



Die Plattform: LoRa-Infrastruktur, Gateways und Optimierungsplattform.

Betriebsoptimierung im Wandel

Ziel Netto Null | Die Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 nicht mehr Treibhausgase auszustossen, als sie wieder aus der Atmosphäre entfernen kann. Gebäude spielen in diesem Kontext eine zentrale Rolle, da sie für einen erheblichen Anteil der Emissionen verantwortlich sind. Mit der KI-unterstützten, datenbasierten Analyse lässt sich die Energieeffizienz von Gebäuden deutlich steigern.

SIMON SOLENTHALER

In Zweckbauten (Büro-, Gewerbe- oder Industriebauten) entsteht ein Grossanteil der Emissionen durch den Betrieb von Heizung, Lüftung und Kühlung. In den letzten drei Jahrzehnten konnten durch den Austausch technischer Anlagen und die verbesserte Dämmung der Gebäudehüllen erhebliche Fortschritte erzielt werden: Die flächenbezogenen Emissionen sind im Vergleich zu 1990 um rund 45% gesunken, bleiben jedoch in absoluten Zahlen betrachtet weiterhin hoch [1].

Die Herausforderung in der Gebäudetechnik besteht nun darin, Nutzenergie wie Wärme mit minimalem Zuschlag an Hilfsenergie und minima-

len Erzeugungs- und Verteilverlusten bereitzustellen. In der Praxis trifft die Aussage «modern gleich effizient» jedoch selten zu. Während dies für die Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen oder Antriebstechnik stimmt, sind für die Betriebsführung und das Zusammenspiel verschiedener Anlagen andere Aspekte, insbesondere der menschliche Faktor, entscheidend.

In realen Gebäuden ändern sich die Nutzung und die Anforderungen an das Raumklima ständig. Interne Wärmelasten, rasches Aufheizen von Zonen durch die Sonne und die thermische Trägheit von Gebäuden sind nur einige der Faktoren, die berücksichtigt werden

müssen. Die Regler der technischen Anlagen bzw. die Gebäudeautomation müssen so parametrisiert werden, dass das dynamische System Gebäude genau dann mit Wärme, Kälte, Luft versorgt wird, wenn Bedarf entsteht.

Die Diskrepanz zwischen geplantem und tatsächlichem Energieverbrauch in Neubauten, der sogenannte «Performance Gap», neigt sich meist in Richtung Mehrverbrauch [2]. Wichtige «Verursacher» sind das kaum beeinflussbare Nutzerverhalten und Technik, die nicht optimal eingestellt ist oder eingestellt werden kann. In der Forschungsliteratur wird festgestellt, dass oft die notwendige Betriebsopti-

mierung und kontinuierliche Betriebsüberwachung fehlen, Informationsverluste im Lebenszyklus eines Gebäudes auftreten und das Nutzerverhalten zu wenig berücksichtigt wird [3].

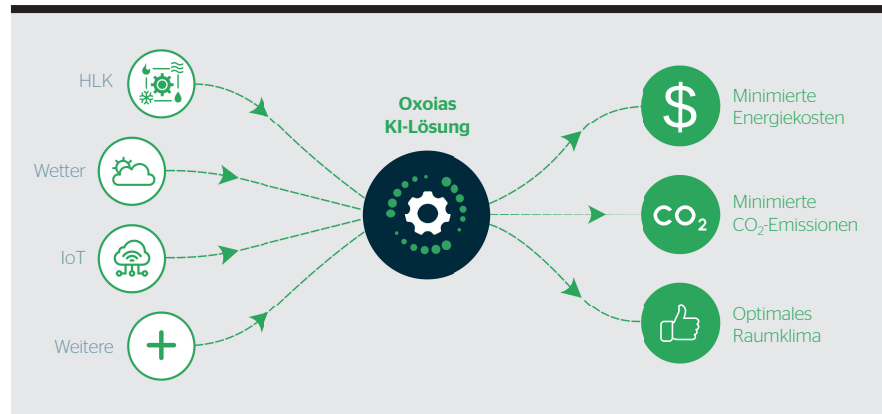
Diese Herausforderungen sind von grosser Bedeutung für das Erreichen der Klimaziele und sollten ernst genommen werden. Ein energetisch optimaler Betrieb der Technik ist eine Grundvoraussetzung zur Erreichung der ambitionierten Klimaziele. Optimal bedeutet hier, dass der Betrieb der Anlagen besser und kontinuierlich auf die Nutzungen und deren Anforderungen abgestimmt werden muss.

Mehr Transparenz durch aussagekräftige Daten

Um aussagekräftige Informationen über den Betrieb von Anlagen wie Lüftungen, Heizungen oder Kälteanlagen zu erlangen, müssen die Nutzungsparameter betrachtet werden. Hierbei sind Fragen relevant wie: Welche Temperaturbereiche wünschen die Nutzer, bzw. welche Vorgaben machen die Eigentümer für Sommer und Winter? Wie ist die Luftqualität in belüfteten Räumen? Welche Temperaturen treten tatsächlich auf? Planungs- oder Auslegungswerte sind in diesem Zusammenhang nicht hilfreich; stattdessen müssen Messdaten erhoben oder, wenn möglich, aus bestehenden Anlagen abgerufen werden.

Eine Umfrage, die Oxoia von August 2023 bis August 2024 unter 200 Liegenschaftsverantwortlichen und Energieberatern durchgeführt hat, zeigt, dass gerade hier Probleme auftreten. Fehlende Daten sind der Hauptgrund dafür, dass der Energieverbrauch entweder gar nicht oder nicht weiter reduziert werden kann. Es besteht also Handlungsbedarf.

Um Messdaten zu generieren, wo sie bisher fehlten, bietet sich der Einsatz von Funksensoren auf LoRa-Basis an. Die Fühler werden dort angebracht, wo sie benötigt werden und senden über Jahre hinweg zuverlässig Raumdaten. Basierend auf diesen Daten lässt sich der Betrieb von Lüftungsanlagen oder Heizgruppen bereits optimieren, noch besser ist es jedoch, wenn auch die Betriebsdaten der Anlagen erfasst und mit den Raumdaten in Beziehung gesetzt werden. Bei Controllern, die auf Bacnet oder Modbus basieren, können über Schnittstellen nicht nur die Daten abgerufen werden, die eventuell



Der Ansatz von Oxoia: Mit dem Einsatz von künstlicher Intelligenz lässt sich viel Energie im Gebäudebereich einsparen.

bereits in einem Leitrechner gespeichert sind, sondern alle Daten, die für die Optimierung von Nutzen sind. Bei grösseren Gebäuden können dies mehrere Tausend Datenpunkte sein.

Um Daten aus unterschiedlichen Quellen und Gebäuden einfach auswerten zu können, werden diese mit einem standardisierten Modell verknüpft. Dies bildet die Grundlage für weitere Verarbeitungsschritte und ermöglicht eine fundierte und effiziente Optimierung des Anlagenbetriebs.

Analyseprozess und Massnahmen

Der Einsatz von standardisierten, themenbezogenen Datengrafiken und -analysen, die durch KI-Algorithmen ermöglicht werden, kann viel Zeit bei der Datensichtung sparen und schnelle Erkenntnisse liefern. Eine datenbasierte Optimierung durchläuft typischerweise mehrere Phasen. Zunächst wird die Funktionalität der Gebäudetechnik überprüft. Oft weichen beispielsweise Temperatur- oder CO₂-Sensoren ab und müssen neu kalibriert werden. Durch Referenzmessungen in den Zonen kann dies leicht erkannt werden.

Anschliessend werden die einzelnen Gewerke grob auf die tatsächliche Nutzung abgestimmt und die Auswirkungen der neuen Einstellungen auf das Gebäude oder einzelne Zonen beobachtet. In weiteren Schritten können die Betriebsparameter iterativ an das Optimum angepasst werden. Die Praxis zeigt aber auch, dass bei einem Mieterwechsel die Anforderungen stark variieren können und der Prozess dann oft von vorne beginnen muss.

Das Ziel jeder Analyse ist es, ganz konkrete Massnahmen zu definieren, die zusammen mit dem Gebäudebetreiber oder der Gebäudebetreiberin besprochen und umgesetzt werden. Diese Analyse- und Optimierungsschritte sind als kontinuierlicher Prozess zu verstehen. Zu Beginn können häufigere Analyse- und Optimierungsintervalle, z.B. dreimal pro Jahr, sinnvoll sein. Sobald erste Verbesserungen sichtbar werden, können die Intervalle auf ein- bis zweimal pro Jahr reduziert werden.

Dieser datenbasierte Ansatz kann die Effizienz von Gebäuden erheblich steigern. Selbst bei Gebäuden, die bereits konventionelle Betriebsoptimierungen durchlaufen haben, ist ein weiterer Effizienzsprung zu erwarten. Von zentraler Bedeutung ist auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis: Eine solche Lösung erfordert keine nennenswerten Investitionen und finanziert sich durch die erzielten Effizienzgewinne.

Beispiel aus der Praxis

Wie datenbasierte Lösungen genutzt werden können, zeigt beispielsweise das Gebäude der Swiss Prime Site Solutions in Bern. Das technisch hochkomplexe Gebäude mit einer Nutzfläche von rund 20 000 m² zeichnet sich durch eine Heizungsanlage, 20 Lüftungsanlagen sowie drei Kälteanlagen aus. Für die Analyse werden rund 1000 Datenpunkte verwendet, die einerseits von 20 Automationscontrollern abgerufen werden. Diese werden über das Netzwerkprotokoll Bacnet von einem Kleinrechner ausgelesen. Hinzu kommen rund 30 auf dem LoRa-Standard basierende Funksensoren sowie Wetterdaten.

Alle diese Daten werden kontinuierlich erfasst und ausgewertet. Auf diese Weise konnten bereits über 60 Massnahmen identifiziert werden. Im ersten Jahr konnten 380 MWh Energie, 25 t CO₂ und 66 000 CHF an Betriebskosten eingespart werden – und dies ohne den Ersatz von Anlagen oder zusätzliche Investitionen. Diese Resultate verdeutlichen die Effektivität und Effizienz des datenbasierten Ansatzes. Es ist erwähnenswert, dass Oxoia die Optimierung im Abonnement anbietet, die sowohl die lokale Messinfrastruktur als auch die Softwarenutzung umfasst. Es fallen somit keine Investitionskosten an.

Die nächste Stufe: Automatisierte Optimierung

Der Analyseprozess basiert auf Daten und Algorithmen und wird immer noch manuell durchgeführt. Zeit ist jedoch oft ein weiteres Hindernis für die Optimierung. Wenn die Zeit fehlt, wird nicht optimiert. Das Einholen von Fremdleistungen verursacht zudem zusätzliche Kosten. Ein weiterer limitierender Faktor sind die begrenzten Einstellungsmöglichkeiten von Parametern auf den jeweiligen Controllern. Betriebsparameter sind statische Größen, die nicht wesentlich auf Nutzungs- oder Wetterereignisse reagieren können. Die Anpassung wäre Aufgabe des Bedieners, der diese Aufgabe jedoch nicht oder nur sporadisch wahrnehmen kann. Heutige programmierbare

logische Regelungen arbeiten nicht vorausschauend und können ihr Regelverhalten nicht aus historischen Messdaten lernen. All diese Faktoren verhindern einen optimalen, energiesparenden Betrieb.

Diese Lücke können übergeordnete Algorithmen schliessen, die auf Datenmodellen arbeiten. Solche intelligenten Regler sind bereits im Einsatz. Sie berechnen aus allen Messdaten im Minutentakt die optimalen Steuerungsgrößen, z. B. Raumsollwerte oder Vorlauftemperaturen, und senden diese an die jeweilige Steuerung. Dies ist vergleichbar mit einer Person, die kontinuierlich umfassende Messungen durchführt und die Steuerung nachjustiert. Statische Betriebsgrößen werden so dynamisiert und bestehende Steuerungen in ihrer Funktionalität erweitert. Sie können plötzlich dynamischer auf interne oder externe Anforderungen reagieren.

Die Erfahrungen mit der von Oxoia entwickelten automatisierten Optimierungslösung weisen auf ein zusätzliches Effizienzpotenzial hin. Drei verschiedene Gebäude, die mit der automatisierten Optimierung ausgestattet sind, zeigen über die letzten Jahre eine stabile Verbrauchsreduktion von 5 bis 25%. Alle Gebäude sind mit modernen Gebäudecontrollern namhafter Hersteller ausgestattet und die Parametrierung wurde bereits zuvor manuell so optimal wie möglich eingestellt. Das weitere Optimierungspoten-

zial kann je nach Gebäude erheblich sein und soll in Zukunft durch eine dynamischere Betriebsführung mittels Algorithmen weiter ausgeschöpft werden, um die Gebäude künftig noch effizienter zu machen.

Fazit

Die energetische Betriebsoptimierung befindet sich im Umbruch. Die datenbasierte Analyse, unterstützt durch Algorithmen, ist ein wichtiger Schritt zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden. Doch die Entwicklung geht weiter. Künftig werden Algorithmen eine noch dynamischere Betriebsführung der Gebäudetechnik ermöglichen und so den Betrieb weiter optimieren. Betriebsoptimierung und Monitoring können jedoch nur dann ihre volle Wirkung entfalten, wenn sie als Werkzeuge auch tatsächlich eingesetzt werden. Es ist daher entscheidend, die vorhandenen Ressourcen effizient zu nutzen und die Vorteile der Technologie voll auszuschöpfen.

Referenzen

- [1] «Kenngrößen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2022», Bundesamt für Umwelt BAFU, 2024.
- [2] «Energie Performance Gap in Neubauten», Energie Schweiz, 2019.
- [3] B. Frei, C. Sagerschnig, D. Gyalistras, «ParkGap - Performance Gap Gebäude», Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, 2018.



Autor

Simon Solenthaler ist CTO von Oxoia.
→ Oxoia AG, 5400 Baden
→ simon.solenthaler@oxoia.com

RÉSUMÉ

Optimisation de l'exploitation des bâtiments en pleine mutation

Objectif zéro émission nette

La Suisse s'est fixé pour objectif d'être en mesure d'ici 2050 de ne plus émettre plus de gaz à effet de serre qu'elle ne peut en éliminer de l'atmosphère. Les bâtiments jouent un rôle essentiel dans ce contexte, car ils sont responsables d'une part importante de ces émissions. Dans les bâtiments fonctionnels (bureaux, bâtiments commerciaux ou industriels), une grande partie des émissions provient de l'utilisation du chauffage, de la ventilation et de la climatisation. Au cours des trois dernières décennies, des progrès considérables ont été réalisés grâce au remplacement des installations techniques et à l'amélioration de l'isolation de l'enveloppe des bâtiments: les émissions ont diminué d'environ 45% par rapport à 1990, mais restent néanmoins élevées.

L'optimisation énergétique de l'exploitation des bâtiments est en pleine mutation. Aujourd'hui, le processus

d'analyse est encore effectué manuellement. L'adaptation incomberait à l'opérateur, qui ne peut toutefois pas s'acquitter de cette tâche, ou seulement de manière sporadique. De plus, les régulations logiques programmables actuelles ne fonctionnent pas de manière anticipative. Tous ces facteurs empêchent une exploitation optimale. À l'avenir, des algorithmes permettront une gestion encore plus dynamique de la technique des bâtiments et optimiseront ainsi davantage leur exploitation. Parmi ceux-ci, par exemple, la solution IA d'Oxoia, qui peut également être mise à la disposition des conseillers en énergie. Celle-ci peut être utilisée pour divers cas d'application et montre comment l'empreinte carbone des bâtiments suisses peut être réduite plus rapidement dans son ensemble.