

17. IGE Seminar 17. März 2021

Urs Vogel Amstein + Walthert AG

Resultate Forschungsprojekt EnBo 800

Das Forschungsprojekt EnBo 800



EnBo800 – Analyse
des Endenergieverbrauchs
und der energetischen Betriebsoptimierung
bei 1400 Gebäuden in der Schweiz



HOCHSCHULE
LUZERN Technik & Architektur
Wirtschaft

Datum: 9. August 2019

Ort: Zürich

Auftraggeberin:

Schweizerische Eidgenossenschaft
Forschungsprogramm „Energie in Gebäuden“
Bundesamt für Energie (BFE)
Mühlestrasse 4
3063 Ittigen

Auftragnehmer/in:

Arbeitsgemeinschaft EnBo800

Amstein + Walthert AG
Andreasstrasse 11
8050 Zürich
und
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG
Technikumstrasse 21
6048 Horw

Autor/in:

Urs Vogel, urs.vogel@amstein-walthert.ch
Andreas Baumgartner, andreas.baumgartner@amstein-walthert.ch
Jürg Schwarz, juerg.schwarz@hslu.ch
Urs-Peter Menti, urs-peter.menti@hslu.ch



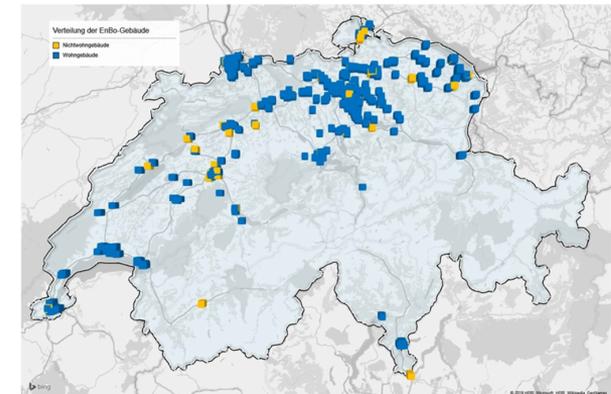
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Energieforschung

Schlussbericht

EnBo800 – Analyse des Endenergieverbrauchs und der energetischen Betriebsoptimierung bei 1400 Gebäuden in der Schweiz



- Das Ziel des Projekts ist eine detaillierte Aussage
 - zur aktuellen **Energieeffizienz des untersuchten Gebäudebestandes**
 - und zur **Wirkung der energetischen Betriebsoptimierung eBO**
- Der Forschungsansatz ist die Analyse des gemessenen Endenergieverbrauches für Wärmeerzeugung und Allgemeinstrom
 - **von Gebäuden in der ganzen Schweiz**
 - **über die Jahre 2012 bis 2016**

und die Analyse der durchgeführten Massnahmen zur energetischen Betriebsoptimierung.

- Mit einem **Exkurs zur Klimakorrektur der gemessenen Verbrauchswerte**

Die untersuchten Gebäude

- Rund 1'400 Gebäude in 500 Liegenschaften mit einer Gesamtfläche von rund 2.35 Millionen m² EBF.
- Wohngebäude haben einen Anteil von über 90% am untersuchten Gebäudebestand (keine EFH).
- 73% der Gebäude sind reine Wohngebäude und 18% sind Wohngebäude mit Nebennutzung. Nur 9% der Gebäude sind Nichtwohngebäude.
- **Repräsentativ für den Bestand Wohngebäude mit mehr als 6 Wohnungen in der Schweiz**

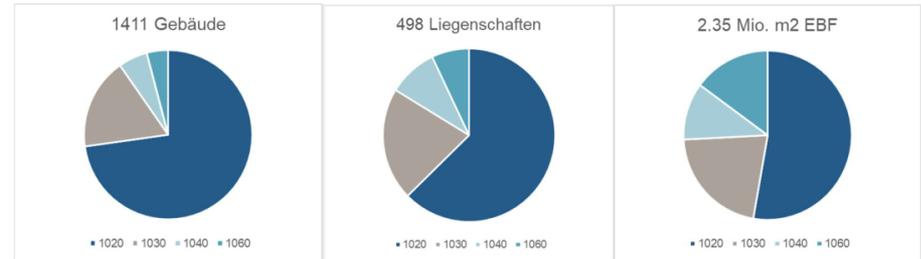


Abbildung 2: Anteil der Gebäudekategorien nach Anzahl Gebäude, Liegenschaften und Energiebezugsfläche.



Energieverbrauch der EnBo-Gebäude

- Der Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser der untersuchten Gebäude liegt bei rund 105 kWh/m² für die Wohngebäude und bei rund 75 kWh/m² für die Nichtwohngebäude
- Der durchschnittliche Heizwärmebedarf der untersuchten Bestandsbauten liegt bei rund 75 kWh/m² für die Wohngebäude und bei rund 60 kWh/m² für die Nichtwohngebäude.

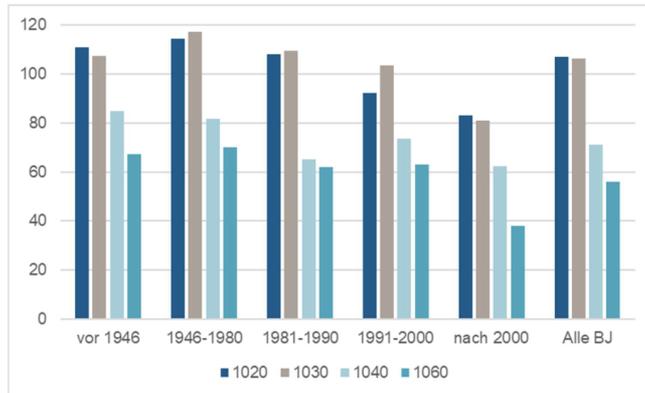


Abbildung 8: Spezifischer Endenergieverbrauch Raumheizung und Warmwasser in kWh/m². Nach Gebäudekategorie und Baualterklasse. Mittelwert 2012-2016, klimakorrigiert auf 2012.

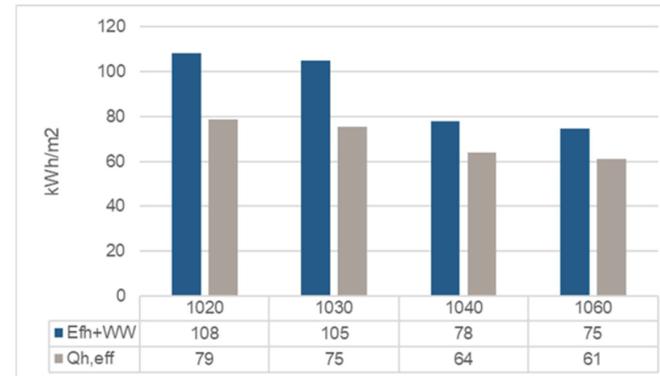


Abbildung 9: Spezifischer Verbrauch Endenergie für Raumheizung und Warmwasser sowie geschätzter Heizwärmeverbrauch nach Gebäudekategorie

- Im **Merkmale SIA2048:2015** ist die Methodik und Vorgehensweise für die energetische Betriebsoptimierung in Gebäuden als Standard definiert.
- **Hauptziele** einer eBO sind,
 - den Betrieb der Anlagen der effektiven Nutzung bzw. dem effektiven Bedarf anzugleichen
 - sowie die energetisch optimale Betriebsweise zu ermitteln, festzulegen, einzuführen und kontinuierlich beizubehalten.
- Der mit erfolgreicher eBO erzielbare **Nutzen** ist,
 - Reduktion des Energieverbrauchs und der Energiekosten im Vergleich zu nicht optimalen Einstellungen
 - Mängel an den Anlagen werden erkannt und können durch die verantwortliche Stelle behoben werden
 - Störungen können reduziert und die Betriebssicherheit kann erhöht werden

- Vorbereitung und Organisation der eBO-Durchführung.
- Begehung der Liegenschaft, Analyse der Anlagen und Durchführung der Vor-Ort-Massnahmen. Wird durch eine eBO-Fachperson durchgeführt.
- Vor Ort durchgeführte und empfohlene Massnahmen werden in einem Rapport zu Händen der Bewirtschafter der Liegenschaften protokolliert.
- Nachbereitung mit der Übernahme des eBO-Rapports durch die Bewirtschaftung. Veranlassen von fallweise weiteren Massnahmen.
- Der Leistungsumfang der «Quick Checks» ist vergleichbar mit der im SIA Merkblatt 2048 Anhang C beschriebenen energetischen Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe.

- **Betriebsoptimierung** = Optimierung von bestehenden Anlagen ohne bzw. mit sehr geringen Investitionen, direkt umgesetzte Massnahmen.
- Im Durchschnitt wurden rund 6 Massnahmen pro eBO dokumentiert. Rund 2/3 der Massnahmen wurden direkt vor Ort umgesetzt. Rund 1/3 der Massnahmen wurden beantragt und zu rund der Hälfte nachgängig ausgeführt.

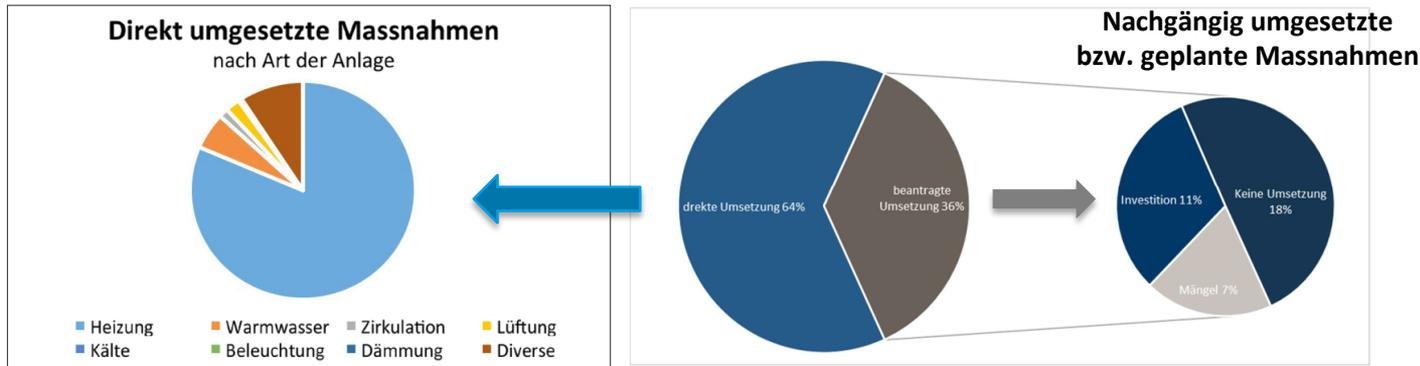


Abbildung 10: Anteile der Massnahmen 2013-2016, direkte Umsetzung und beantragte Umsetzung

- **Anlageoptimierung** = nachgängig ausgeführte Massnahmen zur Wiederherstellung bzw. Optimierung der Anlageperformance.

- Durchschnittlich **rund 6 % Verbrauchsreduktion** erreicht.
Klimakorrigierter Verbrauch im Vergleich zum Zustand vor der eBO, je 2 Verbrauchsperioden.

Tabelle 4: Festgestellte Verbrauchsreduktion 2016 in % zu 2012 nach Baualtersklasse

Baujahresklasse	vor 1946	1946-1980	1981-1990	1991-2000	nach 2000	Alle BJ
Reduktion 2012-2016	-6.9%	-5.4%	-9.1%	-7.6%	-4.5%	-6.4%

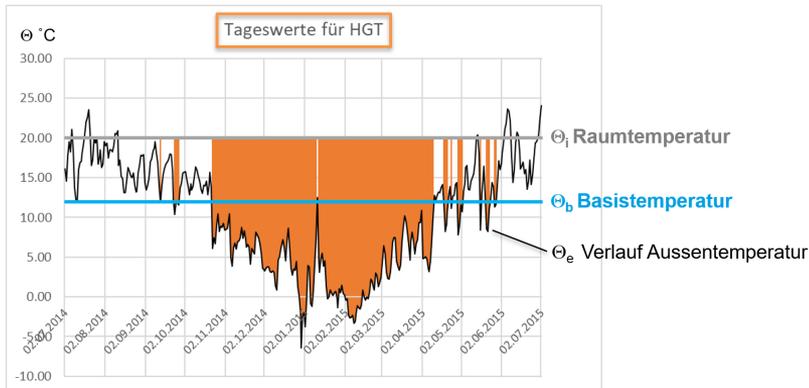
Resultate, Wirkung der eBO (Quick Check)

- Kosten der eBO als Quick-Check, alle 5 Jahre, im Durchschnitt rund CHF 2'500 – 3'000 pro Liegenschaft.
- **Preis der eingesparten Energie: 4.4 Rp. pro kWh** die mit dem EnBo-Projekt untersuchte eBO ist somit eine sehr wirtschaftliche Massnahme!
- **eBO ist ein Mehrwert für Eigentümer und Mieter**

- Bisher gebräuchlich und weit verbreitet ist die Methode der Heizgradtage HGT
- Die SIA 380:2015 (SN 504 380) definiert **2015** die Methode der akkumulierten Temperaturdifferenz **ATD als normative Grundlage**
- Gemäss dem **Branchenstandard** zur Verbrauchsabhängigen Energie- und Wasserkostenabrechnung **VEWA**, soll **ab 2018 generell ATD** verwendet werden
- **Nach SIA 380 und VEWA soll bisher für ATD generell die Basistemperatur 12°C, also ATD12 angewendet werden.**
→ bisherige Empfehlungen der SIA 380 wurden im Rahmen des EnBo-Projekts widerlegt

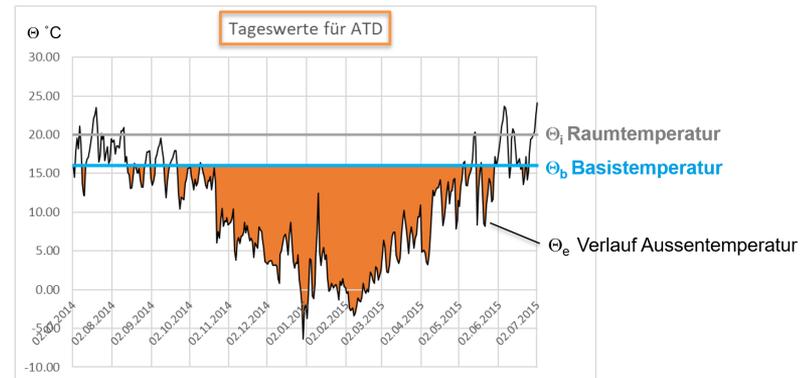
HGT: Heizgradtage

- Für Heizgradtage HGT 20/12 wird die Differenz zwischen **Raumtemperatur** (20 °C) und Aussentemperatur bilanziert, aber nur für die Intervalle (Tage) mit Aussentemperatur unter der **Basistemperatur** (12 °C).



ATD: akkumulierte Temperaturdifferenz

- Die Raumtemperatur wird bei der Methode ATD nicht verwendet. Bilanziert wird die Differenz zwischen **Basistemperatur** und Aussentemperatur.



- Revidierte Empfehlungen für die Anwendung ATD.

Bisher SIA 380:2015

G.3.4 Die Basistemperatur kann auch angenähert auf Grund der Gebäudehüllzahl A_{th}/A_E , des Wärmedämmniveaus und des Sollwertes der Raumtemperatur θ_i bestimmt werden:

$$\theta_b = A_{th}/A_E \cdot 2,5^\circ\text{C} + \theta_{b,0} + 0,8 \cdot (\theta_i - 20^\circ\text{C})$$

Wärmedämmniveau	Bestand	Grenzwerte 2001	Grenzwerte 2009	Zielwerte 2009
$\theta_{b,0}$	12,5 K	10,0 K	7,5 K	5,0 K

Neu prSIA380:2021, Basistemperatur für ATD generell erhöht!

G.3.4 Die Basistemperatur kann auch angenähert auf Grund der Gebäudehüllzahl A_{th}/A_E , des Wärmedämmniveaus und des Sollwertes der Raumtemperatur θ_i bestimmt werden:

$$\theta_b = A_{th}/A_E \cdot 2,5^\circ\text{C} + \theta_{b,0} + 0,8 \cdot (\theta_i - 20^\circ\text{C})$$

Wärmedämmniveau	Bestand	Grenzwerte 2001	Grenzwerte 2009	Zielwerte 2009
$\theta_{b,0}$	17,5 K	15,0 K	12,5 K	10,0 K

- Hinweis auf laufendes Forschungsprojekt mit weiteren Erkenntnissen zur Klimakorrektur **KliKo Weiterentwicklung der Klimakorrektur Methoden (SIA380)**
→ Igor Bosshard-Mojic, OST – Ostschweizer Fachhochschule

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.
