

INTELLIGENTE MESSTECHNIK FÜR DIE ENERGIEWENDE

LORAWAN: EIN NETZWERK ALS TÜRÖFFNER ZUM INTERNET OF THINGS

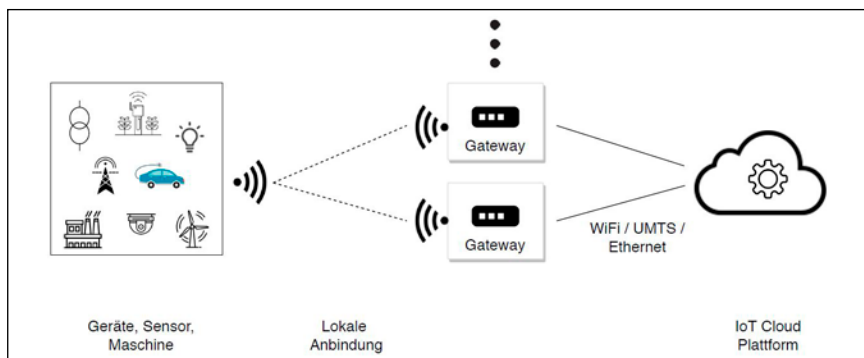


Bild 1: Aufbau einer LoRa-Infrastruktur, Quelle: Bachelorbachelorarbeit Marvin Braun B.Sc.

Die Coronakrise hat einen Transformationsprozess ins Rollen gebracht, den wir uns noch vor einem Jahr in dieser Geschwindigkeit nur schwer vorstellen konnten. Die Digitalisierung, die damit verbundene Veränderung in der Arbeitswelt, das Umdenken der Bevölkerung zu einer nachhaltigeren Lebensweise oder die neue Mobilität sind nur einige Beispiele. Aber auch in der Energiewirtschaft stehen wir gerade wieder am Beginn einer Zeitenwende. Bereits 1998 markierte die Liberalisierung des Energiemarktes ein solches, besonderes Jahr. 2000 wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz beschlossen. Auch 2010 und 2011 waren bedeutend, als die Bundesregierung zunächst die Energiewende ausrief und im Jahr darauf nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima den beschleunigten Kernenergieausstieg durchsetzte. All dies waren prägende Weichenstellungen für den Energiemarkt.

Meilenstein: Digitalisierung der Energiewende

Wahrscheinlich erleben wir gerade mit der Digitalisierung der Energiewende wieder einen Wendepunkt. Nach in Krafttreten des Messstellenbetriebsgesetzes (MsbG) im Jahr 2016, dauerte es noch zwei Jahre, dann erst begann, wenn auch zögerlich, der Rollout intelligenter Messsysteme in Form digitaler Zähler. Das MsbG sieht für deutsche Haushalte und Betriebe zwei Arten digitaler Stromzähler vor, mit oder ohne Kommunikationsmo-

dul (Smart-Meter-Gateway). Das Gateway ist für die Übertragung der Energieverbrauchswerte notwendig. Digitale Stromzähler mit Kommunikationsmodul werden auch intelligente Stromzähler oder Smart-Meter (im Gesetz als „intelligentes Messsystem“ bezeichnet) genannt und bieten den Verbrauchern einen echten Mehrwert: Die Stromverbrauchswerte werden in Echtzeit übertragen und der Endanwender kann jederzeit und überall seinen Energieverbrauch und die damit verbundenen Energiekosten überblicken. Versteckte Stromfresser können dadurch sehr einfach aufgespürt und reduziert werden. Dem Verbraucher kann damit eine Optimierung seines Strombedarfs und eine Reduktion der Stromkosten gelingen. Damit existiert eine technologische Grundlage, um Stromverbrauchs- und Stromerzeugungsdaten hochauflösend und in Echtzeit transparent zu machen. Auf dieser Basis können neue Konzepte, u.a. zur Energieersparnis, entwickelt aber auch dezentrale Energieerzeugung, sowie Lasten und Netze besser gesteuert werden. Und das wiederum ist eine Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende.

LoRaWAN und IoT eröffnen völlig neue Möglichkeiten

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft steht und fällt aber nicht nur mit dem regulierten Rollout intelligenter Messsysteme (iMSys) und der Existenz von Smart-Meter-Gateways (SMGW). Sie

ermöglicht an vielen Fronten auch eine unmittelbare Dynamik, wie beispielsweise mit der universell einsetzbaren Internet-of-Things (IoT)-Technologie, innovativen Services jenseits der regulierten Stromverbrauchsmessung und der SMGW-basierten Datenkommunikation deutlich wird.

Die Rede ist von LoRaWAN - dem „Long Range Wide Area Network“. Mit dem frei verfügbaren Funkstandard lassen sich in- und außerhalb von Gebäuden batteriebetriebene Messgeräte und Sensoren via LoRaWAN-Gateway auslesen und Daten verschlüsselt übertragen, das auch durch dickes Gemäuer ebenso problemlos wie über Distanzen von bis zu 15 Kilometern. Das verändert vieles: Zum einen werden Dienste wie etwa Submetering unmittelbar und auf vergleichsweise einfache Art und Weise realisierbar, wenn etwa per LoRaWAN eingesammelte Submetering-Daten nach dem iMSys-Rollout auch über das SMGW kommunizieren können. Zum anderen ist LoRaWAN eine der entscheidenden IoT-Schlüsseltechnologien für den Bereich Smart Metering.

Anwendungsfall Hygienemessung (Aerolsolbelastung)

Aber auch die aktuelle Situation in Gebäuden aufgrund der Covid-19-Ausbreitung erfordert neue Untersuchungsfelder bezüglich der Raumluftqualität. Firmen, Bildungseinrichtungen und Veranstalter sind gefordert, die schwierige Situation bestmöglich zu bewältigen. Im Zuge einer Bachelorarbeit von Marvin Braun (Thema: Low Power Wide Area Networks zur Erschließung von Campus-Arealen am Beispiel SAP SE) und der Weiterentwicklung der Sensorik im Bereich der Luftqualitätsüberwachung, wurde eine Testmessung durchgeführt. Dabei wurde überprüft, ob eine solche Systemintegration für die Verbesserung der Durchlüftung und Planung des Schulalltags sinnvoll wäre. Aktuell stehen viele Firmen und Schulen vor dem Problem, dass sie häufig nicht wissen, wann gelüftet werden sollte und ob die Luftqualität noch in Ordnung ist. Lüftungsanlagen befinden sich daher aktuell meist im Dauerbetrieb und sorgen



Quelle: Bachelorarbeit Marvin Braun B.Sc.

Bild 2: Simulationskoffer: Energieverbrauch und Luftverschmutzung sichtbar machen!

so für einen deutlich erhöhten Wärme- sowie Stromverbrauch.

Der Testaufbau fand in einem Klassenzimmer des Wilhelmi-Gymnasiums in Sinsheim statt. Derzeit verfolgt die Schule die Strategie, während des Unterrichts die Fenster und Türen geöffnet zu lassen, um pauschal für eine gute Durchlüftung zu sorgen. Des Weiteren sind neben einer Lehrkraft maximal 15 Schüler/-innen in einem Raum zugelassen. Tische und Stühle sind so angeordnet, dass ein vorgegebener Mindestabstand eingehalten wird. Beim Betreten des Schulgebäudes und in den Gängen ist das Tragen einer Mund- und Nasenbedeckung Pflicht. Lediglich auf dem Pausenhof und am Sitzplatz ist das Ablegen gestattet.

Die Luftqualitätsüberwachung wird mittels LoRaWAN durchgeführt. Zudem findet die Übertragung im niederfrequenten Bereich bei 868 MHz statt, um einen geringen Energieverbrauch mit einer hohen Batterielebensdauer von bis zu zehn Jahren zu erzielen. Die Datenübertragung dieser Technologie liegt im kbit-Bereich, womit eine maximale Sendeleistung von 20 mW vollkommen ausreichend ist. Die Sendeleistung von WLAN liegt beispielsweise bei 100 mW und für LTE bei 200 mW. Ein großer Einsatzbereich ist die Energiebranche, die

das Netzwerk nutzt, um Zählerstände zu zentralisieren und Geldeinsparungen im gesamten Sektor zu realisieren.

Nach den Richtwerten zur Beschreibung von Qualitätswerten in Abhängigkeit des CO₂-Gehaltes in der Luft ist zu erkennen, dass ab einem Wert von 1.500 ppm erste Müdigkeitserscheinungen auftreten. Ab 2.500 ppm steigt die Ansteckungsgefahr einer Viruserkrankung (aktuell Covid-19) deutlich im Vergleich zu gut durchlüfteten Räumen an. Eine weitere Orientierung bietet der ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Standard 62.1: Dieser gibt an, dass das CO₂-Level bei 1.030 ppm für ein optimales Raumklima liegt. Ab hier wäre eine erneute Lüftungsphase sinnvoll.

Aus der CO₂-Konzentration in Zimmern lässt sich auch auf eine wahrscheinliche Aerosolkonzentration schließen. Je niedriger also der CO₂-Wert, desto niedriger die Menge der Aerosole in dem Raum und desto geringer das Infektionsrisiko¹⁾. Ziel der Überwachung mittels CO₂-Sensoren wäre die Vorgabe eines Lüftungskonzeptes für Lehrer/-innen und Schüler/-innen. So soll nicht nur die Virusverbreitung eingedämmt, sondern langfristig auch das Raumklima verbessert werden (siehe Bild 3).

Empfangsmessungen während der CO₂-Messung haben gezeigt, dass sich Schulgebäude, mit ca. 60 Schulräumen auf drei Etagen verteilt, optimal für den Einsatz eines LoRa-Netzwerkes eignen. Anhand der Tests ist zu erkennen, dass sogar bei nicht optimaler Ausrichtung der Antenne im Schulgebäude eine breite Abdeckung gegeben ist. Eine der interessantesten Eigenschaften eines LoRa-Netzwerkes ist die beliebige Erweiterung unterschiedlicher Bereiche. Jegliche Sensoren, die LoRa-fähig sind, können an ein Netzwerk angebunden werden. Es ist dabei irrelevant, welchen Messwert der Sensor übermittelt. Die meisten Sensoren sind batteriebetrieben oder erlauben über Energie-Harvesting die kabellose Stromversorgung.

Anwendungsfall Energieverbrauch: Überwachung durch ein Energiemanagementsystem

Die Grundfos Water Treatment GmbH (GWT) erhielt 2015 die DIN EN ISO 50001 Zertifizierung und betreibt seither auch über ein Messsystem ein Energiecontrolling, welches alle Verbräuche aufzeichnet und mit Hilfe einer Energiemanagementsoftware auswertet. So können durch Eingabe von Grenzwerten automatisch Meldungen erzeugt und an verantwortliche Personen gesendet werden, wenn diese über- oder unterschritten werden. Dies können defekte Spülkästen sein, die die Wasserverbräuche plötzlich erhöhen oder Stromverbräuche von Produktionslinien, bei denen der Produktionsoutput nicht mehr dem üblichen Stromverbrauch entspricht. Doch auch erhöhte Gasverbräuche können so einfach festgestellt werden, falls z.B. eine Maschinenabsaugung versehentlich durchläuft und so eine Produktionshalle im Winter durch den erhöhten Luftwechsel auskühlt. Mit Hilfe von sogenannten „Dashboards“ können beispielsweise über „Heatmaps“ Unregelmäßigkeiten auch ohne Meldungen einfach erkannt werden. Im Prinzip werden Messergebnisse bei den Heatmaps schachbrettförmig farbig dargestellt. Ist das Feld beispielsweise grün, so ist bei dieser Messung im definierten Bereich alles in Ordnung, ist dieses gelb, sollte man nachschauen. Ist das Feld rot, ist ein selbst gesetzter Grenzwert überschritten und falls dieser nicht begründbar ist, sollte umgehend gehandelt werden. Auch die Dokumentation von ergriffenen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung ist ein wichtiger Bestandteil des kontinuierlichen Energiemanagements bei GWT. Es findet über die Energiemanagementsoftware eine lückenlose Protokollierung von bereits ergriffenen und von zukünftig geplanten Maßnahmen statt. Zu jeder Maßnahme werden auch Dateien wie etwa ein Wartungsplan abgespeichert, so dass alle Informationen direkt verfügbar sind.

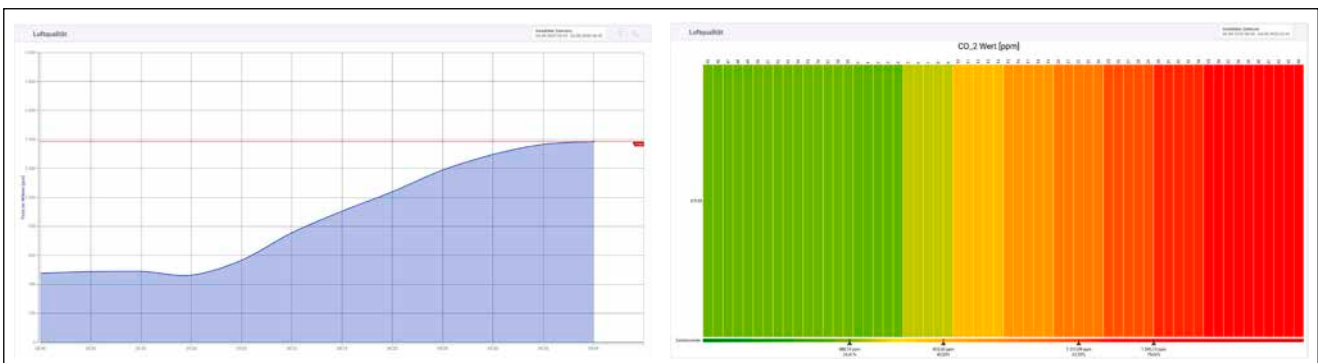


Bild 3: Eine Visualisierung des Anstiegs der Aerosolbelastung kann das Lüftungsverhalten optimieren

Neues Förderprogramm: Energetische Optimierung raumlufttechnischer Anlagen in öffentlichen Gebäuden und Versammlungsstätten zur Eindämmung des Corona-Virus

Seit dem 20. Oktober 2020 kann die Bundesförderung für die Corona-gerechte Um- und Aufrüstung von raumlufttechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden und Versammlungsstätten beim BAFA beantragt werden.

Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier: „Covid-19 ist da und wird die nächsten Monate erst einmal bleiben. Neben dem was jeder Einzelne zur Vermeidung von Ansteckungen tun kann, müssen wir auch unsere Gebäude so ausstatten, dass es dort möglichst nicht zu Infektionen kommt. Deshalb helfen wir den Kommunen und Ländern jetzt schnell, ihre Klima- und Belüftungsanlagen so auszurüsten, dass Ansteckungen vermieden werden können. Damit wollen wir zu mehr Infektionsschutz in öffentlichen Gebäuden beitragen – sowohl für die Beschäftigten als auch die Bürgerinnen und Bürger, die sich in den

Gebäuden aufhalten.“

BAFA-Präsident Torsten Safarik: „Beim Besuch von öffentlichen Gebäuden und Versammlungsorten müssen die Menschen besonders vor Infektionen mit dem Coronavirus geschützt sein. Mit der neuen Förderung können bestehende Anlagen um- oder aufgerüstet werden und somit ein Baustein für wirksamen Infektionsschutz sein. Bereits im Frühjahr hat das BAFA das BMWi-Förderprogramm für Schutzmasken und deren Vorprodukte unbürokratisch und schnell umgesetzt. Das neue Programm ist Teil des umfassenden Maßnahmenbündels, das Bundesminister Altmaier zur Bekämpfung der Pandemie und ihrer Folgen auf den Weg gebracht hat.“

Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) versorgen Räume mit Frisch- und Umluft und können somit einen wichtigen Beitrag zur Eindämmung des Corona-Virus

leisten. Zu den förderfähigen Maßnahmen gehören nicht nur der Erwerb und Einbau von Filtertechnik mit Virenschutzfunktion, sondern auch umfangreiche Umbaumaßnahmen. So kann beispielsweise die Umrüstung einer Umluftanlage zu einer Zuluftanlage gefördert werden. Auch die Ergänzung von Messtechnik zur verbesserten Steuerung der Anlage wird gefördert. Gewährt werden finanzielle Zuschüsse für die entsprechende Um- und Aufrüstung von stationären RLT-Anlagen. Der Zuschuss beträgt 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben, maximal jedoch 100.000 Euro pro Anlage. Der Bund stellt für die Förderung insgesamt 500 Millionen Euro zur Verfügung. Antragsberechtigt sind unter anderem Kommunen, Länder, Hochschulen sowie öffentliche Unternehmen. Förderanträge können bis zum 31. Dezember 2021 gestellt werden.

Reduzierung des Stromverbrauchs um fast 70 %

GWT konnte auf diese Weise seit Beginn der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen (u.a. Dämmung Gebäudehülle, Optimierung Querschnittstechnologien, LED Beleuchtung) den Energieverbrauch deutlich senken. Wichtig waren hierbei die Sensibilisierung der Mitarbeiter zum Thema Energie, eine hohe Transparenz der Energieverbräuche durch die Visualisierungssoftware „Enerchart“ und eine geringe Bindung von Personalressourcen. Der Gesamtenergieverbrauch betrug 2010 über 3,0 GWh (davon ca. 2,1 GWh_{el}). Er konnte im Jahr 2019 (1,45 GWh, davon ca. 0,67 GWh_{el}) trotz steigender Umsätze um über 50 %, der Stromverbrauch sogar um fast 70 % gesenkt werden. Dieses Beispiel zeigt, wie einfach Firmen Energiekosten sparen könnten, wenn sich ein Verantwortlicher (i.d.R. Energiebeauftragte) um Messungen und deren Ergebnisse kümmert und ggf. durch externes Expertenwissen unterstützt wird.

Fazit

Der Rollout digitaler Zähler in Kombination mit intelligenter Messtechnik ermöglicht eine Transparenz bei der Auswertung von Energieverbräuchen sowie die Definition von Schwellwerten. Mit Hilfe von Heatmaps wird schnell ersichtlich, ob man sich im grünen, gelben oder roten Bereich befindet (siehe Bild 4). Hieraus lassen sich unzählige neue Anwendungen ableiten, die alle dazu beitragen, das Gelingen der Energiewende zu erleichtern. Immer häufiger werden daher Funkverbindungen für die Datenübertragung eingesetzt, die einen flexiblen Umgang mit den Endgeräten ermöglichen und das aufwändige Verlegen von Datenkabeln ersparen. Es zeigt sich, dass die Netzwerke im Bereich der Low Power Wide Area Networks (speziell die LoRa-Technologie) neue und relevante Einsatzmöglichkeiten bieten. Durch die Auswertung der Daten lässt sich zeigen, dass neben der nur üblichen Messung von Energieverbräuchen auch die Raumlüftungsprüfung, Lüftungszyklen oder

energieintensive Lüftungsanlagen gesteuert werden können. Mit Hilfe von LoRaWAN und der universal einsetzbaren Internet-of-Things (IoT)-Technologie sind der Phantasie keine Grenzen mehr gesetzt, um kostengünstig und effizient Daten zu messen, zu übertragen, zu visualisieren und auszuwerten.

Fußnote

1) Siehe Artikel „Gefahr im geschlossenen Raum“ von Karin Truschelt vom 22.07.2020, Frankfurter Allgemeine Zeitung

ZU DEN AUTOREN:

► Marvin Braun

B.Sc, Student Elektro- und Informationstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

marvin.braun@student.kit.edu

► Dipl.-Ing. Gunnar Böttger

M.Sc, Leitung DGS-Fachausschuss Ressourceneffizienz

boettger@dgs.de

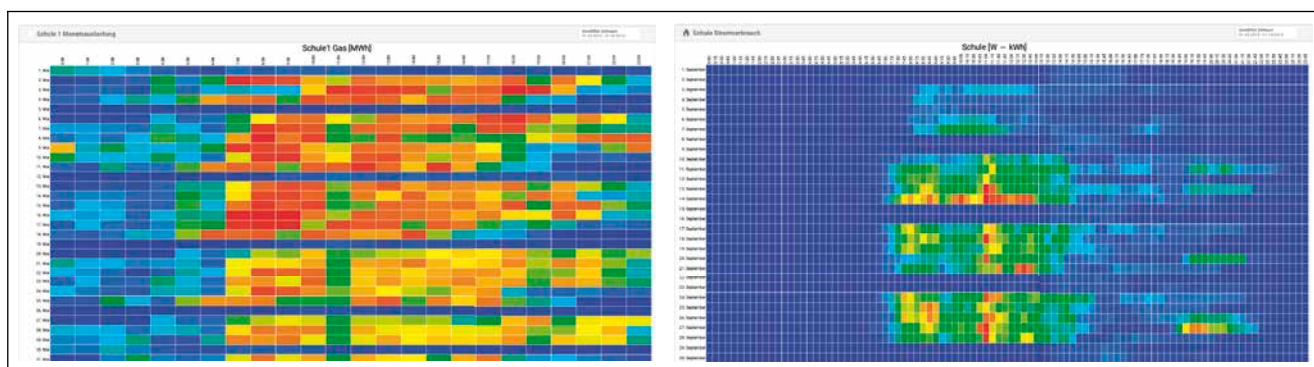


Bild 4: Visualisierung des Energieverbrauchs einer Schule mittels einer Heatmap (Carpet Plot) über jeweils einen Monat, links der Wärmeverbrauch, rechts der Stromverbrauch. Auf der Abszisse sind die Stunden, über die Ordinate die Tage aufgetragen.