁽²⁾	4.085	26%
Heart Jesus Hospital Vienna	(-)	22.882	6%	5.610	0,2	9.017	43%
Geriatric centre Graz	452.797	20.376	4%	N/A ⁽²⁾	N/A ⁽²⁾	5.480	34%
Hospital Sisters of Charity Linz	(-)	162.575	8%	43.320	0,3	129.845	182%
BGU Hospital Ludwigshafen	2.883.861	295.770	10%	269.700	0,9	203.870	85%
Uitgeverij Averbode ⁽³⁾	50.517	10.216	20%	14.590	1,4	7.828	39%
KUL GEO-Instituut ⁽³⁾	70.409	12.038	17%	9.840	0,8	7.839	64%
University of LS, TF Building	220.763	20.417	9%	12.728	0,6	9.855	44%
University of LS, BTB Building	244.078	26.698	11%	15.646	0,6	15.214	58%
TU Braunschweig	638.880	109.110	17%	32.599	0,3	90.631	187%
Mittelwerte	620.924	61.109	10%	44.287	0,7	42.028	73%

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



- (1) Umfasst nur die Investitionskosten, die im direkten Bezug zu einzelnen Energiesparmaßnahmen stehen.
(2) Dieses Projekt fokussierte sich auf Maßnahmen der Nutzermotivation und verursachte deshalb keine direkten Investitionskosten, die in Bezug zu spezifischen Maßnahmen stehen. Sie verursachen nur indirekte Kosten.
(3) Die vorgestellten Einsparungen sind Energiekosteneinsparungen auf Basis von gemessenen Energieverbrauchsdaten
(4) Die Berechnung erfolgte unter Annahme eines annuitätischen Kostenansatzes mit einem Zinssatz von 5% und der Berücksichtigung einer Dauer der Wirksamkeit der Maßnahme. Sie bezieht sich auf alle Kosten und Nutzen des Re-Co Projekts, einschließlich der indirekten Kosten (z.B. Fixkosten der Analyse, Maßnahmenidentifikation, Projektmanagement, Messungen, etc.) sowie Vorteile anderer Energiekosteneinsparungen.

Die überwiegend sehr geringen direkten Investitionskosten (die direkt einzelnen Maßnahmen zugeordnet werden konnten) zeigen, dass sich die Re-Co Projekte in der Tat fast ausschließlich mit „No-Cost“ und „Low-Cost“ Maßnahmen umsetzen ließen. In den meisten Pilotprojekten lagen die Kosten direkter Investitionen unter 10% der jährlichen Energiekosten. Darin sind ebenfalls die Personalkosten des Re-Co Experten enthalten, soweit diese einer bestimmten Maßnahme zugewiesen werden konnten. Die kurzen Amortisationszeiten von im Mittel 0,7 Jahren und die hohe mittlere Gesamrendite von 73 % zeigen, dass das Re-Co Projekt auch insgesamt wirtschaftlich erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



7.4 Erfolgreiche Maßnahmen aus Sicht der Re-Co Dienstleister

Wie in der Konzeptbeschreibung erwähnt, sollten sich die Re-Co-Maßnahmen an den individuellen Gegebenheiten der Projekte orientieren. Dies führt je nach Auftraggeber, Gebäude und Dienstleister zwangsläufig zu sehr unterschiedlichen Schwerpunkten. Die Richtigkeit dieser Annahme zeigen die subjektiven Einschätzungen der Projektteilnehmer zu den aus ihrer Sicht erfolgreichsten Maßnahmen, siehe Tabelle 22.

Tabelle 22 Die erfolgreichsten Maßnahmen aus Sicht der Re-Co Dienstleister

	Daten
GEA Pilot Projekt 1	Nutzermotivationsprogramm Beleuchtungsoptimierung
GEA Pilot Projekt 2	Nutzermotivationsprogramm Optimierung des Lüftungssystems
Factor4 Pilot Projekt 1	Optimierung des HVAC-Systems Installation von Zeitschaltuhren in den Beleuchtungsschaltkreisen
Factor4 Pilot Projekt 2	Stromsparende Maßnahmen (Re-)commissioning eines neuen Heizkessels (Re-)commissioning einer Kühlanlage
EDB Pilot Projekt	Optimierung des Lüftungssystems LED Beleuchtung Energie-Coaching
JSI Pilot Projekt	Nutzermotivation – Nutzung von Elektrizität Optimierung des Heizsystems
VTT Pilot Projekt	Verbesserung der Luftqualität Intelligente Lichtsensoren
Alcina Pilot Projekt	Optimierung des Heizsystems Revision des Liefervertrages für Gas
e7 Pilot Projekt 1	Parameteränderungen im Lüftungssystem Schließen der Fenster Prüfen der Ventile des Dampfgitters

Es hilft Re-Co-Beratern und Energie-Managern in der Zusammenarbeit wenig, wenn Sie Gebäudenutzer als widerständig betrachten. Im Gegenteil, es erschwert eher die Beziehung zwischen dem Re-Co Berater – d.h. dem “Veränderungsagenten” – und dem Gebäudenutzer, d.h. dem “Veränderungsrezipienten”. Es ist hilfreicher davon auszugehen, dass Gebäudenutzer einer Veränderung gegenüber “ambivalent” anstatt widerständig gegenüber stehen⁴¹. Die Reaktion von Nutzern auf technische als auch verhaltensbezogenen (d.h. energie-sparende) Veränderungsmaßnahmen lassen sich psycholinguistisch mit den Begriffen *Change* und *Sustain Talk* beschreiben⁴². Dies kann Re-Co Beratern dabei helfen zu verstehen, wie Gebäudenutzer ihre inneren Konflikte bezüglich einer Veränderung zum Ausdruck bringen.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

7.5.2 Workshops

In den beiden Workshops konnten die Teilnehmer in Rollenspielen Interessen und Verhalten der verschiedenen Akteure in Gebäuden kennenlernen. Das eingesetzte Triple C Konzept (Creating Commitment to Change) unterstützt Anbieter von Re-Commissioning Dienstleistungen mit Lösungen, wie Re-Co Projekte in Organisationen erfolgreich gemanagt werden und die Nutzerbereitschaft erhöht werden kann^{xii}. In dem Workshop nahmen die Projektpartner verschiedene Rollen ein und sollten dann in einer typischen Projektsituation – einem Auftaktgespräch mit einem Gebäudemanager oder Nutzer – versuchen, Re-Co-Leistungen zu vertreten. Die Situationen wurden anschließend von allen Partnern diskutiert. Außerdem wurden Videoanalysen durchgeführt, um die Interaktionsmuster zwischen Change Agenten und Change Rezipienten zu untersuchen; siehe



Abbildung 41.

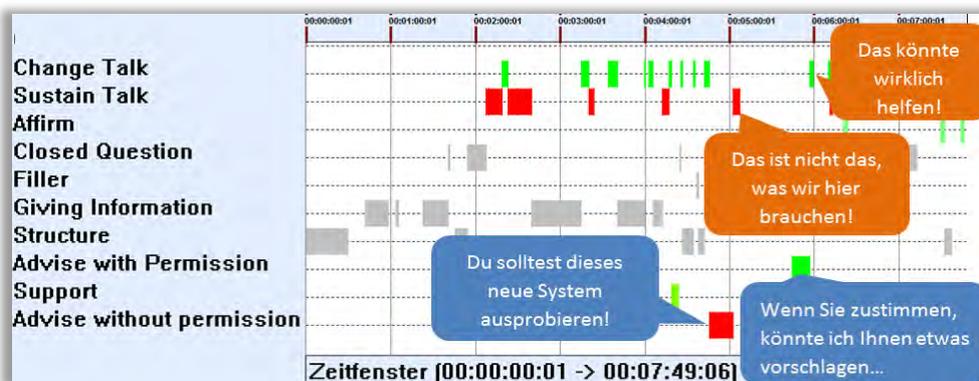


Abbildung 41^{xiii} Analyse einer 7-minütigen Interaktion zwischen einem Re-Co Berater und einem Gebäudepartner

^{xii} Die Unterlage wurde nicht veröffentlicht.

^{xiii} Die Abbildung wurde mithilfe der Software INTERACT (Mangold, 2010) erstellt. Jeder Event ist als separate Linie dargestellt. Länge des Events = Dauer der verbalen Äußerung. Blaue Sprechblasen = Re-Co Berater; Orange Sprechblasen = Gebäudepartner. Grüne Linien = veränderungsfördernde Äußerung; Rote Striche = veränderungshinderliche Äußerung.

Die Teilnehmer an den Workshops erkannten die Bedeutung des kompetenten Umgangs mit Veränderungsrezipienten. Als besonders wichtig schätzen sie gezieltes Training in persönlichen Schulungen oder Workshops ein, siehe Abbildung 42.

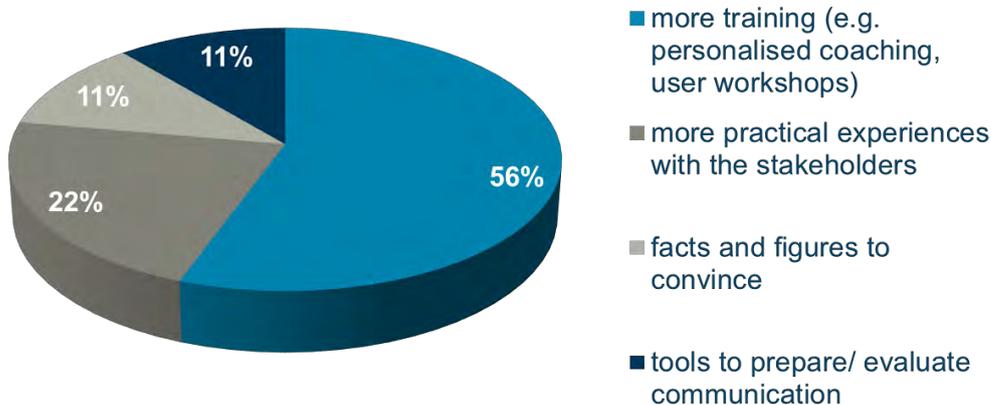


Abbildung 42 Einschätzung des Bedarfs für Re-Co-Berater an effektive Gesprächsführung (Befragung von 9 Teilnehmern)

7.5.3 Evaluation

Die Interaktionsanalyse der explorativ-qualitativen Studie zeigte, dass Nutzer in einem Veränderungsprozess gleichzeitig für und gegen Veränderungen argumentieren. Diese Prozessperspektive macht deutlich, dass Menschen nicht dazu neigen, nur Widerstand gegenüber Veränderungen auszudrücken, sondern oft dem Change-Prozess gegenüber ambivalent eingestellt sind.

In diesem Sinne können sprachliche Reaktionen von Gebäude-Nutzern als Indikator und Feedback für Re-Co Berater genutzt werden: Sustain Talk kann einem Veränderungsagenten (Re-Co-Berater) helfen, potentielle Probleme bei der Implementierung von technischen und nutzer-basierten Maßnahmen zu identifizieren. Gleichzeitig zeigt Nutzer-Change Talk im Veränderungsprozess positive Gestaltungsmöglichkeiten, d.h. Hinweise auf Entwicklungsmöglichkeiten für Veränderungen (zum Beispiel durch Kostenreduzierungen).

8 ALTERNATIVE RE-CO KONZEPTE

Im Zuge der Projektbearbeitung wurden, wie bereits oben erwähnt, einige neue Ansätze für die verbesserte Anwendung des Re-Commissioning Konzepts identifiziert. Auch wenn im Projekt selbst nicht die Möglichkeit bestand, diese Konzepte im Rahmen einer weiteren Optimierungskampagne umfassend zu erproben, sollen sie an dieser Stelle trotzdem in Kürze vorgestellt werden.

8.1.1 Maßnahmen-Katalog

Besonders vielversprechend ist aus Sicht der Autoren die Entwicklung und Anwendung eines Maßnahmenkataloges in einer frühen Phase eines Re-Commissioning Projektes. Der Schritt der Identifikation von Optimierungspotenzial und der entsprechenden Optimierungsmaßnahmen (Meilensteine M4-M5) ist der zentrale und gleichzeitig vielleicht sensibelste Teil des gesamten Re-Co-Prozesses. Die dargestellten Aufgaben und Fragestellungen zeigen, dass hier eine hohe fachliche Kompetenz und Motivation auf Seiten des Dienstleisters erforderlich sind. Selbst wenn diese gegeben sind, erfordern die in Abschnitt 3.1 genannten, umfangreichen Auditierungskonzepte einen erheblichen zeitlichen Aufwand und damit die Bindung von qualifizierten Personalkapazitäten des Dienstleisters.

Gleichzeitig werden durch die Identifikation von Optimierungspotenzialen Fehler in der aktuellen Betriebsführung und Instandhaltung sichtbar, so dass Konflikte mit dem Betriebspersonal entstehen können. Diese können dann zu Blockaden führen, die selbst die Umsetzung einfacher und hoch wirtschaftlicher Maßnahmen verzögern können.

Als Ergänzung des hier dargestellten Prozesses empfehlen wir deshalb, bereits im Vorfeld der Analyse, gegebenenfalls schon in der Designphase, einen Katalog von möglichen Optimierungsmaßnahmen zu definieren. Abbildung 43 zeigt den verschlankten Re-Co-Prozess unter Verwendung des Maßnahmenkatalogs.

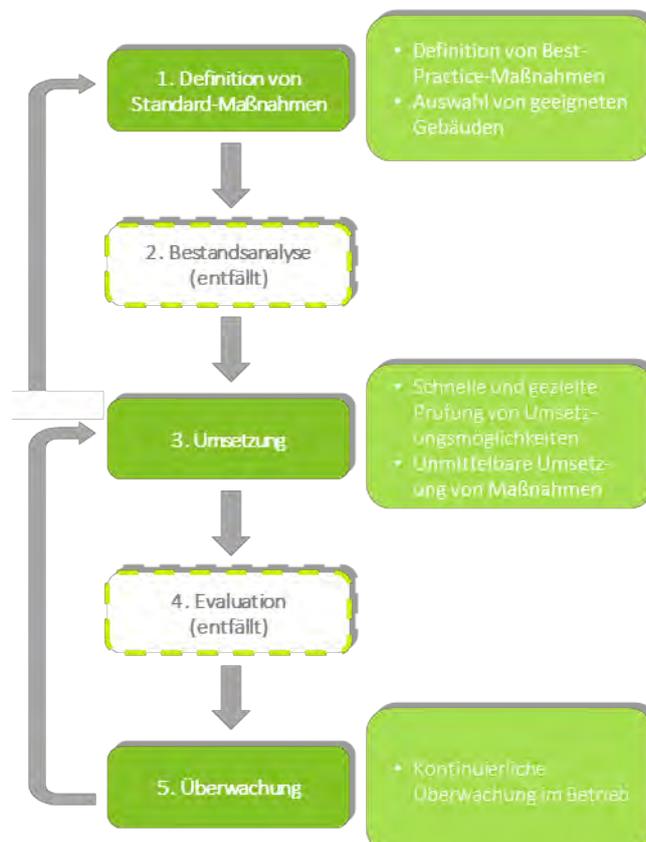


Abbildung 43 Verschlinkter Re-Co-Prozess bei Verwendung eines Maßnahmenkatalogs

Hieraus ergeben sich klare Vorteile für die Bearbeitung:

- Alle Beteiligten haben zu einem frühen Zeitpunkt im Projekt einen Überblick über die möglichen Maßnahmen.
- Mögliche Hemmnisse für die Umsetzung der Maßnahmen können frühzeitig identifiziert werden.
- Da die Maßnahmen nicht im Kontext konkreter Fehler der Instandhaltung definiert werden, können Konflikte mit dem Betriebspersonal vermieden werden.
- Der Auditierungsprozess in den Gebäuden kann durch die Fokussierung auf die definierten Maßnahmen deutlich kompakter ausfallen.
- Sowohl der Dienstleister als auch das Betriebspersonal können sich frühzeitig und umfassend mit technischen, organisatorischen und gegebenenfalls rechtlichen Aspekten der Maßnahmen vertraut machen.
- Sollten im Zuge der Auditierung weitere, über den Maßnahmenkatalog hinausgehende Optimierungspotenziale erkannt werden, kann deren Umsetzung individuell bewertet und ggf. ergänzt werden.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Durch diese Vorteile kann der gesamte Re-Co Prozess deutlich zielgerichteter, schneller und wirtschaftlicher umgesetzt werden. Die individuelle Ausgestaltung des Maßnahmenkatalogs hängt dabei sowohl von den Gegebenheiten in den zu bearbeitenden Gebäuden und den verfügbaren Daten (zum Beispiel aus der Gebäudeautomation), wie auch von den Interessen des Auftraggebers und der Kompetenz des Dienstleisters ab.

Im Rahmen des Pilotprojekts an der Technischen Universität Braunschweig stand dieser Ansatz nicht von vorneherein fest, sondern wurde projektbegleitend entwickelt. Ein entsprechender Maßnahmenkatalog für die TU Braunschweig wurde zum Ende des Projektes mit dem Gebäudemanagement definiert und wird im Rahmen der neu eingeführten Energiekostenbudgetierung eingesetzt. Im Frühjahr 2014 wurden folgende Standardmaßnahmen im Beirat der Energiekostenbudgetierung vorgestellt und zur Umsetzung als internes Re-Commissioning empfohlen:

- Beleuchtungsanlagen
 - Austausch von Leuchtmittel
 - Nachrüstung von Regelungstechnik
- Lüftungsanlagen
 - Optimierung von Luftmengen
 - Reduzierung von Betriebszeiten
 - Reinigung von Ansaugöffnungen
 - Abdichtung von Leckagen
 - Entfernung unnötiger Druckwiderstände
 - Optimierung und Nachrüstung von Regelungstechnik.

Aus Sicht des Dienstleisters empfehlen wir, sich bei Re-Co Prozessen zunächst auf diese oder eine ähnlich kompakte Liste von Maßnahmen zu beschränken. Zwar bieten viele Gebäude sicherlich noch mehr Optimierungspotenzial, jedoch ist das Ziel und die Voraussetzung für ein erfolgreiches Re-Co Projekt nicht in erster Linie eine Maximierung der Einsparungen im einzelnen Gebäude, sondern eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Dienstleistung. Auch wenn dies einer gewissen „Rosinenpickerei“ Vorschub leistet, ist die Attraktivität von Re-Co für Dienstleister zwingende Voraussetzung für eine erfolgreiche Multiplikation des Re-Commissioning Ansatzes.

8.1.2 Energiekosten-Budgetierung

Wie bereits oben erwähnt, wurde mit Beginn des Jahres 2014 an der TU Braunschweig eine Energiekostenbudgetierung eingeführt. Während bis dahin alle Energiekosten zentral von der Universität getragen wurden, werden nun die Energieverbräuche über ein Energiemesssystem je Gebäude erfasst, und anschließend über einen Flächenschlüssel auf die einzelnen Institute der TU Braunschweig umgelegt. Entsprechend können die Institute nun durch Energieeinsparungen ihr eigenes Budget entlasten, werden aber auch im Gegenzug bei erhöhtem Energieverbrauch belastet. Auf diese Weise sollen die einzelnen Institute und die Nutzer zu energiebewussten Handeln motiviert werden.

Abbildung 44 zeigt die unterschiedlichen Motivationsprinzipien einer zentralen Abrechnung und einer dezentralen Energiekostenbudgetierung.

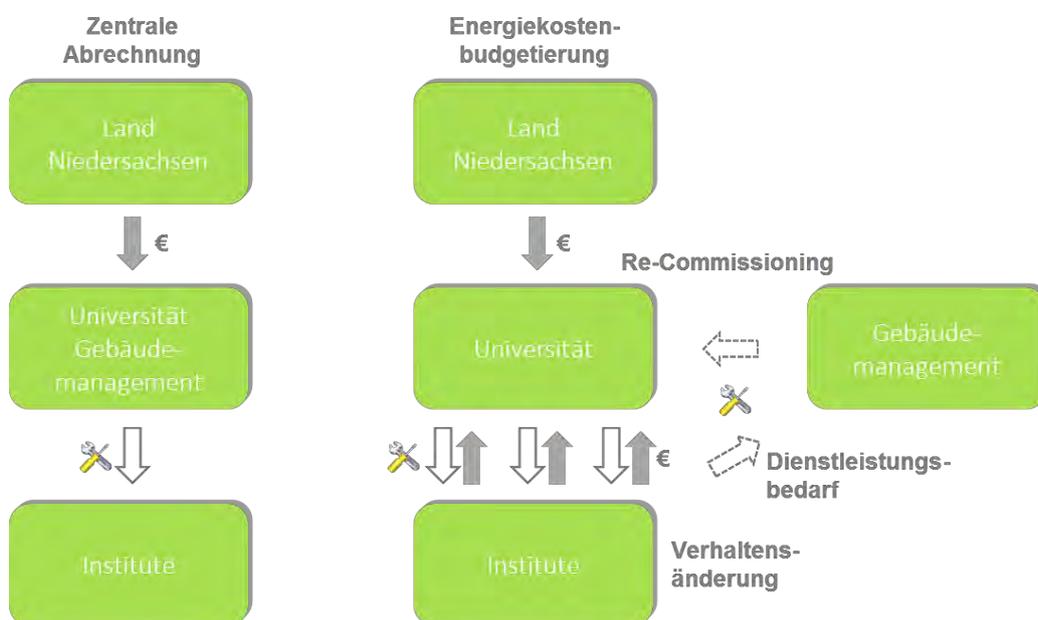


Abbildung 44 Vergleich der Motivationsprinzipien einer zentralen und dezentralen Budgetierung

Bei der bisherigen zentralen Abrechnung erhielt die TU Braunschweig einen Landeszuschuss für ihre Energiekosten. Dieser deckte nur einen Teil der gesamten Energiekosten. Entsprechend hoch war der Druck auf das Gebäudemanagement, eine Reduzierung der Energiekosten in der Instandhaltung zu erreichen. Da die einzelnen Institute nicht unmittelbar an den Energiekosten beteiligt waren, lag hier bei der Umsetzung von technischen Maßnahmen ein latenter Interessenskonflikt zwischen Gebäudemanagement und Forschungseinrichtungen vor. Für die Nutzer in den Instituten lag kein unmittelbarer Anreiz vor, sich energiesparend zu verhalten.

Durch die Einführung der Energiekostenbudgetierung wurde dieses Prinzip umgedreht. Die Institute sind nun unmittelbar daran interessiert die Energiekosten ihrer Einrichtung zu senken. Entsprechend werden die Bemühungen des Gebäudemanagements um Energieeinsparung nicht als potenzielle Einschränkung der Forschungstätigkeit wahrgenommen, sondern diese werden im Gegenteil als interne Dienstleistung durch die Institute nachgefragt. Diese gesteigerte Nachfrage kann wiederum durch interne Unterstützung der Energieberater sowie die Beauftragung privater Re-Commissioning Dienstleister befriedigt werden. Auf diese Weise kann eine Dezentralisierung der Verantwortung für Energiekosten durch eine Budgetierung als Multiplikator und „Ermöglicher“ für Re-Co Services wirken.

9 FAZIT UND AUSBLICK

Sowohl das Europäische Projekt als auch das Projekt an der TU Braunschweig waren sehr erfolgreich. Das Einsparziel von 10% des Endenergieverbrauchs wurde in Summe erreicht und in Braunschweig deutlich übertroffen. Die Amortisationszeiten und Renditen sollten für Gebäudeeigentümer ausreichend attraktiv sein.

Auch aus Sicht des Dienstleisters können die Autoren sagen, dass das Projekt erfolgreich war, obwohl die Förderung eine rein betriebswirtschaftliche Bewertung sicherlich nicht vollständig objektiv ermöglicht. Wir sind dennoch der Meinung, dass Re-Commissioning Leistungen ein attraktives Geschäftsfeld sein können. Allerdings sehen wir dazu einige Voraussetzungen als besonders wichtig an:

- **Teamwork:** Der Re-Co Dienstleister muss – und zwar auf allen Ebenen – Partner des Gebäudemanagement sein. Eine konfrontative im Sinne einer Überprüfung oder Konkurrenz blockiert die notwendige Zusammenarbeit und macht einen Projekterfolg fast unmöglich.
- **Gebäudeauswahl:** Re-Co-Projekte können dort erfolgreich sein, wo Optimierungspotenzial vorhanden ist. Es muss eine frühzeitige und sichere Identifikation von Gebäuden mit großem und einfach zu nutzendem Potenzial gelingen.
- **Fokussierung:** Gebäude sind komplexe Systeme und verleiten leicht zur Verzettelung in vielen Teilbereichen. Dies ist für die Wirtschaftlichkeit einer zeitsensiblen Dienstleistung wie Re-Co hoch gefährlich. Wichtig ist hier, Re-Co Maßnahmen abzugrenzen von üblichen Planungs- und Bauleistungen, die über nicht-investive Maßnahmen hinausgehen. Auch wenn ein hydraulischer Abgleich oder die Nachrüstung eines Automationssystems energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen sind – sie sind komplex, erfordern lange Umsetzungszeiten, die Einbindung von Fachplanern, oft eine Ausschreibung und entsprechend eine nicht unerhebliche Investition. Damit sind sie keine Maßnahmen, die im Rahmen von Re-Co umgesetzt werden können, sondern sollten ggf. in die regulären Instandhaltungsarbeiten übernommen werden.

Wenn diese Maßgaben berücksichtigt werden, können aus unserer Sicht Re-Co Projekte erfolgreich umgesetzt werden, ein attraktives Geschäftsfeld für Ingenieurbüros bilden und so einen hochwirtschaftlichen Beitrag zur Energiewende im Gebäudebestand leisten.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10 ANHANG

10.1 Re-Co Projekt-Website

Das Re-Co-Projekt wurde öffentlich auf der Projektwebsite www.re-co.eu geführt. Dort sind alle wesentlichen Inhalte in englischer Sprache und alle Länderspezifischen Inhalte in der jeweiligen Landes-Sprache aufgeführt. Die deutsche Webseite ist unter folgendem Link erreichbar: <http://www.re-co.eu/deutsch>.

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

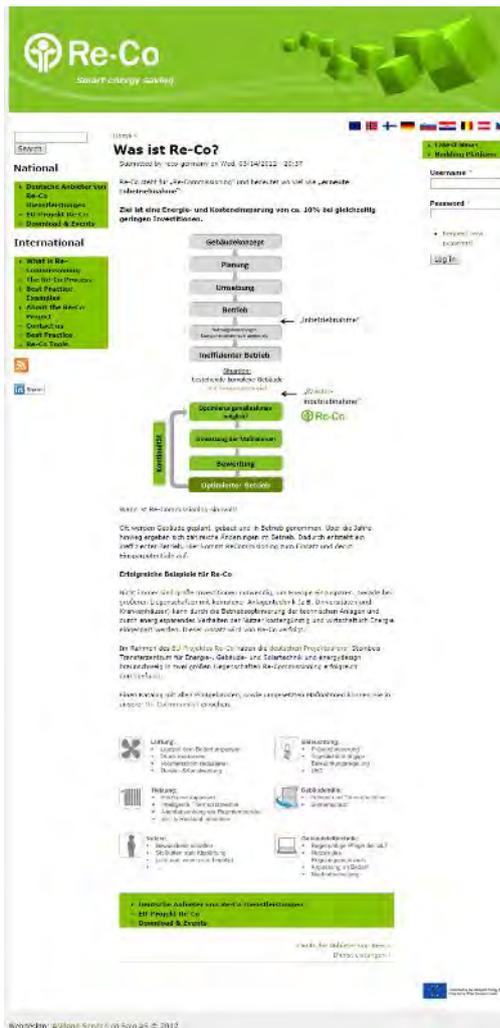


Abbildung 45 Offizielle deutsche Re-Co Webseite (Auszug)



International

- Home
- Re-Co Expert Platform
- Project
- Pilot Projects
 - Pilot projects data comparison
 - Austria - e7, Vienna
 - Austria - project partner Grazer Energieagentur
 - Finland - project partner VTT
 - Belgium - Factor4
 - Slovenia - Project partner Jožef Stefan Institute
 - Czech Republic - SEVEN
 - Croatia - Alina
 - Norway - NEE
 - Germany - energydesign Braunschweig
 - Germany - Steinbeis-Transferzentrum EGS
- Contact us
- Smart Energy Saving
- Links
- Press
- Log in



Germany - Energydesign Braunschweig

[View](#) [Edit](#) [Outline](#)

- My account
- Log out
- Add content

Introduction of the Re-Co Pilot Projects in Braunschweig, Germany



Project partner: energydesign Braunschweig, Braunschweig
Pilot project: Technical University Braunschweig - Library
 Net floor area: 14.408 m²
 Heat Consumption 2012: 507 MWh/a
 Electricity consumption 2012: 1.668 MWh/a

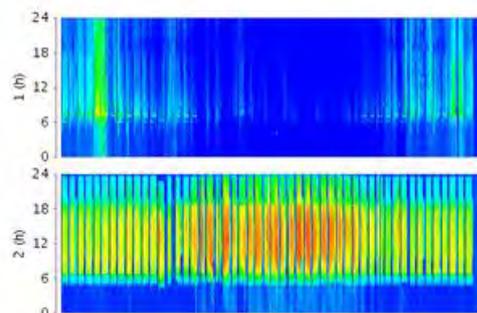
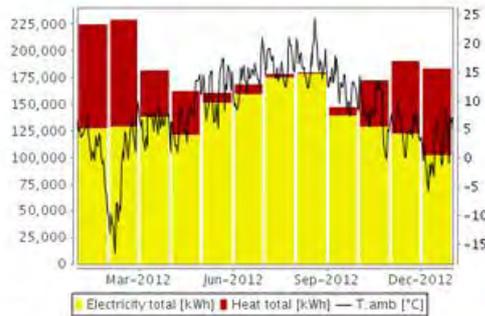


Abbildung 46 Gebäudesteckbrief auf der offiziellen Projekthomepage (Auszug)

10.2 Re-Co Guidebook und -Broschüre

Das 71 Seiten umfassende Re-Co Guidebook wurde ausschließlich in englischer Sprache erstellt. Das Guidebook ist für Re-Co Bearbeiter als Leitfaden konzipiert. Die Re-Co Broschüre hingegen wurde in allen Projektpartner-Sprachen erstellt und soll für potenziellen Kunden einen Einblick in die Re-Co-Methodik geben und stellt außerdem die einzelnen Partner und deren Ergebnisse vor.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 47 Re-Commissioning Guidebook; Re-Commissioning Broschüre;

Die Broschüre und das Guidebook können von der Projektwebsite www.re-co.eu heruntergeladen werden.

10.3 Re-Co(mmunity)

Der Webservice „Re-Co(mmunity)“ unter reco.synavision.de dient der einheitlichen Sammlung und Darstellung von Re-Co Projekten mit Informationen zu Gebäuden, Energieverbräuchen, Optimierungsmaßnahmen inklusive Kosten/Nutzen und Auswirkung auf Komfort etc. Dieser Service umfasst auch Ergebnisse aus anderen Forschungsprojekten, unter Anderem dem Deutschen Forschungsfeld EnBop – Energetische Betriebsoptimierung (www.enbop.info, Förderung BMWi), mit dem auch die technisch-wirtschaftliche Bewertungsmethodik abgestimmt wurde.

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



The screenshot shows the Re-Co web application interface. The top navigation bar includes 'Re-Co smart energy savings' and a search bar. The main content area is divided into several sections:

- Statistik:**
 - Anzahl Gebäude: 48
 - Anzahl Optimierungsmaßnahmen: 22
 - Anzahl Benutzer: 1
- Karte:** A map showing the location of the selected building in Braunschweig, Germany.
- Gebäude:** A list of buildings with their details:

Gebäude	Typ	Jahr
EDB_University Library	Sonstige öffentliche Gebäude	1971
Belartra: Municipal Centre		
BBS_ME	Schule	1952
Juridisch Kantoor Welten	Büro- / Verwaltungsgebäude	2009
Viborg Town Hall	Büro- / Verwaltungsgebäude	2011
Factori_Ministry of Finance, Brussels	Büro- / Verwaltungsgebäude	1959
National Theatre Prague	Sonstige öffentliche Gebäude	1883
DTU 1	Büro- / Verwaltungsgebäude	2002
- Gebäudeprofil (EDB_University Library):**
 - Bilder:** A gallery of images showing the building's interior and exterior.
 - Dokumente:** A section indicating that no documents are currently available.
 - Optimierungsmaßnahmen:**
 - LED Lighting Replacements ground floor
 - Daylight sensors for indoor lighting underneath shed roof
 - Adjustment of book conveyor belt
 - Showcase lightning ground floor
 - Cleaning RLT weather protection grille old building
 - Adjustment of room target temperature in transformer rooms
 - Rescaling of central inlet silencer
 - CO2-managed supply air control ventilation system old and new building

Abbildung 48: Gebäudedatenbank-Plattform „Re-Co(mmunity)“

10.4 Veranstaltungen und Veröffentlichungen

10.4.1 Veranstaltungen

10.4.1.1 6. und 7. Energieforum HIS, Clausthal

ZUM PROGRAMM	ZUR ORGANISATION
<p>14.45 Uhr „Kühe Köpfe für den Klimaschutz“ - ein Praxisbeispiel für die Umsetzung der Umweltauflagen der Eberhard Karls Universität Tübingen Dipl.-Ing. Hedwig Ogrzewalla, Uni Tübingen</p> <p>15.15 Uhr Kaffeepause</p> <p>15.45 Uhr Workshop/Erfahrungsaustausch in Gruppen</p> <p>17.15 Uhr Abschlussrunde/Zusammenfassung des Tages</p> <p>17.30 Uhr Ende des 2. Tages Rahmenprogramm</p> <p>Mittwoch, den 20. Juni 2012</p> <p>IV. Forschung und Visionen</p> <p>09.00 Uhr Einführung und Organisatorisches Dipl.-Geogr. Joachim Müller und Dipl.-Ing. Ralf-Dieter Person, HIS GmbH</p> <p>09.15 Uhr ENeFF Campus blueMAP TU Braunschweig – Integraler energetischer Masterplan 2020 – Re-Co – Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden Dipl.-Ing. Tanja Beler, B.Eng. Adrian Görrens, TU Braunschweig, Institut für Gebäude- und Solartechnik</p> <p>10.15 Uhr Kaffeepause</p> <p>10.45 Uhr Der Weg zur CO₂-Neutralität Dipl.-Umweltwiss. Irnhild Brüggem Leuphana Universität Lüneburg</p> <p>11.15 Uhr Energetische Optimierung von Hochschulgebäuden – Forschungsprojekt HoEff Prof. Dr.-Ing. Werner Jensch Hochschule München Ebert-Ingenieure München</p> <p>12.00 Uhr Vernetzung der Akteure Dipl.-Geogr. Joachim Müller und Dipl.-Ing. Ralf-Dieter Person, HIS GmbH</p> <p>12.30 Uhr Abschlussdiskussion/Seminarbeurteilung</p> <p>12.45 Uhr Ende des Seminars</p>	<p>Verantwortlich für die Durchführung Technische Universität Clausthal Stabsstelle Weiterbildung und Alumnimanagement, Aulastraße 8, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Telefon: 05323/72-2623, Telefax: 05323/72-2624, E-Mail: office@wa.tu-clausthal.de Bitte richten Sie Rückfragen nur an die obige Anschrift. Internet: www.wa.tu-clausthal.de</p> <p>Leistungsumfang Bustransfer Bahnhof Goslar / Clausthal-Zellerfeld, Seminarunterlagen, Pausenverpflegung, Rahmenprogramm.</p> <p>Teilnehmergebühr 220,00 € auf Selbstkostenbasis</p> <p>Verpflegung Die Kosten für Kaffeepausen und gemeinsame Mittagessen sind in der Teilnehmergebühr enthalten. Die Beteiligung am Rahmenprogramm ist freigestellt und kann nach Anmeldung individuell festgelegt werden.</p> <p>Unterbringung Die Teilnehmer sind in Hotels und Pensionen in Clausthal-Zellerfeld zu Sonderkonditionen untergebracht; Übernachtung 35,00 - 63,00 EUR pro Tag.</p> <p>Anmeldung Bitte bestätigen Sie Ihre Anmeldung auf dem beiliegenden Anmeldebogen.</p> <p>Anmeldung erwünscht bis: 29. Mai 2012 Eine kostenfreie Stornierung ist bis zu fünf Werktagen vor Seminarbeginn möglich. Danach wird die volle Gebühr erhoben.</p> <p>Veranstaltungsort Aula der Technischen Universität Clausthal Aulastraße 8 38678 Clausthal-Zellerfeld Tagungstelefon: 05323/72-2636</p>
	<p>HIS Hochschul Informations System GmbH</p> <p>6. Forum Energie</p> <p>Energieeffizienz in Hochschulen</p> <p>18. bis 20. Juni 2012</p> <p>Arbeitsstagung der HIS Hochschul-Informations-System GmbH und der Technischen Universität Clausthal</p> <p></p>

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Abbildung 49 Programm zum 6. Forum Energie „Effizienz in Hochschulen“, Juni 2012, Clausthal

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



ZUM PROGRAMM

14.30 Uhr Erfahrungsaustausch – Workshops in Kleingruppen:
• Die Low-Cost-Datenerfassung/Datenmanagement allgemein
Moderation: Joerg Seitter, Johannes Struck
• „Wir sparen hier gar nichts ein!“ – Wie gehe ich mit Widerstand von Nutzern um?
Moderation: Florian Klonek, Tanja Beier
• Energetische Betriebsoptimierung: Einfache, schnelle und robuste Maßnahmen
Moderation: Ulrich Mehstäubl, Dr. Stefan Plessner
• Budgetierung der Energiekosten
Moderation: Joachim Müller, Jörg Jaspers

17.15 Uhr Zusammenfassungen der Workshops und Diskussion

17.45 Uhr Ende des 2. Tages

18.00 Uhr Rahmenprogramm

Mittwoch, den 25. Juni 2014

III. Energie und Kosten: Wie können die Hochschulen reagieren?

09.00 Uhr Energiekostenbudgetierung? – Aber richtig!
Beispiel: TU Braunschweig
Jörg Jaspers, TU Braunschweig
Leiter GB 3 – Gebäudemanagement
Dietmar Smyrek, TU Braunschweig
Hauptberuflicher Vizepräsident

09.45 Uhr Der Energiemanager
Beispiel: Technische Universität Darmstadt
Ulrich Mehstäubl, TU Darmstadt

10.30 Uhr Gespräche & Kaffee

11.00 Uhr Der Blick über den Tellerrand ...
Tolle Architektur und eigenes Budget – was machen die Niedertander anders?
Jan Fokko Lukkien, Hanzehogeschool Groningen

11.45 Uhr Abschlussdiskussion/Seminarbeurteilung

12.15 Uhr Ende des Seminars
Mittagsimbiss

ZUR ORGANISATION

Verantwortlich für die Durchführung
Technische Universität Clausthal
Stabsstelle Weiterbildung und Alumnimanagement,
Aulastraße 8, 38678 Clausthal-Zellerfeld,
Telefon: 05323/72-2623, Telefax: 05323/72-2624,
E-Mail: office@wa.tu-clausthal.de
Bitte richten Sie Rückfragen nur an die obige Anschrift.
Internet: www.wa.tu-clausthal.de

Leistungsumfang
Bustransfer Bahnhof Goslar / Clausthal-Zellerfeld,
Seminarunterlagen, Pausenverpflegung, Rahmenprogramm.

Teilnahmegebühr
270,00 € inkl. MWSt.

Verpflegung
Die Kosten für Kaffeepausen und gemeinsame Mittagessen sind in der Teilnehmergebühr enthalten.
Die Beteiligung am Rahmenprogramm ist freigestellt und kann nach Anmeldung individuell festgelegt werden.

Unterbringung
Die Teilnehmer sind in Hotels und Pensionen in Clausthal-Zellerfeld zu Sonderkonditionen untergebracht: Übernachtung 36,00 - 75,00 EUR pro Tag.

Anmeldung
Bitte bestätigen Sie Ihre Anmeldung auf dem beiliegenden Anmeldebogen.
Anmeldung erwünscht bis: 30. Mai 2014
Eine kostenfreie Stornierung ist bis zu fünf Werktagen vor Seminarbeginn möglich. Danach wird die volle Gebühr erhoben.

Veranstaltungsort
Aula der Technischen Universität Clausthal
Aulastraße 8
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tagungstelefon: 05323/72-2636

7. Forum Energie Energieeffizienter Campus

23. bis 25. Juni 2014

Arbeitstagung der HIS-Hochschuleentwicklung in Kooperation mit der Technischen Universität Clausthal sowie dem Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig

ZUM THEMA

Das HIS-HE-Forum Energie wird in diesem Jahr als EnBop-Forum (Energetische Betriebsoptimierung) im Rahmen der Forschungsinitiative „Energieoptimiertes Bauen“ (EnOB) durchgeführt. Daraus ergibt sich auch einer der Schwerpunkte: Energieprojekte aus der Forschung mit praktisch nutzbaren Ergebnissen vorzustellen.

Traditionell wird das Forum zunächst einen Rahmen rund um das Thema Energie spannen und aktuelle Fragestellungen aufgreifen. Nach diesem Einstieg berichten Forscher über ihre Aktivitäten und praxisrelevante Ergebnisse sowie Fachleute aus Hochschulen über eingeführte Verfahren zur Optimierung der Betriebsführung. Inhaltlich werden dabei technische, organisatorische, verhaltensbezogene und ökonomische Aspekte angesprochen. Konkret geht es auch um den Umgang mit Veränderungsprozessen durch den Aufbau eines Energiemanagements, die Einführung von Energiekostenverrechnungsstrukturen in Hochschulen, die Veränderung des Nutzerverhaltens, den Aufbau einer Zählerinfrastruktur und das Qualitätsmanagement im Bereich von Anlagentechnik und Gebäudeautomation.

Der Blick über den Tellerrand führt uns zu den Niederlanden. An den Hochschulen in Groningen sind moderne Architektur und steigende Anforderungen an die Energieeffizienz in Einklang zu bringen. Wie gut funktioniert das im Alltag? Und hilft es den Hochschulen dort, dass sie ihr Budget eigenverantwortlich verwenden dürfen?

Thematisch besonders interessant stellt sich diesmal der Erfahrungsaustausch in kleinen Gruppen dar. Hier gibt es die Möglichkeit, einzelne Themen zu vertiefen, eigene Fragestellungen einzubringen und diese gemeinsam mit den Referenten zu diskutieren.

Zielgruppe:
MitarbeiterInnen aus Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie aus den zuständigen Verwaltungen und Ministerien, die sich insbesondere als Entscheidungsträger mit Fragen des Energiemanagements, der Energieeffizienz und des Energiecontrollings befassen.
Insbesondere sind auch Forscher der Förderlinien EnOB und EnEff:Stadt eingeladen.

ZUM PROGRAMM

Montag, den 23. Juni 2014

I. Rahmenbedingungen: Was bestimmt aktuell die Diskussion?

14.00 Uhr Begrüßung
Seminarthematik, Seminarorganisation
Ralf-D. Person, HIS-HE
Dr. Stefan Plessner, TU Braunschweig, IGS
Maria Schütte, TU Clausthal

14.15 Uhr Energieoptimiertes Bauen – Hochschulen als Forschungs- und Entwicklungs- und Technologie- und Prozesslabor
Dr. Stefan Plessner, TU Braunschweig, IGS

15.00 Uhr Gesetze und Rahmenbedingungen EnEV 2014, EEG, ...
Sven Kirchhoff, SOLAR-COMPUTER GmbH

15.45 Uhr Gespräche & Kaffee

16.15 Uhr Forschung für die Praxis
Energieeffizienter Campus (Projekt EnEff Campus) und Reduktion der Energiekosten durch Optimierung der bestehenden Gebäudetechnik (Projekt Re-Co)
Tanja Beier, TU Braunschweig, IGS
Adrian Görtgens, energydesign braunschweig GmbH

17.00 Uhr Ende des 1. Tages

19.00 Uhr Rahmenprogramm

Dienstag, den 24. Juni 2014

II. Technik: Was funktioniert und ist erprobt? Was wird entwickelt und ist nutzbar?

09.00 Uhr Der (steingie) Weg zur automatisierten Energieerfassung
Beispiel: Hochschule Esslingen
Joerg Seitter, Steinbeis-Transferzentrum Building Technology, Denkendorf

ZUM PROGRAMM

09.45 Uhr Technische Infrastruktur für das Energiemanagement – Günstig und gut?
Beispiel: Technische Hochschule Mittelhessen
Johannes Struck, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen

10.30 Uhr Gespräche & Kaffee

11.00 Uhr EnBop-Slram I: Forschungsprojekte zeigen Perspektiven für die Optimierung des Gebäudedebostands
REGENA - Ressourceneffizienz im Gebäudetrieb durch Nutzerintegration und Automation
Sebastian Arms et. al., IZES – Institut für ZukunftsEnergieSysteme gGmbH
KaP – Kälteanlagen in der Praxis
Uwe Hemminger, Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik
Qualitätsmanagement für die Gebäudeautomation – Das EnBop-Projekt energie navigation
Dr. Stefan Plessner, synavision GmbH
Der FeQuon Sensor: Qualitätsmanagement für Korrosionsprozesse in hydraulischen Systemen
Dr. Oliver Opel
Leuphana Universität Lüneburg

12.30 Uhr Mittagspause

13.45 Uhr EnBop-Slram II: Forschungsprojekte zeigen Perspektiven für die Optimierung des Gebäudedebostands
Forschungsprojekt EULE: Ein interdisziplinärer Ansatz zur energetischen Betriebsoptimierung an Hochschulen
Philipp Bauer, Universität des Saarlandes
Energiemanagement als Change-Prozess gestalten – Das EU-Projekt Re-Co
Florian Klonek, Psychologica-4A-Side GmbH
TU Braunschweig

Abbildung 50 Programm zum 7. Forum Energie „Energieeffizienter Campus“, Juni 2014, Clausthal

10.4.1.2 Nutzerworkshop Universitätsbibliothek



Task 6.3
2nd in-depth workshop with personnel of the national building counterpart

Re-Co partner	Technische Universität Braunschweig
Country	Germany

1st in-depth workshop

Date	14.05.2013 & 15.05.2013
Location	Pilot building – Universitätsbibliothek (Library)
No. of participants	57
App. duration	2 x 3 Hours

Minutes and photos




1/3







3/3

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10.4.1.3 Besichtigung Universitätsbibliothek



Agenda

Welcome in the 9th floor on 16.04.2014 at 11:00 hrs

- Presentation: Short introduction of the Re-Co project
 - o Tasks & goals
 - o Approach
 - o Results
 - o Outlook
- Short break and snack
- Site visit Universitätsbibliothek TU-BS
- Presentation and discussion of ECR's on site
- End of visit at 14:30 hrs

Participants

1. Mr. Prof. Schmitt
2. Mrs. Dr. Nagel
3. Mr. Dr. Piesse
4. Mr. Windisch
5. Mr. Person
6. Mr. Elstner
7. Mr. Gungel
8. Mr. Ziemer
9. Mr. Hattmann
10. Mr. Schütz
11. Mr. Behnen
12. Mr. Xu
13. Mr. Alvinis-Höln
14. Mr. Glötger



Photos




3/18

10.4.2 Veröffentlichungen

10.4.2.1 Kurzvideo: „Re-Co: Der Energiecheck führt schnell zu niedrigeren Energiekosten“

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb



Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10.4.2.2 Newsletter 1-5

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Re-Co SERVICES NEWSLETTER

Ausgabe 1
August 2012

ERFOLGREICHER START DES Re-Co-Projekts

JAN W. BLEYL, PROJEKT-KOORDINATOR, ÖSTERREICH

Liebe Re-Co-Community, werte Leser!

Willkommen zu der ersten Ausgabe des Re-Co-Newsletters. Immer wenn Sie dieses Logo sehen, werden Sie vermutlich auf jemanden aus dem Re-Co-Projekt stoßen.

Re-Co

Das Grundziel von Re-Co (*engl. Re-Commissioning = Wiederinbetriebnahme; Wiederherstellung der ursprünglich intendierten Betriebsleistung*) ist die Reduktion der Energiekosten durch Optimierung der bestehenden Gebäudetechnik-Systeme und des Nutzerverhaltens. Das konkrete Einsparziel ist die Senkung des Primärenergiebedarfs um 10%. Dieses Ziel soll ohne respektive durch möglichst geringe Ausgaben erreicht werden. Der Fokus liegt auf Nichtwohngebäuden – konkret geht es um Universitäten, Bürogebäude und Gebäude aus dem Gesundheitsbereich. Der Schulterschluss mit dem Gebäude-Management und den Technikern vor Ort ist für uns als externe Consultants dabei sehr wichtig. Anders ausgedrückt: Der Erfolg der Re-Co-Projekte steht und fällt mit dem gegenseitigen Vertrauen, dem Voneinander-Lernen und der gegenseitigen Unterstützung.

Fünf Schlüsselkomponenten sind wichtig für die Erreichung unserer Ziele:

1. Energieinformationssysteme,
2. Datenanalyse und ausgewählte Messungen,
3. Optimierung bestehender Gebäudetechnik-Systeme,
4. Information und Motivation der Bewohner und
5. Performance-Measurement und qualitätssichernde Instrumente.

Besuchen Sie uns unter:
<http://www.re-co.eu/>

Das Re-Co-Projekt
Reduktion der Energiekosten durch Optimierung der bestehenden Gebäudetechnik-Systeme und des Nutzerverhaltens in bestehenden Nichtwohngebäuden, speziell im Gesundheitsbereich, in Universitäten und Bürogebäuden

Projektlaufzeit:
01. September 2011
bis 31. Mai 2014

Supported by
INTELLIGENT ENERGY
EUROPE

Re-Co Projekt-Partner beim Kick-off-Meeting in Graz

Re-Co

Smart energy savings

Abbildung 51 Newsletter 1 (Auszug)



Re-Co SERVICES NEWSLETTER

Ausgabe 2
Februar 2013

IN DIESER AUSGABE:

- Erste Ergebnisse der Re-Co Pilotprojekte* **1**
- Dem Re-Commissioning Ansatz fehlt es an Bekanntheit* **2**
- Energieeffizienz in der Universitätsbibliothek* **4**
- Nutzermotivation ist entscheidend!* **5**
- Das Triple C Konzept* **5**
- Re-Co Projektpartner* **6**

Besuchen Sie uns auf:
<http://www.re-co.eu/>

Das Re-Co Projekt
Reduktion der Energiekosten durch Optimierung der bestehenden Gebäude-Systeme und des Nutzerverhaltens in bestehenden Nichtwohngebäuden, besonders bei Gebäuden aus dem Gesundheitsbereich, Universitäten und öffentlichen Gebäuden

Projektdauer:
01. September 2011
bis 31. Mai 2014

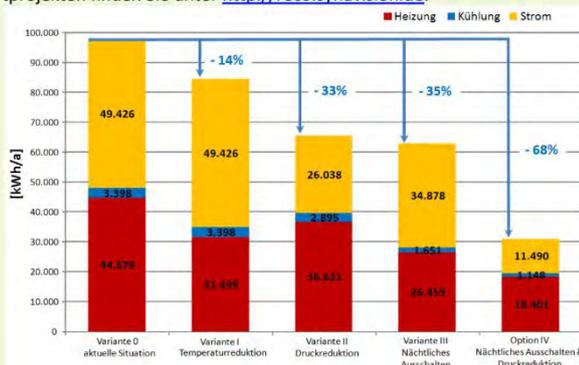


ERSTE ERGEBNISSE DER RE-CO PILOTPROJEKTE

REINHARD UNGERBÖCK, GEA, ÖSTERREICH
BARBARA PETELIN VISOČNIK, JSI, SLOWENIEN

Liebe Leser,

Das Hauptziel von Re-Co ist die Reduktion der Energiekosten durch Optimierung bestehender Gebäude-Systeme und des Nutzerverhaltens. Europaweit gibt es im Rahmen von Re-Co 15 Pilotprojekte in Krankenhäusern, Universitäten und öffentlichen Gebäuden, die mit dem Ziel initiiert wurden, 10% Einsparungen des Endenergiebedarfs zu erzielen. Dies soll nur durch nicht- bzw. gering investive Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden. In dieser Ausgabe präsentieren wir die ersten Ergebnisse von zwei Pilotprojekten: der Universitätsbibliothek in Braunschweig (Deutschland) und dem geriatrischen Gesundheitszentrum in Graz (Österreich). In Braunschweig lag der Fokus des Projektpartners edb in erster Linie auf der Implementierung von technischen Maßnahmen, die keine bzw. nur eine geringe Investition darstellen. Die GEA in Graz hat sich im Gegensatz dazu darauf fokussiert, Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zu energieeffizienterem Verhalten und einem bewussterem Umgang mit Energie zu motivieren. Weitere Informationen zu den beiden Pilotprojekten finden Sie unter <http://reco.synavision.de>.



Über die identifizierten Einsparungspotenziale in einer Lüftungsanlage in der BG Klinik Ludwigshafen berichten wir in der nächsten Ausgabe des Re-Co Newsletters

In dieser Ausgabe präsentieren wir Ihnen auch die Ergebnisse einer Marktumfrage zum Re-Commissioning Ansatz. Die Umfrage hat gezeigt, dass dieser Ansatz erstens noch relativ unbekannt ist und zweitens, dass Erwartungen und Hindernisse bei Projektumsetzungen von Energieeffizienzprojekten und Re-Commissioning Projekten relativ ähnlich sind. Zusätzlich erfahren Sie in dieser Ausgabe Spannendes zum Triple C Konzept - „Creating Commitment to Change“.



Abbildung 52 Newsletter 2 (Auszug)



Re-Co SERVICES NEWSLETTER

Ausgabe 3
August 2013

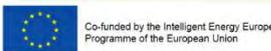
IN DIESER AUSGABE:

- Re-Co live in Ludwigshafen* 1
- Zuhören und Wiederholen – Aber mit System!* 2
- Betriebsoptimierung der Lüftungsanlage in der BG Klinik Ludwigshafen* 4
- Energiemonitoring und der Input eines externen Experten sind die Schlüssel an der UMB in Norwegen* 5
- Politische Einflussfaktoren und rechtliche Rahmenbedingungen, die Re-Commissioning Projekte vorantreiben können* 7
- Anstehende Veranstaltungen* 7
- Re-Co Projektpartner* 8

Besuchen Sie uns auf:
<http://www.re-co.eu/>

Das Re-Co Project
Senkung der Energiekosten durch Optimierung der bestehenden Gebäudetechnik und des Nutzerverhaltenes in bestehenden Nichtwohngebäuden, besonders im Gesundheitssektor, Universitäten und öffentlichen Gebäuden.

Projektdauer:
01. September 2011
bis 31. Mai 2014



Re-Co LIVE IN LUDWIGSHAFEN

REINHARD UNGERBÖCK, GEA, ÖSTERREICH
BARBARA PETELIN VIŠOČNIK, JSI, SLOVENIEN

Liebe Leser,

Als sich Anfang März 2013 das Re-Co Projektteam und einige Gebäudepartner in Ludwigshafen trafen, wurden in den 15 Re-Co Pilotgebäuden bereits Energieeffizienzmaßnahmen mit einem Energieeinsparpotenzial von 9,6 GWh identifiziert. Mit einem Endenergieverbrauch der Gebäude von 138,7 GWh im Jahr 2010 und dem Projektziel 10% dieser Energie einzusparen, sind bereits 70% davon erfüllt. In dieser Ausgabe stellen wir eines der erfolgreichen Pilotprojekte vor, die BG Klinik Ludwigshafen, bei der sich der Projektpartner STZ zuerst auf die Lüftungsanlagen fokussiert hat, das nahezu die Hälfte der Gesamtenergie verbraucht. Infolge der Optimierung der Lüftungsanlagen konnten etwa 8% Wärme und Strom seit Beginn des Re-Co Projekts eingespart werden. Neben dem Projekt in Ludwigshafen präsentieren wir ein Re-Co Pilotprojekt der *University of Life Sciences (UMB)* im norwegischen Ås, bei dem sich der Projektpartner NEE erfolgreich auf die Verbesserung des Energiemonitoringsystems konzentriert.



Re-Co Projekt und Gebäudepartner am Krankenhaus in Ludwigshafen im März 2013

In dem Hauptartikel in dieser Ausgabe geht es jedoch um ein weniger technisches Thema – die Wichtigkeit der angemessenen Kommunikation zur Einleitung und Durchführung von Re-Commissioning Projekten und Energieeffizienzprojekten generell. Außerdem möchten wir Ihre Aufmerksamkeit auf eine Studie zu politischen Antriebskräften und rechtlichen Rahmenrichtlinien lenken, die helfen könnten Re-Commissioning Projekte voranzutreiben. Die vollständige Studie ist auf der Re-Co Website <http://www.re-co.eu/> verfügbar. Und vergessen Sie nicht einen Blick auf die vergangenen und noch kommenden Events auf Seite 7 zu werfen, bei denen Sie mehr über das Projekt und Re-Commissioning erfahren können.



Abbildung 53 Newsletter 3 (Auszug)



Re-Co Services NEWSLETTER

Ausgabe 4
Februar 2014

IN DIESER AUSGABE:

Trete der Re-Co Gruppe auf LinkedIn bei!	1
Erster Entwurf des Re-Co-Handbuchs online	2
Pilotprojekt in Finnland	4
Bei Nicht-Gebrauch ausschalten!	6
Ein Erfolg – Re-Co beim Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz	8
Re-Co Workshop in Pörtschach am Würthersee	9
Kommende Events	9
Re-Co Projektpartner	10

Besuchen Sie uns auf:
<http://www.re-co.eu/>

Werden Sie Mitglied:
[European Re-Co Network](#)

Das Re-Co-Projekt
Senkung der Energiekosten durch eine Optimierung technischer Systeme und Nutzerverhalten in Zweckgebäuden, insbesondere im Gesundheitssektor, Universitäten und Bürogebäuden

Projektdauer:
01. September 2011
to 31. May 2014



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

RE-CO GRUPPE AUF LINKEDIN: TRETEN SIE BEI!

REINHARD UNGERBÖCK, GEA, ÖSTERREICH
BARBARA PETELIN VIŠOČNIK, JSI, SLOWENIEN

Liebe LeserInnen,

Möchten Sie sich interaktiv mit Re-Co-Experten austauschen? Auf LinkedIn bekommen Sie dazu die Möglichkeit! Treten Sie der Gruppe [European Re-Co Network](#) bei und besprechen Sie Ihre Anliegen mit unseren Experten. Das European Re-Co Network ist eine Plattform, auf der Sie Ihr Wissen und Ihre Erfahrungen teilen können, Antworten auf Fragen zu Re-Co-Themen erhalten oder einfach nur Re-Co-Projekten folgen können. Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann werden Sie Mitglied und besuchen Sie uns!

Weiterführende Informationen zu Re-Co erhalten Sie in dieser Ausgabe unseres Newsletters. Zusätzlich bietet unser **Re-Co-Handbuch** zukünftigen AnbieterInnen hilfreiche Antworten bei Fragen zur Umsetzung von Re-Co-Plänen und stellt auch für Kunden eine informative Quelle über Ihre Vorteile dar. Ein erster Entwurf dieses Handbuchs ist bereits auf der [Re-Co Homepage](#) abrufbar.



Seinäjoki Zentralkrankenhaus, Finnland

Schließlich werden in diesem Newsletter unterschiedliche Re-Co Projekte vorgestellt, wie z.B. das **Seinäjoki Zentralkrankenhaus** in Finnland, wo unser Projektpartner VTT mit sehr schlechter Raumluftqualität konfrontiert war. Im **Allgemeinen Krankenhaus Brežice** wurde eine Serie von motivationsfördernden Aktivitäten gestartet, um einen energieeffizienten Umgang mit Geräten zu fördern, da zwischen 2005 und 2012 eine erhebliche Reduktion des Heizwärmebedarfs erzielt wurde und ein stetig zunehmender Elektrizitätsverbrauch zu verzeichnen war. Im Krankenhaus der **Barmherzigen Schwestern in Linz** kam es zwischen den Projektpartnern von e7 und des dort ansässigen Teams von höchst motivierten TechnikerInnen zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit und folglich zu einer signifikanten Senkung des Energieverbrauchs. Nicht zuletzt ist die **BG-Klinik in Ludwigshafen** zu nennen, wo das [Lüftungssystem optimiert](#) wurde. Das im letzten Newsletter vorgestellte Projekt wurde von Build-up, der europäischen Plattform für energieeffiziente Gebäude, als **bestes Projekt für den Monat Dezember** ausgezeichnet.



Energieeffizienz in bestehenden Dienstleistungsgebäuden

Abbildung 54 Newsletter 4 (Auszug)



Re-Co SERVICES NEWSLETTER

Ausgabe 5
Mai 2014

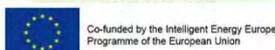
IN DIESER AUSGABE:

Re-Co – DER ERSTE SCHRITT zur Energieeffizienz	1
Die Re-Co Pilotprojekte auf einen Blick	2
Re-Commissioning Broschüre	4
Tomáš Bata Universität in Zlín, Tschechische Republik – Energieeinsparungen im zentralen Universitätsgebäude	5
Große Einsparungen durch Heizoptimierung in Zagreb	6
Re-Commissioning spart bis zu 16% Energiekosten	7
Erleben Sie die Videos der Re-Co Pilotprojekte	8
Re-Co Projektpartner	9

Besuchen Sie uns auf:
<http://www.re-co.eu/>
Werden Sie Mitglied:
European Re-Co Network

Das Re-Co-Projekt
Senkung der Energiekosten durch eine Optimierung technischer Systeme und Nutzerverhalten in Dienstleistungsgebäuden, insbesondere im Gesundheitssektor, Universitäten und Bürogebäuden

Projektdauer:
01. September 2011
bis 31. Mai 2014



Re-Co – DER ERSTE SCHRITT ZUR ENERGIEEFFIZIENZ

REINHARD UNGERBÖCK, GEA, ÖSTERREICH
BARBARA PETELIN VISOČNIK, JSI, SLOWENIEN

Liebe LeserInnen,

Das Re-Co Projekt ist nun zu Ende. Die 14 Re-Co Pilotprojekte haben in der Praxis gezeigt, dass Endenergieeinsparungen im Rahmen von 10-15% realistisch sind, wenn Re-commissioning („erneute Inbetriebnahme“) angewendet wird. Diese Einsparungen führen zu Amortisationszeiten von 1 Jahr und weniger. Der durchschnittliche interne Zins (engl. initial rate of return (IRR)) der Pilotprojekte beträgt 73%, was beweist dass eine Investition in Re-Co-Maßnahmen auch aus finanzieller Sicht attraktiv ist. Auch in Situationen, in denen gerade kein Geld - oder auch kein Wille - für Investitionen in Neuanlagen vorhanden ist, kann zu Beginn mit kostenneutralen oder gering-investiven Re-Co-Maßnahmen die Tür zu Investitionen in Energieeffizienz geöffnet werden. Somit können Re-Co-Maßnahmen als **DER ERSTE SCHRITT** zur Energieeffizienz gesehen werden.



In den letzten drei Jahren wurden nicht nur die Pilotprojekte durchgeführt. Im Rahmen des Re-Co Projekts wurden folgende Ergebnisse veröffentlicht: das Re-Co Handbuch und die Re-Co Broschüre, eine Marktumfrage bezüglich Re-Co, eine Studie zum Thema „Politische Einflussfaktoren und rechtliche Rahmenbedingungen“, welche Re-Co-Projekte vorantreiben können, das „Triple C“-Konzept (Creating Commitment to Change) und Videos zu den Pilotprojekten. Besuchen Sie hierzu auch die [Re-Co Webseite](#) oder treten Sie unserer LinkedIn-Gruppe [European Re-Co Network](#) bei, um Ihre Erfahrungen mit uns zu teilen und zu diskutieren und auf diese Weise Ihr Wissen über Re-Co weiterzugeben.

Die Re-Co Botschaft ist klar. **Re-Co ist eine attraktive Möglichkeit Ihr Energieeinsparpotential umzusetzen!** Werden Sie selbst aktiv, oder besser noch: Arbeiten Sie in Kooperation mit einem externen Re-Co Experten, der Ihnen helfen kann Re-commissioning als kontinuierlichen Prozess in Ihrem Unternehmen zu verwirklichen, wodurch die Grundlage für eine mögliche ISO 50001 Zertifizierung geschaffen wird. Werden Sie Mitglied und sparen Sie Energie durch Re-commissioning! Aber, bevor Sie Ihr Projekt starten, nehmen Sie sich etwas Zeit für die letzte Ausgabe unseres Re-Co Services Newsletter.

Ihr Re-Co Team



Abbildung 55 Newsletter 5 (Auszug)

10.4.2.3 XIA – Intelligente Architektur, Q1 2013

s68_70_xia_02_208.qxp 12.02.2013 14:42 Seite 68

SERIE Auf dem Prüfstand

EQM Energie- und
Qualitätsmanagement
Betriebsoptimierung im Gebäudebestand
der TU BraunschweigVon Stefan Plessner,
Adrian Götzgens und
Nicolas Ahrens-Heinenergydesign braunschweig
GmbH, Mühlenfordtstr. 23
38106 Braunschweig

In den vergangenen 20 Jahren wurden Gebäude durch innovative Technologien und deren Zusammenführung innerhalb einer integralen Planung kontinuierlich verbessert. Der Energiebedarf wurde dadurch erheblich gesenkt und der Nutzerkomfort gesteigert. Die höheren Anforderungen und die enge Verzahnung aller Gewerke – von der Fassade bis zur Gebäudeautomation – haben jedoch auch neue Herausforderungen geschaffen. Gebäude werden heute teils mit geringeren Redundanzen geplant, teilweise noch immer massiv überdimensioniert. Intelligente Konzepte reagieren aber sensibler auf Fehler und technische Anlagen sind in komplexerer Weise miteinander verschaltet. Dies führt dazu, dass Gebäude im Betrieb oft nicht so funktionieren wie geplant. Ziele hinsichtlich Funktion, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit werden verfehlt. Deshalb muss der Integralen Planung als nächste große Innovationswelle, die Einführung eines effektiven Energie- und Qualitätsmanagements im Bau und Betrieb von Gebäuden folgen.

Ein Team aus Wissenschaftlern der TU Braunschweig hat gemeinsam mit der *energydesign braunschweig GmbH*, als Qualitätssicherer für nachhaltige Gebäude, und der *synavision GmbH*, als Software-Entwickler für Prozessmanagement, auf diese Herausforderungen reagiert und ein integriertes Servicekonzept entwickelt: EQM – Energie- und Qualitätsmanagement. Das Konzept basiert auf einer detaillierten Analyse der aktuellen Prozesse und Werkzeuge in Planung, Errichtung und Betrieb. Es vereint aktuelle Ansätze der Qualitätssicherung, beispielsweise nach VDI 6039 „Inbetriebnahmemanagement“, der systematischen Inbetriebnahme (DGNEB) Commissioning (LEED), den neuen Standards für energetische Inspektionen technischer Anlagen sowie Methoden einzelner Fördergeber zur Zertifizierung von Gebäuden wie zum Beispiel der Stadt Frankfurt oder dem proKlima-Fonds, Hannover.

EQM folgt bei Neubauten und Sanierungen bestehenden Strukturen der HOAI und VOB, die im Leistungsbild Projektmanagement zur Sicherung von Qualitäten und Quantitäten nach AHO (Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung) integriert werden. Auch für die Bestands-optimierung kann EQM mit einem individuell an die jeweiligen Gebäude angepassten Ansatz angewendet werden.

Ein entscheidender Fortschritt für die Umsetzung in der Praxis ist der Einsatz neuer Software-Werkzeuge. Bisher wurden diese Möglichkeiten für die Qualitätssicherung nur sehr spärlich eingesetzt, sondern meist für das Energiemanagement (häufig eher: Energieverwaltung). EQM geht deutlich über das Sammeln von Zählerdaten und das Erstellen von Grafiken hinaus.

Das EQM-Grundprinzip als Methode zur Qualitätssicherung bedeutet Unabhängigkeit von den anderen Akteuren in Planung, Errichtung und Betrieb. Ähnlich dem Prüfstatter ist der EQM-Verantwortliche ausschließlich der Qualität verpflichtet, die der Bauherr beziehungsweise Eigentümer bezahlt. Die Pflichten von Fachplanern und -richtern bleiben unberührt. Durch diese Unabhängigkeit kann EQM effektiv in laufende Prozesse eingreifen und Qualitäten verbessern.

Im Ergebnis entsteht mit EQM eine neue Dienstleistung, die effektiv und wirtschaftlich in laufende Projekte integriert werden kann. Es bietet Projekt- und Energiemanagern umfassende Handlungsmöglichkeiten, um selbst oder durch Steuerung externer Dienstleister, den Energieverbrauch ihrer Liegenschaften zu reduzieren.

Energydesign verwendet spezielle Software-Werkzeuge der *synavision GmbH* für das EQM. Diese ermöglichen nicht nur den praktischen Einsatz in Projekten, sondern bieten auch der Forschung neue Möglichkeiten zur Analyse von Qualitätsdefiziten. Im Folgenden wird der EQM-Ansatz im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts „Re-Co(mmissioning)“ (zu Deutsch in etwa „nochmalige Inbetriebnahme“) im Bestand der Technischen Universität Braunschweig vorgestellt.

EQM im Bestand: Das Projekt Re-Commissioning

Die größten Potenziale zur Energieeinsparung liegen in Europa im Gebäudebestand. Auch wenn die Sanierungsrate europaweit massiv erhöht werden soll und hier große Potenziale liegen, so darf der Bestand, für den keine kurzfristige Sanierung ansteht, nicht vernachlässigt werden, wenn die ehrgeizigen Ziele der Energiewende erreicht werden sollen. Ziel des Projekts Re-Co (für Re-Commissioning: www.re-co.eu) ist die Reduzierung des Energieverbrauchs von Bestandsgebäuden um mindestens 10 Prozent mithilfe von gering- und nichtinvestiven Maßnahmen. Insgesamt arbeiten zehn Teams aus ganz Europa an Krankenhäusern sowie Hochschul- und Bürogebäuden.

Energydesign hat das Konzept des Energie- und Qualitätsmanagements für Bestandsgebäude adaptiert und in Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement der TU Braunschweig in einigen Pilotgebäuden angewendet. Der Erfolg der Maßnahmen bestätigt den methodischen Ansatz. EQM ist im Bestand nicht an Projektphasen entsprechend der HOAI orientiert, sondern gliedert sich in fünf Phasen. Die wichtigste und zugleich oft vernachlässigte Phase ist die erste, das Projektdesign.

Ziele des Projekts: Die Arbeit im Bestand ist, ähnlich wie eine Sanierung, im Vergleich zum Neubau auf der grünen Wiese ungleich komplexer und erfordert Fähigkeiten, die über die rein ingenieurtechnische Kompetenz hinausgehen. EQM hat in der ersten und wichtigsten Phase drei Dimensionen:

Die Analyse des EQM-Dienstleisters: Es klingt ungewöhnlich, aber

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH

Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555

fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de

www.energydesign-bs.de





Die Phasen des EQM-Konzepts zur Bestandsoptimierung

eine realistische Selbsteinschätzung des Dienstleisters sollte der Ausgangspunkt für eine Optimierung im Bestand sein. Der EQM-Dienstleister hat die Rolle des spezialisierten Beraters. Er agiert in einem ihm nur in groben Zügen bekannten Umfeld, das teilweise zu erheblicher Reaktanz neigt. Wenn er in Themenfeldern agiert, in denen er nicht sattelfest ist, wird seine Kompetenz schnell in Frage gestellt werden. Gerade im Bestand gibt es aber kein „Bauprojekt“ sondern in der Regel nur die laufende Instandhaltung. Deshalb muss erreicht werden, dass mit der entsprechenden Kompetenz, Motivation und auch mit den nötigen Ressourcen Maßnahmen zusätzlich zum Tagesgeschäft im Betrieb umgesetzt werden können.

Hier fällt erst auf den zweiten Blick auf, dass im Rahmen der Bestandsoptimierung zahlreiche Interessenkonflikte auftreten. So kann die Identifikation eines Optimierungspotenzials aus Sicht eines Instandhalters immer auch als möglicher Vorwurf mangelhafter Leistung verstanden werden. Gleichzeitig ist er jedoch derjenige, der eine mögliche Optimierungsmaßnahme umsetzen muss oder durch seine Detailkenntnisse überhaupt erst möglich macht. Das Entwickeln eines konstruktiven Teamgeistes ist hier unbedingt erforderlich. Ähnliche Konflikte lauern bei Führungskräften, Nutzern, externen Dienstleistern etc. Ungeklärte Konfliktslagen können jede noch so vielversprechende Maßnahme verzögern oder vollständig zum Scheitern verurteilen. Gegebenenfalls sollten kritische Themen aus einem Projekt ausgeklammert werden, selbst wenn sie erhebliches Einsparpotenzial versprechen. Die verfügbaren

Ressourcen müssen auf allen Seiten frühzeitig und eindeutig benannt werden.

Die Analyse des technischen Einsparpotenzials: Erst wenn die realen Möglichkeiten auf Seiten des Dienstleisters und des Kunden geklärt sind, sollte eine Analyse des technischen Potenzials erfolgen. Da diese bei großen oder komplexen Liegenschaften sehr zeit- und kostenintensiv sein kann, ist die Reihenfolge wichtig. Eine Bestandsaufnahme von Gebäuden oder Anlagen, die aus oben genannten Gründen nicht optimiert werden können, ist unnötig und sollte vermieden werden. Im Gegenteil kann eine Fokussierung auf einzelne, als vielversprechende und mit hoher Motivation zu bearbeitende Maßnahmen die gesamte Bearbeitung beschleunigen und erfolgreicher gestalten.

Untersuchung des Bestands: Im zweiten Schritt wird der zu bearbeitende Bestand analysiert, um Optimierungspotenziale zu identifizieren. Es empfiehlt sich hier, zunächst auf die „quick wins“, die einfach zu erreichenden Einsparungen zu setzen. Sie ermöglichen einen schnellen Erfolg, mit dem die Bestandsoptimierung aus sich selbst heraus gerechtfertigt werden kann. Andererseits besteht im Bestand in der Regel gar keine Möglichkeit, eine größere Anzahl von Maßnahmen neben der laufenden Instandhaltungsarbeit umzusetzen. Zu ehrgeizige Ziele können auf allen Seiten zu Frustrationen führen. Vielmehr sollten einzelne, klar umrissene Maßnahmen am Anfang stehen, die sorgfältig in alle Richtungen der technischen wie organisatorischen Umsetzung durchgeplant werden.

Implementierung: Die Umsetzung der Maßnahmen sollte nach einem Plan umgesetzt, überwacht und dokumentiert werden, der mit allen Beteiligten abgestimmt ist und diese nicht überfordert.

Evaluierung: Für jede Maßnahme sollte nicht nur ein Umsetzungsplan definiert, sondern auch eine klare Zielsetzung und ein Konzept zur Erfolgskontrolle umgesetzt werden. Dies muss nicht unbedingt aufwendige Messtechnik oder eine zeitintensive Betreuung erforderlich machen. Wichtiger ist es, dass alle Seiten wissen, was das Ziel der Maßnahme ist und wie ihr Erfolg gemessen wird. Das IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol bietet hierzu verschiedene praktikable Optionen.

Kontinuität: Optimierungsmaßnahmen, insbesondere im Bereich der Gebäudeautomation, können nach der Implementierung ihre positiven Effekte schnell wieder verlieren, wenn nicht eine gewisse kontinuierliche Kontrolle mitgeplant wird. Diese sollen sich aus der Evaluierung ergeben. Wichtig ist hier, eine angemessene Lösung zu finden, die die Einsparungen nicht durch kostenintensives Monitoring wieder auffrisst.

Das hier skizzierte Vorgehen wird aktuell in verschiedenen Projekten im Rahmen des Projekts Re-Co umgesetzt. Erste Erfolge im Gebäudebestand der TU Braunschweig sind beeindruckend.

EQM im Gebäudebestand der TU Braunschweig

Die TU Braunschweig verfügt über einen Bestand von rund 200 Gebäuden mit einer Bruttogeschossfläche von rund 400.000 Quadratmetern. Das EQM-Konzept im Rahmen des EU-Projekts Re-Co sieht eine enge Kooperation zwischen dem Geschäftsbereich 3 (Gebäudemanagement) und der energydesign braunschweig GmbH als Dienstleister vor. Auf Seiten der TUBS ist insbesondere das Energiemanagement verantwortlich eingebunden. Es bildet organisatorisch den Brückenkopf zu den verschiedenen Bauunterhaltern und Gewerkeverantwortlichen. Gleichzeitig ist es inhaltlich durch ein umfassendes Zählerkonzept in der Lage, Verbrauchs- und Lastdaten für fast alle Gebäude zu analysieren.

Im ersten Schritt konnten folgende Leitlinien festgelegt werden:

- Konzentration auf 3 bis 5 Gebäude mit hohen spezifischen und



Im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten Projekts „ReCoCommissioning“ werden in elf komplexen Dienstleistungsgebäuden in acht europäischen Ländern Maßnahmen zur Betriebsoptimierung durchgeführt. Ziel ist es, innerhalb des 33-monatigen Zeitrahmens eine Primärenergieeinsparung von mindestens 10 % durch „low-or-no-cost“ Maßnahmen zu erreichen.



Re-Co wird gefördert im Rahmen des Europäischen Programms Intelligent Energy Europe.



Re-Co wird gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des BBSF/BMVBWS.



Das Re-Co-Projekt arbeitet in Deutschland mit dem durch das BMWi geförderten Forschungsprojekt EnBop - Energetische Betriebsoptimierung zusammen.

Ingenieurgesellschaft für energieeffiziente Gebäude mbH

Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Nr.	Maßnahme	Investition* [€]	Einsparung Energie [kWh/a]	Einsparung Energiekosten [€a]	Statische Amortisation [a]	Rendite nach 1 Jahr [%]	Rendite nach 3 Jahren [%]	Rendite nach 5 Jahren [%]
1	Universitätsbibliothek (14.469 m²)							
1.1	Buchförderbandanlage	1.000,-	33.000	5.250,-	0,2	42%	1.47%	2.52%
1.2	LED-Replacements EG	8.200,-	60.300	9.660,-	0,9	18%	25%	46%
1.3	Vollraumbelichtung	100,-	6.350	1.000,-	0,1	90%	2.90%	4.90%
1.4	Reinigung Außenluftgitter	1.500,-	6.350	1.000,-	1,5	100%	100%	23%
1.5	Temperaturanpassung Traforaum	85,-	4.300	700,-	0,1	72%	2.37%	4.01%
1.6	Tageslichtregelung Stredächer	900,-	7.650	1.200,-	0,8	33%	30%	56%
1.7	Neudimensionierung Außenluftschalldämpfer	3.500,-	15.500	2.500,-	1,4	100%	11%	25%
1.8	CO ₂ -geführte Lüftung Altbau	1.000,-	160.000	25.600,-	0,0(4)	2.46%	7.58%	12.70%
1.9	CO ₂ -geführte Lüftung Neubau	1.000,-	145.000	23.100,-	0,0(4)	2.21%	6.83%	11.45%
1.10	LED-Beleuchtung Magazin	45.400,-	140.700	22.500,-	2,0	100%	49%	14%
1.11	Bewegungsmelder Magazin	15.700,-	155.000	24.800,-	0,6	58%	37%	69%
	Gesamtmaßnahme	110.105,-	834.020	131.305,-	1,2		258	496

* Die Investitionen umfassen nicht die Transaktionskosten. ** Die Einsparung der Wärmegewinne durch die längere Lebensdauer der LEDs wurde dabei mit der Investition verrechnet.

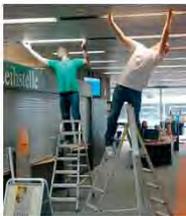
Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über alle identifizierten Maßnahmen (die Renditen sind keine Rechenfehler).
Berechnung der Rendite: [(Anzahl der Jahre x Jährliche Einsparung) - Investition] / Investition

absoluten Energieverbräuchen und höherem, aber nicht zu komplexem Technisierungsgrad
– Maßnahmen bei Heizung, Lüftung und Beleuchtung
– Fokus auf zentrale Technik (außer Beleuchtung)
– Eingriffe in Nutzungsbereichen dort, wo Bereitschaft und Engagement auf Seiten des Nutzers vorhanden ist
– Maßnahmen sollen klar umrissen und abgrenzbar sein.
Im zweiten Schritt wurden die ausgewählten Gebäude in den relevanten Bereichen kompakt aufgenommen (Aufwand in der Regel wenige Stunden), Revisionsunterlagen gesichtet und die Maßnahmen technisch-wirtschaftlich spezifiziert. Die Umsetzung erfolgte unter anderem mit zusätzlichen Finanzmitteln des Landes Niedersachsen, beschränkte sich jedoch weitgehend auf nicht- beziehungsweise gering investive Maßnahmen. Insgesamt wurden in zwei Gebäuden mit einer Gesamtfläche von 16.850 Quadratmetern 15 Maßnahmen identifiziert. Das gesamte Investitionsvolumen beläuft sich auf rund 110.000,- EUR. Das Einsparpotenzial wurde mit rund 834.000 kWh/a beziehungsweise 131.000 EUR abgeschätzt. Das gesamte Maßnahmenpaket amortisiert sich also nach gut einem Jahr. Anders gerechnet: Die Rendite der Investition beträgt nach drei Jahren gut 250%, nach fünf Jahren knapp 500%. Würde man die Transaktionskosten mit 25% der Investitionen beziehungsweise in diesem Fall realistischen 40.000 EUR ansetzen, lägen die Renditen bei 180 bzw. 370%. Bessere Investments im Bestand als gezielte Re-Co-Maßnahmen sind wohl kaum zu finden!

der Netzteile. Das Produkt der Firma LuxoLight funktionierte bei den Tests in allen Belangen hervorragend und wurde verwendet. Eingriffe in die Beleuchtung von Nutzungszonen sollten immer mit den Nutzern abgestimmt werden. Die Maßnahme wurde deshalb intensiv mit der Leitung und den Mitarbeiter(innen) der Universitätsbibliothek abgestimmt. Ein partieller Probeeinbau der LED-Leuchten zerstreute hier Befürchtungen in Bezug auf die Lichtqualität. Generell sollten diese Maßnahmen immer mit ausreichendem Vorlauf für die Erprobung der einzusetzenden Leuchten umgesetzt werden!

EQM Energie- und Qualitätsmanagement: der nächste Schritt
Das EQM-Konzept hat sich im Bestand der TU Braunschweig hervorragend bewährt. Für Ingenieure mag der organisatorische Rahmen und die Einbindung der Nutzer überraschen. Beide Aspekte sind jedoch für die erfolgreiche Umsetzung von elementarer Bedeutung. Die TU Braunschweig wird die erfolgreiche Optimierung nun ausweiten und zu einem kontinuierlichen Prozess entwickeln.
EQM – Energie- und Qualitätsmanagement ist nicht nur als Dienstleistung bisher vernachlässigt, es ist auch ein weitgehend weißer Fleck in der Forschungslandschaft. Aktuelle Entwicklungen, insbesondere in der Gebäudeautomation und im Software Engineering, bieten jedoch zunehmend bessere Möglichkeiten, das Thema in der unübersichtlichen Baubranche einzuführen. Wie vor 20 Jahren PCs den Einsatz von Simulationswerkzeugen im Planungsprozess ermöglichten, ermöglichen heute innovative Webtechnologien, effektive Prozesse für das EQM unter den besonderen Bedingungen des Bauwesens zu gestalten.
Im nächsten Bericht wird EQM bei Neubauten und in der Sanierung vorgestellt. Dabei wird anhand des EnergieNavigators und des TaskManagers der synavision GmbH auch gezeigt, wie innovative Werkzeuge den Prozess unterstützen können.

Dipl.-Ing. Stefan Plessner, B. Eng. Adrian Görtgens,
Nicolas Ahrens-Hain, Staatl. gepr. Techniker HKL
Weitere Informationen zum Projekt:
plessner@energydesign-bs.de



Umsetzung der Maßnahme
Die alten Leuchtenkörper können erhalten werden. Lediglich die Röhren und Starter werden ersetzt. Pro Leuchte wurde eine Austauschzeit von ca. drei Minuten gemessen.

Beispiel: Universitätsbibliothek
Maßnahme Nr. 1.2: Einbau von LED-Beleuchtung im EG: Im Bestand der Universitätsbibliothek sind im Erdgeschoss 258 Leuchtstoffröhren verbaut worden. 226 Stück davon waren für LED-Replacements geeignet. Die Abschätzung der Einsparung ergab, dass sich die elektrische Leistungsaufnahme der Beleuchtung für das Erdgeschoss um rund 10 kW reduzieren würde. Im Jahr würde dies bei gleicher Beleuchtungsdauer Einsparungen von rund 60.300 kWh beziehungsweise 9.600 EUR bedeuten. Die 226 Leuchten wurden schließlich innerhalb eines Tages ausgetauscht. Die Einsparung lässt sich durch einfaches Schalten der Beleuchtung im Gesamtlastprofil des Gebäudes durch das Energiemanagement überprüfen. Die Nutzer äußern sich auch zur Lichtqualität positiv, sodass die Akzeptanz der Maßnahme im Gebäude gegeben ist.
Wichtig: Vor dem endgültigen Einbau wurden Produkte mehrerer Hersteller getestet. Dabei ergaben sich erhebliche Qualitätsunterschiede von unangenehmer Lichtfarbe und deutlich erhöhtem Energieverbrauch bis hin zu Flackern der Leuchte und Brummen

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



neiltec
www.fachplan.de
www.energydesign-bs.de
www.reco-energie.de
www.reco-energie.de

10.4.2.4 Pressemitteilung TU-Braunschweig

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb



Archiv Presseinformationen bis 09/10



Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de

Presseinformationen

26.06.2014

Mit wenig Aufwand viel Energie gespart

25 Tausend Euro einmalig investiert – hunderttausend Euro jährlich eingespart – das ist die Bilanz eines Energiesparprogramms an der TU Braunschweig. Es entstand im Rahmen einer Zusammenarbeit mit einer ihrer Ausgründungen, dem Ingenieurbüro energydesign braunschweig. Ziel war es, zu erforschen, wie man bei komplexeren Gebäuden zehn Prozent der Energiekosten mit geringen Investitionen einsparen kann, und daraus Optionen auch für andere größere Bauten abzuleiten.

Das Projekt ist ein Baustein eines umfassenden Energiesparkonzepts der Technischen Universität Braunschweig. Die Forschung wurde von der Europäischen Union im Rahmen des Re-Co-Projekts mit rund 150.000 Euro gefördert. Die Forschungsinitiative Zukunft Bau hat mit rund 50.000 Euro zur Finanzierung beigetragen.

Die Universitätsbibliothek, die Sporthalle der TU Braunschweig an der Beethovenstraße und ein Chemiegebäude waren im Rahmen eines Pilotprojekts begangen und analysiert worden. Gezielt wurden aus den insgesamt 200 Gebäuden der TU Braunschweig diejenigen ausgewählt, die bei geringen Investitionen ein hohes Sparpotenzial erwarten ließen. „Unsere Investitionen haben sich in diesem Projekt in nur wenigen Monaten amortisiert“, erläutert der Hauptberufliche Vizepräsident der TU Braunschweig, Dietmar Smyrek. „So viel kann man nicht in allen Gebäuden erreichen, aber dies zeigt, welches Potenzial im Energiesparen steckt.“

Dabei arbeiteten die Expertinnen und Experten eng mit dem Geschäftsbereich Gebäudemanagement der TU Braunschweig zusammen. „Unter anderem durch den Austausch von Leuchtmitteln und die Optimierung von Lüftungsanlagen ergaben sich zahlreiche Verbesserungsmöglichkeiten, die nun dauerhaft zu Einsparungen führen. Auch die Information der Nutzer über den Einfluss ihres Verhaltens auf den Energieverbrauch hat zu den erheblichen Einsparungen beigetragen“, erläutert Projektleiter Dr.-Ing. Stefan Plesser, Geschäftsführer von energydesign braunschweig.

Im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts Re-Commissioning, kurz Re-Co, übersetzt in etwa „wiederholte Inbetriebnahme“, hatten insgesamt zehn Europäische Ingenieur-Teams aus acht Ländern große Liegenschaften wie Krankenhäuser und Hochschulen systematisch auf Einsparpotenziale geprüft und den Gebäudebetrieb optimiert.

energydesign braunschweig ist eine Ausgründung aus dem Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig. energydesign überträgt Forschungsergebnisse in innovative Dienstleistungen rund um nachhaltige Gebäude.

Kontakt:

Dr.-Ing. Stefan Plesser
- Gruppenleiter Energie- und Qualitätsmanagement –
und Geschäftsführer energydesign braunschweig
Institut für Gebäude- und Solartechnik
Technische Universität Braunschweig
Mühlenfordtstr. 23, 38106 Braunschweig

Tel: +49 531 391 63405
E-Mail: plesser@igs.bau.tu-bs.de
www.igs.bau.tu-bs.de

Nr. 086_14

Suche

Suche nach:

Suche

Kontakt

Für Feedback stehen wir Ihnen unter presse@tu-braunschweig.de oder 0531-391 4123 zur Verfügung.

Kategorien

- Allgemein
- Bauprojekte
- Forschung
- Kooperationen
- Organisatorisches
- Personalnotizen
- Preise und Auszeichnungen
- Publikationen
- Schule und Uni
- Studium und Lehre
- Veranstaltungen

Archiv

- September 2014
- August 2014
- Juli 2014
- Juni 2014
- Mai 2014
- April 2014
- März 2014
- Februar 2014
- Januar 2014
- Dezember 2013
- November 2013
- Oktober 2013
- September 2013
- August 2013
- Juli 2013
- Juni 2013
- Mai 2013



10.5 Poster

10.5.1 Universitätsbibliothek



**Technische
Universität
Braunschweig**




Energetische Betriebsoptimierung Universitätsbibliothek TU Braunschweig

Die energetische Performance der Bibliothek (Baujahr: 1971, 14.409 m²) der Technischen Universität Braunschweig wurde im Rahmen des Forschungsprojektes Re-Co in intensiver Zusammenarbeit mit der Direktion der Universitätsbibliothek analysiert. Es wurden dabei zahlreiche Optimierungspotenziale identifiziert und umgesetzt. Insgesamt soll der Jahres-Endenergieverbrauch um rund 10 % gesenkt werden. Gleichzeitig wurde das Projekt genutzt, um eine allgemeine Prozessimplementierung für die energetische Betriebsoptimierung an der TU Braunschweig anzuregen. Diese wird in Zukunft neben technischen Analysen auch betriebswirtschaftliche Anreize sowie Maßnahmen zur Information und Motivation der Nutzer umfassen können.



Teilmaßnahmen

Buchförderbandanlage



Durch die Re-Aktivierung der vorhandenen Start-Stop-Steuerung werden die Betriebszeiten der Buchförderbandanlage erheblich reduziert. Die MitarbeiterInnen starten das benötigte Förderbandsegment nach dem Auflegen eines Buches durch Taster. Die für den Transport benötigten Bänder schalten nach Transport des Buches zur Buchausgabe automatisch ab.

Gewerk	Elektro
Investition	1.000 €
Amortisationszeit	0,2 a
Stromersparnis	33.000 kWh/a

Lüftungsanlagen Lesesaal



Die Änderung der Betriebsart der Lüftungsanlagen in Alt- und Neubau von Konstant- zu CO₂-geführtem Luftwechsel führt zu einer erheblichen Einsparung von elektrischer Ventilatorenergie. Thermische Einsparungen ergeben sich ebenfalls, werden in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme jedoch nicht berücksichtigt. Komforteinbußen werden nicht spürbar, da ein CO₂-Grenzwert von 650 ppm berücksichtigt wird.

Gewerk	Lüftung
Investition	3.600 €
Amortisationszeit	0,06 a
Stromersparnis	327.100 kWh/a

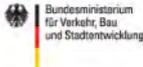
Beleuchtung Erdgeschoss



Durch einen Austausch der herkömmlichen Leuchtstoffröhren und Einbau von insgesamt 226 LED-Replacement-Röhren, bei denen die vorhandene Leuchte erhalten bleibt, wird die Anschlussleistung von 15,2 auf 5,7 kW reduziert. Gleichzeitig entsteht durch die tageslichtähnliche Lichtfarbe eine wesentliche angenehmere Arbeitsatmosphäre. Die LED-Röhren haben zudem eine ca. 6 mal längere Lebensdauer gegenüber der ursprünglich verbauten Variante.

Gewerk	Elektro
Investition	8.200 €
Amortisationszeit	0,8 a
Stromersparnis	52.500 kWh/a

Fördergeber/weitere Informationen











Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10.5.2 TU Sporthalle



**Technische
Universität
Braunschweig**




Energetische Betriebsoptimierung Sportzentrum TU Braunschweig

Die energetische Performance des Sportzentrums (Baujahr 1973, 2.441 m²) der Technischen Universität Braunschweig wurde im Rahmen des Forschungsprojektes Re-Co analysiert. Es wurden zahlreiche Optimierungspotenziale identifiziert und umgesetzt. Gleichzeitig wurde das Projekt genutzt, um einen allgemeinen Prozess für die Energetische Betriebsoptimierung an der TU Braunschweig zu implementieren. Diese wird in Zukunft neben technischen Analysen auch betriebswirtschaftliche Anreize sowie Maßnahmen zur Information und Motivation der Nutzer umfassen.



Teilmaßnahmen

LED-Replacements in Teilen des Flurs



Die jeweils vier Leuchtstoffröhren einer Leuchte wurden durch LED-Replacements und die Starter durch spezielle LED-Starter ersetzt. Ein zusätzlicher Aufwand bestand darin die vorhandene Tandemschaltung in eine Parallelschaltung innerhalb der Leuchte umzuklemmen. Durch die neue LED-Beleuchtung wirken die Flure heller und moderner.

Gewerk	Elektro
Investition	360 €
Amortisationszeit	1,32 a
Stromersparnis	1.520 kWh/a

Nachrüstung einer freien Lüftung



Um die Laufzeiten der mechanischen Lüftung in der Uni-Sporthalle zu reduzieren wurde ein Konzept zur freien Lüftung erarbeitet. Hierbei werden in der Übergangszeit, sowie im Sommer nachts und früh morgens bei entsprechender Außentemperatur die Dachkuppeln geöffnet.

Gewerk	Lüftung
Investition	9.960 €
Amortisationszeit	3,05 a
Stromersparnis	18.150 kWh/a

Nachrüstung einer Tageslicht- und Präsenzsteuerung!



Zur Zeit wird die Sporthalle der Universität oft unnötig beleuchtet. Das Licht wird zentral am Bedientableau im Kontrollraum eingeschaltet. In der Hallendecke befinden sich 45 Dachkuppeln, durch die bei entsprechender Außenhelligkeit die Halle ausreichend ausgeleuchtet wird. Durch die Installation von je zwei Funk Kombisensoren pro Hallensegment werden die Umgebungshelligkeit, sowie die Präsenz registriert. Bei ausreichender Umgebungshelligkeit oder bei Nichtbelegung werden die Beleuchtung und die Lüftung ausgeschaltet.

Gewerk	Elektro
Investition	5.100 €
Amortisationszeit	4,36 a
Stromersparnis	6.500 kWh/a

Fördergeber/weitere Informationen











Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10.6 Checklisten der Bestandsaufnahmen

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

10.6.1 Innenraum

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Innenraum												Bemerkungen
2	Raumbez. / Nr. / Standardnutzung												
3	Geschoss												
4	Anzahl Personen (Raum)												
5	Brüstungshöhe [m]												
6	lichte Raumhöhe [m]												
7	Sturzhöhe [m]												
8	abgeh. Decke ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
9	Fenster (Öffnungsart)												
10	Verglasungsart												
11	Raumabschluss (oben/unten)												
12	Decke grenzt an beheizt <input type="checkbox"/> unbeheizt <input type="checkbox"/>												
13	Boden grenzt an beheizt <input type="checkbox"/> unbeheizt <input type="checkbox"/>												
14	Techn. Ausstattung (interne Lasten)												
15	Art PC <input type="checkbox"/> Bildschirm <input type="checkbox"/> Drucker <input type="checkbox"/> Scanner <input type="checkbox"/>												
16	Anzahl												
17	Leistung [W]												
18	Art Fax <input type="checkbox"/> Telefon <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="checkbox"/>												
19	Anzahl												
20	Leistung [W]												
21	Summe [W] 0												

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
28	Künstliche Beleuchtung												Bemerkungen
29	Deckenbeleuchtung												
30	Art des Kunstlichts Glühlampe <input type="checkbox"/> Halogenleuchte <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. stabf. <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. komp. <input type="checkbox"/>												
31	Anzahl Leuchtmittel												
32	installierte Leistung [W]												
33	Summe: 0												
34	Vorschaltgeräte EVG <input type="checkbox"/> KVG <input type="checkbox"/> VVG <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/>												
35	Beleuchtungsart direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/>												
36	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht) ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
37	Arbeitsplatzbeleuchtung												
38	Art des Kunstlichts Glühlampe <input type="checkbox"/> Halogenleuchte <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. stabf. <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. komp. <input type="checkbox"/>												
39	Anzahl Leuchtmittel												
40	installierte Leistung [W]												
41	Summe: 0												
42	Vorschaltgeräte EVG <input type="checkbox"/> KVG <input type="checkbox"/> VVG <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/>												
43	Beleuchtungsart direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/>												
44	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht) ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
45	Beleuchtung Sonstige												
46	Art des Kunstlichts Glühlampe <input type="checkbox"/> Halogenleuchte <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. stabf. <input type="checkbox"/> Leuchtstoff. komp. <input type="checkbox"/>												
47	Anzahl Leuchtmittel												
48	installierte Leistung [W]												
49	Summe: 0												
50	Vorschaltgeräte EVG <input type="checkbox"/> KVG <input type="checkbox"/> VVG <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/>												
51	Beleuchtungsart direkt <input type="checkbox"/> indirekt <input type="checkbox"/>												
52	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht) ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
53	installierte Leistung												
54	Summe gesamt [W] 0												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
61	Gebäudetechnik (raumbene)												Bemerkungen
62	Heizung												
63	Radiator <input type="checkbox"/> Konvektor <input type="checkbox"/> Plattenheizkörper <input type="checkbox"/> Flächenheizung <input type="checkbox"/>												
64	RLT-Anlage <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="checkbox"/>												
65	Heizkörpermischen ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
66	(Thermostatventile vorhanden) ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
67	Regelung zentral <input type="checkbox"/> raumweise <input type="checkbox"/>												
68	Kühlung												
69	Induktionskühlgeräte <input type="checkbox"/> RLT-Anlage <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="checkbox"/>												
70	Regelung zentral <input type="checkbox"/> raumweise <input type="checkbox"/>												
71	Lüftung												
72	bei RLT-Anlage: Fenster <input type="checkbox"/> RLT-Anlage <input type="checkbox"/> sonstige: <input type="checkbox"/>												
73	Regelung zentral <input type="checkbox"/> raumweise <input type="checkbox"/>												
74	Kaltwasseranschluss												
75	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>												
76	Warmwasserbereitung zentral <input type="checkbox"/> dezentral <input type="checkbox"/>												
77	Hersteller / Typ												
78	Baujahr												
79	elektr. Leistungsaufnahme												

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



81	Innenraum					Bemerkungen
82	Raumbez / Nr. / Standardnutzung					
83	Geschoss					
84	Anzahl Personen (Raum)					
85	Brüstungshöhe	[m]				
86	lichte Raumhöhe	[m]				
87	Sturzhöhe	[m]				
88	abgeh. Decke		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
89	Fenster (Öffnungsart)					
90	Verglasungsart					
91						
92	Raumabschluss (oben/unten)					
93	Decke grenzt an		beheizt <input type="checkbox"/>	unbeheizt <input type="checkbox"/>		
94	Boden grenzt an		beheizt <input type="checkbox"/>	unbeheizt <input type="checkbox"/>		
95						
96	Techn. Ausstattung (interne Lasten)					
97	Art		PC <input type="checkbox"/>	Bildschirm <input type="checkbox"/>	Drucker <input type="checkbox"/>	Scanner <input type="checkbox"/>
98	Anzahl					
99	Leistung	[W]				
100						
101	Art		Fax <input type="checkbox"/>	Telefon <input type="checkbox"/>	sonstige: <input type="checkbox"/>	
102	Anzahl					
103	Leistung	[W]				
104						
105	Summe	[W]	0			
106						
107	Künstliche Beleuchtung					Bemerkungen
108	Deckenbeleuchtung					
109	Art des Kunstlichts		Glühlampe <input type="checkbox"/>	Halogenglühlampe <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff stabf. <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff komp. <input type="checkbox"/>
110						
111	Anzahl Leuchtmittel					
112	installierte Leistung	[W]				
113	Summe:		0			
114	Vorschaltgeräte		EVG <input type="checkbox"/>	KVG <input type="checkbox"/>	VVG <input type="checkbox"/>	Sonstige <input type="checkbox"/>
115	Beleuchtungsart		direkt <input type="checkbox"/>	direkt/indirekt <input type="checkbox"/>	indirekt <input type="checkbox"/>	
116	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht)		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
117						
118	Arbeitsplatzbeleuchtung					
119	Art des Kunstlichts		Glühlampe <input type="checkbox"/>	Halogenglühlampe <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff stabf. <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff komp. <input type="checkbox"/>
120						
121	Anzahl Leuchtmittel					
122	installierte Leistung	[W]				
123	Summe:		0			
124	Vorschaltgeräte		EVG <input type="checkbox"/>	KVG <input type="checkbox"/>	VVG <input type="checkbox"/>	Sonstige <input type="checkbox"/>
125	Beleuchtungsart		direkt <input type="checkbox"/>	direkt/indirekt <input type="checkbox"/>	indirekt <input type="checkbox"/>	
126	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht)		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
127						
128	Beleuchtung Sonstige					
129	Art des Kunstlichts		Glühlampe <input type="checkbox"/>	Halogenglühlampe <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff stabf. <input type="checkbox"/>	Leuchtstoff komp. <input type="checkbox"/>
130						
131	Anzahl Leuchtmittel					
132	installierte Leistung	[W]				
133	Summe:		0			
134	Vorschaltgeräte		EVG <input type="checkbox"/>	KVG <input type="checkbox"/>	VVG <input type="checkbox"/>	Sonstige <input type="checkbox"/>
135	Beleuchtungsart		direkt <input type="checkbox"/>	direkt/indirekt <input type="checkbox"/>	indirekt <input type="checkbox"/>	
136	Kontrolle (Präsenz/Tageslicht)		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
137						
138	installierte Leistung					
139	Summe gesamt	[W]	0			
140	Gebäudetechnik (raumbene)					Bemerkungen
141	Heizung					
142			Radiator <input type="checkbox"/>	Konvektor <input type="checkbox"/>	Plattenheizkörper <input type="checkbox"/>	Flächenheizung <input type="checkbox"/>
143			RLT-Anlage <input type="checkbox"/>	sonstige <input type="checkbox"/>		
144	Heizkörpermischen (Thermostatventile vorhanden)		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
145	Regelung		zentral <input type="checkbox"/>	raumweise <input type="checkbox"/>		
146						
147	Kühlung					
148			Induktionskühlgeräte <input type="checkbox"/>	RLT-Anlage <input type="checkbox"/>	sonstige <input type="checkbox"/>	
149	Regelung		zentral <input type="checkbox"/>	raumweise <input type="checkbox"/>		
150						
151	Lüftung					
152	bei RLT-Anlage:		Fenster nur Zuluft <input type="checkbox"/>	RLT-Anlage nur Abluft <input type="checkbox"/>	sonstige Zu- und Abluft <input type="checkbox"/>	
153	Regelung		zentral <input type="checkbox"/>	raumweise <input type="checkbox"/>		
154						
155	Kaltwasseranschluss					
156	Warmwasserbereitung		ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		
157	Hersteller / Typ		zentral <input type="checkbox"/>	dezentral <input type="checkbox"/>		
158	Baujahr					
159	elektr. Leistungsaufnahme					

10.6.2 Gebäudetechnik

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Energieversorgung					Bemerkungen				
Wärme	Fernwärme	<input type="checkbox"/>	Erdgas	<input type="checkbox"/>	Heizöl	<input type="checkbox"/>	sonstige:	<input type="checkbox"/>	
Kälte	KKM	<input type="checkbox"/>	AKM	<input type="checkbox"/>	Fernkälte	<input type="checkbox"/>	sonstige:	<input type="checkbox"/>	
Strom	Netzbezug	<input type="checkbox"/>	BHKW	<input type="checkbox"/>	PV	<input type="checkbox"/>	sonstige:	<input type="checkbox"/>	
Energieverbrauch [kWh/m²a]	Wärme:	<input type="text"/>			Strom:	<input type="text"/>			
Heizung									
Ort der Aufstellung									
wärmedämmte Hülle	ja	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>					
Laufzeiten /Absenkung									
<i>wenn vorhanden, sonst ausblenden für Bestandsaufnahme:</i>									
Heizkessel (Anzahl)									
Fabrikat Heizkessel									
Art des Heizkessels									
Baujahr									
Nenn-Wärmeleistung [kW]									
Nenn-Wärmebelastung [kW]									
Fabrikat Brenner									
Baujahr									
Wärmeleistung [kW]									
Auslegungstemperatur									
Regelung	nach Außentemperatur	<input type="checkbox"/>	→	Außentemperatur [C°]:					
	nach Referenzraum	<input type="checkbox"/>	→	Zonenregelung	<input type="checkbox"/>				

Seite 1

Wärmeverteilung					Bemerkungen
Ort der Verteilung					
wärmedämmte Hülle	ja	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	
Art der Verteilung	1-Rohr	<input type="checkbox"/>	2-Rohr	<input type="checkbox"/>	
Dämmung der Heizungsrohre	ja	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	teilweise <input type="checkbox"/>
Anzahl der Heizkreise					
	A	B	C	D	
Bezeichnung Heizkreise					
Kreis(e) Heizung/Radiatoren					
Kreis(e) WW-Bereitung					
Kreis(e) Lüftung					
Kreis(e) Reserve					
Kreis(e) FW/Zubringer					
Heizkreispumpen					
Heizkreisbez.					
Hersteller					
Typ					
Regelbarkeit					
Stufigkeit					
Anschlussleistung					
VL/RL					
Beschreibung					
Beschreibung					

Seite 2

Lüftung					Bemerkungen
58					
59		Lüftung A		Lüftung B	
60	Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>	dezentral <input type="checkbox"/>	zentral <input type="checkbox"/>	dezentral <input type="checkbox"/>
61	Laufzeiten pro Betriebsstufe				
62	versorgter Bereich Zuluft (Zone)				
63	versorgter Bereich Abluft (Zone)				
64	Hersteller / Typ Lüftungsanlage				
65	Baujahr				
66	Volumenstrom (Zuluft / Abluft)				
67	Regelbarkeit /Volumenstrombereiche				
68	el. Leistungsaufnahme (230 / 400 V)				
69	WRG	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
70	Rückgewinnungsgrad [%]				
71	Umluftanteil [%]				
72					
Kälte					Bemerkungen
73					
74		Anlage A		Anlage B	
75	Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>	dezentral <input type="checkbox"/>	zentral <input type="checkbox"/>	dezentral <input type="checkbox"/>
76	Ort der Aufstellung				
77	Laufzeiten				
78	versorgter Bereich (Zone)				
79	Hersteller / Typ Kältemaschine				
80	Kälteleistung (ggf. Leistungsaufnahme)				
81	Kältemittel				
82	Stufigkeit				
83	Rückkühlung (Luft, Wasser, ...)				
84	Bemerkungen (Funktionalität, ...)				
85					
Warmwasserbereitung					Bemerkungen
96					
97	Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>		dezentral <input type="checkbox"/>	
98	Ort der Aufstellung		Zone / Raum		
99	versorgter Bereich (Zone)				
100	Speicher (Volumen)				
101	Hersteller / Typ		Hersteller / Typ		
102	Baujahr		Baujahr		
103	elektrische Leistungsaufnahme (bei dez.)		elektr. Leistungsaufnahme		
104	Zirkulation (Schaltzeit)				
105	Dämmung				
106					
107					
Gebäudeleittechnik					Bemerkungen
108					
109	Anbindung an SIEMENS GLT				
110	BACnet-System				
111	Anbindung an K&P GLT				
112	Keine Anbindung an GLT				
113					
114					

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



Seite 3

Seite 4



10.7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Auszug aus DIN EN 15239 zur energetischen Inspektion von Lüftungsanlagen	8
Abbildung 2	Auszug aus der „Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen“	9
Abbildung 3	Auszug aus einer Checkliste nach EXECO2	10
Abbildung 4	PDCA-Zyklus zur kontinuierlichen Verbesserung	11
Abbildung 5	Prozessschritte des kanadischen Leitfadens für Recommissioning-Services	12
Abbildung 6	Das Re-Co-Team – 15 Pilotprojekte von 10 Partner in 8 Ländern	16
Abbildung 7	Die fünf Schritte des Re-Co Konzepts	18
Abbildung 8	Gebäudebestand TU-Braunschweig (Ausschnitt, Stand 03.2011)	31
Abbildung 9	Übersicht über die spezifischen Endenergieverbrauchsdaten der größeren Gebäude der TUBS für Strom und Wärme 2011	32
Abbildung 10	Gebäudebestandsaufnahme in Räumen und Technikzentralen	33
Abbildung 11	Sporthalle der TU Braunschweig	37
Abbildung 12	Einbau der LED-Replacements; LED-Kit; Vorher-Nachher; Stichflur	38
Abbildung 13	Schema der Helligkeits- und Präsenzsensoren; Installation Repeater in der Hallendecke	39
Abbildung 14	Chemiegebäude	40
Abbildung 15	Digestorium in einem Chemielabor; Mobile Strommessung; Abluft Dachzentrale	41
Abbildung 16	Universitätsbibliothek der TU Braunschweig	42
Abbildung 17	Ein Teil Buchförderbandanlage im 1. UG des Neubaus	43
Abbildung 18	Einbau der LED-Replacements im Erdgeschoss der Bibliothek	44
Abbildung 19	Ausstellungsvitrinen im Erdgeschoss der Bibliothek	45
Abbildung 20	Entnommenes Außenluftgitter	46
Abbildung 21	Schalldämpfer alt; Spotmonitoring Leistungsreduktion; Daten Vorher - Nachher	47
Abbildung 22	„Lichthof“ der Bibliothek	48
Abbildung 23	Trafo und Thermostat; Grafik der Temperaturmessung	49
Abbildung 24	Lüftungsanlage Altbau; neues CO ₂ -Regelkonzept	50
Abbildung 25	Lüftungsanlage „Neubau“; neues CO ₂ -Regelkonzept	51
Abbildung 26	Gemessener Energieverbrauch vor und nach Re-Co (transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt)	54
Abbildung 27	Energiekosten vor und nach Re-Co (transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt, Energiepreise inkl. MwSt. von 2011)	55
Abbildung 28	Energiebezogene CO ₂ -Emissionen vor und nach Re-Co (transparente Säulen: Wärme witterungsbereinigt)	55
Abbildung 29	Zeitlicher Verlauf der Maßnahmen an der TU Braunschweig (Identifikation - Umsetzung)	57
Abbildung 30	Synavision „task manager“ : Gebäudebestandsaufnahme Universitätsbibliothek	59
Abbildung 31	Übersicht über die Pilotprojekte (Gebäudetyp, Nettogrundfläche, Betten)	63
Abbildung 32	Übersicht über die Pilotprojekte (Endenergie)	63
Abbildung 33	Übersicht über die Einsparungen in den Pilotprojekten	64
Abbildung 34	Erreichte Einsparungen, differenziert nach Energiearten	64
Abbildung 35	Erreichte Einsparungen, differenziert nach betroffenen Systemen	65

Abbildung 36	Erreichte Einsparungen, differenziert nach betroffenen Maßnahmenfeldern	66
Abbildung 37	Systematik der Wirtschaftlichkeitsberechnung im Re-Co-Projekt.....	67
Abbildung 38	Investitionen und Einsparungen der Re-Co Maßnahmen.....	68
Abbildung 39	Workshop	
Abbildung 40	Auszug Logbuch	71
Abbildung 41	Analyse einer 7-minütigen Interaktion zwischen einem Re-Co Berater und einem Gebäudepartner	72
Abbildung 42	Einschätzung des Bedarfs für Re-Co-Berater an effektive Gesprächsführung (Befragung von 9 Teilnehmern)	73
Abbildung 43	Verschlinkter Re-Co-Prozess bei Verwendung eines Maßnahmenkatalogs	74
Abbildung 44	Vergleich der Motivationsprinzipien einer zentralen und dezentralen Budgetierung.....	76
Abbildung 45	Offizielle deutsche Re-Co Webseite (Auszug).....	78
Abbildung 46	Gebäudesteckbrief auf der offiziellen Projekthomepage (Auszug).....	79
Abbildung 47	Re-Commissioning Guidebook; Re-Commissioning Broschüre;	80
Abbildung 48:	Gebäudedatenbank-Plattform „Re-Co(mmunity)“	81
Abbildung 49	Programm zum 6. Forum Energie „Effizienz in Hochschulen“, Juni 2012, Clausthal	82
Abbildung 50	Programm zum 7. Forum Energie „Energieeffizienter Campus“, Juni 2014, Clausthal	83
Abbildung 51	Newsletter 1 (Auszug).....	86
Abbildung 52	Newsletter 2 (Auszug).....	87
Abbildung 53	Newsletter 3 (Auszug).....	88
Abbildung 54	Newsletter 4 (Auszug).....	89
Abbildung 55	Newsletter 5 (Auszug).....	90

Ingenieurgesellschaft
für energieeffiziente Gebäude mbH
Konzepte – Planung – Betrieb

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de



10.8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Liste der Projektpartner	17
Tabelle 2	Schritte und Bearbeitungsinhalte des Re-Co Konzepts	18
Tabelle 3	Der Re-Co Fahrplan	21
Tabelle 4	Gebäude in der näheren Auswahl für die Bearbeitung im Re-Co-Projekt...	32
Tabelle 5	Kenndaten der Maßnahmen	36
Tabelle 6	Daten zur Maßnahme	38
Tabelle 7	Daten zur Maßnahme	39
Tabelle 8	Daten zur Maßnahme	41
Tabelle 9	Daten zur Maßnahme	43
Tabelle 10	Daten zur Maßnahme	44
Tabelle 11	Daten zur Maßnahme	45
Tabelle 12	Daten zur Maßnahme	46
Tabelle 13	Daten zur Maßnahme	47
Tabelle 14	Daten zur Maßnahme	48
Tabelle 15	Daten zur Maßnahme	49
Tabelle 16	Daten zur Maßnahme	50
Tabelle 17	Daten zur Maßnahme	51
Tabelle 18	Übersicht der Maßnahmen mit berechneten Einsparungen	53
Tabelle 19	Einsparungen Endenergie je Gebäude und je Energieträger	55
Tabelle 20	Übersicht über die Pilotprojekte	62
Tabelle 21	Überblick über die wirtschaftliche Bewertung der Pilotprojekte	69
Tabelle 22	Die erfolgreichsten Maßnahmen aus Sicht der Re-Co Dienstleister	70

Mühlenpfordtstraße 23
38106 Braunschweig

tel: 0531-391 3555
fax: 0531-391 8125

info@energydesign-bs.de
www.energydesign-bs.de





10.9 Quellenverzeichnis

- ¹ Siehe z.B. Plessner, Dr. Stefan: „Aktive Funktionsbeschreibungen zur Planung und Überwachung des Betriebs von Gebäuden und Anlagen“, Dissertation an der TU Braunschweig, Braunschweig, 2013, Seite 23
- ² Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 67, Bonn 21. November 2013
- ³ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 67, Bonn 21. November 2013, Abschnitt 4
- ⁴ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 67, Bonn 21. November 2013, §11
- ⁵ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 67, Bonn 21. November 2013, §11, 2
- ⁶ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 67, Bonn 21. November 2013, §11, 3
- ⁷ „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)“, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 26. Juli 2007
- ⁸ „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)“, §12, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 26. Juli 2007
- ⁹ DIN EN 15239: „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen“, Deutsches Institut für Normung, August 2007
- ¹⁰ DIN EN 15240: „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlageanlagen“, Deutsches Institut für Normung, August 2007
- ¹¹ DIN EN 15239: „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen“, Deutsches Institut für Normung, August 2007, Seite 31
- ¹² Händel, Claus: „FGK Status-Report 5: Energetische Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen“, 2010
- ¹³ Händel, Claus; Schädlich, Sylvia: „FGK Status-Report 6: Energetische Inspektion von Kälteanlagen zur Klimatisierung“, 2010
- ¹⁴ FGK e.V.: „Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen“, 2010
- ¹⁵ FGK e.V.: „Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen“, 2010, Seite 14
- ¹⁶ DIN 32736: „Gebäudemanagement - Begriffe und Leistungen“, Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin 2000
- ¹⁷ DIN 32736: „Gebäudemanagement - Begriffe und Leistungen“, Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin 2000
- ¹⁸ GEFMA 124-1: „Energiemanagement, Grundlagen und Leistungsbild“, August 2008, S. 4
- ¹⁹ GEFMA 124-2: „Energiemanagement, Methoden“, August 2008
- ²⁰ GEFMA 124-2: Siehe ¹⁸, S. 11
- ²¹ Schmidt, Michael; Jörg Arnold: „Expertensystem zur Identifikation und Definition niedriginvestiver Maßnahmen zur Senkung des Energieumsatzes und des Schadstoffausstoßes im Gebäudebestand – EXECO2“, Abschlussbericht zum Forschungsprojekt (Aktenzeichen: SF – 10.08.18.7-09.46), Universität Stuttgart, 2011



- ²² Schmidt, Michael; Jörg Arnold: „Expertensystem zur Identifikation und Definition niedriginvestiver Maßnahmen zur Senkung des Energieumsatzes und des Schadstoffausstoßes im Gebäudebestand – EXECO2“, Abschlussbericht zum Forschungsprojekt (Aktenzeichen: SF – 10.08.18.7-09.46), Universität Stuttgart, 2011, Seite 12
- ²³ E DIN ISO 50001:2010-06 „Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“, Entwurf, Beuth Verlag, 2010
- ²⁴ E DIN ISO 50001:2010-06 „Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“, Entwurf, Beuth Verlag, 2010, Seite 6
- ²⁵ HOAI: Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI) in der Fassung vom 10.07.2013, in Kraft getreten am 17.07.2013
- ²⁶ VOB - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen (DVA), 2012
- ²⁷ Minister of Natural Resources Canada 2008, CanmetENERGY:“ Recommissioning Guide for Building Owners and Manager”, September 2008
- ²⁸ Liu, Mingsheng; David Claridge, Dan Turner: “Continuous Commissioning Guidebook”, University of Nebraska und Texas A&M University, 2002
- ²⁹ Minister of Natural Resources Canada 2008, CanmetENERGY:“ Recommissioning Guide for Building Owners and Manager”, September 2008, Seite 26
- ³⁰ <http://www.laborrunde.de>, 13.08.2014
- ³¹ <http://www.glt-anwendertagung.de/>, 13.08.2014
- ³² <http://www.ecoprofit.com>, 13.08.2014
- ³³ www.leen.de, 13.08.2014
- ³⁴ <http://www.change-energie.de>, 13.08.2014
- ³⁵ https://www.uni-osnabrueck.de/universitaet/die_universitaet_im_ueberblick/zentrale_verwaltung/gebaeudemanagement/tu_was.html, 13.08.2014
- ³⁶ VDI 3807:2007-03: „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude“, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 2007
- ³⁷ Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy, 2002
- ³⁸ DIN EN ISO 50001:2011-12, Energiemanagementsysteme, Beuth-Verlag, 2011
- ³⁹ Rieger et al: „Re-Commissioning Services Raising Energy Performance in Existing Non-Residential Buildings (Re-Co) – Summary Final Evaluation Report / Summary Lessons Learned Report“, Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik, Stuttgart, 2014, publiziert unter www.re-co.eu
- ⁴⁰ Klonek, F.E., Lehmann-Willenbrock, N.K., & Kauffeld, S. (2014). The dynamics of resistance to change: A sequential analysis of change agents in action. *Journal of Change Management*, 44(3), pp. 334–360. DOI:10.1080/14697017.2014.896392
- ⁴¹ Klonek, F.E. & Kauffeld, S. (2015.) Talking with consumers about energy reductions: Recommendations from a motivational interviewing perspective. *Front. Psychol.* 6:252. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00252
- ⁴² Klonek, F.E., Paulsen, H., & Kauffeld, S. (2015). They meet, they talk ... but nothing changes: Meetings as a focal context for studying change processes. In J. A. Allen, N. Lehmann-Willenbrock & S. G. Rogelberg (Eds.), *The Cambridge handbook of meeting science*. New York, NY: Cambridge University Press.