

ENERGIE-MONITORING UND INTELLIGENTE ANLAGENSTEUERUNG IN DER SMART AIRPORTCITY WIEN

Andreas LINDINGER¹, Christian SCHÜTZENHOFER²

Zusammenfassung

Auf dem Weg zur energieeffizientesten Flughafenstadt der Welt hat die Flughafen Wien AG (FWAG) bereits richtungsweisende Entscheidungen wie die Einführung von EMAS in 2014 oder die Nachhaltigkeitszertifizierung der AirportCity getroffen.

Ziel von Smart AirportCity ist die Reduktion von Energieverbrauch/-kosten und CO₂-Emissionen sowie Lasten auf die Infrastruktur im Stadt-/Gewerbequartier Flughafen Wien. Dazu wird ein integrativer, die Energieversorgungsstruktur und Gebäude übergreifender Ansatz samt Stakeholderprozess zur Einbindung von Betreiber, Unternehmen und Nutzer implementiert. Im Zentrum steht ein innovatives Monitoringsystem samt Feedbacksystem zur intelligenten Anlagensteuerung, das Maßnahmen vorschlägt und deren Wirkung evaluiert.

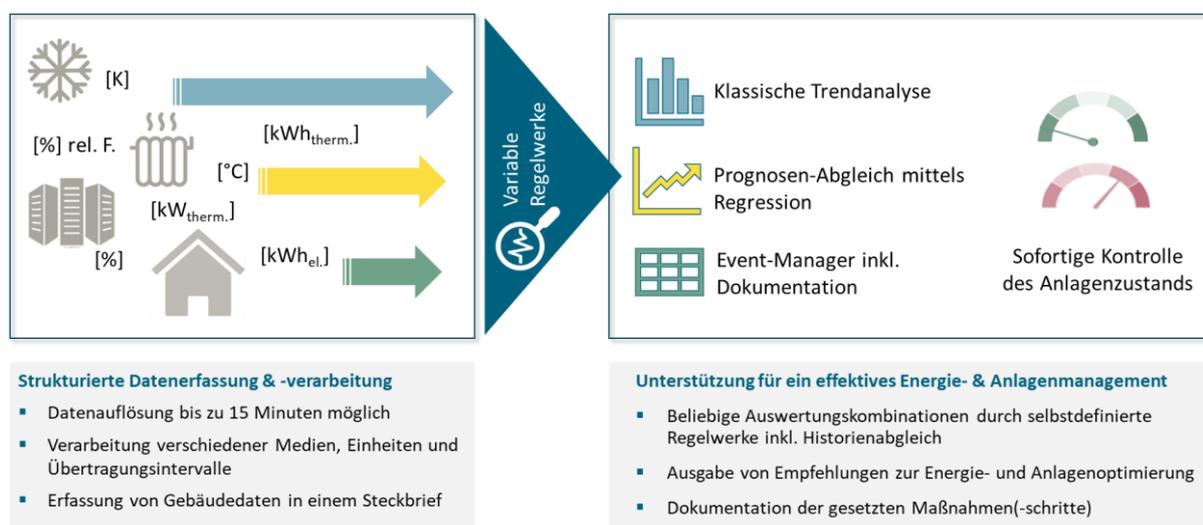


Abb. 1: Zentrale Funktionalitäten der Smart AirportCity Tools

Der Innovationsgehalt besteht erstens in der Vernetzung und Aggregation der Daten der Gebäudetechnik und damit der für den Hauptenergieverbrauch verantwortlichen Elemente. Zweitens in der Abstrahierung und Automatisierung von Optimierungsschritten zur Energieverbrauchs- und Lastspitzenreduktion. Durch diese beiden Elemente wird die Basis geschaffen, Potenziale gebäudeübergreifend zu erkennen und automatisiert zu überprüfen. Die Identifikation und Umsetzungsanleitung zur Hebung der Energieoptimierungspotenziale sowie die systematische Einbeziehung des Energiemanagements, der Betriebsführung und der Nutzer stellt den wesentlichen Innovationsbeitrag dar.

Das Energiemonitoring- und Anlagenoptimierungssystem wird in eine Smart City Strategie des Flughafens (inkl. zukünftiger Potenziale) eingebettet. Die gewonnenen Erkenntnisse können darüber hinaus auf ähnliche Großstrukturen (auch mit anderen Nutzungsschwerpunkten) übertragen werden.

¹ Mag. (FH) Andreas Lindinger, denkstatt GmbH, Hietzinger Hauptstraße 28, 1130 Wien, +43 (0)664 8118002, andreas.lindinger@denkstatt.at, www.denkstatt.at

² Mag. Christian Schützenhofer, denkstatt & enertec GmbH, Hietzinger Hauptstraße 11, 1130 Wien, +43 (0)664 4415302, c.schuetzenhofer@denkstatt-enertec.at, www.denkstatt-enertec.at

Ausgangssituation

Zielsetzung

Auf dem Weg zur energieeffizientesten Flughafenstadt der Welt hat die Flughafen Wien AG bereits richtungsweisende Entscheidungen wie die Einführung von EMAS in 2014 oder die Nachhaltigkeitszertifizierung der AirportCity getroffen.

Ziel von Smart AirportCity ist die Reduktion von Energieverbrauch/-kosten und CO₂-Emissionen sowie der Lasten auf die Infrastruktur im Stadt-/Gewerbequartier Flughafen Wien, einer Mobilitätsdrehscheibe für mehr als 25 Millionen Passagiere jährlich und Arbeitsplatz für rund 20.000 Menschen. Die in der Flughafenstadt tätigen Unternehmen kommen aus einem breit gefächerten Mix der Sparten Aviation, Gastronomie, Retail, Dienstleistung, Hotellerie, Parken, Logistik aber auch Niederlassungen von international tätigen Unternehmen. Dazu wird ein integrativer, die Energieversorgungsstruktur und Gebäude übergreifender Ansatz samt einem Stakeholderprozess zur Einbindung von Betreiber, Unternehmen und Nutzer implementiert.

Im Zentrum steht ein innovatives Monitoringsystem samt Feedbacksystem zur intelligenten Anlagensteuerung, das Maßnahmen vorschlägt und deren Wirkung evaluiert. Integriert in die Optimierung des Gesamtsystems Energie-Gebäude-Nutzer werden Entwicklungspotenziale für die Smart AirportCity und das Umfeld abgeleitet.

Energiemonitoring und Anlagen-/Betrieboptimierung in Flughäfen

Der Flughafen Wien ist repräsentativ für den generellen Stand der Technik der technischen Ausrüstung, die für den Energieverbrauch der Haustechnik verantwortlich ist. Dieser besteht in elektronisch gesteuerten und geregelten Geräten (der Heizungs-, Klima-, Beleuchtungs- und Lüftungstechnik), die über dezentrale Kontrolleinheiten an eine zentrale Verwaltungs- und Visualisierungseinheit angeschlossen sind, genannt Gebäudeleittechnik (kurz „GLT“).

Diese GLT-Systeme erlauben die Steuerung und Überwachung aller angeschlossenen Anlagen, jedoch sind die Eingriffsmöglichkeiten des Bedienpersonals begrenzt auf die durch die Visualisierung zugelassenen Parameter. Dies ergibt sich aus der technologisch bedingten Dezentralität der eigentlichen Steuereinheiten („Controller“), welche üblicherweise in der Peripherie positioniert sind. Die zentrale Visualisierungseinheit hat nur abrufende, darstellende und Parameteränderungsfunktion, keine aktive, steuernde.

Durch diese Struktur ist eine (Objekt-)übergeordnete Optimierung des Energiesystems im Bereich Monitoring und Steuerung sehr komplex. GLT-Systeme werden in der Regel erstellt um einen sicheren und komfortablen Betrieb zu gewährleisten und besitzen komplexe hierarchische Strukturen und operative Algorithmen. Die Änderungen von Parametern sind möglich und werden meist sogar vom System mitdokumentiert, sind jedoch mit erheblichem Suchaufwand verbunden.

Erfassung von Energieflüssen in Gebäuden

Die aktuelle Erfassung von Energieverbräuchen und Anlagenleistungen bei Dienstleistungs-großbetrieben in bestehenden Gebäuden ist zwangsläufig eine gewachsene Struktur und genügt daher in den meisten Fällen den in den letzten Jahren drastisch gestiegenen Anforderungen an das Monitoring mit dem Schwerpunkt Energieverbrauch nicht.

Die zum Zeitpunkt der Installation zweckdienlichen Erfassungs- und Auswertelösungen bieten heute ebenso nur mehr unbefriedigende Möglichkeiten zu raschem aktivem Einwirken seitens des Betreibers auf unnötig, unnötig intensiv oder unzureichend laufende Anlagen, falsch eingestellte Regelungen oder unangemessenes Nutzerverhalten. Beispiele für derartige Großbetriebe sind vor allem große Einkaufszentren, Spitäler, Bürokomplexe, sogar Stadtviertel und natürlich auch Flughäfen.

sowie Auszeichnungen und Zertifizierungen) in Bezug auf Smart City Aspekte analysiert. Wesentliche Schwerpunkte liegen in der Steigerung der Energieeffizienz, der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger, der Reduktion der Treibhausgasemissionen, der nachhaltigen Standortentwicklung (auf Gebäude- und Quartiersebene) und den Themen Sicherheit, Service und Komfort.

Darüber hinaus wurde die Systemgrenze mit den 30 EMAS-Gebäuden des Flughafens Wien, welche für rd. 90% des Energieverbrauchs verantwortlich zeichnen und Objekte mit unterschiedlichen Nutzungen umfassen, festgelegt. Die Betrachtung im Forschungsprojekt erfolgt auf Ebene von ca. 1-3 Demonstrationsobjekten, eine Skalierung auf weitere Gebäude bis hin zum gesamten Gebäudebestand soll am Projektende möglich sein.

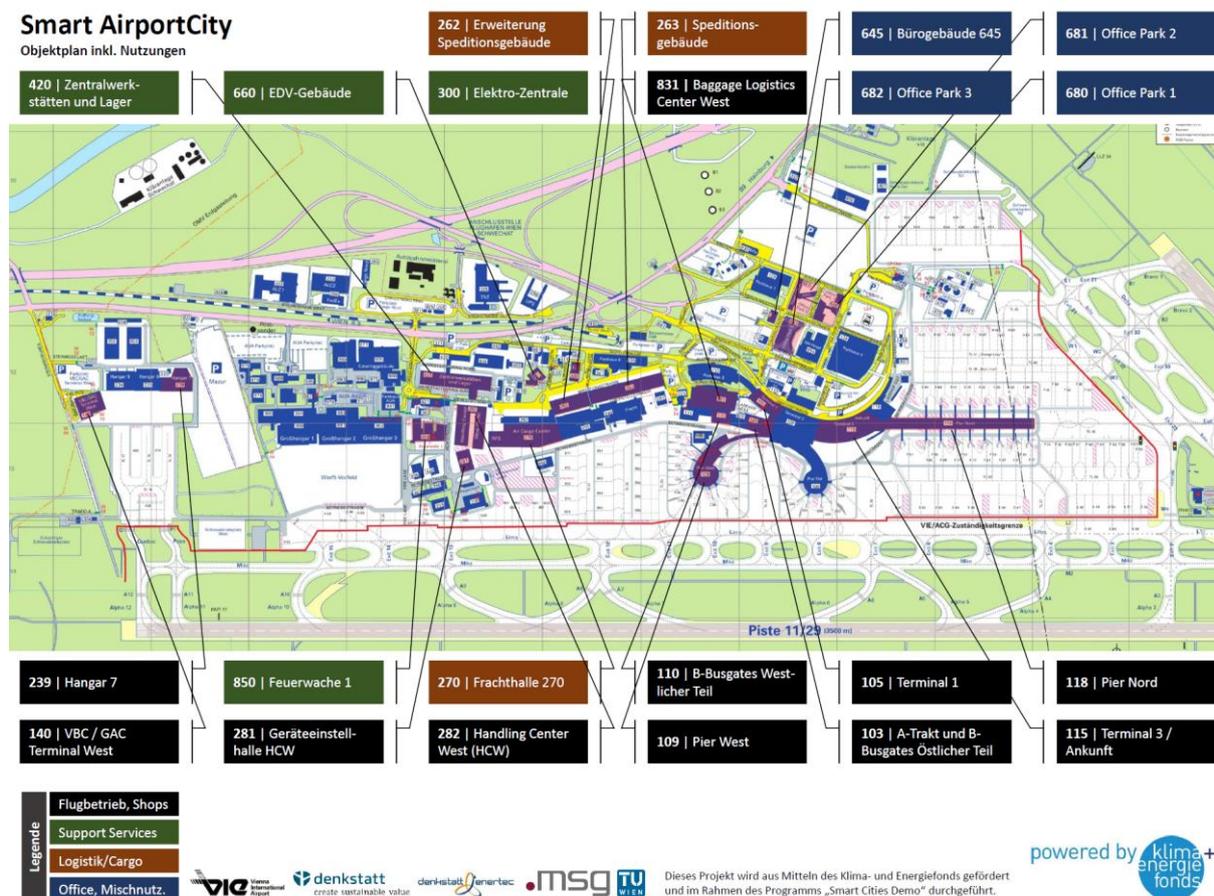


Abb. 3: Smart AirportCity Systemgrenze

Am Markt sind derzeit keine Systeme erhältlich, die eine Aufzeichnung, Darstellung, und Analyse der Messwerte und Verbrauchsstruktur zur energieeffizienten Betriebsweise integriert erlauben – insbesondere für Anlagen, welche sich über mehrere oder viele Gebäude erstrecken. Benötigt wird daher ein über den Stand der Technik hinausgehendes objektübergreifendes Energiemonitoring- und Anlagenoptimierungssystem, das die bestehende GLT, bestehende energierelevante Messungen, Daten und Simulationsergebnisse, sowie die Schnittstellen zur Betriebsführung und den Nutzern einbezieht.

In einem integrativen, die Energieversorgungsstruktur und Gebäude übergreifenden Ansatz, werden durch Einbindung von Unternehmen und der für den reibungslosen Flugbetrieb sorgenden Bereiche der Flughafen Wien AG Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten, sowohl bei den Nutzern als auch dem Gebäudebetrieb, so identifiziert und umgesetzt, dass eine Minimierung der Infrastrukturkosten erreicht werden kann. Dabei wird ein innovatives, sich auf Plausibilität prüfendes, Monitoring- und Optimierungssystem aufgebaut.

Funktionalitäten

Innovativer Kern dieses Systems ist eine über den Stand der Technik hinausgehende Software, die alle relevanten Informationen verarbeitet und Optimierungsvorschläge generiert (Monitoring- und Optimierungs-Tool). Dieses sammelt die durch die Gebäudeleittechnik erfassten Verbrauchsdaten und liefert anhand von Trendanalysen auf Basis der Ist-Situation Optimierungsvorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz wie auch zur (weiteren) Lastspitzenreduktion. Dabei sind folgende drei Funktionalitäten zentral:

- Visualisierung (Verläufe, Trends)
- Automatisierte Potenzialerkennung auf Basis von Regeln
- Abbildung Umsetzungsstatus-Verfolgung von Maßnahmen und Schadensberechnung



Abb. 4: Zielbild des Smart AirportCity Tools

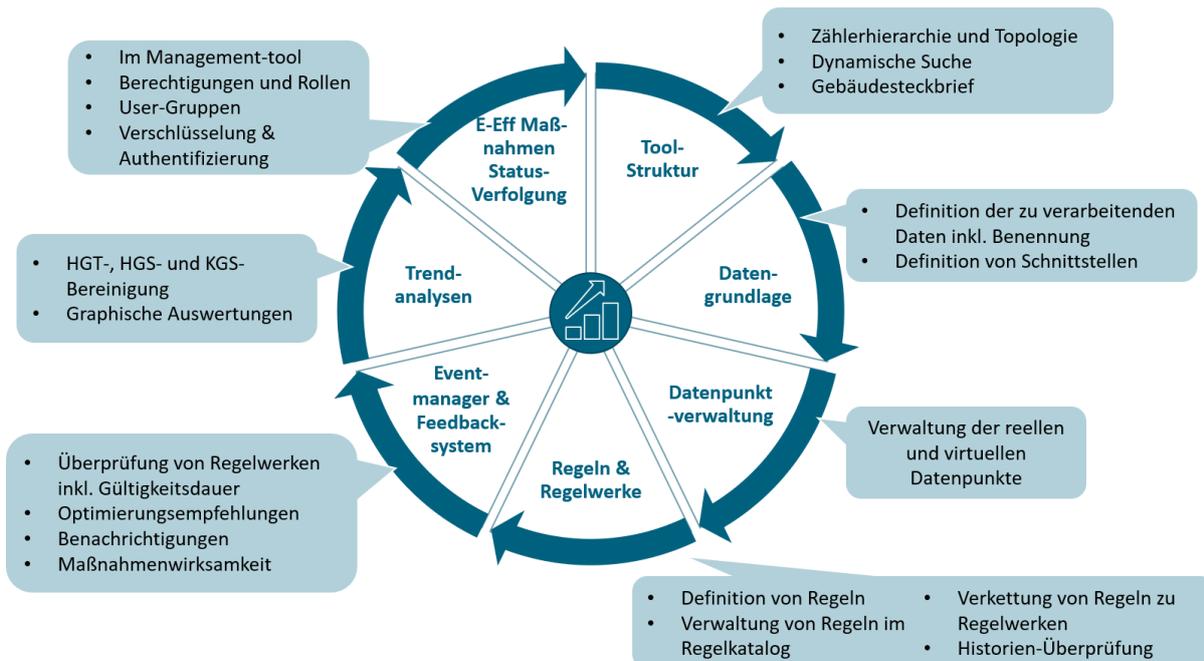


Abb. 5: Funktionen des Smart AirportCity Tools

Systemarchitektur

In der Konzipierung des Energiemonitoring- und Anlagenoptimierungssystems wurde ersichtlich, dass aufgrund der sehr unterschiedlichen Datenquellen und Datenarten – 2 GLTs (Gebäude, Infrastruktur), eigenes Verwaltungssystem der Strom-Zählerdaten, Wetterdaten, Passagierströme u.a. (teilweise inklusive manueller Dateneingabe) – die Erarbeitung einer sinnvollen Systemarchitektur für den Projekterfolg wesentlich ist. Hierbei wurde auf einen einheitlichen Datenlayer – in Form einer bestehenden GLT – anstatt der Programmierung von Ausleseroutinen gesetzt. Die Analyse der derzeitigen Datenwege zeigte, dass aufgrund dieser dynamischen Schnittstellen keine einheitliche Datenübertragung über eine einzelne Schnittstelle möglich wäre.

Hierbei erfolgt die Datenlieferung der hierarchiegebundenen Zähler (Verbrauch: Strom, Wärme, Kälte, Wasser) – inkl. der Hierarchieinformation – über die Datenschnittstelle zur Zählermanagement-Software, und die Datenlieferung aller Zusatzinformationen und Metadaten aus der GLT (Ventilstellung, Temperaturen, Volumenströme, Anlagenbetrieb, Bezeichnungen etc.) über die Schnittstelle zur bestehenden GLT.

Optimierungsempfehlungen

Um die gewünschten Trendanalysen durchzuführen, sollen auf jeden eingehenden Zählerverbrauch bzw. Datenpunkt Regeln (auf Basis grundlegender Vergleichs- und Rechenfunktionen) definiert und angewandt werden können. Diese Regelerstellung weist nicht zuletzt durch die Möglichkeit der Erstellung virtueller Datenpunkte (auf Basis realer oder anderer virtueller Datenpunkte) eine sehr hohe Flexibilität aus. Die Kombination dieser Regeln stellt ein Regelwerk dar. Bei Auslösung eines Regelwerks wird ein Event generiert, das seinerseits wiederum entsprechend der gesetzten Definition Aktionen auslöst. Neben der Analyse durch Regel- und Grenzwertstellungen soll das Tool dem Nutzer auch einfache Trendanalysen ermöglichen.

Die Sammlung an Regeln bildet den Analysetopf, aus dem für ein Regelwerk – d.h. für die einzelnen, in sich abgeschlossenen Analyselogiken, deren Auslösung zu einem Eventeintrag führt – verschiedenste Kombinationen ermöglicht werden. Hierbei wird eine definierte Regel immer auf historische Trenddaten angewendet. Regelkombinationen in Form eines Regelwerks ermöglichen die Verkettung der zuvor definierten Regeln. Basierend auf dieser Verkettung werden Aktionen gesetzt. Als Folge ausgelöster Regeln, die in Kombination als Regelwerk definiert wurden, erhält das System einen Eventeintrag.

Optimierungsempfehlungen im vorliegenden Projekt stellen vorformulierte Handlungsempfehlungen dar, die bei Triggern – also Eventeintritts – eines zuvor erstellten Regelwerks einsichtbar sind. Der zugehörige Text wird entsprechend in der Regelwerkmaske eingegeben. Ein Beispiel für eine solche Handlungsempfehlung wäre „Absenken der Soll-Innenraumtemperatur im Bereich xyz“.

Parallel zur Erstellung der Systemarchitektur wurden daher Vorschläge für Optimierungsmaßnahmen inklusive der Konzipierung der damit verbundenen Regeln erstellt. Die rd. 30 Optimierungsmaßnahmen umfassen beispielsweise folgende Empfehlungen:

- Vermeiden von gleichzeitigem Heizen und Kühlen bei Lüftungsanlagen,
- Reduktion der Volumenströme der Lüftungsanlagen,
- Vermeiden von Heizen bei einer Außentemperatur größer 20°C,
- Vermeiden von Kühlen bei einer Außentemperatur kleiner 18°C
- Vermeiden laufender Pumpen des Heizregisters trotz geschlossenem Regelventil,
- Vollständiges Ausschöpfen des Potenzials von Wärmerückgewinnungen bevor geheizt wird,
- oder diverse Maßnahmen zum Erkennen von Ventil-Fehlfunktionen.

Um festzuhalten, ob eine vorgeschlagene Maßnahme gegriffen hat, ist nach einer gewissen Zeit im System zu überprüfen, ob ein Event nach einer Maßnahmensetzung noch eintritt, oder nicht. Um Eventeintritte und deren Behebung priorisieren zu können sowie eine Überprüfung der Wirksamkeit des Gesamtsystems vorliegen zu haben, soll eine grobe Abschätzung der Einsparung (= vermiedener Schaden im Sinne einer „Schadenskalkulation“) durch ein Event möglich sein.

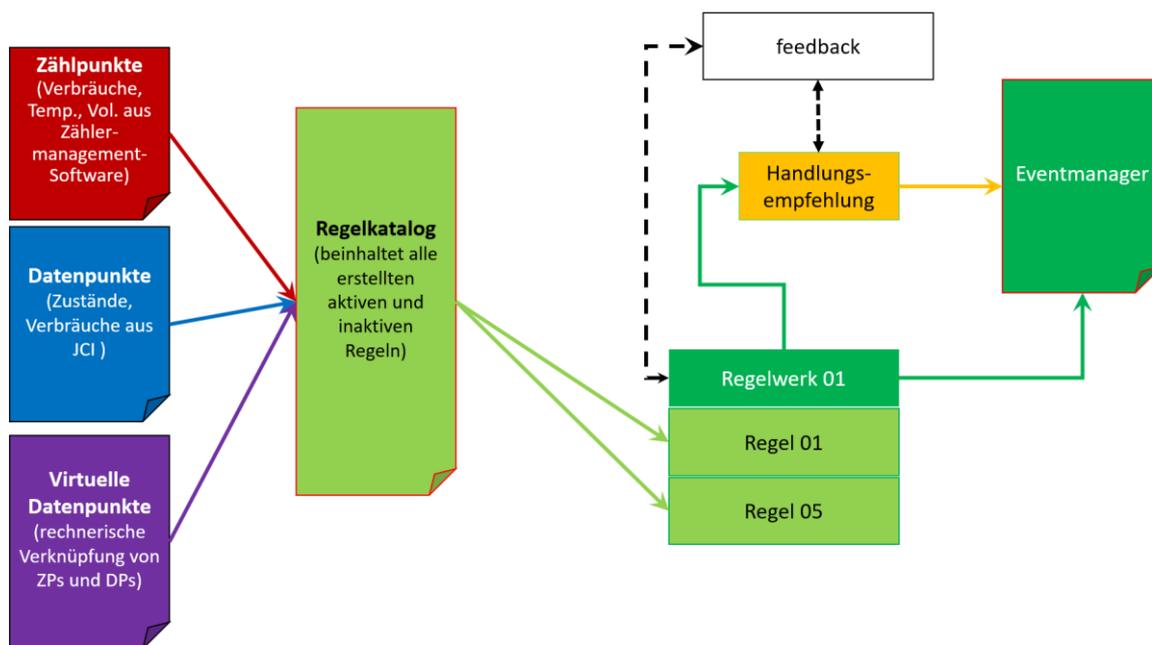


Abb. 6: Abbildung von Optimierungsempfehlungen mittels Regeln und Regelwerken bzw. Dokumentation

Nutzereinbindung

Um die beteiligten Gruppen und Personen zum richtigen Zeitpunkt in das Projekt einbeziehen zu können, wurde in einem ersten Schritt eine Stakeholderanalyse durchgeführt. Der Fokus der Stakeholderanalyse lag auf wesentliche Energieverbraucher bzw. Owner der wesentlichen Stellhebel für einen optimierten Energieverbrauch.

In dieser Analyse wurden interne und externe Stakeholder identifiziert, nach Interesse und Einfluss bewertet und in einer Stakeholdermatrix abgebildet. Den betreffenden Gruppen bzw. Organisationseinheiten wurden nach Möglichkeit konkrete Personen zugeordnet. Darüber hinaus erfolgte eine Einschätzung der Betroffenheit der einzelnen Stakeholdergruppen im Projekt und eine anschließende Festlegung der Involvierung der Stakeholder in das Projekt. Betroffenheit umfasst dabei die folgenden möglichen Themen: Entwicklung der Tools | Datenlieferung | Umsetzung von Optimierungsvorschlägen | Betroffen von Auswirkungen der Optimierungsvorschläge.

Die Gruppe „Facility Management“ (BF) aus dem Bereich „Planung, Bau und Bestandsmanagement (B)“ weist dabei die höchste Bewertung auf.

In weiterer Folge wurde in Workshops mit dem Energiemanagement bzw. den weiteren relevanten Prozessteilnehmern (Technik, GLT-Koordinator, Technische Gebäudeausstattung, Datenmanagement) ein Prozess zur Nutzereinbindung entwickelt. Dieser setzt auf den bestehenden Prozessen GLT Analyse Jour Fixe und Taskforce Energie auf und entwickelt diese zum Smart AirportCity Jour Fixe weiter. Der Prozess deckt im Wesentlichen folgende Schritte ab, die im Smart AirportCity Tool abgebildet werden:

- **Meldung** (Regelwerk schlägt an und erzeugt Event) → Prüfung, Handlungsempfehlung
- **Definition der Optimierungsmaßnahme:** Zuteilung Status, Dokumentation, Begründung
- **Umsetzung der Optimierungsmaßnahme:** Abstimmung, Umsetzung, Dokumentation
- **Verfolgung der Wirksamkeit:** Prüfung ob Regelwerk innerhalb von 4 Wochen wieder anschlägt, Dokumentation der Wirksamkeit (kWh und EUR)

Aus Sicht der Nutzer ergeben sich dabei wesentliche Verbesserungen in den Bereichen der Analyse/Störungsmeldung (automatisierte Meldung / Auslösen eines Regelwerkes im Smart AirportCity Tool statt manueller GLT- und Verbrauchsanalysen) und der Verfolgung der Wirksamkeit (automatisierte Verfolgung der Wirksamkeit im Smart AirportCity Tool statt manueller GLT- und

Verbrauchsanalysen). Durch diese frühzeitige Einbeziehung der Nutzer bereits vor Implementierung der Software sowie Weiterentwicklung und Verbesserung der derzeitigen Prozesse zum Smart AirportCity Jour Fixe Prozess soll eine erfolgreiche Praxisanwendung sichergestellt werden.

Innovation

Der Innovationsgehalt der Smart AirportCity besteht erstens in der Vernetzung und Aggregation der Daten der Gebäudetechniksysteme und damit der für den Hauptenergieverbrauch verantwortlichen Elemente. Zweitens in der Abstrahierung und Automatisierung von Optimierungsschritten zur Energieverbrauchs- und Lastspitzenreduktion. Durch diese beiden Elemente wird die Basis geschaffen, Potenziale gebäudeübergreifend zu erkennen und diese Potenziale bei allen Gebäuden und Anlagen automatisiert zu überprüfen. Smartes Energiemonitoring und intelligente Anlagenoptimierung bedeuten eine Optimierung gegenüber üblichen Monitoringlösungen und im Zusammenwirken eine neuartige Qualität des Energiemanagements. Dies ermöglicht eine nachhaltige Reduktion von CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs.

Durch die Verschränkung der technischen Lösungen in den Bereichen Energie und Gebäude mit der systematischen Einbeziehung des Energiemanagements, der Betriebsführung und der Nutzer können technisch mögliche Energiemanagementpotenziale gehoben werden und es wird ein Mehrwert gegenüber einer Monitoringlösung ohne Nutzereinbindung geschaffen. Denn bei der Entwicklung von Smart Cities zeigt sich in der Realität auf allen Ebenen (Stadt, Quartier oder einzelne Gebäude), dass rein technologische Ansätze ohne die Einbindung der Nutzer nicht bzw. nur unzureichend die erwarteten Energieeinsparungen bzw. Emissionsreduktionen erreichen (bspw. durch Rebound-Effekte). Aus diesem Grund werden die technologischen Innovationen mit der Nutzereinbindung durch die Kommunikation der Maßnahmen kombiniert.

Schlussendlich können die im Testbed Stadt-/Gewerbequartier Flughafen Wien gewonnenen Erkenntnisse können auf andere Gewerbegebiete im städtischen Umfeld (auch mit anderen Nutzungsschwerpunkten) übertragen werden.

Ausblick

Das gegenständliche Vorhaben mit dem Fokus auf smartes Energiemanagement und intelligente Anlagen- und Betriebsoptimierung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung des Flughafens zu einer smarten und nachhaltigen AirportCity.

Im Zentrum steht die Steigerung der Energieeffizienz und Verringerung der Lastspitzen um Betriebs- und Investitionskosten zu sparen, und Umweltauswirkung zu reduzieren. Dabei ist die derzeitige Entwicklung und Implementierung eines Energiemonitoring- und Anlagenoptimierungssystems mit einem Monitoring- und Optimierungs-Tool (Datenbank, Software, Optimierungsalgorithmen, Schnittstelle) innovatives Kernstück. Durch die Analyse der Stakeholder bzw. des Umfelds sowie die Nutzereinbindung sollen relevante Nutzer identifiziert und die Potenziale der technischen Lösungen tatsächlich gehoben werden.

Das Energiemonitoring- und Anlagenoptimierungssystem wird in eine Smart City Strategie des Flughafens (inkl. zukünftiger Potenziale) eingebettet. Die gewonnenen Erkenntnisse können darüber hinaus auf ähnliche Großstrukturen (auch mit anderen Nutzungsschwerpunkten) übertragen werden.