

Schlussbericht, 8. Mai 2018

Bewertung smarter Heizsysteme

Technischer Bericht



Bild: Ausschnitt Titelseite Ratgeber «Smart Heizen – So optimieren Sie Ihr Heizsystem.», EnergieSchweiz 2018.

Autoren

Dr. Michèle Bättig, Energie Zukunft Schweiz

Bernd Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz

Michael Arnold, Energie Zukunft Schweiz

Begleitgruppe

Adrian Grossenbacher, Sektion Gebäude, Bundesamt für Energie

Martin Ménard, Lemon Consult AG

Zoran Alimpic, Hochschule Luzern

Andreas Weber, Frei & Partner AG

Dr. Eric Bush, Topten

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.**

Adresse

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern
Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangslage und Aufgabenstellung	11
3	Einführung ins Thema Smart Heizen	12
3.1	Was bedeutet «Smart Heizen»?	12
3.2	Welche Systeme werden unterschieden?	13
3.2.1	Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	13
3.2.2	Netzfähige Heizkörperthermostate	16
3.2.3	Bodenheizungsthermostate	17
3.2.4	Smarte Heizungsregler	18
3.3	Welches Einsparpotential besteht?	21
4	Bewertung von smarten Heizsystemen	24
4.1	Auswahlkriterien für die Systeme	24
4.2	Bewertungsmethodik	25
4.3	Bewertung der Systeme	27
5	Auswahlhilfe für smarte Heizsysteme	31
5.1	Kriterium Gebäude	31
5.2	Kriterium Kosten-Nutzen	32
5.3	Entscheidungshilfe für die Systemauswahl	34
6	Schlussfolgerungen und Fazit	35
6.1	Schlussfolgerungen	35
6.2	Fazit	36
7	Anhang	38
7.1	Publikationen / Literatur	38
7.2	Bewertete / nicht bewertete smarte Heizsysteme	39
7.3	Bewertung der untersuchten smarten Heizsysteme	40
7.3.1	Nicht netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat	40
7.3.2	Netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat	51
7.3.3	Smarte Heizungsregler	59

1 Zusammenfassung

Der vorliegende technische Bericht «Bewertung smarter Heizsysteme» dokumentiert Hintergrundinformationen und Bewertungsergebnisse, welche im Rahmen des Projektes «Leitfaden Smart Heizen» erhoben wurden. Er richtet sich an ein Fachpublikum. Gleichzeitig bildet der Bericht die relevante inhaltliche Grundlage für den Ratgeber «Smart heizen – so optimieren Sie Ihr Heizsystem», die sich primär an Hauseigentümer, Stockwerkeigentümer und Mieter richtet. Das Projekt wurde durch Energie Zukunft Schweiz im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) umgesetzt.

Im Zentrum des Berichts steht die Beschreibung und Bewertung von ausgewählten smarten Heizsystemen. Smarte Heizsysteme sind Systeme, die Bewohner/innen und Nutzer/innen von Gebäuden dabei unterstützen, Energie einzusparen – ohne Komforteinbusse. Bewohner/innen und Nutzer/innen programmieren ihre Wärme-Bedürfnisse in den Einstellungen der smarten Heizsysteme. Diese regeln die Heizung oder Radiatoren nach den programmierten Bedürfnissen. Zusätzlich können gewisse Systeme auf externe Einflüsse wie Wetterprognose, offenstehendes Fenster oder Anwesenheit der Bewohnerinnen und Bewohner reagieren und per App ferngesteuert werden. Dadurch wird die Wärme dann bereitgestellt, wenn sie tatsächlich gebraucht wird.

Auswahl und Bewertung von smarten Heizsystemen

Smarte Heizsysteme werden grundsätzlich in die Kategorien «Raumtemperaturregler» und «Heizungsregler» eingeteilt. Bei den Raumtemperaturreglern wird zwischen «nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten», «netzfähigen Heizkörperthermostaten» und «Bodenheizungsthermostaten» unterschieden. Gemäss den von uns definierten Auswahlkriterien muss bei einem smarten Raumtemperaturregler die Raumtemperatur elektronisch voreinstellbar sein und ein Zeitprogramm eingestellt werden können. Rein mechanische Heizkörperthermostate fallen aus der Auswahl. Bei smarten Heizungsreglern muss ein Fernzugriff zur Temperaturabsenkung möglich sein und die Raumtemperatur dem Nutzerverhalten angepasst werden.

Für die Bewertung der smarten Heizsysteme wurde eine Liste von Kriterien definiert. Diese beinhaltet unter anderem die technischen Angaben der Hersteller und den Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln. Der Stromverbrauch der batteriebetriebenen Heizkörperthermostate wurde gemessen und die Erfahrungen mit der Installation und der Handhabbarkeit der getesteten Geräte beschrieben.

Anhand der Auswahlkriterien wurden 12 smarte Heizsysteme aus der Kategorie «Raumtemperaturregler» (zehn smarte Heizkörperthermostate und zwei smarte Bodenheizungsthermostate) und sechs Systeme der Kategorie «smarte Heizungsregler» ausgewählt, beschrieben und bewertet.

Die zehn ausgewählten smarten Heizkörperthermostate wurden nacheinander im gleichen Büroraum zu Testzwecken installiert und die resultierenden Temperaturen

(Raumtemperatur, Vorlauftemperatur am Heizkörper) gemessen. Ein System des Typs «Heizungsregler» wurde zu Testzwecken in einem Einfamilienhaus installiert. Die Testergebnisse zu den einzelnen geprüften Systemen inkl. Zusammenstellung der technischen Daten sind im Anhang dieses Berichts zu finden. Eine Auswahl aus den untersuchten Systemen ist ab Mitte 2018 auf der Website www.topten.ch aufgelistet.

Für den vorliegenden Bericht wurden im Weiteren allgemeine Hinweise und Tipps zu Funktionsweise, Installation und Betrieb von smarten Heizsystemen erarbeitet. Auch wird das Einsparpotential von smarten Heizsystemen diskutiert. Und schliesslich enthält der Bericht eine Auswahl- und Entscheidungshilfe für Besitzer/innen und Nutzer/innen von Gebäuden, die sich für ein smartes Heizsystem interessieren.

Schlussfolgerungen und Fazit

Unsere Tests und Bewertungen haben gezeigt, dass einige der verfügbaren smarten Heizsysteme gut durchdacht sind und - bei richtiger Installation und regelmässiger Wartung - eine relevante Einsparung von Heizenergie bewirken können. Einige Systeme haben Verbesserungspotential betreffend Information und Optimierung von Regelungskonflikten, bei der Beschreibung der Batteriewartung, der Anzeige des Batteriestandes, den Zeitprogramm-Einstellungen oder bei der Kommunikationsfähigkeit.

Ganz allgemein ist für einen korrekten Betrieb der smarten Heizsysteme eine korrekte Installation der Thermostate, der Abgleich der Zeitprogramme von Heizkessel und Thermostaten und eine regelmässige Überprüfung des Ladezustands der Batterien wichtig. Für die erfolgreiche Installation und den längerfristig funktionierenden Betrieb ist also eine Grundmotivation der Nutzer/innen für energieeffizientes Verhalten notwendig. Ideal ist auch eine gewisse Technikaffinität, da die korrekte Nutzung bzw. das Funktionieren von smarten Heizsystemen mit einem Zusatzaufwand, teilweise technischer Art, verbunden ist. Dies erachten wir für den längerfristig funktionierenden Betrieb von smarten Heizsystemen, gerade bei technisch mässig motivierten Nutzern/innen, als Hindernis und deshalb problematisch.

Im Weiteren hat unsere Analyse gezeigt, dass nicht netzfähige Heizkörperthermostate in der Regel weniger technische Installationsprobleme verursachen als netzfähige Heizkörperthermostate und Heizungsregler. Wir empfehlen deshalb, die Installation von smarten netzfähigen Heizkörperthermostaten und Heizungsreglern immer durch eine Fachperson vornehmen zu lassen.

Die in diesem Bericht diskutierten Regelungskonflikte, welche bei ungenügender Abstimmung unterschiedlicher Zeitprogramme oder bei ungenügender Abstimmung zwischen Raum- und Heizkörperthermostaten entstehen können, sollten zukünftig in den Anleitungen der Hersteller besser beschrieben werden.

Basierend auf unseren Erfahrungen aus diesem Projekt und Resultaten von Studien von Dritten gehen wir aber nichtsdestotrotz davon aus, dass mit der Anwendung von smarten Heizsystemen bei korrekter Funktion zwischen 8% und 20% Heizenergie eingespart werden kann.

1 Résumé

Le présent rapport technique « Évaluation des systèmes de chauffage intelligents » documente les informations générales et les résultats des évaluations qui ont été recueillis dans le cadre du projet « Guide Le chauffage intelligent ». Il s'adresse à un public spécialisé. Le rapport constitue également la base du guide « Le chauffage intelligent – Optimisez votre système de chauffage », destiné principalement aux propriétaires, copropriétaires et locataires. Le projet a été mis en œuvre par Energie Zukunft Schweiz sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

Le rapport est axé sur la description et l'évaluation d'une sélection de systèmes de chauffage intelligents. Les systèmes de chauffage intelligents sont des systèmes qui aident les résidents et les utilisateurs de bâtiments à réduire leur consommation d'énergie sans perte de confort. Les résidents et les utilisateurs programment leurs besoins en chaleur dans les réglages des systèmes de chauffage intelligents, qui règlent le chauffage ou les radiateurs en fonction de ces besoins. Certains systèmes peuvent en outre réagir aux facteurs extérieurs, tels que les prévisions météorologiques, les fenêtres ouvertes ou la présence des occupants, et être pilotés à distance au moyen d'une application. La chaleur est ainsi produite quand les utilisateurs en ont vraiment besoin.

Sélection et évaluation des systèmes de chauffage intelligents

D'une manière générale, les systèmes de chauffage intelligents sont classés dans les catégories « Régulateurs de la température ambiante » et « Régulateurs de chauffage ». Les régulateurs de la température ambiante sont eux-mêmes subdivisés dans les catégories « Robinets thermostatiques non connectables », « Robinets thermostatiques connectables » et « Thermostats pour chauffage par le sol ». Selon les critères de sélection que nous avons définis, un régulateur de la température ambiante intelligent doit permettre de prérégler la température ambiante par voie électronique et de configurer une programmation. Les robinets thermostatiques purement mécaniques n'ont pas été retenus dans notre sélection. Dans le cas des régulateurs de chauffage intelligents, il doit être possible d'abaisser la température à distance et la température ambiante doit être ajustée en fonction du comportement de consommation des utilisateurs.

Pour évaluer les systèmes de chauffage intelligents, nous avons établi une liste de critères. Les critères comprennent notamment les informations techniques des fabricants et le prix par appareil pour régler un radiateur. Nous avons mesuré la consommation électrique des robinets thermostatiques sur piles et décrit les expériences observées lors de l'installation et de l'utilisation des appareils testés.

Sur la base des critères de sélection, 12 systèmes de chauffage intelligents de la catégorie « Régulateurs de la température ambiante » (dix robinets thermostatiques intelligents et deux thermostats pour chauffage par le sol) et six systèmes de la catégorie « Régulateurs de chauffage intelligents » ont été sélectionnés, décrits et évalués.

Les dix robinets thermostatiques intelligents sélectionnés ont été installés successivement dans le même espace de bureau à des fins de test et les températures obtenues (température ambiante, température d'entrée du radiateur) ont été mesurées. Un système du type « Régulateur de chauffage » a été installé dans une maison individuelle pour essai. Les résultats des essais des différents systèmes testés, incluant la synthèse des données techniques, sont présentés en annexe du rapport. Une sélection des systèmes étudiés sera disponible sur le site Web www.topten.ch dans le courant 2018.

Dans le cadre du présent rapport, nous proposons en outre des remarques générales et des conseils sur le fonctionnement, l'installation et l'utilisation des systèmes de chauffage intelligents. Le potentiel d'économie qu'offrent les systèmes de chauffage intelligents est également examiné. Enfin, le rapport propose une aide à la décision lors du choix d'un système de chauffage intelligent, pour les propriétaires et résidents.

Conclusions et bilan

Nos tests et évaluations montrent que certains des systèmes de chauffage intelligents disponibles sur le marché sont bien conçus et, si l'installation est correctement effectuée et un entretien régulier est réalisé, peuvent entraîner une baisse intéressante de la consommation d'énergie de chauffage. Pour certains systèmes, il existe une marge de progression concernant les informations relatives aux conflits de réglage et leur optimisation, la description de l'entretien des piles, la notification de l'état de charge des piles, les réglages des programmations ou les capacités de communication.

D'une manière générale, le bon fonctionnement des systèmes de chauffage intelligents requiert une installation correcte des robinets thermostatiques, une coordination entre les programmations de la chaudière et des robinets thermostatiques, ainsi qu'un contrôle régulier de la charge des piles. Afin de garantir le succès de l'installation et de l'utilisation à long terme, les utilisateurs doivent donc être motivés pour adopter un comportement favorable à l'efficacité énergétique. Idéalement, il faut aussi une certaine prédilection pour la technique, car l'utilisation correcte et le fonctionnement d'un système de chauffage intelligent demandent des efforts supplémentaires, qui peuvent être de nature technique. Dans une perspective à long terme, nous considérons que cela peut constituer un obstacle et donc être problématique, en particulier pour les utilisateurs techniquement peu versés.

Par ailleurs, notre analyse a montré que les robinets thermostatiques non connectables entraînent généralement moins de problèmes techniques lors de l'installation que les robinets thermostatiques connectables et les régulateurs de chauffage. C'est pourquoi nous recommandons que l'installation des robinets thermostatiques connectables intelligents et des régulateurs de chauffage soit toujours confiée à un professionnel.

Les conflits de réglage évoqués dans le rapport, qui peuvent apparaître en cas de mauvaise coordination entre les différentes programmations ou entre les thermostats

d'ambiance et les robinets thermostatiques, devront à l'avenir être mieux décrits dans les notices des fabricants.

D'après les expériences que nous avons tirées de ce projet et les résultats d'études de tierces parties, nous estimons néanmoins que les systèmes de chauffage intelligents, s'ils sont correctement utilisés, peuvent entraîner une réduction de 8 % à 20 % de la consommation d'énergie de chauffage.

1 Sintesi

La presente relazione tecnica «Valutazione dei sistemi di riscaldamento smart» documenta i dati di base e i risultati della valutazione raccolti nell'ambito del progetto «Linee guida per il riscaldamento intelligente». Questa relazione è rivolta a un pubblico specialistico, ma costituisce al contempo la base dei contenuti della guida «Riscaldamento intelligente. Come ottimizzare il proprio sistema di riscaldamento», destinata principalmente a proprietari di case, comproprietari di piani e locatari. Il progetto è stato svolto da Energie Zukunft Schweiz, su incarico dell'Ufficio federale dell'energia (UFE).

La relazione è incentrata sulla descrizione e la valutazione di determinati sistemi di riscaldamento smart. I sistemi di riscaldamento smart sono sistemi che aiutano gli abitanti o gli utenti di edifici a risparmiare energia mantenendo lo stesso livello di comfort. Gli abitanti e gli utenti programmano il calore richiesto tramite le impostazioni del sistema di riscaldamento smart, che regola quindi il riscaldamento o i radiatori in base a tali esigenze. Alcuni sistemi sono anche in grado di reagire a fattori esterni come previsioni meteorologiche, finestre aperte o presenza di persone e possono essere comandati a distanza tramite app. Il riscaldamento viene quindi regolato in base alle effettive esigenze.

Scelta e valutazione dei sistemi di riscaldamento smart

In linea di massima, i sistemi di riscaldamento smart sono suddivisi nelle categorie «regolatori della temperatura ambiente» e «regolatori del riscaldamento». Tra i regolatori della temperatura ambiente si distingue tra «termostati smart per radiatori senza funzionalità di rete», «termostati smart per radiatori con funzionalità di rete» e «termostati per riscaldamento a pavimento». In base ai criteri di selezione da noi definiti, i regolatori smart della temperatura ambiente devono consentire l'impostazione elettronica della temperatura e la definizione di un programma orario. I termostati meccanici per radiatori sono esclusi dalla selezione. I regolatori di riscaldamento smart devono consentire l'accesso a distanza per abbassare la temperatura e l'adattamento della temperatura ambiente in base al comportamento degli utenti.

Per la valutazione dei sistemi di riscaldamento smart è stato definito un elenco di criteri che include i dati tecnici dei produttori e il prezzo di ciascun apparecchio per la regolazione di un radiatore. È stato misurato il consumo di corrente dei termostati per radiatori a batteria e sono state descritte le esperienze con l'installazione e la facilità d'uso dei dispositivi testati.

Sulla base dei criteri di selezione, sono stati selezionati, descritti e valutati 12 sistemi di riscaldamento smart nella categoria «regolatori della temperatura ambiente» (dieci termostati smart per radiatori e due termostati smart per riscaldamento a pavimento) e sei sistemi della categoria «regolatori di riscaldamento smart».

Per eseguire il test, i dieci termostati smart per radiatori selezionati sono stati installati in successione nello stesso ufficio e si è quindi proceduto a misurare le temperature risultanti (temperatura ambiente, temperatura di mandata sul radiatore). Un sistema del

tipo «regolatore del riscaldamento» è stato installato in una casa unifamiliare a scopo di prova. I risultati dei singoli sistemi testati e la raccolta dei dati tecnici sono allegati alla presente relazione. Una selezione dei sistemi analizzati sarà disponibile sul sito www.topten.ch a partire dalla metà di maggio 2018.

Per la presente relazione sono inoltre state elaborate indicazioni e raccomandazioni generali sul funzionamento, l'installazione e l'utilizzo dei sistemi di riscaldamento smart. Viene trattato anche il potenziale di risparmio dei sistemi di riscaldamento smart. Infine, la relazione include una guida alla scelta rivolta ai proprietari e agli utenti di edifici interessati a un sistema di riscaldamento smart.

Conclusioni

I nostri test e le nostre valutazioni hanno illustrato che alcuni dei sistemi di riscaldamento smart disponibili hanno una buona progettazione e, se installati correttamente e sottoposti a una manutenzione regolare, consentono un risparmio energetico significativo. Alcuni sistemi presentano un potenziale di miglioramento per quanto riguarda informazione e ottimizzazione dei conflitti nella regolazione, descrizione della manutenzione delle batterie, visualizzazione dello stato della batteria, impostazione del programma orario o capacità di comunicazione.

In generale, per un corretto funzionamento dei sistemi di riscaldamento smart è importante installare correttamente i termostati, coordinare i programmi orari di caldaia e termostati e verificare regolarmente lo stato di carica delle batterie. Ai fini di un'installazione corretta e di un buon funzionamento a lungo termine è quindi necessario che gli utenti siano motivati ad attuare comportamenti in linea con l'efficienza energetica. È anche importante una certa affinità tecnica, in quanto l'utilizzo e il funzionamento corretto dei sistemi di riscaldamento smart richiedono un impegno aggiuntivo, in parte di carattere tecnico. Questo aspetto può essere un ostacolo per gli utenti con un limitato interesse in campo tecnico e può quindi rappresentare un problema ai fini del corretto funzionamento a lungo termine dei sistemi di riscaldamento smart.

La nostra analisi ha inoltre evidenziato che, in genere, i termostati smart per radiatori senza funzionalità di rete causano meno problemi tecnici durante l'installazione rispetto ai termostati smart per radiatori con funzionalità di rete e ai regolatori del riscaldamento. Consigliamo quindi di rivolgersi sempre a uno specialista per l'installazione dei termostati smart per radiatori con funzionalità di rete e dei regolatori del riscaldamento.

In futuro, i manuali dei produttori dovrebbero descrivere meglio i possibili conflitti di regolazione discussi nella presente relazione, derivanti in particolare da un insufficiente coordinamento tra diversi programmi orari o tra i termostati per l'ambiente e per i radiatori.

In base alle esperienze di questo progetto e ai risultati di studi di terze parti riteniamo comunque che, se correttamente funzionanti, i sistemi di riscaldamento smart consentono un risparmio energetico tra l'8% e il 20%.

2 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Um die Ziele der Energiestrategie 2050 zu erreichen, spielt der Gebäudepark mit heute etwa 46% Anteil am schweizerischen Energieverbrauch eine Schlüsselrolle.

Zur energetischen Optimierung von Gebäuden gibt es grundsätzlich drei verschiedene Ansätze:

- Optimierung Gebäudehülle (z.B. mit Fassadendämmung)
- Optimierung Haustechnik (z.B. mit effizientem Heizsystem)
- Betriebsoptimierung der Haustechnik (z.B. mit optimaler Regelung der Heizung).

Für die dritte Variante, die optimierte Regelung von Heizsystemen, gibt es diverse Ansätze und Tools, wie smarte Heizkörperthermostate oder smarte Heizungsregler. Durch die Möglichkeit der Anbindung dieser Systeme an das Internet entstand ein vielseitiges Angebot auf dem Markt, welches wir unter dem Begriff «Smart Heizen» zusammenfassen. Für den Verbraucher und die Verbraucherin ist es schwierig, sich eine Gesamtübersicht über die diversen Systeme, deren Nutzen, Einsetzbarkeit sowie Vor- und Nachteile zu verschaffen. Als Antwort auf diese fehlende Gesamtübersicht wurde das Projekt «Leitfaden Smart Heizen» lanciert und von EnergieSchweiz im Rahmen der Projektausschreibungen Gebäude 2017 gutgeheissen und finanziell unterstützt.

Ziel des Projektes «Leitfaden Smart Heizen» ist es, eine einfach verständliche und anschaulich gelayoutete Broschüre über smarte Heizsysteme zu erstellen. Darin soll aufgezeigt werden, wie der Betrieb der Haustechnik auf ökonomische und ökologisch intelligente Art optimiert werden kann. Auch sollen der Nutzen und die Anwendungsbereiche der verschiedenen smarten Systeme beschrieben werden. Zielpublikum sind in erster Linie Hauseigentümer/innen, Stockwerkeigentümer/innen und Mieter/innen, aber auch Installateure und Fachpersonen.

Als Grundlage für den «Leitfaden Smart Heizen» wurde der vorliegende Technische Bericht «Bewertung smarter Heizsysteme» erstellt, der die Analyseresultate und Hintergrundinformationen dokumentiert. Der Technische Bericht enthält alle notwendigen Informationen, um die Bewertungen und Empfehlungen im publizierten Leitfaden nachvollziehen zu können. Er richtet sich in erster Linie an ein Fachpublikum.

3 Einführung ins Thema Smart Heizen

In den letzten Jahren wurden zahlreiche smarte Thermostate und smarte Heizungsregler entwickelt und auf den Markt gebracht. «Smart» ist in aller Munde, nicht nur im Bereich der Heizungen. Es werden zahlreiche Erwartungen und Hoffnungen in «Smarte Lösungen» gesetzt.

In den nachfolgenden Kapiteln gehen wir folgenden Fragen nach:

- Was bedeutet «Smart Heizen»?
- Welche smarten Heizsysteme werden unterschieden?
- Wie gross ist das Einsparpotential von smarten Heizsystemen?

3.1 Was bedeutet «Smart Heizen»?

Smarte Heizsysteme sind Systeme, die Bewohner/innen und Nutzer/innen von Gebäuden dabei unterstützen, Energie einzusparen – ohne Komforteinbusse. Bewohner/innen und Nutzer/innen programmieren ihre Wärme-Bedürfnisse in den Einstellungen der smarten Heizsysteme. Diese regeln die Heizung oder die Radiatoren dann nach diesen Bedürfnissen. Zusätzlich können gewisse Systeme auf externe Einflüsse wie Wetterprognose, offenstehendes Fenster oder Anwesenheit der Bewohnerinnen und Bewohner reagieren und per App ferngesteuert werden. Dadurch wird die Wärme dann bereitgestellt, wenn sie tatsächlich gebraucht wird.

Bei den herkömmlichen Heizungsregelungen werden grundsätzlich zwei Ansätze unterschieden: Die raumtemperaturgeführte Regelung und die aussentemperaturgeführte Regelung.

Bei der *raumtemperaturgeführten Regelung* wird die Temperatur aller Wohnräume über einen Führungs- bzw. Referenzraum an den Sollwert angepasst. Dies bedeutet, dass es in allen Räumen gleich warm ist. Individuelle Zeitprogramme für einzelne Räume sind nicht möglich. Ein smarter Raumtemperaturregler hingegen lässt Zeitprogramme für einzelne Räume zu und steuert entsprechend die Heizkörper oder die Fussbodenheizung. Er erkennt auch, ob ein Fenster geöffnet ist, und gewisse Geräte können über das Internet aus der Ferne eingestellt werden. Einige Geräte können zudem erkennen, ob jemand zu Hause ist und entsprechend bei Abwesenheit die Raumtemperatur absenken.

Am häufigsten werden *Heizungen über die Aussentemperatur geregelt*. Der grosse Nachteil dieser Regelungsart ist, dass bei Aussentemperaturschwankungen die Vorlauftemperatur nahezu linear angepasst wird. Dies kann kurzfristig zu hohen oder zu tiefen Innenraumtemperaturen führen, da bei Wetterwechsel die Temperaturträgheit des Gebäudes oder auch das Nutzerverhalten nicht berücksichtigt werden. Smarte Heizungsregler hingegen können das Verhalten bzw. die Reaktionszeit des Gebäudes auf Temperaturveränderungen z.B. bei wechselndem Wetter erlernen und auch das

individuelle Nutzerverhalten berücksichtigen. Basierend darauf passen sie die Raumtemperatur proaktiv an. Sogenannte «prädiktive Regler» erlernen nicht nur das Temperaturverhalten des Gebäudes, sie binden auch die Wettervorhersage für die richtige Einstellung der Raumtemperatur ein und können zum Teil über die Smartphones der Bewohner/innen deren An- oder Abwesenheit erkennen, um dann die Raumtemperatur automatisch anzupassen.

3.2 Welche Systeme werden unterschieden?

Bei den smarten Heizsystemen wird grundsätzlich nach smarten Heizkörperthermostaten (nicht netzfähige sowie netzfähige), smarten Bodenheizungsthermostaten sowie smarten Heizungsreglern unterschieden. Diese verschiedenen Varianten werden nachfolgend beschrieben.

3.2.1 Nicht netzfähige Heizkörperthermostate

Smarte Heizkörperthermostate werden anstelle der herkömmlichen Heizkörperthermostate installiert. Sie ermöglichen die Einstellung eines Zeitprogramms für «ihren» Raum und erkennen Temperatureinbrüche durch Lüften. Die meisten der heute auf dem Markt verfügbaren Geräte sind batteriebetrieben.

Die nicht netzfähigen Heizkörperthermostate werden entweder direkt am Thermostaten bedient oder über eine Smartphone-App, die via Bluetooth-Schnittstelle mit dem Thermostaten verbunden ist. Nicht netzfähige Heizkörperthermostaten leisten die einfachste, kostengünstigste und doch smarte Optimierung der Temperaturregelung in einzelnen Räumen.

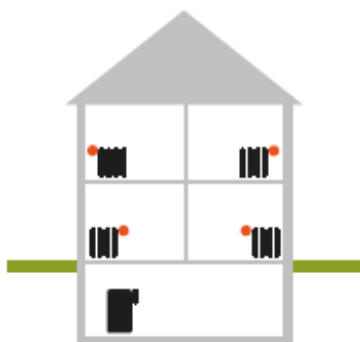


Abbildung 1: Installationsaufbau von nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten: Jeder Heizkörper ist mit einem Heizkörperthermostaten ausgerüstet. Die Thermostaten sind nicht vernetzt. Grafik: EZS/Sinnform



Abbildung 2: Beispiel-Bild eines nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten der Firma eQ-3 (Bild-Quelle: eQ-3)

Bei nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten gibt es bei der Installation und dem Betrieb verschiedene Punkte zu beachten. Diese werden nachfolgend beschrieben:

Bei nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten muss darauf geachtet werden, dass es im Betrieb zu keinen Regelungskonflikten kommt. Dies kann beispielsweise passieren, wenn sich, wie in Abbildung 3 dargestellt, in einem Raum mehrere Heizkörperthermostate mit unterschiedlichen Solltemperaturen und/oder Zeitprogrammen befinden. Um dies zu verhindern, vernetzen einige Hersteller die einzelnen Thermostate über eine Bluetooth-fähige App, welche nur Zeitprogramme für einzelne Räume zulässt, nicht aber für einzelne Heizkörper. Ein Regelungskonflikt kann auch auftreten, wenn am Heizkessel oder an der Wärmepumpe ein anderes Zeitprogramm als an den Heizkörperthermostaten eingestellt ist.

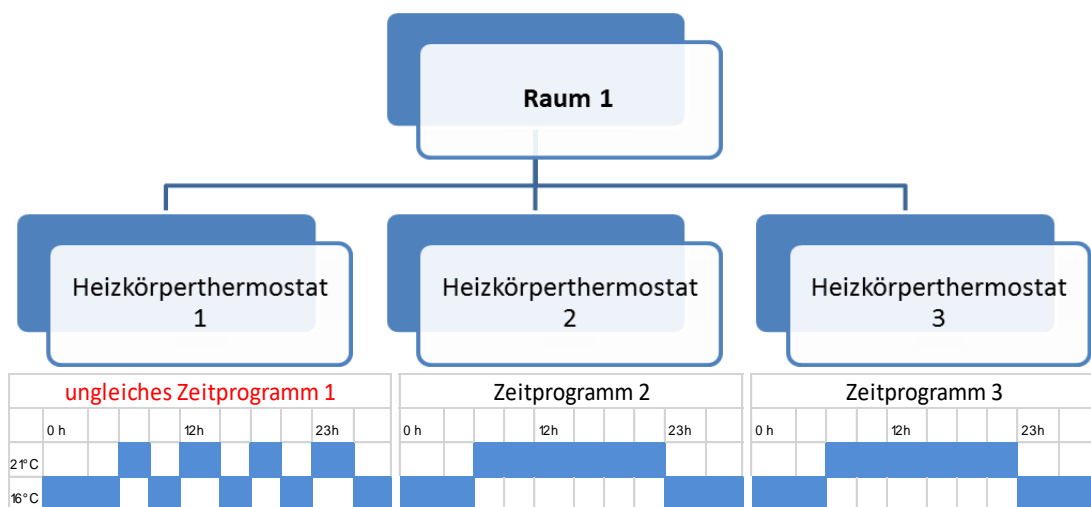


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines Regelungskonfliktes bei nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten in einem Raum (ungleiche Zeitprogramme)

Die meisten der heute auf dem Markt verfügbaren smarten Heizkörperthermostate sind batteriebetrieben, was aus verschiedenen Gründen zu Problemen führen kann. Einerseits hat dies zur Folge, dass die Nutzer/innen alle ein bis drei Jahre die Batterien wechseln müssen. In Wohnungen und Gebäuden mit vielen Räumen und Heizkörpern führt dies zu einer relativ grossen Anzahl benötigter Batterien. Dabei sind die Zugänglichkeit zu den Batterien und der Zeitaufwand für den Batteriewechsel nicht zu unterschätzen, besonders bei Produkten mit hohem Designanspruch.

Zusätzlich stellt sich die Frage, wie die Nutzer/innen erkennen, dass die Batterien leer sind. Nicht netzfähige Heizkörperthermostate geben in der Regel bei schwachem Batteriezustand kein Signal. «Gute» Produkte schliessen das Heizkörperventil, bevor die Batterien restlos leer sind. Wenn die Raumtemperatur absinkt, bemerken die Nutzer/innen den Funktionsausfall. Viele Produkte haben eine LED-Batteriestandanzeige, die aus unserer Sicht jedoch nicht überzeugend informiert, wenn die Batterie leer ist, weil die Anzeige zu klein ist. Bei einigen Produkten bleibt das Ventil in derjenigen Stellung stehen, wo es gerade ist, wenn die Batterie leer wird. Das hat zur Folge, dass das Ventil möglicherweise dauerhaft geöffnet bleibt und die Räume überheizt werden. Eine

nicht mehr aktive Absenkung in der Nacht wird häufig nicht bemerkt, da das System in der Nacht kaum kontrolliert wird.

Ein weiterer Nachteil bei den nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten ist, dass nach jedem Batteriewechsel die Einstellungen und das Zeitprogramm an jedem Thermostaten neu eingestellt werden müssen. Dies ist ein Hindernis für den langfristig richtigen Betrieb der smarten Heizkörperthermostate.

Neben der Wartung der Batterien ist auch die korrekte Installation der Heizkörperthermostate wichtig für den einwandfreien Betrieb.

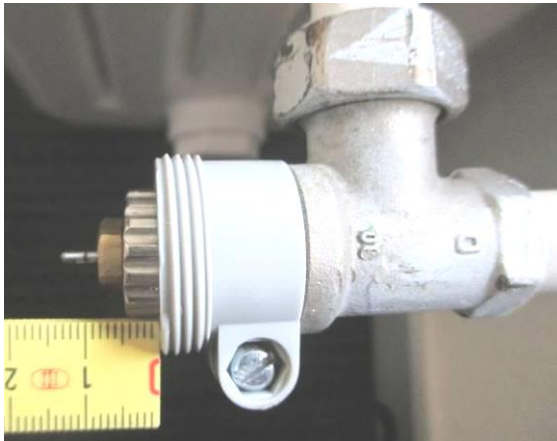


Abbildung 4: Korrekte Installation des Adapters auf einem Heizkörperventil Typ RA. Bild: EZS/B. Sitzmann

Heizkörperthermostate, die direkt auf das Ventil des Typs RA passen (z.B. Danfoss Link, Devolo), müssen im offenen Zustand bis zum Anschlag angedrückt und dann mit einem Innensechskant-Schlüssel befestigt werden. Für die Montage der Heizkörperthermostate wird in der Regel ein Kunststoffadapter gemäss Abbildung 5 mitgeliefert. Besonders bei der Montage des Adapters für das Heizkörperventil Typ RA ist darauf zu achten, dass der Ventilstößel 13mm über den Kunststoffadapter übersteht, wie in Abbildung 4 dargestellt. Eine Fehlfunktion ist nur schwer zu erkennen, da die elektronischen Thermostate nicht anzeigen, ob das Ventil offen oder geschlossen ist.

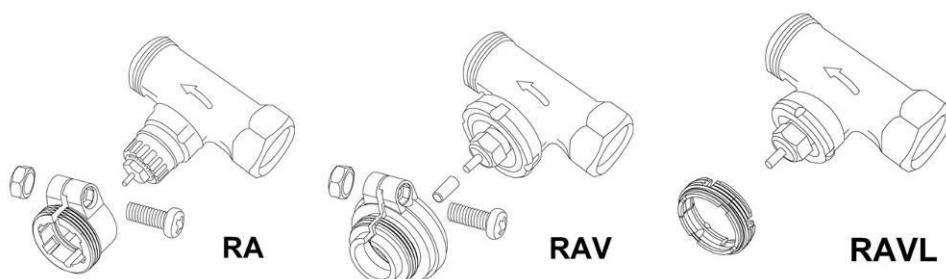


Abbildung 5: Adaptertypen für die Installation der smarten Heizkörperthermostate (Quelle: Danfoss)

3.2.2 Netzfähige Heizkörperthermostate

Netzfähige Heizkörperthermostate verfügen über dieselben Funktionalitäten wie nicht netzfähige. Zusätzlich sind sie über eine zentrale Basiseinheit, die über Funk mit den Heizkörperthermostaten kommuniziert, mit dem Internet verbunden. So kann die Temperatur einzelner Räume auch aus der Ferne, d.h. von allen Orten mit Internetzugang, verändert werden. Bei einigen Produkten wird über das Smartphone der Bewohner/innen deren An- oder Abwesenheit erkannt und die Raumtemperatur entsprechend geregelt. Dies funktioniert natürlich nur, solange alle Bewohnerinnen und Bewohner immer mit dem Smartphone ein- und ausgehen.

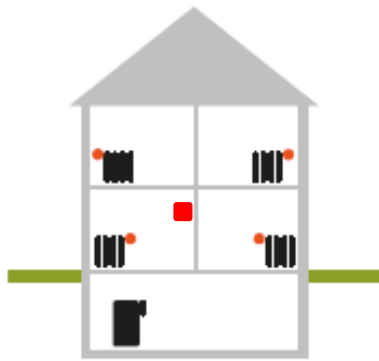


Abbildung 6: Installationsaufbau von netzfähigen Heizkörperthermostaten: Jeder Heizkörper ist mit einem Heizkörperthermostaten ausgerüstet. Diese sind über eine zentrale Basiseinheit miteinander verbunden. Grafik: EZS/Sinnform



Abbildung 7: Beispiel-Bild eines netzfähigen Heizkörperthermostaten mit Basisstation der Firma eQ3 (Bild-Quelle: eQ3)

Nachfolgende Darstellung zeigt eine mögliche Installation netzfähiger Heizkörperthermostate mit Basiseinheit (Basisgerät). Die einzelnen Heizkörperthermostate sind nicht direkt mit dem Internet verbunden, sondern über eine Funkverbindung mit dem Basisgerät vernetzt, welches als einziges internetfähig ist. Grund für diese Anordnung ist, dass eine WLAN-Verbindung mehr Strom braucht als eine 868 MHz-Funkverbindung. Wären die Heizkörperthermostate direkt mit dem Internet verbunden, wäre die Lebensdauer der Batterien deutlich kürzer.

Im Weiteren gelten für netzfähigen Heizkörperthermostate die gleichen Hinweise betreffend Batteriebetrieb und Installation wie in Kapitel 3.2.1 zu den nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten beschrieben.

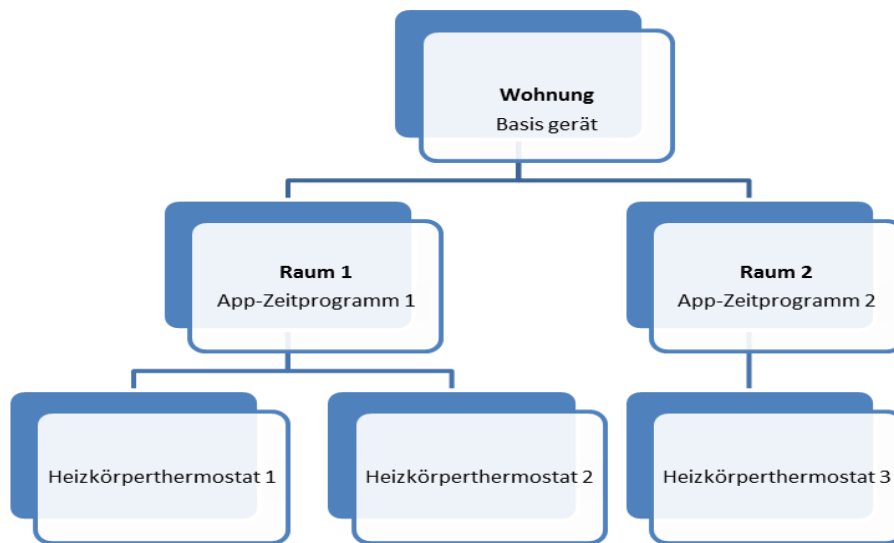


Abbildung 8: Schematische Darstellung einer Installation netzfähiger Heizkörperthermostate

Bei der Installation mehrerer Heizkörperthermostate im selben Raum ist es zudem wichtig, dass die Heizkörperthermostate gruppiert werden. Das Zeitprogramm sollte nur für ganze Räume vergeben werden können und nicht für einzelne Heizkörper im gleichen Raum, da sonst ähnliche Regelungskonflikte wie bei nicht netzfähigen Systemen auftreten können.

Einige Hersteller bieten im Starter-Paket – neben dem Basisgerät und den Heizkörperthermostaten – auch einen Raumthermostat an. Der Raumthermostat soll eine konstante Raumtemperatur garantieren, indem er die Temperatur im Raum misst und nicht die Temperatur direkt neben dem Heizkörper (wie der Heizkörperthermostat). Die Einstellbarkeit der Raumtemperatur an zwei verschiedenen Orten kann bei den Nutzern/innen aber zu Verwirrung führen, nicht alle Produkte sind diesbezüglich bei den Einstellmöglichkeiten in der App verständlich aufgebaut.

3.2.3 Bodenheizungsthermostate

Für die Fernsteuerung von Fussbodenheizungen bieten Hersteller von Verteilsystemen von Fussbodenheizungen bereits heute smarte Erweiterungsmöglichkeiten an.

Fussbodenheizungen reagieren langsamer auf veränderte Temperaturbedürfnisse als Heizkörper. Gegenüber der Steuerung von Heizkörpern ist deshalb für den Einsatz von smarten Heizsystemen bei der Fußbodenheizung mehr Fach- und Regelungswissen notwendig. Kurze Temperaturabsenkungen aufgrund von Fensterlüften ist wegen der Trägheit der Bodenheizung nicht sinnvoll. Das smarte Heizsystem sollte die Heizcharakteristik des Gebäudes kennen/selbst erlernen und somit abschätzen können, wie weit die Temperatur an einem typischen Tag im Winter abgesenkt werden darf, um sie

später wieder rechtzeitig, ohne übermässigen Energieeinsatz, auf Wohlfühlniveau hochzufahren.

3.2.4 Smarte Heizungsregler

Smarte Heizungsregler bieten die Möglichkeit, eine Heizung bedarfsgerecht, abgestimmt auf Gebäudesubstanz, Nutzerverhalten und aktuelle Wetterbedingungen, zu regeln.

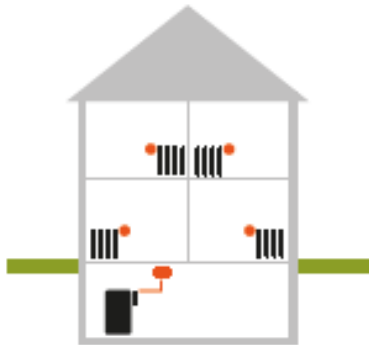


Abbildung 9: Installationsaufbau eines smarten Heizungsreglers: Jeder Heizkörper ist mit einem Heizkörperthermostat ausgerüstet, die über den Heizungsregler miteinander verbunden sind. Der Heizungsregler ist mit dem Internet verbunden und somit ist die Heizung von jedem Ort mit Internetzugang steuerbar. Gewisse smarte Heizungsregler arbeiten zusätzlich mit einem Raumthermostat. Grafik: EZS/Sinnform



Abbildung 10: Beispiel-Bild eines smarten Heizungsreglers der Firma Neurobat (Bild-Quelle: Neurobat AG)

Wie in Kapitel 3.1 beschrieben, nehmen herkömmliche Heizungsregler direkten Einfluss auf die Heizzentrale, entweder mittels raumtemperaturgeführter Regelung oder mittels aussentemperaturgeführten Regelung. Die smarten Heizungsregler überschreiten die Grenze zwischen der Wärmebereitstellung via Heizkörper oder Fussbodenheizung und der Wärmeerzeugung in der Heizung. Ein smarter Heizungsregler im EFH (Einfamilienhaus) bietet die Möglichkeit, den Heizkessel bzw. die Wärmepumpe über die einzelnen Raumtemperaturen zu regeln und kann das Temperaturverhalten des Gebäudes in einer Aufheiz- bzw. Abkühlphase erlernen. Das macht besonders dann Sinn, wenn die Raumtemperatur wetterbedingt starke Schwankungen aufweist, z.B. bei einer grossen, nach Süden orientierten Fensterfront bei gleichzeitig schlechter Dämmung oder bei einer trägen Fussbodenheizung.

Wird eine Wärmepumpe mit einem smarten Heizungsregler betrieben, kann durch eine optimierte Vorlauftemperatur zusätzlich Energie über die verbesserte Effizienz der Wärmepumpe eingespart werden. Diese «doppelte» Optimierung ist bei einem Gas- oder Ölkessel deutlich weniger ausgeprägt. Eine Absenkung erreicht dagegen nur bedingt eine Energieeinsparung. Sie sollte aber mit den Niedertarif-Zeiten abgestimmt sein.

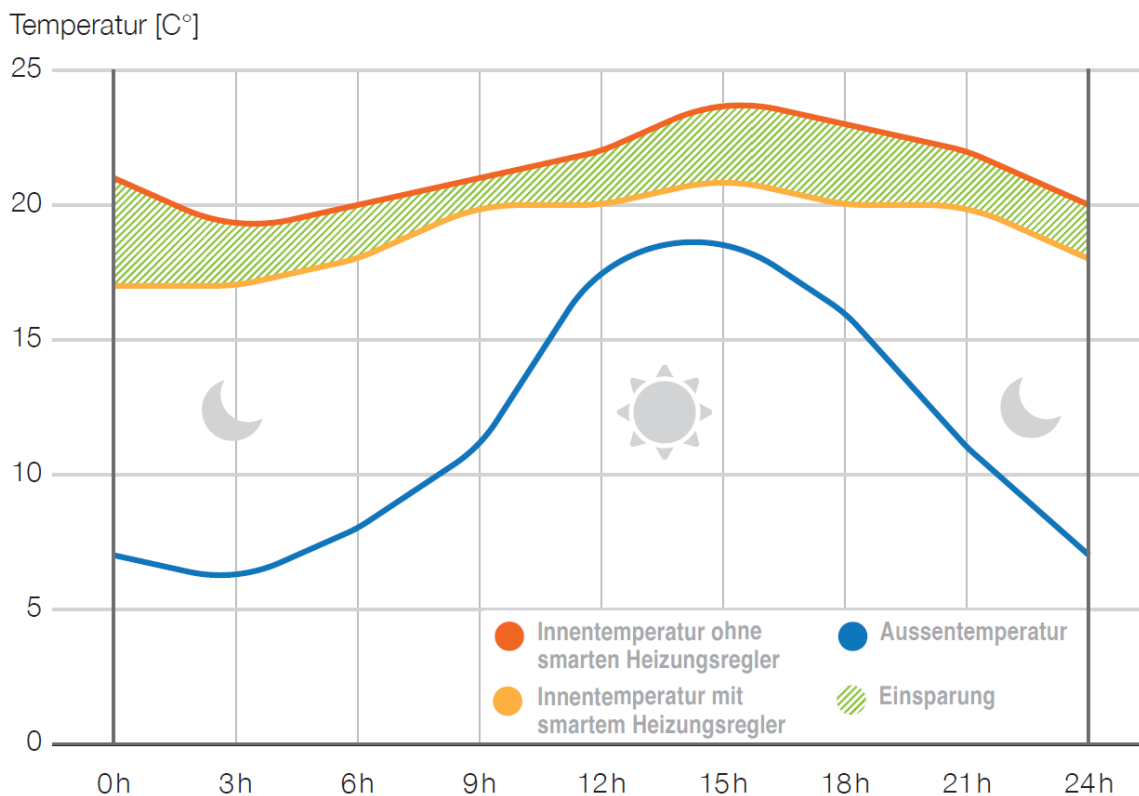


Abbildung 11: Temperaturverlauf in einem Gebäude mit smartem Heizungsregler im Vergleich zum Temperaturverlauf in einem Gebäude mit herkömmlichem Heizungsregler. Gewünschte Solltemperaturen der Nutzer/innen im Gebäude mit smartem Heizungsregler: tagsüber 9.00 – 21.00 Uhr 20°C, in der Nacht mind. 17°C. Grafik: EZS

Abbildung 11 zeigt den Temperaturverlauf in einem Gebäude mit smartem Heizungsregler im Vergleich zu einem herkömmlichen Heizungsregler. Mit dem herkömmlichen Heizungsregler kommt es bei schönem Wetter über die Mittagszeit zu einer leichten Überhitzung des Gebäudes. Dagegen erkennt der smarte Heizungsregler den zukünftigen Wärmeüberschuss vorzeitig, einerseits über die aktuellen Wetterprognosen und andererseits über das erlernte Temperaturverhalten des Gebäudes bei unterschiedlicher Sonneneinstrahlung. Basierend darauf regelt er die Vorlauftemperatur der Heizung so, dass sie der von den Nutzern/innen gewünschten Temperatur entspricht. In der Nacht führt der smarte Heizungsregler eine Absenkung der Raumtemperatur durch, gemäß dem von den Nutzern/innen eingestellten Zeitprogramm.

Analog den smarten Heizkörperthermostaten ist es auch bei den smarten Heizungsreglern wichtig, die einzelnen Komponenten aufeinander abzustimmen, damit keine Regelungskonflikte entstehen. Abbildung 12 zeigt eine mögliche, funktionierende Installation eines smarten Heizungsreglers.

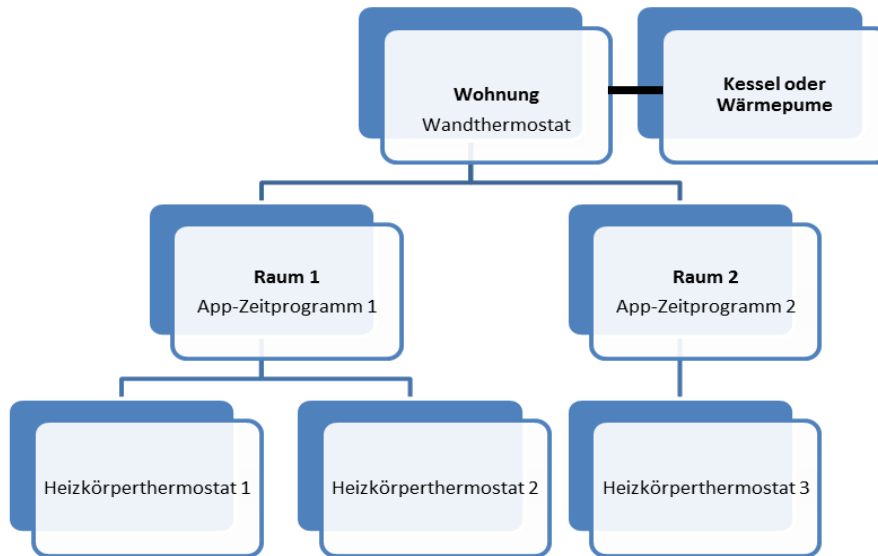


Abbildung 12: Schematische Darstellung einer smarten Heizungsregler-Installation mit vernetzten Heizkörperthermostaten

Wer sein Heizungssystem nur teilweise umrüstet, z.B. mit einem Starter-Paket (ein Heizungsregler, ein Raumthermostat und ein Heizkörperthermostat), hat im Haus oder in der Wohnung mehrere herkömmliche Heizkörperthermostate (noch) nicht ersetzt. Dies kann zu diversen Regelungskonflikten führen, wie bereits weiter oben beschrieben.

Wenn es um smartes Heizen geht, denken viele Personen an smarte Heizungsregler zum Nachrüsten, wie in diesem Bericht beschrieben. Es geht aber auch anders, und zwar mit Lösungen verschiedener Heizungshersteller, die eigene Systeme für die smarte Steuerung der Heizung anbieten. Im Einfamilienhaus kann auf die Anschaffung zusätzlicher elektronischer Heizkörperthermostate verzichtet werden, wenn der Heizungs-Hersteller die Umrüstung des Heizungsreglers ermöglicht. Dies gilt jedoch nur, wenn man seine Heizung lediglich aus der Ferne bedienen sowie keine Zeitprogramme pro Raum einstellen möchte. Vor allem bei Anlagen jüngerer Datums ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass sich die Heizung smart umrüsten lässt. Voraussetzung ist ein Anschluss des Wärmeerzeugers an das Internet – entweder mit Ethernet-Kabel oder mit WLAN. Die Montage übernimmt der Heizungsinstallateur. Eine erste Übersicht, welche Geräte umgerüstet werden können, bieten die meisten Hersteller auf ihrer Internetseite an.

Bei der Installation smarter Heizungsregler wird in der Regel die bestehende Heizkesselsteuerung nachgerüstet. Dabei sind Arbeiten notwendig, die aus Sicherheitsgründen das Trennen der Kesselsteuerung vom 230V-Stromnetz notwendig machen. Die Hersteller preisen in Videos und grafischen Anleitungen die Installation durch die Eigentümer/innen selbst an. Man muss sich dabei bewusst sein, dass es sich um einen Eingriff in ein spannungsführendes Gerät handelt, der nur durch Fachpersonen durchgeführt werden darf.

3.3 Welches Einsparpotential besteht?

Smarte Heizsysteme verfolgen grundsätzlich das Ziel, den Heizungsbetrieb und somit die effiziente Energienutzung zu optimieren, und dies ohne Komforteinbussen. Viele Wohnungs- und Eigenheimbesitzer/innen sind ökologisch motiviert und möchten mit einem smarten Heizsystem einen Beitrag leisten. Ob und wie viel Energie sich mit smarten Heizsystemen sparen lässt, ist nicht ganz einfach zu beantworten. Nachfolgend gehen wir dieser Frage nach.

Der Einfluss des Gebäudetyps

Grundsätzlich spielt die Bauweise des Gebäudes, in welchem ein smartes Heizsystem installiert werden soll, eine wichtige Rolle für die erreichbare Energieeinsparung.



Gebäude, die eher schnell auskühlen, sind mässig massive Gebäude, beispielsweise mit dünnen Betonwänden, und kaum gedämmte Gebäude. Bei diesen Gebäuden sind die Wärmeverluste konstant hoch. Somit lohnen sich bereits kurze Temperaturabsenkungen tagsüber oder in der Nacht, um Energie einzusparen.



Gebäude die eher langsam auskühlen, sind massive Gebäude oder gut gedämmte Gebäude sowie Neubauten. Bei diesen Gebäuden haben kurze Temperaturabsenkungen tagsüber oder in der Nacht kaum eine Wirkung, da die Wärmeverluste niedrig sind. Bei längeren Absenkephasen, z.B. über das Wochenende oder während den Ferien, können smarte Heizsysteme hingegen sinnvoll sein und eine deutliche Energieeinsparung bewirken.

Bei erheblichem Einfluss von Strahlungswärme (z.B. bei grossen Fensterflächen) haben smarte Heizungsregler, die das Temperaturverhalten des Gebäudes lernen und auch die Wetterprognosen in die Heizungsregelung einbeziehen, gegenüber den smarten Heizkörperthermostaten einen Vorteil.

Bestehende Studien zum Einsparpotential

Das Energieeinsparpotential unterliegt je nach Gebäude und eingesetztem smartem Heizsystem starken Schwankungen. In der Literatur findet sich eine relativ breite Bandbreite von Angaben zur möglichen Energieeinsparung. Nachfolgend eine kleine Auswahl:

- In einer Publikation von EnergieSchweiz aus dem Jahr 2016 wird von einer Senkung des Energieverbrauchs mit Hilfe von Thermostatventilen von bis zu 20 Prozent ausgegangen.
(EnergieSchweiz 2016: Heizen mit Köpfchen)
- In einer Broschüre der Energiestadt Horgen steht: «Das elektronische Heizkörperthermostat hat gegenüber herkömmlichen Thermostaten den grossen Vorteil, dass die Raumtemperatur zeitlich gesteuert werden kann. So sparen

Sie mindestens 12% der Heizkosten — Jahr für Jahr.»

(Energistadt Horgen 2014: Winterfest?)

- Im Schlussbericht zur Studie «Heizen nach Mass» der Stadt Zürich schreiben die Autoren: «Je nach Gebäudetyp und Anzahl mitmachender Haushalte ergibt sich durch «Heizen nach Mass» ein Einsparpotential von 0.2 bis 4 Prozent des gesamten Heizenergiebedarfes.»
(AHB 2014: Heizen nach Mass)
- In einer Studie von Energieforschung Stadt Zürich steht: «Bei der Anwendung eines objektspezifisch zusammengestellten BAM-Systems (=Zusammenwirken von Instrumenten aus den Bereichen Technik und Kommunikation) können, aufgrund bestehender Literatur und eigenen Überlegungen, bis zu 15% Energieeinsparungen bei den Verwendungszwecken Wärme für Raumheizung und Wärme für Warmwasser ... erwartet werden.»
Im Weiteren hält diese Studie fest: «Die Verfasser der Studie gehen davon aus, dass technische Instrumente, ohne die Begleitung und Unterstützung durch Kommunikationsinstrumente, nur einen geringen Wirkungsanteil erzielen. Demzufolge ist der grössere Wirkungsanteil den Kommunikationsinstrumenten allein beziehungsweise in Kombination mit technischen Instrumenten zuzuordnen.»
(Energieforschung Stadt Zürich 2016)
- Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik hält in einem Testbericht fest: «Es kann gezeigt werden, dass das untersuchte System (tado°) den Heizenergiebedarf der Wohneinheiten durch intelligentes und selbstständiges Regeln des Wärmereizgerätes um 14% bis 26% reduziert.»
(Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP 2013)
- Die Hochschule Aachen gibt eine sehr breite Spanne für Energieeinsparungen an: «Die Nutzung von Danfoss-Thermostatventilen kann eine Energieeinsparung zwischen 1-46% bringen.»
(Hochschule Aachen 2010)

Zusammenfassende Bemerkungen

Basierend auf unseren Erfahrungen im vorliegenden Projekt und basierend auf den Ergebnissen aus der Literatur gehen wir davon aus, dass das Einsparpotential von smarten Heizsystemen bis rund 20% der Raumwärme geht. Wie oben beschrieben, spielt grundsätzlich die Bauweise des Gebäudes, in welchem ein smartes Heizsystem installiert wird, eine wichtige Rolle für die Höhe der Energieeinsparung.

Verschiedene Faustregeln zum Einsparpotential für Heizenergie können wie folgt zusammengefasst werden: «Wenn man die Raumtemperatur um 1°C senkt, spart man rund 6-12% Heizenergie, abhängig vom Gebäudezustand.» Diese Faustregel hilft bei der Einordnung des Einsparpotentials von smarten Heizsystemen.

Klar ist zudem, dass alleine mit der Installation eines smarten Heizsystems die gewünschte Einsparung noch nicht erreicht ist. Die Systeme müssen richtig installiert, eingestellt und gewartet werden, damit sie auch richtig funktionieren.

Schliesslich gilt, dass mit der Installation eines smarten Heizsystems in ein sanierungsbedürftiges Haus die potenzielle Energieeinsparung noch nicht ausgeschöpft ist. Die Sanierung der Gebäudehülle birgt nicht nur erhebliches Einsparpotential, sondern erhöht ebenfalls den Wohnkomfort.

4 Bewertung von smarten Heizsystemen

Nachfolgend werden das Vorgehen zur Auswahl der bewerteten smarten Heizsysteme, das Vorgehen bei der Bewertung der ausgewählten Systeme sowie die Bewertungsergebnisse beschrieben.

4.1 Auswahlkriterien für die Systeme

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine Auswahl von 18 aktuell auf dem Markt erhältlichen Raumtemperaturreglern und Heizungsreglern beschrieben und bewertet. In Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe sowie mit Hilfe von verschiedenen weiteren Kontakten und Quellen wurde eine möglichst grosse Palette von Systemen vorausgewählt. Die endgültige Auswahl der bewerteten Systeme wurde anhand der Kriterien in Tabelle 1 getroffen.

Tabelle 1: Kriterien für die Auswahl der analysierten smarten Heizsysteme

Raumtemperaturregler	Heizungsregler
Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostate, die entweder <u>nicht</u> netzfähig oder netzfähig sind	mit direktem Einfluss auf die Heizzentrale, z.B. mittels Vorlauftemperatur, Aussentemperatur
Ein System pro Kategorie und Hersteller	
Einsatzbereich der Systeme: Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Mieter	
Keine Systeme, welche primär auf grosse Gebäude, Büro- und Dienstleistungsgebäude sowie Ferienhäuser fokussieren	
Keine rein mechanischen Heizkörperthermostate	Fernzugriff zur Temperaturabsenkung
Raumtemperatur ist elektronisch in °Celsius voreinstellbar	Passt die Raumtemperatur dem Nutzerverhalten an
Inklusive Zeitprogramm	

Im Anhang 7.2 findet sich eine Übersicht der bewerteten Raumtemperaturregler und Heizungsregler. Es wurden nur Systeme untersucht, welche den oben definierten Kriterien entsprechen. Anhang 7.2 zeigt auch auf, welche Systeme aus welchen Gründen nicht in die Auswahl aufgenommen wurden.

Nicht untersucht und bewertet wurden Systeme, welche sich ausschliesslich für grosse Gebäude, Büro- und Dienstleistungsgebäude sowie Ferienhäuser eignen. Systeme, welche in der Schweiz nicht verfügbar sind, haben wir ebenfalls nicht bewertet.

4.2 Bewertungsmethodik

Für die Bewertung der smarten Heizsysteme wurden die Kriterien gemäss Tabelle 2 zusammen mit der Begleitgruppe entwickelt und festgelegt. Die Begleitgruppe besteht aus Fachleuten des BFE, von Topten und aus der Heizungsbranche. Neben der Erhebung der technischen Merkmale anhand von Herstellerangaben und Literatur, wurden die Systeme vorwiegend auf ihre Handhabbarkeit und Funktionsfähigkeit sowie auf den internen Stromverbrauch untersucht und getestet. Zusätzlich wurden auch der Wartungsaufwand und die Datensicherheit berücksichtigt. Für die Bewertung der Funktionsfähigkeit und Handhabbarkeit wurden, soweit möglich, die Raumtemperaturregler in einem Referenzraum installiert und auf ein definiertes Zeitprogramm eingestellt. Der sich einstellende Temperaturverlauf am Heizkörper und im Raum wurde gemessen und mit dem Temperaturverlauf in einem vergleichbaren Raum, in welchem herkömmliche Heizkörperthermostate installiert waren, verglichen. Der Heizungsregler von tado° wurde in einem EFH an einer bestehenden Heizung installiert und getestet. Die einzelnen Ergebnisse der beschriebenen und bewerteten Systeme finden sich im Anhang 7.3.

Tabelle 2: Bewertungskriterien für die smarten Heizsysteme

Kriterium	Operationalisierung	Bewertung
qualitative Beschreibung des Systems	Kategorie, besondere Merkmale	Tests / Literatur / Herstellerangaben
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH, MFH, Mieter	Herstellerangaben
Kosten		Herstellerangaben
Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF / Link	
Technische Merkmale		Herstellerangaben
Angegebene Energieeinsparung	%	
Funkstandard	z.B. Bluetooth-868 MHz	
Mit oder ohne Basisgerät	mit / ohne	
Frostschutzfunktion	Ja / Nein	
App-steuerbar	Ja / Nein	
Gruppiertes steuern pro Raum	Ja / Nein	
Erkennt Abwesenheit	Ja / Nein	
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	Ja / Nein	
Einstellbares Zeitprogramm	Ja / Nein	
Anzahl Komfortlevel	Anzahl	
Stellt ab bei Fensterlüftung	Ja / Nein	
Prädiktive Wetter-Anpassung	Ja / Nein	
Übers Internet steuerbar	Ja / Nein	
Hydraulischer Abgleich	Ja / Nein	
Steuerung Warmwasser-Erwärmung möglich	Ja / Nein	
Einstellung Heizkurve	Ja / Nein	

Kriterium	Operationalisierung	Bewertung
Interner Stromverbrauch Standby-Strom (Leistung) Energieverbrauch Basisgerät Lebensdauer Batterie	mW W In Jahren	Test durch Experte / Herstellerangaben
Handhabbarkeit Installation Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Selbst / Fachperson Sehr einfach ... 1 Std ... Montageanleitung, etc.	Test durch Experte
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer	Ja / Nein z.B. nach 12 Monaten mit eMail / App- Warnmeldung	Herstellerangaben
Datensicherheit Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch, VDE zertifiziert	Ja / Nein	Herstellerangaben

4.3 Bewertung der Systeme

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der 18 analysierten Systeme und welche dieser Systeme wir empfehlen. In Anhang 7.3 finden sich die detaillierten Bewertungen dieser Systeme anhand der in Kapitel 4.2 beschriebenen Kriterien. Die Begründungen für die Empfehlungen finden sich im Text nach der Tabelle.

Tabelle 3: Überblick der bewerteten Systeme inklusive der Angabe, welche Systeme auf topten.ch veröffentlicht werden

Herstellername, Produktname		Veröffentlichung
Nicht netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat		
1	Sygonix HT100	
2	Homeexpert by Honeywell HR90	
3	eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat	topten.ch
4	Eurotronic Comet Blue	
5	Kieback&Peter en:key	topten.ch
6	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B + Aktor T2P+R-Con Funkempfänger	topten.ch
7	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B + Fussboden Stellantrieb	topten.ch
Netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat		
8	Danfoss Link™ Starter Paket	
9	eQ-3 Homematic IP	topten.ch
10	tado° smarter Heizkörperthermostat – Starter Kit	topten.ch
11	devolo Home Control Heizkörperthermostat	
12	Viega fonterra smart control – Fussboden Stellantrieb	topten.ch
Smarte Heizungsregler		
13	tado° smarter Thermostat	topten.ch
14	NETATMO smarter Thermostat	topten.ch
15	Faivre Energie SA StanBox	
16	Thermosmart Advanced Raumthermostat	
17	eGain eGain forecasting™	
18	Neurobat AG NiQ Heizungssteuerung	Nicht mehr erhältlich

Von den sechs ausgewählten **nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten und einem Bodenheizungsthermostat** konnten alle auf Funktion und Handhabbarkeit getestet werden. Ausser das HR90 von Honeywell sind alle Heizkörperthermostate über eine Smartphone-App steuerbar, die via Bluetooth mit dem Thermostat kommuniziert, nicht aber über Internet. Da es schwierig ist, die Einstellung über das recht kleine Display an den Heizkörperthermostaten vorzunehmen, sind die Apps für die Nutzer/innen sehr hilfreich.

Das eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat von eQ-3 überzeugt durch die bedienerfreundliche App und das zuverlässige Funktionieren des Systems. Die Heizkörper lassen sich pro Raum gruppieren und eine Absenkttemperatur bei offenem Fenster kann eingestellt werden, wofür andere Systeme einen Fensterkontakt (separater Sensor) benötigen. Auch kann die Bluetooth-Funktion am eqiva-Gerät abgestellt werden, um die Batteriebensdauer zu erhöhen.

Das en:key von Kieback&Peter benötigt keine Batterien. Es bezieht den Strom am Heizkörperthermostat über ein Peltier-Element und am Basisgerät über eine Solarzelle. Die einzelnen Heizkörperthermostate sind zwar nicht internetfähig, können aber über die Basis miteinander vernetzt werden. Das System kann über einen Bewegungssensor die Raumbelugung erkennen und entsprechend die Raumtemperatur anpassen. Preislich ist es jedoch etwas höher angesetzt.

Beim Sygonix HT100 und beim Eurotronic Comet Blue war in unseren Tests die Kommunikation zwischen App und Heizkörperthermostat nicht zuverlässig. Das eingestellte Zeitprogramm konnte nicht zuverlässig von der EUROprog-App auf den Heizkörperthermostaten übertragen werden. Gemäss Hersteller ist nicht jedes Smartphone zur Verwendung mit EUROprog oder EUROprog 2 geeignet.

Das System Homeexpert by Honeywell HR90 verfügt über keine App und kann nicht über einen Raum gruppiert werden. Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat macht im Normalbetrieb auffällige Geräusche.

Vier **netzfähige Heizkörperthermostate** und ein **netzfähiger Bodenheizungsthermostat** wurden für die Bewertung ausgewählt. Der Vorgang, um die Geräte an das Internet anzuschliessen, wird bei den meisten Herstellern nachvollziehbar beschrieben. Bei einigen Geräten gab es regelmässige Verbindungsprobleme, insbesondere bei den Geräten, welche aus dem Smart-Home-Sektor kommen. Bei Devolo bedarf die Programmierung des Zeitprogramms gewisser Programmier-Kenntnisse oder der Unterstützung des Devolo-Service. Deshalb wird eine Installation durch eine Fachperson empfohlen. Bei Homematic IP gab es im Herbst 2017 Kommunikationsprobleme zwischen Basisgeräten und Server des Herstellers, diese sind aber mittlerweile behoben. Die im Starterpaket mitgelieferten Tür- und Fensterkontakte zur Erkennung von offenen Fenstern sind aufwändig zu montieren und die Funktionalität wurde in unseren Tests nicht erkannt. Ausserdem erkennen die Heizkörperthermostate selbst eine schnelle Temperaturabsenkung.

Das Danfoss LinkTM Starter Paket hat ein «Adaptives Lernen» eingebaut. Das «Adaptive Lernen» ist im Auslieferungszustand aktiviert, das System benötigt einige Tage, um alle äusseren Einflüsse in die Temperaturregulierung einfließen zu lassen. Das Zeitprogramm wird deshalb erst nach einigen Tagen wirklich realisiert (siehe dazu auch Anhang 7.3). Wir empfehlen die Installation nur durch eine Fachperson vorzunehmen zu lassen.

Die Analyse der verschiedenen Heizkörperthermostate hat gezeigt, dass nicht netzfähige Heizkörperthermostate in der Regel weniger technische Installationsprobleme

aufweisen als netzfähige. Vor dem Kauf lohnt es sich daher genau zu überlegen, ob die Regelung der Heizkörper übers Internet tatsächlich notwendig ist. Wenn im privaten EFH oder in einer Wohnung lediglich ein einziges Zeitprogramm gefahren werden soll, liegt man mit nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten in der Regel besser.

Der Stromverbrauch der einzelnen Heizkörperthermostate schwankt beträchtlich. Während das Gerät von Danfoss im Standby nur 3 mW verbraucht, wurde bei Honeywell 135 mW gemessen. Trotz der unterschiedlichen Verbräuche geben fast alle Anbieter eine Batterielevensdauer von 2-3 Jahren an. In unseren Tests stehen aber bereits zwei von vier Batteriestandanzeigen nach vier Monaten auf halbleer.

Auch gibt es Unterschiede, wie ein niedriger Batteriestand vom Gerät mitgeteilt wird. Während bei tado° eine E-Mail versandt wird und in der Handy-App ein Pop-up erscheint, haben andere Geräte nur eine sehr kleine Batterieanzeige auf dem Display, die einfach übersehen werden kann.

Wir haben auch den Stromverbrauch der netzgekoppelten Basiseinheiten gemessen. Dieser liegt im Schnitt bei 1-2 Watt.

Von den sechs bewerteten **Heizungsreglern** wurde – neben den bei allen angewandten Bewertungskriterien gemäss Kapitel 4.2 – das System von tado° zusätzlich mit einer Installation in einem EFH auf Funktionalität und Handhabbarkeit getestet. tado° konzentriert sich auf die Regelung von Heizungssystemen (im Gegensatz zu umfassenderen Smart-Home-Systemen). Es bietet eine umfangreiche Auswahl von Schnittstellen für Kessel und Wärmepumpen an und beschreibt diese auch detailliert.

Die Installation von tado° und Netatmo ist anspruchsvoll, da in den Wärmeerzeuger eingegriffen wird. Wir empfehlen die Selbstinstallation, wie sie von tado° und Netatmo propagiert wird, deshalb nur mit Unterstützung einer Fachperson.

eGain ist ein Anbieter von Systemen, die im MFH für die Verbrauchsoptimierung eingesetzt werden. Diese Systeme greifen prädiktiv zur Übersteuerung des Aussentemperaturfühlers auf die Heizung ein und lernen nach der Installation das Gebäudeverhalten. Neurobat wird zwar auch für EFH angeboten, das System ist aber auf Grund der höheren Investitionskosten eher für MFH geeignet und wird gemäss Herstellerangaben auch hauptsächlich im Zweckbau installiert. Zum Zeitpunkt der Endredaktion des Schlussberichtes befindet sich die Firma Neurobat seit 18.01.2018 in Liquidation.

In der Produktpalette von smarten Heizungsreglern für EFH gibt es Systeme, die neben den Heizkörperthermostaten zusätzlich einen Raumthermostat umfassen. Bei diesen Systemen ist für den Endverbraucher nicht klar, ob der Raumthermostat oder die Heizkörperthermostate den Kessel bzw. die Wärmepumpe ansteuert. Bei den Anbietern findet man keine Erläuterungen dazu, die genaue Funktionsweise muss nachgefragt werden.

Die Installation der StanBox von der Firma Faivre Energie SA kann nur durch eine Fachperson vorgenommen werden. Die verfügbaren Informationen zur StanBox sind aktuell leider zu gering um eine detaillierte Bewertung zu erstellen.

5 Auswahlhilfe für smarte Heizsysteme

Nicht alle smarten Heizsysteme bieten dieselben Leistungen. Auch sind nicht alle Systeme für alle Anwendungen geeignet. Vor dem Kauf lohnt es sich deshalb, gewisse Kriterien genau zu studieren und abzuwägen.

5.1 Kriterium Gebäude

Bevor eine bestehende Heizungsregelung smart gestaltet wird, sollten der Zustand des Gebäudes und der Heizung angeschaut werden. Die Installation eines smarten Heizsystems ersetzt nicht die energetische Sanierung des Gebäudes und auch nicht eine nicht mehr richtig funktionierende Heizung. Vor der Installation eines smarten Heizsystems wird empfohlen, die Wärmepumpe bzw. den Kessel optimal einzustellen bzw. einstellen zu lassen.

Je nach Bauweise und Wohnform eignet sich ein anderes smartes Heizsystem. Im Zweifelsfall lohnt es sich, eine Fachperson beizuziehen. Nachfolgende Ausführungen enthalten generelle Empfehlungen:



Gebäude, die eher schnell auskühlen, sind mässig massive Gebäude, beispielsweise mit dünnen Betonwänden, sowie kaum gedämmte Gebäude.

Bei diesen Gebäuden sind die Wärmeverluste konstant hoch. Somit lohnen sich auch kurze Temperaturabsenkungen tagsüber oder in der Nacht.

Steht vor allem die Absenkung der Raumtemperatur zu bestimmten Tag- und Nachtzeiten im Vordergrund, sind smarte Heizkörperthermostate in der Regel ausreichend. Kommt es zusätzlich zu starken Temperaturschwankungen während der Heizperiode, zum Beispiel aufgrund grosser Fensterflächen an der Südfassade, welche das Gebäude bei Sonnenschein stark aufheizen, können smarte Heizungsregler tendenziell noch mehr Energie einsparen. Die smarten Heizungsregler erlernen die Reaktion des Gebäudes auf Temperatur- und Wetteränderungen und ziehen vorzeitig Wetterprognosen in die Heizungsregelung mit ein. Dadurch können sie beispielsweise bei starkem Sonnenschein die Heizung frühzeitig in einen reduzierten Betrieb führen.

→ *Empfehlung:* Smarte Heizkörperthermostate oder smarter Heizungsregler.



Gebäude die eher langsam auskühlen, sind massive Gebäude, oder gut gedämmte Gebäude sowie Neubauten. Bei diesen Gebäuden haben kurze Temperaturabsenkungen tagsüber oder in der Nacht kaum eine Wirkung,

da die Wärmeverluste niedrig sind. Bei längeren Absenkphasen, z.B. über das Wochenende oder während den Ferien, können smarte Heizsysteme hingegen sinnvoll sein und eine deutliche Energieeinsparung bewirken.

Bei erheblichem Einfluss von Strahlungswärme (z.B. bei grossen Fensterflächen) haben smarte Heizungsregler, die das Temperaturverhalten des Gebäudes lernen und auch die Wetterprognosen in die Heizungsregelung mit einbeziehen, gegenüber den smarten Heizkörperthermostaten einen Vorteil.

→ *Empfehlung:* Bei längeren Absenkenphasen: Smarter Heizungsregler oder smarte Heizkörperthermostate.

Wohnungen: Für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern kommen normalerweise nur smarte Heizkörperthermostate in Frage. In Gebäuden, die eher schnell auskühlen, sparen auch kürzere Temperaturabsenkungen, tagsüber oder in der Nacht, viel Energie. Bei Gebäuden, die eher langsam auskühlen, sind smarte Heizkörperthermostate nur bei längeren Absenkenphasen sinnvoll.

→ *Empfehlung:* Smarte Heizkörperthermostate.

Ferienhaus: Bei Ferienhäusern ist es am wichtigsten, dass die Heizung bei längerer Abwesenheit in den Frostschutz-Modus versetzt wird. Um die Heizung aus der Ferne wieder hochzufahren, reicht eine simple ein/aus-Fernsteuerung meist aus. Natürlich kann auch ein über das Internet steuerbares smartes Heizsystem verwendet werden.

→ *Empfehlung:* System, das die Heizung fernsteuern kann (auch einfache ein/aus-Fernsteuerung).

5.2 Kriterium Kosten-Nutzen




Die nachfolgende Tabelle 4 vergleicht Nutzen, Leistungen und Kosten von drei unterschiedlichen smarten Heizsystemen (nicht netzfähige und netzfähige Heizkörperthermostate sowie smarte Heizungsregler), welche in einer Wohnung mit acht Heizkörpern installiert werden.

Die Übersicht zeigt, dass eine Installation mit netzfähigen Heizkörperthermostaten im Vergleich zu nicht netzfähigen Heizkörperthermostaten dreimal mehr kostet. Dies zeigt, dass die zusätzlichen Leistungen von netzfähigen Systemen genutzt werden sollten, damit sich diese Zusatzinvestitionen auch wirklich lohnen. Wer beispielsweise in einzelnen Räumen eine Nachtabenkung machen möchte, sollte sich deshalb überlegen, ob die Mehrkosten für den Zugriff aus der Ferne notwendig sind.

Im verwalteten Wohnungs- und Gewerbebau kann der Fernzugriff und die Überwachung der Raumtemperatur dagegen durchaus sinnvoll sein, um frühzeitig Fehlfunktionen der Heizung zu erkennen oder Einstellungen ohne Anreise zu verändern.

Falls ein Gebäude nur periodisch genutzt wird, reicht eine einfache ein/aus-Fernsteuerung.

Tabelle 4: Nutzen, Leistungen und Investitionskosten (ohne Montage) von verschiedenen smarten Heizsystemen am Beispiel eines EFH mit acht Heizkörpern.

Smartes Heizsystem	Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	Netzfähige Heizkörperthermostate	Smarte Heizungsregler, netzfähig
Grundsätzliche Eignung	Wohnung, Einfamilienhaus	Wohnung, Einfamilienhaus	Wohnung, Einfamilienhaus
Zeitprogramme pro Raum zur Temperaturregulierung auf Tages- und Stundenbasis	✓	✓	✓
Erkennen von Temperatureinbrüchen durch offenes Fenster / Lüften	✓	✓	✓
Zugriff zur Überwachung und Einstellung der Raumtemperatur	 Von zuhause am Thermostat oder via App (Bluetooth)	 Von extern und zuhause via App (Internet)	 Von extern und zuhause via App (Internet)
Selbstlernend (z.B. betreffend Nutzerverhalten) und Temperaturanpassung aufgrund Wettervorhersage			✓
Installation	Einfach	Einfach	Anspruchsvoll, Fachperson beiziehen!
Datensicherheit, Schutz vor unerlaubtem Zugriff	Sehr hohe Sicherheit, da nicht mit Internet verbunden	Hohe Sicherheit, gewisses Risiko vorhanden, da mit Internet verbunden	Hohe Sicherheit, gewisses Risiko vorhanden, da mit Internet verbunden
Durchschnittspreis für ein EFH mit 8 Heizkörpern	CHF 330.-¹⁾	CHF 730.-²⁾	CHF 940.-³⁾

¹⁾ Durchschnittspreis von eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat und Honeywell HR90 mit jeweils 8 Heizkörperthermostaten

²⁾ Durchschnittspreis von Homematic, devolo und Danfoss mit jeweils 8 Heizkörperthermostaten

³⁾ Durchschnittspreis aus tado° und Netatmo mit jeweils 8 Heizkörperthermostaten

5.3 Entscheidungshilfe für die Systemauswahl

Um das passende smarte Heizsystem für ein Gebäude zu finden, wurde die nachfolgende Entscheidungshilfe entwickelt. Sie soll Nutzerinnen und Nutzern helfen, das geeignete smarte Heizsystem für ihre Wohnung bzw. ihr Haus zu finden.

Für die aktuelle Auswahl des geeigneten Systems empfehlen wir zusätzlich die Internetseite des Projektpartners www.topten.ch zu besuchen.

		Haus, das schnell auskühlt (mässig massiv gebaut, wenig gedämmt)		Haus, das langsam auskühlt (massiv gebaut, gut gedämmt, Neubau)		Ich bin Gebäudetreiber (Wohnen, Gewerbe)
		Einfamilienhaus	Wohnung	Einfamilienhaus	Wohnung	
Smarter Heizkörperthermostat/ Bodenheizungsthermostat	Nicht netzfähige Heizkörperthermostate z. B. Eqiva, Eurotronic	Sinnvoll		Sinnvoll bei längeren Absenkenphasen (z. B. Wochenenden)		
	Netzfähige Heizkörperthermostate z. B. Devolo	Sinnvoll, wenn Internetanbindung gewünscht ist		Sinnvoll bei längeren Absenkenphasen (z. B. Wochenenden) und wenn Internetanbindung gewünscht ist		Sinnvoll zur Fernwartung
	Netzfähiger Bodenheizungsthermostat z. B. Viega, Oventrop	Sinnvoll bei Bodenheizung		Bedingt sinnvoll bei längeren Absenkenphasen (z. B. Wochenenden) und Bodenheizung		Sinnvoll zur Fernwartung
Smarter Heizungsregler	Zentraler, netzfähiger Heizungsregler für Einfamilienhäuser z. B. Tado, Netatmo, Therosmart	Sinnvoll, wenn selbstlernend und prädiktiv (Wetterprognose) – maximale Ausschöpfung des Energiesparpotenzials		Sinnvoll bei längeren Absenkenphasen (gewisse Systeme bieten bei grossen Fensterflächen gegenüber smarten Heizkörperthermostaten einen zusätzlichen Vorteil)		
	Zentraler, netzfähiger Heizungsregler für Mehrfamilienhäuser und Zweckbauten: z. B. Neurobat, eGain					Sinnvoll, wenn relevantes Energieeinsparpotenzial vorhanden

6 Schlussfolgerungen und Fazit

6.1 Schlussfolgerungen

Smarte Heizsysteme verfolgen grundsätzlich das Ziel, den Heizungsbetrieb und somit die effiziente Energienutzung zu optimieren, und dies ohne Komforteinbussen. Im Rahmen des Projektes «Leitfaden Smart Heizen» haben wir zahlreiche smarte Heizsysteme untersucht, beschrieben und getestet, ob sie dieses Ziel auch tatsächlich erreichen können. Ebenfalls haben wir diverse Grundlagenstudien analysiert, das Thema mit Fachpersonen diskutiert, systematisiert und versucht, für Nutzer/innen und Fachpersonen eine Übersicht zu schaffen. Schlussfolgerungen aus diesem Prozess sind:

Einige der verfügbaren und getesteten Systeme sind gut durchdacht und können, bei richtiger Installation und Wartung, eine relevante Energieeinsparung bewirken. Einige Systeme weisen Verbesserungspotential hinsichtlich Regelkonzept, Zeitprogramme, Kommunikationsfähigkeit und Batteriewartung auf. Fast alle der untersuchten Systeme benötigen regelmässige Wartung, damit die Heizung effizient betrieben wird. Dies scheint uns für den längerfristig funktionierenden Betrieb der getesteten smarten Heizsysteme problematisch zu sein.

Für die Weiterentwicklung von smarten Heizsystemen geben wir folgende Empfehlungen ab:

- Bei den smarten Heizkörperthermostaten wäre eine verbesserte Anzeige des Batteriezustands wünschenswert sowie eine unübersehbare (oder unüberhörbare) Meldung, wenn die Batterien leer sind. Im Weiteren wäre es wünschenswert, wenn die Zeitprogramm-Einstellungen nach einem Batteriewechsel erhalten bleiben würden.
- Ebenso wären weitere Anzeigen hilfreich: Ob der Heizkörperthermostat tatsächlich funktioniert (z.B. über den Öffnungszustand des Ventilstössels auf einer Skala von 1 bis 5) und ob es sich bei der angezeigten Temperatur auf dem Heizkörperthermostaten um den Ist- oder den Sollwert handelt.
- Die in diesem Bericht diskutierten Regelungskonflikte, welche bei ungenügender Abstimmung unterschiedlicher Zeitprogramme oder bei ungenügender Abstimmung zwischen Raum- und Heizkörperthermostaten entstehen können, werden in den Anleitungen der Hersteller kaum thematisiert. Um ein einwandfreies Funktionieren der smarten Heizsysteme zu garantieren, müssen Regelungskonflikte vermieden werden. Hier besteht eindeutig Informations- und Optimierungsbedarf.

Betreffend Energieeinsparung durch smarte Heizsysteme gibt es heute noch wenig gesicherte Kenntnisse. Fast alle Hersteller preisen ihre Produkte mit einer «bis zu 30%igen Einsparung» an. Ob und wie viel Energie sich mit smarten Heizsystemen einsparen lässt, lässt sich jedoch nicht ganz einfach und vor allem nicht pauschal beantworten. Basierend auf unseren Erfahrungen im vorliegenden Projekt sowie Ergebnissen aus der Literatur gehen wir davon aus, dass das Einsparpotential von smarten Heizsystemen bis rund 20% der Raumwärme geht. Dabei spielt grundsätzlich die Bauweise des Gebäudes, in welchem ein smartes Heizsystem installiert wird, eine wichtige Rolle. Die höchste Einsparung und der höchste Komfortgewinn können in einem Gebäude erreicht werden, das rasch auskühlt (z.B. wenig gedämmte Gebäude oder Leichtbau). Aber auch in Gebäuden, die weniger schnell auskühlen (z.B. gut gedämmte Gebäude oder Neubauten), kann sich ein smartes Heizsystem energetisch lohnen, besonders bei längeren Abwesenheits- bzw. Absenkezeiten. Allgemein gilt, dass alleine mit der Installation eines smarten Heizsystems die gewünschte Energieeinsparung noch nicht erreicht ist. Die Systeme müssen auch richtig eingestellt und gewartet werden, damit sie korrekt funktionieren. Und selbstverständlich darf und kann die Installation eines smarten Heizsystems nicht eine energetische Sanierung ersetzen. Ebenso wenig repariert sie eine nicht mehr funktionsfähige Heizung.

Simulationen, Messungen und Vergleiche von Installationen in der Praxis über längere Zeiträume könnten helfen, die Erkenntnisse zu und Erfahrungen mit smarten Heizsystemen einen Schritt weiter zu bringen.

6.2 Fazit

In den letzten Jahren kamen die Autoren verschiedener Studien und Artikel zum Schluss, dass smarte Heizsysteme aus Kostengründen, aufgrund technischer Probleme, Kinderkrankheiten, etc. noch nicht für grossflächige Versuche geeignet sind (siehe z.B. UGZ 2013, Spiegel online 2014, Digitalzimmer 2015). Bei einer Umfrage bei 1651 Nutzerinnen und Nutzern in Deutschland haben 70 % der Befragten angegeben, dass sie mit dem existierenden Marktangebot nur bedingt oder gar nicht zufrieden sind. Zentrale Ursachen der Unzufriedenheit sind dabei hohe Anschaffungs- und Implementierungskosten, der unzureichende Funktionsumfang der Produkte und Bedenken im Hinblick auf den Datenschutz (Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft und co2online: Smart Energy in Deutschland, Febr. 2018).

Aufgrund unserer Analysen und Bewertungen ziehen wir den Schluss, dass sich smarte Heizsysteme in den letzten Jahren weiterentwickelt haben und sich trotz gewisser Kinderkrankheiten nun teilweise auch für private Nutzerinnen und Nutzer eignen. Für die erfolgreiche Installation und den längerfristigen funktionierenden Betrieb ist eine Grundmotivation der Nutzer/innen für energieeffizientes Verhalten sicher von Vorteil. Ideal ist auch eine gewisse Technikaffinität, da die korrekte Nutzung bzw. das Funktionieren von smarten Heizsystem mit einem Zusatzaufwand, teilweise technischer Art, verbunden ist.

Sind die im Bericht beschriebenen Kriterien für ein smartes Heizsystem erfüllt und die Grundmotivation, einen Beitrag zur Energiewende zu leisten, vorhanden, wünschen wir allen Fachpersonen wie auch Nutzerinnen und Nutzern viel Erfolg mit smarten Heizsystemen.

7 Anhang

7.1 Publikationen / Literatur

AHB 2014: Heizen nach Mass – Simulation Energiesparpotential. Schlussbericht. Im Auftrag des Amtes für Hochbauten (AHB) der Stadt Zürich. 2014.

Digitalzimmer 2017: Smarte Heizung ab Werk: Das bieten Buderus, Viessmann & Co. Frank-Oliver Grün. 4. Januar 2017.

Link: www.digitalzimmer.de/artikel/wissen/smarte-heizung-ab-werk/

Digitalzimmer 2015: Dauertest: Ein Winter mit tado° Heizungssteuerung. Reinhard Otter. 23. Februar 2015.

Energieforschung Stadt Zürich 2016: Benutzergerechte Assistenz- und Motivationsysteme BAM (Vorstudie). Amstein + Walthert AG und Universität Zürich im Auftrag von Energieforschung Stadt Zürich. 2016.

EnergieSchweiz 2016: Heizen mit Köpfchen. Jedes 6. Jahr gratis heizen. Im Auftrag von EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie. 2016.

Energiestadt Horgen 2015: «Winterfest?!» Im Auftrag der Energiestadt Horgen. 2015.

Fraunhofer IBP 2013: Simulationsstudie zum Energieeinsparpotential einer Heizungsregelung mit Abwesenheitserkennung und Wetterprognose. Studie zum System «tado». IBP-Mitteilung 527. 40/2013.

Hochschule Aachen 2010: Präsentation «Living by Danfoss energy simulations» von Prof. Dr. Rainer Hirschberg. Aachen. Oktober 2010.

Spiegel online 2014: Heizungssteuerung per App. Wenn ich weg bin, wird es kalt. Matthias Kemp in Spiegel online. 16. Januar 2014.

UGZ 3013: Vorabklärung zu «Heizen nach Mass». Evaluation Systeme. Im Auftrag des Umwelt- und Gesundheitsschutzes (UGZ) der Stadt Zürich. 2013.

Neurobat AG 2013: Testresultate 2013/14, Link : <http://www.myniq.net/de/downloads/>

Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft und co2online: Smart Energy in Deutschland, Febr. 2018

7.2 Bewertete / nicht bewertete smarte Heizsysteme

Die folgende Tabelle zeigt die 18 Systeme, welche für die Bewertung anhand der Auswahlkriterien in Kapitel 4.1 ausgewählt wurden. Am Schluss der Tabelle sind diejenigen Systeme aufgeführt, welche zwar vorausgewählt aber nicht bewertet wurden. Es ist jeweils eine kurze Begründung für den Ausschluss angegeben.


Tabelle 5: Auswahl der bewerteten und nicht bewerteten smarten Heizsysteme.

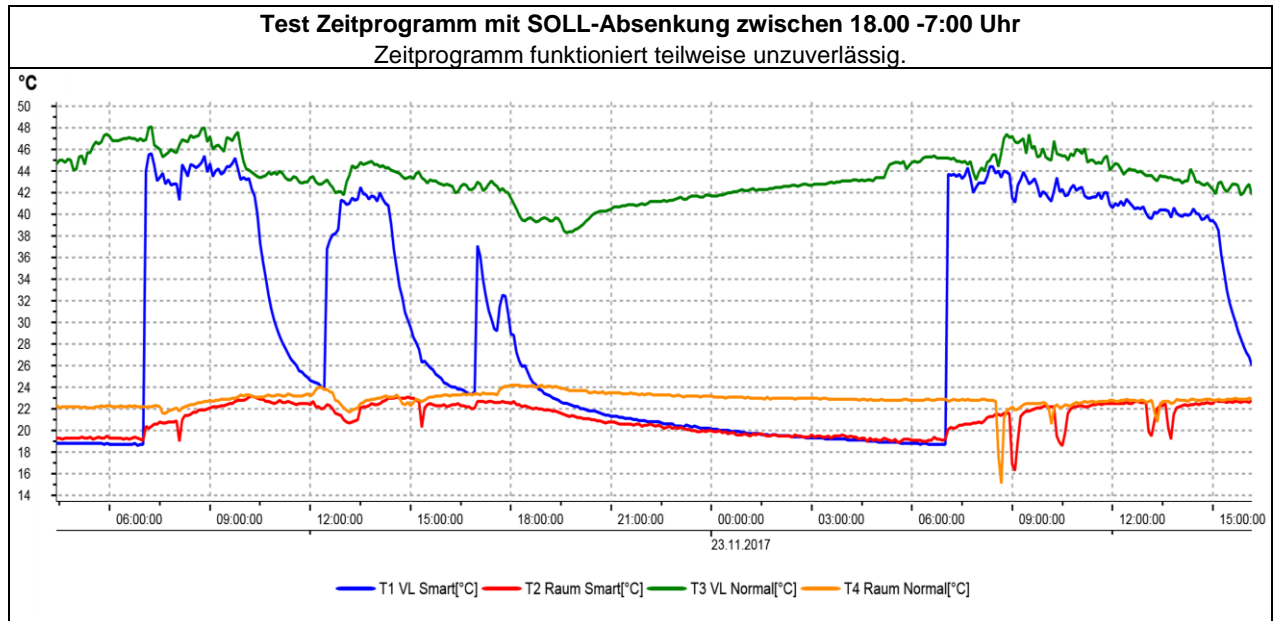
Herstellername, Produktname	
Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	
1	Sygonix HT100
2	Homeexpert by Honeywell HR90
3	eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat
4	Eurotronic Comet Blue
5	Kieback&Peter en:key
6	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B + Aktor T2P+R-Con Funkempfänger
7	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B + Stellantrieb
Netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostate	
8	Danfoss Link™ Starter Paket
9	eQ-3 Homematic IP
10	tado° smarter Heizkörperthermostat – Starter Kit
11	devolo Home Control Heizkörperthermostat
12	Viega fonterra smart control
Smarte Heizungsregler	
13	tado° smarter Thermostat
14	NETATMO smarter Thermostat
15	Faivre Energie SA StanBox
16	Thermosmart Advanced Raumthermostat
17	eGain eGain forecasting™
18	Neurobat AG NiQ Heizungssteuerung (nicht mehr erhältlich seit Jan. 2018)
Nicht bewertete Systeme	
	alphaEOS (mit WLAN-Box)
	SIEMENS Synco living
	Elgato Eve Thermo
	Controme Heizungssteuerung
	ECOZY Temperatursteuerung
	Adhoco Adhocomy
	TeleButler
	Google Nest
	iPhone / Apple
	Sauter Controls / Johnson Controls
	Proono Heizungssteuerung
	Begründung für Ausschluss
	Keine Rückmeldung auf unsere Anfrage
	Primäres Zielpublikum: Zweckbauten → Ausschlusskriterium
	Keine Rückmeldung auf unsere Anfrage
	Verfügbarkeit in der Schweiz nicht gegeben
	Keine Rückmeldung auf unsere Anfrage
	Primäres Zielpublikum: Zweckbauten → Ausschlusskriterium
	Zielgruppe Ferienhäuser → Ausschlusskriterium
	Nicht mehr aktiv
	Verfügbarkeit in der Schweiz nicht gegeben
	Primäres Zielpublikum: Zweckbauten → Ausschlusskriterium
	Primäres Zielpublikum: Zweckbauten → Ausschlusskriterium

7.3 Bewertung der untersuchten smarten Heizsysteme


7.3.1 Nicht netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat

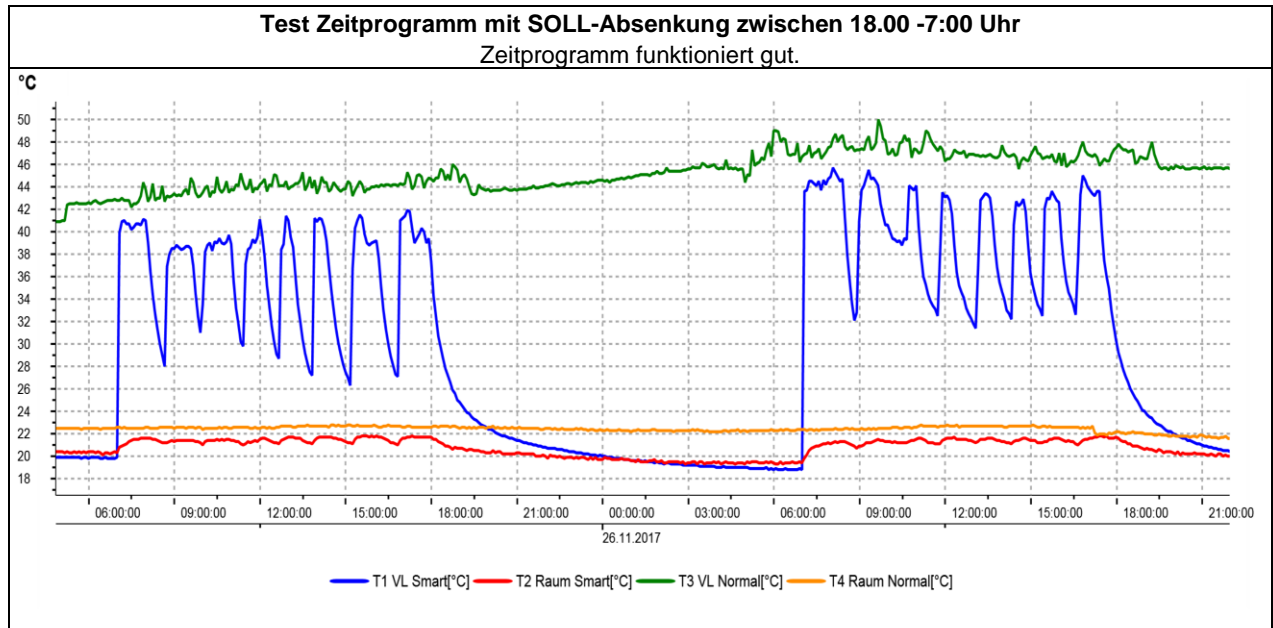
7.3.1.1 Sygonix- HT100 BT Bluetooth

Produktbezeichnung		Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	
Hersteller	Sygonix		
Bezeichnung	HT100 BT Bluetooth		
Homepage	http://www.conrad.ch		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat ohne Anbindung ans Internet aber über eine App mit Bluetooth bedienbar.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 24,95		
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0,002 mW Bluetooth Nein Ja, aber in unseren Tests funktioniert die App nicht wirklich. Sie überträgt die Einstellwerte an das Thermostat, aber das Thermostat reagiert nicht. Ja		
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung	bis 30% (Herstellerangaben) Nein Werktage und Wochenendtage, Raumgruppierung möglich, aber das Zeitprogramm hatte in unseren Test keine eindeutige Wirkung. eine Nein		
Installation und Inbetriebnahme Installationsart	Kann selbst installiert werden, 10 Min.		
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Die Bedienung über die App ist leicht, aber über das Display mühsam. Das eingestellte Zeitprogramm funktionierte im Test funktioniert teilweise unzuverlässig.		
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer Zustand wenn Batterie leer	Ja keine Angaben über Batterienlebensdauer Nur LED Anzeige im Display Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt stehen.		
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Keine Netzanbindung		




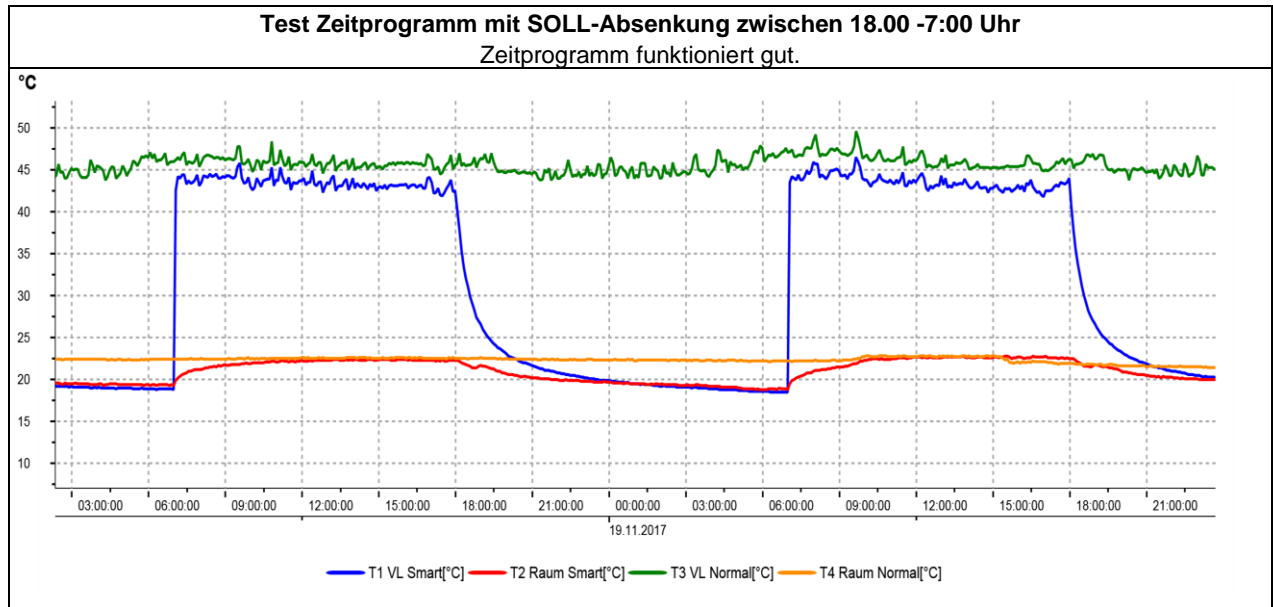
7.3.1.2 Homeexpert by Honeywell HR90

Produktbezeichnung		Nicht netzfähige Heizkörperthermostate
Hersteller	Honeywell	
Bezeichnung	Homeexpert by Honeywell HR90	
Homepage	https://products.ecc.emea.honeywell.com/europe/ecatdata/pg_gr-hr90.html	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat ohne Anbindung ans Internet und nicht bedienbar über eine App. Der Heizkörperthermostat funktioniert allgemein gut.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung	
Kosten		
Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 51,95	
Technische Daten		
Standby-Strom	136 mW	
Funkstandard	keiner	
Frostschutzfunktion	Ist fest auf 5°C eingestellt.	
App-steuerbar	keine	
Gruppiertes steuern pro Raum	keine	
Nutzen		
Energieeinsparung	Keine Angaben	
Erkennt Abwesenheit	Nein	
Einstellbares Zeitprogramm	Werktags / Wochenende, Keine Raumgruppierung möglich.	
Anzahl Komfortlevel	eine	
Stellt ab bei Fensterlüftung	Wenn auf ECO eingestellt, wird automatisch die Temperatur im Raum um 3 Kelvin gesenkt. Alternativ kann ein Fensterkontakt HCA30 mit Kabel ACS90 an den HR90 montiert werden, dann stellt der HR90 praktisch ab (Frostsicherheit 5°C).	
Installation und Inbetriebnahme		
Installationsart	Kann selbst installiert werden, 10 Min.	
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Die Batterien sind so versteckt, dass man etwas Zeit braucht, bis man sie findet. Nach einem Batteriewechsel muss Datum und Zeit neu definiert werden. Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat macht im Normalbetrieb recht auffällige Geräusche.	
Wartungsaufwand		
Batterie	Ja, Anstelle der 2 Batterien 1,5 Volt kann der HR90 an ein Niederspannungsnetz von 3 Volt angeschlossen werden. Vorteil: Heimbesitzer oder Mieter müssen keine Batterien ersetzen.	
Batteriewartung	2 Jahre	
Signalgeber, wenn Batterie leer	Nur LED Anzeige im Display	
Zustand wenn Batterie leer	Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt stehen.	
Datensicherheit:		
Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Keine Netzanbindung	



7.3.1.3 eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat


Produktbezeichnung		Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	
Hersteller	eQ-3		
Bezeichnung	eqiva BLUETOOTH Smart Heizkörperthermostat		
Homepage	http://www.eq-3.de/produkte/eqiva/bluetooth-smart-heizkoerperthermostat.html#beschreibung		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat ohne Anbindung ans Internet, aber über eine App mit Bluetooth bedienbar. Das eingestellte Zeitprogramm funktionierte gut, die App ist sehr übersichtlich. Bei dem recht günstigen Thermostat gehören auch die Batterien dazu. Es gibt eine Funktion, die mit einer Temperaturschwelle erkennt, dass ein Fenster offen ist und die dann die Heizkörperventile schliesst.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 29,95		
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	ohne Bluetooth: 63 mW /mit Bluetooth: 156 mW Bluetooth Ja Ja Ja		
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung	bis 30% (Herstellerangaben) Nein Einzelne Werkzeuge und Wochenendtage, Räume sind gruppierbar. 3 Phasen (7 Schaltzeitpunkte) Ja, Absenkttemperatur einstellbar.		
Installation und Inbetriebnahme Installationsart Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Kann selbst installiert werden, 10 Min. sehr einfach in der Bedienung der App.		
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer Zustand wenn Batterie leer	Ja 3 Jahre, Bluetooth kann für die längere Batterielebensdauer abgestellt werden. Symbol im LCD-Display Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt auf einer Notposition von 15 Prozent Öffnungsgrad stehen.		
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmissbrauch	Keine Netzanbindung		




7.3.1.4 Eurotronic- Comet Blue

Produktbezeichnung		Nicht netzfähige Heizkörperthermostate	
Hersteller	Eurotronic		
Bezeichnung	Comet Blue		
Homepage	https://www.eurotronic.org		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat ohne Anbindung ans Internet, aber über ein App mit Bluetooth bedienbar.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten	Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln		
	CHF 39,95		
Technische Daten	Standby-Strom		
	0,003 mW		
	Funkstandard		
	Bluetooth		
	Frostschutzfunktion		
	-		
	App-steuerbar		
	Ja		
	Gruppiertes steuern pro Raum		
	Ja		
Nutzen	Energieeinsparung		
	bis 30% (Herstellerangaben)		
	Erkennt Abwesenheit		
	nein		
	Einstellbares Zeitprogramm		
	Bis zu vier Heizzeiten und vier Sparzeiten einstellbar, jedoch nur eine Komforttemperatur und eine Spartemperatur.		
	Anzahl Komfortlevel		
	eine		
	Stellt ab bei Fensterlüftung		
	Ja		
Installation und Inbetriebnahme	Installationsart		
	Kann selbst installiert werden, 10 Min.		
	Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit		
	Die Installation via App hat geklappt, aber die App hat nicht immer funktioniert. Das eingestellte Zeitprogramm konnte nicht zuverlässig von der App auf den Heizkörperthermostaten übertragen werden. Gemäss Hersteller ist nicht jedes Smartphone zur Verwendung mit EUROprog oder EUROprog 2 geeignet. Entscheidend für die Verwendung des Comet Blue mit der EUROprog ist ein BLE-Chip, sowie Bluetooth 4.0. Sollte eine Verbindung mit EUROprog nicht zustande kommen, wird darum empfohlen die andere App einmal auszuprobieren, da die EUROprog 2 eine höhere Kompatibilität aufweist.		
Wartungsaufwand	Batterie		
	Ja		
	Batteriewartung		
	Keine Angaben, da Batterieverbrauch da abhängig von vielen unterschiedlichen Faktoren.		
	Signalgeber, wenn Batterie leer		
	Symbol im LCD-Display		
	Zustand wenn Batterie leer		
	Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt stehen.		
Datensicherheit:	Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch		
	Keine Netzanbindung		
Test Zeitprogramm mit SOLL-Absenkung zwischen 18.00 -7:00 Uhr			
Konnte aus den oben beschriebenen Gründen nicht durchgeführt werden.			


7.3.1.5 Kieback&Peter en:key

Produktbezeichnung	Nicht netzfähige Heizkörperthermostat	
Hersteller	Kieback&Peter	
Bezeichnung	en:key	
Homepage	www.enkey.de	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	en:key heizt einen Raum nur dann, wenn er benutzt wird. Somit spart en:key automatisch Energie, wenn niemand da ist. Die solarbetriebene Basis prüft mit einem Bewegungssensor, ob der Raum belegt ist und stellt den batterielosen Heizkörperthermostat herunter, wenn der Raum leer ist.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung, Schulen, Verwaltung, Alterheime und öffentliche Bauten	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 307,-	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0 mW (Piezoelement) EnOcean mit 0 W (Solarzelle) - nein Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser	Keine Angaben Die Temperaturabsenkung erfolgt, wenn die Basis keine Bewegung im Raum feststellt. Ja nein eine Ja, erkennt eine schnelle Temperaturabsenkung. Nein keine Nein	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart	Kann selbst installiert werden	
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Im Lieferumfang wäre gut wenn die Ventiladapter dabei sind. Der Installationsprozess passt nicht zur Anzeige auf dem Display und brauchte Unterstützung durch den Hersteller. Sonst funktioniert das Ventil sehr gut.	
Wartungsaufwand Batterie	keine	
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Keine Verbindung zum Internet	
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.	

7.3.1.6 Oventrop-Heizkörper

Produktbezeichnung		Nicht netzfähige Heizkörperthermostat	
Hersteller Bezeichnung	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B (Art. 1150680)+ 1150665 Aktor MH Con B (für Oventrop und Heimeier Ventile) / 1150675 Aktor MH Con B (für Danfoss Ventile)		
Homepage	https://www.ventrop.com/de-DE/produkte/produktgruppen/artikel/1150680		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat mit Anbindung an ein Raumgerät ohne direkte Anbindung ans Internet. Es können Zeitprogramme eingestellt werden und auf mehreren Temperaturniveaus betrieben werden. Das System ist einfach und funktioniert gut.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	R-Tronic RT B: CHF 74.05 zur Regelung einer Temperaturzone, es können bis zu 3 Aktoren MH CON B angebunden werden. Aktor MH CON B: CHF 71.45		
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0,008 mW EnOcean mit Basis, Webzugang mit WiButtler 2 W Ja nur mit der Internet Version (WiButtler) Ja		
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser	keine Angaben Nein Nein Ja Tag- /Nachtprofil, Urlaub-/Partymodus Ja, mit Fensterkontakt FK-C F (1150699 CHF 140.15) Nein Ja, aber andere Artikel-Nr. (gleicher Preis). Voraussetzung ist der WiButler (offenes System) als Hub zum Internet: CHF 1170.75 Ja, mit der Internet-Version, Steuerung über eine Handy-App Nein		
Installation und Inbetriebnahme Installationsart	Selbst / Fachperson		
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Die Installation kann selbst vorgenommen werden, ist aber anspruchsvoll.		
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer Zustand wenn Batterie leer	Ja 2 Jahre, rote LED leuchtet Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat fährt in eine Frostschutzstellung.		
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Die Internet Version ist durch eine 256 Bit Verschlüsselung im ON-OFF-Line Betrieb nach Bankenstandard gesichert.		
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.		


7.3.1.7 Oventrop-Fussbodenheizung

Produktbezeichnung	Nicht vernetzter Raumthermostat vernetzt für Fussbodenheizung	
Hersteller Bezeichnung Homepage	Oventrop Funk-Thermostat R-Tronic RT B 8art. 1150680) + 1150771 Funkempfänger R-Con (4-Kanal, ohne Pumpenlogik) https://www.ventrop.com/de-DE/produkte/produktgruppen/artikel/1150680	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	<p>Das System besteht aus einem Regelmodul für die Hutschienmontage, einem Raumthermostat sowie einem Stellantrieb für einen Heizkreis. In der Grundausführung kann das Regelmodul 8 Aktoren ansteuern, ist aber erweiterbar. Der mitgelieferte Fensterkontakt wurde nicht getestet. Das mitgelieferte Bedienteil (Raumthermostat) ist die Tischversion mit Stromadapter und Aufstellfuss, eine Variante für die AP/UP Montage ist ebenfalls erhältlich. Der im getesteten Bedienteil (R-Tronic RTFC K) eingebaute CO₂-Sensor gibt neben der aktuellen CO₂-Belastung auch an, wann + wie lange gelüftet werden soll. Das getestete Steuergerät ist Teil eines Systems, mit welchem komplexere zusammenhängende Haustechniksysteme gesteuert werden können.</p>	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	R-Tronic RT B: CHF 74.05 zur Regelung einer Temperaturzone. R-CON (zur Regelung von bis zu 4 Temperaturzonen): CHF 322.15	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppieretes steuern pro Raum	- mW EnOcean mit Basis, Webzugang mit WiButtler ab Mitte 2018. 2 W Ja keine Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser Einstellung Heizkurve	keine Angaben Nein Nein Ja Tag- /Nachtprofil, Urlaub-/Partymodus Ja, mit Fensterkontakt FK-C F (1150699 CHF 140.15) Nein Ja, WiButtler Version (offenes System) mit Hub zum Internet ab Mitte 2018 verfügbar. Ja, mit der Internet-Version, Steuerung über eine Handy-App Nein Nein	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	<p>Das Regelmodul ist für den Tableaueinbau konzipiert und muss von einer Fachperson vorgenommen werden. Der Raumthermostat ist in wenigen Minuten angeschlossen und gestartet. (Der kabelgebundene Raumthermostat muss ebenfalls von einer Fachperson installiert werden).</p> <p>Das Verbinden des Raumthermostates und des Aktors mit dem zugehörigen Schaltkreis am Regler funktioniert sehr einfach mittels Drehrad am Regelmodul und über das Menu im Raumthermostat. Die Anleitung ist klar und verständlich und für jeden nachvollziehbar.</p>	

Wartungsaufwand Batterie	Batterien, bei der Batteriebetriebenen Version. Eine Kabelgebundene Version steht auch zur Verfügung.
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Aktuell, keine Verbindung zum Internet. Die angekündigte Internet Version ist durch eine 256 Bit Verschlüsselung im ON-OFF-Line Betrieb nach Bankenstandard gesichert.
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.


7.3.2 Netzfähige Heizkörperthermostate und Bodenheizungsthermostat

7.3.2.1 Danfoss-Link™

Produktbezeichnung		Heizkörperthermostat vernetzt
Hersteller	Danfoss	
Bezeichnung	Danfoss Link™	
Homepage	http://products.de.danfoss.ch/productrange/heatingsolutions/danfoss-link/#/	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Das System kann Zeitprogramme für die Absenkung der Raumtemperatur steuern. Die Heizkörperthermostate werden via Funk von der Zentralen Bedieneinheit Danfoss Link CC pro Raum angesteuert. Optional kann via App/WiFi anbindung auf das installierte System zugegriffen werden. Die App wird von Danfoss kostenlos zur Verfügung gestellt.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung bis maximal 300 qm	
Kosten Preis pro Gerät, um drei Heizkörper zu steuern	CHF 339	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0,001 mW (Heizkörperthermostat) 868.42 MHz Hochfrequenz, 2 Wege-Kommunikation mit Basisgerät/Zentralregler Link CC mit Aufputznetzteil und Link CC Zentralgerät max. 2.3 W im Standby Betrieb Ja App + Display-Basis Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser	30%; gemäss Bericht der FH Aachen nein Ja, das System hat die Funktion "Adaptives lernen" Das bedeutet es stellt zur richtigen Zeit, auch die richtige Temperatur zur Verfügung. Für jeden einzelnen Tag und Raum möglich, zusätzlich Ferienprogramm eine Danfoss Link verfügt über eine Fensteröffnungserkennung, durch die das Ventil geschlossen wird, wenn die Raumtemperatur rapide sinkt. Die Wärmezufuhr vom Heizkörper wird für 30 Minuten abgestellt, bevor Danfoss Link in seine ursprüngliche Einstellung zurückkehrt. Wenn die Fensteröffnungserkennung aktiviert wurde, ist diese Funktion 45 Minuten lang gesperrt. Nein Ja, via App oder am Touch Display auf dem Zentralregler Link CC Nur mit den Dynamischen Danfoss RA-DV Ventilen Nein	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Kann nur durch eine Fachperson installiert werden. Danfoss bietet jedoch hilfreiche Installationsvideos an. Die App ist gut gestaltet, die Basisstation ist nicht so bedienerfreundlich. Der Thermostat wird mit verschiedenen Ventiladaptoren ausgeliefert. Man sollte vorher abklären welche Ventile eingebaut sind (Hersteller) und ob Danfoss einen passenden Ventiladapter anbieten kann.	

	<p>Bei gewissen Ventilen wird der Thermostat mit einem Innen-Sechskantschlüssel auf das Ventil geklemmt. Auf den richtigen Sitz ist zu achten.</p> <p>Man hat die Wahl zwischen "Adaptivem lernen" oder normaler Regulierung. Wird das "Adaptive lernen" eingestellt benötigt das System etwas Zeit um alle äußeren Einflüsse in die Temperaturregulierung einfließen zu lassen. Das müsste vom Hersteller besser kommuniziert werden, da sonst eine Fehlfunktion vermutet wird.</p>
<p>Wartungsaufwand</p> <p>Batterie</p> <p>Batteriewartung</p> <p>Signalgeber, wenn Batterie leer</p> <p>Zustand wenn Batterie leer</p>	<p>Ja, Thermostatköpfe sind Batterie betrieben. Zentralregler Link CC benötigt bei der Aufputzversion eine 230V Steckdose.</p> <p>2 Jahre</p> <p>per App auf Smartphone</p> <p>Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt auf Frostschutz stehen.</p>
<p>Datensicherheit:</p> <p>Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch</p>	Keine Angaben
<p>Test Zeitprogramm mit SOLL-Absenkung zwischen 18.00 -7:00 Uhr</p> <p>Das Zeitprogramm passt die Aufheizphase so an, dass die Raumtemperatur zu der eingestellten Zeit stimmt. Es öffnet und schließt also nicht zu der eingestellten Zeit.</p>	
<p>The graph displays temperature data in degrees Celsius over a three-day period from 17.02.2018 to 19.02.2018. The y-axis ranges from 18°C to 48°C. Four data series are shown: T1 VL Smart (blue), T2 Raum Smart (red), T3 VL Normal (green), and T4 Raum Normal (orange). T3 and T4 show a steady increase from approximately 40°C to 45°C. T1 and T2 show a sharp drop from about 42°C to 18°C between 18:00 and 07:00 on 18.02.2018, followed by a recovery to around 40°C by 09:00. T2 shows a similar but less pronounced drop during the same period.</p>	

7.3.2.2 Homematic IP

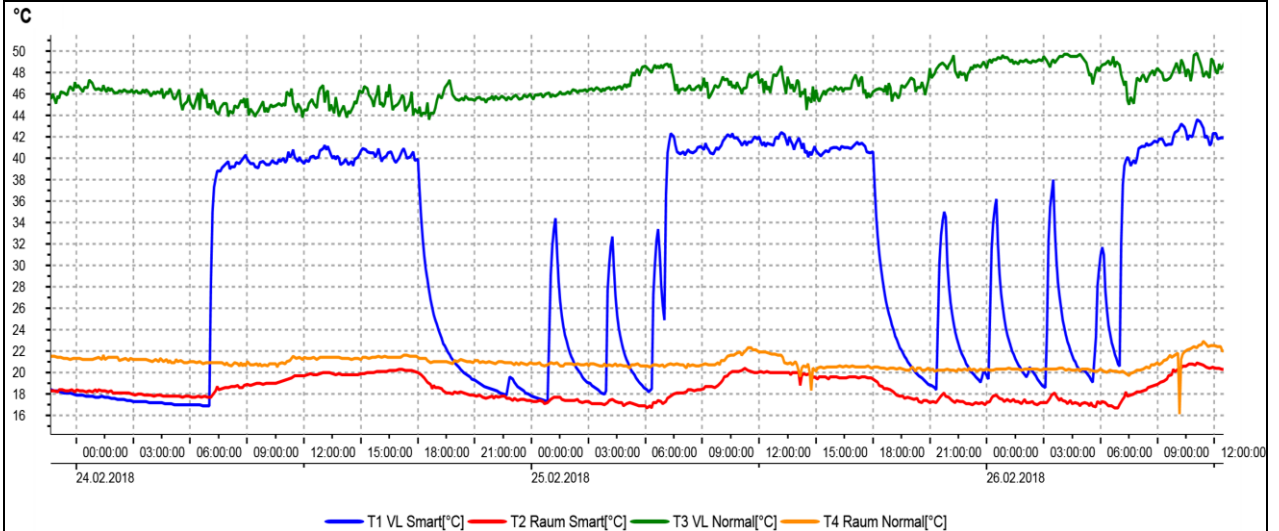
Produktbezeichnung		Heizkörperthermostat vernetzt	
Hersteller	eQ-3		
Bezeichnung	Homematic IP		
Homepage	http://www.homematic-ip.com		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat mit Anbindung ans Internet. Steuerbar manuell oder über eine Smartphone-App. Es können Zeitprogramme für die individuelle Absenkung der Raumtemperatur eingestellt werden. Mit einem Fensterkontakt soll erkannt werden, ob die Heizkörper während des Lüftens abgestellt werden sollen.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 143,94		
Technische Daten			
Standby-Strom	0,072 mW		
Funkstandard	868 MHz		
Mit oder ohne Basisgerät	-		
Energieverbrauch Basisgerät	2,75 W		
Frostschutzfunktion	-		
App-steuerbar	Ja		
Gruppiertes steuern pro Raum	Ja		
Nutzen			
Energieeinsparung	bis 30% (Herstellerangaben)		
Erkennt Abwesenheit	Ja		
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	Keine, aber adaptives Regelverhalten bezüglich der Raum- und Heizeigenschaft		
Einstellbares Zeitprogramm	Ja		
Anzahl Komfortlevel	6 Phasen (13 Schaltzeitpunkte) in jeweils 3 Heizprofilen		
Stellt ab bei Fensterlüftung	Ja		
Prädiktive Wetter-Anpassung	Nein		
Übers Internet steuerbar	Ja		
Hydraulischer Abgleich	Nein		
Steuerung Warmwasser	Nein		
Installation und Inbetriebnahme			
Installationsart	Selbst		
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Die Installation hat gut geklappt (Verbindungsprobleme im Nov. 2017 wurden behoben). Die Auto-Adaption des Heizkörperthermostats sollte besser in der App beschrieben werden und nicht nur in der Bedienungsanleitung, damit dies für die entgeltliche Funktionalität nicht vergessen wird.		
Wartungsaufwand			
Batterie	Ja		
Batteriewartung	2 Jahre		
Signalgeber, wenn Batterie leer	Warnung per App und im LCD-Display		
Zustand wenn Batterie leer	Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt auf einer Notposition von 15 % Öffnungsgrad stehen.		

Datensicherheit:Software-Sicherheit gegen
Fremdmisbrauch


VDE zertifiziert

Test Zeitprogramm mit SOLL-Absenkung zwischen 18.00 -7:00 Uhr


Zeitprogramm funktioniert gut.

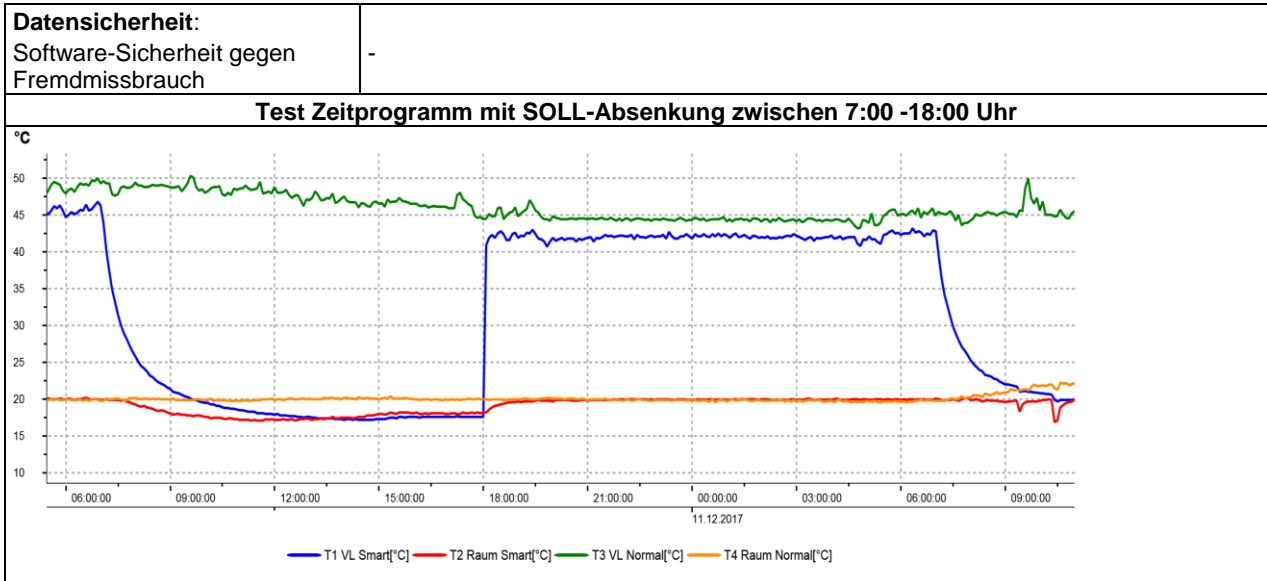


7.3.2.3 Tado-Smartes Heizkörper-Thermostat


Produktbezeichnung		Heizkörperthermostat vernetzt	
Hersteller	tado°		
Bezeichnung	Smartes Heizkörper-Thermostat - Starter Kit		
Homepage	https://www.tado.com		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat mit Anbindung ans Internet. Steuerbar über einen Web-Browser und über eine App. Es können Zeitprogramme für die individuelle Absenkung der Raumtemperatur eingestellt werden und es beinhaltet eine bedarfsgerechte Anpassung der Regelung mit Wetterdaten und erkennt die Abwesenheit. Sehr gute Installationsanleitung und durchdachtes System.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung		
Kosten Preis pro Starter-Kit, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 249,-		
Technische Daten			
Standby-Strom	0,157 mW (Heizkörperthermostat)		
Funkstandard	868 MHz		
Mit oder ohne Basisgerät	mit		
Energieverbrauch Basisgerät	>1 W		
Frostschutzfunktion	Ja		
App-steuerbar	App+Browser		
Gruppiertes steuern pro Raum	Ja		
Nutzen			
Energieeinsparung	bis zu 31% (gemäss Studie Fraunhofer Institut für Bauphysik)		
Erkennt Abwesenheit	Ja		
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	Ja		
Einstellbares Zeitprogramm	Ja		
Anzahl Komfortlevel	eine		
Stellt ab bei Fensterlüftung	Ja		
Prädiktive Wetter-Anpassung	Ja		
Übers Internet steuerbar	App+Browser		
Hydraulischer Abgleich	Nein		
Steuerung Warmwasser	Nein		
Installation und Inbetriebnahme			
Installationsart	Kann selbst installiert werden, 20 Min.		
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Gute Installationsanleitung. Die Batterien sind sehr versteckt.		
Wartungsaufwand			
Batterie	Ja		
Batteriewartung	12-18 Mo.		
Signalgeber, wenn Batterie leer	eMail und App-Warnmeldung		
Zustand wenn Batterie leer	Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat geht in den letzten Einstellzustand.		
Datensicherheit:			
Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Für die Übertragung und Speicherung der Daten nutzt tado° modernste Sicherheitstechnologie, die dem heutigen Onlinebanking Standard entspricht.		
Test Zeitprogramm	Wurde innerhalb des Heizungsregler-Tests von tado° durchgeführt.		

7.3.2.4 Devolo- Home Control

Produktbezeichnung	Heizkörperthermostat vernetzt	
Hersteller Bezeichnung Homepage	devolo Home Control Heizkörperthermostat http://www.devolo.ch	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Heizkörperthermostat mit Anbindung ans Internet. Steuerbar über einen Web-Browser oder iOS/Android App.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 344,90	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0,001 mW (Heizkörperthermostat) Z-Wave (868 MHz) mit < 4 W - App+Browser Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser Einstellung Heizkurve	keine Angaben Ja Der Heizkörperthermostat "lernt" in der ersten Woche automatisch den Raum. Ja Beliebig viel Ja, mit Fensterkontakt. Einen starken Temperaturabfall erkennt das Heizkörperthermostat eigenständig und schalten den Heizkörper für max. 30 Minuten automatisch aus. Nein App+Browser Nein Nein	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Anspruchsvoll, aber kann selbst vorgenommen werden, 60 Min. Die Software war für uns sehr anspruchsvoll und eine Funktion des Zeitprogramms mit der Gruppierung konnte in unserem Test nur dank der Unterstützung des Devolo-Service erstellt werden. Der Thermostat wird mit Innen-Sechskantschlüssen auf das Ventil geklemmt. Hier gibt es zwei mitgelieferte Adapter. Auf den richtigen Sitz ist zu achten. Wenn zusätzlich ein Raumthermostat installiert wird, muss der Raumthermostat mit den Heizkörperthermostaten im Raum gruppiert werden, sonst ist nicht klar, ob der Raumthermostat oder der Heizkörperthermostat regelt.	
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer Zustand wenn Batterie leer	Ja 3 Jahre Gibt eMail wenn Kontakt zur Zentrale abbricht und Batteriestand schwach ist. Die "letzte Aktion" bei Batteriemangel ist ein leichtes öffnen des Thermostaten, damit im Zweifelsfall der Heizkörper nicht einfriert.	




7.3.2.5 Viega-fonterra smart control - Fussbodenheizung

Produktbezeichnung		Fussboden Stellantrieb
Hersteller Bezeichnung	Viega fonterra smart control	
Homepage	https://www.viega.de/de/produkte/neuheiten/fonterra-smart-control.html	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Während herkömmliche Fussboden-Regler auf statische abgeglichene Heizkreise einwirken, funktioniert Fronterra Smart Control dynamisch (lernt die Trägheit des Gebäudes kennen). Dazu werden kontinuierlich die Vorlauftemperatur am Heizkreisverteiler, die Raumtemperatur und die Rücklauftemperatur eines jeden Heizkreises gemessen.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkreis zu regeln	CHF 587,-	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	- mW 868 MHz mit 45 W Nein Ja Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser Einstellung Heizkurve	Bis zu 20% (Herstellerangaben) Nein Ja, selbstlernt Ja eine Nein, wäre nicht sinnvoll. Nein Ja Ja, in dem nicht nur die VL und Raumtemperatur gemessen wird, sondern auch die RL-Temperatur. Nein Nein, kein Zugriff auf Kesselsteuerung.	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart	Die Installation sollte von einer Fachperson vorgenommen werden.	
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	-	
Wartungsaufwand Batterie	keine	
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch		
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.	

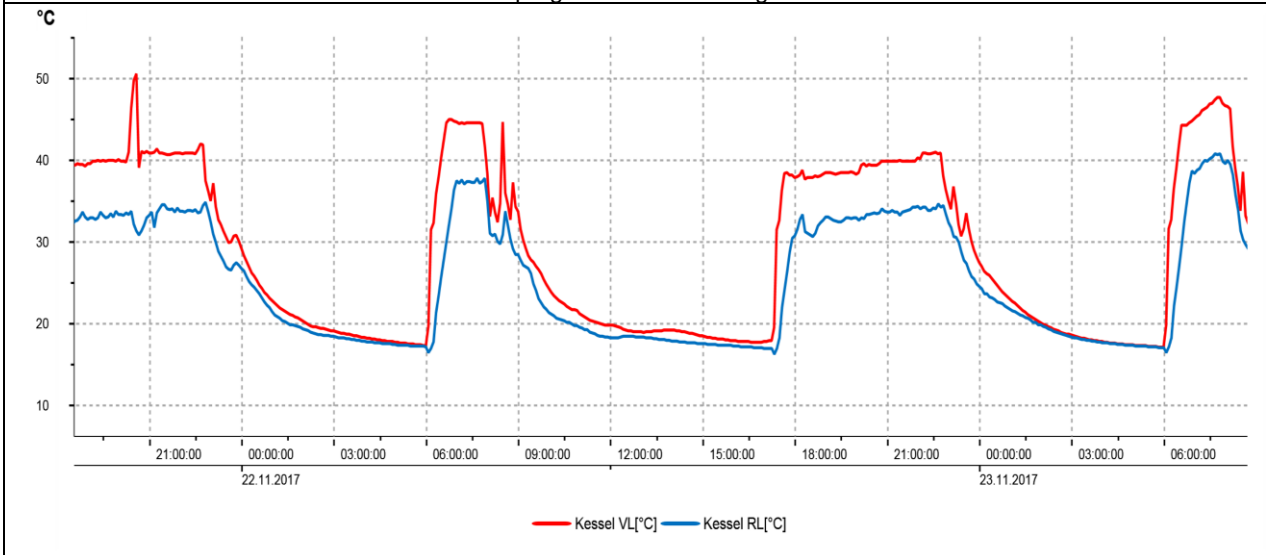
7.3.3 Smarte Heizungsregler

7.3.3.1 Tado-Smarter Thermostat


Produktbezeichnung		Heizungsregler
Hersteller	tado°	
Bezeichnung	Smarter Thermostat	
Homepage	https://www.tado.com	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Das Regelsystem von tado° greift zentral auf den Heizungskessel zu und steuert die Heizung ortsabhängig. Das System nutzt das Heizprofil des Gebäudes und die Wetterdaten, um dann bedarfsgerecht die nötige Wärmeenergie bereit zu stellen.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH/Wohnung	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 299,- (Starter Kit Smart Thermostat, ohne Extension Kit)	
Technische Daten Standby-Strom Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	0,157 mW (Heizkörperthermostaten) 868 MHz mit >1 W Ja App+Browser Ja	
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser Einstellung Heizkurve	bis zu 31% (Herstellerangaben) Ja Ja Ja eine Ja Ja App+Browser Nein Ja, nur bei bestimmten Wärmeerzeugern. Indirekt, über Kesselschnittstelle	
Installation und Inbetriebnahme Installationsart Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	idealerweise mit Unterstützung einer Fachperson Es hat eine gute Anleitung im Internet. Damit kann die Installation gut ausgeführt werden. Der Eingriff in den Wärmeerzeuger, um das Extension Kit zu installieren, ist dennoch kritisch und kann für eine Selbstinstallation nicht empfohlen werden. Bei unserem Test hat das Starter Kit in Verbindung mit den bestehenden, konventionellen Heizkörperthermostaten einen Regelungskonflikt verursacht. Sonst funktionierte es sehr gut.	
Wartungsaufwand Batterie Batteriewartung Signalgeber, wenn Batterie leer Zustand wenn Batterie leer	Ja 12-18 Mo. eMail und App-Warnmeldung Der Stellantrieb im Smarten Thermostat geht in den letzten Einstellzustand.	

Datensicherheit:Software-Sicherheit gegen
FremdmisbrauchFür die Übertragung und Speicherung der Daten nutzt tado° modernste
Sicherheitstechnologie, die dem heutigen Onlinebanking Standard entspricht.**Test Zeitprogramm mit Absenkung**

Zeitprogramm funktioniert gut.




7.3.3.2 NETATMO-Smarter Thermostat

Produktbezeichnung		Heizungsregler	
Hersteller	NETATMO		
Bezeichnung	Smarter Thermostat		
Homepage	https://shop.netatmo.com		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Das Regelsystem von Netatmo greift zentral auf den Heizungskessel oder die Wärmepumpe zu und kann individuell die einzelnen Raumtemperaturen mit Raumthermostaten oder Heizkörperthermostaten ansteuern. Das System lernt das Heizprofil der Nutzer/innen und die Trägheit des Gebäudes kennen und nutzt die Aussentemperatur, um bedarfsgerecht die nötige Wärmeenergie bereit zu stellen.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 206,-		
Technische Daten			
Standby-Strom	unbekannt		
Funkstandard	2.4 GHz		
Mit oder ohne Basisgerät	Mit Basis		
Energieverbrauch Basisgerät	Nur Batterien		
Frostschutzfunktion	Ja		
App-steuerbar	Ja		
Gruppiertes steuern pro Raum	Ja		
Nutzen			
Energieeinsparung	37% (Herstellerangaben)		
Erkennt Abwesenheit	Nein		
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	Nein		
Einstellbares Zeitprogramm	Ja		
Anzahl Komfortlevel	eine		
Stellt ab bei Fensterlüftung	-		
Prädiktive Wetter-Anpassung	Nein		
Übers Internet steuerbar	Ja		
Hydraulischer Abgleich			
Steuerung Warmwasser	Nein		
Einstellung Heizkurve	Indirekt, über Kesselschnittstelle		
Installation und Inbetriebnahme			
Installationsart	Idealerweise mit Unterstützung einer Fachperson		
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	Die Installation ist anspruchsvoll und könnte besser dokumentiert sein.		
Wartungsaufwand			
Batterie	3 AAA-Batterien (Basis) + 2 AAA-Batterien (Heizkörperthermostat)		
Batteriewartung	Lebensdauer der Batterien beträgt zwei Jahr		
Signalgeber, wenn Batterie leer	unbekannt		
Zustand wenn Batterie leer	Der Stellantrieb im Heizkörperthermostat bleibt stehen.		
Datensicherheit:			
Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Verschlüsseltes Kommunikationsprotokoll		
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.		


7.3.3.3 Faivre Energie SA-StanBox

Produktbezeichnung		Heizungsregler	
Hersteller	Faivre Energie SA, Delemont		
Bezeichnung	StanBox		
Homepage	http://www.faivre-energie.ch		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Prädiktive Regelung von Heizungen und Solaranlagen.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH		
Kosten	Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln		
	CHF 1990,-		
Technische Daten			
Funkstandard	Nein		
Energieverbrauch Basisgerät	Keine Angaben		
Frostschutzfunktion	Nein		
App-steuerbar	App+Browser		
Gruppiertes steuern pro Raum	Nein, Regler greift nur auf die Heizung via Schnittstelle.		
Nutzen			
Energieeinsparung	15% (Herstellerangaben)		
Erkennt Abwesenheit	Das Gerät kann das Klima erkennen und gibt für den Kessel keine Freigabe, wenn an den bevorstehenden Stunden die Sonne scheinen wird.		
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	nein		
Einstellbares Zeitprogramm	kein Zeitprogramm möglich		
Anzahl Komfortlevel	eine		
Stellt ab bei Fensterlüftung	Nein		
Prädiktive Wetter-Anpassung	Ja		
Übers Internet steuerbar	App+Browser		
Hydraulischer Abgleich	nein		
Steuerung Warmwasser	Ja		
Einstellung Heizkurve	Nein		
Installation und Inbetriebnahme			
Installationsart	Sollte durch eine Fachperson vorgenommen werden.		
Wartungsaufwand			
Batterie	Ja		
Batteriewartung	Nein		
Signalgeber, wenn Batterie leer	Nein		
Zustand wenn Batterie leer	-		
Datensicherheit:			
Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Login mit Passwort		
Test	Wurde nicht durchgeführt, da der Aufwand den Projektrahmen übersteigt.		


7.3.3.4 Thermosmart

Produktbezeichnung		Heizungsregler	
Hersteller	Thermosmart		
Bezeichnung	Advanced Raumthermostat		
Homepage	www.thermosmart.de		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems	Der Thermosmart wird über einen potentialfreien Kontakt, der maximal 230V bei 3A schalten kann, an einen Kessel oder der Wärmepumpe angeschlossen. Zur Installation des Thermostats in der Wohnung dient ein Heizkessel-Interface, das die Verbindung zwischen Thermostat und Kessel über Funk herstellt.		
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH		
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	CHF 249.-		
Technische Daten Funkstandard Mit oder ohne Basisgerät Energieverbrauch Basisgerät Frostschutzfunktion App-steuerbar Gruppiertes steuern pro Raum	Wifi 802.11b/g; 2.4 GHz Heizkessel-Interface 2,4 W - Ja -		
Nutzen Energieeinsparung Erkennt Abwesenheit Auto-Adaptation an Nutzerverhalten Einstellbares Zeitprogramm Anzahl Komfortlevel Stellt ab bei Fensterlüftung Prädiktive Wetter-Anpassung Übers Internet steuerbar Hydraulischer Abgleich Steuerung Warmwasser Einstellung Heizkurve	Keine Angaben Nein Ja Ja eine Nein Ja Ja Nein Ja Indirekt, über Kesselschnittstelle		
Installation und Inbetriebnahme Installationsart	Die Anleitung kann nur in Verbindung mit dem Schaltschema des Kessels für die Installation genutzt werden. Der Kessel muss den Kommunikationsstandard „OpenTherm“ unterstützen, um den Kessel moduleierend steuern zu können. Er kann auch über ein An/Aus-Relais gesteuert werden.		
Wartungsaufwand Batterien	keine		
Datensicherheit: Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	WEP, WPA en WPA2		
Test Zeitprogramm	Wurde aus technischen Gründen nicht durchgeführt.		

7.3.3.5 eGain

Produktbezeichnung		Heizungsregler	
Hersteller	eGain		
Bezeichnung	eGain forecasting™		
Homepage	http://www.egain.io		
Kriterium			
qualitative Beschreibung des Systems		Das Regelsystem von eGain ersetzt den Aussentemperaturfühler der Heizung mit einer GSM-Kommunikationsschnittstelle und installiert Temperatur- und Feuchtesensoren in jede Wohnung eines MFH. Das System lernt das Heizprofil der Nutzer/innen und die Trägheit des Gebäudes kennen und nutzt Wetterdaten, um dann bedarfsgerecht die nötige Wärmeenergie bereit zu stellen. Das System kann zur Überwachung des Raumklimas durch die Hausverwaltung genutzt werden und kann zusammen mit den Bewohnern für eine energetische Optimierung der einzelnen Wohnungen genutzt werden.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich		MFH > 1000 m ²	
Kosten			
Preis pro Gerät, pro Wohneinheit		CHF 250.- pro Wohneinheit (MFH)	
Technische Daten			
Standby-Strom		13 uAh	
Funkstandard		868 und GSM	
Mit oder ohne Basisgerät		mit	
Energieverbrauch Basisgerät		max. 0,25 W	
Frostschutzfunktion		Nein	
App-steuerbar		Browser	
Gruppiertes steuern pro Raum		Nein	
Nutzen			
Energieeinsparung		15% (Herstellerangaben)	
Erkennt Abwesenheit		Nein	
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten		Ja	
Einstellbares Zeitprogramm		Ja	
Anzahl Komfortlevel		Nein	
Stellt ab bei Fensterlüftung		Nein	
Prädiktive Wetter-Anpassung		Ja	
Übers Internet steuerbar		Browser	
Hydraulischer Abgleich		Nein	
Steuerung Warmwasser		Nein	
Einstellung Heizkurve		Ja, indirekt über Beeinflussung der Aussentemperaturfühler	
Installation und Inbetriebnahme			
Installationsart		Aussenantenne und Gateway durch Fachperson. Die Sensoren in den Wohnungen durch Hausverwaltung.	
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit		-	
Wartungsaufwand			
Batterie		Ja	
Batteriewartung		10 Jahre Garantie	
Signalgeber, wenn Batterie leer		per Internet	
Datensicherheit:			
Software-Sicherheit gegen Fremdmissbrauch		Gemäss EN60950-1	
Test		Wurde nicht durchgeführt, da der Aufwand den Projektrahmen übersteigt.	

7.3.3.6 Neurobat AG – NiQ

Produktbezeichnung		Heizungsregler
Hersteller	Neurobat AG	
Bezeichnung	NiQ	
Homepage	Zum Zeitpunkt der Endredaktion des Schlussberichtes befindet sich die Firma Neurobat seit 18.01.2018 in Liquidation.	
Kriterium		
qualitative Beschreibung des Systems	Neurobat NiQ lernt, wie rasch sich das Gebäude aufheizt oder wieder abkühlt und berechnet die tatsächlich benötigte Heizenergie. Scheint die Sonne während der Heizphase für einige Stunden ins Wohnzimmer, wird dies von Neurobat NiQ erfasst und das Gerät reduziert die Heizenergie, bevor die Räume überheizt werden. NiQ lernt auch den Tagesrhythmus der Bewohner/innen kennen und steuert die Wärmezufuhr entsprechend.	
Zielpublikum bzw. Einsatzbereich	EFH und MFH	
Kosten Preis pro Gerät, um einen Heizkörper zu regeln	3'300 -3'900 CHF inkl. Installation	
Technische Daten		
Funkstandard	Nicht nötig	
Mit oder ohne Basisgerät	Nicht nötig	
Energieverbrauch	3 W	
Frostschutzfunktion	Ja	
App-steuerbar	Nein	
Gruppiertes steuern pro Raum	Nein	
Nutzen		
Energieeinsparung	28% (Durchschnitt von 10 Feldtestanlagen, Herstellerangaben)	
Erkennt Abwesenheit	Ja	
Auto-Adaptation an Nutzerverhalten	Ja	
Einstellbares Zeitprogramm	Ja	
Anzahl Komfortlevel	keine	
Stellt ab bei Fensterlüftung	Nein, zentraler Regler	
Prädiktive Wetter-Anpassung	Ja	
Übers Internet steuerbar	keine	
Hydraulischer Abgleich	Nein	
Steuerung Warmwasser	Nein	
Einstellung Heizkurve	Indirekt über Beeinflussung der Aussentemperaturfühler	
Installation und Inbetriebnahme		
Installationsart	nur durch eine Fachperson	
Bemerkungen zur Installation / Handhabbarkeit	-	
Wartungsaufwand		
Batterie	Nein	
Datensicherheit:		
Software-Sicherheit gegen Fremdmisbrauch	Da keine Internetverbindung vorliegt, ist keine Softwaresicherheit notwendig.	
Test	Wurde nicht durchgeführt, da der Aufwand den Projektrahmen übersteigt.	