

Der **F**acility **M**anager

Gebäude und Anlagen besser planen, bauen, bewirtschaften



BETREIBERVERANTWORTUNG

Energiemanagement • Tagreinigung • Beleuchtung • Catering



Bild: EGS-plan (5)

TECHNISCHES MONITORING DES ANLAGENBETRIEBS

Transparenz im Parlament

Die Ingenieurgesellschaft EGS-plan hat nach einer Generalsanierung die Gebäudetechnik des Landtagsgebäudes Baden-Württemberg vier Jahre lang überwacht und optimiert. Das Ergebnis: Der jährliche Endenergieverbrauch sank um 22 Prozent.

Der 1961 erbaute Landtag von Baden-Württemberg liegt mitten im Herzen der Landeshauptstadt Stuttgart. Zwischen 2013 bis 2016 erfolgte eine Generalsanierung des Gebäudes sowie eine Erweiterung. Als Dienstleister des Technischen Monitorings (TMon) in der Betriebs- und Nutzungsphase beauftragt das Land die Ingenieurgesellschaft EGS-plan im Frühjahr 2016. Ziel war es, die Gebäudeenergiebilanz auszuwerten, den laufenden Betrieb der technischen Anlagen zu bewerten und energetisch zu verbessern. Gleichzeitig sollte der Innenraumkomfort analysiert und eingehalten

werden. Das TMon ist ein Instrument zur Qualitätssicherung der Planungsziele, der Energieeinsparung und Erfolgskontrolle. Ganz im Sinne der 2020 veröffentlichten AMEV-Empfehlung „Technisches Monitoring“ und der VDI 6041:2017-07 „Facility-Management – Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen“ werden dabei alle Bereiche des Behaglichkeits-, Anlagen- und Energiemonitorings einbezogen. Der folgende Artikel stellt die Methoden, Projekterfahrungen, erarbeitete Verbesserungsmaßnahmen und Ergebnisse des Technischen Monitorings der Jahre 2017 bis 2020 dar.

Technische Gebäudeausrüstung und Methoden

Hauptteile der anlagentechnischen Versorgungsstruktur sind der Fernwärmeanschluss, die Kälteanlagen (NT 6/12 °C und HT 16/19 °C), die freie Kühlung und die Teil- und Vollklimaanlagen (Abbildung 1). Auf Verbraucherseite befinden sich zahlreiche kombinierte Heiz-Kühl-Systeme sowie übliche Verteilungsarten wie Fußbodenheizung oder reine Umluftkühlgeräte. Die Nutzungsarten beinhalten Büroräume, Besprechungssäle, Gastronomie, großflächige Foyerbereiche und den großen Plenarsaal mit neu errichteter Tageslichtnutzung.

Im Projekt arbeitete EGS-plan mit direkten Kopien der Datenbank der Betreiber-Leittechnik. Dies hat den Vorteil, dass das beim Kunden vorhandene System ohne die Einrichtung und Verwendung weiterer Zusätze genutzt werden kann. Die Datenanalyse erfolgte mit dem von EGS-plan entwickelten Software-System „MonKey“ (aus Monitoring und Anlagenkennschlüssel „Key“). Zur Vergleichbarkeit der Jahresenergiewerte wurden diverse Witterungskorrekturen und Plausibilitätsanalysen vorgenommen.

An erster Stelle steht für den TMon-Dienstleister in der Nutzungsphase die enge Zusammenarbeit mit dem technischen

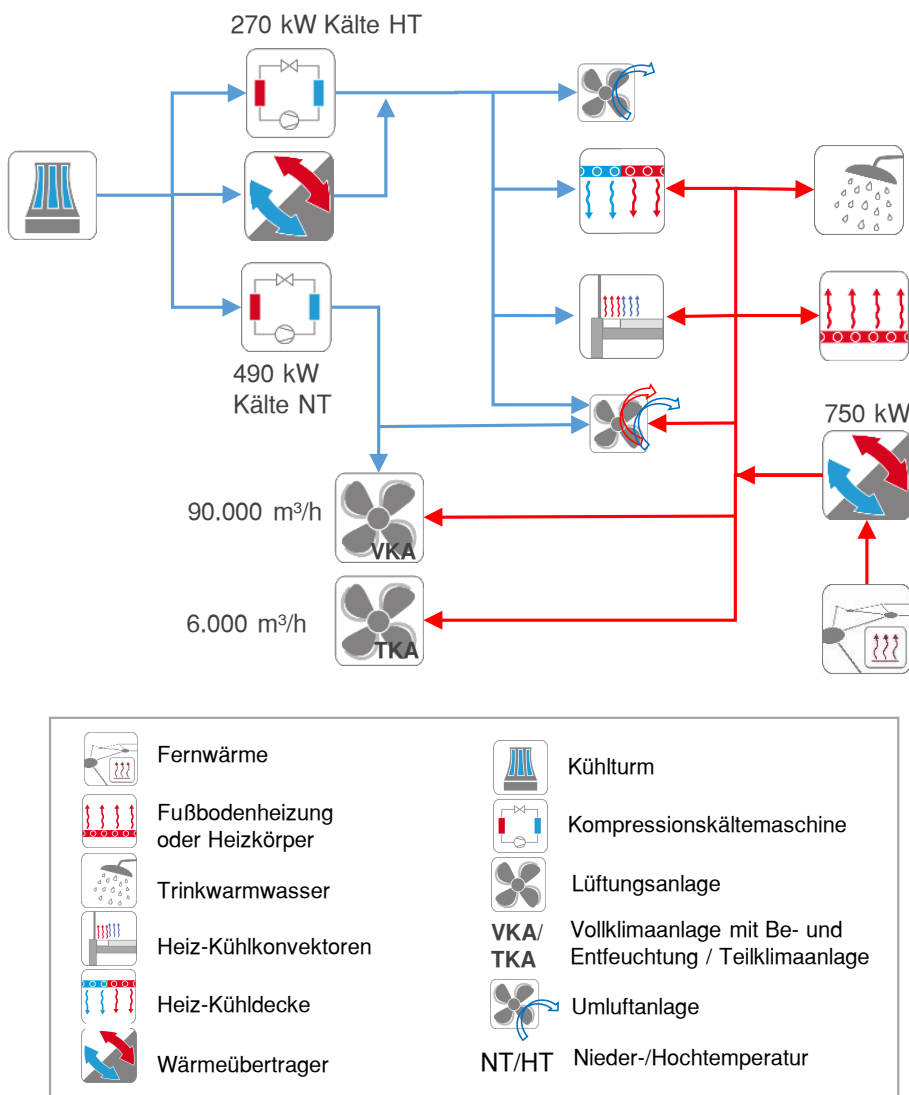
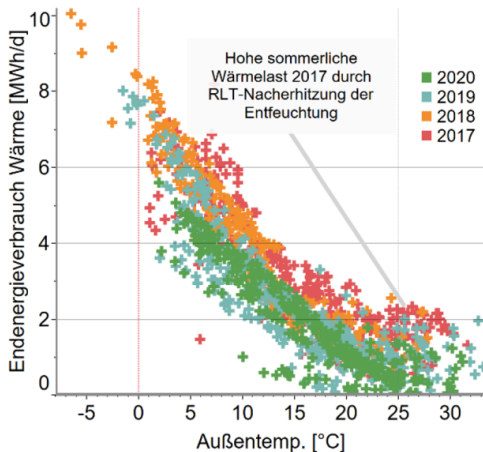


Abbildung 1: Anlagentechnik der TGA.

Abbildung 2: Tageswerte der Heizlast über Außentemperatur.



Personal des Gebäudebetriebs. Im vorliegenden Projekt ergänzten sich die Betriebsmannschaft des Landtages und EGS-plan hervorragend, was sicherlich auch ein Grund für die guten Ergebnisse war. EGS-plan stellt in detaillierten, schriftlichen Berichten je nach Vereinbarung z. B. vierteljährlich aktualisierte Analysen und Diagnosen des Gebäudebetriebs bereit.

Einregulierung und Maßnahmen

Aus den beobachteten und ausgewerteten Messdaten haben die Fachleute von EGS-plan Maßnahmen zur Betriebsverbesserung abgeleitet. An erster Stelle veränderten sie Sollwertanpassungen zum einen der Luftfeuchte (ab 2018) und zum anderen der Zulufttemperatur (ab 2019) im Rahmen des Komfortbereichs der Behaglichkeit an die energieoptimalen Grenzen. So kann beim Zustand aktiver Entfeuchtung durch Taupunktkühlung aus energetischer Sicht diese kühle Luft bei Kühlanforderung der Räume (soweit komfortmäßig akzeptabel) genutzt werden. Abbildung 2 stellt das Ergebnis der abgesenkten, sommerlichen Wärmelast ab 2018/19 dar; die trockene Witterung 2020, die zur NT-Kälteeinsparung der Zuluft-Entfeuchtung beitrug, wurde bereits herausgerechnet.

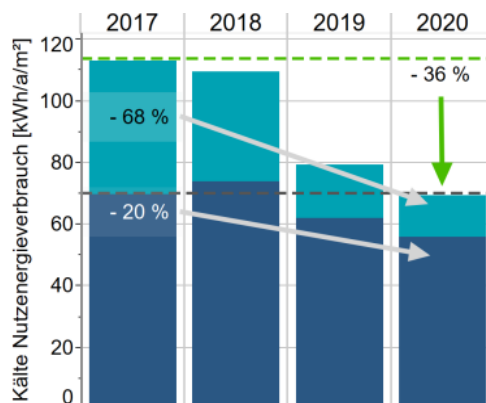
Zum Zweiten legten die Ingenieure die Umluftkühler der Plenarsaalzwischendecke

ab 2019 vom NT- auf das HT-Kältenetz und stellten tolerantere Zieltemperaturen ein. Ausschlaggebend dafür war, dass das HT-Kältenetz effizienter Kälte erzeugt. Abbildung 3 zeigt die drastische Senkung des NT-Kälteverbrauchs von 2018 auf 2019 durch diese Maßnahme.

Drittens wurden die Betriebszeiten und Absenkbetriebe der RLT-Anlagen regelmäßig geprüft und korrigiert, um unnötigen Lüftungsbetrieb mit allen daran geknüpften Be-/Entfeuchtungs-, Heiz- und Kühlfunktionen einzusparen.

An vierter Stelle deckte EGS-plan leicht zu übersehende Software-Bugs sowie Programmier- und Parametrierfehler von Automatisierungsfunktionen auf. Diese treten nach wie vor häufig auch in aktuellen Sanierungs- und Neubaumaßnahmen auf und wirken meist negativ auf Komfort und Energieverbrauch. So zeigte die Bedienoberfläche eine scheinbar ausgeschaltete Lüftungsanlage. Diese lief nachts jedoch tatsächlich durch. Detailfehler in der Programmierung von Verriegelungs- und Umschaltfunktionen der Heizung und Kühlung führten zu Energieverschwendung ohne Nutzen, da gleichzeitig gekühlt und geheizt wurde. Solche Mängel in der Ausführung oder Bedienung der Anlagenfunktionen können systematisch nur durch einen gründlichen Probebetrieb oder TMon in der Betriebsphase aufgedeckt und behoben werden.

Abbildung 3: Jahreswerte des Nutzenergie-Kälteverbrauchs pro Nettogrundfläche.



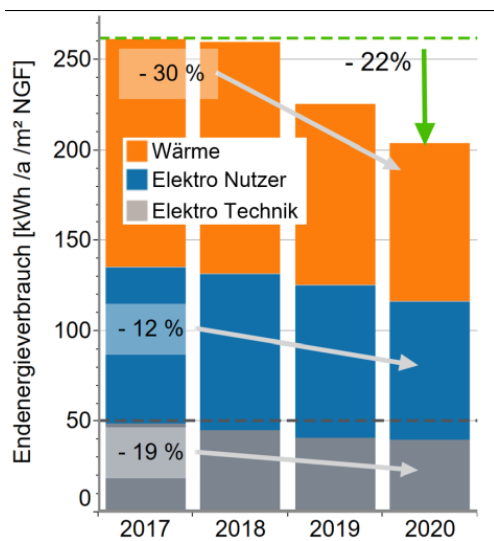


Abbildung 4:
Endenergieverbrauch
pro Nettogrundfläche
witterungskorrigiert.

Dienstleister für Technisches Monitoring früh einbinden

Zur Sicherstellung der möglichst effektiven Anwendung des TMon und eines nachhaltigen Energiemanagements in der Nutzungsphase von Gebäuden empfiehlt sich die Beteiligung des TMon-Dienstleisters schon in einer sehr frühen Planungsphase wie der HOAI-Leistungsphase 3 Entwurf oder früher, spätestens jedoch ab Leistungsphase 5 Ausführungsplanung. Ein nachträglicher Aufbau von erforderlicher Infrastruktur stellt einen wesentlich größeren Aufwand dar. Dies bestätigt sich für EGS-plan mehrfach in zahlreichen Praxisprojekten. Die Erfahrungen als TMon-Dienstleister decken sich hier absolut mit den Empfehlungen der AMEV 158 und der VDI 6041. In den Planungsphasen können die notwendigen Vorleistungen für das TMon noch gut eingearbeitet werden (Anforderungen z. B. an Messstellen, Zähler, Datenzugriffswege und Qualitäten der Ausführung und Softwaresteuerung). Hier werden die Weichen gestellt für eine Infrastruktur mit Transparenz der technischen Systeme. Diese durchgängige Transparenz und Bedienbarkeit ermöglichen erst eine bedarfsgerechte und wirtschaftliche

Technisches Monitoring aus der Nutzersicht

„Bundesweit kann bei vielen privaten und öffentlichen Baumaßnahmen beobachtet werden, dass gerade in der ersten Nutzungszeit der Gebäude die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen und funktionsgerechten Betrieb nicht vorliegen. Dies hängt neben dem üblichen Kosten- und Termindruck der Projekte auch zusammen mit den üblichen Prozessen bei Bauvorhaben, bei denen in der Regel die beteiligten Firmen und Planer nach der Abnahme/Übergabe der Gebäude keine Zuständigkeiten für den Betrieb haben. Zwischen der Planungs- und Bauphase sowie der Nutzungsphase kommt es häufig zu einem „Systembruch“. Die gebäudetechnischen Anlagen laufen in der ersten Nutzungsphase oft stark fehlerbehaftet und überwiegend weit entfernt von einem optimalen Betrieb. Neben wirtschaftlichen Nachteilen (zu hohe Betriebskosten) für den Gebäudeeigentümer kann dieser Umstand auch zu einer Beeinträchtigung der Gebäudenutzung und einer damit verbundenen Nutzerunzufriedenheit führen.“

Im Landesbau Baden-Württemberg wurden deshalb bereits parallel zur erstmals im Jahr 2017 herausgegebenen AMEV-Empfehlung zum Technischen Monitoring konkrete Schritte zur grundsätzlichen Verankerung dieses Instrumentes bei großen Baumaßnahmen eingeführt. Deshalb gibt es bereits seit einigen Jahren umfassende Erfahrungen bei der Anwendung des Technischen Monitorings. Bei vielen Projekten hat sich gezeigt, dass der nicht unerhebliche Aufwand für dieses Instrument gerechtfertigt ist. Frühzeitig können Fehlfunktionen von technischen Anlagen insbesondere auch im Zusammenwirken erkannt werden und Optimierungen veranlasst werden. Die in den AMEV-Empfehlungen enthaltenen Annahmen für mögliche Betriebskosteneinsparungen bei Anwendung des Technischen Monitorings wurden vielfach deutlich übertroffen. Im Landesbau Baden-Württemberg ist deshalb auch künftig vorgesehen, das Technische Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung anzuwenden.“

Ministerialrat Torsten Wenisch, Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg, Abteilung Vermögen und Hochbau, ehem. Vorsitzender des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV).

Betriebsführung. Ebenso müssen die organisatorischen Zuständigkeiten der Beteiligten und die Ziele des Energiemanagements erarbeitet, formuliert und kommuniziert werden.

Des Weiteren werden moderne Anlagensysteme der TGA immer verknüpfter und wechselwirkender. Am Ende der Bauphase ist die stichprobenhafte, aktuell praktizierte Prüfung durch die Fachplanung nach Einzelgewerken und den Bauherrn bei den VOB-Abnahmen nicht mehr geeignet, diese gekoppelten Systeme in einen möglichst optimalen Betrieb zu überführen. Eine

strukturierte, gewerkeübergreifende und umfassendere Prüfung der Anlagenfunktionen ist notwendig.

Ergebnisse und Schlussfolgerung

Nach systematischer Auswertung der Betriebsdaten mittels eigener Softwarewerkzeuge wurden Maßnahmen abgeleitet, um den Gebäudebetrieb zu verbessern. Der jährliche End-Energieverbrauch konnte in Bezug auf 2017 um 22 Prozent reduziert werden. Das entspricht einer Energiekosteneinsparung von brutto etwa 63.000 Euro pro Jahr (Preise von 2018). Dadurch werden rund 82 t CO₂-Emission jährlich vermieden. Der Raumkomfort steigerte sich dabei sogar. Unter anderem wurden folgende, nicht-investive Maßnahmen vorgeschlagen und mit dem Gebäudebetreiber realisiert:

- Regelmäßige Kontrolle und Laufzeitenanpassung der Lüftungsanlagen, energetische Sollwertanpassungen von Zulufttemperaturen und Abluftfeuchten,
- Vorlauf-Temperaturverschiebung an Verbrauchern,
- Behebung von Programmierfehlern und Bugs der Anlagensteuerung (Heiz-Kühl-Verriegelung und Umschaltkriterien) sowie diverser Sensorfehler.

Die Abbildung 4 zeigt den gesamten Verbrauch an Elektrizität und witterungsbereinigter Wärme im Zeitraum des Monitorings. Von 2017 auf 2020 wurde der Bezug von Wärme über die vier Jahre witterungsbereinigt um 30 Prozent und von elektrischer Energie nutzerseitig um 12 Prozent gesenkt. Im Bereich der Anlagentechnik sank der elektrische Verbrauch um 19 Prozent.

Die Größenordnung der realisierten Verbrauchseinsparung von insgesamt

22 Prozent übertrifft die Erfahrungswerte der AMEV-Empfehlung 158 von 10 Prozent deutlich um den Faktor zwei. Der Einfluss einer möglichen Betriebs- bzw. Nutzungszeitreduktion im Jahr 2020 wegen der Verhaltensänderungen durch das luftübertragene SARS-CoV-2 kann hierbei vernachlässigt werden. So verringerte sich die kumulierte Betriebszeit der raumluftechnischen Anlagen (RLT) des Landtags von 2019 auf 2020 um lediglich 2 Prozent. Eher nachteilig für den Energieverbrauch war, dass teilweise Luftmengen erhöht und durch Verteilung von Personen auf möglichst viele Räume mehr Büroräume genutzt wurden.

Trotz der bereits realisierten Kosteneinsparungen sind weitere Potenziale u. a. durch geringe Umbauten und bisher noch weniger analysierte Betriebsbereiche vorhanden. Hinzu kommt die Notwendigkeit eines dauerhaften Energiemanagements durch die generell im Normalbetrieb von Gebäuden eintretende schleichende Verschlechterung eines einmal eingestellten Zustandes.

Der Bauherr Vermögen und Bau Baden-Württemberg in diesem Sanierungsvorhaben bestätigt mit seiner Erfahrung aus vielfältigen Projekten ebenfalls: „Bundesweit kann bei vielen privaten und öffentlichen Baumaßnahmen beobachtet werden, dass gerade in der ersten Nutzungszeit der Gebäude die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen und funktionsgerechten Betrieb nicht vorliegen. Zwischen der Planungs- und Bauphase sowie der Nutzungsphase kommt es häufig zu einem ‚Systembruch‘. Bei vielen Projekten hat sich gezeigt, dass der Aufwand für das Instrument des Technischen Monitorings gerechtfertigt ist.“

Daniel Strasser geb. Gürlich, Thilo Sautter, Patrick von Eichel-Streiber, Leonie Nietfeld, Boris Mahler ■

Die Autoren:

Dipl.-Phys. Daniel Strasser geb. Gürlich, Dipl.-Ing. (FH) Thilo Sautter, Leonie Nietfeld B.Eng. und Dr.-Ing. Boris Mahler sind bei der EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH, Stuttgart, tätig. Patrick von Eichel-Streiber arbeitet bei Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Abteilung 4.