

## Zukunft Bau

### STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

---

#### Titel

---

Langfassung Titel: „Automatisiertes MONitoring, Alarming und Visualisieren von Sensordaten der technischen Gebäudeausrüstung zur Erschließung niedrig investiver Energieeinsparpotenziale“

#### Anlass/ Ausgangslage

---

Gebäude verursachen ca. 30-40% des Energieverbrauchs in Deutschland. Potentiale zum Energiesparen bietet hier vor allem die Analyse von Daten der technischen Gebäudeausrüstung (GLT), da über diese alle Energieflüsse eines Gebäudes geregelt werden. Aktuelle Ansätze schöpfen aufgrund der Komplexität einer GLT die Potentiale jedoch nicht vollständig aus. Dies führt dazu, dass das Potential an Einsparungen von Energie nur unzureichend umgesetzt wird.

#### Gegenstand des Forschungsvorhabens

---

Trotz des hohen Potentials an Energieeinsparungen sind datengetriebene Analysen auf der Basis von Daten aus der GLT eine relativ junge Thematik. Das Forschungsprojekt MONALisa hatte das Ziel, diese Thematik tiefgehend zu erschließen und somit einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung des Energie- und Gebäudemanagements zu leisten. Für die Erschließung wurde prototypisch ein Prozess aufgezeigt, der auf der Basis bewährter Algorithmen der Statistik, des Data Mining und der Zeitreihenanalyse historische Sensordaten der GLT analytisch auswertet. Allgemeines Ziel war es dabei den Prozess in seiner vollständigen Breite von der Erschließung der Rohdaten bis hin zu den Analyseergebnissen verständlich aufzuzeigen. Dabei galt es insbesondere die jeweiligen Herausforderungen herauszustellen. Im Zentrum standen dabei Anwendungsbeispiele, die auf der Basis von Sensordaten eines Bundesgebäudes analysiert wurden. Dabei handelte es sich um das Umweltbundesamt (UBA) in Dessau-Roßlau.

Der im Projekt beschriebene Prozess unterteilt sich in mehrere Phasen. Dabei wurde sich am CRISP-DM Prozess orientiert, einem gängigen Standard für Analyseprojekte. Die Phasen bauen hierarchisch aufeinander auf, jedoch erlaubt der Prozess auf Rückschritte:

1) Zu Beginn des Projektes galt es zunächst das Domänenwissen über die GLT und das Untersuchungsobjekt selbst aufzubauen. Hierzu zählt z.B. das Wissen über Prozesse innerhalb der GLT, Funktionsweisen einzelner Sensoren aber auch historische Informationen zum Untersuchungsobjekt. Letztere sind z.B. unerlässlich um Analyseergebnisse zielführend interpretieren zu können. Auf der Basis dieser Informationen wurden parallel dazu Forschungsfragen formuliert, die es in Phase 4 zu untersuchen galt.

2) Vor diesem Hintergrund wurde in der zweiten Phase die Datenaufbereitung durchgeführt. Hierzu wurden die Daten zunächst in einem aufwendigen Prozess aus der GLT des UBA exportiert und anschließend in eine Analysedatenbank importiert. In der Datenbank wurden die Daten anschließend für die Analysen vorbereitet. Hierzu wurden die Daten mit einer Semantik versehen und einer klassischen Indexierung unterzogen. Zudem wurde über diverse Skripte eine zeitliche Vergleichbarkeit einzelner Sensordaten hergestellt. Dies war notwendig, da die Sensoren mit unterschiedlichen Zeitstempeln vorlagen.

3) Während der anschließenden Exploration galt es ein tiefergehendes Verständnis für die Daten aufzubauen. Dies galt in zweifacher Hinsicht. Zum einen galt es die Semantik einzelner Sensordaten zu verstehen, aber auch den Zusammenhang mehrerer Sensordaten zu erschließen. Dies wurde durch diverse Skripte datenbankseitig unterstützt. Zudem wurde die Plausibilität der Sensordaten anhand wichtiger Anlagenteile der GLT überprüft. Nur wenn diese gewährleistet ist, sind Daten grundsätzlich für tiefergehende Analysen geeignet.

4) Die eigentliche Datenanalyse bildete das Kernstück des Projektes. Als Basis wurde hierzu ein Ansatz gewählt, der verschiedene Analysemethoden zunächst in unterschiedliche Komplexitätsstufen einteilt. Hierzu zählen manuelle, regelbasierte oder automatisierte Methoden. Entsprechend dieser Stufen wurden die Forschungsfragen aus Phase 1 den Komplexitätsstufen zugewiesen. Ziel war es dabei, jede Komplexitätsstufe mit einer Forschungsfrage zu versehen. Hintergrund jeder Forschungsfrage bildeten dabei Energieeinsparpotenziale. Dieses Thema galt es in einer Breite an vielfältigen Analysen darzustellen. Dabei wurde sich auf diverse Aspekte der Heizungs- und Lüftungsanlage des Umweltbundesamtes konzentriert. Zu den Analysen zählen beispielsweise die Ventilstellungen bei Heizung und Wärmerückgewinnung, die Differenztemperatur zwischen ein- und ausfließendem Wasser der Fernwärmeübergabe oder die Analyse des Energieverbrauchs in Abhängigkeit der Wetterlage.

5) Im Abschluss des Projektes wurden exemplarisch Methoden der Visualisierung vorgestellt. Dabei wurde auf gängige Software gesetzt, die im Umfeld von datengetriebenen Analysen zum Einsatz kommt und bereits mehrfach vorab in Projekten erprobt wurde. Die Visualisierung unterstützt dabei nicht nur bei der reinen Darstellung der Analyseergebnisse. Sie ist auch Teil der Analyse selbst, da teilweise erste durch die Visualisierung selbst Muster in den Daten sichtbar werden.

## Fazit

---

Vorrangiges Ziel des Projektes war das prototypische Aufsetzen eines Prozesses zur Analyse von Sensordaten der technischen Gebäudeausrüstung. Dieser wurde anhand der GLT-Daten des UBA exemplarisch umgesetzt. Im Zentrum standen Analysen, die zum Aufdecken von Energieeinsparpotentialen eingesetzt werden können. Bei der Umsetzung wurde die Sicht eines externen Dienstleisters eingenommen. Im Ergebnis wurde der Prozess von der Datenakquise über die Datenaufbereitung und –analyse bis hin zur Visualisierung der Ergebnisse anhand der Daten des UBA beschrieben. Dabei wurden verschiedene Methoden vorgestellt, die einen GLT-Betreiber bei der Findung von Energieeinsparpotentialen unterstützen können.

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-15.12)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

## Eckdaten

---

Kurztitel: MONALisa

Forscher / Projektleitung: Daniel Schulz (PL), David Knodt, Sebastian Konietzny, Robert Spindler, Michael Mock

Gesamtkosten: 145.600,32 € €

Anteil Bundeszuschuss: 101.920,22 €

Projektlaufzeit: 20 Monate

## BILDER/ ABBILDUNGEN:

---

Bild 1: Waermerueckgewinnung.png  
Vergleich Ventilstellungen Heizung und Wärmerückgewinnung

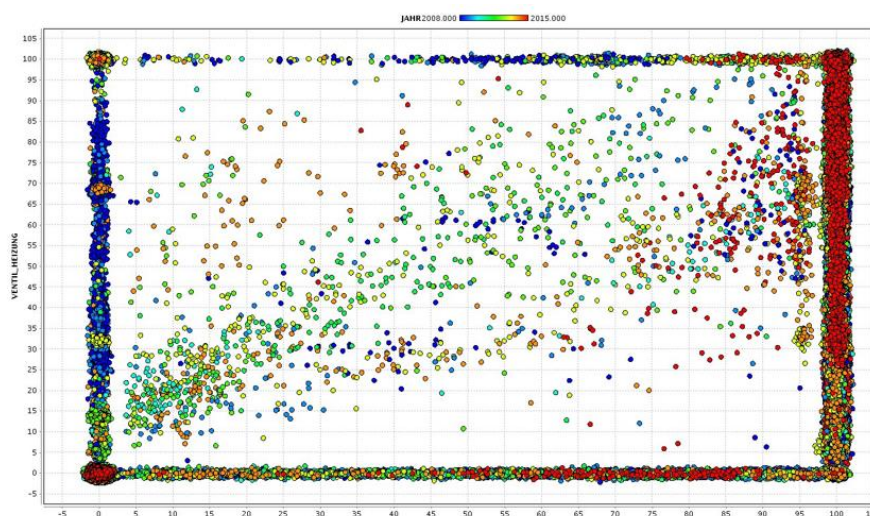


Bild 2: Differenztemp\_prim\_Kreislauf.png

Differenztemperatur des Primärkreislaufs aufgeschlüsselt nach Monaten

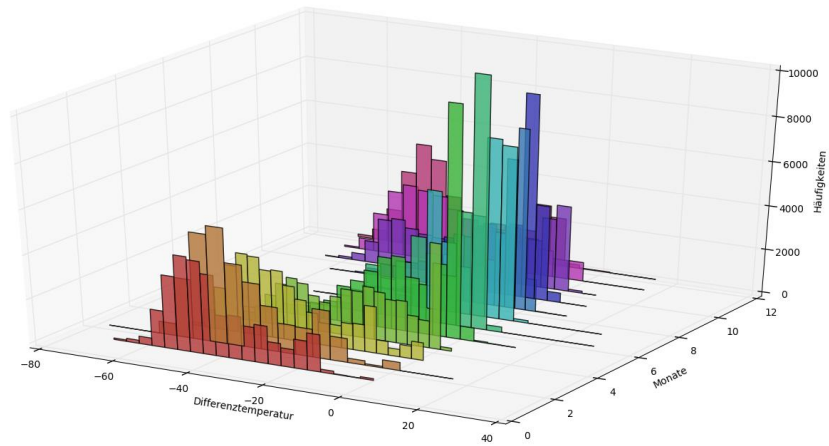


Bild 3: Schwingungen.png

Detektierte Schwingung der Anlage 601 bei weit geöffnetem Ventil

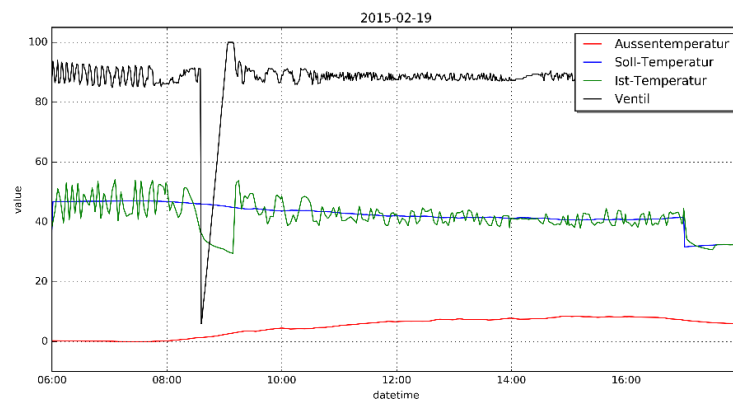


Bild 4: Verlauf der Ventilstellungen.png

Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Durchschnittlicher Ventilstellung pro Monat pro Anlage

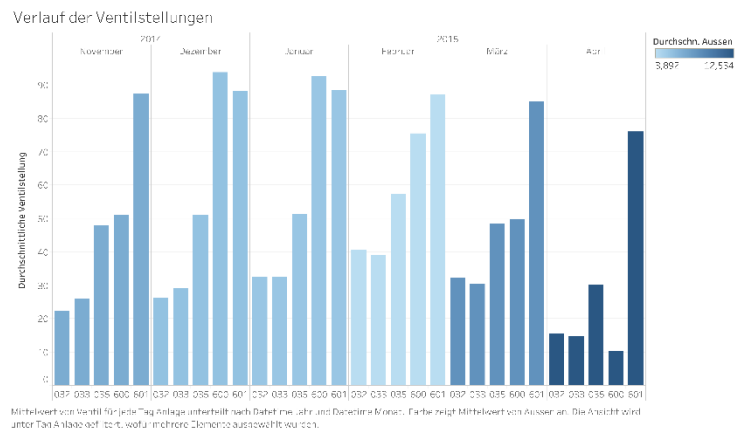


Bild 5: Multivariate\_Regression\_Model.png

Multivariates Regressionsmodell (Wärmeverbrauch in Abhängigkeit zweier Faktoren)

