

Künstliche Intelligenz (KI) in der Gebäudeautomation – eine Einführung

14. März 2024

Kurzvorstellung

Berufliches Umfeld

- Professor für Gebäudeautomation und –technik an der Technischen Hochschule Rosenheim
- Leiter des Instituts für Gebäudetechnologie (IGT)
- Energieberater NWG (Nichtwohngebäude) (dena „Energieeffizienz-Experte“)

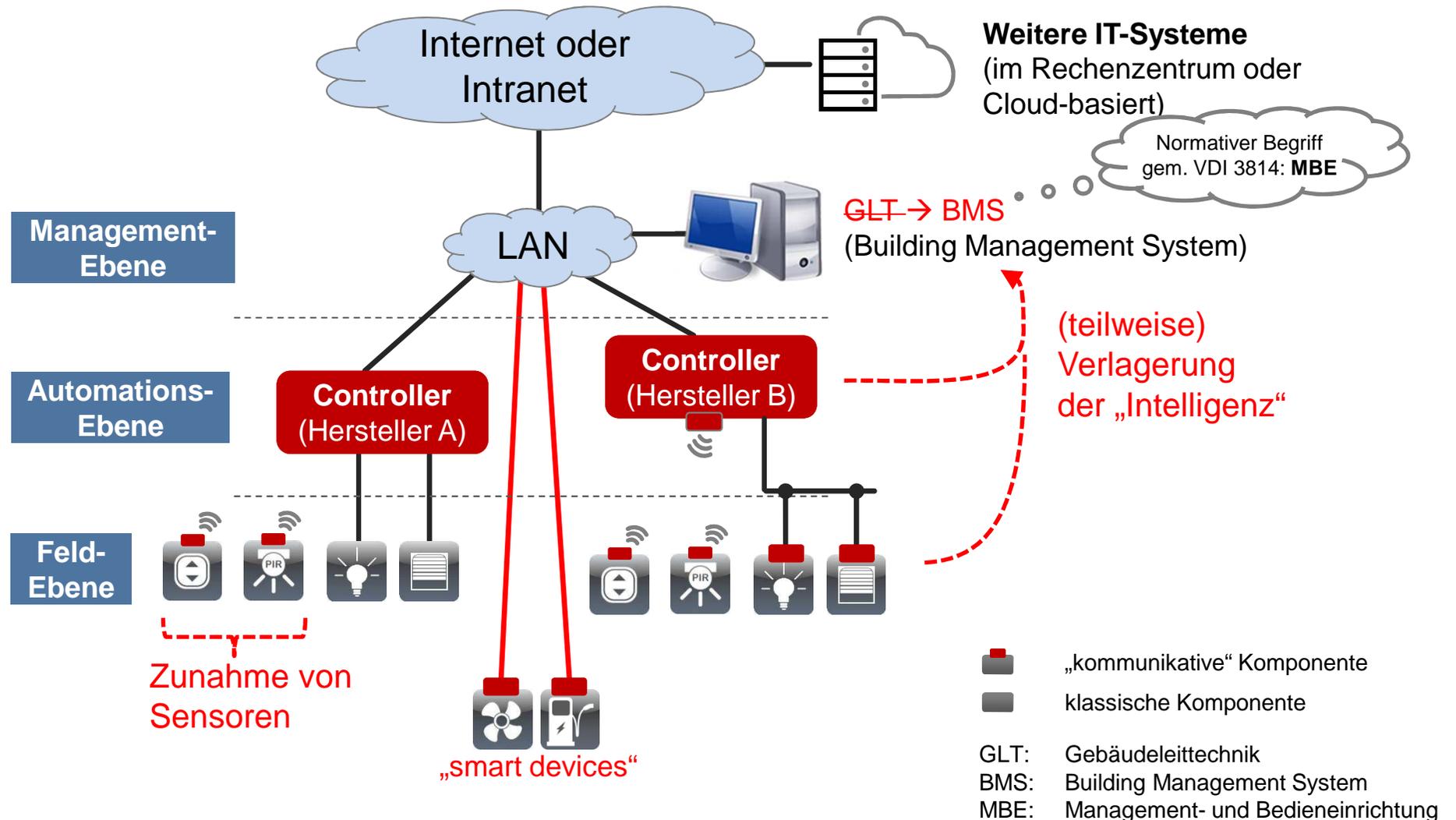
Werdegang

- Studium der Elektrotechnik (TU München)
- Promotion im Bereich Künstliche Intelligenz (Universität Siegen)
- Berufliche Stationen bei unterschiedlichen technischen Unternehmen; zunächst im Bereich Entwicklung/Projektumsetzung – später in Vertrieb/Marketing
- Weiterbildungen
 - Energiemanager (IHK München)
 - TREI-Sachkundenachweis (E-Innung München)



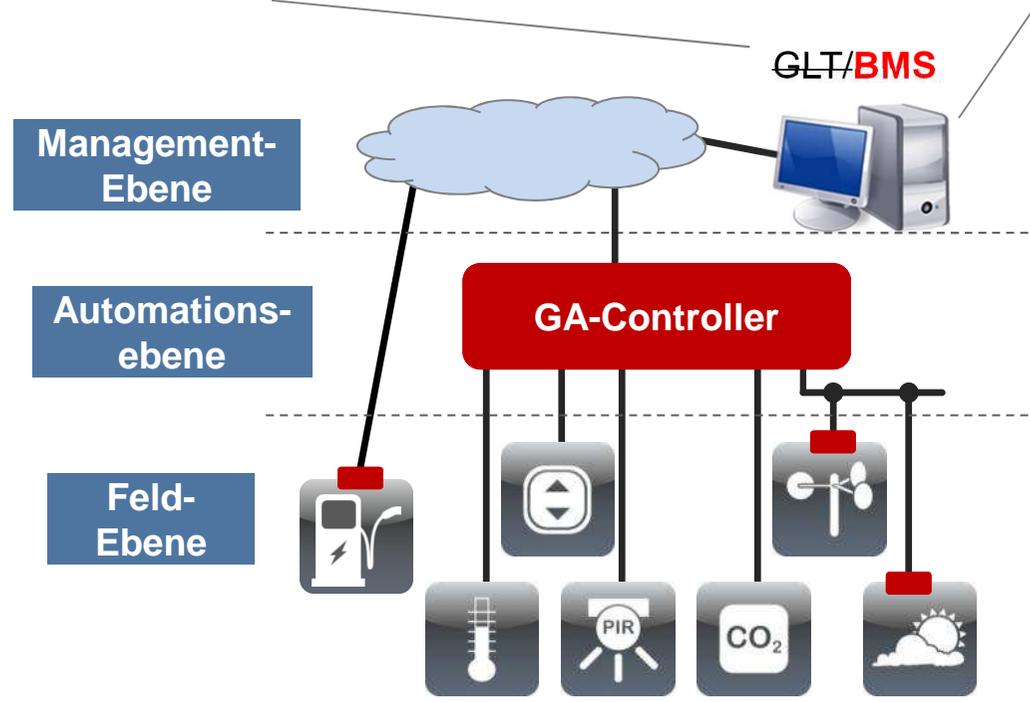
Prof. Dr. Michael Krödel

Mehrwertdienste aufgrund BMS sowie Kopplung an IT-Systeme



Mehrwert-Funktionen durch ein BMS (Building Management System)

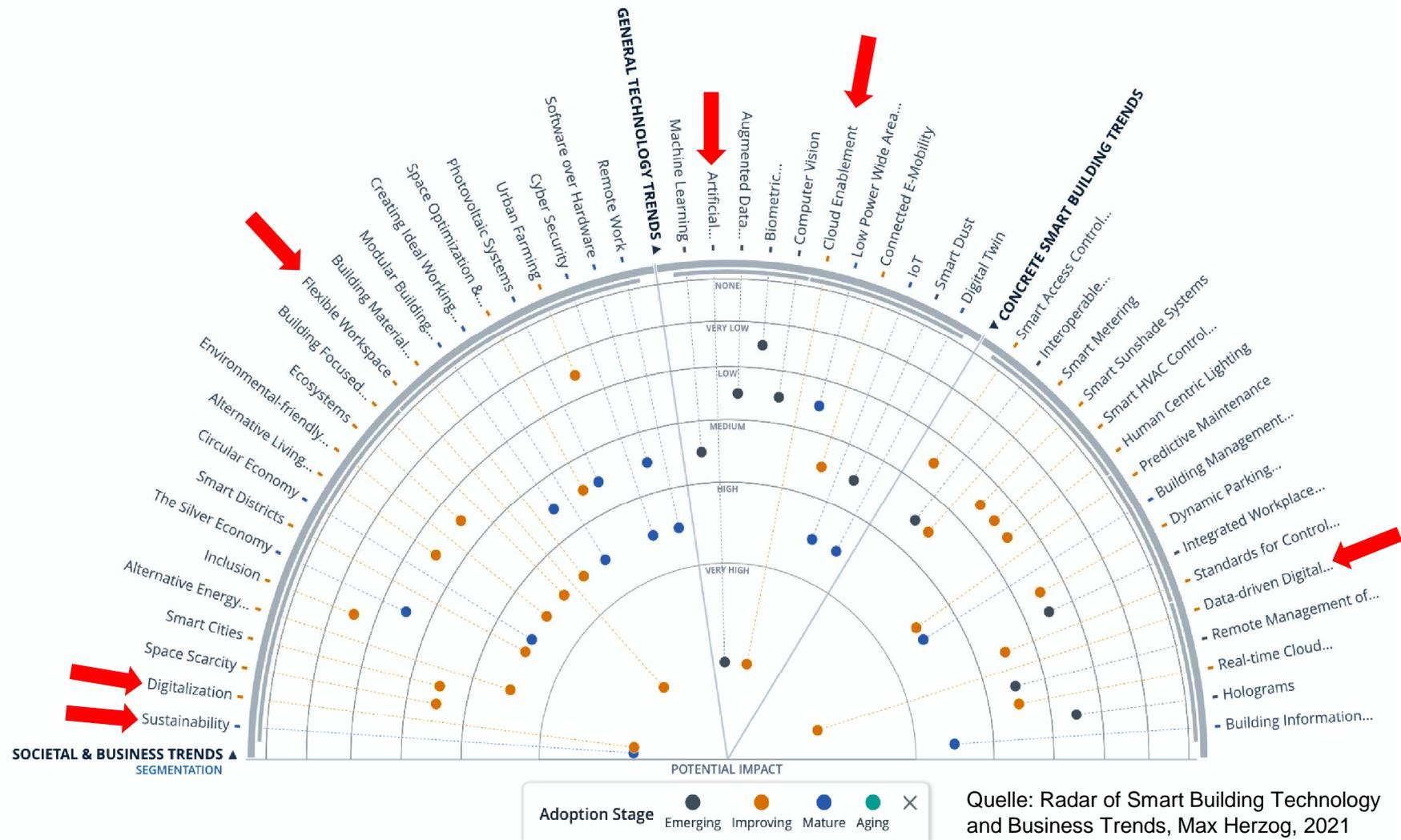
<p>Beispiele (Nutzbare Plattformen)</p> 	<p>Beispiele (SW für das Rechenzentrum)</p> 
--	---



GA = Gebäudeautomation
GLT = Gebäudeleittechnik
BMS = Building Management System

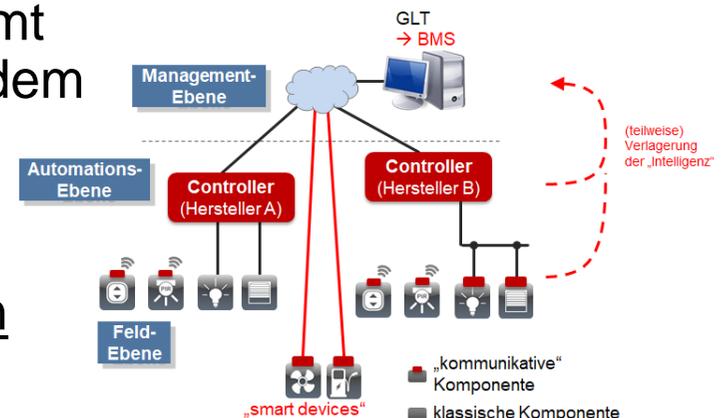
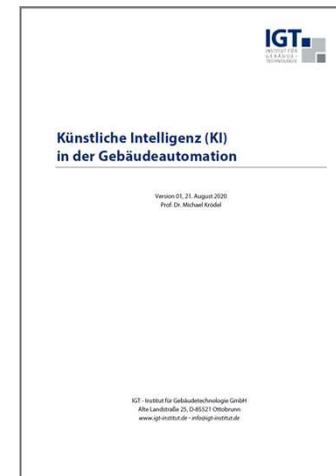
- z.B.**
- Belegungsauswertung von Büroflächen
 - Indoor Navigation & Location Based services; Find my friend & find my colleague
 - Lichtfarbenregelung (Human Centric Lighting)
 - Optimierung von Serviceintervallen für z.B. Aufzüge, Toilettenreinigung, Kaffeemaschinen
 - Optimierte Nutzung/Buchung von z.B. Besprechungsräumen

Trend Radar



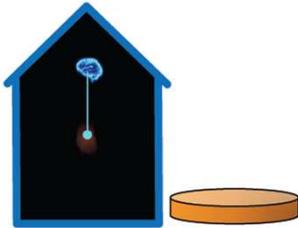
Hintergrund

- Gebäude werden üblicherweise sehr „statisch“ betrieben – d.h. auf Basis einfacher Regelparameter oder einfacher Zeitprogramme
- Gebäudebetrieb bzw. Anforderungen werden immer komplexer
- Optimale Regelstrategien hängen teilweise von einer Vielzahl von unterschiedlichen Informationen (Datenpunkten) ab.
- Unabhängig vom Themenbereich der KI nimmt die Anzahl an Sensoren in Gebäuden zu; zudem werden GLT-Systeme teilweise durch BMS (Building Management Systeme) ersetzt, die erweiterte Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten bzw. Schnittstellen zu weiteren IT-Plattformen anbieten



Wandel zum „Cognitive Building“ / „Collaborative Building“ etc.

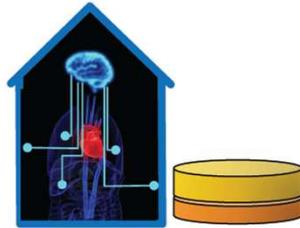
Automated Buildings
(1980 – 2000)



Control & Visualise KPIs

- + Good for manual monitoring
- + Allows identifying general issues
- Not enough data to identify energy waste

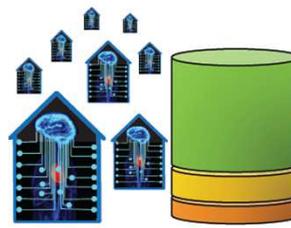
Smart Buildings
(2000 – 2015)



Energy Management

- + Monitors consumption of main assets and consumers
- Only primary datapoints are analyzed

Cognitive Buildings
(> 2016)



Learn & Predict Behaviour

Quelle: IBM

Veränderung und Digitalisierung der Gebäudeautomation



< 2010

Traditionelle Gebäude



- ✓ Klassische HKL Gebäudeautomation basierend auf klassischen PID Reglern, Zeitschaltprogrammen und Störungen

2010

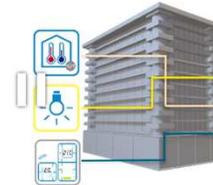
Automatisierte Gebäude



- ✓ Gewerkeübergreifende GA mit Anlagen- und Raumautomation.
- ✓ Energieeffizienz nach DIN EN 15232.

2020

Smarte Gebäude



- ✓ Vorausschauende Wartung
- ✓ User Experience
- ✓ GA als IoT Integrationsplattform
- ✓ Funktionsmakros nach VDI3813/3814

202?

Selbstoptimierende Gebäude



- ✓ Selbstoptimierende Gebäude basierend auf Analytics & KI.
- ✓ Integration von Cloud-dienstleistungen.
- ✓ Neue Digitalisierungskonzepte
- ✓ ...

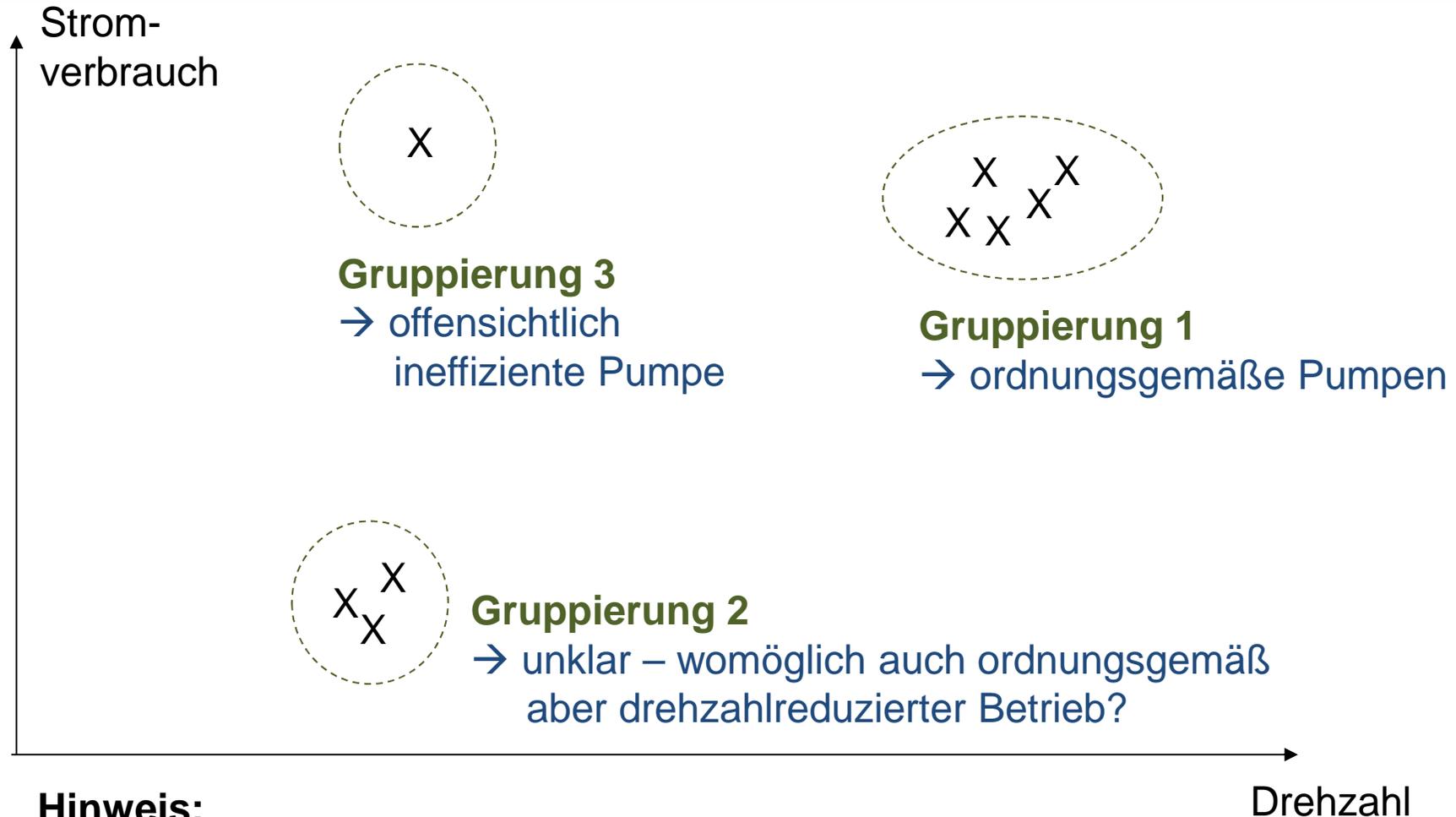
Quelle: VDMA

Grundsätzliche Lernverfahren

- Unsupervised Learning
(unüberwachtes Lernen)
- Supervised Learning
(überwachtes Lernen)
- Reinforcement Learning
(Verstärkungslernen)



Illustration zum Beispiel „Unsupervised Learning“



Hinweis:

- Grün: Gruppierung durch den KI-Algorithmus
- Blau: Interpretation durch den Menschen

KI in der Gebäudeautomation

KI Lernverfahren

- **Unsupervised Learning (unüberwachtes Lernen)**
 - Auswertung und „Gruppierung“ von Massendaten zur Ermittlung von Ähnlichkeiten oder Abhängigkeiten

Beispiel im Umfeld von Gebäuden

Messwerte von Umwälzpumpen eines Typs (Stromverbrauch, Temperatur etc. in Abhängig von Drehzahlen) und Gruppierung; anschließende Auswertung durch den Menschen, welche Gruppe die intakten und welche die auffälligen Pumpen beinhaltet



Aufteilen nach Gruppen - **Clustering**

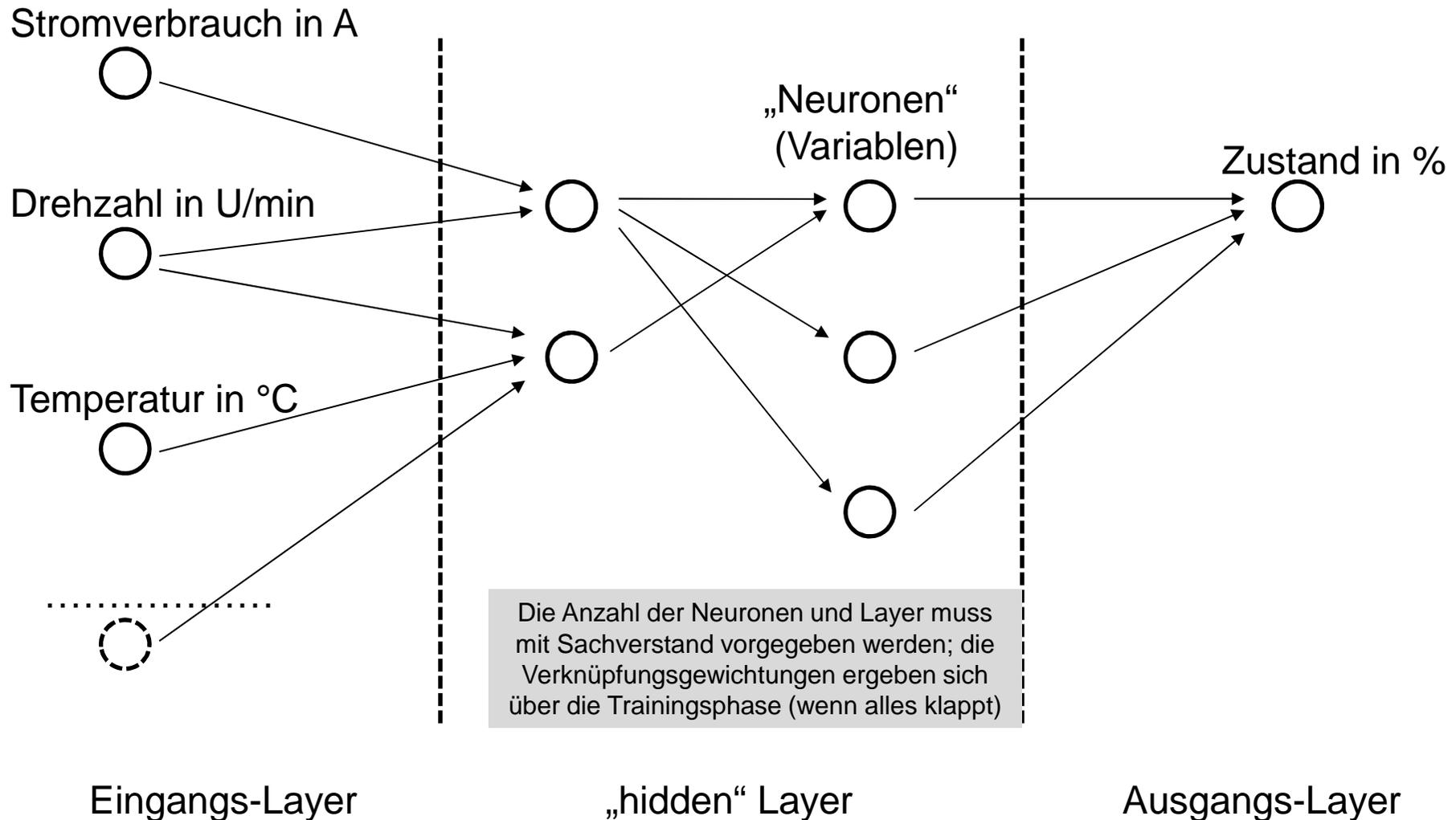


Unsupervised Learning

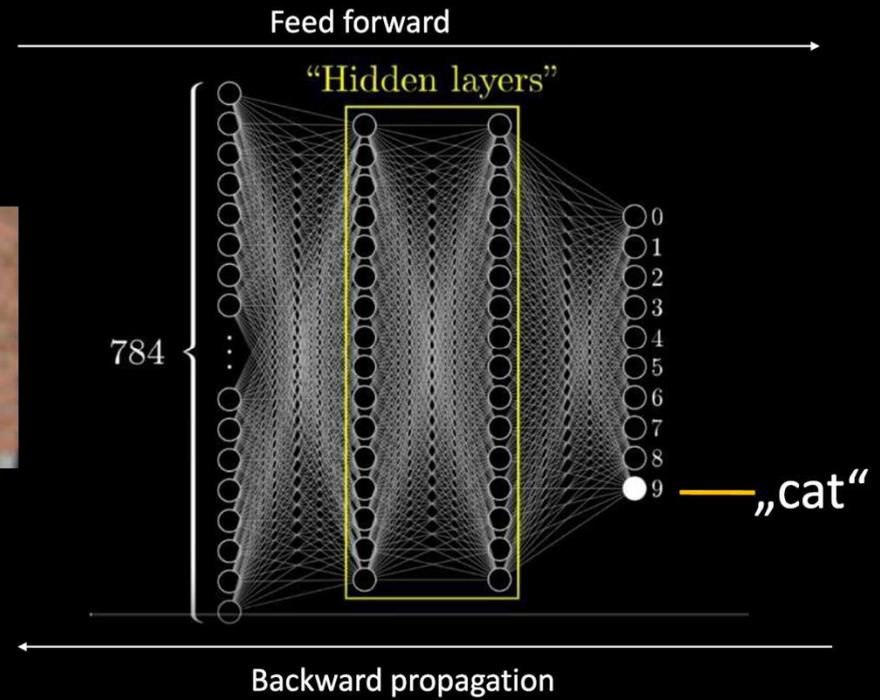
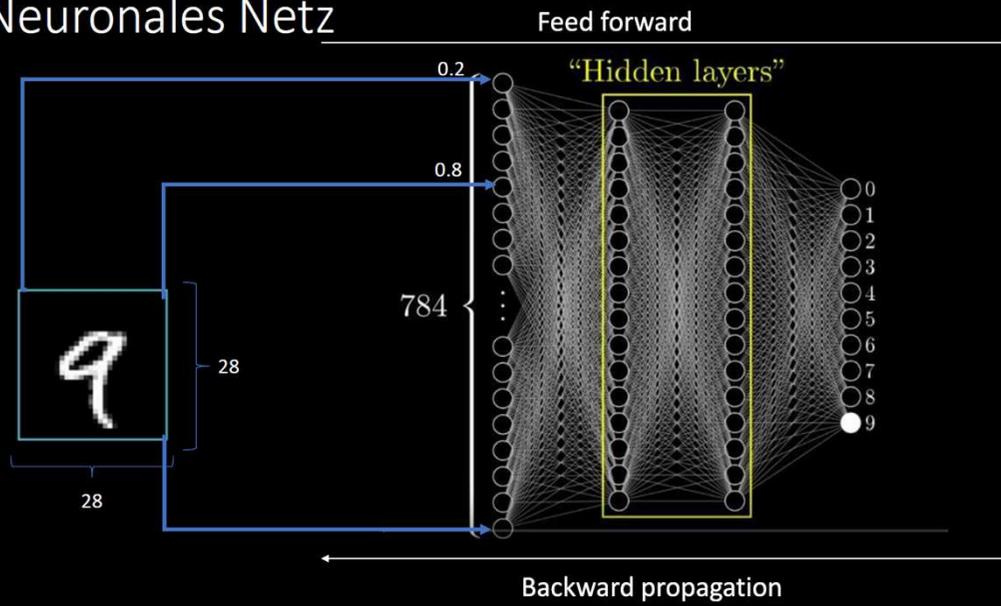
Aufteilen nach Gruppen - **Clustern**



Illustration zum Beispiel „Supervised Learning“



Neuronales Netz



KI Lernverfahren

- Supervised Learning (überwachtes Lernen)
 - Nutzung eines „neuronalen Netzwerks“ (u.a. deep machine learning) – im Detail ein mehrschichtiges Netzwerk mathematischer Verknüpfungen zwischen Eingangsvariablen (-neuronen) und Ausgangsvariablen (-neuronen).
 - Durch Trainingsphasen mit bekannten Eingangs- und Ausgangsmustern passt das Neuronale Netz die Gewichtungen der Verbindungen an.
 - Für neue Situationen (Eingangsmuster) können so passende Ausgangsmuster erzeugt werden; diese neuen Situationen müssen allerdings ähnlich zu denen der Trainingsphase sein!
 - Auch wichtig: Wenn fehlerhafte Muster trainiert werden, übernimmt ein NN diese Fehler!

KI in der Gebäudeautomation

KI Lernverfahren

- Supervised Learning (überwachtes Lernen)

Beispiel 1 im Umfeld von Gebäuden

Trainieren des NN mit den konkreten Messwerten von korrekt funktionierenden Pumpen (Stromverbrauch, Temperatur, Drehzahl), so dass dieses später als Vergleichsmuster verwendet werden können.

Beispiel 2 im Umfeld von Gebäuden

Trainieren des NN mit Gesamt-Stromverlaufskurven eines Büro-Stockwerks unter Angabe, welche Verbraucher jeweils aktiv waren.

Später kann das trainierte NN aus weiteren Stromverlaufskurven ermitteln, welche Verbraucher zu diesen Zeiten aktiv sind.

KI Lernverfahren

- **Reinforcement Learning (Verstärkungslernen)**
 - Algorithmus, der eigenständig lernt, welche Aktion in einer gegebenen Situation am besten ist. Dazu klassifiziert der Algorithmus die jeweilige Situation und „probiert“ unterschiedliche Aktionen aus. Über eine (zeitlich) verzögerte Belohnung oder Bestrafung ermittelt der Algorithmus nachträglich, ob seine ausgeführten Aktionen zielführend waren.
 - Je mehr sich das gelernte Wissen stabilisiert, desto mehr wird dieses genutzt (Exploitation) und je geringer der Grad des Ausprobierens (Exploration)



Beispiel im Umfeld von Gebäuden

Zonenindividuelle Ermittlung von Start-/Stoppzeiten für die Heizung eines Gebäudes in Abhängigkeit von Raumtemperatur, Außentemperatur, Personenanzahl etc. und Ansteuerungen von raumseitigen Stellventilen, Regelung der Vorlauftemperatur, Ansteuerung von Heizregistern etc.)

Optimierter Gebäudebetrieb

- Erfassung von Betriebszuständen von Komponenten der TGA (inkl. raumseitiger Komponenten wie Beleuchtung oder Heizkörper-Stellantriebe) aber auch elektrischen Geräten im Bürobereich (inkl. Teeküche, Kantine, Verkehrswege) und **Abgleich mit einer Bedarfsbeurteilung.**
- **Beurteilung des ganzheitlich optimierten Betriebs** (z.B. Zustände von Vorlauftemperatur, Umwälzpumpe und raumseitigem Heizkörper-Stellantrieb in Bezug zu prognostizierten Anwesenheitszeiten von Mitarbeitern).
- Dabei: Fokus auf ALLE Gewerke der TGA (Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung etc.).

Optimierte Flächennutzung und Infrastrukturausstattung

- **Visualisierung und Prognose von Flächennutzungen** (Büroräume, Kantinenbereiche, Parkplätze, Toiletten, Schließfächer etc.).
- **Informationsbereitstellung an Mitarbeiter** (z.B. zur Entscheidung Home-Office vs. Büroanwesenheit) sowie Buchungssysteme (Besprechungsräume und Arbeitsplätze) und Facility-Management zur selektiven Gebäudekonditionierung.
- **Trendauswertungen** zur Anpassungen von Flächenanteilen oder Infrastrukturausstattung.

Konkrete Einsatzmöglichkeiten

Lastverschiebung

- **Identifikation der elektrischen Verbraucher** in einem Stromkreis samt Beurteilung der Bedeutung/Kritikalität bzw. Verschiebungspotenzial.
- **Prognose des elektrischen Energiebedarfs** samt Ableitung von Empfehlungen für **Verschiebungen von Betriebszeiten**.

Vorbeugende Wartung und Serviceoptimierung

- **Beurteilung der „Gesundheit“ von Komponenten** der TGA (inklusive raumseitiger Komponenten wie Beamer etc.) aufgrund von Betriebsdaten (Energieverbrauch, Betriebsstunden, Temperatur- oder Vibrationssensoren etc.).
- Ableitung von **Wartungs- und Austauschempfehlungen** zur Optimierung von Wartungsarbeiten sowie Erhöhung der Verfügbarkeit.

Konkrete Einsatzmöglichkeiten

Mitarbeiterorientierte Mehrwertdienste

- Anreicherung von **nutzerbasierter Bedienung mit Prognosen** zu z.B. Flächenverfügbarkeiten (Besprechungsraum, Arbeitsplatz, Parkplatz etc.), Wartezeiten im Kantinenbereich, etc.
- Autonome **Empfehlung an Mitarbeiter** bzgl. Zeiten oder Räume für Besprechungstermine, Anwesenheitstage im Büro, konkretem Arbeits-/Parkplatz für einen bestimmten Arbeitstag etc.

Hinweis: Nutzerbasierte Bedienmöglichkeit über App/HTML sowie Positionsbestimmung (z.B. über Beacons) und Indoor-Navigation als Grundlage erforderlich.

Konkrete Einsatzmöglichkeiten

Kompensierung des Fachkräftemangel

- **Autonome Empfehlungen an Mitarbeiter des Facility Managements** hinsichtlich z.B. Betriebsparameter, Zeitpläne für Flächenkonditionierungen, Erweiterungen/Reduktionen der Infrastrukturausstattung, vorbeugende Wartung und Serviceoptimierung etc.

Fokus auf bedeutungstragende Sensorik

- **Identifikation von „bedeutungstragender“ Sensorik** – d.h. der Fragestellung: „Aus den Daten welcher Sensoren können Informationen anderer Sensoren herausgelesen werden (um diese überflüssig zu machen und die Anzahl an kostenintensiven Datenpunkten zu reduzieren)?“

KI in der Gebäudeautomation

Fazit

- KI ist nicht das All-heil Wundermittel – auch nicht im Umfeld der Gebäudeautomation
- KI kann als Ergänzung zu klassischen Regelstrategien sehr wirkungsvoll unterstützen, wenn
 - Eine Problemstellung klar formuliert wird (damit das richtige Lernverfahren ausgewählt und im Detail modelliert werden kann)
 - Wenn die benötigten Daten geordnet und „gelabelt“ zur Verfügung stehen
 - Der Mensch als Kontrollinstanz entscheiden kann, ob das KI-Lernverfahren zielführend arbeitet und bei Bedarf Lernverfahren/Modellierung/Datenaufbereitung anpasst
 - Genügend Rechenleistung zur Verfügung steht (d.h. womöglich Kopplung der klassischen Gebäudeautomation sowie BMS-Systeme mit weiteren IT-basierten Systemen)



Smart Buildings

Technische
Hochschule
Rosenheim 

Prof. Dr.-Ing
Michael Krödel

- **Technische Hochschule Rosenheim**
Hochschulstraße 1
83024 Rosenheim
Telefon +49 8031 805-2418
Mobil +49 176 431 48444
E-Mail michael.kroedel@th-rosenheim.de





Vortrag 'Künstliche Intelligenz (KI) in der Gebäudeautomation - eine Einführung'

13. März 2024

Downloads

- ▶ Vortrag (Handout)
- ▶ Whitepaper

Anforderungen des GEG 2024 (Gebäudeenergiegesetz) an die Gebäudeautomation

- ▶ Link zu eigener Webseite (Whitepaper, Checkliste, Gesetzestexte etc.)

Sonstiges

- ▶ Institut für Gebäudetechnologie (Homepage)



IGT - Institut für Gebäudetechnologie GmbH | Impressum | Tel . : 089 - 66 59 19 73 | E-Mail: info@igt-institut.de

<https://download.igt-institut.de/240314-his>