

# Entwicklung eines vernetzten Systems zur Erfassung, Visualisierung und Auswertung von Messdaten sowie zur Ansteuerung von Aktoren – Teil 1

*Im Bereich der Gebäudeenergie-technik sind zur Lösung von Monitoring- und Entwicklungsaufgaben häufig die Erfassung zahlreicher Messgrößen, sowie die Ansteuerung von Aktoren erforderlich. Im vorliegenden, sich in zwei Teile gliedernden Beitrag stellen die Autoren ein Entwicklungsprojekt vor, welches bei der Lösung solcher Aufgabenstellungen zur Anwendung kommt. Der erste Teil beschreibt das grundsätzliche Entwicklungskonzept einer strategischen Systemlösung sowie die Randbedingungen und Anforderungen aus denen sich das Entwicklungskonzept ableitet. Eine Besonderheit der Entwicklung besteht darin, dass diese begleitend zum praktischen Einsatz erfolgt. Damit werden die Anforderungen an die Umsetzung des Konzeptes unmittelbar aus den Erfordernissen der praktischen Anwendung heraus priorisiert. Für den praktischen Einsatz stehen dann zunächst nur Prototypen zur Verfügung. Dies ermöglicht einerseits einen schnellen Rückfluss der sich aus den Einsatzerfahrungen ergebenden Erkenntnisse. Andererseits stellt die Notwendigkeit zum Erreichen der mit den Messaufgaben verfolgten Projektziele spezielle Anforderungen an die Entwicklung der Hard- und Softwarelösungen. In einem zweiten Teil des Beitrages werden die Autoren schwerpunktmäßig über den praktischen Einsatz des Messwerterfassungssystems und die daraus resultierenden Erfahrungen berichten, sowie einen Ausblick zur unmittelbar anstehenden Weiterentwicklung geben.*

VON  
MARKUS ARENDT  
LARS HAUPT  
ANDRÉ KREMONKE  
ALF PERSCHIK  
STEPHAN WIEMANN  
CLEMENS FELSMANN

## Development of a Networked System for the Acquisition, Visualization and Evaluation of Measurement Data as well as for the Control of Actuators – Part 1

*To solve monitoring and development tasks in the area of building energy systems, it is necessary to collect numerous measured variables as well as to control actuators. The following paper is divided into two parts. This first part describes the fundamental concept of developing a strategic system solution as well as the boundary conditions and requirements, from which the concept is derived. As a distinctive feature the development is accompanied by a field test. Thus the implementation requirements of the concept are directly prioritized from practical application. Initially, only prototypes will be available for practical use. On the one hand, this allows a quick adaptation of application based knowledge. On the other hand, the need to achieve the project objectives, pursued by the measurement tasks, places specific demands on the development of hardware and software solutions. In a second part of this paper, the authors will focus on the practical use of the data acquisition system and the resulting experience report as well as the prospects of future development.*

### 1. Motivation

Außerhalb des Laborbereiches sind dem Einsatz von Labormesssystemen Grenzen gesetzt. Diese resultieren aus dem meist erforderlichen Verkabelungsaufwand sowie den hohen Kosten dieser Systeme, welche häufig dazu führen, dass beispielsweise nur ausgewählte Referenzräume betrachtet werden können. Bei Monitoringaufgaben werden meist zentral erfasste Daten genutzt, welche bei der Überwachung des Betriebes von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage anfallen. Mitunter wird die Erfassung der Betriebsdaten durch wenige Zusatzinformationen aus Referenzräumen erweitert. Hierbei wird meist nur eine der Raumtemperatur ähnelnde Größe erfasst. Damit kann der Anlagenbetrieb überwacht, aber nur eingeschränkt optimiert werden. Für eine durchgängige Anlagenoptimierung ist häufig die Erfassung weiterer Größen erforderlich, mit denen neben der Nutzen-Erzeugung auch die Nutzen-Verteilung, die Nutzen-Übergabe und vor allem das Nutzerverhalten analysiert und bewertet werden können. Einer entsprechenden messtechnischen Ausstattung stehen die dafür erforderlichen, meist hohen Investitionskosten entgegen.

In Bestandsanlagen ist eine nachträgliche Erweiterung der Betriebsdatenerfassung aus ganz verschiedenen Gründen nur sehr eingeschränkt möglich. Selbst wenn eine umfassende Datenbasis vorliegt, ist deren Auswertung mit Hinblick auf eine Betriebsoptimierung sehr aufwändig. Häufig werden dabei nur Darstellungen von zeitlichen Verläufen ausgewählter

Betriebsdaten visuell bewertet. Die Notwendigkeit zur Betrachtung von Tagesgängen, welche bis in das Minutenraster hinein aufgelöst sind, erhöht dabei erheblich den Aufwand für das Erstellen und Bewerten der Verläufe.

Seit einigen Jahren sind zunehmend funkbasierte Lösungen zur Messwerterfassung und Ansteuerung von Aktoren verfügbar. Die entfallende Notwendigkeit zur Verkabelung ermöglicht einen flächendeckenden Einsatz, sofern die dafür erforderlichen Kosten angemessen sind.

### 2. Stand der Technik

Im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung erfordern Entwicklungs- und Monitoringaufgaben mit praktischem Bezug meist die Erfassung nachstehend genannter Größen:

- Temperatur
- relative Feuchte
- Raumluftqualität (CO<sub>2</sub>, VOC)
- elektrische Leistung
- Durchfluss
- Anwesenheit

Neben der Messwerterfassung ist häufig auch die Ansteuerung von Aktoren hilfreich, beispielsweise zur Schaltung elektrischer Verbraucher oder zur Regelung von Energieströmen.

Hinsichtlich der beschriebenen Anforderungen erscheint der Einsatz von Komponenten zur Hausautomation interessant. Mit Ausnahme der Durchflussmessung sind entsprechende Sensoren und Aktoren verschiedener Hersteller am Markt verfügbar. Die Sensoren und Aktoren

nutzen meist verschiedene Bluetooth- [5] und WLAN-Standards. Hinsichtlich der Kommunikation treten zunehmend die von den Firmen Apple und Alphabet hervorgebrachten offenen Standards „HomeKit“ [4] und „Android Things“ [3] in Erscheinung. Die Systeme zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit, dem Schutz vor Missbrauch und vor allem auch durch ihre intuitive Bedienung und einfache Konfiguration aus. Auch preislich werden die zugehörigen Geräte zunehmend attraktiver. Die Verwendung von offenen Standards ermöglicht es Anbietern von Komponenten, diese für einen zunehmend wachsenden Markt anzubieten. Für den Anwender ist deren Einbindung und Bedienung über

ohnein vorhandene Smartphones oder Tablets besonders interessant. Zur Visualisierung bieten die überwiegend kostenlos bereitgestellten Apps attraktive und intuitiv zu bedienende Darstellungsmöglichkeiten an. Darüber hinaus können selbst komplexe Verknüpfungen und Interaktionen mit verschiedensten Internetdiensten (z.B. Wetter-Informationsdiensten) über spezielle Internetdiensteanbieter sehr einfach hergestellt werden. Der bekannteste Dienst ist IFTTT (If This Then That) [11], welcher für mehrere hundert Produkte und Dienste die Möglichkeit zur Erstellung interaktiver Verknüpfungen („Recipes“) ermöglicht. Bereits 2015 wurden von dem erst im September 2011 gegründeten Dienst von den angemeldeten

**Tabelle 1:** Stand der aktuellen Umsetzung zur Integration von Sensoren und Aktoren

Sensoren	Anwendung	realisiert	erprobt	geplant
1-Wire (DS18B20)	Oberflächentemperaturmessung Heizfläche	x	x	
	Oberflächentemperaturmessung Rohrleitungen	x	x	
	Messung von Temperaturverteilungen (Netz und Linie)	x	x	
NTC-Temperaturerfassung	Messung der Lufttemperatur	x	x	
	Messung der Empfindungstemperatur	x	x	
	Bestimmung des PMV- und PPD-Indexes in Aufenthaltsräumen	x	x	
	Messung von Medientemperaturen (Tauchhülse)	x	x	
	Messung der Raumtemperatur	x	x	
PT100, PT1000	Substitution bestehender Messtechnik			x
rel. Feuchte	Bestimmung des PMV- und PPD-Indexes in Aufenthaltsräumen	x	x	
	Ermittlung der Taupunkttemperatur in gekühlten Räumen	x	x	
CO <sub>2</sub> -Konzentration	Bewertung der Raumluftqualität	x	x	
VOC	Bewertung der Raumluftqualität			x
Fensterkontakte	Bewertung des Lüftungsverhaltens	x	x	
Reed-Kontakte	Ermittlung des Endenergieverbrauches gasbetriebener Wärmeerzeuger	x	x	
Schaltsteckdosen	Ermittlung des Elektroenergieverbrauches angeschlossener Verbraucher	x	x	
optische Sensoren	Ermittlung von Zählerständen und Betriebszuständen			x
Präsenzmelder	Ermittlung der Anwesenheit von Personen			x
Erfassung von Einheitssignalen 0(2)-10V, 0(5)-20mA	Einbindung bestehender Messtechnik, z.B. Volumenstromerfassung			x
Aktoren	Anwendung	realisiert	erprobt	geplant
Schaltsteckdosen	Schalten elektrischer Verbraucher, z.B. Lüftungsgeräte	x	x	
Ventilantriebe	Regelung der Raumtemperatur	x	x	
Ausgabe von Einheitssignalen 0(2)-10V, 0(5)-20mA	Ansteuerung von Aktoren			x

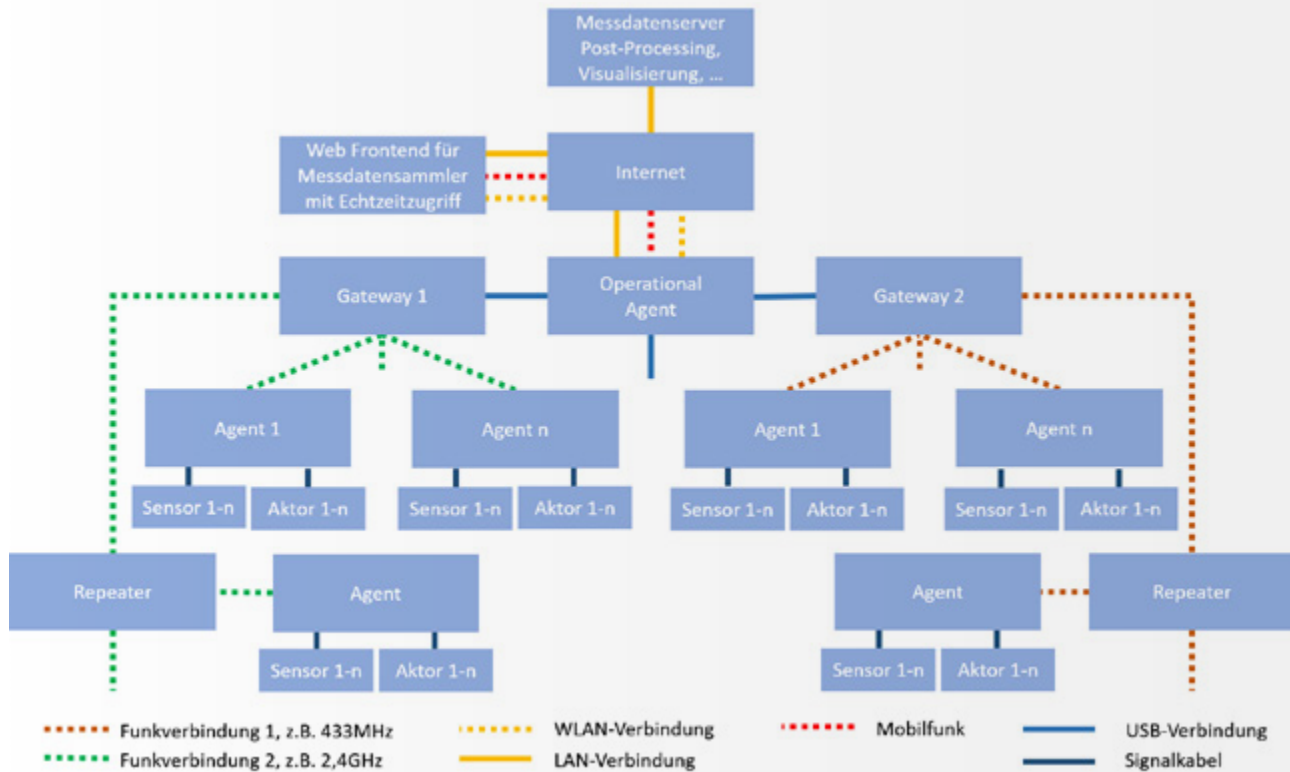


Bild 1: Messdatenerfassung und Aktorenansteuerung – Möglichkeiten des Strukturkonzeptes.

Nutzer 19 Millionen Recipes erstellt, welche monatlich 600 Millionen Mal aufgerufen wurden [13]. Mitte 2016 waren über IFTTT 158 IoT (Internet of Things)-Kanäle eingerichtet, über die von den Nutzern 1,5 Millionen Verbindungen hergestellt wurden [12]. Ähnliche Funktionalitäten bildet der Dienst Zapier [19] ab. Dieser ist jedoch eher auf die Anforderungen des Business-Bereiches ausgerichtet und bietet eine eigene API (Application Programming Interface) an.

Zusammenfassend lässt sich damit festhalten, dass es zur Erfassung der eingangs beschriebenen Größen und der Ansteuerung von Aktoren eine breite und kostengünstige, sowie mit minimalem Konfigurationsaufwand bereitstehende Palette von Erfassungssystemen mit komfortablen Visualisierungsmöglichkeiten gibt, welche über Zusatzdienste sowohl untereinander, als auch mit weiteren Diensten agieren können. Damit bietet der Markt auf dem Gebiet der Technischen Gebäudeausrüstung jenseits der Gebäudeautomationssysteme für die Erfassung, Visualisierung und Bewertung von Einzelgrößen sowie zur Ansteuerung von Aktoren nahezu ideale Lösungen an.

Dennoch haben diese wenige, dafür aber entscheidende Nachteile, die einer Verwendung für die eingangs beschriebenen Aufgabenstellungen auch in naher Zukunft entgegenstehen. Zu diesen Nachteilen gehören:

- Eine Kommunikation über den Bluetooth-Standard ist wegen dessen begrenzter Reichweite (entsprechend der jeweiligen Modifikation max. 10 m – max. 100 m) [9] häufig nicht für Aufgabenstellungen geeignet, die eine echtzeitnahe Beobachtung der Messgrößen erfordern.
- Eine Kommunikation über WLAN kann eine Einbindung der Geräte in fremde WLAN-Netze erfordern. Dem können beispielsweise Sicherheitsbedenken entgegenstehen, sodass gegebenenfalls der Aufbau eines zusätzlichen Netzes erforderlich wird. Die Reichweite solcher zusätzlich aufgebauten WLAN-Netze ist meist sehr begrenzt.
- Die eingangs beschriebenen Aufgabenstellungen erfordern häufig Erfassungsintervalle im Bereich einer ganzen Minute, bei speziellen Aufgabenstellungen auch unterhalb einer Sekunde. Damit fällt eine relativ

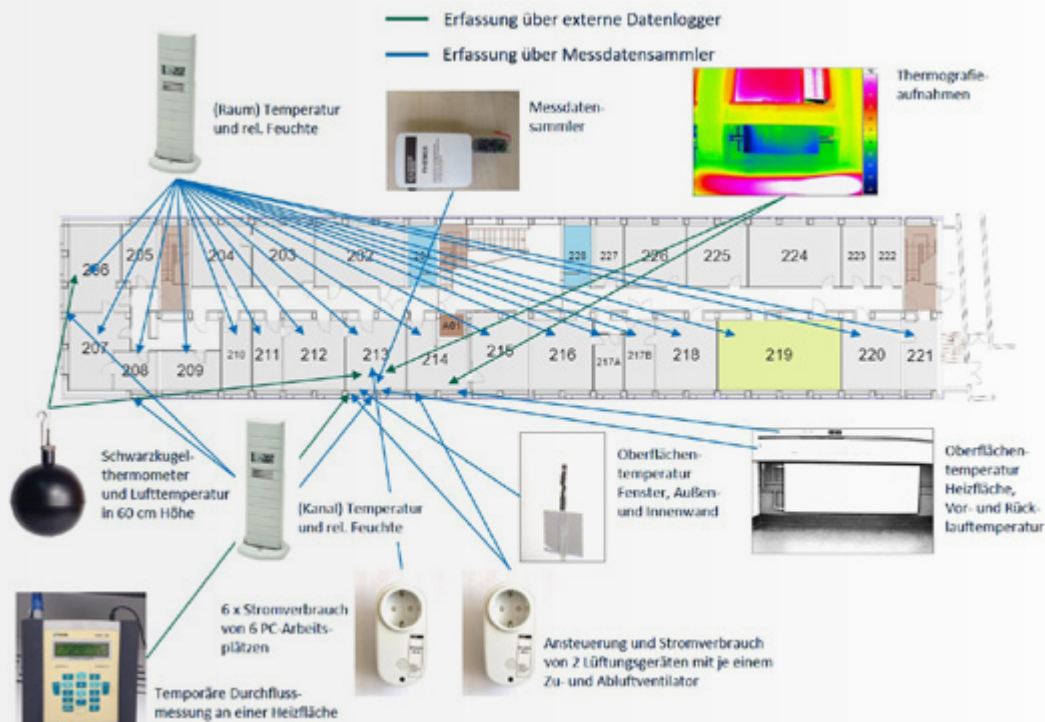


Bild 2: Flächige messtechnische Ausstattung eines Institutsgebäudes an der TU Dresden (ausgewähltes Beispiel).

große Datenmenge an. Eine kostengünstige Auswertung des Datenbestandes ist nur durch den Einsatz komplexer, selbsttätig aggregierender Algorithmen gegeben.

### 3. Entwurf eines Konzeptes zur Umsetzung

Es ist davon auszugehen, dass die in den ersten beiden Punkten des vorstehenden Absatzes angezeigten Nachteile mit der Entwicklung des IoT in einem Zeithorizont von wenigen Jahren zunehmend verschwinden. Bestehend bleibt als Herausforderung die Notwendigkeit, der von der technischen Entwicklung weitestgehend losgelösten anwendungsorientierten Datenverdichtung.

Mit der Umsetzung werden verschiedene Werkzeuge und Methoden bereitgestellt, welche unter Nutzung der daraus hervorgehenden Synergien zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen bei der energetischen Bewertung und Optimierung von Gebäuden und Anlagen genutzt werden können.

Zur Kompensation der angeführten hard- und softwareseitigen Nachteile können Brückentechnologien genutzt werden. Für die Erfassung verschiedenster Sensordaten existieren erprobte Lösungen unter Verwendung preiswerter Microcomputer. Diese lassen sich wiederum über Funkmodule im meist lizenz- und genehmigungsfreien ISM (Industrial-, Scientific- and Medical) -Band (z.B. 433 MHz) [7] oder im SDR (Short Range Devices) -Band (z.B. 868 MHz) [8] vernetzen. Dies ermöglicht eine besonders hohe Flexibilität

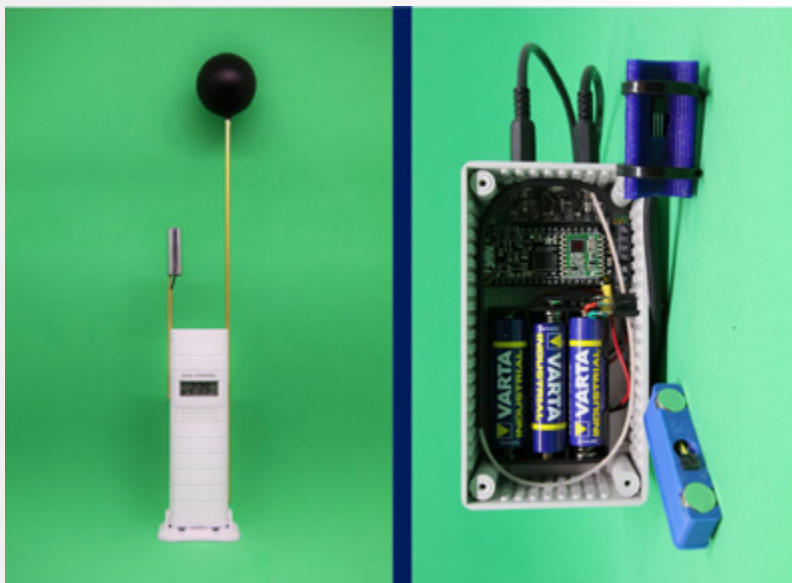


Bild 3: Erfassung und Weiterleitung digitaler und analoger Temperaturmesswerte; links: Agent zur Erfassung analoger und Weiterleitung digitaler Temperaturmesswerte (hier Luft- und Empfindungstemperatur – Modifizierung unter Nutzung der Sensorik von [1]), rechts: Agent zur Erfassung und Weiterleitung digitaler Temperaturmesswerte (hier Anlegefühler für Rohrleitungen und magnethafter Anlegefühler zur Erfassung der Oberflächentemperatur von Heizflächen).

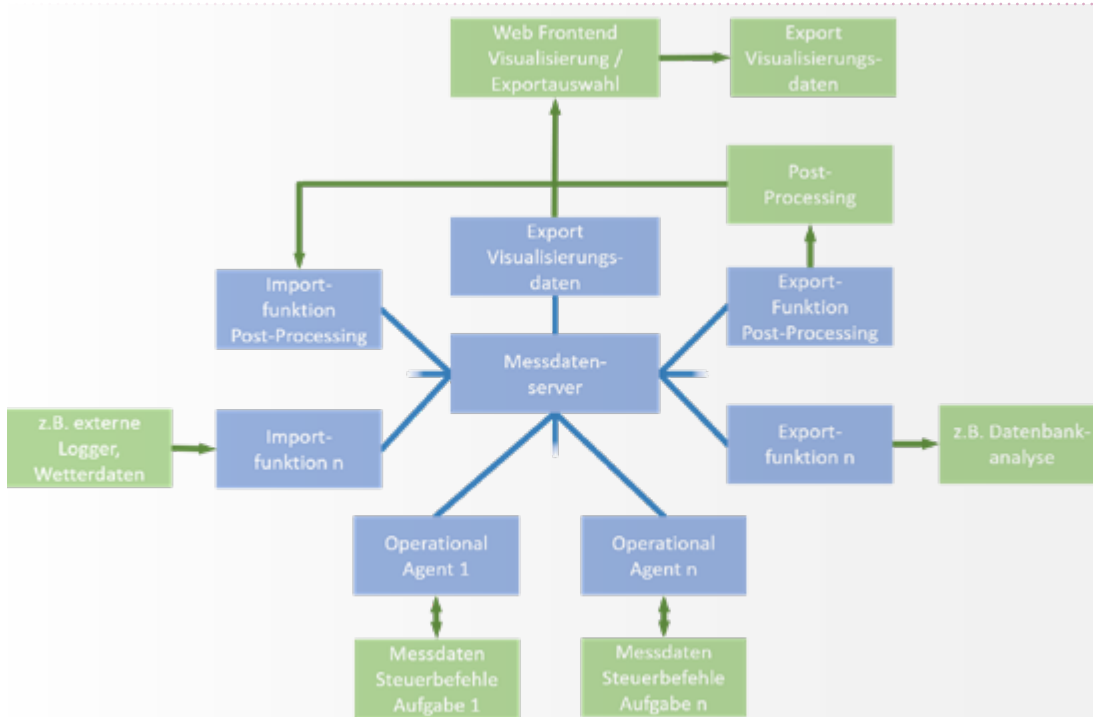


Bild 4: Verarbeitungsebene- und Darstellungsebene.

bei der Anpassung an zu realisierende Messaufgaben. Alternativ besteht auch die Möglichkeit zur Integration fertiger Sensorlösungen, sofern sie den verwendeten Funkstandards genügen.

**Bild 1** zeigt das Konzept zur Realisierung. Darin ist die Einbindung mehrerer Übertragungsmöglichkeiten, zum Beispiel verschiedene Verbindungsprotokolle und Frequenzbereiche berücksichtigt. Dies gewährleistet grundsätzlich die Einbindung von Geräten mit eigener Messwerterfassung, aber auch die Ansteuerung von Geräten über Aktoren, wie beispielsweise Schaltsteckdosen oder Stellantriebe zur Betätigung von Fenstern und Ventilen.

Mit dem Konzept wird der Ansatz verfolgt, dass für dessen Einsatz keine tiefgehenden Kenntnisse hinsichtlich des Aufbaus und der Funktionsweise der Strukturelemente erforderlich sind. Die Hardwareebene soll sowohl erweiterbar, als auch durch andere Möglichkeiten der Datenbereitstellung austauschbar sein. Dies ist neben der Kostenminimierung als Voraussetzung für den angestrebten flächigen Einsatz anzusehen. Dadurch entfällt die Notwendigkeit zur Betrachtung ausgewählter Referenzräume mit dem Risiko, dass die damit ermittelten Aussagen nur eingeschränkt übertragbar sind. **Bild 2** zeigt beispielhaft den flächigen Einsatz in einem Institutsgebäude.

Hinsichtlich der Datenauswertung wird eine weitestgehende Flexibilität angestrebt. Diese ist als Voraussetzung für die Verwendung verschiedener Auswertesysteme anzusehen. Dabei werden insbesondere die Möglichkeiten zur Ermittlung aggregierter Kennwerte verfolgt.

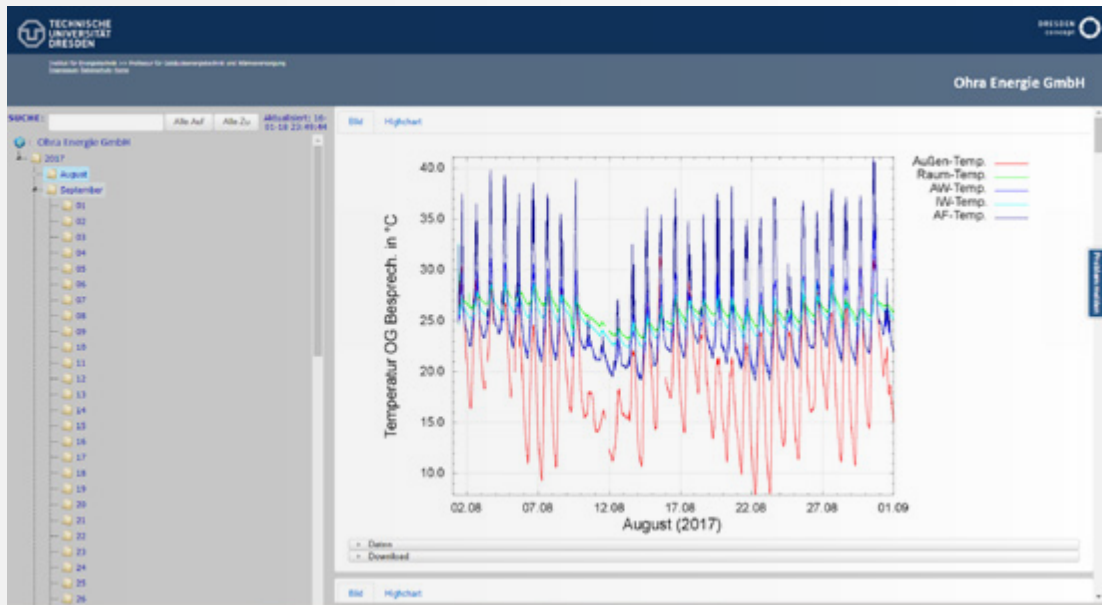
Zur Lösung variabler Aufgabenstellungen haben die nachfolgenden primären Strukturelemente eine herausgehobene Bedeutung:

- Sensoren und Aktoren
- Post-Processing
- Import- und Exportfunktionalitäten
- Visualisierung

Alle weiteren Strukturelemente ordnen sich der Funktionalität der primären Strukturelemente unter und gewährleisten damit eine optimale Funktionsweise des Gesamtsystems.

### 3.1 Sensoren und Aktoren

Hinsichtlich der einzubindenden Sensorik wird eine maximale Variabilität und Erweiterbarkeit angestrebt. Diese Anforderung bezieht sich auf die Anzahl der anschließbaren Sensoren, die zu erfassenden Messgrößen und die Ausgangssignale (siehe **Bild 3**). **Tabelle 1** gibt einen Überblick über den aktuellen Stand zur Integration von Sensoren und Aktoren.



**Bild 5:** Visualisierung von Tagesgängen verschiedener Oberflächentemperaturen eines Raumes und der zugehörigen Außentemperatur im Monat August (ausgewähltes Beispiel).

Die Strukturelemente zur Erfassung und Weiterleitung der Sensordaten per Funk können wahlweise im Netz- oder Batteriebetrieb arbeiten. Der Netzbetrieb wird vorzugsweise bei Laboranwendungen genutzt. Die Lebensdauer im Batteriebetrieb reicht von mehreren Monaten bis zu mehreren Jahren.

### 3.2 Post-Processing

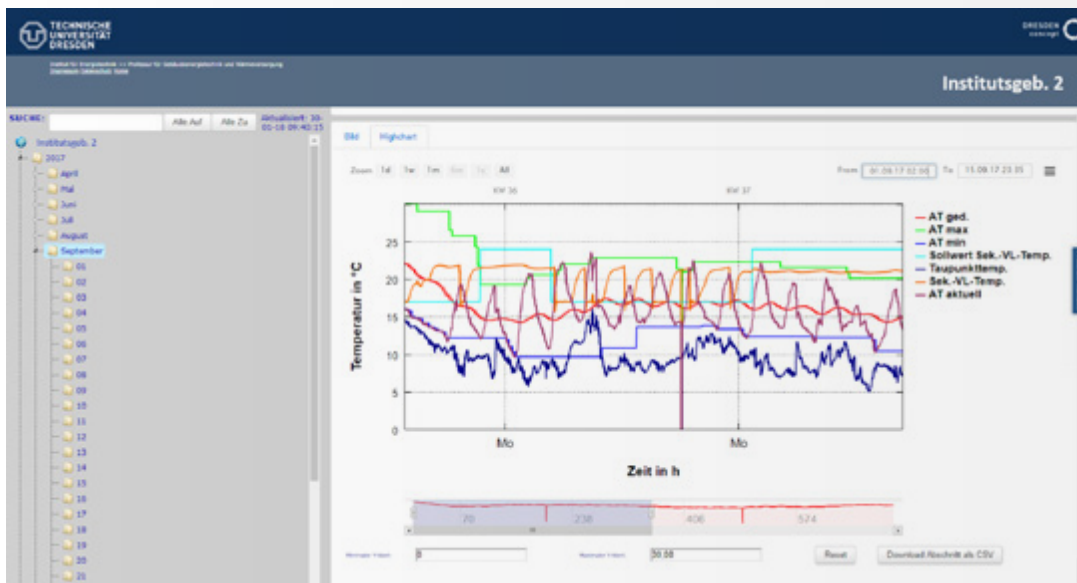
Die Autoren sind von der Überlegung ausgegangen, dass die vorhandenen Möglichkeiten zum Verarbeiten von Prozessdaten die Wertigkeit und Einsatzflexibilität eines Messdatenerfassungssystems wesentlich beeinflussen. Üblicherweise beinhaltet das Post-Processing häufig „nur“ die Korrektur bzw. Kalibrierung einzelner Messgrößen. Häufig werden diese Berechnungsschritte dann aufgabenbezogen erst am Ende der Verarbeitungskette berücksichtigt oder es werden „messwertnahe“ Möglichkeiten von Geräten der Messwerterfassung oder -weiterleitung genutzt. Eher trivial ist hierbei die Verrechnung von Offsets, wie beispielsweise bei der Berücksichtigung des Eigenverbrauchs der Messeinrichtung bei einer elektrischen Verbrauchsmessung. Aus der Bestimmung resultierender Zustandsgrößen oder einfacher statistischer Erhebungen, als Beispiel sei hier die Berechnung der Taupunkttemperatur aus den gemessenen Größen „rel. Feuchte“ und „Lufttemperatur“ genannt, lassen sich ebenfalls

keine erhöhten oder speziellen Anforderungen ableiten. Komplexere Anforderungen resultieren aus der Notwendigkeit zur Berücksichtigung weiterer variabler Größen. Spezielle Beispiele hierfür sind die Bewertung der thermischen Behaglichkeit unter Berücksichtigung von Bekleidung und Aktivität, oder die Bewertung der Raumluftqualität unter Berücksichtigung des Luftwechsels und des Vorhandenseins relevanter Emissionsquellen.

Weitere Anforderungen ergeben sich bei der Notwendigkeit zur Einbeziehung zusätzlicher Datenquellen. Eine maximale Flexibilität und Komplexität ist realisierbar, wenn das Post-Processing wie in **Bild 4** dargestellt, angeordnet wird, da dann auch weitere Datenquellen nutzbar sind, die Ergebnisse des Post-Processings der Messdatenbank zugeführt werden können und darüber der Visualisierung und den Im- und Exportfunktionalitäten zur Verfügung stehen.

### 3.3 Visualisierung

Die Visualisierung ist nicht nur für die Auswertung ein wesentliches Werkzeug, sondern dient auch zur Beobachtung des Ablaufes der aktuellen Messung. Damit hat der Anwender insbesondere bei Langzeitmessungen die Möglichkeit, unvorhergesehene Situationen zu erkennen und kann gegebenenfalls korrigierend und reparierend in den weiteren Ablauf eingreifen. Mit der Visualisierung wird eine echtzeitnahe



**Bild 6:** Einbindung ereignisbezogen importierter Betriebsdaten (ausgewähltes Beispiel mit Betriebsdaten der Kältebereitstellung aus dem Gebäudeautomationssystem „Siemens Desigo“).

Aufbereitung der Messdaten angestrebt. Das aktuelle Zeitraster läuft der Datenerfassung um eine Stunde nach. Dieser Zeitraum kann bei Bedarf deutlich verkürzt werden. Aus den aktuellen und abgeschlossenen messtechnischen Aufgabenstellungen ergibt sich keine Notwendigkeit zur Verkürzung der Nachlaufzeit. Dennoch erfolgt die grundsätzliche Planung der Rechen- und Serverkapazität so, dass die Nachlaufzeit zukünftig stark verringert werden kann.

Der Zugriff auf die Messdatenbank erfolgt über Internet-Browser und ermöglicht eine maximale Flexibilität hinsichtlich der verwendeten Zugriffsgeräte und Betriebssysteme. Die Darstellung (siehe **Bild 5**) lässt sich vom Anwender leicht konfigurieren. Um lästige Wartezeiten zu vermeiden, werden nach dem Aufruf vorab generierte Vorschau grafiken angezeigt. Bei Bedarf kann auf interaktive Darstellungen (z.B. Highchart [10]) umgeschaltet werden. Diese Darstellungsform ermöglicht eine interaktive Anpassung der aktuell angezeigten Datenreihen und den anschließenden Export der dargestellten Daten. Die vorab generierten Darstellungen umfassen Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresauswertungen.

### 3.4 Import- und Exportfunktionalitäten

Für die visualisierbaren und in der Datenbank ablegbaren Prozessdaten sollte die Möglichkeit bestehen, dass diese im Ergebnis komplexer Berechnungsalgorithmen unter Einbeziehung

weiterer Datenquellen entstehen. Voraussetzung dafür ist die Bereitstellung von Schnittstellen für lesende und schreibende Zugriffe externer Anwendungen.

Die Entwicklungsumgebung bietet Möglichkeiten für eine effiziente Integration nutzerspezifischer Datenformate. Aktuell bedient die Schnittstelle für den Datenimport folgende, aus dem praktischen Einsatz abgeleitete Anforderungen:

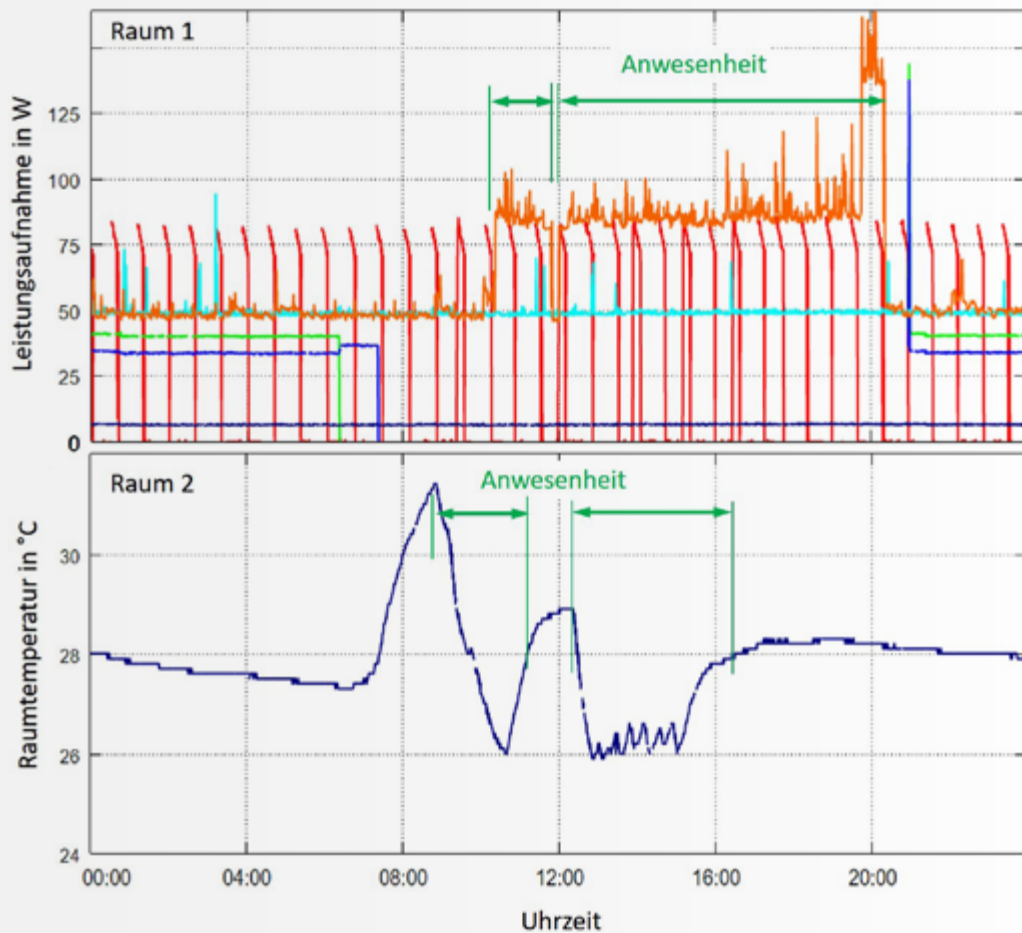
- zeitdiskreter Import systemeigener Messdaten
- ereignisbezogener Import von Betriebsdaten aus dem Gebäudeautomationssystem „Siemens Desigo“ [16], (siehe **Bild 6**)
- ereignisbezogener Import von Messdaten aus dem Messwerterfassungssystem „Ahlborn ALMEMO“ [2]

Als Trigger für den zeitdiskreten Datenimport dient ein festgelegtes Zeitraster, welches für den Import der systemeigenen Daten verwendet wird.

Der Import systemferner Daten wird über das Ablegen dieser Daten in eine zuvor definierte Ordnerstruktur gestartet. Die erforderlichen Konvertierungsalgorithmen sind den Ablageorten zugeordnet, sodass die Konvertierung selbsttätig erfolgt.

Die Konvertierungsalgorithmen gewährleisten nicht nur die Übernahme der Daten in die Datenbank, sondern auch die Möglichkeit solcher Zugriffe für Visualisierungs- und Exportfunktionalitäten. Die Möglichkeit zur Automatisierung





**Bild 7:** Interpretationsmöglichkeiten von Messdaten hinsichtlich einer möglichen Verletzung der Privatsphäre:  
 Raum 1: Abschätzung der Anwesenheit auf Grundlage der Leistungsaufnahme der dem Arbeitsplatz zugeordneten elektrischen Geräte.  
 Raum 2: Abschätzung der Anwesenheit auf Grundlage des Verlaufes der Raumtemperatur in einem gekühlten Büro mit Einzelraumregelung (Annahme: Es wird eine Überschreitung der im Regelfall eingestellten Solltemperatur um 2 K toleriert).

der Importfunktion ist dadurch gegeben, dass die Funktionalität zunächst an die Ablage von Messdaten in dafür vorgesehene Ordner getriggert ist und alle anderen Funktionalitäten selbsttätig über die jeweils aktuellen Importdaten aktualisiert werden können.

Der Einsatz automatisierter Exportfunktionen ist strukturell bereits gegeben, aber deren konkrete Umsetzung ist aufgrund der aus den aktuellen Projektstätigkeiten resultierenden Priorisierungen und Entwicklungsperspektiven sehr niedrig eingestuft.

Die manuelle Exportfunktionalität ist zweckmäßigerweise den Highchart-Funktionalitäten der Visualisierung zugeordnet. Dort lassen sich Gruppen von Datenreihen auf freiwählbare Zeitabschnitte begrenzen und anschließend exportieren. Dazu wird das „.csv“-Format so genutzt,

dass die exportierten Dateien ohne weitere Konvertierung beispielsweise in MS Excel weiterverarbeitet werden können.

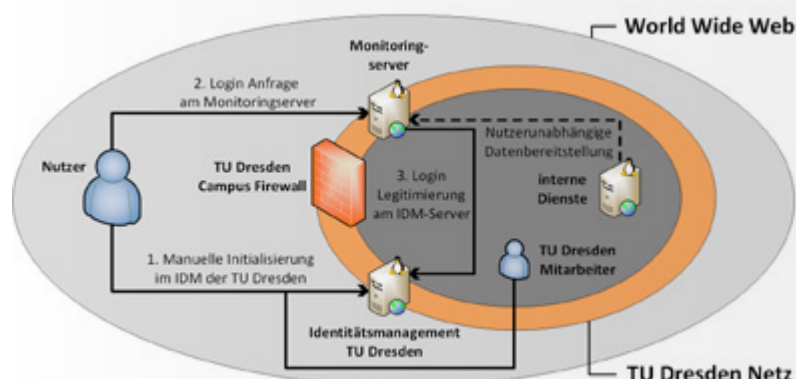
### 3.5 Zugriffsmöglichkeiten und Zugriffsbeschränkungen

Die Durchführung von Monitoringmaßnahmen findet häufig in einem Spannungsfeld statt, welches sich zwischen einem möglichen Verordnungsgeber, dem Gebäudeeigentümer, -Verwalter, -Betreiber und -Nutzer sowie dem Energieversorger aufspannen kann. Die daraus resultierenden, sich nicht selten widersprechenden Interessenslagen erfordern vom Auftragnehmer der Monitoringmaßnahme einen sensiblen und verantwortungsbewussten Umgang mit den anfallenden Messdaten. Der Nutzer hat erfahrungsgemäß meist ein eher geringes Interesse

an aggregierten Ergebnissen, ist aber möglicherweise von der Auswertung von Verlaufsdaten besonders betroffen, da sich darüber sein Verhalten von einer vermeintlichen Anwesenheit bis hin zu individuellen Einstellungsmerkmalen beobachten lässt (siehe **Bild 7**). Als Voraussetzung für ein transparentes Wirken des Auftragnehmers ist eine individuelle und objektive Einsichtnahme in die dem Auftragnehmer aktuell zur Verfügung stehende Datenlage, einschließlich der bestehenden Interpretationsmöglichkeiten besonders gut geeignet. Mindestens sollte dem Auftraggeber diese Möglichkeit im Rahmen der Erfolgskontrolle zur Verfügung stehen. Umsetzen lässt sich dies, indem allen Beteiligten der Zugang zur Visualisierung ermöglicht wird, dabei aber gleichzeitig die Belange des allseits akzeptierten Datenschutzes gewahrt bleiben. Hierfür ist neben dem angesprochenen Schutz der Privatsphäre, insbesondere die Umsetzung wirksamer Maßnahmen bezüglich der Datensicherheit erforderlich. Diese lässt sich durch restriktive Beschränkungen vergleichsweise leicht realisieren, was jedoch der angestrebten Transparenz entgegensteht. Erschwerend kommt hinzu, dass wichtige externe Projektbeteiligte häufig unternehmens-eigenen, besonders restriktiven Beschränkungen unterliegen, welche der Installation spezieller Zugriffskontrollsysteme entgegenstehen, bzw. deren Handhabung bis hin zu einer stark eingeschränkten Praktikabilität erschweren.

Um diesen Konflikt aufzulösen, wurde ein Zugriffskonzept entworfen, welches einerseits den Schutz der Datenbasis gewährleistet, aber dennoch einen weitestgehend barrierefreien Zugang auf freigegebene Bereiche der Datenvisualisierung bietet. Die Beschränkung auf die Datenvisualisierung bietet dabei die Möglichkeit, individuelle Anforderungen hinsichtlich des Datenschutzes (z.B. unbefugte Ermittlung von Anwesenheiten, siehe **Bild 7**) zu gewährleisten.

Das umgesetzte Zugriffskonzept (siehe **Bild 8**) beruht zum einen auf der Isolation des Systems und zum anderen auf der Isolation der Daten. Hierbei bedeutet Isolation des Systems, dass der Monitoring-Server weltweit erreichbar ist, dieser dabei jedoch selbst vom Rest des Systems via Firewall [17] abgekoppelt ist. Die Isolation der Daten bedeutet, dass jeder neue Nutzer zu Beginn nur Zugriff auf das jeweilige System an sich, aber nicht auf einzelne Monitoring-Projekte



**Bild 8:** Übersicht des Zugriffskonzeptes. Neue Nutzer werden als erstes (Schritt 1) durch einen Mitarbeiter zum IDM hinzugefügt. Im Anschluss daran kann der Nutzer initial auf den Server zugreifen (Schritt 2), welcher hierbei die konkreten Zugangsrechte vom IDM-Server abfragt (Schritt 3). Nach dem erfolgreichen Login kann der Nutzer nur auf Daten zugreifen, die vorab vom Server geliefert wurden.

im Speziellen besitzt. Erst wenn final geklärt ist, auf welche Monitoring-Projekte der jeweilige Nutzer wirklich zugreifen darf, wird der Zugang zu konkreten Monitoring-Daten gewährt. Um von vornherein zu vermeiden, dass nicht legitimierte Nutzer ins System gelangen, erfolgt deren Verwaltung direkt über das Identitätsmanagement der TU Dresden (Schritt 1, siehe **Bild 8**). Dies hat den Vorteil, dass der gesamte Legitimationsprozess transparent und nachvollziehbar abläuft. Innerhalb dieses Prozesses werden neue Nutzer nur zugelassen, wenn sich diese vorab mit konkreten Stammdaten ausweisen. Des Weiteren wird bereits bei der initialen Nutzergenerierung ein konkretes Ablaufdatum gesetzt, nach dessen Verstreichen, automatisch alle Zugriffsrechte des Nutzers erlöschen.

#### 4. Zusammenfassung

Der erste Teil des Beitrages stellt das Entwicklungskonzept einer Lösung zur Bearbeitung typischer Aufgabenstellungen vor, welche sich aus dem Gebäude- und Anlagenmonitoring ergeben.

Die Realisierung des Entwicklungskonzeptes erfolgt projektübergreifend. Aktuell eingebunden sind Monitoring-Projekte von Institutsgebäuden, ein Entwicklungsvorhaben zur Sommerlichen Raumkühlung [18] mit der Praxiserprobung in



Dipl.-Ing. MARKUS ARENDT

- Bis 2013 Studium Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energie- und Anlagensysteme (B. Eng.), HAW Hamburg
- 2013 – 2014 Tätigkeit als Ingenieur einer Biogasfirma in der BHKW-Entwicklung und im Vertrieb
- 2014 – 2017 Aufbaustudium Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik (Dipl.-Ing.), TU Dresden
- Seit 2017 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, TU Dresden

**Kontakt** Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung  
01062 Dresden  
E-Mail: markus.arendt@tu-dresden.de



Dipl.-Math. LARS HAUPT

- 2002 – 2008 Studium der Technomathematik mit der Vertiefungsrichtung Strömungsmechanik, TU Dresden
- 2008 – 2014 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, insbesondere im Sonderforschungsbereich 609 der DFG tätig, Zentrum für Informationstechnologie (ZIH)
- 2014 Projektmitarbeiter, Gesellschaft für Technologie und Wissenstransfer Dresden (GWT)
- Seit 2014 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, TU Dresden

**Kontakt** E-Mail: lars.haupt@tu-dresden.de



Dr.-Ing. ANDRÉ KREMONKE

- 1985 – 1990 Studium der Technischen Gebäudeausrüstung, TU Dresden
- 2000 Dissertation „Wärmeabgabe teilbeheizter Fußböden“
- 2012 – 2014 Vertretungsprofessur für Innovative Energiesysteme / Thermische Gebäudesimulation, HTWK Leipzig
- Seit 1990 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Thermodynamik und TGA, Bereich Technische Gebäudeausrüstung an der TU Dresden, 2010 aufgegangen im Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

**Kontakt** E-Mail: andre.kremonke@tu-dresden.de

verschiedenen Gebäuden sowie Laboruntersuchungen im Rahmen des Combined Energy Labs 2.0 [14], [15].

Die beschriebene Vorgehensweise birgt nicht unerhebliche Risiken durch die Verwendung von Prototypen im Hard- und Softwarebereich. Diese Risiken können durch das Einbinden von Entwicklungskompetenzen minimiert werden. Damit dominieren die Vorteile, welche sich aus der unmittelbaren projektorientierten Priorisierung von Anforderungen und Umsetzungen ergeben. Besonders hervorzuheben ist dabei, dass die praktischen Einsatzerfahrungen, einschließlich der nachgeschalteten Bewertungsprozesse, unmittelbar dem Entwicklungsprozess zugeführt werden können.

Methodisch wird das Konzept konsequent in Richtung des IoT unter Berücksichtigung der Möglichkeiten des Kommunikationsstandards 5G [6] weiterentwickelt. Damit ist gewährleistet, dass nicht nur die methodische Vorgehensweise, sondern auch die Datenbasis und deren Verwertung einem nachhaltigen Zukunftskonzept zugeführt werden können. Damit erfolgt eine Bündelung von Kompetenzen, welche Möglichkeiten zur Integration

- der gekoppelten Anlagen- und Gebäudesimulation,
- des Anlagen- und Gebäudemonitorings,
- der Verarbeitung von Geo-Informationen,
- von Augmented Reality sowie
- der Berücksichtigung kleinzelliger Wetter-Daten

unter Nutzung von Werkzeugen

- zur Visualisierung,
- zum Post- und Preprocessing sowie
- zur anwendungsbezogenen Aggregation bereitstellt.

Im demnächst erscheinenden zweiten Teil des Beitrages werden konkrete Anwendungsbeispiele vorgestellt.

## Literatur

- [1] TechnoLine. – [www.technoline-berlin.de](http://www.technoline-berlin.de)
- [2] Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH: Das Almemo-System. – [http://www.ahlborn.com/de\\_DE/almemo](http://www.ahlborn.com/de_DE/almemo) (aufgerufen am 14.02.2018).
- [3] Alphabet Inc.: Android Things – Developer Preview. – <https://developer.android.com/things/index.html> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [4] Apple Inc.: HomeKit. – <https://www.apple.com/de/ios/home/> (aufgerufen am 14.02.2018).

- [5] Bluetooth SIG. – <https://www.bluetooth.com/> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [6] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): 5G – Mobilfunk- und Netztechnologie der Zukunft. – <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/5g-aktivitaeten-in-deutschland.html> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [7] Bundesnetzagentur: Funkanwendungen auf den ISM-Bändern. 2015.
- [8] Bundesnetzagentur: Vfg.5/2018: Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Funkanwendungen mit geringer Reichweite für nicht näher spezifizierte Anwendungen; Non-specific Short Range Devices (SRD). 2018.
- [9] COMPUTER BILD: Geschwindigkeit und Reichweite. – <http://www.computerbild.de/artikel/cb-Ratgeber-Handy-Alles-ueber-Bluetooth-3177119.html> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [10] Highsoft: Highcharts. – <https://www.highcharts.com/about> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [11] IFTTT. – <https://ifttt.com> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [12] IFTTT: The internet of things on IFTTT Juni 2016. – <https://ifttt.com/blog/2016/06/the-internet-of-things-on-ifttt> (aufgerufen am 01.02.2018).
- [13] McCracken, Harry: IFTTT'S New "Do" Apps Turn Your Smartphone Into A Do-Anything Remote Control. In: Fast Company (2015). – <https://www.fastcompany.com/3042615/ifttt-s-do-apps-turn-your-smartphone-into-a-do-everything-remote-control> (aufgerufen am 01.02.2018).
- [14] Seifert, J.; Oschatz, B.; Schinke, L.; Buchheim, A.; Paulick, S.; Beyer, M.; Mailach, B: Instationäre, gekoppelte, energetische und wärmephysiologische Bewertung von Regelungsstrategien für HLK-Systeme/ Forschungsbericht, TU-Dresden 2016.
- [15] Seifert, J.; Schinke, L.; Beyer, M.: Entwicklung und Untersuchung von modularen hybriden Heiz- und Kühlflächen in Kombination mit Raumluftkonditionierung / Forschungsbericht, TU Dresden 2018.
- [16] Siemens Building Technologies: DESIGO-Gebäudeautomation – flexibel und energieeffizient. – <https://www.siemens.de/buildingtechnologies/de/de/gebaeudeautomation-hlk/gebaeudeautomations-system-desigo/seiten/gebaeudeautomations-system-desigo.aspx> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [17] Technische Universität Dresden: Campus Firewall. 2018. – <https://tu-dresden.de/zih/dienste/service-katalog/arbeitsumgebung/firewall> (aufgerufen am 14.02.2018).
- [18] TU Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung: EnOB: KUEHA – Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit. – Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (Förder-kennzeichen 03ET1461A), [www.tu-dresden.de/mw/kueha](http://www.tu-dresden.de/mw/kueha).
- [19] Zapier. – <https://zapier.com/> (aufgerufen am 14.02.2018).

## i | AUTOREN VITA



Dr.-Ing. ALF PERSCHK

- 1985 – 1990 Studium der Technischen Gebäudeausrüstung, TU Dresden
- 2000 Dissertation „Gebäude-Anlagen-Simulation unter Berücksichtigung der hygrischen Prozesse in den Gebäudewänden“
- Seit 1990 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Thermodynamik und TGA, Bereich Technische Gebäudeausrüstung an der TU Dresden, 2010 aufgegangen im Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung

**Kontakt** E-Mail: [alf.perschke@tu-dresden.de](mailto:alf.perschke@tu-dresden.de)



STEPHAN WIEMANN

- Seit 2009 Maschinenbaustudium, TU Dresden
- Seit 04/2017 Studentische Hilfskraft an der Technischen Universität Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung

**Kontakt** E-Mail: [stephan.wiemann@tu-dresden.de](mailto:stephan.wiemann@tu-dresden.de)



Prof. Dr.-Ing. CLEMENS FELSMANN

- 1990 – 1995 Studium an der Fakultät Maschinenwesen, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung, TU Dresden
- 1995 – 2003 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Heizungs- und Raumlufttechnik, TU Dresden
- 2001 Dissertation „Optimierung des Betriebs heizungs- und raumlufttechnischer Anlagen“
- 2003 Mitgründung des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung ITG Dresden GmbH
- 2009 Berufung auf die Professur für Energiesystemtechnik und Wärmewirtschaft, TU Dresden
- Seit 2011 Leiter der Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung, Studiendekan für den Studiengang „Regenerative Energiesysteme“

**Kontakt** E-Mail: [clemens.felsmann@tu-dresden.de](mailto:clemens.felsmann@tu-dresden.de)